

Fazies und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken.

Von A. Papp, Wien.

Paläontologisches Institut der Universität Wien.

Gedruckt mit Unterstützung der Stadt Wien aus den Mitteln des Kulturgroschens
1954 über Antrag des Notringses der wissenschaftlichen Verbände Österreichs.

INHALT:

Vorbemerkung	36
Einführung:	
Begriff der sarmatischen Stufe nach E. SUESS (1866)	36
Historische Übersicht der Gliederung im Wiener Becken (Tabelle)	38
Methodik	39
Problemstellung	42
Beschreibung der Sarmatschichten im Wiener Becken:	
A. Randfazies:	
Die Tonfazies der Rissoenschichten	42
Siebenhirten bei Mistelbach	42
Hollabrunn	43
Waldhof bei Wetzelsdorf	45
Übersicht der Vorkommen von Rissoenschichten am Westrand des Mittleren Donaubeckens	45
Die Sandfazies der Erviliens- und Mactraschichten	47
Faunenfolge im Gebiete der Odenburger Bucht	47
Faunenfolge im Wiener Becken	52
Nexing	53
Atzgersdorf an der Südbahn	54
Faunenvergesellschaftungen der Randfazies	54
Rissoentone	55
Sandfazies	55
Kalkfazies	57
Grenzschichten der Randfazies	59
Liste der bearbeiteten Fundorte	61
B. Beckenfazies:	
Beschreibung einiger Bohrungen	62
Vergleich von Rand- und Beckenfazies im Sarmat des Wiener Beckens (Tabelle)	68
C. Übersicht der Entwicklung der Fauna im Sarmat des Wiener Beckens:	
Salzgehalt	72
Faunenfolge: 1. Rissoenschichten	77
2. Ervilienschichten	78
3. Mactraschichten	79
4. Verarmungszone	81
Schwankungen des Wasserspiegels	81

D. Allgemeine Ergebnisse:

Besteht im Wiener Becken zwischen Sarmat und Pannon eine Schichtlücke?	82
Charakteristik des Sarmats in Südrußland	85
Vergleich des südrussischen Sarmats mit dem Wiener Becken	86

Vorbemerkung.

Die Revision der sarmatischen Fauna im Wiener Becken wurde seit Jahren als notwendig empfunden, ebenso eine zusammenfassende Bearbeitung der gegenwärtig zugänglichen Fundorte. Letzteres wird nach Abschluß der Revision der sarmatischen Mollusken in vorliegender Arbeit versucht und die Verbindung zwischen den Faunen der Tagesaufschlüsse und jener der Bohrungen nach Möglichkeit hergestellt. Sie stellt die Ergänzung der mit dem Pannon begonnenen Untersuchungen über die post-tortonischen Faunen des Wiener Beckens dar.

Das Zustandekommen dieser Arbeit geht auf Anregungen von Dr. R. JANOSCHEK zurück und wurde durch Förderung der Rohöl-Gewinnungs-Aktiengesellschaft, Wien, ermöglicht. Ebenso bin ich den öffentlichen Instituten, vor allem der Geologischen Bundesanstalt (Erdöl-Abteilung) — insbesondere Herrn Dr. R. GRILL für seine Hilfe — zu Dank verpflichtet, dem Naturhistorischen Museum, Wien (Geologische Abteilung) und seinem damaligen Leiter Herrn Prof. Dr. O. KUHN für die Einsichtnahme in die Sammlungen, sowie zahlreichen Herren, die mir in freundlicher Weise Einblick in ihre Sammlungen gewährten.

Meinem hervorragenden Förderer Herrn Prof. Dr. K. LEUCHS † möchte ich auch an dieser Stelle für seine stete Hilfsbereitschaft, für das Verständnis meiner Bestrebungen und seine herzlich gemeinte Freundschaft danken, die den Abschluß dieser Arbeiten in den Jahren 1948 und 1949 ermöglichte. Durch die Verzögerung der Drucklegung war es dem Verfasser möglich, einzelne in den Jahren zwischen 1949 und 1953 gewonnene Erfahrungen einzufügen.

EINLEITUNG.**Begriff der Sarmatischen Stufe nach E. SUESS (1866).**

Den im Wiener Becken tätigen Geologen war schon frühzeitig eine Vergesellschaftung von Mollusken aufgefallen, die sich durch große Individuenzahl bei auffallender Artenarmut auszeichnete. M. HOERNES (1856) verwendete dafür häufig den Sammelnamen „Cerithienschichten“, wobei er in der Lage war, eine größere Anzahl von Mollusken, als für diese Bildungen charakteristisch, anzugeben. Mit der Feststellung, daß „Cerithienschichten“ und „Hernalser Tegel“ altersgleich sind, war für E. SUESS (1866) die Grundlage geschaffen, diesen Schichtkomplex eigens zu benennen.

E. SUESS bezeichnet den Umfang des von ihm gemeinten Komplexes

in selten klarer Weise mit den Worten (1866, S. 232):

„Um nun einen solchen Gesamtnamen zu besitzen, werde ich künftighin im Einverständnis mit dem, um die Kenntnis der östlichen Fortsetzungen so verdienten Herrn BARBOT de MARNY, diese gesamten Ablagerungen, nämlich unsere Cerithienschichten samt dem Hernalser Tegel, als die ‚sarmatische Stufe‘ bezeichnen und jene östliche Fauna, zu welcher *Maetra podolica*, *Donax lucida* u. s. f. gehören, die sarmatische Fauna nennen.“

Es erübrigt sich darauf hinzuweisen, daß somit der Begriff der sarmatischen Stufe im ursprünglichen Sinn für das Wiener Becken aufgestellt und mit „sarmatischer Fauna“ jene gemeint wurde, die, wie aus den Fossilisten aus dem Wiener Becken hervorgeht, später als untersarmatisch oder „Volhyn“ bezeichnet wurde. Es besteht kein Zweifel, daß E. SUESS jene Fossilien, die DUBOIS (1831) und EICHWALD (1853) beschrieben hat, kannte und in seine sarmatische Stufe einbezog. Sie tauchen bei ihm auch vereinzelt in den Fossilisten der östlich an das Mittlere Donaubecken anschließenden Gebiete auf. Später wurde durch ANDRUSOV (1896—1902) das Sarmat dreigeteilt in:

Obersarmat = Cherson,
Mittelsarmat = Bessarab,
Untersarmat = Volhyn.

E. SUESS hatte die Fauna des Cherson weder gekannt, noch läßt sie sich zwingend in die ursprüngliche Fassung der „sarmatischen Fauna“ einbeziehen, da jene verstanden werden sollte, die durch *Maetra podolica* (im Sinne von M. HOERNES [1870], wobei sowohl die typische *M. podolica* EICHW. wie *M. vitaliana* d'ORB. u. a. verstanden wurden), *Donax lucida* usw. ausgezeichnet sind. Deshalb ist entgegen der bisher gebräuchlichen Auffassung der Name Sarmat SUESS (1866) nur für Volhyn und Bessarab der russischen Vollgliederung bindend, eine Tatsache, auf die JEKELIUS (1943) bereits ausführlicher einging.

Die sarmatische Stufe liegt nach E. SUESS im Hangenden der II. marinen Fauna im Wiener Becken (= Torton) und im Liegenden der Congerienschichten (im Sinne der Inzersdorfer Schichten). Sie wird nach E. SUESS (1866), auf diese Tatsache muß besonders hingewiesen werden, durch die „erste Säugetierfauna des Wiener Beckens“ mit *Mastodon angustidens* usw. charakterisiert. Es ergaben sich in der Folgezeit immer neue Hinweise, daß im russischen Obersarmat jedoch schon die „zweite Säugetierfauna“ vorhanden ist. Auch dieses Argument kann angeführt werden, um das russische Obersarmat vom Sarmat E. SUESS (1866) zu trennen.

Die auf das Obersarmat folgenden Schichten des Mäots haben in Südrußland durch die Ingression neuer mariner Faunenelemente einen eigenen Charakter. Sie waren E. SUESS (1866) nicht bekannt. Es besteht daher

nicht die Möglichkeit, die „Mäotische Transgression“ als Begrenzung des Sarmats E. SUESS (1866) zu verwenden. Das Sarmat nach E. SUESS umfaßt jenes Schichtglied, das im Wiener Becken durch Torton im Liegenden und Congerienschichten im Hangenden begrenzt wird. Es wird Aufgabe der folgenden Ausführungen sein, die Stellung der Fauna des brackischen PANNON's zu derjenigen des brachyhalinen SARMAT's darzulegen, um damit auch die Grenze beider Stufen nach Möglichkeit zu beleuchten.

Historische Übersicht der Gliederung im Wiener Becken.

1875 versuchte TH. FUCHS das Sarmat im Wiener Becken zu gliedern, wobei er auch die Ergebnisse zahlreicher Brunnengrabungen verwerten konnte. Da sich bei den Beobachtungen von FUCHS die wechselnden Faziesverhältnisse der Randzone intensiv bemerkbar machen mußten, zeugt es von der Genialität dieses Forschers, daß er trotzdem die wesentlichen Züge der Abfolge der Entwicklung der Molluskenfauna im Sarmat erkannte. Sie wurde folgendermaßen charakterisiert (S. 21—23):

Grenzschiechte zwischen der Congerien- und sarmatischen Stufe.

„In den obersten Lagen der Tapes-Schichten finden sich regelmäßig noch einzelne Exemplare von *Melanopsis impressa* und *Congeria triangularis*, ja bisweilen findet sich an der Grenze der beiden Stufen eine 1—2 Fuß mächtige Schichte, welche neben den sarmatischen Bivalven in solcher Menge die beiden vorerwähnten Conchylien enthält, daß dadurch eine eigentümliche Grenzschiechte gebildet wird, in welcher die bezeichnenden Arten der Congerien- und der sarmatischen Stufe nahezu in gleichem Verhältnis gemischt vorkommen.“

Sarmatische Muscheltegell.

1. Tapesschichten.

„Die obersten Schichten des Muscheltegels in einer Mächtigkeit von 1—2 Klafter sind in der Regel etwas sandig, enthalten in großer Menge große, dickschalige Exemplare der *Tapes gregaria*..., welche einen sehr konstanten geologischen Horizont bilden, der fast niemals vermißt wird, wo man durch die Congerienschichten hindurch in die sarmatischen Ablagerungen eindringt.“

2. Muscheltegell.

Unter den Tapesschichten liegt eine mächtige Tegelmasse, „welche durch die außerordentliche Häufigkeit von sarmatischen Bivalven ausgezeichnet wird.“ — „Besonders bezeichnend für dieselben sind die beiden Conchylien *Modiola marginata* und *Bulla lajonkaireana*, welche hier das Maximum ihrer Entwicklung erreichen und stets in sehr großen und schönen Exemplaren auftreten, während sie in der unteren Schichtengruppe sehr selten sind und namentlich, was die *Bulla* anbelangt, immer wie verkümmert aussehen.“

In den Tapeschichten wie im Muscheltegel finden sich Fischabdrücke, die von den in Nußdorf und Hernals vorkommenden Fischarten verschieden zu sein scheinen. Von den in Hernals und Nußdorf so häufigen Cetaceen und Schildkröten wurde bisher im Muscheltegel keine Spur gefunden. Im Muscheltegel finden sich in verschiedenem Niveau Lager von großen runden Blöcken, oder auch Schichten von Sand und Geröllen mit Cerithien.

Cerithiensande und Rissoentegel.

Der Komplex unter dem Muscheltegel besteht aus einem mehrfachen regellosen Wechsel von Tegel, Sand und Geröllen, wozu sich stellenweise noch große Blockanhäufungen gesellen. In den Sanden und Geröllagen sind Cerithien häufig, in den Tegelschichten *Rissoa* (= *Mohrensternia*) und *Syndosmya*.

1913 konnte A. WINKLER an Hand reicher, bei der Kartierung auf dem Blatte Gleichenberg (Südsteiermark) gesammelter Erfahrungen die Schichtfolge des Sarmats dahin präzisieren, daß an der Basis vor allem Tone auftreten, die eine verhältnismäßig arme Molluskenfauna enthalten. Es folgen Schotter von bedeutender Ausdehnung, welche mit tonig-mergeligen Sedimenten verzahnen, darüber folgt eine sandig-kalkige Schichtserie.

1939 wurde von A. PAPP nach Beobachtungen in der Odenburger Pforte, die eine vermittelnde Position zwischen dem Gebiet von Gleichenberg (WINKLER) und Wien (FUCHS) einnimmt, festgestellt, daß die Grundzüge der Ausbildung der Schichtfolge im Sarmat in dem ganzen Raum von Steiermark und dem Wiener Becken ähnlich sind, wobei für jene Bildungen, die sich durch die besonders großen Schalen von *Maetra* und *Irus* (= *Tapes* früherer Autoren) auszeichnen, der Name Maetraschichten verwendet wurde.

1941 folgte durch R. GRILL die Bekanntgabe der Gliederung der Beckenfazies nach Mikroorganismen (vor allem Foraminiferen). 1943 verallgemeinerte E. VEIT die bis dahin gemachten Beobachtungen (vgl. Tabelle 1). Es wird im folgenden noch bei Besprechung der Fauna auf Einzelheiten einzugehen sein. Jedenfalls wurde das von Th. FUCHS 1875 entworfene System wohl ausgebaut, im Prinzip ergaben jedoch alle späteren Forschungen eine volle Bestätigung. Dies spricht für den Umstand, daß die Faunenfolge des Sarmats am ganzen Westrand des Mittleren Donaubeckens gleichartig ist.

Methodik.

Die Bezeichnung der im Sarmat gefundenen Mollusken im Wiener Becken beruht auf den allgemein verwendeten Monographien von M. HOERNES (1856, Gastropoden; 1870, Bivalven). Es wurde hier ein sehr weit gefaßter

Artbegriff gehandhabt. Trotz einzelner Neubeschreibungen von R. HORNES, V. HILBER, TH. FUCHS u. a. blieben aber nur wenig Begriffe für die sarmatischen Molluskenformen im Gebrauch. Durch französische, vor allem aber russische Forscher wurden jedoch schon frühzeitig die sarmatischen Fossilien genauer beschrieben. Voreilige Identifizierungen derartiger Formen mit ähnlichen aus dem Wiener Becken hatten nur zu oft voreilige stratigraphische Schlüsse zur Folge. Es ist das Verdienst von JEKELIUS, 1935 und 1943 auf die Notwendigkeit neuer faunistischer Untersuchungen und weiterer systematischer Kleinarbeit hingewiesen zu haben, zumal es diesem hervorragenden Forscher gelang, in einer prachtvollen Monographie 1944 zu zeigen, daß die Artenzahl des Sarmats im Mittleren Donaubecken nicht auf die wenigen, seit M. HOERNES gebräuchlichen, Arten zu beschränken ist, ebenso wie eine Identifizierung mit Arten von Südrußland nicht in allen Fällen vorgenommen werden kann. So ergab sich die Notwendigkeit zahlreicher Neubeschreibungen.

Bei vorliegenden Untersuchungen habe ich mich noch viel weitgehender auf eigene Aufsammlungen gestützt, wie bei Bearbeitung der in vielen Belangen ähnlichen Fauna des Pannons. Es sollte dadurch erreicht werden, die Veränderungen einer Art innerhalb eines bestimmten Schichtprofils genauer zu fixieren. Ein Anfang in diesem Sinne wurde 1939 bei der Bearbeitung der Fauna von Wiesen gemacht. In vorliegender Arbeit waren nun die älteren Sarmatschichten, Rissoenschichten = Hernalser Tegel und die jüngsten Straten der Beckenfazies mit einzubeziehen, um das Bild der Entwicklung der Sarmatfauna abzurunden.

Ausgang für diese Untersuchungen bildeten die fossilreichen Schichten zwischen Sauerbrunn und Wiesen. Die Position derartiger Schichten wurde in den Bohrungen festzulegen versucht. Auf die voll ausgebildete Serie der Sarmatschichten in den Bohrungen wurden auch alle übrigen Faunen der Tagesaufschlüsse bezogen. Die Hernalser Tegel liegen im Gemeindegebiet von Wien, ebenso wie in den Bohrungen, an der Basis des Sarmats, weshalb diese Schichten zuerst eingehender geschildert werden sollen.

Die mangelhafte Typisierung der einzelnen Formen macht es nahezu unmöglich, ältere Fossilisten mit zu berücksichtigen. Ein derartiger Versuch würde nur laufende theoretische Erwägungen erfordern, welche Art, Unterart oder Form dem Autor jeweils vorlag. Es werden deshalb von den wichtigsten derzeit zugänglichen Fundorten neue Fossilisten zu geben sein.

An Hand dieser Fossilisten, welchen eine monographische Revision der Sarmatfauna des Wiener Beckens vorausging (siehe PAPP 1954), wird es möglich sein, die faunistischen Änderungen klarer zu erfassen und den Rahmen für weitere gleichgeartete Untersuchungen zu schaffen.

Tabelle 1.

Übersicht der bisher versuchten Gliederungen des Sarmats im Wiener Becken und angrenzenden Gebieten.

Th. FUCHS 1875 Beckenrand bei Wien	A. WINKLER 1913 Steirisches Becken (Gleichenberg)	A. PAPP 1939 Ödenburger Bucht (Wiesen)	R. GRILL 1941 Beckenfazies im nördl. Wr. Becken	E. VEIT 1943 Wiener Becken (einschl. Wiesen) Rand- u. Beckenfazies
Schichten mit großen Schalen von Irus	C. podolicoformis Große Schalen von Maetra und Irus	Grenzsichten, Maetraschichten, Spirorbiskalk, Nubecularien	Zone des Nonion granosum	Verschiedene Fazies Irus gregarius ponderosus
Erviliensand und Cerithiensande	Kalke u. sandige Fazies Cerithiensande Ervilienschichten	Cerithiensande (landnah) und Ervilienschichten (landferner) mit großen Ervilien		Zone des Elphidium hauerinum
	Flussschotter oder Tone mit Ervilia u. a.	Schotter	Zone großer Elphidien (E. reginum) und Mohrensternien	
Cerithiensande und Schotter oder Tone mit Mohrensternien und Syndosmya	Tegel mit Ervilia und Syndosmya	Schotter oder Tegel- sande mit kleinen Ervilien und Cardien		

Problemstellung.

Wenn auch in erster Linie der Gedanke verfolgt wurde, eine möglichst genaue Schilderung der Sarmatfauna im Wiener Becken zu geben und die Gliederung des Sarmats durch paläontologische Daten zu belegen, so ergaben sich darüber hinaus folgende Probleme:

Im Schrifttum wird wiederholt die Meinung vertreten, daß im Wiener Becken (ebenso wie im ganzen übrigen Mittleren Donaubecken) zwischen Sarmat und Pannon eine Schichtlücke besteht. Die Ansicht, daß die Sedimente im Wiener Becken in diesem Zeitraum nicht kontinuierlich abgelagert wurden, hat zuletzt E. JEKELIUS 1935 und 1943 auf breitester Basis dargelegt.

Im folgenden wird daher zu der Frage Stellung genommen werden müssen: Besteht zwischen Sarmat und Pannon im Wiener Becken eine Schichtlücke oder liegen die Schichten konkordant?

Unmittelbar verknüpft mit der Beantwortung dieser Frage sind Erwägungen über den Vergleich der Südrussischen Schichtfolge mit jener des Wiener Beckens. Da diese Fragen auch jene der Miozän-Pliozängrenze berühren, kommt ihnen allgemeineres Interesse zu.

Beschreibung der Sarmatschichten im Wiener Becken.

A. RANDFAZIES.

Die Tonfazies der Rissoenschichten.*)

Siebenhirten bei Mistelbach.

An der Straße Mistelbach—Laa a. d. Th., ungefähr 1,5 km nördlich des Ortes Siebenhirten, befindet sich ein weitläufiger Aufschluß, der von R. JANOSCHEK (vgl. auch JANOSCHEK 1951, S. 642) aufgefunden wurde. An seiner Basis befinden sich Schotter, darüber Tone, in welche besonders in ihrem oberen Teil schmale Linsen von Sanden mit kleineren Geröllen eingelagert sind. In den Tönen fanden sich folgende Formen häufiger:

- Mohrensternia inflata* (ANDRZ.)
- Mohrensternia angulata* (EICHW.)
- Mohrensternia hydroboides* (HILBER)
- Syndosmya reflexa* (EICHWALD)
- Ervilia dissita dissita* (EICHWALD)
- Cardium pseudoplicatum* FRIEDBERG
- „ *janoscheki* PAPP
- Hydrobia stagnalis andrusowi* HILBER
- „ *frauenfeldi suturata* (FUCHS)

*) Der gebräuchliche Name „Rissoenschichten“ wird für die Tone mit häufigen Vorkommen von Mohrensternien (früher Rissoen) und die zugehörigen mehr sandigen Sedimente auch im folgenden beibehalten.

Acteocina lajonkaireana lajonkaireana (BASTEROT)

Im Sand sind neben den genannten folgende Arten häufiger:

Pirenella picta picta (DEFR.)

Cerithium (Theridium) rubiginosum rubiginosum (EICHWALD)

Natica catena sarmatica PAPP

Clithon (Dittoclithon) pictus pictus (FERUSSAC)

Ocenebrina sublavata striata (EICHWALD)

Hydrobia stagnalis andrusowi HILBER und Übergangsformen zur typischen Unterart

Hydrobia frauenfeldi sutursta (FUCHS) und Übergangsformen

Gibbula aff. angulata (EICHWALD)

Calliostoma guttenbergi (HILBER)

Hollabrunn.

Dieses äußerst interessante Vorkommen befindet sich etwa 500—600 m nördlich der letzten Häuser von Hollabrunn, an der Straße nach Asperndorf.

Schon E. SUESS weist 1866 auf das Vorkommen von Sarmat bei Hollabrunn hin, betont seine Lage weit westlich der Klippenzone und hebt es als das westlichste österreichische Vorkommen sarmatischer Schichten gebührend hervor. BITTNER (1883) glaubt seine Zugehörigkeit zum Sarmat in Frage stellen zu können. In der Folgezeit wird es nicht mehr genannt. 1938 wurde ich durch Herrn E. WEINFURTER auf neue Sarmatfunde an dem bezeichneten Fundort aufmerksam gemacht. Anlässlich des Straßenbaues war eine Böschung mit reichlicher Fossilführung aufgeschlossen. Die Schichten zeigten ein mäßiges Einfallen nach Norden; am weitesten im Norden waren Grobsande und Schotter mit Geröllen bis zu 20 cm Durchmesser zu beobachten, die nach Süden immer feinkörniger wurden, bis zu Feinsanden.

Entsprechend der Fazies war auch die Fossilführung verschieden. Folgende Faunen ließen sich unterscheiden:

1. Vorwiegend Grobsande und Schotter:

Ostrea sp. Rollstücke und Fragmente, z. T. noch von Kalk umhüllt, umgelagert (allochthon).

Pirenella picta picta (DEFR.)

„ „ *bicostata* (EICHWALD)

Turritella (Haustator) sarmatica PAPP

Ocenebrina sublavata striata (EICHWALD)

Verschiedene Landschnecken (*Tropidomphalus*, *Triptychia*, *Cepaea* u. a.)

2. Vorwiegend gelbe Sande:

Pirenella picta picta (DEFR.)

„ „ *bicostata* (EICHWALD)

Auffallend an den Cerithien war die senkrechte Einregelung durch das

lebende Tier (vgl. PAPP, 1942). Außerdem verdienen Limonitknollen über der Mündung, durch Verwesung des Weichkörpers und nachfolgende Verriesung verursacht, Erwähnung.

Solen subfragilis EICHWALD

sehr häufig, senkrecht und doppelklappig, also in Lebensstellung im Sediment eingeregelt.

Mactra vitaliana eichwaldi LASKAREV

auffallend kleine Schalen, selten

Cardium vindobonense vindobonense (PARTSCH) LASKAREV

klein, sehr selten.

3. Graue Feinsande:

Mohrensternia inflata ANDRZ.

„ „ ANDRZ., Übergang zu *M. hydroboides*

„ *sarmatica* FRIEDBERG

„ *angulata* (EICHWALD), relativ kleine Exemplare

Clithon (Vittoclithon) pictus pictus (FERUSSAC)

Hydrobia stagnalis andrusowi HILBER

„ *frauenfeldi suturata* (FUCHS)

Acteocina lajonkaireana lajonkaireana (BASTEROT)

Cardium pseudoplicatum FRIEDBERG

— *Syndosmya reflexa* (EICHWALD)

Besonders der Vergleich der Fauna aus den grauen Feinsanden mit jener aus dem Ton von Siebenhirten zeigt eine vollständige Übereinstimmung. Es war längere Zeit die Diskussion, ob es sich bei dem geschilderten Vorkommen von Hollabrunn nicht um ein brachyhalines Helvet handeln kann. Dagegen spricht die Faunenzusammensetzung im allgemeinen, außerdem eine Analyse der einzelnen Arten.

Die Vertreter der Gattung *Mohrensternia* sind wahrscheinlich erst an der Wende Torton/Sarmat (auch Obertorton) entstanden. Sie sind im brackischen Helvet durch andere Arten der Rissoinae vertreten.

Mit *Cardium pseudoplicatum* FRIEDBERG bezeichne ich eine für die Tonfazies des älteren Sarmat charakteristische Art. Ob die Identifizierung mit der von FRIEDBERG beschriebenen Art aus Polen aufrecht zu erhalten ist, könnte bezweifelt werden. Die Identität der Hollabrunner Schalen mit jenen von Siebenhirten und dem Waldhof ist sicher. Die leicht modifizierbaren Cardien haben jedoch im Helvet und Sarmat keine so weitgehenden Konvergenzen.

Die Cerithien zeigen sarmatisches Gepräge, im Torton und Helvet sind andere Formtypen an den Populationen beteiligt.

Mactra und *Solen* haben sarmatischen Charakter, ebenso die hier auftretende Form des *Clithon pictus*.

Die Mikrofauna, sowohl Foraminiferen wie auch Ostracoden, fügen sich ebenfalls dem Sarmat ein.

Diese Angaben dürften genügen, um die Deutung eines Vorkommens von Sarmat 20 km westlich der Waschbergzone, trotz seiner Isolierung, im Sinne von E. SUESS (1866) zu bestätigen. Man wird demnach mit einem Übergreifen des Sarmats, vielleicht nur in einem schmalen Meeresarm bis in die Gegend von Hollabrunn zu rechnen haben.

Waldhof bei Wetzelsdorf.

Dieses Vorkommen liegt in der Umgebung von Graz etwa 3—4 km westlich von Wetzelsdorf, diskordant auf dem Grundgebirge der Umräumung des Grazer Beckens. HILBER (1897) beschäftigte sich ausführlicher mit der Fauna aus den grünlichen Tonen, die in Stollen abgebaut werden. 1948 hatte ich Gelegenheit, in einem dieser Stollen unterhalb des Anwesens Waldhof zu sammeln. Folgende Arten sind als charakteristisch zu erwähnen:

Pirella picta picta (DEFR.)

Cerithium (Theridium) rubiginosum rubiginosum (EICHWALD)

Ocenebrina sublavata striata (EICHWALD)

Mohrensternia inflata (ANDRZ.)

„ „ Übergang zu *M. hydroboides*

„ *hydroboides* HILBER

„ *angulata* (EICHWALD)

„ *styriaca* HILBER

„ *banatica* JEKELIUS

Hydrobia stagnalis andrusowi HILBER

„ *frauenfeldi suturata* (FUCHS)

Acteocina lajonkaireana lajonkaireana (BASTEROT)

Clithon (Dittoclithon) pictus pictus (FERUSSAC)

Mactra vitaliana eichwaldi LASKAREV

Syndosmya reflexa (EICHWALD), relativ häufig

Cardium janoscheki PAPP

„ *pseudoplicatum* FRIEDBERG (= *C. suessi* HILBER non

„ *vindobonense* ssp. indet. BARBOT)

Modiolus incrassatus ssp. indet.

Musculus sarmaticus (GATUEV) (= *M. norica* HILBER)

Pholas cf. dujardini (MAYER) FRIEDBERG

Übersicht der Vorkommen von Rissoenschichten am Westrand des Mittleren Donaubeckens.

Eine Betrachtung der bisher gegebenen Faunenlisten zeigt, daß eine Reihe von Arten, die im Sarmat gemein und weit verbreitet sind, auffallenderweise fehlen. So z. B. *Donaax* oder selten auftreten z. B. *Irus*. Charak-

teristisch sind dagegen *Mohrensternia*, *Syndosmya*, *Cardium janoscheki*, *C. pseudoplicatum*, *Hydrobia frauenfeldi suturata* und *H. stagnalis andrusovi*, um nur die wichtigsten Arten zu nennen.

Der Faunentypus, wie wir ihn im nördlichen Niederösterreich beobachten, ist ebenso auch beim Waldhof im Grazer Becken anzutreffen. Durch Herrn Dr. NEUBAUER wurde mir eine weitere Fauna von Rissoenschichten aus Rohrbach bei Friedberg bekannt. Aus grauem Kalksandstein im Liegenden wurden folgende Arten bestimmt:

Cerithium (Theriticium) rubiginosum rubiginosum (EICHWALD)

Pirenella picta picta (DEFRANCE)

Musculus sarmaticus (GATUEV)

Modiolus incrassatus (d'ORBIGNY)

Cardium sp.

„ sp. aff. *C. vindobonense* (PARTSCH) LASKAREV

Mactra vitaliana eichwaldi LASKAREV

Syndosmya sp.

Im Hangenden, aus Tonen, liegt folgende Fauna vor:

Mohrensternia inflata (ANDRZ.)

„ *sarmatica* FRIEDBERG

„ *angulata* (EICHWALD)

„ *hydroboïdes* HILBER

Hydrobia frauenfeldi suturata (FUCHS)

Hydrobia sp., sehr plumpe Form

Calliostoma peneckeï (HILBER)

Syndosmya reflexa (EICHWALD)

Cardium janoscheki PAPP

Cardium ? (*Replidacna*) sp.

Dem Vorkommen von Rohrbach kommt insofern methodische Bedeutung zu, da hier Sand und Tonfazies übereinander vorhanden sind. In der Sandfazies treten die Mohrensternien (= Rissoen) zurück, die in den Tonen die Hauptmasse der Fossilien bilden. Die Bivalven der Sandfazies erreichen, gegenüber jüngeren Sarmatschichten, keine optimalen Größen. *Mactra* liegt nur in einem Exemplar vor, ist also selten. Es fehlen *Donax*, *Ervilia* und *Irus*. Auch in Rohrbach liegt das geschilderte Sarmatvorkommen diskordant auf älteren Bildungen.

Die Zahl der in früheren Jahrzehnten zugänglichen Vorkommen von Rissoenschichten ließe sich vermehren:

Wien-Heiligenstadt, Ziegelei Kreindl, alte Aufsammlung von LETOCHA, bewahrt im Paläontolog. u. Paläobiolog. Inst. d. Universität, Bohrung Heiligenstädterstraße 163 (Slg. A. PAPP).

Ranningers Ziegelei bei Pfaffstätten (südl. Wiener Becken),

Material: Sammlung O. v. TROLL.

Kottingbrunn bei Leobersdorf (südl. Wiener Becken),

Material: Sammlung O. v. TROLL.

Grabung an der Straße Mödling—Gumpoldskirchen,

Material: Sammlung A. PAPP.

Kaisersdorf im Burgenland,

Material: Sammlung A. PAPP.

Diese Fundorte haben im wesentlichen alle den schon geschilderten Faunenbestand, wenn auch im einzelnen lokale Eigenheiten zu beobachten sind. Dies ergibt eine Reihe von Fundorten, die vom nördlichen Niederösterreich bis an das Grazer Becken verteilt sind, und zeigen, daß die Rissoenschichten am ganzen Alpenostrand mit gleicher Fauna auftreten. Sie sind sehr oft randlich transgressiv über älteren Schichten entwickelt und entstanden bereits unter dem Einfluß der ersten sarmatischen Transgression.

Besonders deutlich tritt der Charakter der Rissoenschichten in dem isolierten Vorkommen im Lavanttal (Kärnten) in Erscheinung (siehe PAPP 1950 und 1952). Die Fauna enthält, wie vom Verfasser schon dargelegt, alle charakteristischen Arten der Rissoenschichten wie im Wiener Becken. Das ältere Sarmat konnte ziemlich weit in alpines Gebiet eindringen und bei Hollabrunn in das Außeralpine Wiener Becken übergreifen. Dies ist bei den Ablagerungen des jüngeren Sarmats nicht mehr der Fall. Wir dürfen dies wohl als Auswirkung eines Vorganges deuten, der den Ostrand der Alpen am Ende des älteren Sarmats gehoben hat. Eine weitere Folge dieser Hebungen war die Anschüttung von Schotterkegeln zwischen älterem und jüngerem Sarmat und die Änderung zu sandig-kalkiger Fazies im jüngeren Sarmat.

Die Sandfazies der Ervilien- und Mactraschichten.

Faunenfolge im Gebiet der Udenburger Bucht.

Die fossilreichen sarmatischen Sande im Gebiete Sauerbrunn—Mattersburg—Wiesen, schon in der Udenburger Bucht gelegen, lieferten seit vielen Jahrzehnten die schönsten Sarmatfossilien des Wiener Beckens. Auch M. HOERNES (1856 und 1870) wählte vorwiegend aus diesem Gebiet sein Originalmaterial. Wiederholt haben sich einzelne Forscher mit diesen Vorkommen befaßt. 1939 wurden von PAPP die Aufschlüsse zwischen Wiesen und der Station Wiesen-Siegles eingehender beschrieben. In dem hier gewählten Rahmen soll aber nur jener Teil von Beobachtungen Aufnahme finden, welcher die Änderungen der Fauna vom Liegenden zum Hangenden betrifft. Eine Übersicht der Lage der einzelnen Fundorte vermittelt eine Lage-skizze, die 1951, S. 121, vom Verfasser veröffentlicht wurde.

Im Nußgraben (N I) waren im Straßenniveau 1936—1938 umfangreichere

Aufsammlungen möglich. Hier trat eine bestimmte Faunengemeinschaft mit folgenden wichtigen Arten auf *):

<i>Cardium vindobonense vindobonense</i> PARTSCH	hh
„ <i>fischeriformis</i> PAPP	ss
„ <i>latisulcum latisulcum</i> MUENSTER	s
<i>Irus gregarius gregarius</i> (PARTSCH) GOLDFUSS	hh
<i>Irus gregarius dissitus</i> (EICHWALD)	h
<i>Mactra vitaliana eichwaldi</i> LASKAREV	hh
<i>Ervilia dissita dissita</i> (EICHWALD)	hh
<i>Donax dentiger</i> EICHWALD	h
<i>Donax lucidus</i> EICHWALD	ss
<i>Musculus sarmaticus</i> (GATUEV), große Exemplare	h
<i>Modiolus incrassatus incrassatus</i> (d'ORBIGNY), große Exemplare	hh
<i>Solen subfragilis</i> EICHWALD	h
<i>Pholas</i> sp.	ss
<i>Dorsanum duplicatum duplicatum</i> (SOWERBY)	hh
<i>Dorsanum dissitum</i> (DUBOIS)	s
<i>Dorsanum opinabile opinabile</i> (KOLESNIKOV)	s
<i>Dorsanum opinabile trabale</i> (KOLESNIKOV)	ss
<i>Dorsanum triformis triformis</i> (KOLESNIKOV)	ss
<i>Pirenella picta</i> DEFR. (abgerollt, par-autochthon)	
<i>Cerithium (Theridium) rubiginosum</i> EICHWALD (abgerollt, par-autochthon)	
<i>Acteocina lajonkaireana lajonkaireana</i> (BASTEROT)	s
<i>Calliostoma poppelacki</i> (PARTSCH)	hh
<i>Gibbula hoernesii</i> JEKELIUS	hh
<i>Hydrobia frauenfeldi frauenfeldi</i> (M. HOERNES)	h

Bezeichnend für diese Sarmatfauna ist das Fehlen autochthoner Cerithien. Die Bivalven herrschen vor, *Solen*, *Irus*, *Ervilia* und *Modiolus* wurden in Lebensstellung beobachtet. Sie sind häufig und gut entwickelt, nur die Gattungen *Mactra* und *Irus* erreichen noch nicht die optimale Größe im Sarmat. Von den Gastropoden sind die Formen von *Dorsanum* in größerer Formenmannigfaltigkeit, vor allem aber die typischen Exemplare von *Gibbula hoernesii* JEKELIUS und *Calliostoma poppelacki* (PARTSCH) bezeichnend.

Die Schichten von N I I zeigen durch das Vorkommen zahlreicher Cerithien eine Änderung des Biotops an, erst in N III ist wieder jene Fauna beobachtbar, die einen Vergleich mit N I zuläßt.

<i>Cardium fischeriformis</i> PAPP	ss
<i>Irus gregarius ponderosus</i> (d'ORBIGNY)	hh

*) Die Artnamen wurden gegenüber 1939 entsprechend den Ergebnissen der neuen Revision abgeändert.

<i>Mactra vitaliana vitaliana</i> d'ORBIGNY	hh
<i>Ervilia dissita</i> (EICHWALD)	ss
<i>Donax dentiger</i> EICHWALD, kleine Schalen	h
<i>Modiolus incrassatus</i> (d'ORBIGNY), kleine Schalen	h
<i>Solen subfragilis</i> EICHWALD, kleine Schalen	s
<i>Dorsanum duplicatum duplicatum</i> (SOWERBY)	hh
<i>Dorsanum duplicatum-hoernesii</i> (SINZOV)	ss
<i>Dorsanum triformis triformis</i> (KOLESNIKOV)	ss
<i>Pirenella disjuncta</i> (SOWERBY)	h
<i>Pirenella picta mitralis</i> (EICHWALD)	s
<i>Pirenella picta picta</i> (DEFR.)	s
<i>Bittium hartbergense</i> (HILBER)	hh
<i>Acteocina lajonkaireana lajonkaireana</i> (BASTEROT)	
<i>Retusa (Retusa) truncatula pappi</i> BERGER	
<i>Calliostoma podolicoformis nudostriata</i> PAPP,	
häufigste Form an diesem Fundort	
<i>Gibbula hoernesii</i> JEKELIUS, sehr kleine Gehäuse	ss
<i>Hydrobia frauenfeldi frauenfeldi</i> (M. HOERNES)	hh
<i>Clavatulula sotteri</i> (MICHELOTTI)	h
<i>Clavatulula dodeleini</i> (M. HOERNES)	h
<i>Ocenebrina sublavata striata</i> (EICHWALD)	h

Der Hauptunterschied zwischen den Faunen von N I und N III besteht darin, daß an Stelle der kleinen *Mactra vitaliana eichwaldi* die größere *M. vitaliana vitaliana* kommt, ebenso statt *Irus gregarius gregarius* *Irus gregarius ponderosus*. *Calliostoma popellacki* wird durch Formen der *C. podolicoformis* ersetzt. Die Bivalven haben teilweise ihre optimale Entwicklung überschritten (*Ervilia*, *Donax*, *Modiola*, *Solen*), ebenso von den Gastropoden *Dorsanum*.

Es wurde Wert darauf gelegt, eine Bivalvenfauna zu finden, die zwischen jener von N I und N III, vermittelnd die Position von N II vertritt. Sie wurde bei Aufsammlungen 1947 an dem mit dem Buchstaben I bezeichneten Fundplatz gefunden. Hier ist *Dorsanum* noch formenreicher als am Fundplatz N I. *Irus* und *Mactra* sind größer als in N I. *Calliostoma* zeigt Übergänge von *C. popellacki* zu *C. podolicoformis nudostriata*, der seinerseits wieder eine Vorform der typischen Unterart darstellt. *Ervilia dissita dissita* hat große Schalen, die schon als *Ervilia dissita podolica* (vgl. KOLESNIKOV 1936) anzusprechen sind usw.

Jedenfalls bestätigte sich damit die schon 1939 vertretene Ansicht, daß die Formen *Mactra vitaliana eichwaldi* und *M. vitaliana vitaliana*, *Irus gregarius gregarius* und *Irus gregarius ponderosus*, *Calliostoma popellacki* und *C. podolicoformis* jeweils einer Entwicklungsreihe angehören. Sie sind dem-

nach zur Zonengliederung zu verwenden. Um nun für diese Zonen einen Namen zu haben, wurde 1939 für Faunen vom Typus N I in Anlehnung an FUCHS 1875 der Name Ervilienschichten weiter verwendet. Für die Faunen vom Typus N III wurde der Name Mastraschichten vorgeschlagen.

Die Ervilienschichten reichen am weitesten nach Westen und wurden fossilführend noch bei Aufschluß L angetroffen; die Mastraschichten sind demgegenüber regressiv und dürften wenig westlich vom Aufschluß N III auskeilen.

Cardienfazies der Mastraschichten.

In den typischen Ervilienschichten (z. B. Wiesen N I) treten die größten Formen von *Cardium latesulcum latesulcum* MUNSTER und *C. vindobonense vindobonense* (PARTSCH) LASKAREV auf. Derartige Schalen sind in den zugehörigen Cerithienschichten vielfach kleiner und rundlicher.

In den Mastraschichten sind die Schalen noch bedeutend kleiner. Dagegen sind in den Cardienschichten von Wiesen im Aufschluß B andere Formen in großer Häufigkeit und guter Erhaltung charakteristisch. Die Fauna der Cardienfazies der Mastraschichten hat in Wiesen B folgende häufige Arten geliefert:

Modiolus incrassatus (d'ORBIGNY), nur kleine Exemplare

Cardium politioanei politioanei JEKELIUS

„ „ *suessiformis* JEKELIUS

„ *vindobonense jekeliusi* PAPP

„ *latesulcum*, kleine Exemplare, bis 10 mm Länge

Mastra sp., kleine Form

Bittium hartbergense hartbergense (HILBER)

„ „ *rüdti* (HILBER)

„ „ *schildbachense* (HILBER)

Dorsanum duplicatum duplicatum SOWERBY

Hydrobia frauenfeldi frauenfeldi (M. HOERNES)

Pirenella picta (DEFRANCE), nur stark abgerollte Bruchstücke, nicht autochthon, selten

Solen sp., Splitter sehr kleiner Schalen

Die Cardienfauna der Mastraschichten stellt bereits eine Vergesellschaftung von Arten dar, die eine Änderung des Biotops und damit verbunden eine Änderung des Artenbestandes deutlich in Erscheinung treten lassen. Vertreter der Gattungen *Modiolus*, *Dorsanum* und *Solen*, ebenso die Arten *Cardium latesulcum* und *Mastra* sp. sind nur durch kleine Formen vertreten. *Bittium hartbergense* mit Unterarten ist das weiterentwickelte *B. fraterculus* (MAYER), wie *C. vindobonense jekeliusi* PAPP aus dem *C. vindobonense*

der Ervilienschichten hervorgegangen ist, sie können als weitere Leitformen der Mastraschichten gelten.

Eine entsprechende Faunenfolge von Ervilienschichten zu Mastraschichten ist in gleicher Weise in der Steiermark (Hartberg und im Gebiet von Gleichenberg) im oberen Sarmat A. WINKLER's (1913 und folgende Arbeiten) vorhanden. Die Ervilienschichten liegen bei Wiesen auf Schottern, ebenso in der Südsteiermark. Dort wo die Schotter durch fossilführende Sedimente vertreten sind, ist eine Fauna vom Typus der Ervilienschichten ausgebildet, wovon ich mich bei Begehungen in der Umgebung von Gleichenberg 1948 überzeugen konnte. Der untere Teil des oberen Sarmats WINKLER (1913) und sein mittleres Sarmat sind demnach faunistisch als Ervilienschichten zu charakterisieren. Der obere Teil des „oberen Sarmat“ als Mastraschichten, die jedoch schon regressiv, nicht allenthalben typisch zur Ausbildung gelangten.

Umgebung von Odenburg.

Die sarmatischen Ablagerungen beginnen nach M. VENDL (1930), ähnlich wie an bestimmten Lokalitäten des Leithagebirges, auch in der Umgebung von Odenburg mit umgelagerten „detritären“ Leithakalken. Diese zeigen die transgressive Tendenz des Sarmat und liegen stellenweise diskordant über den tortonen Lithothamnienkalken.

Die „tieferen“ sarmatischen Ablagerungen sind am Kuruc-domb fossilreich aufgeschlossen. Die Fauna zeigt neben marinen Relikten (z. B. „*Cerithium mediterraneum*“) eine kleinwüchsige *Ervilia*; *Irus gregarius* PARTSCH wird als Seltenheit angegeben. Von BODA wird das Zitat einer „*Mactra variabilis* SINZOV var. *fabreana* d'ORB.“ übernommen. VENDL bestätigt diesen Fund nicht; auch bei eigenen Aufsammlungen konnte ich sie nicht finden, wohl aber gekielte kleine Formen, die ich als *M. vitaliana eichwaldi* LASKAREV bestimmen möchte. Ich würde deshalb nicht zögern, diese Ablagerungen dem „älteren Sarmat“ der für das Wiener Becken gegebenen Gliederung einzureihen.

Die folgenden fluviomarinen, schottrigen, konglomeratigen, sandigen und kalkreichen Schichten mit zahlreichen Vorkommen von *Irus* (= *Tapes*) und Cerithien könnten faunistisch mit einem Teil der Ervilienschichten in Beziehung gesetzt werden. Es folgt eine stellenweise sehr auffällige Diskordanz, die VENDL mit der „vorpontischen Erosion“ (R. HORNES 1900) in Verbindung bringt.

In Wiesen liegen sarmatische Kalksandsteine vom Aufschluß L ebenfalls diskordant auf den nach Osten einfallenden Schottern und Konglomeraten. Die sarmatischen Kalksandsteine gehören hier zum jüngeren Sarmat. Geht man von dieser Feststellung aus, so wäre die von VENDL angegebene Diskordanz innerhalb des Sarmats gelegen, die Grenze zwischen älteren und

jüngeren Ervilienschichten, die darunter liegenden fluviomarinen Konglomerate, den Schottern und Konglomeraten von Wiesen gleichsinnig, in das ältere Sarmat zu stellen.

Ein weiteres Schichtglied, ebenfalls aus fluviatilem Schotter, Konglomerat, Sand und Sandstein halte ich für jüngeres Sarmat. VENDL erwägt die Zugehörigkeit zum Pannon (= Pont) wegen des Auftretens einer „*Melanopsis impressa* als Seltenheit“. Diese Art ist jedoch als Seltenheit im ganzen jüngeren Miozän anzutreffen, stellenweise sogar häufig.

Erst die Schichten vom Blumental usw. sind meines Erachtens in das Pannon zu rechnen. An der Basis dieser Schichten wäre die vorpontische Erosion (R. HORNES 1900) zu erwarten.

Faunenfolge im Wiener Becken.

Sehr zahlreich sind die Aufschlüsse von sarmatischen Sanden und Kalksandsteinen im Wiener Becken. Es würde eine sehr langwierige und mühsame Darstellung erfordern, alle Vorkommen erfassen zu wollen. Im folgenden seien nur wenige Vorkommen erwähnt, die wegen ihrer guten Fossilführung besonderes Interesse verdienen.

Aufschlüsse in der Umgebung von Hautzendorf.

Auf dem Höhenrücken Kahlberg (239 m)—Käferberg (261 m) der östlichen Begrenzung des Tales unmittelbar bei Hautzendorf N.-O. sind die ältesten Sarmatschichten in Form von Cerithiensanden entwickelt, die eine ungeheure Menge dieser Gastropoden enthalten. Derartige Faunen sollen noch charakterisiert werden. Bänke von Kalksandsteinen sind oft von Muschelpflastern bedeckt, wobei

Cardium vindobonense vindobonense (PARTSCH) LASKAREV

Maetra vitaliana eichwaldi LASKAREV

verhältnismäßig groß und dickschalig

Irus gregarius gregarius (PARTSCH) GOLDF. Übergang zu

Irus gregarius ponderosus (d'ORBIGNY)

Ervilia dissita dissita (EICHWALD)

Ervilia dissita podolica (EICHWALD)

die häufigsten Arten sind.

Im Hangenden dieser Bildungen in meist lichtgelben bis weißgrauen Sanden ist eine Gastropodenfauna ausgebildet, die auffallend zahlreiche großwüchsige Exemplare von *Pirenella disjuncta disjuncta* (SOWERBY) und *P. disjuncta quadricincta* SIEBER enthält, neben einer sehr formenreichen Entwicklung von Vertretern der Gattung *Dorsanum*. Die Fossilliste enthält im übrigen meist Arten, die aus dem Vorkommen von Wiesen N I namhaft gemacht wurden. Es wird deshalb eine Zuordnung der Sarmatschichten östlich von Hautzendorf zu den Ervilienschichten und hier wieder zu deren

jüngeren Gliedern am wahrscheinlichsten, weil *C. disjunctum* in Wiesen eigentlich erst in den Mastraschichten häufiger ist.

Nexing.

Die in mehr als 10 m Mächtigkeit aufgeschlossenen landnahen Ablagerungen von Nexing bestehen in einzelnen Lagen fast nur aus den weiß leuchtenden Schalen sarmatischer Mollusken. Der Eigenart dieses Vorkommens Rechnung tragend, sei hier die Liste der wichtigsten Fossilien wiedergegeben.

<i>Cardium vindobonense vindobonense</i> (PARTSCH) LASKAREV	hh
<i>Cardium ghergutai</i> JEKELIUS	hh
<i>Cardium latisulcum jammense</i> HILBER	hh
<i>Cardium latisulcum nexingense</i> PAPP	hh
<i>Maetra vitaliana eichwaldi</i> LASKAREV, dickschalig	hh
<i>Irus gregarius gregarius</i> (PARTSCH) GOLDFUSS	hh
<i>Ervilia dissita dissita</i> (EICHWALD)	s
<i>Pirenella picta picta</i> (DEFR.)	hh
<i>Pirenella picta nympa</i> (EICHWALD)	h
<i>Cerithium (Theridium) rubiginosum</i> (EICHWALD)	hh
<i>Pirenella disjuncta disjuncta</i> (SOWERBY)	s
<i>Bittium hartbergense hartbergense</i> (HILBER)	s
<i>Dorsanum duplicatum duplicatum</i> (SOWERBY)	s
<i>Calliostoma podolicoformis nudostriata</i> PAPP	s
<i>Theodoxus crenulatus crenulatus</i> KLEIN	s
<i>Natica catena sarmatica</i> PAPP	s

Wenn auch einzelne Arten durch den Lebensraum beeinflußt sein mögen, dessen Wasserbewegung sich in kreuzgeschichteten, größeren Sedimenten, in Rollfazetten bei den Muschelschalen u. a. m. auswirkt, so bleibt doch im wesentlichen der Artenbestand wie in den Ervilienschichten von Wiesen gewahrt. Allerdings deutet das Vorhandensein von *Calliostoma podolicoformis nudostriata*, *Pirenella disjuncta*, *Theodoxus crenulatus*, das alleinige Vorkommen von *Dorsanum duplicatum duplicatum* (ohne Unterarten) schon sehr stark auf die Mastraschichten hin, so daß diese Fauna an die obere Grenze der Ervilienschichten zu stellen wäre. Die typischen Leitformen der Mastraschichten von Wiesen *Maetra vitaliana vitaliana*, *Irus gregarius ponderosus* und *Calliostoma podolicoformis podolicoformis* wurden in Nexing bisher nicht beobachtet.

Die typischen Ervilienschichten, wie sie in Wiesen N I auftreten, kommen im Wiener Becken bei den Orten Hautzendorf und Hölles (SW von Leobersdorf, in einem kleinen Hohlweg östlich von Hölles) mit zahlreichen wohl erhaltenen Conchylien vor.

Atzgersdorf a. d. Südbahn.

Für das Gebiet von Wien hat Th. FUCHS (1875) Schichten mit *Ervilia* und darüber Schichten mit *Tapes* (= *Irus*) angegeben. Im Gebiet von Wien selbst hatte ich nicht mehr Gelegenheit, gute Aufschlußverhältnisse anzutreffen. Einer der letzten Aufschlüsse war bei Atzgersdorf in einem aufgelassenen Steinbruch nahe der Südbahn bis in das Jahr 1937 zugänglich. Der „Atzgersdorfer Stein“ stand früher als leicht bearbeitbarer Baustein in Verwendung und hat eine lichtgelbe bis braune Farbe. Die Fossilien sind in den Kalksandsteinbänken wohl sehr zahlreich, aber nur als Abdrücke und Steinkerne erhalten.

In dem erwähnten Aufschluß waren im Liegenden Cerithienfaunen beobachtbar, wie sie zu den Ervilienschichten in Wiesen gehören, die obersten Lagen enthielten jedoch vorwiegend Bivalven, *Irus* und *Maetra*, wie sie in Wiesen Aufschluß I auftreten. Auch *Calliostoma podolicoformis nudostriata* war vorhanden. Es lag daher nahe, an einen Vergleich mit Nexing zu denken und die Hangendschichten von Atzgersdorf ebenfalls an die Oberkante der Ervilienschichten zu stellen.

Zusammenfassend ergibt ein Überblick der in den Tagesaufschlüssen gesammelten Beobachtungen, daß im eigentlichen Wiener Becken die Maetraschichten von Wiesen nicht anstehen. Daß im Wiener Becken jedoch gleichartige Bildungen, die in Wiesen Maetraschichten genannt wurden, auftreten können, ergibt sich aus einer Beobachtung von Ing. VESELY (Wien). Auf den Äckern des Höhenrückens zwischen Ulrichskirchen und Ridental wurden u. a. folgende Fossilien aufgesammelt:

Calliostoma podolicoformis podolicoformis (KOLESNIKOV), häufig

Calliostoma podolicoformis nudostriata PAPP

Dorsanum duplicatum duplicatum (SOWERBY)

Calliostoma orbignyanus (M. HOERNES)

Cardium politioanei suessiformis JEKELIUS

Cardium politioanei politioanei JEKELIUS

Derartige Faunen sind im Wiener Becken als Äquivalente der Maetraschichten von Wiesen anzusprechen. Sie sind in der Randfazies jedoch nur selten anzutreffen. Die sarmatische Transgression, mit den Rissoenschichten beginnend, erreicht mit den Ervilienschichten auch im Wiener Becken das Optimum, die Maetraschichten sind auch hier, ähnlich wie bei Wiesen, schon regressiv und im eigentlichen Wiener Becken in der Randfazies nur selten beobachtbar.

Faunenvergesellschaftungen der Randfazies.

Entsprechend den Umweltseinflüssen, der Lage zum Strand, dem Sediment, Licht und Salinitätsbedingungen sind im Sarmat die Molluskenschalen

öfters verschieden ausgeprägt und die Arten unterschiedlich vergesellschaftet. Es liegt in der Natur der Sache, daß zwischen den einzelnen typischen Vergesellschaftungen die verschiedensten Übergänge bestehen, daß es andererseits durch Zusammenschwimmen der Schalen Totengesellschaften gibt usw. Studien in verschiedener Fazies sind aber wesentlich, um jene Veränderungen, die durch das Alter der Fundschichten bedingt sind, von jenen, die ihre Ursache bloß im Biotop haben, zu trennen.

Rissoentone.

Die wesentlichen Arten der Rissoentone wurden schon erwähnt. Charakteristisch ist das massenhafte Vorkommen von *Rissoinae* der Gattung *Mohrensternia*, deren Anteil an der Individuenzahl der Gesamtfauuna meist mehr als $\frac{2}{3}$ ausmacht. Derartige Rissoenfauunen sind im Wiener Becken (und wahrscheinlich am ganzen Alpenostrand) vorzüglich im älteren Teil der sarmatischen Schichtserie entwickelt. In der Randfazies findet dies vielleicht seine Erklärung durch den Umstand, daß die Tone durch Sande und Kalksandsteine ersetzt werden. In der Beckenfazies, wo Tone in genügendem Ausmaß vorhanden wären, treten jedoch die Mohrensternien ebenfalls zurück. Dies findet sich in zahlreichen Bohrungen bestätigt (vgl. GRILL z. B. 1943, VEIT 1943). *Mohrensternia* hat ihr Entwicklungsoptimum im Wiener Becken im älteren Sarmat. Ob dieses Entwicklungsoptimum seine Ursache in einem bestimmten Algenbewuchs oder ähnlichen Bedingungen des Lebensraumes hat, ob es sich um eine Auswirkung der Salinität handelt, oder ob hier eine Entwicklungstendenz der Vertreter der Gattung *Mohrensternia* vorliegt, kann derzeit nicht angegeben werden.

Außer den Rissoenschichten ist in der Beckenfazies des Wiener Beckens noch eine Tonfazies vorhanden, die sehr fossilarm ist. Lediglich flachgedrückte Reste von *Ervilia*, *Syndosmya*, vereinzelt Fischabdrücke und Röhren agglutinierender Terebelliden (konische Röhren, die aus kleinen Schälchen aufgebaut sind) werden beobachtet. In Tagesaufschlüssen zugänglich ist diese Fazies im Wiener Becken z. B. beim Oden Kloster bei Bruck a. d. L., im Burgenland bei Walbersdorf im Hangenden des Torton, in der Südsteiermark in Vorkommen des älteren Sarmats südlich von Gleichenberg. Wenn wir die Rissoentone als Gastropodenfauna seichteren Wassers charakterisieren wollen, so sind die geschilderten Vorkommen (z. B. Bohrung Enzersdorf) als die eigentlichen Bivalvenfaunen der Beckenmulden anzusprechen.

Sandfazies.

In dem auf die Tone folgenden Schichtpaket sind ausgedehnte Schuttkegel vor allem in der Steiermark (vgl. A. WINKLER, 1913 und folgende Arbeiten bis 1951), aber auch noch in der Odenburger Bucht als Ausdruck

einer Hebung der alpinen Beckenumrahmung charakteristisch. Die Schotter der „Urdrau“ usw. haben noch Äquivalente in Tonmergeln. Die in der Randzone auf die Schotter folgenden Sedimente sind meist sandig-kalkige Bildungen, als Auswirkung der im Rückland erfolgten Veränderungen. Die Schotter und zugehörige Tonmergel der Steiermark (= Mittleres Sarmat WINKLER 1913) ebenso wie der Untere Teil der Sande (= Oberes Sarmat WINKLER 1913) sind faunistisch ähnlich und werden im Wiener Becken am zweckmäßigsten als Ervilienschichten bezeichnet.

Cerithiensande.

Wie schon von PAPP 1939 ausgeführt, ist die in unmittelbarer Landnähe ausgebildete Fazies durch ein Massenvorkommen von Cerithien gekennzeichnet. In extremen Fällen können die Cerithien (z. B. Wiesen E, N II, H, Hautzendorf usw.) bis 85% aller Fossilien ausmachen. Derartige Anhäufungen von Cerithien sind jedoch auch im Marin (z. B. Torton von St. Veit a. d. Tr., Umgebung von Ritzing u. a.) bei geeigneten Umweltsbedingungen vorhanden. Rezent wurden sie in der Bucht von Mudros (Insel Lemnos, Ägäis) an einem schmalen Streifen an der Küste wiederholt beobachtet. Hier leben die Cerithien zu Tausenden in unmittelbarer Landnähe bis zu 20 m von der Küste entfernt, während andere Holusken selten lebend angetroffen werden. Ähnlich mögen auch im Sarmat des Wiener Beckens die Cerithien in unmittelbarer Küstennähe ihr eigentliches Biotop gehabt haben. Verfrachtung der Schalen kann allerdings die Cerithien weiter seewärts tragen oder Schalen von Tieren, die landferner lebten, in die Zone der Cerithien. Daher ist mit vielen Übergängen zu rechnen, zumal sich ja auch der Lebensraum der Cerithien selbst mit den landferner lebenden Faunen naturgemäß verzahnt.

Da Cerithienfaunen in allen geeigneten Biotopen auftreten können, ist eine zeitliche Begrenzung im Sarmat nicht zu erwarten. Lediglich das optimale Vorkommen einzelner Arten kann hier für stratigraphische Hinweise herangezogen werden.

Ervilienschichten.

Die unter dem Namen Ervilienschichten verstandenen Bivalvenfaunen schließen als „Erviliensande“ in Landnähe an die Cerithiensande an, reichen aber als Ervilientone noch weit in die Beckenfazies hinein, wo sie auch, wie schon erwähnt, in den Beckenmulden auftreten können. In den typischen Ervilienschichten können die Ervilien über 85% aller Fossilien ausmachen, die Gastropoden dagegen stellen nur wenige Prozent.

Meist werden aber die Ervilien auch von anderen Bivalven begleitet; so erreichen neben den Ervilien Vertreter der Gattungen *Modiolus*, *Musculus*, *Donax*, *Cardium* und *Solen* hier in der Randfazies ihre optimalen Größen. Bei den Gastropoden ist die optimale Entwicklung der Arten von *Dorsanum*

charakteristisch. Die beiden Arten *Gibbula hoernesii* JEKELIUS (früher als *Trochus pictus* bezeichnet) und *Calliostoma poppelacki* treten hier häufig und mit typischen Formen auf.

An einzelnen Fundorten kann *Irus* an Häufigkeit die Erviliien übertreffen (z. B. zwischen Hautzendorf und Niederkreuzstetten, Südseite vom Waldberg). In Hölles sind in dem bekannten Hohlweg Faunen mit vorherrschenden Bivalven und Cerithien knapp übereinander vorhanden. *Irus* ist in beiden Fällen häufig. Die mit Cerithien vorkommenden Exemplare sind rundlicher als jene, die mit Erviliien vergesellschaftet sind. In den Ervilienschichten nehmen von unten nach oben die Dimensionen der Schale von *Mactra* und *Irus* zu. Diese beiden Arten erreichen jedoch in den Ervilienschichten noch nicht ihr Maximum.

In Wiesen N I konnten Beobachtungen über autochthone Lebensgemeinschaften gemacht werden; die am tiefsten eingegrabene Form war *Solen*. Es folgte *Irus*, dann *Cardien*, deren Hinterende nur 1—2 cm unter der Oberfläche lag (ähnliche Lebensweise wie das rezente *Cardium edule*). Auf der Sandoberfläche, mit der Ventralseite aufliegend, wurde *Modiolus* beobachtet. *Ervilia* war massenhaft in einem lehmigeren Schichtpaket unmittelbar über der geschilderten Lebensgemeinschaft, zum Teil auch noch in Lebensstellung erhalten. Derartige ökologische Beobachtungen lassen sich bei einiger Aufmerksamkeit in den fossilreichen Sarmatschichten beliebig wiederholen und vermehren. Sie geben in ihrer Gesamtheit ein deutliches Bild einstiger Lebensvorgänge.

Schotter und Grobsande, die im Sarmat des Wiener Beckens, ebenso wie in der Steiermark angetroffen werden, enthalten an Fossilien — wenn überhaupt — in den meisten Fällen nur schlecht erhaltene Cerithien. Sie sind naturgemäß als Deltabildungen auf die Randfazies beschränkt und gehen beckenwärts in Sande und Feinsande über.

Kalkfazies.

Kalkige und kalkreiche Sedimente sind auf die Randfazies und hier vorzüglich auf die jüngeren Sarmatschichten des Wiener Beckens beschränkt. Oft sind Bänke der landnahen Cerithien und Ervilienschichten verfestigt (Typus des „Atzgersdorfer Steines“), die Fossilien sind dann meist nur als Abdrücke und Steinkerne erhalten, sie sind formgleich jenen aus losen Sanden gleichen Alters. Wiederholt sind in diesen Kalksandsteinen Partien von Oolith zu beobachten. Derartige Gesteine treten im nördlichen Niederösterreich (z. B. Hautzendorf) ebenso wie im südlichen (z. B. Atzgersdorf, Rosenhügel) und in der Südsteiermark (Umgebung von Gleichenberg) auf.

Dort wo das Sarmat Leithakalke des Torton erreicht oder über Leitha-

kalk transgrediert, vor allem am Leithagebirge selbst, treten die sogenannten „detritären Leithakalke“ auf. Bruchstücke von isolierten Lithothamnien, vereinzelt Scherben von Austern und Pecten wurden neuerdings verkittet und bilden einen lichten porösen Kalkstein. Die Sarmatfossilien können in solchen Vorkommen zurücktreten, wodurch das Erkennen des sarmatischen Alters erschwert wird. Die „detritären Leithakalke“ gehören zum Teil den Äquivalenten der Rissoenschichten, oder der Ervilienschichten an. Sie enthalten oft massenweise umgelagerte tortonische Foraminiferen.

Einzelne lokale kalkreiche Bildungen sind für das Sarmat eigenartig. Die Nubekularienkalke (nach der kolonienbildenden Foraminifere *Nubekularia caespitosa* genannt) wurden von E. KAMPTNER 1942 von Wolfstal bei Hainburg, Hölles, Hartberg in der Steiermark usw. eingehend beschrieben. Neben Kalkalgen ist ein fast ständiger Begleiter dieser Kalke *Modiolus*, die doppelklappig oft in zahllosen Exemplaren vorkommend, von den Nubekularien überwuchert und so in Lebensstellung festgehalten wurde.

Im Aufschluß B in den obersten Lagen (Grenzschichten PAPP 1939) treten brotlaibförmige Bildungen aufwuchsbildender Organismen auf. Sie bestehen in vielen Fällen aus einem von Kalkalgen gegebenen Gerüst, in das sich zahllose kleine Röhren von *Spirorbis* einschalten (Spirorbiskalke). Sie ummanteln Schalen und Gerölle, auch Bryozoen. *Modiolus* und ebenso häufig *Irus vitalianus* sind hier in Lebensstellung eingewachsen. Congerien, ebenfalls eingewachsen, haben mit Algen und *Spirorbis* gemeinsam gelebt.

Die Nubekularienkalke des Wiener Beckens sind in den oberen Teil der Ervilienschichten zu stellen (Wolfsberg und Hölles), z. T. aber auch in die Mactraschichten (Hartberg). Die Spirorbiskalke kenne ich bisher nur aus Wiesen.

Die Bryozoen sind an verschiedenen Stellen des Sarmats wegen diagenetischer Veränderungen nur schwer zu erkennen (z. B. Wiesen N III). Ausgedehntere Bryozoenkolonien werden jedoch wiederholt beobachtet, und zwar in den Kalksandsteinen z. B. in Kronberg, N.-Ö.

Besonders auffällig, wenn auch räumlich nicht weit verbreitet, sind Serpulakalke. Die einzelnen Röhren haben etwa 1 mm Durchmesser, es kommen Partien vor, wo diese Röhren parallel liegen oder unregelmäßig gewunden sind. Sie wurden unter anderem aus Deutsch-Altenburg (Donauabbruch), am Rande des Leithagebirges (bei Mannersdorf) und SW von Hornstein beschrieben; ebenso wurden Serpulavorkommen am Hundsheimer Kogel (Hainburger Berge) beobachtet. Letztgenannte Vorkommen wurden (siehe PAPP und HÄUSLER 1940) in das obere Torton gerechnet. Dies dürfte aber nur für Bryozoenkalke zutreffen, aus welchen eine tortonische Fauna bestimmt werden konnte. In den Serpulakalken ist *Cardium lithopodolicum sarmaticum* (z. B. SO Hornstein) mit Formen, die der typischen

Unterart näherstehen, das häufigste Fossil. Das Vorkommen bei Hornstein mit Rissoen und *Elphidium reginum* zählt sicher, die anderen wahrscheinlich zum älteren Sarmat.

In ihrer Gesamtheit treten die kalkigen Bildungen gegenüber den Sanden und Tonen im Sarmat stark zurück. Obwohl ihre Vielfalt die Sedimente des Sarmats bedeutend bereichert, haben sie doch, mit Ausnahme der verfestigten Sande, sowohl horizontal, wie vertikal, nur geringe Verbreitung.

Grenzsichten der Randfazies.

Die höchsten Schichtglieder des Sarmats im Aufschluß B bei der Station Wiesen-Siegleß wurden von PAPP (1939) als „Grenzsichten“ bezeichnet. Eine nochmalige Grabung ließ weitere Einzelheiten erkennen, die von PAPP (1951) im Rahmen der Beschreibung der Aufschlüsse im Pannon ausführlicher geschildert wurden, um den Zusammenhang der Faunen von Sarmat und Pannon behandeln zu können. Es wird hier nur, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die Zusammensetzung der Fauna in einer bestimmten Strate einzugehen sein.

Die Strate 4a (PAPP 1951, S. 122) enthält brotlaibförmige Bildungen von 20—40 cm Durchmesser, die im vorherigen schon kurz geschildert wurden. Sie werden von Algenkalken gebildet, in die zahllose Spirorbisgehäuse eng aneinandergesetzt eingelagert sein können. Oft sind Bryozoen beteiligt, reine Bryozoenknollen sind weiß, porös und zerbrechlich. Zahlreiche Bivalvenschalen wurden von den kalkbildenden Organismen überrindet und sind dadurch, in Lebensstellung eingewachsen, erhalten geblieben:

Irus vitalianus (d'ORBIGNY)

auch Exemplare bis 28 mm Länge

Irus gregarius ponderosus (d'ORBIGNY), relativ klein, sehr dicke Schalen

Modiolus incrassatus (d'ORBIGNY), relativ kleiner als die Sandformen, erwachsene Exemplare sind stark gewölbt und dickschalig; sie können als Standortformen der Kalke gelten

Mactra vitaliana vitaliana d'ORBIGNY,

sehr selten, grobschalig und kugelig

Congeria soceni carasi JEKELIUS, öfter in kleinen Exemplaren in Löchern der Kalke siedelnd, verschiedentlich sind aber ganze Kolonien dieser Art in die Kalke eingewachsen. Es handelt sich um eine Standortform der *C. soceni soceni* JEKELIUS

Calliostoma podolicoformis podolicoformis (KOLESNIKOV)

Bittium hartbergense hartbergense (HILBER)

Pirenella picta picta (DEFRANCE)

Ocenebrina sublavata striata (EICHWALD)

Zwischen den Kalkknollen liegt loses Sediment mit vielen Schalen und Schalentrümmern. Besonders häufig sind:

Calliostoma podolicoformis podolicoformis (KOLESNIKOV)

Pirenella picta picta (DEFRANCE)

Pirenella disjuncta disjuncta (SOWERBY)

Irus gregarius ponderosus (d'ORBIGNY)

Cardium politioanei politioanei JEKELIUS

„ *vindobonense jekeliusi* PAPP

Bittium hartbergense hartbergense (HILBER)

„ „ *schildbachense* (HILBER)

Seltener: *Ocinebrina sublavata striata* (EICHWALD)

Clavatula sotteri (MICHELOTTI)

„ *doderleini* (M. HOERNES)

Cardium latesulcum jammense HILBER

Nach der Erhaltung nicht autochthon:

Cerithium (Theridium) rubiginosum rubiginosum (EICHWALD)

Ervilia dissita dissita (EICHWALD)

Zu diesem Artenbestand, der eine typische Vergesellschaftung des brachyhalinen Biotops darstellt, kommen noch folgende Arten:

Theodoxus crenulatus crenulatus (KLEIN)

Melanopsis impressa pseudonarzolina PAPP

„ „ *bonelli* MANZONI

„ *bouei affinis* HANDMANN

„ *bouei* ssp., kleine, plumpe, skulpturarme Form (es liegt nur ein mangelhaft erhaltenes Exemplar vor). Relativ häufig ist:

Congerina soceni soceni JEKELIUS.

Diese Arten gehören nicht mehr marinen Gattungen an, sondern sind die Bewohner von Lebensräumen mit wechselndem Salzgehalt. Daß diese Arten nicht nur eingeschwehmt wurden, sondern tatsächlich im Sarmat leben konnten, zeigen die in Lebensstellung eingewachsenen Congerien.

Im Paläontologischen und Paläobiologischen Institut der Universität werden die Aufsammlungen aus dem vorigen Jahrhundert aufbewahrt, mit der Fundortsangabe Heiligenstadt, Ziegelei Kreindl. Die ausgedehnten Gruben der Ziegelei wurden von TOULA (1906) ausführlich beschrieben. Leider gelang es diesem ausgezeichneten Beobachter nicht mehr, die Stellen der noch älteren Fossilfunde zu eruieren. Die hier angeführte Aufsammlung enthält zahlreich

Melanopsis impressa pseudonarzolina PAPP

„ „ *bonelli* MANZONI

„ *bouei affinis* HANDMANN (selten)

Congerina moesia JEKELIUS

Im Material, das aus den Melanopsiden gewonnen wurde, war eine Mikrofauna enthalten, die aus kleinwüchsigen, dünnchaligen Foraminiferen be-

steht, in einer Vergesellschaftung, die jener an der Oberkante des Sarmats ähnlich ist.

Die *Congeria*, in vielen prachtvoll gezeichneten Exemplaren vorliegend, wurde von JEKELIUS aus dem Sarmat beschrieben. Vorläuferformen habe ich auch aus den obersten Schichten des Torton in Bohrungen kennengelernt. Im Pannon entwickelt sich aus *C. moesia* der Formenkreis von *C. martonfi* LORENTHEY. Trotz einiger hundert vorliegender Exemplare wurde in Heiligenstadt kein Übergang zu *C. martonfi* im e. S. beobachtet. Dies spricht für eine Zugehörigkeit der Fundschichten zum Sarmat, ebenso wie die Foraminiferenfauna.

Hatten wir in Wiesen ein Beispiel für das Vorkommen von Arten der Congerienfazies neben solchen des Sarmats, so scheint bei Heiligenstadt ein Beispiel vorzuliegen, wo im Sarmat bei geeigneten Lebensbedingungen die Vergesellschaftung der Congerierschichten allein vorliegt. Es ist überflüssig zu betonen, daß Melanopsiden allein kein Beweis für ein pannones Alter der Fundschichten zu sein brauchen, wenn es sich nicht um ganz bestimmte Arten und Formen handelt. Daß andererseits die Arten der basalen Congerierschichten im Wiener Becken jenen aus dem Sarmat sehr nahe stehen, wurde (PAPP 1951) schon ausführlicher darzulegen versucht.

An zahlreichen anderen Orten wurden ebenfalls Melanopsiden im typischen Sarmat beobachtet (Nexing, Heilsamer Brunnen bei Leobersdorf Brunnengrabung, Waldtragräben südl. Gleichenberg usw.). Es ist dies nicht abnormal, sondern zu erwarten, da die *Melanopsis impressa* mit nahe verwandten Formen auch im marinen Miozän immer wieder bei geeigneten Lebensbedingungen auftritt.

Die Bezeichnung „Grenzschichten“ kann im Sarmat auch dahin interpretiert werden, daß in derartigen Schichten Faunenelemente des brachyhalinen Biotops mit jenen des pliohalinen Brackwassers (siehe S. 72) nebeneinander leben und die obere Grenze der Salinität des brachyhalinen Biotops bezeichnen. In dieser Definition müssen Grenzschichten nicht ausschließlich die Grenze zwischen Pannon und Sarmat charakterisieren (die sie ursprünglich bezeichnen sollten) und in diesem Sinne soll der Name Grenzschichten in dieser Arbeit auch verstanden werden.

Liste der bearbeiteten Fundorte.*)

Atzgersdorf	E, OE
Bruck a. d. L. (Odes Kloster)	R
Gleichenberg	E
Hartberg (Steiermark)	E, M

*) Abkürzungen: R = Rissoenschichten, E = Ervilienschichten, OE = Obere Ervilienschichten, M = Mactraschichten, als stratigraphische Einheiten verwendet.

Hauskirchen	E
Hautzendorf	E, OE
Hollabrunn (Straße nach Aspersdorf)	R
Hollabrunn (Schottergrube beim Abdecker)	? E
Hölles (Hohlweg)	E
Hölles (Nubekularien-Kalk)	OE
Hornstein (Serpulakalk)	R
Kaisersdorf im Burgenland	R
Kottingbrunn bei Leobersdorf	R
Kronberg, N.-O.	E, OE
Lavanttal, Ettendorf	R
Lavanttal, St. Stephan (Bohrungen)	R
Mödling—Gumpoldskirchen, Grabung S Eichkogel an der Straße	R
Nexing	OE
Pfaffstätten (Ramingers Ziegelei)	R
Rohrbach bei Friedberg	R
Rosenhügel bei Wien	E
Siebenhirten (bei Mistelbach) nördlich des Ortes	R
Ulrichskirchen (Höhenrücken zwischen Ulrichskirchen und Ridental, N.-O.)	M
Walbersdorf über Torton	R
Waldhof bei Wetzelsdorf (S Graz)	R
Waldra-Graben (S Gleichenberg)	E
Wien-Heiligenstadt (Ziegelei Kreindl)	R
Wiesen, zahlreiche Aufschlüsse der Zonen	E, OE, M
Wolfstal bei Hainburg	OE

B. BECKENFAZIES.

Beschreibung einiger Bohrungen.

Für die Gliederung der Beckenfazies im Sarmat dienten in erster Linie die Bohrungen in der Umgebung von Zistersdorf Rag 1, 2, 3 und die klassische Bohrung Gösting 4 als Grundlage. Die Bohrung Gaiselberg 50 gab bereits Hinweise auf den Übergang vom Sarmat zum Pannon (vgl. PAPP 1951). Für die Erlaubnis, in das Originalmaterial dieser Bohrungen Einsicht nehmen zu können, bin ich der Rohöl-Gewinnungs-A. G., besonders Herrn Dr. R. JANOSCHEK, und der Erdölproduktions-Ges. m. b. H., Herrn Dr. K. FRIEDL, zu Dank verpflichtet.

Im folgenden soll eine Übersicht der Bohrung Rag 1 einen Einblick in die Entwicklung der Faunen an der Grenze Sarmat—Pannon und in den obersten Schichten des Sarmats im Wiener Becken vermitteln.

Teufe	Fossilien	Charakter
816.00 825.00 831.00 840.00 848.00 854.00	Ostracodensplitter einige sehr kleine Exemplare von <i>Nonion granosum</i> <i>Caspia</i> sp. <i>Cardium</i> (? R.) <i>procarpatina</i> <i>Caspia</i> sp. Ostracodensplitter <i>Theodoxus</i> sp. <i>Congeria moesia</i> <i>Cardium</i> (? R.) <i>procarpatina</i> <i>C.</i> (? R.) <i>plancarinata</i> Ein Splitter von <i>C.</i> (? R.) <i>plancarinata</i>	Fazies Pannon Zone A. Vorherrschend kleine Cardien, selten sehr kleine Fora- miniteren Pannon
856.00 857.00 864.00 870.00	wenige Foraminiferen einige Foraminiferen und viele Mollusken- splitter, vorwiegend kleine Cardien foraminiferenreich <i>Hydrobia</i> sp. Cardiensplitter, meist von <i>C.</i> (? R.) <i>plancarinata</i> und <i>C.</i> (? R.) <i>procarpatina</i> <i>Nonion granosum</i> , <i>Cardium</i> sp.	Grenze Sarmat
876.70 877.40 885.00 886.00 880.00 891.00 892.40 895.70 899.60 909.00 911.00 911.00 913.00 915.00	<i>Nonion granosum</i> , klein aber häufig <i>Irus</i> sp. (Kümmerform) <i>C.</i> (? R.) <i>procarpatina</i> <i>Nonion granosum</i> <i>Hydrobia</i> sp. <i>Irus</i> wie vor <i>Irus</i> sp. wie vor, häufig Bivalvensplitter <i>Nonion</i> , <i>Rotalia</i> vorwiegend Bivalvensplitter <i>Bittium hartbergense</i> , einige Exemplare Fossilhäufung (Bruchschill) meist Bivalven, ganz wenige Cerithien <i>Bittium hartbergense</i> , Schalenbruchstücke Bivalvenschill Bivalvenschill <i>Solen subfragilis</i> EICHW. <i>Donax</i> sp. (kleine Formen) <i>Irus</i> vorherrschend (keine normalen Größen) <i>Cardium</i> sp. wie vor, <i>Donax</i> sp. (klein) wie vor, <i>Donax</i> sp.	Sarmat mit einer Küm- merform von <i>Irus</i> (= <i>Irus</i> sp.) Bittium Solen Donax
917.00	wenige kleine Splitter fossilärmer	
935.00 937.00 940.00 942.00 949.00 954.00 956.00	<i>Irus naviculatus</i> viele Bivalvensplitter <i>Modiolus</i> sp. <i>Cardium vindobonense</i> <i>Irus naviculatus</i> <i>Ervilia dissita</i> Bivalvenbruchschill fast nur <i>Irus</i> <i>Hydrobia</i> sp. vorherrschend <i>Irus naviculatus</i> vorherrschend <i>Ervilia</i> selten und sehr klein Bivalvenschill mit sehr großen Hydrobien	Fauna durch optimales Vorkommen von <i>Irus</i> <i>naviculatus</i> bezeichnet

Teufe	Fossilien	Charakter
964.00 994.00	<i>Pirenella picta</i> Cerithienschill	
969.00 1021.-1022.00	<i>Pirenella picta</i> <i>Bittium hartbergense</i> Bivalvenschill Gerölle mit Cerithien	
ab 1024.00	Flysch	

Die Bohrung Rag 1 zeigt von Teufe 816—854 m vorwiegend kleine Formen von *Cardium* (? *Replidacnen*) neben *Theodoxus*, *Congeria* und *Caspia*, bei 825 m ist ein sporadisches Auftreten von kleinen Foraminiferen hervorzuheben. Eine derartige Zusammensetzung der Fauna ist charakteristisch für die Zone A des Pannons in den Proben der Bohrungen aus der Struktur des Steinbergbruches.

Ab 856 m sind in jeder Probe mehr oder weniger zahlreich Foraminiferen vorhanden. 864 m ist foraminiferenreich. Der Rückgang der Foraminiferen bei 856 m wird als Kriterium der Sarmat-Pannongrenze gewertet. Sie fällt mit dem 1. Sarmathorizont der Schlumberger Porositätsdiagramme zusammen. Von den Mollusken sind kleine Cardien vom Typus der *Replidacna* noch am häufigsten, und zwar bis 870 m. Es sind vorwiegend die gleichen Formen wie in der Zone A des Pannons.

Bei 876.70 m tritt bereits eine kümmerliche Form von *Irus*, nur wenige Millimeter groß, mit Reduktionen in der Schloßregion, als brachyhalines Faunenelement hinzu. Bei 892.4 m *Bittium hartbergense*, erst bei 911 m erhält die Fauna ein stärkeres sarmatisches Gepräge mit *Solen*, *Donax* und etwas größeren Schalen von *Irus*. Die genannte Fauna läßt den Eindruck einer ständigen Verarmung an Gattungen mariner Herkunft immer wieder beobachten, weshalb der Komplex von 856 m bis 917 m als „Verarmungszone“ bezeichnet wurde. Sie umfaßt die Sarmathorizonte 1—4. Ab 935 m ist eine ausgesprochen optimal entwickelte Sarmatfauna vorhanden. *Irus* in Lagen angereichert ist die herrschende Form neben anderen Arten. Bei 1024 m wurde in der Bohrung Rag 1 Flysch angetroffen.

Die klassische Bohrung Gösting 4 zeigt bis 920 m die Fauna der Zone A des pannonischen Anteils, ab 921 m ein Vorherrschen von Foraminiferen in der Mikrofauna, wobei von 921—940 m Cardien (? *Replidacnen*) überwiegen und von 942 m bis 1003 m immer mehr Gattungen des Brachyhalins, ähnlich wie bei der Bohrung Rag 1, in den Vordergrund tretend. Die Verarmungszone würde hier von 921 m bis 1003 m reichen.

Von 1005.1 m bis 1032 m reicht die Fazies einer optimalen Entwick-

lung sarmatischer Bivalven; die folgenden Proben sind schon ärmer an Molluskenresten. Bei 1019 m und 1021 m ist *Musculus* bankbildend.

- 915.00—916.40 m kleine Splitter
 916.40—917.40 m *Cardium* (? R.) *procarpatina* und andere Splitter
 919.70—920.00 m ein kleiner Cardiensplitter, *Congeria* juv.
 Ostracoden

Charakteristik: Zone A des Pannons.

Top Sarmat

- 921.00—923.40 m Foraminiferen: *Rotalia beccarii*
 kleine Cardiensplitter
 929.40—933.00 m Splitter kleiner Cardien
 Kümmerformen von *Irus*
 939.80—940.00 m kleiner Splitter von *Cardium*
 942.00—942.80 m *C. politioanei politioanei* JEKELIUS
Irus sp. Kümmerform
Bittium hartbergense hartbergense (Spitze)
Nonion granosum
Rotalia beccarii häufig
Elphidium sp.
 942.80—946.50 m Cardiensplitter klein und selten
 946.50—950.60 m kleine Cardiensplitter
Irus sp. Kümmerform
Nonion granosum sehr häufig
 956.80—958.30 m *Irus* sp. Kümmerform
Cardium politioanei politioanei
Cardium sp.
C. cf. fittoni (kleine Wirbelbruchstücke)
Bittium hartbergense häufig, *P. picta* selten
 969.00—970.20 m ? *Phyllicardium* sp.
Bittium hartbergensis HILB, häufig
 971.00—972.80 m *Solen subfragilis* (klein)
Cardium sp.
 972.00—984.50 m Foraminiferen, Otolithen
 984.50—989.20 m kleine Cardien
 992.90—993.30 m *Cardium politioanei politioanei*
 994.00—999.00 m *Donax* sp.
Hydrobia sp.
Cardium sp.
 1000.10—1003.00 m *Cardium politioanei politioanei*
Hydrobia sp.

Acteocina sp. (kleine 2 mm lange Kümmerform)
Bittium hartbergense hartbergense

Charakteristik:

- von 921.00—1003.00 m: Verarmungszone.
- 1005.10—1005.90 m Normalform von *Irus naviculatus* sehr häufig
- 1005.90—1010.10 m *Cardium vindobonense* (erste große Cardienformen)
C. sp. Form mit schmalen Rippen
Irus naviculatus häufig, *Hydrobia* sp. häufig
- 1010.00—1012.30 m *Cardium politioanei politioanei*
Cardium vindobonense
Irus sp.
Hydrobia sp.
Musculus sp. (? *sarmaticus*)
Nonion granosum häufig
- 1012.30—1013.00 m *Pirenella picta* (Typus)
- 1014.70—1015.10 m *Hydrobia* sehr häufig
- 1017.60—1020.10 m *Irus naviculatus* (häufig)
- 1019.00—1020.00 m *Musculus sarmaticus* (Normalform)
Hydrobia sp. (Großform wie in den RAG-Bohrungen)
Dorsanum sp.
- 1020.60—1022.00 m *Irus naviculatus* (häufig)
- 1020.00—1023.10 m *Cardium vindobonense vindobonense*
Irus naviculatus
- 1021.20 *Musculus sarmaticus* bankbildend und typisch
- 1024.00—1030.00 m *Irus naviculatus* häufig
C. vindobonense vindobonense
- 1032.00—1032.70 m *Irus naviculatus*
Pirenella picta
- Charakteristik:** Fazies mit *Irus naviculatus*
und großen Hydrobien
fossilreich, entspricht den Mactraschichten der Randfazies
- 1038.20—1041.10 m *Pirenella picta*
- 1044.10 " "
- 1052.10—1053.60 m *Cardium ? vindobonense*
- 1053.60—1060.80 m arm an Conchylien
- 1061.00—1071.00 m wie vor
- 1071.10—1072.60 m *Cardium* sp.
- 1072.60—1076.10 m *Cardium vindobonense vindobonense*
- 1076.10—1083.10 m *Hydrobia* sp. (Großform)
Hydrobia sp.
Cardiensplitter

1087.00—1089.00 m *Pirenella picta**Hydrobia* sp.*Cardium* sp.

1092.00—1125.00 m fossilarm, nur Foraminiferen

bei

1158.70—1161.00 m *Irus gregarius* (PARTSCH), MUNSTER

bis

1262.00 m wenige Mollusken

Charakteristik: Große Hydrobiden, fossilärmer,

entspricht den Ervilienschichten der Randfazies.

Die Gliederung der Bohrungen durch die Mikrofauna wurde von GRILL (vgl. 1943) durchgeführt, wobei von oben nach unten folgende Zonen unterschieden wurden:

Zone mit *Nonion granosum* d'ORBIGNY„ „ *Elphidium hauerinum* d'ORBIGNY„ „ *Elphidium reginum* d'ORBIGNY

Durch die Berücksichtigung der Molluskenfauna läßt sich die Zone mit *Nonion granosum* speziell im obersten Teil weiter gliedern, u. zw. in die Verarmungszone

Schichten mit optimaler Entwicklung von *Irus*„ „ *Ervilia*.

Bei den Bohrungen Rag 1—3 liegt die Unterkante der Zone mit *Nonion granosum* beim 14. Sarmathorizont. Die entsprechenden Werte für die Molluskenzonen sind folgende:

	Top Sarmat	Verarmungszone	Schichten mit <i>Irus</i>
Rag 1	856 m	929—935	Flysch 1024
Rag 2	1040 m	1120—1144	1294—1305
Rag 3	1050 m	1153	1363

Schlumberger

Porositäts-

diagramm

1. Horizont

4.—5. Horizont

8. Horizont

In der Zone mit *Elphidium hauerinum* bleibt der Charakter der Mollusken derselbe wie im Schichtglied mit Ervilien in der Zone mit *Nonion granosum*.

Im untersten Teil des Sarmats in der Zone mit *Elphidium reginum* ist, wie im einschlägigen Schrifttum wiederholt erwähnt, häufig die Gattung *Mohrensternia* optimal entwickelt, die auch basale Lagen des Sarmats in der Randfazies charakterisiert.

Die Molluskenfauna im Sarmat ist stark an die jeweiligen Bedingungen eines Lebensraumes gebunden. Die einzelnen Stadien der Änderung der Fauna sind nicht überall gleichwertig. So ist, wie bekannt (vgl. GRILL 1943), die Zone mit *E. hauerinum* und *E. reginum* im südlichen Wiener Becken nicht

immer typisch entwickelt, es läßt sich vielmehr nur ein älteres Schichtpaket mit großwüchsigen Elphidien und ein jüngerer mit *Nonion granosum* trennen.

Die Molluskenfauna zeigt im allgemeinen auch in der Beckenfazies die Tendenz einer Rissoenfauna, in den Beckenmulden dagegen *Ervilia* und *Syndosmya* (vgl. S. 55), im Mittelpaket verhältnismäßig kleinere sarmatische Bivalven mit dem brachyhalinen Artenbestand, im Hangenden das Hervortreten von Lagen mit *Irus*, oder an anderen Lokalitäten mit *Maetra* (vgl. VEIT 1943) und nahe der Oberkante des Sarmats eine Verarmung, wobei Vertreter der Cardiinae (Cardien mit dem Schloß von „Replidacnen“) in den Vordergrund treten. An einzelnen Bohrungen des südlichen Wiener Beckens kann auch eine reine Maetrafazies bis nahe an die Unterkante des Pannons reichen.

Die Fazies der obersten Zonen des Sarmats wird zum Beckenrand hin immer schmaler und kann in Tagesaufschlüssen nicht mehr nachgewiesen werden. Sie zeigen die regressive Tendenz an der Grenze von Sarmat und Pannon noch deutlicher als die Maetraschichten.

Faunen vom Typus der Verarmungszone stellen jedoch ein wesentliches Glied in der Entwicklung der Fauna des brachyhalinen Biotops zu jenem der Congerenschichten dar, die für die Beckenfazies eine schrittweise und lückenlose ist.

Vergleich von Rand- und Beckenfazies im Sarmat des Wiener Beckens.

Das in der Randzone als Rissoentone oder Hernalser Tegel bezeichnete älteste Schichtpaket wird in seinem wesentlichen Umfang mit der Zone großer Elphidien (Zone des *Elphidium reginum* GRILL 1941) zu parallelisieren sein, wofür vor allem das massenhafte Auftreten von *Rissoinae* mit der Gattung *Mohrensternia* spricht.

Die Unterkante des Sarmats müßte nach der Definition der „sarmatischen Stufe E. SUESS 1866“, wonach sie die als Cerithiensande und Hernalser Tegel bezeichneten Schichten umfaßt, auch in der Beckenfazies an der Basis der Rissoenschichten gelegt werden. Die Unterkante der Rissoenschichten ist in ihrer Auswirkung am ganzen Alpen-Ostrand von der Steiermark und Kärnten bis an das nördliche Niederösterreich zu verfolgen und greift auch auf die Beckenumrahmung über (Hollabrunn N.-O., Lavanttal Kärnten). Für diese Transgression ist auch die typisch untersarmatische Mollusken- und Foraminiferenfauna der Rissoenschichten im Wiener Becken bezeichnend. In der Beckenfazies wird daher die untere Grenze des Sarmats mit der Unterkante der Rissoenschichten bzw. dem Horizont mit *Elphidium reginum* zusammenfallen.

Ähnlich wie zwischen Pannon und Sarmat kann auch vom Torton zum

Sarmat eine kontinuierliche Entwicklung der Fauna im Wiener Becken nur in der Beckenfazies nachgewiesen werden. Das Oberste Torton (Zone mit Rotalien GRILL 1941) hat gegenüber dem Mitteltorton eine faunistische Sonderstellung. Die Zone ist außerdem stark regressiv. Innerhalb der Rotalienzone hören die Existenzbedingungen für rein marine Gruppen wie Echinodermen, Korallen, zahlreiche Familien der Mollusken, wie *Conidae*, *Purpuridae*, *Pectinidae*, *Arcidae* usw., auf. Diese Grenze wurde wiederholt als obere Grenze des Torton in der Beckenfazies gewertet.

Zwischen den transgressiven Risssoenschichten bzw. der Zone mit *Elphidium reginum* und der geschilderten Grenze rein mariner Formen liegt nun ein Zwischenpaket, das (gegenüber dem Liegenden) eine regressive Tendenz aufweist. Außerdem tritt, sowohl in der Foraminiferenfauna, wie in der Molluskenfauna, eine Auslese von euryhalinen Arten auf, die in der Risssoenzone vorherrschend sind und hier erst ein charakteristisches Gepräge erhalten. Diese obersten Schichten des Torton wären den Buglovka-Schichten LASKAREV's funktionell zu vergleichen.

Die Molluskenfauna des obersten Torton enthält in den Bohrungen vor allem Ervillien, die meist flachgepreßt sind und nur schwer ein Urteil über ihre eigentliche Form gestatten. Daneben treten einzelne Exemplare von *Syndosmya* und *Maetra* auf, auch vereinzelte kleine Formen von *Bittium* und *Mohrensternia* aus der Verwandtschaft der *M. inflata* können angetroffen werden. Die Foraminiferenfauna ist ebenfalls sehr kleinwüchsig (im Gegensatz zu den großen Exemplaren der Elphidien im Sarmat) und enthält eine Anzahl von Arten, die Relikte der marinen Tortonfauna darstellen. Eine ausführlichere Darstellung dieser regressiven obersten Tortonfauna soll in anderem Zusammenhang erfolgen. Es sei nur betont, daß die Mächtigkeit des obersten, verarmten Torton mehr als 300 m betragen kann. Bei der Bohrung Enzersdorf 3 wurde eine Grenze Sarmat—Torton bei 1430 m erwogen. Wir treffen aber erst bei 1115—1122 m auf Schichten mit zahlreichen Exemplaren von *Ervilia dissita dissita* (EICHWALD) und *Syndosmya reflexa* (EICHWALD). Nach den hier vertretenen Gesichtspunkten würde die Grenze Sarmat—Torton schon bei ca. 1150 m zu erwarten sein, wobei die Schichten mit *Ervilia dissita dissita* (EICHWALD) die Mohrensternienfazies vertreten würden.

Die Zone des *Elphidium hauerinum* (nach GRILL 1941) in der Beckenfazies kann nur dem älteren Teil der Ervilienschichten entsprechen.

Die Untersuchung der Foraminiferen von N I bei Wiesen, ebenso die ältesten Vorkommen bei Hautzendorf gehören nach dem mikropaläontologischen Befund von GRILL*) bereits in die Zone des *Nonion granosum*, ob-

*) Herrn Dr. Rudolf GRILL möchte ich an dieser Stelle für seine wertvolle Unterstützung meinen Dank sagen.

wohl hier einige Komponenten auftreten, die noch an die Zone mit *Elphidium hauerinum* erinnern.

Die optimale sandige Entwicklung der Ervilienschichten von Wiesen N I, Hölles (Hohlweg), Hauskirchen usw. der Randfazies, ebenso wie die obersten Lagen der Ervilienschichten Wiesen, Aufschluß I, Nexing, Hautzendorf (jüngere Schichten) stellen demnach den unteren Teil der Zone mit *Nonion granosum* dar. Die Mactraschichten sind, ein mittleres Schichtpaket der Zone mit *Nonion granosum*, und lassen vor allem im Wiener Becken, ebenso wie in der Odenburger Bucht und in der Steiermark, schon starke Wirksamkeit der jungarmatischen Regression erkennen.

Die Molluskenfauna in diesem Schichtpaket (zwischen dem 5. und 8. Sarmathorizont der Schlumbergerdiagramme im Ölgebiet des Steinbergbruches) wird in zahlreichen Schlämmpfunden durch das massenhafte Auftreten der Schalensplitter von *Irus naviculatus* (vgl. KOLESNIKOV 1936) ausgezeichnet. Die Kerne der Bohrungen Rag 1, 2, 3, lassen außerdem aber eine bankweise Häufung von *Musculus sarmaticus* (GATUEV) in großwüchsigen Exemplaren erkennen, die über dem 5. Sarmathorizont, wie von verschiedenen Erdölgeologen immer wieder beobachtet wurde (vgl. JANOSCHEK 1942) nur mehr sporadisch in kleinen Kümmerformen auftritt.

Die zwischen dem 5. und 8. Sarmathorizont auftretende *Mactra* ist viel kleiner und zartschaliger als in der Randfazies. Diese Erscheinung ist wohl durch den Standort verursacht. Eine genauere Bestimmung der Mactren aus den Bohrkernen erschien wegen der schlechten Erhaltung nicht ratsam. Aus diesen Angaben, vor allem das bankweise Auftreten von *Modiolus*, kann der Schluß gezogen werden, daß im Becken selbst andere (wahrscheinlich eine höhere) Salinität herrschte als in den Mactraschichten der Randfazies. Eine derartige Zunahme der Salinität vom Beckenrand zur Beckenmitte wurde von JEKELIUS 1943 in den jüngeren Sarmatschichten des Wiener Beckens gefordert. Wir glauben, daß auch für diese theoretische Forderung der tatsächliche Beweis zu erbringen ist.

Vom 4. bis 1. Sarmathorizont ist im Gebiet des Steinbergbruches die Verarmungszone entwickelt. Da schon die Mactraschichten in der Randfazies regressiv sind, sind Äquivalente der Verarmungszone aus der Randfazies nicht bekannt, wahrscheinlich auch nicht mehr zur Ablagerung gekommen. In Strukturbohrungen wurde beobachtet, daß die Verarmungszone zum Beckenrand hin auskeilt, in Tagesaufschlüssen nur mehr die Ervilienschichten und lokal auch Mactraschichten anstehen.

Eine Übersicht der Gegenüberstellung von Rand- und Beckenfazies ist auf der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 2.

Faunenfolge in der Rand- und Beckenfazies des Sarmats im Wiener Becken und der Udenburger Bucht.

		Randfazies (Tagesaufschlüsse)	Foraminiferen	Beckenfazies (Bohrungen)	Gliederung nach Schlumberger Porositätsdiagramm RAG 1, 2, 3
Jüngeres Sarmat	Beginn der Regression	Schichtlücke	Nonion granosum	Verarmungszone <i>Cardium politioanei</i> , <i>Replidacna</i> , <i>Bittium hartbergense</i> , Kümmerformen von <i>Irus</i> , <i>Donax</i> , <i>Solen</i>	1.—4. sarmat. Sand- horizont
				Bänke mit <i>Irus naviculatus</i> , <i>Mactra</i> und <i>Modiolaria</i> , optimal entwickelte brachyhaline Fauna	5.—8. sarmat. Sand- horizont
Älteres Sarmat	Optimale Transgression	landnah landferner Cerithiensande Ervilienschichten oft wechsellagernd Optimaler Reichtum brachyhaliner Mollusken, <i>Irus gregarius gregarius</i> <i>Calliostoma poppelacki</i> usw.	Ephidium bauerinum	Optimal entwickelte brachyhaline Fauna mit <i>Ervilia</i> Größere Bivalven vorherrschend	9.—14. sarmat. Sand- horizont
	Hebung der Beckenumrahmung	Ervilientegel oder Cerithiensande verhältnismäßig fossilarm		Fauna wie vor mit Ervilien kleinere Bivalven vorherrschend	15.—20. sarmat. Sand- horizont
	Erste sarmatische Transgression	Vorherrschend <i>Mohrensternien</i> <i>Ervilia</i> und <i>Syndosmya</i> <i>Cardium janošceki</i> PAPP	Ephidium regium	Vorherrschend <i>Mohrensternien</i> oder <i>Ervilien</i> mit <i>Syndosmya</i>	

C. UBERSICHT DER ENTWICKLUNG DER FAUNA IM SARMAT DES WIENER BECKENS.

Salzgehalt.

Vielfach wurde im Schrifttum die Molluskenfauna des Sarmats als brackisch bezeichnet, jene des Pannons als kaspibrackisch oder halbbrackisch. PAPP 1941, S. 142, versucht, für die Salinität von Pannon und Sarmat im Wiener Becken nach den Untersuchungen von GILLET 1947 Rahmenzahlen *) zu geben, wobei ein Salzgehalt von mehr als 1,5‰ als Normalbrack, von 0,5—1,2‰ als Halbbrack und weniger als 0,3‰ als Süßwasser bezeichnet werden.

Die vor allem in der Ostsee und der Zuisersee gepflegte meereskundliche und hydrobiologische Arbeitsrichtung entwickelte schärfer umrissene und straffer gegliederte Begriffe. Der Versuch von HILTERMANN 1949 ist daher zu begrüßen, worin die Termini der Hydrobiologie auch für Biotope der Vorzeit in Anwendung gebracht werden. Somit wäre zu unterscheiden:

Süßwasser mit zunehmender Artenzahl **)	{	Süßwasser	0,0—0,5‰
brackisch-limnisch	{	oligohalines Brackwasser	0,5—3‰
typisches Brackwasser	{	miohalines Brackwasser	3—5‰
brackisch-marin	{	mesohalines Brackwasser	5—ca. 9‰
marines Gebiet mit abnehmender Artenzahl und Verkümmderung der marinen Arten	{	pliohalines Brackwasser	ca. 9—16,5‰
	{	brachyhalines Meerwasser	16,5—30‰
	{	Meerwasser	über 30‰

Dieses Schema läßt sich in den Ablagerungen des Sarmats und des Pannons im Wiener Becken zwanglos anwenden, der Begriff „Brackwasser“ rückt aber an Stelle des früher verwendeten Namens „Kaspibrack“ oder „Halbbrack“. Es ergäben sich nach den bisherigen Kenntnissen der fossilen Molluskenfaunen folgende Richtwerte:

Stufengliederung		Gesamtsalzgehalt
PANNON	Süßwasser	} unter 3‰
Zone G/H	oligohalines Brackwasser	
Zone F	Übergang	
Zone E	miohalines Brackwasser	ca. 5‰
Zone B—E	meso- und pliohalines Brackwasser	ca. 5—15‰
SARMAT	brachyhalines Meerwasser	16,5—30‰

Somit wurde das Sarmat als ein Lebensraum mit verarmter mariner Fauna nicht mehr als Brackwasser im engeren Sinne zu bezeichnen sein. Der Grenzwert 16,5‰ wäre in dem Grenzbereich Sarmat—Pannon, in der

*) Die Werte beziehen sich auf den Gesamtsalzgehalt oder totale Mineralisation.

**) Biologische Bezeichnung nach Remane.

Zone A knapp nach dem Aussterben der marinen Mollusken und Foraminiferen zu erwarten. Die Zone B würde schon dem pliohalinen Brackwasser zugehören.

Wenn auch das Sarmat sicher eine Salinität innerhalb des brachyhalinen Meerwassers besessen haben wird, so ist die Grenze zum Torton insofern schwierig anzugeben, weil sich in dessen oberster Zone (Rotalienzone nach GRILL 1941) schon eine starke Verminderung der Arten und Individuenzahl sowohl bei den Foraminiferen, wie bei den Mollusken beobachten läßt. Die Grenze zum Meerwasser mit einer Gesamtmineralisation von 30‰ würde daher an der Basis des Sarmats oder im obersten Torton des Wiener Beckens (Rotalienzone) zu erwarten sein. Die nächstältere Zone (Buliminen-Bolivinenzone nach GRILL 1941) ist nach ihrer Fauna typisch marin.

Der Salzgehalt eines Binnenmeeres oder Seebeckens hängt von verschiedenen Faktoren ab. Wird ein Meeresteil abgeschnürt, so wird der Zustrom von Süßwasser der einmündenden Flüsse sich auswirken. Wenn noch Kommunikation mit dem Weltmeer besteht und der Zustrom an Süßwasser größer ist als die Verdunstung, wird das Süßwasser vordringen und zu schrittweiser Entsalzung führen. Ist die Verdunstung größer als die Summe einströmenden Süßwassers, wird es zu keiner Entsalzung kommen. Es spielt also der vom Klima abhängige Wasserhaushalt eines Beckens eine entscheidende Rolle. Dies zeigt auch ein flüchtiger Vergleich von Ostsee und Schwarzem Meer. Die Ostsee hat relativ breite Verbindung mit der Nordsee; trotzdem sind, besonders nördlich von Königsberg, weite Areale stark entsalzen. Das Schwarze Meer steht demgegenüber nur durch eine schmale Rinne durch Bosphorus und Dardanellen mit dem Mittelmeer in Verbindung, es münden große Ströme; trotzdem ist die Salinität relativ groß, abgesehen davon, daß es im Ältestquartär nahezu völlig ausgesüßt war.

Noch schärfer prägt das Klima die Entwicklung eines vom Meere völlig abgeschlossenen Binnensees.

In humiden Klimaten bei geringer Verdunstung wird der Seespiegel steigen, bis ein Abfluß gefunden wird, oder die Verdunstung und der Zustrom sich aufheben. In ariden Klimaten ist die Verdunstung groß, es kommt in extremen Fällen zur Versalzung (z. B. Totes Meer), auch in Fällen, wo der Süßwasserzufluß relativ groß ist. Die Salinität des Meeres mit $\pm 3,5\%$ wird jedoch bei den meisten Gebieten der Gegenwart und Vergangenheit, die vom Meere abgeschnürt werden, Schwankungen unterliegen, die sich auf die marine Fauna auswirken, wobei ein Übersalzen ebenfalls zur Verminderung der Organismen führt wie eine Verbrackung. Diese Bemerkungen allgemeiner Art erscheinen erforderlich, weil sie für das Verständnis der Entwicklung der sarmatischen Molluskenfauna von prinzipieller Bedeutung sind, wie im folgenden noch auszuführen sein wird.

Die Herkunft der Sarmatfauna wurde intensiv, auch von österreichischen Forschern diskutiert. Während man längere Zeit an eine Einwanderung der Sarmatfauna dachte, versuchte BITTNER deren autochthones Entstehen wahrscheinlich zu machen (vgl. BITTNER 1883), woraus sich eine erbitterte Polemik mit TH. FUCHS ergab. Mit der Entdeckung der Buglovka-Schichten durch LASKAREV (1903) und der Konka-Schichten durch SOKOLOV (1899) wurde die Frage zugunsten einer autochthonen Entstehung der Molluskenfauna im Sarmat entschieden. Auch im Wiener Becken sind in der obersten Zone des Torton (Rotalienzone) Hinweise für eine autochthone Entstehung der sarmatischen Mollusken zu bekommen.

Für die Entwicklung der Sarmatfauna selbst ist die Salinität zwar von wesentlicher, aber nicht von ausschließlicher Bedeutung. Wie schon 1939 dargelegt, hat die Molluskenfauna während des Sarmats die Möglichkeit besessen, hemmende Einflüsse der Umwelt zu kompensieren. Zwischen Torton und Sarmat ist bei den meisten verbliebenen Arten ein Minimum an Individuenzahl und Größe zu beobachten, das im Sarmat in einigen Fällen überwunden wird und zu einem Optimum führen kann, das sowohl die Individuenzahl, wie auch die individuelle Größe und die Tendenz zu neuen Formenbildungen betreffen kann. Der Zeitfaktor, der den Organismen von Generation zu Generation einen Ausgleich mit ihrer Umwelt finden ließ, spielt dabei sicher eine gewisse Rolle.

Während wir aus den Beobachtungen in der Gegenwart gewöhnt sind, daß die individuelle Größe von Populationen im Brackwasser abnimmt, ist dies im Sarmat nicht immer der Fall. Innerhalb des Sarmats erreichen einzelne Vertreter bestimmter Gattungen derartige optimale Formen, wie sie im vollmarinen Biotop nicht vorkommen.

Faunenfolge.

Unter der Bezeichnung Rissoenschichten werden die älteren sarmatischen Schichten verstanden. In der Beckenfazies befinden sie sich im Gebiet des Steinbergbruches vorwiegend zwischen Top Torton und dem 19. Sarmathorizont lokaler Schlumberger-Horizontierung (vgl. Bohrung St. Ulrich-Hoch, VEIT 1943, S. 20). Die Foraminiferenfauna ist ein Restbestand der aus dem Torton überlebenden Arten mit eigener Entwicklungstendenz. Charakteristisch ist das Vorherrschen großer Elphidien in folgender Vergesellschaftung (vgl. GRILL 1943):

Elphidium reginum d'ORBIGNY

„ *aff. crispum* LINNÉ

„ *aculeatum* d'ORBIGNY

Cytheridea aff. muelleri MUNSTER

Hemicythere sp.,

neben *Nonion*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*, *Articulina*, *Cibicides*, *Rotalia*, *Peneroplidae*, *Bolivina* u. a., die sporadisch auftretend im einzelnen meist gewisse Änderungen gegenüber älteren Schichten erkennen lassen.

Aus diesem Faunenbestand entwickelt sich in den jüngeren Zonen des Sarmats, vor allem durch eine Verminderung der Artenzahl und massenhaftes Auftreten der einzelnen überlebenden Formen, die jeweils charakteristische Foraminiferenfauna. Eigene Entwicklungstendenzen sind bei den Foraminiferen im Sarmat des Wiener Beckens bisher wenig beachtet worden, mit Ausnahme eines gewissen Verkümmerns der wenigen noch auftretenden Arten in den jüngsten Lagen.

Als marine Reliktformen bezeichnen wir alle Angehörigen von Gattungen im Sarmat des Wiener Beckens, die an sich seltener gefunden werden und gegenüber den rein marinen Vorkommen keine eigene Entwicklungstendenz zeigen. Sie sind im Sarmat, bedingt durch die Änderung ihres Biotops meist kleiner als im Marin und lassen erkennen, daß sie ihr Lebensoptimum im brachyhalinen Biotop schon überschritten haben.

- Ostrea (Crassostrea) gingensis sarmatica* FUCHS
Lucina (Loripes) dentata BASTEROT
Psammobia labordei sarmatica PAPP
Gastrana fragilis fragilis (LINNÉ)
Pholas cf. dujardini (MAYER) FRIEDBERG
Clithon (Vittocliton) pictus pictus (FERUSSAC)
Rissoa soceni JEKELIUS
Terebralia lignitarum pauli (R. HORNES)
Ocinebrina sublavata sublavata (BASTEROT)
Clavatula doderleini (M. HOERNES)
 „ *sotteri* (MICHELOTTI)
Natica catena sarmatica PAPP
Mitrella (Mitrella) cf. scripta (LINNÉ)
Turritella (Haustator) sarmatica PAPP
Actaeon vindobonensis (HANDMANN)
Gibbula aff. angulata (EICHWALD)
 „ *angulata angulata* (EICHWALD)
Stenothyrella schwarzi (FRAUENFELD)

Nur wenige der genannten Arten variieren innerhalb des Sarmats zu eigenen Unterarten, z. B. *Ocinebrina sublavata striata* (EICHWALD). Das Vorkommen der genannten Reliktformen ist nicht auf das basale Sarmat beschränkt, einige sind sogar bisher nur aus jüngeren Schichten bekannt geworden.

In einer weiteren Gruppe wollen wir eine Reihe von Arten zusammenfassen, die in der Fauna des Sarmats im Wiener Becken bereits als An-

gehörige von Gattungen gelten können, deren Vertreter meist ein stärker ausgesüßtes Biotop bevorzugen (unter 16^o/₀₀):

- Congerina soceni soceni* JEKELIUS
 „ „ *carasi* JEKELIUS
 „ *moesia* JEKELIUS
 „ *praecornithopsis* PAPP
Theodoxus (Theodoxus) crenulatus crenulatus (KLEIN)
 „ „ *carasiensis* JEKELIUS
 „ „ *tortuosus* JEKELIUS
Valvata (Valvata) cf. simplex FUCHS
 „ „ *exotica* PAPP
 „ (? *Turrivalvata*) *sarmatica* PAPP
 „ (*Turrivalvata*) *soceni wiesenensis* PAPP
Melanopsis impressa impressa KRAUSS
 „ „ *pseudonarzolina* PAPP
 „ „ *bonelli* MANZONI
 „ *bouéi affinis* HANDMANN
 „ „ *multicostata* HANDMANN
 „ „ *sturi* FUCHS

Die genannten Arten und Unterarten treten mit Ausnahme von *Melanopsis impressa impressa*, einer Durchläuferform, vorwiegend in den jüngeren Zonen des Sarmats im Wiener Becken auf.

Folgende endemische Arten der Sarmatfauna sind am Alpenostrand und im Wiener Becken selten oder zeigen eine geringe Tendenz zu Variation und Artenbildung:

- Solen subfragilis* EICHWALD
Acmaea soceni JEKELIUS
Calliostoma conitesta PAPP
 „ *sopronensis* PAPP
Retusa (Retusa) truncatula sarmatica BERGER
 „ „ „ *pappi* BERGER

Somit verbleiben Angehörige einer relativ geringen Zahl von Gattungen, welcher die Hauptmasse der Sarmatischen Mollusken zurechenbar ist:

<i>Modiolus</i>	<i>Gibbula</i>
<i>Musculus</i>	<i>Calliostoma</i>
<i>Cardium</i>	<i>Hydrobia</i>
<i>Irus</i>	<i>Caspia</i>
<i>Ervilia</i>	<i>Pseudamnicola</i>
<i>Mactra</i>	<i>Mohrensternia</i>
<i>Donax</i>	<i>Pirenella</i>
<i>Syndosmya</i>	<i>Cerithium</i>

Bittium
Dorsanum

Acteocina

1. Rissoenschichten.

Von den genannten Gattungen treten in den Rissoenschichten folgende Arten nur selten und mit kleinen Arten auf:

- Modiolus incrassatus incrassatus* (d'ORBIGNY)
Musculus sarmaticus (GATUEV)
Cardium vindobonense vindobonense (PARTSCH) LASKAREV
Irus gregarius dissitus (EICHWALD)
 „ „ *gregarius* (PARTSCH, GOLDFUSS)
Ervilia dissita dissita (EICHWALD)
 „ *trigonula* SOKOLOV
Mactra vitaliana eichwaldi LASKAREV
Caspia (Caspia) graciliformis PAPP
 „ „ *soceni soceni* JEKELIUS
Dorsanum duplicatum duplicatum (SOWERBY)
Pseudamnicola immutata (FRAUENFELD)
 Häufig oder typisch für die Rissoenschichten sind:
Syndosmya reflexa (EICHWALD)
Cardium pseuduplicatum FRIEDBERG
 „ *janoscheki* PAPP
Calliostoma guttenbergi HILBER
 „ *orbignyanus praeformis* PAPP
 „ *styriaca* (HILBER)
 „ *peneckeii* (HILBER)
Hydrobia stagnalis andrusovi HILBER
 „ *frauenfeldii sutarata* (FUCHS)
Mohrensternia inflata (ANDRZEJOWSKI)
 „ *sarmatica* FRIEDBERG
 „ *moesiensis* JEKELIUS
 „ *hydroboides* HILBER
 „ *angulata* (EICHWALD)
 „ *styriaca* HILBER
 „ *banatica* JEKELIUS
Pirenella picta picta (DEFRANCE)
 „ „ *mitralis* (EICHWALD)
 „ „ *bicostata* (EICHWALD)
 „ *nodosoplicata* (M. HOERNES)
Cerithium (Theridium) rubiginosum rubiginosum (EICHWALD)
Bittium fraterculum (MAYER)

Der Bestand der Fauna wird durch das Vorherrschen der Mohnsternen bestimmt. Diese sind hier sehr formenreich, was in der Anzahl unterschiedener Unterarten zum Ausdruck kommt; mit den fixierten Typen ist jedoch die Formenmannigfaltigkeit nicht erschöpft. Durch die Berücksichtigung weiterer Kriterien, z. B. mit und ohne Spiralskulptur, genaue Messung der Spitzwinkel usw. ließe sich die Zahl der Unterarten beliebig vermehren. Es wurden deshalb nur extreme Formtypen besonders hervorgehoben. Nur vereinzelt treten Mohnsternen im Wiener Becken in jüngeren Schichten auf. Die einzige echte Rissoa ist auf die Rissoenschichten beschränkt.

Die genannten Hydrobiden sind für die Tonfazies bezeichnend. Es ist ein Charakteristicum der Rissoenschichten, daß die Bivalven zurücktreten. Alleis

Cardium pseudoplicatum FRIEDBERG

„ *janoscheki* PAPP (früher oft fälschlich als *C. suessi* BARBOT bestimmt) sind häufiger, neben *Syndosmya* und *Ervilia*. Letztere können als einzige Mollusken in einer sehr verarmten Fauna in den Beckenmulden auftreten. *Syndosmyen* erreichen in den Rissoenschichten ihre optimale Entwicklung, alle anderen Bivalven erst später.

2. Ervilienschichten.

Die Ervilienschichten sind das charakteristische Schichtglied des Sarmats im Wiener Becken. Durch die Mikrofauna ist eine Unterteilung möglich, u. zw. in die Zone mit *Elphidium hauerinum* und den basalen Teil der Zone mit *Nonion granosum* (vgl. GRILL 1943). *Elphidium hauerinum* (d'ORBIGNY) ist hier häufig mit *Articulina sarmatica* KARRER vergesellschaftet, wozu noch *Triloculina*, weitere Elphidien, Rotalien u. a. kommen können.

Die Molluskenfauna erreicht in dem als Ervilienschichten bezeichneten Schichtpaket ihre optimale Entwicklung. Folgende Arten und Unterarten treten zu dem Artenbestand der Rissoenschichten:

Hydrobia frauenfeldi frauenfeldi (M. HOERNES), große Formen

„ *stagnalis stagnalis* (BASTEROT), große Formen

Pirenella picta aff. *melanopsiformis* (AUNGER) FRIEDBERG

„ „ *nympha* (EICHWALD)

„ *disjuncta disjuncta* (SOWERBY)

„ „ *quadricincta* SIEBER

Cerithium (Theridium) rubiginosum subtypicum (SACCO)

Dorsanum duplicatum gradaria (KOLESNIKOV)

„ *opinabile opinabile* (KOLESNIKOV)

„ „ *trabale* (KOLESNIKOV)

„ *dissitum* (DUBOIS)

„ *torpidum* (KOLESNIKOV)

„ *corbicanum carbianum* (d'ORBIGNY)

„ *pseudobaccatum* (KOLESNIKOV)

- „ *triformis triformis* (KOLESNIKOV)
- „ *verneuillii* (d'ORBIGNY)
- „ *fraudulentum* (KOLESNIKOV)
- Cardium wiesenense* PAPP
- „ *latisulcum latisulcum* MUNSTER
- „ „ *gleichenbergens*: PAPP (im basalen Teil)
- „ „ *nezingense* PAPP (im oberen Teil)
- „ „ *jammense* HILBER
- „ *ghergutai* JEKELIUS
- „ *fischeriformis* PAPP
- Ervilia dissita podolica* (EICHWALD)
- Donax dentiger* (EICHWALD)
- „ *lucidus* (EICHWALD)

Von der Gattung *Donax* muß es auch Vertreter in den Rissoenschichten geben, sie wurden aber bisher noch nicht gefunden.

Gibbula hoernesii JEKELIUS

Calliostoma orbignyanus orbignyanus (M. HOERNES)

„ *poppelacki* (PARTSCH)

„ *podolicoformis nudostriata* PAPP

(Erstaufreten an der Oberkante der Ervilienschichten).

Außerdem sind folgende Arten in den Ervilienschichten optimal entwickelt und kommen z. T. in größter Häufigkeit vor:

Modiolus incrassatus incrassatus (d'ORBIGNY)

Musculus sarmaticus (GATUEV)

Cardium vindobonense vindobonens: (PARTSCH)

Irus gregarius gregarius (PARTSCH) LASKAREV, GOLDFUSS

Ervilia dissita dissita (EICHWALD)

Mactra vitaliana eichwaldi LASKAREV

Die drei letztgenannten Arten nehmen von älteren zu jüngeren Lagen an Größe zu.

Mit Ervilien erreichen die Vertreter der Gattungen *Cardium*, *Pirenella* und im besonderen Maße *Dorsanum* ihre größte Formenmannigfaltigkeit. Die Gattung *Theodoxus* dringt in den Ervilienschichten erstmals in die brachyhaline Sarmatfauna vor, während *Clithon* (*Vittochithon*) *pictus pictus* FERUSSAC gleichzeitig verschwindet.

3. Mactraschichten.

Als Mactraschichten wurden, wie schon dargelegt, jene Schichten bei Wiessn bezeichnet, die durch große Mactren gekennzeichnet sind. VEIT stellt (1943, S. 19) fest, daß *Mactra* im oberen Teil der sarmatischen Bohrungen mit *Irus gregarius* (wenigstens teilweise ident mit der Form, die ich

nun als *Irus naviculatus* (vgl. KOLESNIKOV 1936) bezeichne, die herrschende Bivalve ist. Lokal könne man sogar von *Macra*-Kalken sprechen.

Die Ervilienschichten reichen im Gebiet des Steinbergbruches bis zum 9. Sarmathorizont. Die Äquivalente der *Macra*schichten umfassen bei den Bohrungen RAG 1, 2, 3 den 5.—8. Sarmathorizont. Wenn es auch in den meisten Fällen möglich ist, in den Bohrungen ein Schichtpaket anzugeben, welches faunistisch zu den *Macra*schichten gehört, so wechselt doch der Umfang in bemerkenswertem Ausmaß.

Im folgenden seien die Arten und Unterarten aufgeführt, die in den *Macra*schichten der Randfazies in der Ödenburger Bucht zu dem bisherigen Faunenbestand hinzutreten:

- Cardium vindobonense breviformis* PAPP
 „ „ *jekeliusi* PAPP
 „ *politioanei politioanei* JEKELIUS
 „ „ *suessiformis* JEKELIUS
 „ *dönginki praeformis* JEKELIUS
Irus vitalianus (d'ORBIGNY)
 „ *gregarius ponderosus* (d'ORBIGNY)
Macra vitaliana vitaliana (d'ORBIGNY)
Calliostoma orbignyanus gracilitesta PAPP
 „ *podolicoformis podolicoformis* KOLESNIKOV
 „ „ *paucistriata* PAPP
 „ „ *hartbergensis* PAPP
 „ „ *wiesenensis* PAPP
Caspia (Baglivia) ambigua (BRUSINA)
Bittium hartbergense hartbergense (HILBER)
 „ „ *rüdti* (HILBER)
 „ „ *schildbachense* (HILBER)
Dorsanum duplicatum-hoernesii (SINZOV)

Vertreter der Gattungen *Irus* und *Macra* erreichen optimale Größe und Häufigkeit. *Calliostoma podolicoformis* eine bedeutende Variabilität. Die meisten anderen Gattungen zeigen einen Rückgang, nur *Cardium* in der Randfazies und Formen mit aberrantem Schloß in der Beckenfazies nehmen eine hervorragende Stellung ein.

Aus dem älteren *Bittium fraterculum* geht der Formenkreis des *B. hartbergense* hervor und kann für dieses Niveau als charakteristisch angegeben werden.

Das Vorkommen von Melanopsiden und Congerien wurde schon bei Schilderung der „Grenzschichten“ behandelt. Es sind dies ebenso wie *Theodoxus* und *Valvata* Komponenten des brackisch-limnischen Bereiches,

die in ein Biotop vorstoßen, dessen Salzgehalt sich der Grenze des brachyhalinen Biotops bei 16‰ nähert.

4. Verarmungszone.

Die obersten Sandhorizonte der Schlumbergergliederung 1—4 im Gebiet des Steinbergbruches zeigen ein starkes Abnehmen der Arten mariner Herkunft. Die hier beobachtete Fauna wurde schon an Beispielen behandelt. Sie umfaßt folgende häufigere Formen:

Cardium politioanei JEKELIUS

„ *gracilicostatum* JEKELIUS

Häufig treten kleine Schalen von Cardien auf, die im Schloß der *Replidacna* JEKELIUS entsprechen. Es sind verschiedene Typen vertreten, am auffälligsten sind *Cardium* ? (*Replidacna*) *procarpatina* JEKELIUS und *C.* ? (*R.*) *plancarinata* PAPP. Selten sind:

Irus (*Paphirus*) sp. (Kümmerform)

Solen sp. (Kümmerform)

Mactra sp. verhältnismäßig sehr kleine Form

Donax sp. (Kümmerform)

Musculus sp. (Kümmerform)

Die Bestimmung von Splittern der oft nur 2—3 mm großen Schalen aus den Bohrungen stößt auf Schwierigkeiten und gestattet keine genaueren Diagnosen. Außerdem wurden folgende Gastropoden häufiger beobachtet:

Bittium haribergense (HILBER)

Hydrobia sp. Übergangstypus von *Hydrobia* s. str. zu

„ (*Baglivia*) *ambigua* (BRUSINA)

Caspia (*Socenia*) *soceni soceni* JEKELIUS

Diese Fauna zeigt bereits eine starke Auslese der *Cardiidae* und das Aussterben der Gattungen des Brachyhalins. Mit der Oberkante des 1. Sarmathorizontes treten in gleicher Weise die Foraminiferen zurück. Diese Kante wird zweckmäßigerweise als Grenze Pannon—Sarmat festzuhalten sein, die Stellung der ältesten Zonen des Pannons zur „Verarmungszone“ einerseits und den Grenzsichten andererseits wurde bereits im Rahmen der Pannonfaunen (vgl. PAPP 1951) geschildert. Sie zeigen eine konkordante Entwicklung von der Fauna des Sarmats zu jener des Pannons.

Schwankungen des Wasserspiegels.

Zwischen Torton und Sarmat ist eine weitgehende Diskontinuität vorhanden, deren Bedeutung für die Steiermark WINKLER wiederholt (zuletzt 1951) betonte. Im Wiener Becken wurde bei Strukturbohrungen im Gebiete von Bruck a. d. L. von H. BURGL*) eine Diskordanz zwischen Sarmat und

*) Unveröffentlichtes Manuskript.

Torton festgestellt, im Gebiet des Steinbergbruches, bei den Zistersdorfer Bohrungen, liegt an der Basis des Sarmats ein etwa 100 m mächtiges Tonmergelpaket von dunkelgraugrüner Farbe, welches im benachbarten Olfeld Gaiselberg fehlt (JANOSCHEK 1942). Das jüngste Torton der Beckenfazies (Rotalienzone) ist aus der Randfazies bisher noch nicht bekannt geworden. Schon diese Hinweise mögen genügen, um eine weiter in das Beckeninnere vorgreifende Regression an der Oberkante des Torton wahrscheinlich zu machen.

In den Beckenmulden selbst ist die Sedimentation konkordant, die Trennung vom obersten Torton und untersten Sarmat oft sehr erschwert.

Das älteste sarmatische Schichtglied der Rissoenschichten greift öfters transgressiv über ältere Schichten auf die Umrahmung des Beckens über. Es kann dies als die Auswirkung einer 1. sarmatischen Transgression angesprochen werden, die eine gleichartige Fauna vom Ostrand der Alpen bis in das Gebiet des Aralsees im Gefolge hatte.

Am Alpenostrand breiten sich als Folge von Hebungen des Alpengebietes ausgedehnte Schotterfelder aus (vgl. WINKLER 1913 und spätere Arbeiten). In Folge einer Hebung des Hinterlandes schlägt die tonige Sedimentation in der Randfazies der Becken in eine sandige um. Die Ervilienschichten haben, nachdem der untere Teil durch die Hebungen der Alpen lokal regressive Tendenzen zeigte, den Höchststand des Sarmats erreicht, die als 2. sarmatische Transgression bezeichnet werden kann. 1. und 2. sarmatische Transgression mögen wegen ihrer regionalen Bedeutung zusammen als volhynische Transgression bezeichnet werden können. Sie hat zahlreiche Molluskenarten im Wiener Becken und Südrußland gemeinsam.

Die Mastraschichten haben am Alpenostrand schon regressive Tendenz, noch mehr die folgenden Schichten, die Verarmungszone. Nach dem Hochstand der volhynischen Transgression trennt sich die Entwicklung der Molluskenfaunen östlich und westlich der Karpathen, da der Karpathenbogen als trennende Schwelle zwischen dem Mittleren Donaubecken und dem Euxinischen Raum voll wirksam wurde. Damit wurde das Mittlere Donaubecken weitgehend zu einer eigenen Faunenprovinz, deren Molluskenfauna eigenen Tendenzen folgte.

D. ALLGEMEINE ERGEBNISSE.

Besteht im Wiener Becken zwischen Sarmat und dem Pannon (Congerienschichten) eine Schichtlücke?

Während der Großteil der ungarischen und österreichischen Geologen im einschlägigen Schrifttum die Meinung vertritt, daß die Schichtfolge vom Sarmat zum Pannon im Wiener Becken keine Lücke hat, wird die Möglichkeit, daß zwischen dem Sarmat und den Congerienschichten des Pannons

Äquivalente des südrussischen Profiles fehlen, wiederholt erwogen. Der Umfang des fehlenden Schichtgliedes wird dabei verschieden angenommen. Es könnte das Bessarab oder Bessarab + Cherson oder das Cherson allein oder Cherson + Mäot oder im extremen Fall Bessarab, Cherson und Mäot im Wiener Becken einer Schichtlücke entsprechen. Letztere Möglichkeit wird auf breitester Basis von JEKELIUS 1943 behandelt. Es ist daher zweckmäßig, die Frage zu klären, ob im Wiener Becken zwischen Sarmat und dem Pannon eine Schichtlücke besteht.

Bei einer konkordanten Sedimentation im Wiener Becken zwischen dem Sarmat und den Congerienschichten wären an die Übergangsschichten nach JEKELIUS folgende Forderungen zu stellen:

1. Schrittweises Zurücktreten der marinen Genera.
2. Allmähliches Hervortreten der für die Brackwasser-Fazies der Congerienschichten bezeichnenden Genera.
3. Persistieren und Verkümmern sarmatischer Formen.

Diesen Forderungen werden die Verhältnisse gerecht. Man kann noch weiter gehen. Jeder Tiergruppe entspricht eine eigene Grenze, eine Tatsache, die schon zahlreichen Geologen im Wiener Becken seit längerem bekannt war.

a) Die typische sarmatische Molluskenfauna setzt bei Gösting IV z. B. bei 1005.10—1005.90 m aus, die Foraminiferen bei 921.00—923.40 m.

b) Die Ostracoden entwickeln die für die unteren Congerienschichten bezeichnenden Formen schon vor dem Zurücktreten der Foraminiferen.

c) Sarmatische Cardien beherrschen das Faunenbild noch nach dem Zurücktreten der Foraminiferen.

d) Die brackischen Mollusken werden erst in der bereits wieder transgressiven Zone B des Pannons bestimmend.

Es ist noch erforderlich, die bisher im Pannon, Zone B, gefundenen Fossilien aus dem Wiener Becken zu erwähnen (vgl. PAPP 1951, S. 144).

Mit 27 bestimmten Arten und Unterarten ist die Fauna als artenarm zu bezeichnen. Diese Artenarmut ist nicht nur durch Fundumstände bedingt. 16 Arten davon sind schon aus älteren Schichten bekannt, 11 treten neu auf. Diese Zahl kann nur als gering bezeichnet werden, gegenüber den neu auftretenden Arten der Zone C, wo sie 60 Arten und Unterarten überschreitet.

Die Fauna der Congerienschichten erhält demnach tatsächlich ihr Gepräge erst in der Zone C und in der Fauna der Zone B sind Arten einer limnischen und Ästuar-Fazies des Miozäns noch mit mehr als 60% vertreten. Damit hat die Zone der *Melanopsis impressa* FRIEDL (= Zone B), wie FRIEDL 1936 betonte, ein eigenartiges Gepräge.

Die hier geschilderten Verhältnisse lassen den sogenannten „schroffen Faunenwechsel am Übergang vom Sarmat zu den Congerienschichten“ doch

nicht so kraß erscheinen, wie es nach den Angaben einzelner Autoren der Fall sein soll.

Gegen das Vorhandensein von Übergangsschichten, „die einer Kritik standhalten können“ (vgl. JEKELIUS 1943, S. 155—159) werden folgende Tatsachen angeführt:

a) Die allgemein sichtbaren großen Regressionserscheinungen an der Oberkante der sarmatischen Schichten im Mittleren Donaubecken, sowie die ganz allgemein feststellbaren großen Regressionserscheinungen im Euxinischen Becken, die bereits im Bessarab einsetzen.

b) Die in den Randgebieten des mittleren Donaubeckens überall über weite Gebiete feststellbare Transgression der unteren Congerienschichten.

c) Der ganz schroffe Wechsel in der Fauna, der mit der Unterkante der unteren Congerienschichten überall im Mittleren Donaubecken einsetzen soll. Übergangsschichten zwischen Sarmat und unteren Congerienschichten, die einen allmählichen faunistischen Übergang und damit eine Kontinuität aufweisen würden, seien nicht nachgewiesen.

Nach den Ergebnissen der hier niedergelegten neuen Untersuchungen im Wiener Becken kann zu den oben angeführten Punkten wie folgt Stellung genommen werden:

Zu a) Die starken Regressionserscheinungen treten in der Randfazies des Wiener Beckens in den Mastraschichten auf. Sie erreichen ihren Höhepunkt in der schon zu den Congerienschichten gerechneten Zone A, die ebenso wie die „Verarmungszone“ in der Randfazies fehlt.

Zu b) Die allgemeine Transgression der unteren Congerienschichten erfolgt nach der Zonengliederung des Wiener Beckens erst in der Zone C. Die Transgression in der Zone B tritt demgegenüber zurück.

Zu c) Der Wechsel in der Fauna ist, wenn man nur die Randfazies berücksichtigt, schroffer. JEKELIUS konnte sich 1943 auch nur auf solche Beobachtungen stützen. Sobald man aber die Faunen der Verarmungszonen, der Zonen A und B mit in Betracht zieht, so ist der Wechsel zwischen der Fauna der Zone C und jener der Zone B der entscheidende. An dieser Grenze erhält die Fauna der Congerienschichten erst ihr „charakteristisches Gepräge“. Wie schon erörtert (PAPP 1951), stellen die Zonen B und A, vor allem aber die Verarmungszone des Sarmats, eher die Auslese gewisser im Sarmat heimischer Arten dar, als daß neue Formtypen entstehen würden.

Zu diesen Punkten, die für eine Kontinuität der Sedimentation sprechen, kommen als weitere Kriterien die Verhältnisse im Bereiche der Zistersdorfer Hochzone, östlich des Steinbergbruches, auf deren Bedeutung vor allem JANOSCHEK (1943 a, b, 1951) besonders hinwies. Es ist hier in einem Gebiet von 35 km von Lundenburg bis Hohenrappersdorf, entlang des Steinbergbruches, an dem die Absenkung, wie aus den genauen Profilen der

Bohrungen hervorgeht, in dem ganzen Zeitraum andauerte, gerade an der Oberkante des Sarmats und an der Basis des Pannons eine in allen Bohrungen gleichartige Sedimentfolge zu beobachten. Diese Schichten zeigen gegeneinander keine Unregelmäßigkeiten in der Ablagerung, die bei einer Schichtlücke unbedingt auftreten müßten. Aus diesem Bereich wurden auch die Beispiele gewählt, die für eine konkordante Entwicklung der Fauna sprechen.

Bei der Durcharbeitung der Faunen des Wiener Beckens an der Wende vom Sarmat zu den Congerienschichten konnten also jene Erscheinungen angetroffen werden, die für eine Konkordanz sprechen. Dazu kommen geologische Befunde, die nur bei ununterbrochener Sedimentation zu erwarten sind. Aus diesen Gründen kann der Schluß gezogen werden, daß im Wiener Becken zwischen Sarmat und Pannon (Congerienschichten) keine Schichtlücke besteht. Die Sedimentation ist zu dieser Zeit in der Beckenfazies lückenlos.

In der Randfazies wurden Schichtlücken zwischen Sarmat und Pannon von R. HORNES 1900 bis NEBERT 1950 immer wieder „entdeckt“, sie bleiben aber auf die Randfazies beschränkt und es ist unzweckmäßig, daraus weitreichende Schlüsse abzuleiten.

Charakteristik des Sarmats in Südrußland.

Das Sarmat Südrußlands wurde von KOLESNIKOV 1935 zusammenfassend monographisch bearbeitet und gibt einen einheitlichen Überblick dieser hochinteressanten Faunen. Nach KOLESNIKOV werden aus dem Volhyn (= Untersarmat) 87 Arten angegeben, im Bessarab (= Mittelsarmat) treten 198 neu auf, im Cherson (= Obersarmat) sind nur 13 neu auftretende Arten.

Die im Bessarab neu auftretenden Arten verteilen sich auf folgende Gattungen, welche prozentual am meisten beteiligt sind:

<i>Trochus</i>	53 Arten
<i>Cardium</i>	38 „
<i>Buccinum</i> und <i>Akburunella</i>	35 „
<i>Mactra</i>	8 „
<i>Modiola</i>	7 „

Die übrigen Gattungen treten zahlenmäßig an Bedeutung zurück. Für diese enorme Entfaltung gibt es im Wiener Becken keine äquivalente Mollusken-Fauna. Im Cherson ist von dem Reichtum der im Bessarab optimal entfalteten brachyhalinen Fauna nichts geblieben, als die Gattung

Mactra mit 13 neu auftretenden Arten.

Nur vereinzelt kommen daneben *Cardien* vor (z. B. in Balçic, Dobrugea) oder *Solen*. Man kann daher die Molluskenfauna des Chersons nicht mehr als

marin-brackisch bezeichnen, sondern eher als eine endemische Fauna mariner Herkunft. Die *Mactra*-Fauna ist der Fauna des typischen Bessarab von Kischineff nicht mehr ähnlich, sondern etwas Eigenartiges. Die Basallage des Chersons ist darüber hinaus noch stark limnisch entwickelt, was KOLESNIKOV, 1935 und 1940, zu einer Zweiteilung veranlaßte, u. zw. in einen Liegendkomplex das *Rostovian*, dem das *Cherson s. str.* folgt.

Schon im oberen Teil des Bessarab tritt im Euxinischen Becken eine regressive Tendenz in den Vordergrund. Sie erreicht im *Cherson* das Optimum. Das folgende Mäot dagegen bringt eine Transgressionsfauna mit zahlreichen brachyhalinen Elementen, die nichts mit dem Cherson zu tun haben. Aus diesen Gründen kann man das Cherson nicht zu einer Fazies des Mäots machen, wie es wiederholt versucht wurde. Mit dem *Pont s. str.* in Südrußland setzt dann eine neuerliche Transgression ein, in deren Auswirkung das Mittlere Donaubecken mit dem Euxinischen Becken wieder in Kommunikation tritt.

Vergleiche der Schichtfolge Südrußlands mit dem Wiener Becken.

Wie angedeutet, fehlen im Wiener Becken die Mollusken-Faunen des Euxinischen Bessarab, Chersons und Mäots. Über die Stellung der Congerienschichten im Wiener Becken herrschen verschiedene Meinungen. Einige Beispiele aus der Literatur: „Ursprünglich wurden die Congerienschichten als pontisch aufgefaßt (BARBOT DE MARNY 1869), später als Äquivalente des Mäots gedeutet (N. ANDRUSOV 1895), nachher dem Mäot und dem oberen Teil des Euxinischen Sarmats (N. ANDRUSOV 1910) gleichgesetzt; schließlich rückten die unteren Congerienschichten ganz in das Ober- und Mittelsarmat. Der untere Teil der oberen Congerienschichten soll das Mäot im Mittleren Donaubecken und damit im Wiener Becken vertreten (SCHRETER 1912, LASKAREV 1924)“ (vgl. JEKELIUS 1936).

Verschieden ist auch die Beurteilung der sogenannten Übergangsschichten im Wiener Becken. R. HORNES 1900 betrachtete sie (Beispiel der Fundorte Zemendorf und Draßburg = Zone B nach PAPP) als Vertretung des Mäots, GILLET 1933 als jene des Bessarab. Die Zahl der bisher geäußerten Meinungen ließe sich vermehren, sie setzen allgemein eine mehr oder weniger konkordante Schichtfolge voraus.

Jene Ansichten, die eine Diskordanz in größerem Maße voraussetzen, wurden schon angedeutet. Sie können nicht als den Tatsachen entsprechend gewertet werden.

Die oberen „Rhomboidea-Schichten“ Ungarns werden wohl als die Äquivalente des *Pont s. str.* im Euxinischen Becken gelten müssen, wie die ausführlichen Studien von STEVANOVIC 1952 neuerlich beweisen. Mit der Festlegung der Grenze der Rhomboidea-Schichten im Wiener Becken

zwischen Zone E und F entsprechen die Zonen F, G, H dem *Pont s. str.* im Wiener Becken (vgl. PAPP 1951).

Als weitere Tatsache muß betont werden, daß die unteren Congerierschichten weder im Mittleren Donaubecken noch im Wiener Becken den Abichschichten Rumäniens angehören. Letztere sind dort das Basalglied des *Pont s. str.* Die unteren Congerierschichten im Mittleren Donaubecken vertreten sicher das Mäot, allerdings bleibt vorerst offen, ob nicht die basalen Zonen der unteren Congerierschichten zum Teil dem Euxinischen Sarmat angehören.

WINKLER vermutet 1913, daß das Steirische Sarmat dem gesamten Euxinischen Sarmat entspricht. Später, z. B. 1943, daß nur Bessarab und Volhyn vertreten seien. Diese Möglichkeit wird auch von JEKELIUS 1935 für vertretbar gehalten. PAPP wollte 1939 die Mactraschichten bei Wiesen den „untersten Lagen“ des Bessarab vergleichen, mit dem Ergebnis, daß JEKELIUS 1943 nachzuweisen mußte, daß es überhaupt kein Bessarab im Mittleren Donaubecken, am allerwenigsten in Wiesen gibt. 1944 wird aber von JEKELIUS bei der Bearbeitung des prachtvollen Materials von Soceni die Feststellung gemacht, daß in Faunen von untersarmatischem Charakter „auch schon Formen vorkommen, die in Rußland für mittelsarmatisch gelten“. VEIT stellt schließlich 1943 das Sarmat des Wiener Beckens dem Euxinischen Volhyn und Bessarab gleich; das Cherson an die Basis der Congerierschichten als Fazies des Mäot (nach STRAUSS).

Mit der Feststellung, daß sowohl im Wiener Becken wie im Euxinischen Gebiet in dem fraglichen Zeitraum eine konkordante Schichtfolge vorliegt, sind die Schichtkomplexe in zwei parallelisierbare Niveaus eingezwängt.

1. Das Euxinische Volhyn entspricht den Rissoenschichten und Ervilienschichten des Wiener Beckens, eine Tatsache, über die keine Meinungsverschiedenheiten bestehen. Mittleres Donaubecken und Euxinischer Raum standen damals in Kommunikation.

2. Die Rhomboidea-Schichten Ungarns sind dem Euxinischen *Pont s. str.* äquivalent, im Wiener Becken umfassen sie die Zonen F, G, H.

Dadurch ist die Fragestellung weiter zu präzisieren und lautet: Welche Schichten jünger als Ervilienschichten des Sarmats und älter als Zone F des Pannons im Wiener Becken entsprechen dem Bessarab, Cherson und Mäot. Es ist überflüssig zu betonen, daß die Molluskenfauna Südrußlands in dem genannten Zeitraum je im Mittleren Donaubecken gefunden werden kann. Aus diesem Grunde muß auf andere Gedankengänge und Tatsachen hingewiesen werden.

1. Es gilt als allgemein anerkannte stratigraphische Regel, daß den neuauftretenden Arten gegenüber den persistierenden der Vorzug zu geben ist.

Im Mittleren Donaubecken treten einige Arten des Südrussischen Bessarab auf, sowohl im oberen Teil der Ervilienschichten wie auch in den Mactraschichten. Wir erwähnen nur *Mactra vitaliana vitaliana*, *Irus (Paphirus) vitalianus* in der Größe von *Irus (Paphirus) vitalianus mediosarmatica*, und einige Arten von *Dorsanum* (*D. triformis*, *D. fraudulentum* u. a.). Die Tatsache des Auftretens von Arten im Mittleren Donaubecken, die im Südrussischen Sarmat heimisch sind, wird sowohl von JEKELIUS 1944 wie auch von LASKAREV 1952 (Manuskript 1946) zugegeben, allerdings wird ihnen nur geringe Bedeutung beigelegt, weil sie mit einer „typisch volhynen Begleitfauna“ vergesellschaftet sind. Immerhin kann das Vorhandensein einiger Faunenelemente des Südrussischen Bessarab im „Jüngeren Sarmat“ des Mittleren Donaubeckens als anerkannt gelten.

2. Diese Arten kommen zum Teil mit solchen vergesellschaftet vor, die im „Jüngeren Sarmat“ eine Weiterentwicklung gegenüber jenen im „Älteren Sarmat“ zeigen und im Südrussischen Bessarab fehlen, z. B. Formenkreis des *Cardium politioanei* JEKELIUS, *Bittium hartbergense*, *Cardium latissulcum nezingense* usw. Dies unterstützt den stratigraphischen Wert des Auftretens von Arten des Südrussischen Bessarab im Mittleren Donaubecken.

3. Besonders von JEKELIUS wird 1943 die Ansicht vertreten, daß das Persistieren von *Clavatula* und *Ocenebrina* im „Jüngeren Sarmat“ des Mittleren Donaubeckens eine höhere Salinität erfordere, als es in Südrußland im Bessarab der Fall ist. Von diesem Gedanken ausgehend, wird von WINKLER-HERMADEN 1952 dargelegt, daß im Westen eine „Verbindung des italienischen Sarmatmeeres, das stärkeren marinen Einschlag als in Pannonien aufwies“, bestanden haben kann. Eine Übersicht der Gattungen im Südrussischen Bessarab zeigt nun, mit dem Aufblühen der *Trochidae*, der starken Variation von *Cardium* und *Dorsanum*, daß die Salinität des Südrussischen Bessarab nicht geringer gewesen sein muß als jene im Wiener Becken. Andererseits kommt *Ocenebrina sublavata striata* auch in Kischineff mit *Nubecularia novorossica* vor, wie aus Materialien am Paläontologischen Institut der Universität Wien ersichtlich ist.

Einen weiteren Gesichtspunkt zur Frage der Salinität können die Foraminiferen geben. Die Foraminiferen-Vergesellschaftung im Sarmat des Wiener Beckens nimmt, nach den durch GRILL auf breitester Basis durchgeführten Untersuchungen, wie schon erwähnt, folgende Entwicklung:

a) Zone mit *Elphidium regium* d'ORBIGNY.

In dieser Zone ist eine charakteristische Vergesellschaftung von Foraminiferen und Ostracoden bezeichnend. Folgende Arten sind am häufigsten:

- Elphidium* aff. *crispum* d'ORBIGNY
 „ *aculeatum* d'ORBIGNY
 „ *regium* d'ORBIGNY

Cibicides lobatulus W. S.

Cytheridea cf. muelleri MUNSTER

Hemicythere sp.

Weitere Faunenelemente, die gegenüber den genannten an Häufigkeit jedoch zurücktreten oder nur lokal häufiger sind, vgl. S. 74, 75.

b) Zone mit *Elphidium hauerinum* d'ORBIGNY.

Neben der namengebenden Art sind die vorhergenannten Arten häufig, mit Ausnahme des *E. reginum*, außerdem *Articulina sarmatica* KARRER und in einzelnen landnahen Bildungen *Rotalia beccarii* (LINNÉ).

c) Zone des *Nonion granosum* d'ORBIGNY.

Diese Zone, mehr als die obere Hälfte des Sarmats im Wiener Becken umfassend, wird durch eine Foraminiferenfauna gekennzeichnet, die neben der namengebenden Art folgende häufige Arten enthält:

Elphidium rugosum d'ORBIGNY

„ *optusum* d'ORBIGNY

Rotalia beccarii LINNÉ

Quinqueloculina sp. (Kümmerform)

Elphidium aff. aculeatum (Kümmerform)

Hemicythere notata REUSS

In der Beckenfazies kommt oft *Nonion granosum* allein vor.

Zum Vergleich untersuchte Proben aus Kischineff ergaben nun folgendes Bild der Foraminiferenfauna:

Elphidium crispum d'ORBIGNY, zahlreich

„ *fichtelianum* d'ORBIGNY, seltener

„ *reginum* d'ORBIGNY, seltener

„ *hauerinum* d'ORBIGNY, seltener

Articulina sarmatica KARRER, zahlreich

Cibicides lobatulus W. S., seltener

Quinqueloculina sp., zahlreich

Hemicythere notata REUSS, zahlreich

Leptocythere sp., selten.

Dazu kommen Unmengen von *Nubecularia novorossica* KARRER und SINZOV. Nubecularien, in allerdings viel bescheidenerem Maße, finden sich bei Wiesen im oberen Teil der Ervilienschichten (Wiesen, Aufschluß I) und in den Mactraschichten (Wiesen, Aufschluß B). Die übrige Foraminiferenfauna entspricht im krassen Gegensatz zu den Mollusken dem untersten Niveau im Wiener Becken und nur Anklänge an die Zone mit *Elphidium hauerinum* können gesehen werden. Sie entspricht jedenfalls der Foraminiferenfauna im älteren Sarmat des Wiener Beckens.

Wäre man ursprünglich von der Foraminiferenfauna ausgegangen, so hätte die Suche nach den Schichten mit *Nonion granosum*, die im Wiener

Becken, wie erwähnt, mehr als die Hälfte des gesamten Sarmats einnimmt, in Bessarabien einsetzen müssen; man hätte dabei wohl die Schichten mit *Maetra caspia* herangezogen, die bei Balcié (Dobrugea, Rumänien) tatsächlich eine verarmte Foraminiferenfauna enthält. Diese entgegengesetzten Erscheinungen lassen sich aber deuten.

Die Foraminiferenfauna als Gradmesser der Salinität läßt den Schluß zu, daß im Bessarab von Kischineff andere Verhältnisse herrschten, als im jüngeren Sarmat des Mittleren Donaubeckens. Bei unvermindertem Salzgehalt in Verbindung mit kontinentalerem Klima hat die Molluskenfauna in Südrußland eine stärkere Tendenz zur Neubildung von Arten entwickelt als im Mittleren Donaubecken, die Foraminiferen blieben dagegen konstant. Das Mittlere Donaubecken war durch den Karpatenbogen zu dieser Zeit vollständig von den östlicher gelegenen Gebieten getrennt. Bedingt durch ein humideres Klima im Westen, das sich im Wasserhaushalt des kleineren Mittleren Donaubeckens auswirken mußte, blieb die Molluskenfauna konservativer, die Foraminiferen wurden aber in ihrem Artenbestand wesentlich beeinflusst und lassen im jüngeren Sarmat auf eine geringere Salinität schließen als im Osten.

Auf gewisse Einflüsse des Klimas auf den Wasserhaushalt und damit auf die Salinität wurde schon eingegangen (vgl. S. 72—74). Nach dem heutigen Stand der Kenntnisse ist es nicht nötig, eine Verbindung des Mittleren Donaubeckens nach Italien anzunehmen, das Südrussische Bessarab hatte sicher eine höhere Salinität als das jüngere Sarmat im Wiener Becken. Genauere Analysen der Floren und Landschnecken im Sarmat Südrußlands und des Wiener Beckens könnten weiteren Aufschluß über klimatische Gegebenheiten bringen.

Es möge in diesem Zusammenhang nur noch auf Verschiedenheiten der Sarmatfauna am Alpenostrand und im Banat (JEKELIUS 1944) hingewiesen werden. Das häufige Auftreten von *Mohrensternia* im älteren Sarmat mit *Cardium janoscheki* PAPP usw. ist eine immer wieder zu bestätigende Erscheinung. Im Osten des Mittleren Donaubeckens scheinen jedoch Mohrensternien in dem jüngeren Niveau mit *Cardium politioanei* in größerer Individuenzahl auf, wobei sowohl lokale Fazieseinflüsse, wie auch weiterreichende Verschiedenheiten der Salinität, bedingt durch kontinentaleres Klima eine Rolle spielen könnten. Leider wurden von JEKELIUS die Foraminiferenfaunen aus dem Banat nicht berücksichtigt. Vielleicht würden sie einen zusätzlichen Hinweis, ähnlich wie für Kischineff, geben.

4. Der hohe stratigraphische Wert der Wirbeltierfaunen im Jungtertiär Europas wird immer mehr anerkannt, vor allem die Ingression von *Hipparion* und der begleitenden Arten (siehe auch PAPP und THENIUS 1949). Es möge in diesem Zusammenhang nur noch erwähnt werden, daß das Cherson

Südrußlands bereits Hipparionfaunen lieferte und daher nicht mehr zum Sarmat, das im Sinne von E. SUESS die 1. miozäne Wirbeltierfauna umfaßt, zu rechnen wäre.

Wenn man die hier dargelegten Gesichtspunkte berücksichtigt, so wird die Möglichkeit, daß das Südrussische Bessarab in den Mactraschichten und der Verarmungszone im Wiener Becken seine Äquivalente haben kann, nicht auszuschließen sein.

Wie erwähnt, bleibt im Wiener Becken der Zeitraum von Mactraschichten, Verarmungszone und das Pannon mit den Zonen A—E für den Zeitraum Bessarab—Cherson Mäot. Will man die Mactraschichten wie JEKELIUS 1943 und LASKAREV 1952 zum Volhyn rechnen, so verengt sich das freibleibende Schichtpaket nicht zu stark. Doch möge nochmals betont werden, daß persistierende Arten nie als Leitfossilien ersten Ranges gelten. Das Schwergewicht muß immer bei den neu auftretenden Arten ruhen. Daß es derartige neu auftretende Arten in den Mactraschichten von Wiesen tatsächlich gibt, wird wohl auch die strengste Kritik bestätigen. In Soceni mußte sie JEKELIUS 1944 ebenfalls zugeben. Man könnte nun die ganze Vielfalt biologischer Kriterien weiter diskutieren, die sich für die Entwicklung der Molluskenfauna ergeben, wenn der Karpatenbogen als trennende Schwelle das Mittlere Donaubecken vom Osten trennt. Das Ergebnis wäre dann wohl dahin zusammenzufassen, daß in beiden Räumen wohl gleichzeitig verschiedene Molluskenfaunen leben können, wobei in Südrußland die Formwandlungstendenz der einzelnen Arten intensiver war als im Mittleren Donaubecken.

Die marin-endemische Molluskenfauna des Cherson ebenso wie die brachyhaline „Transgressionsfauna des Mäot“ bleiben dem Mittleren Donaubecken überhaupt fremd. Für diese Faunen ist jedoch ein anderes Kriterium maßgebend. Die aus Cherson und Mäot bekanntgewordenen Säugetierfaunen gehören der pliozänen Säugetierfauna mit *Hipparion* und *Mastodon longirostris* an. Aus diesem Grund (die theoretisch paläontologischen Vorarbeiten für die Beurteilung der Säugetierfauna vgl. PAPP und THENIUS 1949) wird das Cherson mit jenen Schichten zu parallelisieren sein, die im Wiener Becken über dem Sarmat im Sinne von E. SUESS 1866 liegen.

Von maßgeblicher Bedeutung für die endgültige Lösung dieses Fragenkreises können schließlich Studien im Sarmat von Serbien werden. Ost-Serbien hat bekanntlich in dem östlich der Karpaten (Crni vrh) gelegenen Gebiet von Negotin Anteil an dem Dazischen Becken*). Hier folgen über marinen Schichten, deren Fauna eine gewisse Verarmung zeigt, blaugraue

*) Der Verfasser ist der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, ebenso wie der entgegenkommenden Hilfe von Herrn Prof. Dr. K. Petković (Beograd) und Herrn Prof. Dr. P. Stevanović (Beograd) für die Ermöglichung von Studien im Gebiet von Negotin zu großem Dank verpflichtet.

Tone mit einer Molluskenfauna von „volhynischem“ Gepräge, die jener der „Rissoenschichten“ im Wiener Becken und dem Grazer Becken (Waldhof bei Wetzelsdorf, vgl. S. 45) sehr ähnlich ist. Für die Foraminiferenfauna ist *Elphidium aff. crispum* und *E. reginum* in typischem Vorkommen hervorzuheben. Im Gebiet NW von Negotin folgt auf das Volhyn eine mächtige Folge von Grobschottern, darüber lagern Sandsteine des „Bessarab“.

Im Gebiet von Beograd bzw. in den westlich des Hauptkammes gelegenen Sarmatvorkommen haben die ältesten sarmatischen Schichten nach Angabe von Prof. Dr. P. STEVANOVIC einen ähnlichen Charakter wie die Rissoenschichten in Negotin, in dem oberen Teil ist die Fazies sandig-kalkig. Es kann kein Zweifel sein, daß eine intrasarmatische Hebung der das Dazische und Mittlere Donaubecken trennenden Gebirge die Änderung in der Sedimentation nach Ablagerung der Rissoenschichten verursachte. Somit würden diejenigen Anteile des Sarmats, die in Negotin eine typische Molluskenfauna des Benarab führen eine ähnliche Stellung zum Volhyn einnehmen wie das „Jüngere Sarmat“ in sandig-kalkiger Fazies in Serbien und im übrigen Mittleren Donaubecken. Die divergente Entwicklung der Molluskenfauna östlich und westlich der Karpathen läßt sich zwanglos eben durch die Hebung der Gebirge verstehen, durch die im „Volhyn“ bestehende Verbindungen des Dazischen und Mittleren Donaubeckens unterbrochen wurden.

Die Abfolge der sarmatischen Sedimente in der Steiermark, vor allem von A. WINKLER-HERMADEN 1913 bereits sehr eingehend geschildert, zeigen im Liegenden Tone, darüber Schotter und im Hangenden eine sandig-kalkige Schichtfolge. Diese Abfolge stimmt völlig mit jener in Ostserbien überein und zeigt, daß die intrasarmatische Hebung der Gebirge, sowohl am Ostrand der Alpen, wie auch in Ostserbien zur gleichen Zeit und in ähnlicher Weise wirksam war.

Wenn auch noch nicht alle Vorarbeiten für eine endgültige Lösung aller Fragen abgeschlossen sind, so läßt sich immerhin heute schon festhalten, daß eine Zonengliederung des Sarmats, ähnlich wie im Wiener Becken, auch in Serbien durchführbar ist. Der Vergleich von Profilen westlich und östlich der Karpathen (Crni vrh) verspricht noch manche wesentliche Bereicherung.

Als weitere Parallelisierungsgrundlage können noch die großen, wahrscheinlich auch in benachbarten Becken wirksamen Spiegelschwankungen der sogenannten Trans- und Regressionen als Folge regional-klimatischer Erscheinungen herangezogen werden. Setzt man diese sowohl im Euxinischen wie im Wiener Becken gleich, so ergibt sich folgendes Bild (siehe Tab. 3).

Nach dieser Gegenüberstellung würde das Cherson jedenfalls nicht mehr mit der im Wiener Becken gebräuchlichen Grenze Sarmat und Congerien-

schichten zusammenfallen, sondern das Cherson, die Zeit der optimalen Regression in Südrußland, würde der Zone A und B entsprechen, die Zone C der mäotischen Transgression. Als Äquivalent des Bessarab scheint damit die Verarmungszone und ?Mastraschichten im Wiener Becken auf, die Zonen C—E der Congerienschichten von Wien fallen in den Zeitraum des euxinischen Mäots.

Nach Prüfung einschlägigen Materials ergibt sich, daß im Mittleren Donaubecken zwischen Sarmat und Pannon keine Schichtlücke besteht. Weitere, die Frage nach den Äquivalenten des „Bessarab“ gegebenen Daten engen die Möglichkeiten weiter ein.

Rechnet man die Mastraschichten noch zum „Volhyn“, so bliebe vom Sarmat des Wiener Beckens für das Bessarab nur die allerdings sehr schmale Verarmungszone. Läßt man die Mastraschichten als Bessarab gelten, so würden die Äquivalente des Bessarab im Sarmat des Wiener Beckens in ihrer Mächtigkeit eher entsprechen. Ein Urteil sei hier dem Leser überlassen.

Zusammenfassung.

Der Übergang der Molluskenfauna vom Sarmat zu den Congerierschichten im Wiener Becken zeigt nach den neuen Untersuchungen alle Merkmale einer kontinuierlichen Entwicklung.

Aus diesen Gründen wird, ebenso wie aus geologischen Befunden im Wiener Becken, eine geschlossene Sedimentation wahrscheinlich.

Die in Südrußland auftretenden Molluskenfaunen des Bessarab, Cherson und Mäot müssen daher im Wiener Becken Äquivalente haben. An dem Verhalten der Foraminiferenfauna im Bessarab Südrußlands konnte gezeigt werden, daß die Molluskenfauna allein für eine Klärung des gesamten Fragenkreises nicht ausreicht.

Ein Vergleich der Profile im Sarmat Ostserbiens kann ebenfalls einen Beitrag zur endgültigen Klärung des Fragenkreises liefern. Das Bessarab dürfte darnach seine Äquivalente im jüngeren Sarmat haben.

Eine Gegenüberstellung der großen, wirksamen Spiegelschwankungen im Euxinischen wie im Wiener Becken (Trans- und Regression) führt zusätzlich zu dem Ergebnis, daß dem euxinischen Cherson die basalen Zonen der Congerierschichten entsprechen (Zone A + B nach PAPP). Für eine derartige Korrelation sprechen auch die Säugetierfaunen mit *Hipparion* und *Mastodon longirostris*.

Eingegangen bei der Schriftleitung Juni 1953.

Schrifttum.

Andrusov, N. 1895: Kurze Bemerkungen über einige Neogenablagerungen Rumäniens. — Verh. Geol. R.-A. Wien.

- 1896—1902: Die Südrussischen Neogenablagerungen I—III. — Verh. russ. Mineral Gesellsch., Ser. 2, I: 34, 1896; II: 36, 1899; III: 39, 1902.
- 1910: Die Brackwassercardiden II. Mem. Acad. sc. Petersbourg.
- Barbot de Marny, 1869: Geol. Skizze des Gouvern. Cherson. — Petersburg (russisch).
- Bittner, A. 1883: Über den Charakter der sarmatischen Fauna des Wiener Beckens. — Jb. Geol. R.-A. Wien.
- Davidaschwili, L. C. 1932: Fossils of the sarmatian beds. — Characteristic fossils of the oil districts of the Crimæa and Caucasus. — V. Trans. of the State Petroleum Research-Inst. Moscow.
- Dubois, F. 1831: Conchyliologie fossile et aperçu géognostique de formations de plateau volhyni-Podolien. — Berlin 1831.
- Eichwald, E. 1853: Lethæa rossica ou Paleontologie de la Russie III. — Stuttgart.
- Friedberg, W. 1911—1928: Mollusca miocænica Poloniae Gastropoda 1—5. — Lemberg.
- Friedl, K. 1936: Der Steinberg-Dom bei Zistersdorf und sein Ölfeld. — F. E. Sueß-Festschr. d. Geol. Ges. Wien, 29.
- Fuchs, Th. 1875: Neue Brunnengrabungen in Wien und Umgebung. — Jahrb. Geol. R.-A. Wien, 25.
- Gillet, S. 1933: Essai de synchronisme du miocène supérieur et du pliocène dans l'Europe central et orientale. — Bull. Soc. géol. Fr., Paris.
- 1938: Les Limnocardiidés de quelques gisements du Sarmatien roumain. — Anuarul Institutului Geologic României, Bucureşti.
- 1947: Le problème de Peuryhalinité: Quelques études sur les faunes des Limans. — Revue scientifique, Paris.
- Grill, R. 1941: Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und den benachbarten Molasse-Anteilen. — Öl und Kohle, 37, Berlin.
- 1943: Über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. — Jahrb. Geol. Bundes-Anst. Wien.
- Handmann, R. 1882: Die fossile Molluskenfauna von Kottingbrunn. — Jahrb. Geol. R.-A. Wien, 32.
- Hilber, V. 1883: Über die obersarmatischen Schichten des Steinbruches Wiesen. — Verh. Geol. R.-A. Wien.
- 1897: Die sarmatischen Schichten vom Waldhof bei Wetzelsdorf. — Mitt. Naturwiss. Vereins f. Steiermark.
- Hiltermann, H. 1949: Klassifikation der natürlichen Brackwässer. — Erdöl und Kohle, 2, Berlin.
- Hoernes, M. 1856 und 1870: Die fossilen Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien. 1: Univalven, Abhandl. Geol. R.-A. Wien 1856; 2: Bivalven, Abhandl. Geol. R.-A. Wien 1870.
- 1878: Ein Beitrag zur Kenntnis der sarmatischen Ablagerungen von Wiesen im Ödenburger Komitat. — Verh. Geol. R.-A. Wien.
- Hoernes, R. 1900: Die vorpontische Erosion. — Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. 109.
- 1903: Bau und Bild der Ebenen Österreichs. — Wien.
- Janoschek, R. 1942: Die bisherigen Ergebnisse der erdölgeologischen Untersuchungen im inneralpinen Wiener Becken. — Öl und Kohle, 36, S. 125, Berlin.
- 1943: Das Pannon des Inneralpinen Wiener Beckens in: Zur Stratigraphie des Jungtertiärs der Donauländer. — Mitteilung d. Reichsamts f. Bodenf. Wien.
- 1943 und 1951: Das Inneralpine Wiener Becken in: Geologie der Ostmark von F. X. Schaffer. 2. Auflage (1. Auflage 1943), Wien.
- Jekelius, E. 1935: Die Parallelisierung der pliozänen Ablagerungen Südost-Europas. — Sonderabdruck aus dem Anuar. Inst. Geol. al României, 17.
- 1944: Sarmat und Pont von Soceni. — Memoriile Inst. Geol. al României, 5, Bukarest.
- Kamptner, E. 1942: Zwei Corallineen aus dem Sarmat des Alpen-Ostrandes und der Hainburger Berge. — Annal. Naturh. Museum Wien, 52.
- Kolesnikov, V. P. 1935: Die sarmatischen Mollusken. — Palaeontologie der UdSSR, X, Teil 2, Akad. Wiss. UdSSR, Leningrad.
- 1940: in Archangelsky A. D. Stratigraphy of UdSSR, Acad. sc. UdSSR, Leningrad.

- Krejci-Graf, K. 1943: Horizont und Fazies im rumänischen Jungtertiär. — *Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien* (= *Mitteil.* 1941—1943).
- Laskarev, V. 1903: Die Fauna der Buglowka-Schichten in Wolhynien. — *Mem. Com. géol. Nouv. ser. Liv. 5*, Petersburg.
- 1924: Sur les équivalents du sarmatien supérieur en Serbie. — *Recueil de Travaux offert a M. Jovanovijic*, Beograd.
- 1952: Über das Alter der sarmatischen Schichten im pannonischen Becken. — *Bull. Acad. Serbe des sciences*, 4, Beograd.
- Nebert, K. 1950: Sedimentologisch-stratigraphische Untersuchungen im Jungtertiär südwestlich von Hartberg (Oststeiermark). — *Berg- und Hüttenm. Jahresh.*, Leoben.
- Papp, A. 1939: Untersuchungen an der sarmatischen Fauna von Wiesen. — *Jahrb. Reichsamts f. Bodenf.* (= *Geol. Bundesanst.*) Wien, 89.
- 1944: Die senkrechte Einregelung von Gastropodengehäusen in Tertiärschichten des Wiener Beckens. — *Palaeobiologica* 8, Heft 1/2, Wien, 1944.
- 1948: Das Sarmat von Hollabrunn. — *Verh. Geol. B.-A. Wien*.
- 1950: Fauna und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken. — *Akademischer Anzeiger*, Wien.
- 1950: Über die Einstufung des Jungtertiärs im Lavanttal. — *Anz. Österr. Akad. Wiss.*, Wien.
- 1951: Das Pannon des Wiener Beckens. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, Bd. 39—41.
- 1952: in Beck-Managergetta P.: *Zur Geologie und Paläontologie des unteren Lavantales*. — *Jb. Geol. B.-A. Wien*.
- 1953: Die Molluskenfauna des Pannons im Wiener Becken. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 44.
- 1954: Die Molluskenfauna im Sarmat des Wiener Beckens. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*.
- und Häusler, H. 1940: Neue Beobachtungen über die Tertiärschichten der Hainburger Berge. — *Mitteil. Reichsst. f. Bodenf., Zweigst.* Wien, 1, Heft 2, Wien 1940.
- und Thenius, E. 1949: Über die Grundlagen der Gliederung des Jungtertiärs und Quartärs in Niederösterreich. — *Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien*, 158, S. 763.
- Pauca, 1936: Le basin néogène de Beins. — *Annarul Inst. Geol. al României*, 17, Bukarest.
- Romane, R. 1934: Die Brackwasserfauna. — *Verh. dtsh. zool. Ges.*, Leipzig.
- Schlesinger, G. 1921: Die Mastodonten des Naturhistorischen Staatsmuseums. — *Denkschr. Naturh. Staatsmuseums*, 1, Wien.
- 1922: Die Mastodonten der Budapester Sammlungen. — *Geologica Hungarica*, 2, Budapest.
- Schreter, Z. 1912: Die stratigraphische Stellung der sarmatischen Schichten Ungarns. — *Koch-Festschrift*, Budapest (ungarisch).
- Simionescu, I. und Barbu, J. Z. 1940: La faune sarmatienna de Roumanie. — *Mem. Inst. Geol. României*, B, București.
- Sokolow, N. 1899: Die Schichten mit *Venus Konkensis* am Flusse Konka. — *Mem. Comité géol. Petersbourg*.
- Stevanović, P. M. 1951: Pontische Stufe im engeren Sinne, obere Congerenschichten Serbiens und der angrenzenden Gebiete. — *Serbische Akad. d. Wissenschaften*, 157, Sonderausgabe, Beograd.
- Strausz, L. 1943: Versuch einer Parallelisierung des Pannons. — *Mitteil. Reichsamt f. Bodenf.* (= *Geol. Bundesanst.*) Wien.
- Sueß, E. 1866: Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärablagerungen. I. Über die Gliederung der tertiären Bildungen. II. Über den Charakter der Sarmatischen Stufe oder der Cerithienschichten. — *Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien*, 53 und 54.
- Sümegey, J. 1939: Zusammenfassender Bericht über die pannonischen Ablagerungen des Györer Beckens, Transdanubiens und des Alföldes. — *Jahrb. d. Kgl. Ung. Geol. Anst.* 32, Budapest.
- Szadeczky-Kardos, E. 1938: Geologie der rumpfangarländischen Kleinen Tiefebene. — *Mitteil. d. Berg- u. Hüttenm. Abt. d. Universität Odenburg*, 10.
- Thenius, E. 1948: Die Säugetierfauna aus den Congerenschichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. — *Verh. Geol. B.-A. Wien*.

- 1951: Die jungtertiäre Säugetierfauna des Wiener Beckens in ihrer Beziehung zu Stratigraphie und Ökologie. — Erdöl-Zeitung, 67/5, Wien.
- Toula, F. 1906: Die Kreindl'sche Ziegelei in Heiligenstadt und das Vorkommen von Congerienschichten. — Jb. Geol. R.-A. Wien.
- Veit, E. 1943: Zur Stratigraphie des Miozäns im Wiener Becken. — Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien.
- Vendl, M. 1930: Geologie der Umgebung von Sopron (Ödenburg). — Erdészeti Közlemények 32, Sopron.
- Winkler, A. 1913: Untersuchungen zur Geologie und Palaeontologie des Steirischen Tertiärs. — Jahrb. Geol. R.-A. Wien, 63.
- 1943 und 1951: Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das Inneralpine Tertiär in: Schaffer F. X.: Geologie der Ostmark, Wien (erste Auflage 1943).
- Winkler-Hermaden, A. 1952: Neue Beobachtungen im Tertiärbereich des mittelsteirischen Beckens. — Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 81/82, Graz.
- Zapfe, H. 1948: Die Säugetierfauna aus dem Unterpliozän von Gaiselberg bei Zistersdorf in Niederösterreich. — Jahrb. Geol. B.-A. 1948, erschienen 1949.