

ZUR STRATIGRAPHIE UND TEKTONIK JUNGTERTIÄRER ABLAGERUNGEN IM NORDWESTLICHEN KRŠKO POLJE IN SLOWENIEN*

Herribert Pierau

Mit 4 Abbildungen und 11 Tabellen

Allgemeines

Das Material zu vorliegender Arbeit konnte ich während meines Studienaufenthaltes 1953/54 an der Universität Ljubljana aus den jungtertiären Ablagerungen des nordwestlichen Krško polje gewinnen. Ziel



Abb. 1. Geographische Lage des Arbeitsgebietes (schraffiert)

der Untersuchungen war zu versuchen, den tertiären Schichtkomplex des Gebietes altersmäßig genauer einzustufen und wenn möglich, mit Hilfe von Mikrofossilien stratigraphisch zu gliedern. Zu diesem Zwecke wurde

* Gekürzte Fassung der Dissertation, vorgelegt 1956 an der Christian Albrechts Universität zu Kiel.

zunächst ein Gebiet von etwa 60 km² im Raume Škocjan—Šmarjeta (siehe Abb. 1) östlich Novo mesto geologisch kartiert und den tertiären Ablagerungen ein dichtes Netz von Schlitzproben für eine spätere mikropaläontologische Bearbeitung entnommen. Im Mai 1955 suchte ich das Arbeitsgebiet zur Entnahme von Kontrollproben noch einmal auf.

Die Lagerung

Im Norden, Westen und Osten werden die Tertiärablagerungen des Arbeitsgebietes von einem Rahmen mesozoischer Gesteine (Mitteltrias und Oberkreide) begrenzt. Für die Tertiärschichten wurde bisher normale, söhliche Lagerung angenommen. Bei der Kartierung zeigte sich jedoch, daß die tertiären Ablagerungen am Vinji vrh antikalinal aufgewölbt sind. Der Vinji vrh ist ein tektonischer Sattel (siehe Abb. 3), dessen eine Flanke steil nach Süden, die andere — flacher — nach Norden einfällt. Nach einer flachen Einmündung im Radulja-Tal steigen die Schichten zu einem weiteren Sattel nach Norden an; jedoch wird die Nordflanke dieses zweiten Sattels an einer NW—SO streichenden Störung (Störung von Škocjan) unterdrückt. — Der Vinji vrh-Sattel läßt sich über eine Strecke von etwa 4,8 km verfolgen; seine Sattelachse taucht nach NO unter.

Ausbildung und Schichtfolge des Miozäns

Zur leichteren Übersicht sollen die Namen der einzelnen Altersstufen schon jetzt eingeführt werden (siehe Tab. 1), ohne daß damit dem Ergebnis der mikropaläontologischen Untersuchungen vorgegriffen werden soll (siehe Seite 124).

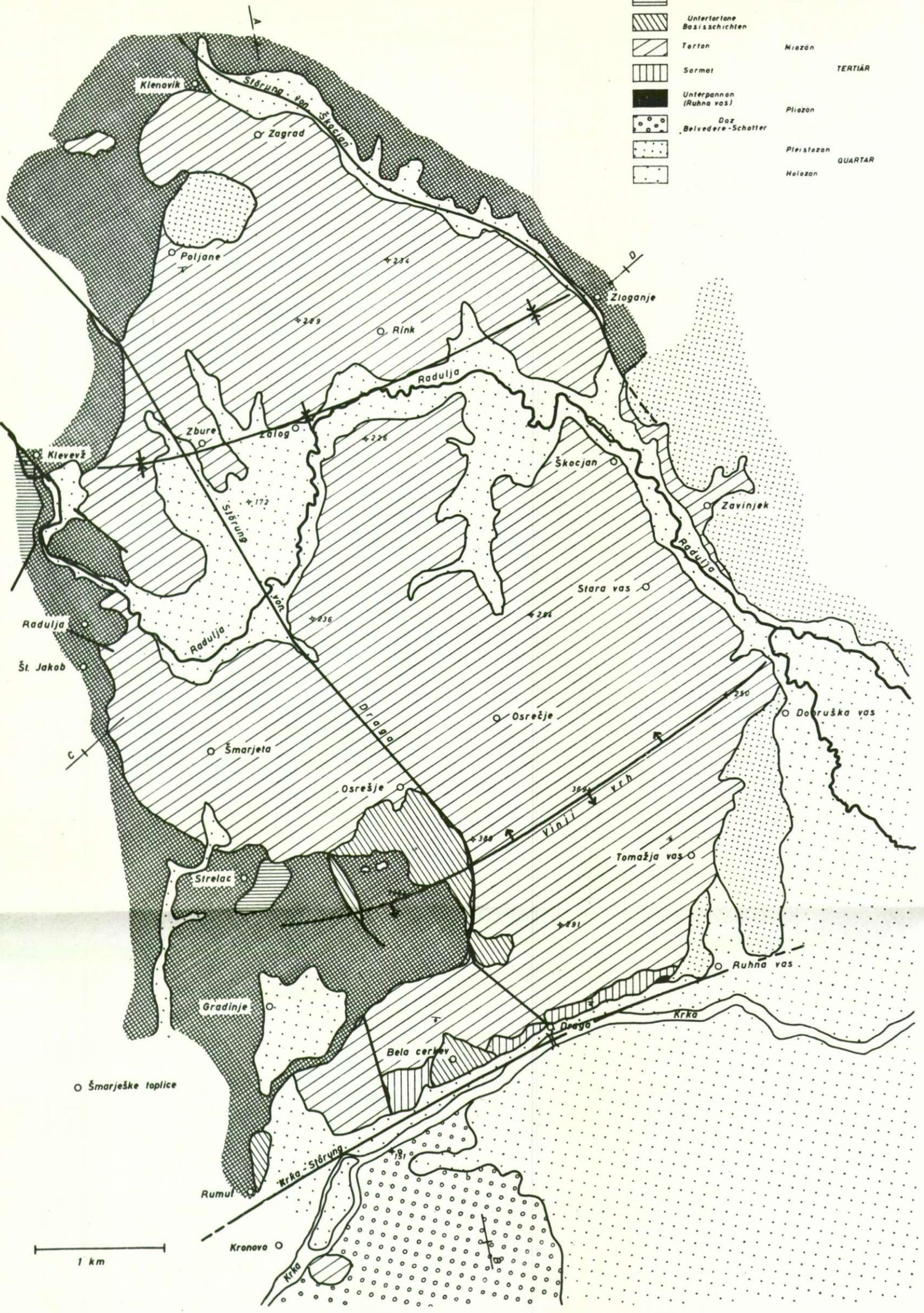
Das Torton

Die tertiäre Schichtfolge beginnt mit einem weißlich- bis gelblich-grauen konglomeratischen Kalk, der triadische Gesteine diskordant überlagert. In der Grundmasse des Kalkes befinden sich eckige Kalk- und Dolomitbröckchen aufgearbeiteter Triasgesteine. Ähnliche Konglomerate beschreiben auch Heritsch und Seidl sowie Tornquist vom Südrand des Krško polje.

Schichtfolge des Miozäns im nordwestlichen Krško polje

Über der konglomeratischen Basis liegen gelbe bis grau gelbe Kalke, die in graue harte Kalke übergehen. Darüber folgt eine mächtige Serie von Kalken und Mergeln mit kugeligen Kalkknollen (Kalkalgen). Die Kalke sind braun gefärbt und enthalten meist nur kleine, kugelige bis zylindrische Gebilde, die im Anschlag das Bild konzentrischer Ringe zeigen. In den lockeren, kalkig-sandigen Mergeln (nördlich oberhalb Osrešje) sind die Kalkknollen bis kinderfaustgroß und lassen sich leicht aus ihrem Verband herauslösen.

	Mittel- TRIAS	
	Ober - KREIDE	
	Untertertiäre Basisschichten	
	Torton	Miozän
	Sarmat	TERTIÄR
	Unterpannon (Ruhna vas)	Pliozän
	Daz Belvedere-Schotter	Pleistozän
		QUARTÄR
		Holozän



Kartenbeilage: Zur Geologie im nordwestlichen Krško polje

		Ausbildung	Zone (Vergl. Tab. 9 u. 11)	
S A R M A T		Schluffige Mergeltone weiche Mergel Bruchschillkonglomerat	Zone III	
		Wechselagerung von Tonmergeln und Mergelkalken	Zone II	
		Schluffige Mergeltone Basiskonglomerat	Zone I	
T O R T O N	oberes	Leitha-Bildungen (Mergel und Lithothamnienkalke)	Zone VI	
		Wechselagerung von Mergeln und mergeligen Kalken (Leitha-Bildungen)	Zone V	
	unteres	Schluffige Mergeltone		Zone IV Zone III
		Tuff		
		Schluffige Mergel- tone und Tonmergel	Kalke und Kalk- sandsteine (Leitha- Bildungen)	Zone II
		Basisschichten		Zone I

Tabelle 1. Schichtfolge des Miozäns im nordwestlichen Krško polje

Die Mergel mit Kalkknollen begrenzen als Hangendes einen in sich geschlossenen Schichtkomplex, der als »untertortone Basisschichten« auf der Karte gesondert ausgeschieden wurde. Zu den Basisschichten zählen auch die — teilweise mürben — Kalke und Mergel mit Kalkknollen, auf denen die Ortschaft Bela cerkev errichtet ist. Stache (1858), auch Heritsch und Seidl (1919) hielten diese Schichten für eine jüngere Ablagerung, zumal rundumher Anzeichen für sarmatische Ablagerungen gegeben waren. Es handelt sich aber um eine vom Vinji vrh abgerutschte

Scholle der Basisschichten (siehe Abb. 2), die sich über sarmatische Ablagerungen geschoben hat. Auch die Scholle östlich der Störung von Draga, unterhalb der Höhe 389, ist durch Rutschung dorthin gelangt. — Nicht überall sind die Basisschichten so mächtig ausgebildet wie am Nordhang des Vinji vrh! Die Kalke und Mergel mit rundlichen Kalkknollen können auf einem dünnen Schichtstreifen reduziert sein oder auch fehlen; das ist faziesbedingt. Wo untertortone Basisschichten im Arbeitsgebiet anstehen, sind sie kalkig ausgebildet. In Richtung ehemaliger submariner Schwellen nehmen die Bildungen an Mächtigkeit zu. Im Bereich submariner Mulden sind die kalkigen Basisschichten zu Gunsten feinklastischer Ablagerungen reduziert.

Über den Basisschichten folgt eine Serie schluffiger Mergeltone und Tonmergel (Tegel). — Zwischen dieser Schichtfolge und den Basisschichten liegt häufig ein Horizont mit großwüchsigen Ostreen (Bruchstücke bis zu 2 kg), den auch Heritsch und Seidl sowie Tornquist am Rande von Gorjanci beobachtet haben. — Die Serie der feinklastischen Ablagerungen kann in ihrem Liegendabschnitt noch von kalkigen Schichten unterbrochen sein. Das betrifft Gebiete aus dem Bereich ehemaliger submariner Erhebungen (Poljane, Zagrad). In diesem Falle treten Leitha-Bildungen, Kalksandsteine und kalkige Mergel auf, die in schneller Folge mit weichen Tonmergeln und Mergeltonen wechselagern, schließlich aber in schluffige Mergeltone übergehen. Die Farbe der Mergeltone ist wechselnd, vorherrschend aber grün und braun. Auch in der Festigkeit ergeben sich Unterschiede. Sie sind durch verschiedenen Schluff-, Feinsand- und Kalkgehalt bedingt. Ein geringer Kalkgehalt ist stets nachweisbar. Bei anstehenden Ton- und Mergelgesteinen bewirkt er einen bläulichen bis grauen Verwitterungsüberzug.

Im Verband der feinklastischen Sedimente des Untertortons wurde der Horizont eines vulkanischen Tuffes von meist 25 cm bis 40 cm Mächtigkeit angetroffen. Dieser Tuff erwies sich bei der Kartierung als brauchbarer Leithorizont. Er ist häufig aufgeschlossen, und vor allem tritt ein Tuffhorizont im Profil der tertiären Ablagerungen des nordwestlichen Krško polje nur einmal, an dieser Stelle, auf. In dem graugrünen selten blaugrauen dazitisch-rhyodazitischen Tuff sind Biotitblättchen nur selten erhalten (Vinji vrh), meist schon herausgewittert. Häufig ist Glassubstanz an der Basis des Tuffhorizontes in einem schmalen Streifen angereichert. Ein mergeliger oder toniger Tuffit bildet den Übergang zum Hangenden. Selten ist der Tuff direkt von weißen, plattigen Mergeln (Vinji vrh) überlagert. — Im Liegenden des Tuffhorizontes scheint lokal ein kleines, linsenartig ausgebildetes Kohleflöz aufzutreten. Ich selbst habe das Flöz nirgends beobachten können, doch scheint sein Vorkommen auf Grund glaubwürdiger Angaben (Brunnenbauer) wahrscheinlich. — Über dem Tuff folgen wieder schluffige Mergeltone und eine etwa 1 m mächtige helle Kalkbank, die im Bereich submariner Schwellen und Erhebungen größere Mächtigkeit erreichen kann. — Untertortone Tonmergel und Mergeltone bedecken den Nordhang des Vinji vrh-Sattels westlich der Störung von Draga. Auch der Halbsattel von Zagrad ist hauptsächlich von untertortonen feinklastischen Ablagerungen bedeckt. In den kalkig-

mergeligen Schichten des Untertorton befindet sich neben anderen Mollusken massenhaft *Cardium hians*. Die Mergeltone führen reichlich Fischschuppen und Pflanzenhäcksel. Der durch Stache bekanntgewordene Fossilfundpunkt von Šmarjeta mit *Turritella carniolica* befindet sich in grünen und braunen schluffigen Mergeltonen des Untertorton. Diesen Fossilhorizont mit zahlreichen großwüchsigen Turritellen traf ich auch auf dem Hügel westlich von Zbure an. Leitha-Bildungen bei Zloganje und östlich Škocjan entlang der Radulja geben einen Hinweis für das Auftreten größerer submariner Schwellen im Untertorton des nordwestlichen Krško polje. Die höheren Anteile der Leitha-Bildungen gehören vielleicht dem unteren Obertorton an. Die mit 7° gegen Zloganje ansteigenden Mergeltone und selbst der Tuffhorizont keilen nach Osten zur Schwelle hin langsam aus (Seitenweg westlich Zloganje).

Der Übergang zum Obertorton vollzieht sich allmählich. Er kündigt sich durch Zunahme des Kalk-, Schluff- und Feinsandgehaltes an. Gelbliche Farbtöne werden vorherrschend. Die obertortonen Schichten werden vor allem von schluffig-mergeligen und mergelig-kalkigen Sedimenten aufgebaut, die sich in schneller Folge ablösen. Harte Kalke sind selten. Einen Eindruck von dem raschen Fazieswechsel in den obertortonen Ablagerungen vermitteln die Aufschlüsse im Hohlweg von Bela cerkev nach St. Jožef (Höhe 392), der Aufschluß von Rink, und die Schichtfolge am Hohlweg westlich oberhalb von Tomažja vas. Aus dem Hohlweg westlich von Tomažja vas beschrieb Stache eine Reihe Makrofossilien, die er dem Fossilhorizont von Šmarjeta stratigraphisch gleichordnete. Unter Berücksichtigung der Mikrofauna ist eine Parallelisierung der beiden Vorkommen jedoch nicht möglich (siehe oben und vergl. Profil VII). Die stark aufgerichteten Schichten müssen damals verdeckt gelegen haben, sonst hätte Stache hier ihre Lagerung erkennen müssen. — Obertortone Ablagerungen sind östlich der Störung von Draga auf den Hängen des Vinji vrh und auf dem Halbsattel von Zagrad verbreitet. Innerhalb der obertortonen Schichtfolge treten ein schmaler Horizont fluviatiler Schotter sowie ein dünner Streifen eines weißgelblichen Bentonits auf. Im obersten Abschnitt des Torton haben Leitha-Bildungen die Vorherrschaft. Gelbe, feinsandige, weiche Mergel, Lithothamnienkalke und -mergel wurden beobachtet. Darüber folgen schließlich knollige Lithothamnienkalke sowie Süßwasserkalke. Die Aufschlüsse im oberen Obertorton sind lückenhaft und wurden nur bei Tomažja vas sowie westlich Bela cerkev angetroffen.

Das Sarmat

Die Ausführungen Staches (1858) enthalten keine Angaben über das Auftreten sarmatischer Ablagerungen. Heritsch und Seidl (1919) vermuteten sarmatische Schichten als Denudationsrest bei Bela cerkev. Tatsächlich befinden sich sarmatische Ablagerungen an der Südflanke des Vinji vrh-Sattels. Als schmaler Streifen ziehen sie oberhalb der Krka entlang der Straße Ruhna vas—Draga und sind westlich und östlich der Rutschscholle von Bela cerkev aufgeschlossen. Während an der Nordflanke des Vinji vrh-Sattels die flachgelagerten Schichten bis

zum Untertorton erodiert wurden, blieben die jüngeren Ablagerungen an der Südflanke dank ihrer stärkeren Aufrichtung erhalten (siehe Abb. 2). Die höchsten Schichten des Sarmat sind meist eingeebnet und von jungen Auelehmen der Krka überdeckt. — Gute Aufschlüsse sind selten, denn der Streifen mit den weichen sarmatischen Ablagerungen wird landwirtschaftlich genutzt. Makrofossilien wurden in den Schichten nur vereinzelt angetroffen. Sie konnten deshalb für eine Gliederung der Ablagerungen nicht herangezogen werden. Auf der nördlichen der beiden Hügelkuppen westlich Bela cerkev war auf einem Acker über obertortonischen Schichten eine 50 bis 80 cm mächtige Konglomeratbank aufgeschlossen. In der Grundmasse eines grauen Kalkes befinden sich neben Molluskenbruchschill kleine, kantengerundete Trümmer aufgearbeiteter Triaskalke und -dolomite, Die Konglomeratbank befindet sich an der Grenze zwischen Torton und Sarmat. Darüber liegende braune Mergel und graue Mergeltonne sind kaum aufgeschlossen. Es folgen graugelbe, schluffige Mergeltonne und graugelbe, feinsandige Mergel, die vereinzelt kleine, glatte, rundliche bis längliche Kalkmergelgebilde führen und in eine schmale Kalkbank mit den gleichen Gebilden übergehen. Im Hangenden dieser Bank treten wieder weichere gelbbraune Tonmergel auf, die zu weichen bis plastischen Mergeltonnen überleiten. Braune, schluffige Tonmergel bechließen die Serie. Darüber befinden sich Bänke eines graugelben, rauhen, schluffhaltigen Kalkes in Wechsellagerung mit braungelben Tonmergeln. Die durchschnittliche Mächtigkeit der Bänke beträgt 30 bis 50 cm. Diese Schichtfolge wird im Hangenden von einer kleinen Schill-Konglomeratbank begrenzt. Die über der Bank in Richtung auf die Miozän-Pliozängrenze folgenden Schichten sind nur lückenhaft aufgeschlossen. Sie bestehen vorherrschend aus weichen, feinklastischen Sedimenten. Junge Auelehme geben diese Schichten nur in Einzelaufschlüssen oberhalb der Straße Ruhna vas—Draga frei. Unter Berücksichtigung von Schichtlücken ergab sich an Hand der Einzelaufschlüsse folgendes Bild: Graugelbe, feste Mergel setzen die Schichtfolge über der Schill-Konglomeratbank fort. Eingeschaltet ist eine Bank grauer, rauher Kalke mit runsiger Oberfläche. Darüber folgen Tonmergel und graue, plastische Mergeltonne, deren Schluff- und Feinsandgehalt zum Hangenden hin zunimmt. Daraus entwickeln sich braune, schluffige bis feinsandige, blättrige Mergeltonne, die wie geschichtete dünne Pappblätter aussehen und reichlich Pflanzenreste (Blattreste) führen. Weitere Aufschlüsse fehlen. Auch die Grenze Miozän-Pliozän ist nicht aufgeschlossen.

Stratigraphische Untersuchungen

Im vorangegangenen Kapitel wurde nur die petrographische Ausbildung der miozänen Ablagerungen berücksichtigt und zusammenfassend beschrieben. Die einzelnen Horizonte wurden im Folgenden auf ihren Inhalt an Mikrofossilien untersucht. Für die Beschreibung wurden solche Aufschlüsse ausgewählt, bei denen größere Schichtstöße zugänglich waren.

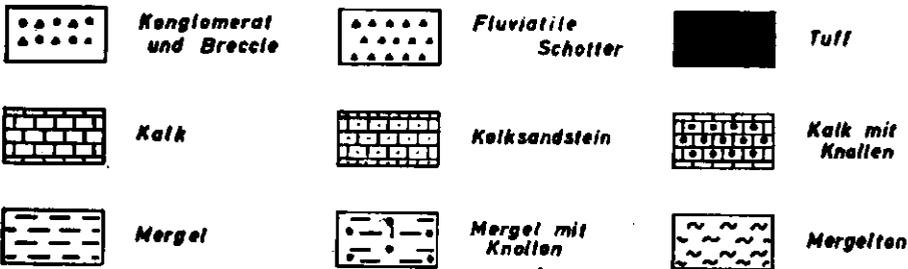
Die Ergebnisse der mikropaläontologischen Untersuchung sind in 9 Profil-Diagrammen zusammengestellt. Unter der Nummer vor den ein-

zelen Schichten laufen die Schlitzproben und ihre zugehörigen Francke-Zellen in der Sammlung des Geologischen Institutes an der Universität Kiel. Die Aufrichtung der Schichten wurde vernachlässigt; die Horizonte sind in söhlicher Lage dargestellt (Vergl. hierzu Abb. 2 und 3.)

Bei der mikropaläontologischen Untersuchung wurden alle Mikrofossilien berücksichtigt, die Foraminiferen der Art nach bestimmt. Auf eine genauere Bestimmung der übrigen Faunenelemente mußte in den meisten Fällen verzichtet werden. Ostracoden, Echinodermenreste, Spongiennadeln, Kleinmollusken und Molluskenbruschschill sowie Reste von Fischen (Oto-

Erklärung der Zeichen und Signaturen:

Im Profil:



Im Diagramm:



lithe, Zähne und Knochen) wurden nur summarisch erfaßt. Die Mikrofauna aus Kalken und harten Mergeln war in allen Fällen so stark korrodiert, daß eine Bestimmung der Fossilien nicht möglich war. Die Proben wurden deshalb in den Diagrammen nicht aufgeführt.

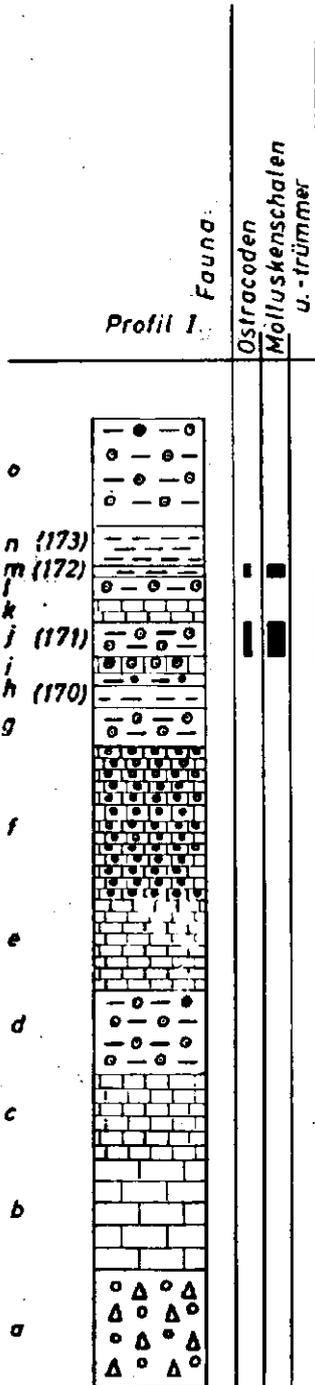
Das Profil I.

Das Profil wurde am Nordhang des Vinji vrh am Wege unterhalb der Höhe 392 (a—e) und westlich davon am Wege südlich Osrešje (g—o) aufgenommen. Es umfaßt eine Schichtfolge, die im vorangegangenen Kapitel als untertortone Basisschichten beschrieben wurde.

Das Profil II.

Die Schichtfolge wurde in Zagrad unterhalb des Bildstockes an der Wegkreuzung angetroffen. — Die tieferen Basisschichten sind in dem Profil nicht aufgeschlossen. Kalke und Mergel mit Kalkknollen scheinen in dem Aufschluß zu fehlen.

Das Profil umfaßt den oberen Teil der Basisschichten, Leitha-Bildungen und eine Folge von Tonmergeln und Mergeltonen des Untertortons.



Die Serie der tonnigen Ablagerungen ist durch den Horizont eines vulkanischen Tuffs gegliedert.

Das Profil III.

Diese Schichtfolge ist im Hohlweg von Osrešje aufgeschlossen. Zwischen den südlich der Ortschaft auftretenden Basisschichten (siehe Profil I) und diesem Aufschluß liegen die Aufschlußverhältnisse so ungünstig, daß ein durchgehendes Profil nicht aufgenommen werden konnte.

Das Profil IV.

Hinter der Wassermühle von Zavinjek ist die Schichtfolge über dem Tuffhorizont in abweichender Ausbildung aufgeschlossen. Es handelt sich dabei um Ablagerungen der Leithakalkfazies. Die feinklastischen Sedimente treten zu Gunsten kalkiger Bildungen zurück.

Die zwischen den Leitha-Sedimenten auftretenden fluviatilen Sande und Schotter im oberen Profilabschnitt verdienen besondere Beachtung. In obertortonen Ablagerungen am Südhang des Vinji vrh konnte ich ebenfalls einen dünnen Schotterhorizont beobachten. Den Leitha-Bildungen von Zavinjek fehlen jedoch Mikrofossilien, die eine sichere Einstufung ermöglichen.

Das Profil V.

Das Profil wurde an der Wegabzweigung vom Kamm des Vinji vrh den Südhang abwärts und auf dem Kamm westlich der Höhe 369 aufgenommen. Es vermittelt den Anschluß an die bisher beschriebene Schichtfolge. Die Aufschlußverhältnisse über dem Tuffhorizont sind unübersichtlich (Weinbau). Ein zusammenhängendes Profil ergibt sich ab Horizont b. Dieser entspricht dem Horizont 1 im Profil III.

Das Profil VI.

Das Profil wurde oberhalb der Ortschaft Zalog und westlich des Guthofes

Tabelle 2

Prof. III.		Fauna:	
		<i>Nonion commune/boueanum</i>	
		" <i>tuberculatum</i>	
		<i>Elphidium crispum</i>	
		" <i>flexuosum</i>	
		" <i>macellum</i>	
		" <i>rugosum</i>	
		<i>Virgulina (Virgulina) miocenica</i>	
		<i>Bolivina antiqua</i>	
		" <i>dilatata</i>	
		<i>Reussella spinulosa</i>	
		<i>Rotalia beccarii</i>	
		<i>Concris auriculatus</i>	
		<i>Asterigerina planorbis</i>	
		<i>Amphistegina lessonii</i>	
		<i>Globigerina bulloides</i>	
		" <i>triloba</i>	
		<i>Ostracoden</i>	
		<i>Diolithen, Fischzähne u.-Knochen</i>	
		<i>Seeigelstacheln u.-platten</i>	
		<i>Molluskenschalen u.-Trümmer</i>	
		<i>Schwammnadeln</i>	
z (26)	~ ~ ~ ~		
y (25)	~ ~ ~ ~		
x (24)	~ ~ ~ ~		
w (23)	~ ~ ~ ~		
v (22)	~ ~ ~ ~		
	Lücke		
u (21)	~ ~ ~ ~		
	Lücke		
t			
	Lücke		
s (20)	~ ~ ~ ~		
s (19)	~ ~ ~ ~		
	Lücke		
r (18)	~ ~ ~ ~		
Tu			
	Lücke		
q			
p (17)			
o			
n			
l (16)			
k			
j (15)			
i			
h (14)	~ ~ ~ ~		
g			
f			
e (13)	~ ~ ~ ~		
d (9)	~ ~ ~ ~		
c	□□□□□□		
b	□□□□□□		
a	□□□□□□		

Tabelle 3

Rink aufgenommen. Dem Horizont a des Profils entspricht Horizont f in Profil V, was durch die Mikrofauna bestätigt wird.

Das Profil VII.

Das Profil wurde am Hohlweg oberhalb westlich Tomažja vas kartiert.

Das Profil VIII.

Der Aufschluß befindet sich am Feldweg westlich von Bela cerkev. Der Schichtkomplex umfaßt die obersten Schichten des Torton im nord-westlichen Krško polje.

Das Profil IX.

Die Aufschlüsse zu diesem Profil befinden sich am Feldweg oberhalb der Straße Ruhna vas—Draga etwa 300 m östlich von Draga. Die Schichtfolge m—q wurde mit Vorsicht aus einer Reihe von Einzelaufschlüssen zusammengestellt. Schichtlücken müssen dabei berücksichtigt werden.

Der mikropaläontologische Befund

Sieht man davon ab, daß jede Schicht eine spezifische Mikrofauna führt, so ergeben sich für größere Profilabschnitte gemeinsame Züge in der Zusammensetzung der Fauna. Vergleicht man dagegen die Faunen dieser Profilabschnitte, so ergeben sich wesentliche Unterschiede in ihrem Fossilbestand, und es zeigt sich, daß sich innerhalb gewisser Zonen eine Veränderung der Fauna rückweise, geradezu gesetzmäßig vom Liegenden zum Hangenden vollzieht. An Hand des Faunendiagramms auf Tabelle 11 läßt sich die Verteilung und Entwicklung der Mikrofauna im Miozän des nordwestlichen Krško polje überblicken. Um ein möglichst geschlossenes Faunenprofil zu erhalten, wurden Proben aus den Profilen I—IX so ausgewählt, daß sich ein fast zusammenhängendes Profil aufstellen ließ. Einige Aufschlußlücken in den Profilen I—IX konnten durch Proben (Nr. 185, 180, 76, 77, 85) aus anderen Aufschlüssen des Arbeitsgebietes, wo die betreffenden Schichten sicher ermittelt werden konnten, ausgefüllt werden. Die Proben 185 und 180 wurden einem Aufschluß südlich Zalog, die Proben 76 und 77 im Hohlweg Bela cerkev—Höhe 392 und Probe 85 250 m südöstlich Profil VIII entnommen.

Neben einer Vielzahl von Ostracoden sind *Nonion* aus der Gruppe *commune/boueanum* und *Rotalia beccarii* das vorherrschende Faunenelement in einer langen Reihe aufeinanderfolgender Profilproben. Diese beiden Formen stellen zahlenmäßig etwa 95 % aller Foraminiferen. Ihr zahlreiches Auftreten unterstreicht den brackischen Charakter der Fauna.

Die »Basisschichten« sind nahezu fossilleer (Probe 170—173). Die Entwicklung der Mikrofauna setzt erst darüber ein. Die Proben 9—71 umfassen einen Profilabschnitt mit einer artenarmen, individuenreichen Brackwasserfauna. In dieser sind Elphidien, *Asterigerina planorbis*, *Amphistegina lessonii* und zahlreiche Fischotolithen mit den Durchläufer-

formen *Nonion* und *Rotalia* vereinigt. Die Fauna zeigt Anklänge an den Typus einer Fauna aus Leitha-Sedimenten. Probe 71 wurde dem Tuffhorizont entnommen. Er führt eine spärliche Mikrofauna. In der anschließenden Schichtfolge (Probe 162—144) beleben zahlreiche Milioliden, Globigerinen und *Reussella spinulosa* die sonst eintönige Formengesellschaft.

Auf eine schmale Zone im Profil (Probe 60—180) beschränkt sich das Auftreten einer größeren Anzahl neuer Arten. Neben *Nonion* und *Rotalia* dominieren großwüchsige Exemplare der Gattung *Robulus*. Einige Arten [*Bolivina dilatata*, *Virgulina* (*Virgulinella*) *miocenica*, *Cibicides aknerianus*, *C. austriacus*, *C. boueanus*, *C. lobatulus*, *C. dutemplei*], die vorher meist als Kümmerformen und nur vereinzelt im Profil vertreten waren, entwickeln nunmehr eine rege Entfaltung. Eine Reihe neuer Formen wie *Guttulina austriaca*, *Loxostomum digitale*, *Uvigerina bononiensis compressa*, *Eponides haidingeri*, *Cancris auriculus* und *Nodogenarina scripta* vermehren den Artenbestand dieser Zone. Es handelt sich meist um marine Formen aus dem Bereich tieferen Wassers.

Der folgende Profilabschnitt (Probe 62—196) enthält eine Auswahl bestimmter Arten aus dem Bestand der Zone mit der reichen Marinfaua. In Vergesellschaftung mit Milioliden (*Quinqueloculina akneriana*, *Q. auberiana*, *Q. boueana*, *Sigmoidina tenuis*, *Triloculina consobrina*) und Elphidien (*Elphidium crispum*, *E. fichtelianum*, *E. macellum* var. *aculeatum*, *E. rugosum*, *E. ungeri*) befinden sich *Guttulina austriaca*, *Globulina gibba gibba*, *Bolivina antiqua* (selten!), *Bolivina dilatata* (selten!), *Virgulina schreiberiana*, *Loxostomum digitale*, *Cancris auriculus* und *Asterigerina planorbis*. Neu hinzu kommen *Entosolenia marginata* und *Ammodiscus incertus*, deren Zahl sich zum Hangenden hin vergrößert. In der Fauna sind Formen marin-brakischen Flachwassers vereinigt. — Mit der ruckweisen Verarmung der Fauna in Richtung zum Hangenden verstärkt sich die Auslese ganz bestimmter Arten. Selbst die Durchläufer *Nonion* aus der Gruppe *commune/boueanum* und *Rotalia beccarii* treten allmählich zurück. In dem Profilabschnitt mit Probe 85—88 haben Elphidien und Anomaliden die Vorherrschaft angetreten. Daneben können sich nur noch *Ammodiscus incertus*, Milioliden, *Globulina gibba gibba*, *Nonion* aus der Gruppe *commune/boueanum*, *Entosolenia marginata*, *Rotalia beccarii*, *Cancris auriculus* und *Asterigerina planorbis* — meist in geringer Anzahl — behaupten.

Im folgenden Profilabschnitt (Probe 127—129) befinden sich Massen großwüchsiger Elphidien (*Elphidium macellum*, *E. crispum*) in Vergesellschaftung mit Rissoiden. *Rotalia beccarii* und *Globulina gibba gibba* sind als Kümmerformen vertreten. Die Entwicklung der Fauna hat sich zu Gunsten einer individuenreichen, artenarmen Seichtwasserfauna entschieden. Abgesehen von akzessorischen Kümmerformen behaupten sich nur noch Arten aus der Familie der Nonioniden.

Auch in der weiteren Folge bleibt *Elphidium macellum* zahlreich vertreten. Im nächsten Profilabschnitt (Probe 128—117) treten Elphidien der Gruppe *hauerinum/antoninum* aus einer Reihe weiterer Arten (*Elphidium rugosum*, *E. josephinum*, *Nonion tuberculatum*) hervor. Die Proben

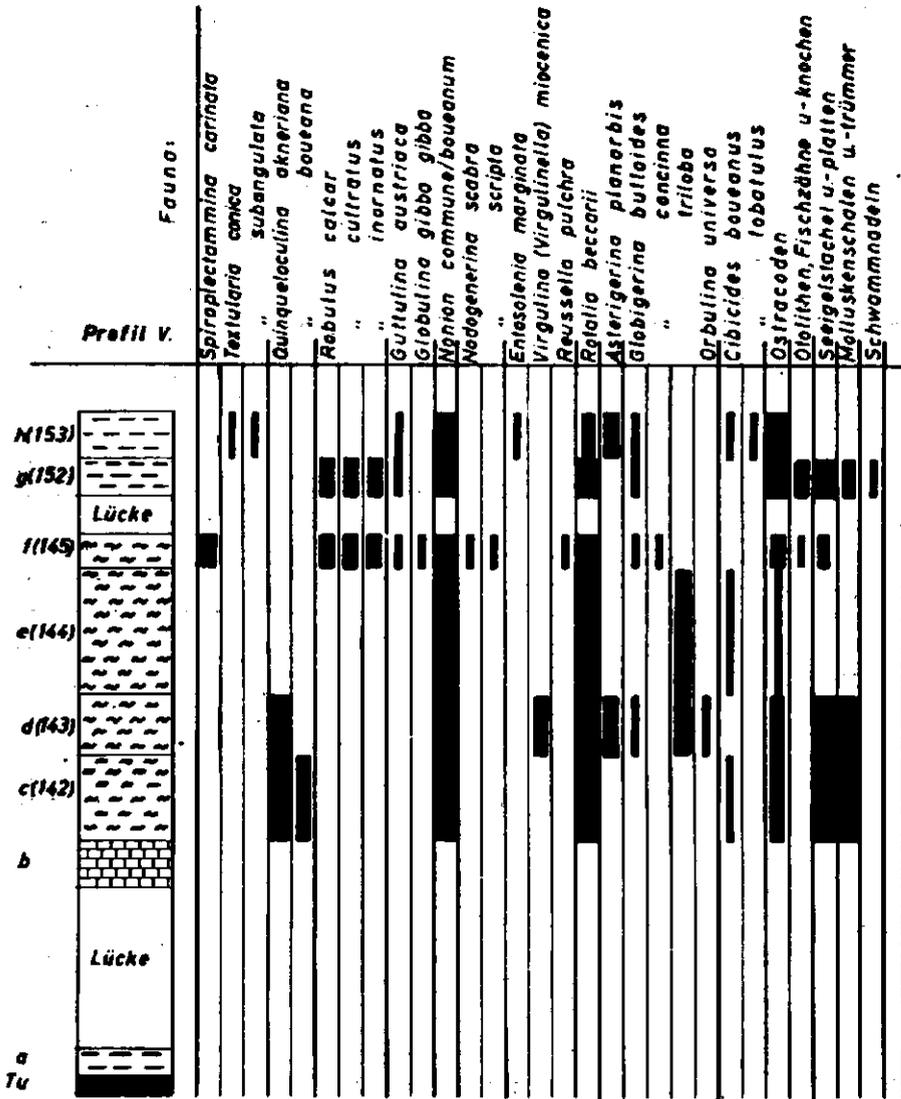


Tabelle 5

111—114 enthalten gestachelte Elphidien (*E. reginum*, *E. macellum* var. *aculeatum*) und *Nonion granosum*. Daneben treten *Rotalia beccarii* und *Cibicides aknerianus* auf. Diese Fauna beschließt die miozäne Profilverfolgung.

Stratigraphische Gliederungsmöglichkeiten und das Alter der Ablagerungen

Grundlage der Gliederung (siehe Tab. 9 und Tab. 11) ist die gerichtete Entwicklung der Mikrofauna, die sich innerhalb der Schichtfolge vom Liegenden zum Hangenden vollzieht. Die jeweilige Entwicklungsstufe der Fauna ist weniger durch das Auftreten bestimmter Einzelformen gekennzeichnet; sie prägt sich in der Zusammensetzung der Gesamtfauuna aus.

Innerhalb des Profils ließen sich mit Hilfe der Mikrofauna zwei größere Abschnitte unterscheiden und eine Reihe von Zonen abgrenzen. Im ersten Abschnitt folgt über einer Zone I mit fossilarmen Basisschichten eine Zone II mit einer artenarmen, individuenreichen Seichtwasserfauna. Die Fauna zeigt Anklänge an den Typus einer Fauna aus Leitha-Sedimenten. Im Hangenden der Zone II (Probe 71) befindet sich der Horizont eines vulkanischen Tuffes. Auf seine Bedeutung als petrographischer Leit-
horizont wurde bereits hingewiesen. Zone III führt eine artenarme, individuenreiche Brackwasserfauna. Auf Zone IV sind zahlreiche Formen marinen Tiefwassers konzentriert. Die Faunenelemente der Zone V mit einer Fauna marin-brackischen Flachwassers sind andere Kalk- und Sand-schaler als in Zone II und III des Profilabschnittes. Es sind Restbestände aus Zone IV. In Zone VI sind Formen marin-brackischen Seichtwassers mit Faunenelementen der Leithakalkfazies vereinigt.

Im zweiten Profilabschnitt lassen sich drei Zonen unterscheiden. Ihre Fauna setzt sich aus Formen brackischen Seichtwassers zusammen. Über einer Zone I mit großwüchsigen Elphidien und Rissoiden folgt eine Zone II mit Elphidien aus dem Formenkreis *hauerinum/antoninum*. Die Fauna der Zone III wird von gestachelten Elphidien, *Rotalia beccarii* und *Nonion granosum* beherrscht.

Aus zahlreichen Miozän-Vorkommen innerhalb des Pannonischen Beckens wurde die gleiche Mikrofauna beschrieben, die in den miozänen Ablagerungen des nordwestlichen Krško polje beobachtet wurde. Da eine nahezu gleichmäßige und gleichzeitige Verbreitung der Mikrofauna in dem fast geschlossenen Sedimentationsbecken des einstigen Pannon-Meeres sehr wahrscheinlich ist, können die Ablagerungen des Krško polje durch einen Vergleich der Mikrofauna altersmäßig und stratigraphisch eingestuft werden.

Die Mikrofauna in den miozänen Ablagerungen des nordwestlichen Krško polje' vereinigt Faunenelemente, die als Formen tortoner und sarmatischer Schichten aus anderen Gebieten des Pannonischen Beckens beschrieben wurden. Deshalb stelle ich die miozänen Schichten des nordwestlichen Krško polje in das Obermiozän. Der Schichtkomplex umfaßt

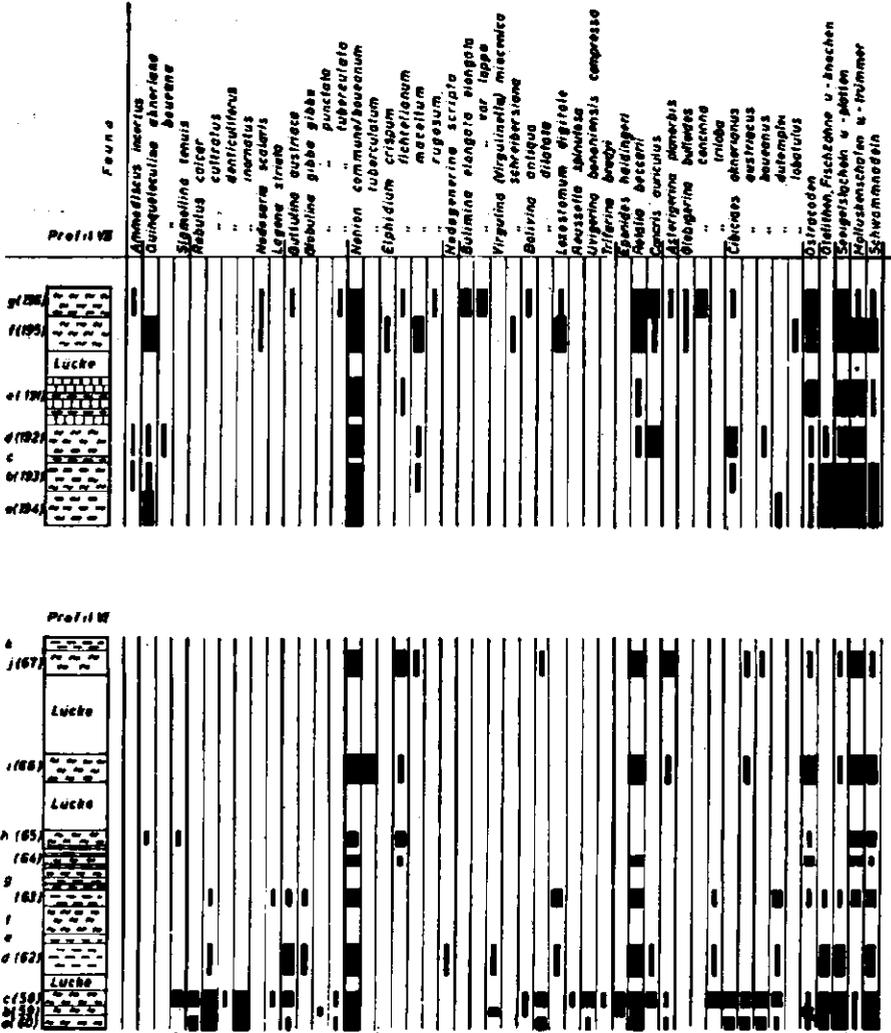


Tabelle 6

Ablagerungen der tortonen und sarmatischen Altersstufe. — In der tortonen Schichtfolge lassen sich ein untertortoner und ein obertortoner Abschnitt unterscheiden (siehe Tab. 9 und Tab. 11). Die Mikrofaunen der beiden Abschnitte zeigen so wesentliche Unterschiede, daß diese Abgrenzung möglich ist. Die Grenze zwischen den Abschnitten befindet sich an der Oberkante von Zone IV. An dieser Stelle liegt ein Wendepunkt in der Entwicklung der tortonen Mikrofauna.

Anzeichen für das Vorkommen helvetischer Schichten wurde im nordwestlichen Krško polje nicht beobachtet. Die bisherige Einstufung der Schichtfolge in das Niveau der Grunder Schichten (Helvet) halte ich somit für revidiert.

Mikropaläontologisch am besten untersucht sind die miozänen Ablagerungen im Wiener Becken. In Tabelle 9 wurden die Untersuchungsergebnisse von Grill (1941, 1943) den Beobachtungen aus dem nordwestlichen Krško polje gegenübergestellt.

Dem untertortonen Abschnitt in der Gliederung für das nordwestliche Krško polje entsprechen die Zonen mit sehr starker Betonung der Lageniden in der Gliederung für das Wiener Becken, dem obertortonen Abschnitt die Zonen mit *Spiroplectamina carinata*, *Bolivina dilatata* und *Rotalia beccarii*. Unterschiede in der Zusammensetzung der Mikrofauna der beiden Gebiete sind aus paläogeographischen Gründen leicht einzusehen. Während in den untertortonen Sedimenten des tiefen Einbruchsbekens marine Faunenelemente eingebettet wurden, gelangten in der flachen Brackwasserbucht des Krško polje nur Brackwasserformen zur Ablagerung. Für die Lageniden-Zone im Wiener Becken läßt sich im nordwestlichen Krško polje kein fazielles Äquivalent aufstellen. Nur Anklänge an die untertortone Leithakalkfazies des Wiener Beckens sind angedeutet (Zone II). Am Ende des Untertortones gelangen marine Faunenelemente bis in die äußersten Buchten des Pannonischen Beckens. Die gleichen Formen aus der »Robulus-Zone« des Wiener Beckens sind in Zone IV des nordwestlichen Krško polje zu beobachten. Auch oberhalb dieser Zone behalten die Faunen beider Gebiete gemeinsame Züge in ihrer Entwicklung. Hier wie da macht sich eine stufenweise, ruckartige Verarmung der Fauna bemerkbar. Eine so klare Zonengliederung wie im Wiener Becken läßt sich für den entsprechenden (obertortonen) Profilabschnitt im nordwestlichen Krško polje nicht durchführen. In ihrem Typus stimmen die Faunen beider Gebiete überein. — Die Zone mit *Rotalia beccarii* scheint auf das Wiener Becken beschränkt zu sein. Regional gesehen handelt es sich um eine Form, die bei der Auslese brackwasserliebender Faunenelemente in den höchsten tortonen Schichten des Wiener Beckens besonders angereichert wurde.

Bei der Gliederung des Sarmat zeigen die Untersuchungsergebnisse beider Gebiete so gute Übereinstimmung, daß die für das Wiener Becken aufgestellte Zonengliederung auf das nordwestliche Krško polje übertragen werden kann.

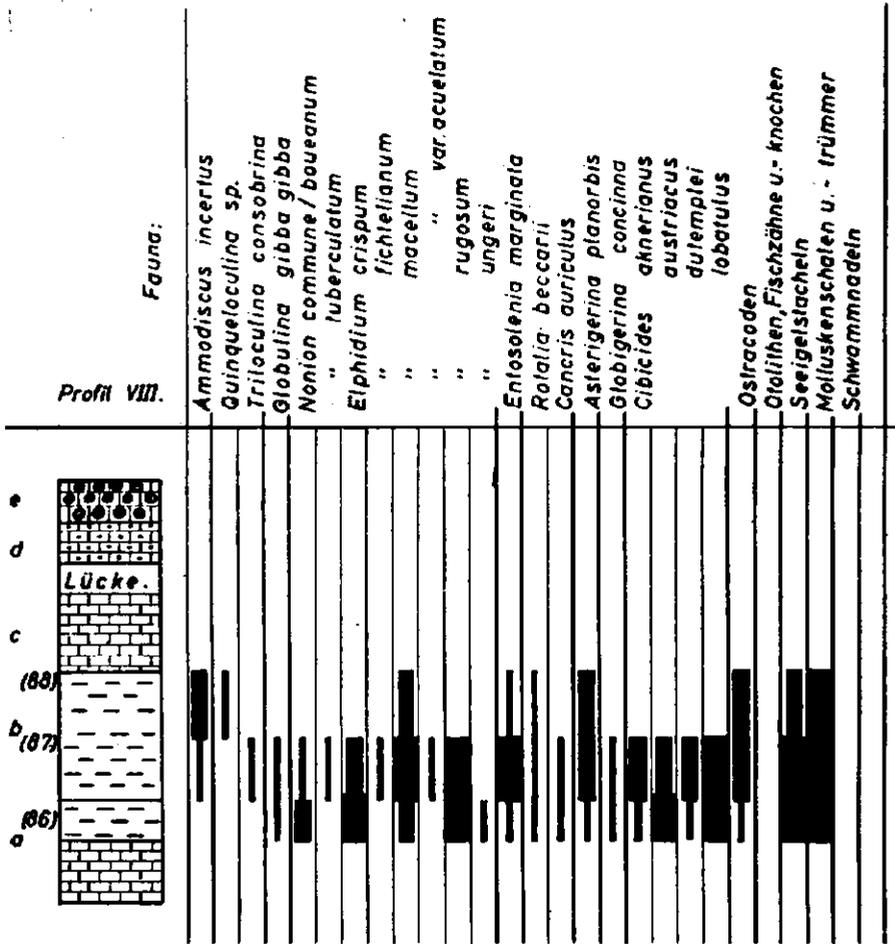


Tabelle 7

	Wiener Becken		Nordwestliches Krško polje
S A R M A T	Zone mit <i>Nonion granosum</i> und <i>Rotalia beccarii</i> (Brackwasserfauna)		Zone III mit gestachelten Elphidien, <i>Nonion granosum</i> u. <i>Rotalia beccarii</i>
	Zone mit <i>Elphidium hauerinum</i>		Zone II mit <i>Elphidium hauerinum/antoninum</i>
	Zone mit grossen Elphidien		Zone I mit grossen Elphidien und Rissoiden
T O R T O N	Zone mit <i>Rotalia beccarii</i> und <i>Neretina picta</i> (artenarm)	o b e r e s	Zone VI mit marin-brackischer Seichtwasserfauna (Betonung d. Leithakalkfazies)
	Zone mit <i>Bolivina dilatata</i> (marine Fauna)		Zone V mit marin-brackischer Flachwasserfauna
	Zone mit <i>Spiroplectammia carinata</i> und wenig Lageniden (reiche marine Fauna)		
	Zone mit starker Betonung der Lageniden, <i>Robulus cultratus</i> (reiche marine Fauna)	u n t e r e s	Zone IV reiche marine Fauna mit <i>Robulus cultratus</i>
	Zone mit sehr starker Betonung der Lageniden und mit <i>Planulina wuellerstorfi</i> (reiche marine Fauna) Im Schwellengebit Leithakalkfazies		Zone III mit artenarmer Brackwasserfauna Zone II artenarme Seichtwasserfauna mit Anklängen an den Typus der Leithakalkfazies Zone I mit fossilarmen Basisschichten

Tabelle 9. Die Mikrofossilfolge im Sarmat und Torton des Wiener Beckens (zusammengestellt nach Grill 1941, 1943) und des nordwestlichen Krško polje

Hier wie da folgt über einer Basiszone mit großwüchsigen Elphidien und Rissoiden eine mittlere Zone mit *Elphidium hauerinum/antoninum*. *Articulina sarmatica* wurde im nordwestlichen Krško polje nicht beobachtet. Im nordwestlichen Krško polje ist die Form *Nonion granosum* im oberen Sarmat nicht so zahlreich vertreten wie im Wiener Becken.

**Verzeichnis der Foraminiferen aus dem Miozän des nordwestlichen
Krško polje**

Stamm: Protozoa.

Klasse: Rhizopoda

Ordnung: Foraminifera (Systematik nach Cushman 1948)

Familie 7:

Ammodiscidae

Ammodiscus incertus (d'Orbigny)

Familie 9:

Textulariidae

Spiroplectammina carinata (d'Orbigny)

Textularia agglutinans d'Orbigny

Textularia conica d'Orbigny

Textularia subangulata d'Orbigny

Familie 17:

Miliolidae

Quinqueloculina akneriana d'Orbigny

Quinqueloculina auberiana d'Orbigny

Quinqueloculina boueana d'Orbigny

Quinqueloculina longirostra d'Orbigny

Spiroloculina sp.

Sigmoilina tenuis (Czjzek)

Triloculina consobrina d'Orbigny

Triloculina nitens Reuß

Triloculina trigonula (Lamarck)

Pyrgo bulloides (d'Orbigny)

Familie 23:

Lagenidae

Robulus calcar (Linné)

Robulus cultratus Montfort

Robulus denticuliferus (Cushman)

Robulus inornatus (d'Orbigny)

Dentalina filiformis (d'Orbigny)

Nodosaria scalaris (Batsch)

Pseudoglandulina rotundata (Reuß)

Lagena gracilicosta Reuß

Lagena reticulata Reuß

Lagena striata (d'Orbigny)

Familie 24:

Polymorphinidae

- Guttulina austriaca* d'Orbigny
- Guttulina irregularis* (d'Orbigny)
- Guttulina trigonula* (Reuß)
- Globulina consobrina* (Fornasini)
- Globulina gibba gibba* d'Orbigny
- Globulina gibba* d'Orbigny var. *myristiformis* (Williamson)
- Globulina gibba* d'Orbigny var. *striata* Egger
- Globulina gibba* d'Orbigny var. *punctata* d'Orbigny
- Globulina gibba* d'Orbigny var. *tuberculata* d'Orbigny
- Pyrulina fusiformis* (Roemer)

Familie 25:

Nonionidae

- Nonion boueanum* (d'Orbigny)
- Nonion commune* (d'Orbigny)
- Nonion granosum* (d'Orbigny)
- Nonion perforatum* (d'Orbigny)
- Nonion tuberculatum* (d'Orbigny)
- Elphidium aculeatum* (d'Orbigny)
- Elphidium antoninum* (d'Orbigny)
- Elphidium crispum* (Linné)
- Elphidium fichtelianum* (d'Orbigny)
- Elphidium flexuosum* (d'Orbigny)
- Elphidium hauerinum* (d'Orbigny)
- Elphidium josephinum* (d'Orbigny)
- Elphidium macellum* (Fichtel u. Moll)
- Elphidium macellum* (Fichtel u. Moll) var. *aculeatum* (Silvestri)
- Elphidium reginum* (d'Orbigny)
- Elphidium rugosum* (d'Orbigny)
- Elphidium ungeri* (Reuß)

Familie 30:

Heterohelicidae

- Nodogenerina scabra* (Reuß)
- Nodogenerina scripta* (d'Orbigny)

Familie 31:

Buliminidae

- Bulimina elongata elongata* d'Orbigny
- Bulimina elongata* d'Orbigny var. *lappa* Cushman u. Parker
- Bulimina ovata* d'Orbigny
- Bulimina pupoides* d'Orbigny
- Entosolenia marginata* (Walker u. Boys)
- Virgulina schreibersiana* Czjzek
- Virgulina (Virgulinella) miocenica* Cushman u. Ponton
- Bolivina antiqua* d'Orbigny
- Bolivina dilatata* Reuß

Bolivina reticulata Hantken
Loxostomum digitale d'Orbigny
Bitubulogenerina reticulata Cushman
Reussella pulchra Cushman
Reussella spinulosa (Reuß)
Uvigerina bononiensis Fornasini compressa Cushman
Trifarina bradyi Cushman

Familie 33:

Rotaliidae
Patellina sp.
Eponides haidingeri (d'Orbigny)
Eponides repandus (Fichtel u. Moll)
Eponides schreibersii (d'Orbigny)
Parella sp.
Rotalia beccarii (Linné)
Cancris auriculus (Fichtel u. Moll)

Familie 35:

Amphisteginidae
Asterigerina planorbis d'Orbigny
Amphistegina lessonii d'Orbigny

Familie 40:

Globigerinidae
Globigerina bulloides d'Orbigny
Globigerina concinna Reuß
Globigerina triloba Reuß
Orbulina universa d'Orbigny

Familie 43:

Anomalinidae
Cibicides aknerianus (d'Orbigny)
Cibicides austriacus (d'Orbigny)
Cibicides boueanus (d'Orbigny)
Cibicides lobatulus (Walker u. Jakob)
Cibicides dutemplei (d'Orbigny).

Das Pliozän

Die Grenze Miozän-Pliozän. Der Abschluß des Pannonischen Beckens vom Weltmeer hatte sich mit Beginn des Pliozäns endgültig vollzogen. Die Grenzziehung zwischen Miozän und Pliozän ist jedoch ein bis heute umstrittenes Problem und war Anlaß zu vielen Publikationen und Diskussionen. Im Wiener Becken wurde die Grenze von jeher zwischen Sarmat und Pannon gezogen. Nachdem aber ein Äquivalent für das russische obere Sarmat im Pannonischen Becken angezweifelt wurde, stellten viele Autoren den Anteil des Unterpannon dem russischen Obersarmat gleich. So wurde ein Teil des Pannon dem Miozän zugeordnet, und nur ein Rest verblieb im Pliozän. Winkler v. Hermeden (1951) vertritt

die gleiche Auffassung auf Grund tektonischer Beobachtungen. Er legt die Miozän-Pliozän-Grenze mit der Fuge der 1. attischen Teilphase zusammen, die durch Winkel- und Erosionsdiskordanzen kenntlich ist und etwa zwischen die Horizonte der *Congeria ornithopsis* und *Congeria partschi* fällt (vergl. Tab. 10). Andere Autoren (Nebert, 1950, u. a.) bestreiten ein Äquivalent für das russische Obersarmat im Pannonischen Becken, stellen jedoch die gesamte Schichtfolge des Pannon — bei Annahme einer Diskordanz oder größeren Schichtlücke zwischen Miozän und Pliozän — in das Pliozän.

Mit der Frage der Grenzziehung zwischen Miozän und Pliozän verbindet sich die Frage nach der Stellung der sog. »Übergangsschichten« mit einer »Mischfauna« aus sarmatischen und pannonischen Faunenelementen. Einige Autoren stellen die »Übergangsschichten« wegen ihrer sarmatischen Faunenelemente in das Sarmat, andere ordnen sie dem Pannon zu. Letzteres geschieht in der Annahme, daß es sich entweder um eine echte Mischfauna handelt (Gorjanović-Kramberger, 1897; Friedl, 1936; Janoschek, 1943; Winkler v. Hermeden, 1951) oder daß die sarmatischen Faunenelemente aufgearbeitetes Material sind (Nebert, 1950). Auch wird die Ansicht vertreten, daß »Übergangsschichten« gar nicht auftreten (Strauß, 1943).

Zur Klärung der umstrittenen Fragen wies Janoschek (1943) auf die Notwendigkeit einer monographischen Neubearbeitung der sarmatischen und pannonischen Mollusken- und Säugetierfauna hin. Papp (1946—1948, 1951, 1952) hat die Molluskenfauna des Sarmat und Pannon im Wiener Becken einer umfassenden Neubearbeitung unterzogen. Früheren Gliederungsversuchen (Fuchs, 1875; Gorjanović-Kramberger, 1897; Friedl, 1931, 1936; Janoschek und Károunek, 1943; Böhm, 1943; Strauß, 1943) stellt Papp eine Gliederung zur Seite, die ihre Grundlage in den Entwicklungstendenzen einzelner Formengruppen von älteren zu jüngeren Schichten findet und das Problem von Rand- und Beckenfazies berücksichtigt. Er gliedert das Pannon in eine Reihe von Zonen, die er mit Großbuchstaben bezeichnet (siehe Tab. 10). Durch diese indifferente Bezeichnung werden regionale Betrachtungen und Vergleiche erleichtert.

Der Bestimmung von Mollusken aus Zone B, die den Komplex der umstrittenen »Übergangsschichten« mit der Zone der *Melanopsis impressa* (Friedl, 1936) umfaßt (Zone A nur in Beckenfazies ausgebildet), wendete Papp besondere Aufmerksamkeit zu. Nach Papp hat sich in Zone B der Übergang von Vollbrack- zu Halbbrackfazies (Salzgehalt unter 1,5 ‰) vollzogen, so daß Arten brackisch-mariner Herkunft schlagartig zurücktreten und eine Auslese von Arten des Halbbracks übrigbleibt. Die Sedimente der Zone B transgredieren am Beckenrand nahezu regelmäßig über Sarmat, womit häufig die Umlagerung sarmatischer Conchylien verbunden ist. Lokal auftretende Diskordanzen und Schichtlücken in der Randzone sind nach Papp ohne Bedeutung. Bei 27 Arten in der Basisschicht des Pannon treten dem Miozän gegenüber 41 ‰ neue Formen im Wiener Becken auf. Der spezifische Charakter dieser Halbbrackfauna ermöglicht eine klare Abgrenzung gegen das Sarmat. Der Schichtfuge der

1. attischen Teilphase als Miozän-Pliozängrenze dürfte man kaum den Vorrang vor paläontologischen Gliederungsmöglichkeiten einräumen, zumal mit dem Auftreten einer charakteristischen Landsäugerfauna (*Mastodon longirostris*, *Hipparion*) und einer weitverbreiteten Molluskenfauna eine klare Grenzziehung möglich ist.

Das Pannonvorkommen von Ruhna vas

Oberhalb des Einzelgehöftes Ruhna vas 3 an der Straße Ruhna vas—Draga fand ich auf einem Acker verstreut eine größere Anzahl meist gut erhaltener Mollusken. Das Auftreten einer reichen Molluskenfauna im Hangenden des an Makrofossilien armen Sarmat sprach für ein pliozänes Alter. Dies wurde durch die Fauna bestätigt, die einem grauweißen, plastischen Mergelton entstammt.

Die Fauna von Ruhna vas

Die Fauna setzt sich aus zahlreichen Molusken, einigen Ostracoden und umgelagerten Foraminiferen zusammen. Die Erhaltung der Fossilien ist gut; den Gastropoden fehlen allerdings häufig Mündungen und Embryonalwindungen. Folgende Arten ließen sich in der Fauna nachweisen: Mollusken:

- Theodoxus* sp. (selten)
- Valvata* (*Cincinna*) *obtusaeformis* Lörenthey (selten)
- Hydrobia* (*Hydrobia*) *testulata* Papp (selten)
- Mikromelania* sp. (selten)
- Brotia* (*Tinnyea*) *vásárhelyii* (Hantken) (häufig)
- Brotia* (*Tinnyea*) *escheri escheri* (Brongniart) (mittelhäufig)
- Melanopsis impressa bonelli* Manzoni (mittelhäufig)
- Melanopsis impressa pseudonarzolina* Papp (selten)
- Melanopsis impressa carinatissima* Sacco (selten)
- Melanopsis bouéi affinis* Handmann (häufig)
- Melanopsis bouéi multicostata* Handmann (häufig)
- Melanopsis bouéi sturii* Fuchs (mittelhäufig)
- Melanopsis pygmea turrata* Handmann (selten)
- Rissoa* sp. (selten) umgelagert aus dem Sarmat
- Mohrensternia* sp. (selten) umgelagert aus dem Sarmat
- Dorsanum duplicatum duplicatum* (Sowerby) (selten) umgelagert aus dem Sarmat
- Pirenella picta* ssp. (selten) umgelagert aus dem Sarmat
- Irus* (*Paphirus*) *gregarius* ssp. (selten) umgelagert aus dem Sarmat

Ostracoden:

- Form A* (selten)
- Form H* (mittelhäufig)

* Vrgl. Fahrion, 1941.

Foraminiferen:

Aus dem Miozän umgelagert, teilweise in guter Erhaltung.

Nonion boueanum (selten)

Nonion tuberculatum (selten)

Nonion granosum (mittelhäufig)

Elphidium rugosum (mittelhäufig)

Elphidium sp. (Bruchst.) (selten).

**Systematik und Beschreibung der pannonischen Molluskenfauna
von Ruhna vas**

Familie: Neritidae

Subfamilie: Neritinae

Genus: *Theodorax* sp. (Bruchstücke)

Familie: Valvatidae

Genus: *Valvata*

Spezies: *Valvata (Cincinnati) obtusaeformis* Lörenthey

1856 *Valvata piscinalis* M. Hörnes, S. 591, Taf. 47, Fig. 26

1911 *Valvata (Cincinnati) obtusaeformis* Lörenthey, S. 174, Taf. 3, Fig. 20

1928 *Valvata (Cincinnati) obtusaeformis* Wenz, S. 2440

1951 *Valvata (Cincinnati) obtusaeformis* Papp, S. 110, Taf. 3, Fig. 20/22,
Taf. 5, Fig. 2.

Gehäuse gerundet bis bauchig, kreiselförmig. 4—5 gewölbte, glatte Umgänge, ziemlich eingeschnürt. Enger, tiefer Nabel; hohe Schlußwindung mit großer, gerundeter Mündung. Mundränder scharf.

Familie: Hydrobiidae

Subfamilie: Hydrobiinae

Genus: *Hydrobia*

Spezies: *Hydrobia (Hydrobia) testulata* Papp

1951 *Hydrobia (Hydrobia) testulata* Papp, S. 113, Taf. 7, Fig. 2—4.

Glattes und relativ breites Gehäuse, 6 gewölbte Umgänge, ziemlich tief gegeneinander eingezogen. Die ersten Umgänge gewinnen schneller an Größe als die nachfolgenden. Mündung oval-eiförmig, oben schwach gewinkelt, Nabel schlitzförmig.

Familie: Bulimidae

Genus: *Mikromelania*

Spezies: *Mikromelania* sp. (Bruchstück)

Familie: Thiaridae

Subfamilie: Melanatriinae

Genus: *Brotia*

Subgenus: *Tinnyea*

Spezies: *Brotia (Tinnyea) vásárhelyii* (Hantken)

1902 *Melania (Melanoides) vásárhelyii* Lörenthey S. 203, Taf. XIV,
Fig. 1a, 1b, 1c (Originalstücke von Hantken)

1911 *Melania (Melanoides) vásárhelyii* Lörenthey, Taf. III, Fig. 11
(nicht 10 und 12)

1928 *Brotia (Tinnyea) vásárhelyii* Wenz, S. 687.

Gehäuse groß, spitzkegelig-turmförmig. 9—12 schwachgewölbte Umgänge in der Größe gleichmäßig zunehmend, nach einer scharfen Kante zur Naht hin eingesenkt. Alle Umgänge haben schmale, deutliche Spiralbänder und starke Querrippen, die sich von Naht zu Naht erstrecken und auf den unteren Umgängen an der scharfen Kante in spitze Dornen auslaufen. Die Spiralbänder oberhalb der scharfen Kante tragen eine Vielzahl kleiner Warzen. Die Mündung ist bei keinem der Exemplare erhalten.

Familie: Thiaridae

Subfamilie: Melanatriinae

Genus: *Brotia*

Subgenus: *Tinnyea*

Spezies: *Brotia (Tinnyea) escheri escheri* (Brongniart)

1856 *Melania escheri* M. Hörnes, Taf. 49, Fig. 16, 16b

1887 *Melania escheri* Handmann, Taf. VIII, Fig. 23

1888 *Melania escheri* Handmann, Taf. VI, Fig. 65

1929 *Brotia escheri escheri* Wenz. S. 2579

1951 *Brotia (Tinnyea) escheri escheri* Papp, S. 128, Taf. 3, Fig. 29.

Gehäuse spitzkegelig-turmförmig (erheblich kleiner als *Brotia (Tinnyea) vásárhelyii*). 12—14 schwach gewölbte Umgänge, an Größe gleichmäßig zunehmend. Den Umgängen parallel schwach ausgebildete Spirallinien. Alle Umgänge tragen gewölbte Querrippen, die sich von Naht zu Naht erstrecken. Die ersten 3 Umgänge sind rippenlos. Auf den letzten Umgängen laufen die Rippen kurz vor der Naht in einen Knoten oder stumpfen Dorn aus. Die Mündung ist bei allen Exemplaren zerbrochen.

Familie: Thiaridae

Subfamilie: Melanopsinae

Genus: *Melanopsis* aus dem Formenkreis *impressa* Krauß

Spezies: *Melanopsis impressa bonelli* Manzoni

1929 *Melanopsis bonelli bonelli* Wenz S. 2668

1951 *Melanopsis impressa bonelli* Papp, S. 131, Taf. 9, Fig. 9/11.

Gehäuse gedrungen, glatt, oberhalb des letzten Umganges stumpfkegelförmig. Der letzte Umgang zeigt unter der Naht einen deutlichen Kiel, unter dem Kiel ist die Flanke des letzten Umganges schwach eingeschnürt, sonst gerade. Mündung oval mit schief gestellten Ausguß.

Spezies: *Melanopsis impressa pseudonarzolina* Papp

1856 *Melanopsis impressa* M. Hörnes, Taf. 49, Fig. 10

1951 *Melanopsis impressa pseudonarzolina* Papp, S. 132, Taf. 9, Fig. 14/18

Gehäuse schlanker als *Melanopsis impressa bonelli*, oberhalb des letzten Umganges spitzkegelförmig. Kiel am letzten Umgang unter der Naht deutlich ausgeprägt. Flanken der Umgänge leicht konkav.

Spezies: *Melanopsis impressa carinatissima* Sacco

1897 *Melanopsis impressa* var. *carinatissima* R. Hörnes, S. 8, Taf. 2, Fig. 8/10

1902 *Melanopsis impressa* var. *carinatissima* Lörenthey, S. 220, Taf. XV, Fig. 10

1929 *Melanopsis impressa carinatissima* Wenz, S. 2754

1950 *Melanopsis impressa* var. *carinatissima* Nebert, S. 190, Fig. 85a
(nicht 85b)

1951 *Melanopsis impressa carinatissima* Papp, S. 131, Taf. 9, Fig. 12
u. 13.

Gehäuse breit, aber nicht gedrungen, oberhalb des letzten Umganges kegelförmig. Kiel des letzten Umganges unter der Naht stark ausgeprägt. Die Nähte zwischen den Umgängen deutlicher als bei *Melanopsis impressa bonelli*.

Familie: Thiaridae

Subfamilie: Melanopsinae

Genus: *Melanopsis* aus dem Formenkreis *bouéi* Férussac

Spezies: *Melanopsis bouéi affinis* Handmann

1887 *Melanopsis Canthidomus affinis* Handmann, S. 32, Taf. VII,
Fig. 9/12

1902 *Melanopsis affinis* Lörenthey, S. 214, Taf. 17, Fig. 1—15

1951 *Melanopsis bouéi affinis* Papp, S. 146, Taf. 12, Fig. 9—11.

Gehäuse spitzkegelförmig, stufenartig abgesetzt, nach unten breiter werdend. 6—7 Umgänge, letzter Umgang höher als das übrige Gewinde zusammen. Die letzten drei Umgänge tragen Knoten und dornenartige Höcker, die nach unten jeweils in eine Rippe auslaufen. Auf dem letzten Umgang ist eine zweite Knotenreihe angedeutet. 8—9 Dornen entfallen auf den letzten Umgang. Die Mündung ist spitzoval zu einem kurzen Ausguß ausgezogen. Der äußere Mundrand ist scharf, der innere bedeckt die Spindel. Die Schalenoberfläche ist oft durch orangefarbene Zickzacklinien gezeichnet.

Spezies: *Melanopsis bouéi multicosata* Handmann

1887 *Melanopsis Bouéi* var. *multicosata* Handmann, S. 36, Taf. VIII,
Fig. 10—12

1902 *Melanopsis bouéi* var. *multicosata* Lörenthey, S. 211

1951 *Melanopsis bouéi multicosata* Papp, S. 146, Taf. 12, Fig. 12—14.

Gehäuse spitzkegelförmig, an den Nähten stufenartig abgesetzt, nach unten breiter werdend. 7—9 Umgänge, zur oberen Naht leicht eingeschnürt. Letzter Umgang höher als das Gewinde. Die letzten 4 Umgänge tragen dornenartige Höcker, die nach oben und unten in eine Rippe übergehen. Der letzte Umgang hat deutlich eine zweite Dornenreihe entwickelt; diese ist auf den drei vorhergehenden Umgängen nur angedeutet. Der letzte Umgang trägt 9—11 Dornen je Reihe. Die Mündung ist spitzoval zu einem kurzen, leicht gebogenen Ausguß ausgezogen. Der äußere Mundrand ist scharf, der innere bedeckt leicht wulstig die Spindel. Die Schalenoberfläche ist durch orangefarbene Linien gezeichnet.

Spezies: *Melanopsis bouéi sturii* Fuchs

1873 *Melanopsis Sturii* Fuchs, S. 21, Taf. IV, Fig. 18, 19

1902 *Melanopsis Sturii* Lörenthey, S. 211, Taf. XVII, Fig. 16, 17

1911 *Melanopsis Boettgeri* Halavats, S. 49, Taf. II, Fig. 14

1929 *Melanopsis sturii* Wenz, S. 2835

1950 *Melanopsis sturii* Nebert, S. 195

1951 *Melanopsis bouéi sturii* Papp, S. 146, Taf. 12, Fig. 15—17.

Gehäuse spitzkegelförmig, stufenartig abgesetzt, aber schlanker und höher als bei den vorher erwähnten Formen. 8—9 Umgänge, zur oberen Naht leicht eingeschnürt. Letzter Umgang ebenso hoch wie das Gewinde. Die letzten 4 Umgänge tragen 2 Reihen mit 9—12 dornartigen, spitzen Höckern, die durch eine Rippe verbunden sind. Die Höcker sind gegen den Basalrand schwächer ausgebildet. Die Mündung ist länglich-eiförmig mit kurzem, leichtgebogenem Ausguß. Der äußere Mundrand ist scharf, der innere bedeckt die Spindel. Die Schalenoberfläche ist durch orange-farbene Zickzacklinien gezeichnet.

Spezies: *Melanopsis pygmaea turrita* Handmann

1887 *Melanopsis Canthidomus turritus* Handmann, S. 32, Taf. VII, Fig. 13

1951 *Melanopsis pygmaea turrita* Papp, S. 150, Taf. 12, Fig. 24—27.

Gehäuse spitzkegelförmig, schlank, glatt, nach oben in eine Spitze ausgezogen. 6—7 Umgänge, die letzten 3 stufenartig gegeneinander an der Naht abgesetzt. Die letzten beiden Umgänge tragen eine Reihe stumpfer Knoten. Die Mündung ist oval mit kurzem Ausguß. Der äußere Mundrand ist scharf, der innere bedeckt die Spindel.

Aus dem Sarmat aufgearbeitete und umgelagerte Fossilien:

Familie: Nassariidae

Genus: *Dorsanum*

Spezies: *Dorsanum duplicatum duplicatum* (Sowerby)

1856 *Buccinum baccatum* M. Hörnes, S. 156, Taf. 13, Fig. 6—9

1874 *Buccinum duplicatum* R. Hörnes, S. 69, Taf. 2, Fig. 3

1939 *Dorsanum duplicatum* Papp, S. 327, Taf. X, Fig. 4—12

1950 *Buccinum duplicatum* Nebert, S. 82/83, Fig. 34

1951 *Dorsanum duplicatum duplicatum* Papp, S. 51, Taf. 8, Fig. 1—5, 8—10.

Gehäuse kegelförmig, nach unten an Breite allmählich zunehmend. 6—7 Umgänge, an den Nähten deutlich gegeneinander abgesetzt. Alle Umgänge sind mit Rippen besetzt, die in ihrem oberen Teil unterhalb der Naht jeweils eingeschnürt sind, so daß sich ein Kranz wulstiger Knoten unterhalb der oberen Naht bildet.

Weiterhin wurden abgerollte Reste von *Pirenella picta* ssp. und *Irus* sp. beobachtet.

K. Friedl, 1936	A. Papp, 1948
Zone der <i>Congeria subglobosa</i>	
Basaler Teil	Zone E
Zone der <i>Congeria partschi</i>	Zone D
Zone der <i>Congeria ornithopsis</i>	Zone C
Zone der <i>Melanopsis impressa</i>	Zone B
	Zone A

Tabelle 10. Gliederung des Unter- und Mittelpannon im Wiener Becken

Die stratigraphische Stellung der pannonischen Ablagerungen von Ruhna vas

Die Zusammensetzung der Fauna mit Gastropoden aus der Formenreihe der *Melanopsis impressa* Krauß spricht für eine Einstufung der Ablagerungen in die Zone der *Melanopsis impressa*. Diese befindet sich nach der Gliederung von Friedl (1936) an der Basis des Pannon und entspricht der Zone B in der Gliederung von Papp (1946—1948) (siehe Tab. 10). Auffällig ist das Fehlen von *Congeria ornithopsis*. Diese ist nach Papp das Leitfossil der Zone B. Ihr Fehlen läßt sich nur faziell erklären; dafür sprechen Faunenelemente mit Anklängen an Süßwasserbedingungen. Ähnliche Verhältnisse wie in Ruhna vas beschreibt Friedl (1936), der das massenhafte Auftreten von *Melanopsis impressa* gegenüber der geringen Zahl von *Congeria ornithopsis* in dieser Zone hervorhebt. Auch den Angaben von Winkler v. Hermaden (1951) glaube ich entnehmen zu dürfen, daß sich in der Zone der *Melanopsis impressa* im Profil der Waldgräben am Stradner Kogel bei Gleichenberg keine *Congeria* befinden. — Der Wert der *Melanopsis* aus dem Formenkreis der *Melanopsis impressa* Krauß als Zonenfossilien wurde zwar oft in Frage gestellt (Tauber, 1939; Papp, 1946—1948; Nebert, 1950). Ihr zahlreiches Auftreten innerhalb einer typischen Pannonfauna im Hangenden des Sarmat veranlaßt mich, die Ablagerungen von Ruhna vas in den Horizont der *Melanopsis impressa* (Friedl, 1936) und die Zone B (Papp, 1946—1948) einzustufen.

Ablagerungen der dazischen Stufe (Belvedere-Schotter)

Weitere Vorkommen pannonischer Ablagerungen wurden im nordwestlichen Krško polje nicht angetroffen. Fluviale Schotter, vermutlich dazischen Alters (Belvedere-Schotter) sind östlich der Radulja und vor allem südlich der Krka aufgeschlossen. In einem rötlichen bis braungelben Lehm befinden sich Quarzgerölle und Quarzsande. Fossilien wurden in den Ablagerungen bisher nicht nachgewiesen; die Altersfrage bleibt also auch weiterhin ungeklärt.

Die Tektonik

Die Lagerung der Tertiärschichten widerspricht der Annahme Staches (1858), die heutige Form des Krško polje auch für die Tertiärzeit anzunehmen.

Die Anlage des Vinji vrh-Sattels geht zweifellos auf orogene Bewegungen zurück, die zur Aufwölbung der tertiären Schichtfolge geführt haben.

Zwei sich kreuzende Bruchsysteme zerlegen das Gebiet in eine Art Schollenmosaik. An den Störungen wurden mesozoische Schichten gegen Tertiär verworfen. Ein Teil der Verwerfungen streicht alpidisch; die Mehrzahl der Brüche ist jedoch dinarisch ausgerichtet.

Von einer NNW—SSO streichenden Verwerfung (Störung von Draga) ist der Vinji vrh-Sattel in zwei Schollen zerlegt worden. Westlich der Störung wurde der Sattel so stark gehoben, daß der mesozoische

Sattelkern freigelegt wurde. Östlich der Störung bleiben die mesozoischen Schichten unter dem Mantel jungtertiärer Ablagerungen verborgen. Zwei kleinere Störungen, an denen Tertiär verworfen wurde, befinden sich westlich der Störung von Draga. — Immer wurden nur die Schollen westlich einer Störungslinie bewegt. Am Osthang der Uskoken machte Tornquist (1918) die gleiche Beobachtung.

Im Osten bricht das Tertiär an einer NW—SO streichenden Verwerfung (Störung von Skocjan) ab. Die Störung folgt dem Verlauf einer ehemaligen submarinen Schwelle, an der sich die tertiären Sedimente schüsselartig aufwölben (siehe Abb. 3). Die Nordflanke des Halbsattels von Zagrad wurde an dieser Störung abgeschnitten. Nach SO ist der Verlauf der Störung nicht sicher. Wahrscheinlich folgt sie dem Lauf der Radulja.

Ein System kleinerer Brüche bildet die Westgrenze des Tertiärs im nordwestlichen Krško polje. Das Vorkommen massiger, zerrütteter Dolomite (Mendola-Dolomit) erschwerte das Erkennen von Störungen. Entlang der Westgrenze treten Thermen auf (Šmarješke toplice, westlich Št. Jakob, Klevevž).

In Richtung der Krka verläuft eine große NO—SW streichende Verwerfung (Krka-Störung), die sich weit nach Westen verfolgen läßt (Lipold, 1858). Nördlich dieser Störung sind die Tertiärschichten steil aufgerichtet, südlich davon haben sie nahezu söhliche Lagerung beibehalten (siehe Abb. 2). Morphologisch trennt die Störungslinie das nördliche Hügelland von der Ebene des Krško polje.

Vergleicht man die tektonische Anlage des mesozoischen Grundgebirges mit dem Bau der jungtertiären Deckschichten, so kann man scharf zwischen einer »älteren« in einer »jüngeren« Tektonik unterscheiden. Die mesozoischen Schichten sind steil gefaltet. Die Strukturen folgen der dinarischen Streichrichtung (Streichen im Bereich zwischen N 35° bis 65° W) und mögen präkretazisch und präoligozän angelegt sein.

Strukturen mit aufgewölbten Tertiärschichten zeigen kaum noch Anklänge an den dinarischen Bautyp; sie folgen der alpidischen Streichrichtung (NO—SW); ebenso wie die Strukturen im östlichen Anschlußgebiet (Orlicagebirge; slowenisch-kroatische Inselberge). Das nordwestliche Krško polje gehört also noch in das Interferenzgebiet der alpidisch-dinarischen Streichsysteme (vergl. Heritisch u. Seidl, 1919).

Orogene Vorgänge, die zu diesem — alpidischen — Bautyp geführt haben, haben die jungtertiäre Schichtfolge bis einschließlich der unterpannonen Basisschichten erfaßt. Die dazischen Schotter liegen diskordant über den marinen und brackischen Ablagerungen des Jungtertiärs. Sie wurden von dem Bewegungsvorgang also nicht mehr betroffen, was Tornquist (1918) angenommen hat.

Die orogenen Bewegungen, von denen die jungtertiären Ablagerungen erfaßt wurden, fallen in die attische Phase nach Stille (1924) oder 1. attische Teilphase nach Winkler v. Hermeden (1951). Für die Zeit während der Sedimentation der jungtertiären Ablagerungen wurden keine orogenen Bewegungen festgestellt. Der jungtertiäre Schichtkomplex,

abgesehen von den dazischen Schottern, liegt in einem geschlossenen Verband ohne Anzeichen für eine Diskordanz. Für diesen Zeitraum sind nur weiträumige epirogene Bewegungen anzunehmen (vergl. Tornquist, 1918, S. 105).

Die Mehrzahl der Brüche und Verwerfungen sind das Produkt sehr junger, heute noch aktiver Bruchschollenbewegungen, wie Tornquist (1918) nachgewiesen hat. Ihre Anlage mag auf Bewegungen während der attischen Phase zurückzulegen. Erdbeben, die das Gebiet immer wieder erschüttern, wurden von Tornquist (1918) als tektonische Beben erkannt. Die Beben treten vor allem an dinarisch streichenden Bruchlinien auf.

Durch die Kartierung des nordwestlichen Krško polje konnte eine Lücke im tektonischen Bauplan des Krško polje geschlossen werden, die bei den Untersuchungen von Tornquist (1918), Heritsch und Seidl (1919) offen geblieben war.

Paläogeographie und Fazies

Die Untersuchungsergebnisse führen zu einer anderen Vorstellung von der Palläogeographie des Jungtertiärs im Krško polje als den bisherigen Anschauungen (Stache, 1858); Winkler v. Hermaden, 1913; Vettors, 1947) entspricht. Wir müssen annehmen, daß nach Ablagerung der Oberkreide der Raum des heutigen Krško polje trocken gefallen war. Eine marine Transgression erfolgte jedenfalls erst wieder im Untertorton. Ein NW—SO streichendes Gebirge wurde praeoligozän angelegt. Während im Gebiet der heutigen Savefalten auch oligozäne Schichten abgelagert wurden, war der Raum des heutigen Krško polje nach der praeoligozänen Orogenese anscheinend nur Abtragungsgebiet. Sicher war ein Teil des mesozoischen Gebirges eingeebnet, als das Gebiet im Untertorton überflutet wurde. Die marine Transgression, die ursächlich auf den Einbruch des Wiener Beckens zurückzuführen ist, war durch epirogene Senkungsbewegungen begünstigt. Das Torton-Meer drang langsam in die ausgeräumte, flache Rumpfebene vor. — Reste einer älteren miozänen Transgression wurden im nordwestlichen Krško polje nicht beobachtet.

Während des Untertortons kamen auf dem langsam sinkenden Untergrund über grobklastischen Basisschichten vorwiegend feinklastische Sedimente mit einer brackischen Seichtwasserfauna zur Ablagerung. Eingeschwemmte Pflanzenreste und ein kleines, linsenartiges Kohleflöz weisen auf enge Beziehungen zur Küste hin. Auf submarinen Erhebungen kam es zur Bildung von Leitha-Sedimenten. Während des Untertortons wurden die Aschen eines Vulkanes in der Meeresbucht abgelagert. Die Herkunft des vulkanischen Materials ist unsicher. Der Tuffhorizont zeigt in Aufschlüssen nördlich der Krka geringere Mächtigkeit als südlich davon (Orehovica bei Št. Jernej). Die Schlotspalte eines Aschenvulkans, der die Schichten der Oberkreide durchschlagen hat, befindet sich bei Žužemberk (siehe Abb. 1). Vor der Wende vom Unter- zum Obertorton gelangten Fau-

nenelemente tieferen Wassers auch in die Bucht von Krško polje. Der Vorstoß macht sich in dem plötzlichen Wandel der bisher eintönigen Brackwasserfauna bemerkbar. Eine Meerestiefe von 2000 Fuß (600 m!) läßt sich davon jedoch nicht ableiten (siehe Stache, 1858).

Nach der Wende Unter-/Obertorton kamen vorwiegend feinsandig-mergelige Sedimente und Leitha-Bildungen zur Ablagerung. Die Mikrofauna weist auf eine zunehmende Verflachung und Verbrackung des Meeres hin. Ein verstärkter Einfluß des Festlandes (Blatt- und Holzreste) ist zu beobachten. Ein Horizont fluviatiler Schotter wurde in marin-brackische Ablagerungen eingeschaltet.

Mit der zunehmenden Verbrackung des Pannon-Meeres ging auch der Artenbestand der Mikrofauna zurück. Nur anpassungsfähige Faunenelemente blieben erhalten. Im Sarmat waren nur noch wenige Formen den Lebensbedingungen in jenem küstennahen, bewegten Brackwasser gewachsen. — Diese Entwicklung wurde überall im Pannonischen Becken beobachtet.

Nach Winkler v. Hermeden (1952) soll im Sarmat, eventuell schon früher, eine Art Verbindungskanal zwischen dem Pannonischen Becken und einer nördlichen Adria über die Bucht von Laško bestanden haben. Der Autor erklärt mit dieser Annahme das Vorkommen von zwei Molluskenarten in der Tertiärbucht von Pöllau-Hartberg. Zahlreiche Untersuchungsergebnisse sprechen gegen diese Annahme: Die Anlage der Laško Bucht ist wie die Anlage des Krško polje auf orogene Bewegungen der attischen Phase zurückzuführen (vergl. Bittner, 1884). Die Anlage der nördlichen Adria erfolgte sogar erst im Pleistozän (Ramovš, 1954/55). Hätte im Sarmat eine Verbindung über den »Kanal von Laško« und einen weiteren (!) Kanal über Serbien, Mazedonien und Albanien (Winkler v. Hermeden, 1952) zum Weltmeer bestanden, so hätte sich dies nicht nur auf die Molluskenfauna von Pöllau-Hartberg ausgewirkt. Vor allem in den Nachbargebieten wäre die Entwicklung der Fauna ganz anders verlaufen, und das hätte sich auch in der Entwicklung der Mikrofauna bemerkbar gemacht. Im Sarmat des Krško polje wurden keine Anzeichen für eine abweichende Entwicklung der Mikrofauna beobachtet.

Nach der Wende Miozän/Pliozän wurden im Gebiet des nordwestlichen Krško polje Sedimente von kaspibrackischem Typus abgelagert. Die Fauna aus diesen Ablagerungen (Ruhna vas) deutet auf Küstennähe hin. Unter den Mollusken befinden sich zahlreiche süßwasserliebende Formen. Mit Ablagerung der unterpannonen Basisschichten hört der Absatz von Sedimenten in dieser Bucht des Pannonischen Beckens auf.

Während des Miozäns hatte sich das tektonische Geschehen auf epigene Bewegungen beschränkt. Nach Ablagerung der unterpannonen Basisschichten wurden die mesozoischen Schichten mit ihrer jungtertiären Bedeckung von orogenen Bewegungen erfaßt. An den Rändern alpidisch streichender Störungen wurden die Schichten antiklinal aufgerichtet und bilden noch heute eine Reihe alpidisch streichender Sättel am Rande des Krško polje.

Die heute anstehenden Tertiärgesteine sind nur noch Relikte von Sedimenten einer sicher weiter nach Westen vorgreifenden Bucht des jungtertiärer Pannon-Meeres. Die auf Bruchschollen gehobenen Ablagerungen wurden im höheren Pliozän und im Pleistozän abgetragen und die Bucht des Krško polje ausgeräumt.

Vergleiche mit den Untersuchungsergebnissen des inneralpinen Wiener Beckens

Eine Fülle mikropaläontologischer Arbeiten liegt aus dem Wiener Becken vor. Untersuchungen über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Wiener Becken wurden von Grill (1941, 1943) durchgeführt (siehe Tab. 9).

Die Mikrofauna der miozänen Schichtfolge des Wiener Beckens wurde schon auf Seite 126 besprochen. Die sarmatischen Ablagerungen konnten im Wiener Becken auch mit Hilfe von Makrofossilien gegliedert werden (Papp, 1952). Das war bei den an Makrofossilien armen Schichten im nordwestlichen Krško polje nicht möglich.

Eine Gliederung des Pannons im Wiener Becken verdanken wir, abgesehen von Friedl (1931, 1936) und anderen Autoren, den jüngsten Untersuchungen von Papp (1946—1948, 1951). Im nordwestlichen Krško polje war nur ein Äquivalent für die Zone B der Randfazies des Wiener Beckens aufgeschlossen (vergl. Tab. 10). Auf Unterschiede in der Zusammensetzung der Faunen wurde bereits hingewiesen.

Vergleiche mit den Untersuchungsergebnissen der Steiermark und Kärntens

Schon früher hatten die Autoren (Stache, 1958, Hilber, 1892, Heritsch und Seidl, 1919) auf die Ähnlichkeit der tertiären Ablagerungen des Krško polje mit den Ablagerungen des steirischen Tertiärs aufmerksam gemacht. Diese Hinweise werden durch die mikropaläontologischen Untersuchungen bestätigt.

Die jungtertiären Ablagerungen der Steiermark wurden mir durch Exkursionen bekannt, die ich zusammen mit den Herren Dr. V. Jenisch, G. Kopetzky und H. Riebel vom Geologischen Institut der Universität Graz durchführen konnte. Die Herren gewährten mir auch Einblick in ihre Aufzeichnungen und in das von ihnen gewonnene Probenmaterial. Dafür sei ihnen nochmals herzlich gedankt.

Der Artenbestand in der Mikrofauna des steirischen Jungtertiärs ist im allgemeinen größer als in den gleichaltrigen Ablagerungen des nordwestlichen Krško polje. In küstennahen Buchten treffen wir auf ähnliche Verhältnisse wie im Krško polje (vergl. Walter, 1951). Das betrifft vor allem den untertorton Abschnitt der Schichtfolge. Im Untertorton der Steiermark ist auch ein Tuffhorizont aufgeschlossen. Er befindet sich unterhalb einer Zone, die mit der Zone IV des Krško polje korrespondiert. Die Tuffe beider Gebiete dürften also etwa gleichaltrig sein. — In der obertorton (nach Beer und Kopetzky, 1951: mitteltorto-

nen) Schichtfolge sind die faziellen Verhältnisse beider Gebiete auffallend ähnlich. In der Steiermark befinden sich Sande und Tegel in Wechselagerung, im nordwestlichen Krško polje sind es kalkigmergelige Ablagerungen. Leitha-Sedimente sind in beiden Gebieten ausgebildet. Der Typus der Mikrofauna entspricht einer gemeinsamen Entwicklungsstufe.

Aus dem Sarmat von Pöllau-Hartberg beschreibt Nebert (1950) eine Mikrofauna aus der Zone mit *Nonion granosum*. Die Fauna ist individuenreicher als die entsprechende Fauna im nordwestlichen Krško polje. — Eine umfangreiche Molluskenfauna beschreibt Nebert (1950) aus dem Unterpannon von Lebing mit typischen Arten der Zone B, entsprechend der Gliederung von Papp (1946—1948).

Jüngste Untersuchungen in den tertiären Ablagerungen des Lavanttales (Beck-Mannagetta, 1952; Papp, 1950, 1952; Grill, 1952) führten zu einer höheren Einstufung der Schichtfolge. Für die Ablagerungen wurde tortones und sarmatisches Alter nachgewiesen. Ein Vergleich mit den Untersuchungsergebnissen aus dem nordwestlichen Krško polje läßt sich leicht durchführen.

Vergleiche mit den Untersuchungsergebnissen aus dem östlichen und südlichen Pannonischen Becken

Stur (1863) beschreibt aus dem südwestlichen Siebenbürgen eine Mikrofauna, die auf tortonisches Alter der Ablagerungen schließen läßt. Aus dem Raum von Beograd liegen mikropaläontologische Beobachtungen jüngerer Datums vor. Die Untersuchungen bestätigten das Vorkommen tortoner und sarmatischer Ablagerungen. Aus dem Torton werden Tief- und Flachwasserfaunen beschrieben. Veselinović-Čičulić (1952) beobachtete auch einen Tuffhorizont, den er in Analogie zu älteren Arbeiten an die Grenze Helvet/Torton stellt. Tomić-Džodžo (1953) weist darauf hin, daß in den sarmatischen Ablagerungen im Raum von Beograd die Form *Nonion granosum* relativ selten beobachtet wurde. Diese Bemerkung trifft auch für das nordwestliche Krško polje zu. Stevanović (1953) berichtet über pannone Ablagerungen im Feld Donja Tuzla in Nordost-Bosnien. Beobachtet wurden fast ausschließlich Ablagerungen oberhalb der pannonen Basisschichten. Nur einmal wurden Sande mit *Congerina ornithopsis* erwähnt.

Zusammenfassung

In der Arbeit werden Untersuchungen zur Aufklärung von Stratigraphie und Tektonik jungtertiärer Ablagerungen im nordwestlichen Krško polje durchgeführt.

Ein Arbeitsgebiet von 60 km² wurde geologisch kartiert (siehe Kartenbeilage).

Den tertiären Ablagerungen wurden Schlitzproben für mikropaläontologische Untersuchungen entnommen.

Ausbildung und Schichtfolge der im Arbeitsgebiet anstehenden tertiären Ablagerungen werden beschrieben.

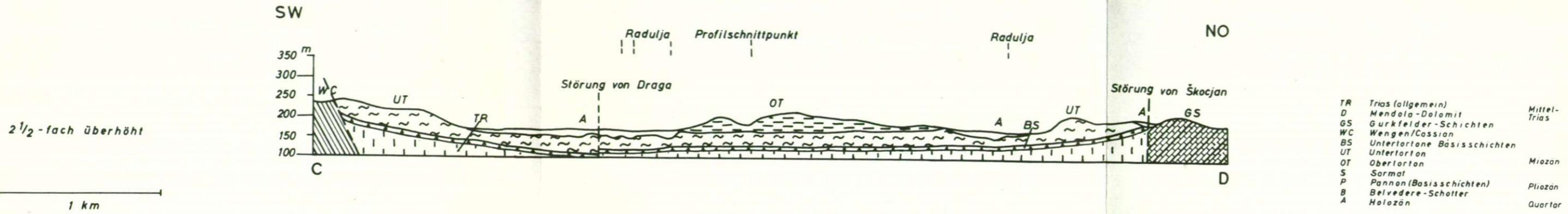


Abbildung 3.

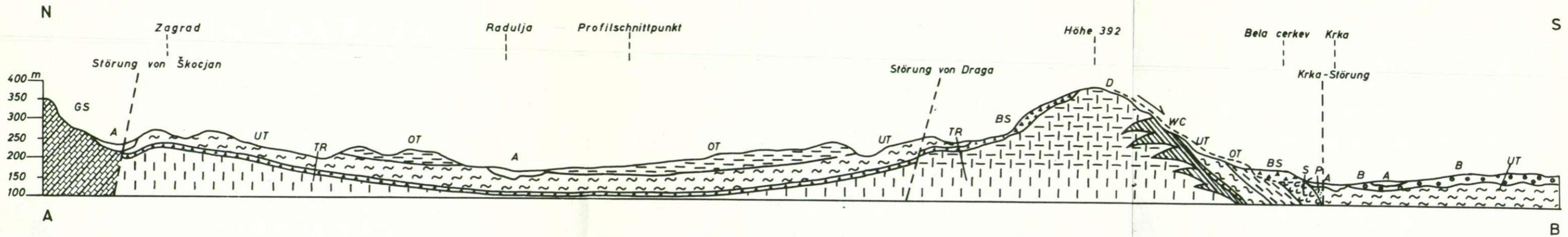


Abbildung 2.

Abbildung 2 und 3: Zur Lagerung der jungtertiären Schichten im nordwestlichen Krško polje

Die Lagerung der jungtertiären Schichten wurde auf orogene Bewegungen zurückgeführt.

Die Ergebnisse stratigraphischer und mikropaläontologischer Untersuchungen wurden in 9 Profil-Diagrammen (Tab. 2—8) dargestellt.

Die bisherige Alterseinstufung der miozänen Schichtfolge in die Grunder Schichten wurde mit Hilfe mikropaläontologischer Vergleiche revidiert. Die miozänen Ablagerungen wurden in das Niveau der tortonen und sarmatischen Schichtstufe gestellt. Ablagerungen des Helvet wurden im Arbeitsgebiet nicht beobachtet.

Eine Gliederung der Schichtfolge mit Hilfe ihrer Mikrofauna konnte durchgeführt werden. Grundlage der Gliederung ist die gerichtete Entwicklung der Foraminiferenfauna. Die Untersuchungsergebnisse wurden in einem Faunenprofil (Tab. 11) zusammengestellt. Die tortone Schichtfolge wurde in einen untertortonen und einen obertortonen Abschnitt gegliedert. Innerhalb der beiden Profilabschnitte wurden weitere Zonen ausgeschieden. In den sarmatischen Ablagerungen wurden 3 Zonen unterschieden, entsprechend der Gliederung für das Wiener Becken nach Grill (1941, 1943).

Die Fauna der obermiozänen Schichten wurde in einer Fossilliste zusammengestellt.

In einem kleinen Aufschluß bei Ruhna vas (Ruchtendorf) wurden unteroliozäne Basisschichten nachgewiesen.

Die Ablagerungen wurden auf Grund ihrer Molluskenfauna entsprechend der Gliederung für das Wiener Becken nach Papp (1956—1948) in die Zone B des Pannon gestellt.

Die Molluskenfauna wurde beschrieben.

Der tektonische Bau der jungtertiären Ablagerungen konnte auf orogene Bewegungen der attischen Phase zurückgeführt werden. Die Anlage dinarisch (NNW—SSO) streichender Verwerfungen geht auf jüngste Bruchschollenbewegungen zurück.

Die Untersuchungsergebnisse aus anderen Gebieten des Pannonischen Beckens wurden mit den Ergebnissen dieser Arbeit verglichen.

LITERATURVERZEICHNIS

Beck-Mannagetta, P., 1950, Schichtfolge und Tektonik des Tertiärs des unteren Lavanttales. Anz. d. Österr. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Kl., Nr. 2. Wien.

Beck-Mannagetta, P., 1952, Zur Geologie und Paläontologie des Tertiärs des unteren Lavanttales, Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, Bd. 45, Wien.

Beer, H. und Kopetzky, G., 1951, Zur Frage der Abgrenzung von Helvet und Torton im südweststeirischen Becken. Anz. d. Österr. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Kl., Nr. 14, 1951, Wien.

Bittner, A., 1884, Die Tertiär-Ablagerungen von Trifail und Sagor. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. XXXIV, Wien.

Brusina, S., 1892, Fauna fossile terziaria di Markusevec in Croazia. Glasnik Hrvatskoga naravosl. društva, Zagreb.

Brusina, S., 1884, Die Fauna der Congerienschichten von Agram in Kroatien. Beitr. z. Paläontologie Österr./Ungarns u. d. Orients, Nr. 3.

Cushman, J. A., 1948, Foraminifera, their Classification and Economic Use. Harvard Univ. Press.

- Fahrion, H., 1941, Zur Mikrofauna des Pannon im Wiener Becken. Öl und Kohle, 37.
- Fahrion, H., 1943, Ein mikrofaunistischer Vergleich des südosteuropäischen Pannons. Mittlg. d. Reichsamts f. Bodenf., Zweigst. Wien, Nr. 6, Wien.
- Férussac de, A., 1823, Monographie des Espèces Vivantes et Fossiles du Genre Mélanopside. Mém. de la Soc. d'Hist. Natur. de Paris, 1.
- Friedl, K., 1931, Über die Gliederung der pannonischen Sedimente des Wiener Beckens. Mittlg. d. Geol. Gesellsch. i. Wien, Bd. XXIV.
- Friedl, K., 1936, Der Steinberg-Dom bei Zistersdorf und sein Ölfeld. F. E. Suess-Festschr. Mittlg. d. Geol. Gesellsch. i. Wien, Bd. XXIX.
- Fuchs, Th., 1873, Beiträge zur Kenntnis fossiler Binnenfaunen. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. XXIII, Wien.
- Gorjanović-Kramberger, C., 1896, Über das Vorkommen der *Pereiraia gervaisii* in Croatien. Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanst., Wien.
- Gorjanović-Kramberger, C., 1897, Das Tertiär des Agramer Gebirges. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. XLVII, Wien.
- Gorjanović-Kramberger, C., 1899, Die Fauna der unterpontischen Bildungen um Londjica in Slavonien. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. XLIX, Wien.
- Grill, R., 1941, Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken. Öl u. Kohle, 37.
- Grill, R., 1943, Über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. Mittlg. d. Reichsamts f. Bodenf., Zweigst. Wien, Nr. 6.
- Grill, R., 1952, Zur Mikrofauna der Mühldorfer Schichten. Jahrb. d. Geol. Bundesanst., Bd. 95, Wien.
- Halavats v., G., 1911, Die Fauna der Pontischen Schichten in der Umgebung des Balatonsees. Result. d. wiss. Erforsch. d. Balatonsees, Bd. IV, Wien.
- Handmann, P. R., 1887, Die fossile Conchylienfauna von Leobersdorf. Aschendorff'sche Buchhdl. Münster.
- Handmann, P. R., 1888, Die Neogenablagerungen d. österreichisch-ungarischen Tertiärbeckens. Aschendorff'sche Buchhdl. Münster.
- Heritsch, F. und Seidl, F., 1919, Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917. II. Teil. Mittlg. d. Erdbebenkommission, Akad. Wiss. math.-naturw. Kl., Neue Folge Nr. 55, Wien.
- Hilber, V., 1892, Fauna der *Pereiraia*-Schichten von Bartelmae in Unterkrain. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Kl., Bd. CI, Abtlg. I, Wien.
- Hörnnes, M., 1856, Die fossilen Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien. Abhdl. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. III, Wien.
- Hörnnes, R., 1874, Tertiärstudien. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. XXIV, Wien.
- Hörnnes, R., 1897, Sarmatische Conchylien aus dem Ödenburger Komitat. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. 47.
- Janoschek, R., 1942, Die bisherigen Ergebnisse der erdölgeologischen Untersuchungen im inneralpinen Wiener Becken. Öl und Kohle, 38.
- Janoschek, R., 1943, Das Pannon des inneralpinen Wiener Beckens. Mittlg. d. Reichsamts f. Bodenf., Zweigst. Wien, Nr. 6, Wien.
- Janoschek, R., 1951, Das inneralpine Wiener Becken, im F. X. Schaffer, Geologie von Österreich.
- Kapounek, J., 1938, Geologische Verhältnisse der Umgebung von Eisenstadt (Burgenland). Jahrb. d. Geol. Bundesanst., Bd. 87, Wien.
- Kinkel, F., 1891, Neogenbildungen westlich von St. Bartelmae in Unterkrain. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. XLI.
- Kühnel, W., 1933, Zur Stratigraphie und Tektonik der Tertiärmulden bei Kamnik (Stein) in Krain. Prirodosl. razpr. 2, 61—111, Ljubljana.
- Lipold, M. V., 1858, Die Eisenstein führenden Diluvial-Lehme in Unterkrain. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. IX.

Lipold, M. V., 1858, Bericht über die geologische Aufnahme in Unterkrain im Jahre 1857. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. IX, Wien.

Lörenthey, I., 1902, Die pannonische Fauna von Budapest. Paläontograph., Bd. 48, Stuttgart.

Lörenthey, I., 1911, Beiträge zur Fauna und stratigraphischen Lage der pannonischen Schichten in der Umgebung des Balatonsees. Result. d. wiss. Erf. d. Balatonsees, Bd. IV, Wien.

Munda, M., 1939, Stratigrfske in tektonske prilike v rajhenburški terciarni kadunji (soteški produktivni skladi v brakičnem in morskem razvoju). Disertacija. Ljubljana.

Nebert, K., 1950, Die jungtertiäre Bucht von Pöllau-Hartberg. Dissertation. Graz.

Nebert, K., 1952, Die pliozäne Schichtfolge in der Pöllauer Bucht (Oststeiermark). Jahrb. d. Geol. Bundesanst., Bd. 45, Wien.

Papp, A., 1939, Untersuchungen an der sarmatischen Fauna von Wiesen. Jahrb. d. Geol. Bundesanst., Zweigst. Wien.

Papp, A., 1946—1948, Das Pannon des Wiener Beckens. Mittlg. d. Geol. Gesellsch. i. Wien, Bd. 39—41, Wien.

Papp, A., 1949, Fauna und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken. Anz. d. Österr. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Kl., Nr. 13, Wien.

Papp, A., 1950, Über die Einstufung des Jungtertiärs im Lavanttal. Anz. d. Österr. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Kl., Nr. 2, Wien.

Papp, A. und Turnovsky, K., 1950, Über die Entwicklung der Mollusken- und Ostracoden-Fauna im Pannon des Wiener Beckens und in Ungarn. Anz. d. Österr. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Kl., Jahrg. 87, Nr. 9, Wien.

Papp, A., 1951, Die Molluskenfauna des Pannon im Wiener Becken. Mittlg. d. Geol. Gesellsch. i. Wien, Bd. 44, Wien.

Papp, A., 1952, Die Molluskenfauna im Sarmat des Wiener Beckens. Mittlg. d. Geol. Gesellsch., Bd. 45, Wien.

Petrascsek, W., 1940, Alter und Bildung der Kohlenflöze von Rajhenburg und Trbovlje in Slowenien. Berg.- u. Hüttenm. Monatshefte d. Mont. Hochschule Leoben, Heft 4, Jahrg. 88.

Rakovec, I., 1932, Zur Miozänfauna der Steiner Voralpen. Prirod. razpr., Ljubljana.

Ramovš, A., 1951/52, Jadran nekoč in danes. Proteus, leto XIV, št. 8.

Sacco, F. e Bellardi, I., 1895—1897, I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria, Torino.

Stache, G., 1858, Die neogenen Tertiärbildungen in Unterkrain. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. IX, Wien.

Stache, G., 1860, Tertiärfossilien von Čatež. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. XI, Wien.

Staesche, K., 1942, Aussprache über die stratigraphischen Probleme des Jungtertiärs von Südosteuropa und Budapest. Öl und Kohle, 38.

Stevanović, P. M., 1953, Faunistische Neuigkeiten aus den unteren Congerlienschichten von Donja Tuzla in NO Bosnien mit einer Rückschau auf die sogen. Karagač-Endemiten. Annal. Géol. de la pénins. Balkan, Beograd.

Stille, H., 1924, Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Verl. Bornträger, Berlin.

Strauss, L., 1943, Versuch einer Parallelisierung des Pannons. Mittlg. d. Reichsamts f. Bodenf., Zweigst. Wien, Nr. 6.

Stur, D., 1863, Bericht über die geologische Übersichts-Aufnahme des südwestlichen Siebenbürgen im Sommer 1860. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Bd. XIII, Wien.

Tauber, A. F., 1939, Studien im Sarmat und Pannon des Königlberg-Gloriette-Bergzuges in Wien. Verhandl. d. Reichsstelle f. Bodenf., Zweigst. Wien, Nr. 7—8, Wien.

Teller, F., 1896, Erläuterungen zur Geologischen Karte der östlichen Ausläufer der Karnischen und Julischen Alpen. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst., Wien.

Teller, F., 1896, Die miozänen Transgressionsrelicte bei Steinbrück und Ratschach an der Save. Verhandl. d. Geol. Reichsanst., Wien.

Tomić-Džodžo, R., 1952, A paleontological treatise of microfauna from the well drilling Tušanj III—Donja Tuzla. Cl. d. Sc. math. et natur. de l'Akad. d. Serbe d. Sc. XXIII/4, Beograd.

Tomić-Džodžo, R. u. Veljković-Zajec, K., 1953, Die tortonischen Mikrofaunen des Denin-Majdan Profils (Umgebung von Beograd). Cl. d. Sc. math. et natur. de l'Akad. d. Serbe d. Sc. XXXIV/6, Beograd.

Tomić-Džodžo, R., 1953, A foregoing note on the results achieved in the study of microfauna from the sarmatic layers in the surroundings of Belgrad (Localities Jajinci, Rakovica, and to the south of Torlak). Ann. Géol. de la pénins. Balkan, Beograd.

Tornquist, A., 1918, Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1917, I. Teil. Mittlg. d. Erdbeben-Kommission Akad. d. Wiss. math.-naturw. Kl., Neue Folge Nr. 52, Wien.

Walter, E., 1951, Das Miozän zwischen Stainz und Glainzbach. Dissertation, Graz.

Wenz, W., 1923—1930, Fossilium Catalogus 1—11.

Wenz, W., 1938—1944, Handbuch der Paläozoologie, Gastropoda. II. Teil. v. O. H. Schindewolf, Berlin.

Winkler v. Hermeden, A., 1951, Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär, im F. X. Schaffer, Geologie von Österreich. Verl. Franz Deuticke, Wien.

Winkler v. Hermeden, A., 1952, Neue Beobachtungen im Tertiärbereich des mittelsteirischen Beckens. Mittlg. d. Naturw. Vereines f. Steiermark, Bd. 81/82, Graz.

Veit, E., 1943, Zur Stratigraphie des Miozäns im Wiener Becken. Mittlg. d. Reichsanst. f. Bodenforschung, Zweigst. Wien, Nr. 6.

Veljković-Zajec, K., 1952, A paleontological description of microfauna from the deep bore Bečej I. Cl. d. Sc. math. et natur. de l'Akad. d. Serbe d. Sc. XXII/3, Beograd.

Veljković-Zajec, K., 1953, Die paläontologische Darstellung der Mikrofauna aus den sarmatischen Sedimenten von Vinča und deren Umgebung. Cl. d. Sc. math. et natur. de l'Akad. d. Serbe d. Sc. XXXIV/6, Beograd.

Veljković-Zajec, K., 1953, Neuer Beitrag zur Kenntnis der Mikrofauna aus dem II. Mediterran in Višnjica. Cl. d. Sc. math. et natur. de l'Akad. d. Serbe d. Sc. XXXIV/6, Beograd.

Veselinović-Čičulić, M., 1952, An Appendix to the knowledge of the Middle Miocene on the Northern Declivity of the Fruška Gora. Cl. d. Sc. math. et natur. de l'Akad. d. Serbe d. Sc. XXII/3, Beograd.

Vetters, H., 1947, Erläuterungen zur Geologischen Karte von Österreich und seinen Nachbargebieten. Geologische Bundesanstalt, Wien.

Sprejel uredniški odbor dne 1. oktobra 1957.