

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn

durch Prof. Dr. Carl Troll und Fritz Bartz

Schriftleitung: Karlheinz Paffen

Heft 6

Max Pfannenstiel

Die Quartärgeschichte des Donaudeltas

1950

Im Selbstverlag des Geographischen Instituts
der Universität Bonn

Bonner Geographische Abhandlungen

Herausgegeben vom Geographischen Institut
der Universität Bonn

durch Carl Troll und Fritz Bartz
Schriftleitung: Karlheinz Paffen

Heft 6

Max Pfannenstiel

Die Quartärgeschichte des Donaudeltas

1950

Im Selbstverlag des Geographischen Instituts
der Universität Bonn

Die Quartärgeschichte des Donaudeltas

Mit 7 Abbildungen im Text
und 2 Tafeln im Anhang

von

Max Pfannenstiel

Im Selbstverlag des Geographischen Instituts
der Universität Bonn

**Gedruckt mit Unterstützung der Gesellschaft von Freunden und Förderern der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn.**

Alle Rechte vorbehalten

Druck: Werkbund-Druckerei Würzburg

Motto: „Ein rasselndes Geräusch kann man Tag und Nacht längs des ganzen Stromlaufs hören. Der Klang tönte beredt in die Ohren des Geologen. Die tausend und abertausend Steine, die, aneinander schlagend, den einen dumpfen, gleichförmigen Ton hervorbrachten, trieben alle in einer Richtung hin. Wie mit der Zeit, in welcher die hingleitende Minute unwiederbringlich verloren ist, so ist es mit diesen Steinen: Der Ozean ist ihre Ewigkeit, und jeder Ton jener wilden Musik spricht von einem Schritt weiter ihrer Bestimmung entgegen.“

Charles Darwin:

Nachtgedanken an einem patagonischen Fluß.

Vorwort

Die Oberfläche des festen Landes scheint heute ganz bekannt zu sein. Unerforschte Gebiete im alten, klassischen Sinne gibt es nur noch wenige. Die Technik mit all ihren bewundernswerten Apparaten wird in den Dienst der Geographie und Geologie gestellt. Die weißen Flecken der Atlanten sind klein geworden. Die Erforschung der großen Räume nähert sich dem Abschluß, und die wichtige Kleinarbeit hebt in jenen Gebieten an, welche noch vor einigen Jahren nur von wenigen, kühnen Menschen betreten wurden.

Indessen, die gleiche Technik erschließt auch wieder neue Großräume, nämlich die Ozeanbecken. Die Erforschung der Weltmeere hat in großem Stile begonnen. Hörte man früher die zurückgekehrten Geographen und Geologen über ihre Forschungsreisen sprechen, las man ihre Berichte, beugte man sich über ihre aufgenommenen Karten, sah man die Bilder ferner Länder und Menschen, so war man ergriffen von der Größe unseres Planeten. Nicht anders ergeht es dem heutigen Menschen, wenn er sich in die moderne ozeanographische Literatur einarbeitet. Großartige Entdeckungen sind in aller Stille gemacht worden; nur der Lärm einer aufgeregten Welt vermochte die echten und großen Entdeckungen von Geographen, Ozeanographen und Geologen zu übertönen. Fürwahr, die Berichte dieser Forschergruppen stehen in Nichts den Erkenntnissen der alten Pioniere der Erdkunde nach.

In den letzten Jahren sind einige Bücher erschienen, die — man kann es ruhig sagen und schreiben — „mit angehaltenem Atem“ gelesen werden.

Da ist *J. Bourcart* zu erwähnen mit seinem Werk: *Géographie du Fond des Mers. Une étude du relief des Océans* (Paris 1949). Auf eigenen Erfahrungen beruht *Francis P. Shepard's: Submarine Geology* (New York 1948) und schließlich sei auf *R. A. Daly's: Floor of the Ocean* (Univ. of North Carolina Press 1942) hingewiesen. Es handelt sich hier nur um einige wichtige Zusammenfassungen vieler Einzelergebnisse, wobei zu berücksichtigen ist, daß jährlich neue Resultate hinzukommen.

Der Ozeanboden ist morphologisch nicht monoton. Er hat ein kräftiges Relief, er weist viele Berge und unzählbare Täler auf. Viele, wahrscheinlich alle, submarinen Canyons sind jung, sind Bildungen der diluvialen Eiszeit.

Gleiches Alter haben die Deltas der großen Ströme. Einem dieser amphibischen Bildungen, dem Donaudelta, ist die nachstehende Studie

gewidmet. Sie ist in weiterem Sinne die Fortsetzung meiner Bosphorus- und Dardanellenarbeit; nur ist das Material verschieden, an dem die diluvialen eustatischen Schwankungen des Meeres abzulesen sind. Eine weitere Arbeit wird sich mit dem Nildelta beschäftigen und wohl in naher Zukunft erscheinen.

Möge diese Entstehungsgeschichte des Donaudeltas ein Beitrag sein zu der heute so sehr aufblühenden submarinen Geologie und Geographie des Meeres. Das Delta ist dem Schelfboden aufgesetzt; folglich kann man die Geschichte des Schelfmeeres am flachen Schuttkegel des Deltas studieren. Das Delta gehört aber auch zum Strom und zum Kontinent. Seine wissenschaftliche Bedeutung ist damit kurz aufgezeigt. Möge diese Studie Anregung geben, und mögen andere Delten in den Kreis der Forschung einbezogen werden.

Ein Blick über die erschienene Literatur des Donaudeltas zeigt den hervorragenden Anteil, den rumänische Geographen an der Erforschung des Donaudeltas haben. Die Geologen treten zurück, weil sie wohl annehmen, daß in dem weiten Überschwemmungsbereich nicht viel Erdgeschichtliches zu ernten sei. Um so höher ist das Bemühen der Geographen zu werten, die nicht allein die wenigen vorhandenen Formen analysierten. Sie wollten schon eine Morphogenese des Donaudeltas; aber die Geologen gaben ihnen bis jetzt keine diluvialstratigraphischen Unterlagen. Deshalb mußten sie einige Male in die Irre gehen, aber sie erkannten doch, daß die Einförmigkeit des Deltas Ausdruck eines erdgeschichtlichen Vorganges großen Ausmaßes ist, und einige „fühlten“ auch, welche Richtung eine wissenschaftliche Deltaforschung einzuschlagen habe. Schwankungen des Pontus-Spiegels wurden mehrfach in den Kreis der Erklärungsmöglichkeiten gezogen, wobei die Ursache des Auf und Ab des Meeresniveaus nicht besonders diskutiert wurde.

Es sei gestattet, im Vorwort den Wiener Kollegen Prof. Dr. Hans Slanar dankend zu erwähnen. Im Anschluß an einen Vortrag von mir am 12. Februar 1944 vor der Wiener Geologischen Gesellschaft über die eustatischen Spiegelschwankungen des Mittelmeeres, zog er die Folgerungen für das Donaudelta und das Schwarze Meer, wofür letzteres ich nur kurz streifte, das Donaudelta selbst aber damals nicht berührte. Herr Slanar sieht, wie ich, die Lösung der Deltafragen in den klimatisch bedingten eustatischen Spiegelschwankungen während des Pleistozäns. Vorliegende Studie ist nun die Antwort an die dankenswerte Anregung von Herrn Slanar, die er in seiner wichtigen Arbeit „Zur Kartographie und Morphologie des Donaudeltas“ gibt.*)

Herrn Prof. Dr. C. Troll bin ich zwiefach zu Dank verpflichtet. Mehrere rumänische Deltaarbeiten wurden mir durch seine Privatbibliothek zugänglich, ohne deren Kenntnis ich nicht zu einem guten Resultate gekommen wäre. Ohne seine Mithilfe könnte die Arbeit nicht in den Bonner Geographischen Abhandlungen erscheinen.

Schließlich habe ich von ganzem Herzen Herrn Dr. Paffen in Bonn zu danken für seine verständnisvolle und bewährte Redaktion.

Freiburg i. Br., den 1. Mai 1950.

Max Pfannenstiel.

* [136] S. 16 — Die in eckige Klammern gesetzten Zahlen geben die Nummer des Lit.-Verzeichnisses an.

Inhalt

<i>Einleitung: Historischer Rückblick über die Deltaforschung als Problemstellung</i>	11
<i>I. Die jungtertiären und altquartären Ablagerungen und Vorgänge im Schwarzmeer- und unteren Donauegebiet</i>	15
1. Das obere Levantin des Donaudeltas	15
2. Die Tschauda-Schichten des Schwarzen Meeres	17
3. Die alteuxinischen Paludinen-Schichten des Donaudeltas	19
4. Die mediterranen Uzunlar-Schichten von Teraklia in Südbessarabien	25
5. War der nördliche Dobrudscha-Horst eine Insel im alteuxinischen Süßwassersee?	26
<i>II. Eustatische Schwankungen im Schwarzen Meer und Donaudelta während Rißeiszeit und Riß/Würm-Interglazial</i>	29
1. Die positiven Erdkrustenbewegungen der Postuzunlar-Zeit	29
2. Die marinen mediterranen Terrassen der Karangat-Zeit im Pontus	31
3. Die Donaumündungen während der Karangat-Zeit	33
a) Das Donau-Ästuar im Deltagebiet	33
b) Die zweite Donaumündung der Karangat-Zeit und das Donautal Cernavoda-Constanta (Karasu-Tal)	34
c) v. Vinckes Gründe einer Ablehnung des Donautales Cernavoda-Constanta	37
d) Die Ansichten von Romulus Sevastos über die „Karasu-Donau“	39
<i>III. Schwarzes Meer und Donaudelta in der Würmeiszeit I</i>	42
1. Eustatische Regression des Schwarzen Meeres und Tektonik in der Neu-Euxinischen Zeit	42
2. Die würmzeitlichen submarinen Flußbetten des Schwarzen Meeres als Folge der eustatischen Absenkung	45
a) Das submarine Donaubett	46
b) Die submarinen Flußbetten des Cogálnic und des Hagidere	47
c) Das submarine Bett des Dnjestr	47
d) Das submarine Bett des Dnjepr und des Bug	48
e) Die submarinen Schwarzmeer-Betten der kleinen Flüsse Rumäniens, Bulgariens, Rußlands und der Türkei	49
f) Wo ist das submarine Bett des Don und welche Richtung hat es inne?	51

3. Die Folgen der eustatischen Absenkung des Pontus im unteren Donaugebiet während Würm I	53
a) Die Ablenkung der Karasu-Donau in das heutige Bett	55
b) Die Gefällsumkehr im Karasu-Tal	56
c) Die Bildung des Donau-Ästuars während Würm I	57
IV. Die Flandrische Transgression und das Donaudelta	59
1. Die Entstehung des Donaudeltas ab Interstadial Würm II/III	59
2. Die morphologischen Auswirkungen der Flandrischen Transgression	61
3. Das Delta während des postglazialen Klima-Optimums	62
V. Das Donaudelta in historischer Zeit und in seinem heutigen Aufbau 65	
1. Die Oberflächenformen des Deltas	65
a) Die subrezentten und rezenten Dünenzüge und die Nehrungszungen	65
b) Land- und Flußrelikte im Donaudelta	65
c) Der verschiedene Ursprung der Deltaseen	68
2. Valsans „Neue Hypothese über das Donaudelta“	70
3. Der innere Bau des Deltas	73
a) Die Tiefenlage des festen Gesteinsuntergrundes des Deltas	73
b) Die Mächtigkeit der rezenten Meeressedimente vor dem Delta	75
Schlußwort	76
Literaturverzeichnis	78

Verzeichnis der Karten und Tafeln.

Abb. 1:	Ausdehnung des Pontus in der Tschauda-Zeit (Grenze Pliozän/Quartär) nach N. Andrussow 1918	18
Abb. 2:	Ausdehnung des Pontus während der Alt-Euxinus-Zeit (Mindel- bis Rißeiszeit einschl.) nach Archangelsky u. Strachow 1938	23
Abb. 3:	Ausdehnung des Pontus während des Karangat-Stadiums (Riß/Würm-Interglazial) nach Archangelsky u. Strachow 1938	31
Abb. 4:	Verteilung der Sedimente im Pontus während der Neu-Euxinus-Zeit (Würm I) nach Archangelsky und Strachow 1938 .	43
Abb. 5:	Verteilung der Sedimente im Pontus während der Alt-Schwarzmeer-Zeit (Interstadial-Würm II/III und Würm III) nach Archangelsky und Strachow 1938	60
Abb. 6:	Anordnung und Richtung der „Grinde“ (marine Nehrungen mit Dünen) und ihre hypothetische Verlängerung bis zur Schlangeninsel nach G. Valsan 1936. (Man beachte auch die natürliche Eindeichung der Donauarme innerhalb des Deltas durch fluviatile „Grinde“.)	72
Abb. 7:	Rezente Sedimentmächtigkeit (cm) im westlichen Schwarzen Meer, gebildet seit Würm III (nach Archangelsky und Strachow 1938)	75
Taf. I:	Das Delta der Donau (nach C. Bratescu)	Anhang
Taf. II:	Zeittafel der quartären Entwicklungsstadien d. Dona deltas	Anhang

Einleitung

Historischer Rückblick über die Deltaforschung als Problemstellung.

Das Wort und der Begriff „Pluvial Periode“ wurde von *A. Tylor*¹⁾ im Jahre 1868 in die Geologie eingeführt. Wohl war seine „Pluvial Zeit“ ein Abschnitt des Diluviums, aber sie vertrat nicht die Eiszeit in den ariden Erdstrichen, wo statt der Vergletscherung großer Gebiete, wie wir heute wissen, nur eine erhöhte Regenmenge das Eiszeitklima charakterisierte. *Tylor* nahm vielmehr schon 1853 eine Pluvialperiode an, die er damals noch nicht so benannte, um die große Masse grober und mächtiger Schotter an der Basis der Deltabildungen großer Ströme zu erklären. „The Delta deposits are found to be coarser and more sandy near the bottom, and indicate more rapid rivers and greater rainfall at the earlier portion of their history.“ (*Tylor* 1872).

Er errechnete die jährliche Regenhöhe im Quartär über den Britischen Inseln zu 300 Zoll (= 7,62 m) und forderte mit einer die heutige um das 7fache übersteigenden Regenmenge und einer 125fachen heutigen Flußwassermenge den Widerspruch seiner englischen Kollegen *Prestwich* und *Sir Ch. Lyells* heraus. Denn gerade diese beiden Geologen, welche auf dem eben gegründeten Axiom des Aktualismus in der Geologie standen, „consider the present meteorological conditions as the test for those that previously existed“.

Das Pendel des Erkenntnisfortschrittes war, wie so oft, zu weit ausgeschlagen und der *Tylorsche* Begriff der Pluvialperiode kam etwas in Verfall und ging dann ganz verloren, als die großen Entdeckungen der echten Glazialphänome des Quartärs die früheren Arbeiten und Theorien in den Hintergrund rücken ließen. Viel später kam der Begriff wieder zur Geltung, aber geläutert und frei von Übertreibungen. Er vertrat zeitlich die Eiszeit bzw. die Eiszeiten in den wärmeren Zonen, wo statt der Moränen grobe Schotter und Gerölle als zeitlich äquivalente Bildungen auftreten, welche ihrerseits auf erhöhte Regenniederschläge hinweisen und auf starke erosive Flußtätigkeit in Gebieten, die heute nahezu regen- und stromlos sind.

Und dennoch hat *Tylor* einen richtigen Gedanken gehabt. Es stimmt und ist inzwischen durch viele Bohrungen nachgewiesen, daß der Untergrund der Deltabildungen aus gröberen Sanden und Geröllen besteht, während der heutige Strom nur Schlamm und feine Trübung im Delta zum Absatz bringt.

Eine erhöhte Regenmenge genügte aber den englischen Autoren nicht, um die Transportkraft der Flüsse im frühen Diluvium, in der „Gravel-Period“, zu erklären. Das Gefälle der Ströme müßte auch größer sein, und so ging man gleich zwei Schritte weiter: man erhöhte einerseits das

¹⁾ Quarterly Journal of the Geol. Soc. 25. 1868, S. 105.

Einzugsgebiet der Bäche um jenen Betrag von Schottern und Geröllen, die jetzt in den Deltas und im Küstenstrich der Kontinente liegen, und dachte sich andererseits den Ozeanspiegel tiefer gesenkt, und zwar gleich um rund 100 Faden (= 183 m). So war das Gefälle der Flüsse um über 200 m gegenüber dem heutigen vergrößert, und damit war die Erklärung der groben Geröllbänke in den tiefen Deltalagen gegeben.

Wir wissen heute, daß es unmöglich ist, den wahren Denudationsbetrag zu errechnen, um den die Gebirge und die Kontinente im Diluvium erniedrigt wurden. Aber generell war und ist der Gedanke richtig.

Wie aber kamen die englischen Geologen zu einer Tieflage des Ozeanspiegels im Quartär von — 183 m? Sie stützten sich auf die Arbeit von *R. Austen*,²⁾ der 1850 und 1851 eine Karte des englischen Kanales und der Nordsee vorlegte und darin alle damals bekannten Vorkommen von Küstensedimenten, Säugetierresten und Süßwassermuscheln (*Unio pictorum*) vermerkte, welche bis in eine Tiefe von 100 Faden (= 183 m) in situ gedredet wurden. Es war damals eine kühn zu nennende Erkenntnis — und sie wurde auch als „boldy“ bewertet — als *Austen* die diluviale Küstenlinie hoch in den Norden zwischen Schottland und Jütland verlegte und den quartären Rheinstrom von 400 Meilen (730 km) zusätzlicher Länge auf dem Boden der Nordsee erkannte, dem Themse, Humber, Tweed und Tay tributär waren.

Noch eine andere geographische und geologische Entdeckung bewegte einige Engländer zu der Annahme eines tiefer gelegenen Seespiegels in der jüngsten geologischen Vergangenheit. Im Jahre 1842 erschien *Ch. Darwins* „Structure and Distribution of Coral Reefs“. Man zollte der ingeniosen Darstellung, der genetischen Verkettung von Küstenriff-Wallriff und Atoll ungeteilten Beifall, aber man fand auch, daß die Theorie der Senkung des festen Landes allein doch nicht genügen könne, um der morphologischen Mannigfaltigkeit der Riffbauten mit einer einzigen Theorie gerecht zu werden. Zudem ist *Darwin* gar nicht so restlos von seiner Senkungstheorie überzeugt gewesen, wie man es heute in Lehrbüchern liest, mußte er doch selbst 1851³⁾ gestehen, daß wir nicht erwarten dürfen, alle schlüssigen Beweise in jenen marinen Senkungsgebieten zu erhalten, weil ja die Senkung alle ihre Kronzeugen selbst der Beobachtung entzogen habe. Und so kommt *Darwin*, nachdem er alle anderen Möglichkeiten eines genetischen Zusammenhanges zwischen den verschiedenen Arten von Korallenriffen geprüft hatte, schließlich zum Resultat, daß er die Senkungstheorie annehmen müsse, aber nur als „the one alternative“.

Ist es da nicht richtiger und einleuchtender, schreibt nun *Tylor* (1872), daß wir eine einzige Ursache suchen, die uns erklärt, warum

1. die quartären Deltabildungen der tieferen Lage aus groben Kiesen und Geröllen bestehen?
2. die Schelfe existieren und in 100 Faden Tiefe die Kontinente umsäumen und reichliche Spuren terrestrischen Lebens und Landreliefs hinterlassen haben?
3. die Riffbildungen teilweise wenigstens eben auf solch altem, langsam im Meer ertrinkenden Lande aufbauen?

²⁾ Quart. Journal of the Geol. Soc. Bd. 6 u. 7.

³⁾ Geological Observations, S. 127 u. 147.

Tylor war ein kritischer Kopf und ungewöhnlich selbständig in seinem Denken. Gewiß, sagte er, ist der Aktualismus schön und brauchbar; aber 1872 schreibt er: „Geologists assume too much when they rely on the analogy of modern conditions being a complete key to the knowledge of former conditions on the earth. Nor is the reverse true.“

Deswegen greift *Tylor* den *Crollschen* Gedanken auf, daß die Glazialzeit soviel Wasser in Form von Eis und Schnee dem Ozean entzogen habe, daß der Seespiegel um 100 Faden fallen mußte. Der schottische Geologe *McLaren* hatte schon 1842 diese Idee geäußert, und nun griff sie 1872 *Tylor* auf und glaubte den Schlüssel in den Händen zu haben, um verschiedene geologische Erscheinungen in weit auseinanderliegenden Erdteilen und Meeren zu erklären.

Das Abschmelzen des Eises bedingt ein Ansteigen der Weltmeere: Die Deltas bauen sich auf festem Grunde im steigenden Wasserspiegel auf, die amobilen Schelfe ertrinken im vorwärts schreitenden Meere, die Korallen errichten so schnell ihre Kalkriffe auf stabilem Boden, daß sie mit dem tiefer werdenden Ozean Schritt halten.

Tylors Gedanken, so unvollständig sie im Einzelnen und in der Beobachtung sein mögen, fielen auf fruchtbaren Boden. Neben die *Darwinsche* Rifftheorie trat die neue Theorie von *A. Agassiz*, die besagt, daß durch Abrasion längs der in früheren Zeiten gehobenen Inseln eine flache submarine Plattform entstanden sei, auf der sich die Polypenstöcke festsetzten. Neuerdings hat *Daly* in Fortsetzung *Tylorscher* und *Crollscher* Gedanken seine „Glaziale Kontrolltheorie der Korallenriffe“ auf alten und neuen Beobachtungen gegründet.

Das ganze Phänomen der ertrinkenden Länder und Inseln durch einen steigenden Meeresspiegel in Folge von Abschmelzvorgängen riesiger Gletschergebiete, von freiwerdendem Meeresboden in Folge von Wasserentzug durch Eisbildung wurde zum Begriff der „Eustatischen klimatisch-bedingten Schwankungen des Ozeanspiegels“.

Nur die Deltabildungen wurden kaum mehr in den Kreis der geologischen Dokumente des Quartärs einbezogen. Sie waren nur mehr fluviatile, marine oder limnische Bildungen, und der Gedanke lag ferne, auch sie in einem ursächlichem Zusammenhange mit den Glazialzeiten der Nordhemisphäre zu sehen.

R. Credner [51] widmete den Deltas der Erde seine Aufmerksamkeit (1878) und fand, daß die geographische Verbreitung der Deltas abhängig sei von den Niveauveränderungen: ein positives Ansteigen des Landes fördere die Entstehung der Ästuare, der offenen Mündungstrichter der Ströme, ein Sinken des Landes hingegen, eine negative Niveauveränderung, begünstige die Deltabildungen. *Credner* verlegte das entscheidende Moment in die Mobilität der Erdkruste. Die eustatischen, klimatisch bedingten Spiegelschwankungen der Ozeane während des Diluviums wurden aufgegeben, die Kontinentalsockel selber führen die Bewegungen aus. Es ist selbstverständlich, daß eustatische Schwankungen und epirogenetische Niveauveränderungen gleichzeitig auftreten können und so die Wirkung verstärkt oder abgeschwächt werden kann.

Wenn aber so viele Deltas wie das des Po, der Narenta, des Nil, der Donau, des Dniestr-Bug, des Ganges, des Mississippi ähnliche, wenn nicht

gleiche Erscheinungen aufweisen, so spricht dies mehr für eustatische Spiegelschwankungen als für epirogene Hebungen oder Senkungen.

Die Arbeit *Tylors* über die Bildung der Deltas im Diluvium ist nicht ohne praktische Folgen geblieben. Es wurden im Jahre 1885 die ersten Tiefbohrungen im Nildelta niedergebracht, und zwar suchte man direkt „the solid rock on which these deposits lie, and in which the Nile valley was originally excavated.“ Die Delta-Commission in Kairo und die Royal Society trugen gemeinsam die Kosten der Bohrungen. Die tiefste der drei Bohrungen ging 25,30 m (84 feet) in den Deltauntergrund. Den „solid rock“ traf man nicht an. Man vermutete den Untergrund in weniger als 200 Fuß (62 m), täuschte sich aber sehr; die im Jahre 1897 bei Zagazig in Ägypten niedergebrachte Bohrung reichte bis zu einer Tiefe von 97 m unter den Meeresspiegel (= 319 feet). Die gesamte Bohrlochlänge betrug 345 Fuß oder 105 m. Den Untergrund hat man indessen nicht angebohrt, und soviel mir aus der Literatur bekannt ist, haben auch spätere Bohrungen den „solid rock“ bei — 163 m nicht erreicht.

Die Mächtigkeit der diluvialen Nilauflüchtungen im Delta sind also sehr beträchtlich. Dieses Resultat hatte niemand erwartet, und kein mit der Geologie Nordafrikas vertrauter Geologe würde annehmen, daß sich Ägypten und die Cyrenaika seit dem Diluvium um diesen Betrag gesenkt hätten.

Das Nildelta stellt aber keine Ausnahme dar. Eine Bohrung vom Jahre 1846 in Calcutta traf in 129 m noch fluviatile Schotter des Ganges mit Knochen von Eidechsen und Land-Schildkröten an. Und der Mississippi schüttete bei New-Orleans ein Delta von mindestens 193 m Mächtigkeit auf; auch hier blieb der Bohrer in fluviatilen Schottern stecken, ohne daß der Untergrund erreicht war. Dasselbe ist vom Po zu sagen. Die diluvialen Mächtigkeiten sind bei Venedig mit 173 m nicht durchsunken, und bei Modena sind es gar 215 m. Alle Bohrungen gingen tief unter den Meeresspiegel hinab, durchquerten nur vereinzelte, marine Lagen, einige brackische Schichten, sonst aber Torflager und fluviatile Geröllbetten.

Wenn aber die Flußhorizonte der Deltas so überaus mächtig sind, so weit unter den Meeresspiegel reichen, dann muß auch das Bett des Stromes, des Erbauers der Deltaländer im Diluvium sehr viel tiefer gelegen haben, und es erhebt sich die Frage, ob nicht der Lauf der Ströme auf dem Meeresboden noch erhalten ist. Ist nicht, so müssen wir heute fragen, das Rheinbett auf dem Meeresgrund nur ein einziges Beispiel von vielen ertrunkenen Strömen, und verlohnt es sich nicht, das alte Gedankengut von *A. Tylor* und *R. Austen* neu aufzunehmen und es zu prüfen an Hand moderner Bohrprofile und unserer Admiralitätskarten? — Es lohnt sich, wie ich zeigen werde.

Als erstes Beispiel sei die Donau herangezogen, die der majestätischste aller Ströme Europas ist und deren Delta noch ziemlich unberührt, fast eine terra incognita der Geologen ist. Neben der Donau münden die großen Flüsse Dnjestr, Bug und Dnjepr in den Pontus. Es ist nicht nur lehrreich, sondern reizvoll, zuerst einmal diesen Strömen Europas nachzugehen und ihre letzten Spuren auf dem Kontinente zu deuten, ehe sie in den Fluten des Ozeans endgültig vergehen.

Wir können diesen Geologie-geschichtlichen Abschnitt nicht schließen, ohne auf die Tatsache hinzuweisen, daß die eigentliche Deltaforschung

nur von englischen Forschern ausging, weil diesen Geologen das Meer, die Küste und die Deltas großer Flüsse zur Heimat gehören, und es zeigt sich hier ganz deutlich, daß die internationale geologische Forschung letzten Endes doch an den nationalen Mutterboden gebunden ist und in der Heimatgeologie des entsprechenden Forschers wurzelt.

I. Die jungtertiären und altquartären Ablagerungen und Vorgänge im Schwarzmeer- und unteren Donaugebiet.

1. Das obere Levantin des Donaudeltas. (höchstes Pliozän)⁴⁾

Das höchste Tertiär, das obere Levantin, ist in SW-Bessarabien nur zwischen dem Pruth, der Donau und dem Jalpug als Fortsetzung des Levantins Moldaviens aufgeschlossen. Die Mächtigkeit ist gering; sie beträgt bei dem Dorfe Caslita Pruth 10—20 m und sinkt im südlichen Pruththal auf 2—3 m hinab.

Die unteren Schichten sind lakustre und fluviatile Bildungen mit zahlreichen Unioniden in lockeren Sanden und Sandsteinlinsen. Die oberen Lagen bestehen aus dünnen Paketen sehr verwitterter Konglomerate, welche Säugetierknochen führen, also kontinentalen Charakter haben. Seitlich geht dieser Konglomerathorizont in eine obere Unioniden führende Fazies über. Die Säuger und Unioniden verraten eine Steppenlandschaft mit eingestreuten Seen.

Die tieferen Schichten, gut aufgeschlossen bei Caslita Pruth, sind durch *Unio bogatschewi Michailowski*, *Unio wetzleri Dunker var. flabellatiformis Michail.* und *Unio sandbergeri Neumayr* charakterisiert.

Eine Diskordanz trennt sie von den oberen Levantin-Schichten mit *Unio procumbens Fuchs* und *Unio doljensis Sabba*. Die Steppenfauna hat J. Komenko [70/71] beschrieben: *Machairodus cultridens Cuv.*, *Lynx brevirostris Cr. et Job.*, *Hyaena sp.*, *Vulpes vulpes fossilis Kom.*, *Castor praefiber Dép.*, *Histrix sp.*, *Prolagus sp.*, *Capreolus australis de Ser.*, *Cervus ramosus Cr. et Job.* und *pyrenaicus Dép.*, *Lepus sp.*, *Ochotona sp.*, *Spalax sp.*, *Mus sp.*, *Sciurus sp.*, *Mastodon arvernensis Cr. et Job.*, *Mastodon borsoni*, *Hipparion crassum Gerv.*, *Hippopotamus sp.*, *Camelus bessarabensis Kom.*, zahlreiche Chelonier und Fische.

Man sieht, daß das Tertiär Südbessarabiens ohne eine ausgesprochene fluviatile Fazies der Donau schließt, weshalb man annehmen muß, daß die Donau der obersten Pliozänzeit in vielen Seen erlosch, zwischen denen sich eine Steppe ausdehnte.

Die Flußterrassen Südbessarabiens.

Der Dnjestr, der Pruth und der Dnjepr hingegen sind durch Terrassen aus dieser oberpliozänen Zeit vertreten. Bei Cioburciu (Bezirk Tighina) und längs der unteren Botna bei ihrer Mündung (90—110 m ü. d. M.) in

⁴⁾ vgl. zu allen weiteren Ausführungen die chronologische Übersichtstafel im Anhang.

den Dnjestr sind Terrassen vorhanden, deren Schotter *Elephas meridionalis Nesti* und *Cervus elaphus L.* enthalten. Nördlich der Stadt Cahul ist beim Dorfe Rosu eine Terrasse des Pruth mit Schottern in 120 m Höhe entwickelt.

Unmittelbar nördlich Galati zwischen Pruth und Sereth vermerkt die Harta Geologica a Romaniei (Blatt 6a 1 : 500 000) eine Hochterrasse zwischen 85 und 100 m über dem Meere, die entweder dem Sereth oder dem Pruth ihre Entstehung verdankt.

Die hohen Schotter von Cioburciu und der Botnamündung am Dnjestr werden von einer terra rossa bedeckt, welche in stratigraphisch ähnlicher Lage in der Südukraine auftritt. *Mircink* [93] und *Krokos* [72] stellen die rotbraunen Tone der Ukraine in das Präglazial. Die beiden russischen Geologen stützen sich dabei auf die Untersuchungen von *Grigorovici-Beresovski* [61], der feststellte, daß das höchste Levantin in ganz Südbessarabien existiert haben müsse, aber in der Hauptsache wieder erodiert worden sei. Denn nur so erkläre sich das Vorkommen von umgelagerten Unioniden und aufgearbeiteten Säugetierresten der vorher zitierten Step-penfauna in der terra rossa und in den hochgelegenen Schottern.

Altquartäre epirogenetische Bewegungen bedingen die Lage des Donaudeltas sowie die Entstehung der Täler Südbessarabiens.

a) *Macarovici* [82] stellte eine Diskordanz zwischen dem oberen und unteren Levantin fest. *Grigorovici-Beresovski* [61] seinerseits erkennt eine große stratigraphische Lücke zwischen den Unionidenschichten des oberen Levantins (*Unio procumbens* Fuchs) (zwischen Reni und Giurgiuleşti) und den mindeleiszeitlichen *Corbicula-fluminalis* Schichten (Schichten von Babele). Er glaubt, die Diskordanz mit einer südwärts gerichteten Regression des Levantins erklären zu können. Die Regression nach Süden erfolgte aber nur durch eine Hochbewegung der nördlichen Teile Südbessarabiens, und Zeugen der epirogenetischen Hochbewegung sind eben die hochgelegenen Terrassen des Dnjestr.

Die gesamten Täler Südbessarabiens sind demzufolge Gefällstäler, an deren Kopfende die hohen Terrassen der Botna und des Dnjestr liegen; sie entstanden auf der leicht nach Süden einfallenden Neogentafel. Da sie in die levantinische und in die dazische Stufe eingeschnitten sind, müssen sie postlevantin entstanden sein, also auch jünger sein als die Schotter. Da sich mindeleiszeitliche Schichten (Schichten von Babele) in den Talwannen niederschlugen, müssen sie vormindelzeitlich sein.

Da ferner die hochgelegenen Schotter *Elephas meridionalis* und aufgearbeitete levantinische Fossilien führen, müssen die Schotter an der Grenze Pliozän / Quartär entstanden sein, wahrscheinlich noch im letzten Ausklang des Pliozäns, weil sie ja noch von den rotbraunen Tönen bedeckt sind, die präglazial sind. Die NS gerichteten Täler Südbessarabiens müssen demnach altquartären Alters sein.

Auch die epirogene Hochbewegung als letzte Ursache der Talbildung ist zeitlich festzulegen. Sie muß erfolgt sein nach Ablagerung der Schotter und vor der Bildung der mindeleiszeitlichen (= alteuxinischen) Babele-Schichten: sie gehört in das Altquartär, in die Günzvereisung und das erste Interglazial Günz / Mindel.

b) Die altquartären Bewegungen der Erdkruste haben die topographische Lage des Donaudeltas festgelegt. Waren bis in das Pliozän (einschl. Levantin) Bessarabien und das Donaudelta stratigraphisch und tektonisch an Moldavien angegliedert, so wird durch die Hochbewegung des südlichen Bessarabiens nun die Anlage des Donaudeltas als eines neuen erdgeschichtlichen Raumes mit eigener Geschichte geschaffen.

Das Levantin und wahrscheinlich auch noch die dazischen Schichten wurden mitten im Donaudelta (*Pascu* [105]), bei tiefen Erdarbeiten am Sulina-Kanal erschlossen. Sie stoßen am Grundgebirge und den darüber liegenden mesozoischen Schichten der Dobrudscha an, scheinen sie aber nicht zu überlagern, weil sie durch einen Bruch vom Dobrudscha-Horst getrennt sind. Diese vermutete nördliche Randverwerfung der Dobrudscha verläuft von NW nach SO, ist also parallel der bekannten Verwerfung und Überschiebung von Pecineaga-Baspunar-Camena im Babadag. An dieser nördlichen tektonischen Linie als Scharnier ist die Neogenplatte Bessarabiens hoch gestiegen. Heute noch ist die Zone zwischen Galati — Reni — Tulcea — Ismail von vielen Erdbeben heimgesucht. Längs der tektonischen Naht von Bessarabien und der Dobrudscha hat sich später das Donaudelta entwickelt.

Der Strom zwischen Galati und Tulcea und sein südlichster Deltaarm, der St. Georgskanal, folgen ohne besondere Abweichung der tektonischen Linie, der Grenzscheide zwischen Bessarabien und der Dobrudscha. *Simionescu* [130] schreibt über das Alter der letzten Bewegungen längs dieser Verwerfung: „Je suis enclin à considérer même la faille limite du grand horst dobrodgeois d'âge récent, en me basant sur la présence des couches daciennes trouvées par *Pascu* près Ostrow et des couches levantines de Galati“.

Die altquartären epirogenen Hochbewegungen haben somit die Lage, den Raum bestimmt, in dem sich das Delta entwickeln konnte; es wurde eine asymmetrische Mulde (nicht im Sinne einer Faltungstektonik) geschaffen, deren Nordflügel flach nordwärts ansteigt und deren Südflügel die Randverwerfungszone des Dobrudscha-Horstes ist, der stets eine Aufwärtsbewegung besessen hat.

Über weitere tektonische Schwächezonen unterrichtet ein späteres Kapitel.

2. Die Tschauda-Schichten des Schwarzen Meeres. (Grenze Pliozän / Quartär).

Die diluviale Geschichte des Schwarzen Meeres beginnt mit Sedimenten eines brackischen Sees. Nach dem ersten Leitfossilien-führenden Fundort, dem Kap Tschauda der Halbinsel Kertsch, hat *Andrussow* diese Schichtfolge „Tschauda-Schichten“ genannt. Eine typische Fauna kaspischer Prägung bevölkerte das Brackwasser, darunter Leitmuscheln wie *Didacna baeri crassa* *Pavl.* und *Didacna tschadae* *Andr.* Bei Huria unweit von Kertsch, an der südlichen Krimküste, bei Batum im Osten und in der Dardanellenstraße stieß man auf Erosionsreste der Tschauda-Zeit. Allem Anschein nach fehlt der Tschauda-Horizont im Nordwesten des Pontus, zwischen Konstanza und der Krim, obwohl man da eifrig gedredht und

gebohrt hat. *Archangelski* [23] kam schon 1926 zu der Ansicht, daß dieser seichteste Teil des Pontus in jener Zeit Festland war, und er hat trotz der inzwischen intensiv weiter geführten geologischen Untersuchungen durch russische Forschungsschiffe noch 1938 seine früher gewonnene Erkenntnis aufrecht gehalten.

Das Alter der Tschauda-Schichten wird von *Andrussow* und anderen russischen Geologen als höchstes Oberpliozän angegeben. *Macarovici* [82] parallelisiert sie mit der oberpliozänen Apscheron-Stufe des Kaspibeckens. Wie ich in meiner Dardanellen-Bosporus-Studie [112] ausführte, werden die in Rede stehenden Bildungen auch noch in das tiefste Alt-diluvium reichen.

Die im vorigen Kapitel beschriebenen lakustren und fluviatilen Sedimente mit *Unio procumbens* und der Steppenfauna (darunter *Mastodon arvernensis* und *borsoni* von Reni an der Donau z. B.) haben das gleiche Alter wie die Tschauda-Schichten des Pontus. Es sind nur andere Faziesbereiche. Die Tschauda-Schichten sind brackisches Oberlevantin des Schwarzen Meeres.

Da *Andrussow* aus dem völligen Fehlen der Schichten schloß, daß der Nordwestteil des Pontus in der Tschauda-Zeit Festland war, können wir uns diesen Landstrich mit Süßwasserseen besetzt vorstellen, zwischen denen sich die Steppe mit den vielen Säugern bevölkert ausdehnte. Die Seen standen in Verbindung miteinander, und diese Seen- und Flußlandschaft war von den pliozänen / altquartären Donauwassern durchflutet. Von Norden kamen die Ströme der Ukraine (Dnjestr, Bug, Dnjepr) und endeten mit der Donau im brackischen Tschauda-See.

*Archangelsky*⁵⁾ hat eine kleine, sehr instruktive Karte des Umfanges des Tschauda-Beckens gezeichnet, die hier wiedergegeben sei. (Abb. 1.) Man

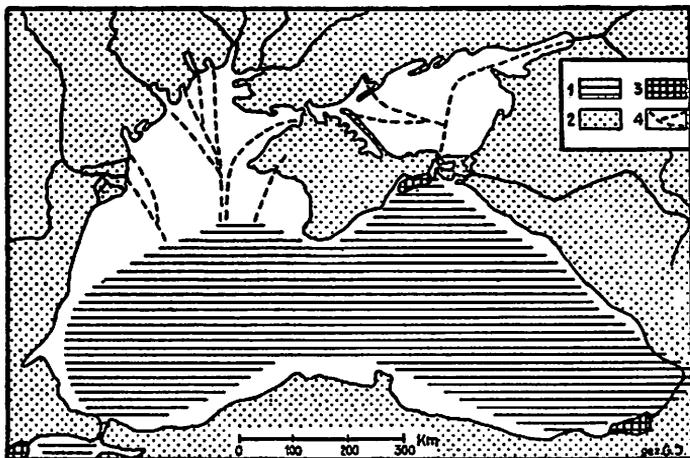


Abb. 1: Ausdehnung des Pontus in der Tschauda-Zeit (Grenze Pliozän/Quartär) nach N. Andrussow 1918 veröff. 1926.
 1 Seeoberfläche, 2 heutiger Festlandsumriß 3 Aufschlüsse der Tschauda-Schichten, 4 vermutliche Richtung der Täler und Flüsse auf dem trockengefallenen Schelf,

⁵⁾ [23] S. 187.

sieht den vermuteten Verlauf der Donau und der Ströme Bessarabiens und der Ukraine in Fortsetzung ihrer jetzigen Betten auf dem Kontinentalsockel der großen Bucht von Odessa. Es wird vermutet, daß der Don in jener Zeit durch das Asowsche Meer geflossen sei, und es liegt die Annahme nahe, daß er die Enge von Perekop durchströmte, um im Westen der Krim in das Tschauda-Becken einzumünden.

Die paläogeographische Karte *Archangelskys* vom Jahre 1938 ⁶⁾ ist in Bezug auf die Flußläufe der Tschauda-Zeit etwas vorsichtiger. Ein Fragezeichen in der Nordwestecke des Pontus besagt, daß man nichts Sicheres über die Tschauda-Zeit aus diesem Gebiet weiß, und im östlichen Teil des Asowschen Meeres wogt der brackische See als ein breiter Arm hinüber nach der Manytsch-Senke ins Kaspi-Baku-Becken. Somit läßt *Archangelsky* die Frage des Donlaufes jener Phase auch wieder offen.

Wie lange die Tschauda-Zeit im Pontus herrschte, welche Zeitabschnitte des Altquartärs damit ausgefüllt waren, läßt sich nicht feststellen, weil eine stratigraphische Lücke klafft zwischen den mindel-eiszeitlichen, alteuxinischen Schichten — also dem nächstfolgenden und überlagernden Horizont — und dem Tschauda-Horizont. Es fehlen alle Sedimente der Posttschauda-Epoche. — *Archangelsky* nimmt für diesen Abschnitt epirogene Hochbewegung der Beckenumrandung an, kommt also zum selben Resultat, wie wir es vorher aus den hochgelegenen Schottern des Pruth und des Dnjestr ableiteten. „These uplifts made the waters of this basin retreat within the limits of the modern Black Sea and therefore the deposits of the epoch which followed immediately the Chaudian age remain unknown to us.“ ⁷⁾

3. Die alteuxinischen Paludinen-Schichten des Donaudeltas. (Mindeleiszeit).

Auf die Tschauda-Schichten folgt mit der stratigraphischen Lücke der Posttschauda-Zeit im Pontus die sog. alteuxinische Phase, und im Delta der Donau wird das obere Levantin (zeitliches Äquivalent der Tschauda-Schichten einer lakustren Phase) von den alteuxinischen Schichten überlagert.

Der englische Seeoffizier *T. Spratt* [139], dem die Geologie der östlichen Balkanländer so viele ausgezeichnete stratigraphische und paläontologische Beobachtungen verdankt, hat im Donaudelta die ältesten einwandfreien diluvialen Schichten gefunden. Bei Babele am Ostufer und bei Bardur (heute: Barta) am Westufer des Jalpugsees sowie bei Inputsitsa südlich Bolgrad fand er weißlichgraue und braune Mergel mit Sandsteinlagen, die diskordant von Löß überlagert sind. Besonders das Steilufer von Babele (39 m hoch) fand seine und seiner Nachfolger Beachtung. Unter 21 m mächtigem Löß mit Resten von *Elephas primigenius* und *Cervus megaceros* (Peters [111]), liegt der braune Mergel von rund 7,50 m Mächtigkeit, der auch bei Bardur und bei Bolgrad ansteht.

⁶⁾ [24] S. 166.

⁷⁾ [25] S. 219.

Die zahlreichen von Spratt gesammelten Fossilien wurden von Woodward bestimmt. Peters [111], Sinzow [134], Sokolow [138], Grigorowitsch-Beressowski [62/63], Michailowski [92], Gubkin (1913), Pawlow [106] und zuletzt Mačarovici [82] fanden neue, gute Aufschlüsse und revidierten die alten Bestimmungen.

Der Charakter dieser Fauna ist leicht brackisch, z. T. ganz reines Süßwasser. Hervorzuheben sind die zahllosen, z. T. großen Paludinen, weshalb Peters direkt von Paludinen-Schichten spricht. Die zweiklappigen Muscheln stecken noch wie zu Lebzeiten im Sediment.

Bis jetzt wurden gesammelt und bestimmt aus allen Fundorten:

Fauna der alteuxinischen Babele-Schichten:

(Paludina) <i>Vivipara diluviana</i> Kunth	<i>Planorbis corneus</i> L.
" <i>fasciata</i> Müll.	" <i>marginatus</i> Drop.
" <i>sadleri</i> Partsch.	<i>Pisidium amnicum</i> Müller
" <i>aethiops</i>	<i>Adacna plicata</i>
" <i>pseudoneumayri</i>	<i>Monodacna pseudocardium</i> Desh.
" <i>calverti</i>	<i>Didacna baeri</i> Grimm
<i>Valvata piscinalis</i> Müll.	" <i>ponto-caspia</i> Pavl.
" <i>naticina</i> Mke.	" (<i>Didacna crassa</i> Eichw. auct.
<i>Lithoglyphus caspius</i>	" <i>crassa</i> Eichw.
" <i>naticoides</i> Fé r.	" <i>trigonoides</i> Pall.
<i>Melanopsis esperi</i> Fé r.	<i>Pisidium slavonicum</i> Neum.
" <i>acicularis</i> Fé r.	" <i>fontinale</i> C. Pf.
<i>Micromelonia caspia</i> Eichw.	<i>Dreissensia polymorpha</i> Pall.
<i>Hydrobia conus</i> (?) Eichw.	<i>Anodonta</i> sp.
" <i>grandis</i> Cob.	<i>Unio</i> sp.
<i>Bithynia variabilis</i> Eichw.	" <i>littoralis</i> L.
" <i>tentaculata</i>	" <i>pictorum</i> L.
" <i>labiata</i> Neum.	" <i>rumanus</i> Cob.
<i>Neritina fluviatilis</i> L.	" <i>tumidus</i> Retz.
" sp.	<i>Clessinia subvariabilis</i> Andr.
<i>Cyclas rivicola</i> Leach	" <i>eichwaldi</i> Kryn.
<i>Corbicula fluminalis</i> Müll.	
" <i>iassiensis</i> Cob.	<i>Bison prisca</i>
<i>Limnaea stagnalis</i> L.	<i>Rhinoceros</i> sp.
" <i>peregra</i> Müll.	<i>Elephas meridionalis</i> .
" <i>auricularia</i> L.	<i>Testudo</i> sp.
" <i>caenobii</i> Font.	<i>Equus</i> sp.
" <i>megarensis</i> Oppenh.	<i>Camelus</i> sp.
" sp.	<i>Cervus</i> sp.

Das Kliff von Babele ist für die Entwicklungsgeschichte des Schwarzen Meeres von hohem dokumentarischem Werte, weil es die sog. alteuxinischen Schichten des Pontus gut aufschließt. Archangelsky und Strachow⁹⁾ heben diesen Fundort mit seinen Fossilien besonders hervor und schreiben in wörtlicher Übersetzung aus dem Russischen: „Wie aus einer ganzen Reihe von Arbeiten gut bekannt ist, sind die alteuxinischen Schichten südwestlich von Odessa im Gebiet des Donaudeltas weit verbreitet. Sie stehen hier nicht allzu hoch über dem Spiegel der Limane von Jalpug und Cahul bei Babele, Giurgiulesti und Kislitza (gemeint: Caslita/Pruth),

⁹⁾ [25] S. 169.

Slobozia Mare und anderen Orten an.“⁹⁾ Nach der Carte géol. de la Bessarabie Meridionale von *Macarovici* [82] erstrecken sich diese Babele-Schichten von Giurgiulesti bis südlich Valeni am Pruth und über Reni bis zum Nordende des Lacul Catlabug.

Leitfossilien der alteuxinischen Fauna (Mindeleiszeit) sind vor allem *Didacna pseudo caspia* *Pav l.*, *Didacna ponto-caspia* *Pav l.*, (= *Didacna crassa* *Eich w. auct.*), *Didacna crassa* *auct. Eich w.*, *Adacna plicata* *Eich w.* und *Monodacna pseudo cardium* *Desh.*

Von den vielen bekannten Aufschlüssen zeigen nach den Aufnahmen von *Pavlow* [106] die alteuxinischen Vorkommen von Slobozia Mare und Caslita Pruth den Anschluß an die unteren Schichten des oberen Unioniden führenden Levantins.

Die alteuxinischen Schichten sind in die Mindeleiszeit zu stellen, weil nämlich ihre zeitäquivalenten *Corbicula-fluminalis*-Schichten fluviatiler Fazies, die auch Paludinen führen, von den rißeiszeitlichen Moränen der Dnjepr-Vereisung schräg gestellt und verschuppt sind.¹⁰⁾ Also ist deren Alter ohne Zweifel Präriß. Weil nun bei Tirasopol am Dnjestr und bei Taganrog am Asowschen Meer die *Corbicula-fluminalis*-Schichten (= Paludinen-Schichten = alteuxinische Schichten) von 3 Lössen und 2 (bei Taganrog sogar 3) fossilen Bodenhorizonten überlagert sind, ferner dieser Horizont bei Tirasopol eine Säugetierfauna von Mosbach- und Mauer-Charakter führt, muß der *Corbicula-fluminalis*-Horizont noch älter sein als das Mindel / Riß-Interglazial: er muß in die Mindeleiszeit gehören und reicht bis in die Abschmelzungsphase der Dnjepr-Vergletscherung hinein, also bis in den Anfang des Mindel / Riß-Interglazials. Weil fernerhin im Pontus-Bereich die alteuxinischen Schichten von rein marinen mediterranen Lagen der Uzunlar-Phase (= Tyrrenische Stufe I) transgressiv überlagert werden, also von Schichten des Mindel / Riß-Interglaziales, müssen die alteuxinischen Schichten mit zwingender Notwendigkeit in die Zeit der Mindelvereisung gehören.

Die Babele-Schichten sind nach ihrer Fossilführung Ablagerungen der alteuxinischen Phase des Schwarzen Meeres. Sie sind also mindelzeitlich. *Mircink* [93] und *Krokos* [72] stellten demzufolge die Babele-Schichten in die Mindeleiszeit, wie auch *Archangelsky* und *Strachow* [25]. *Pavlow* [106] setzt sie in die Schlußzeit der Mindelvergletscherung. Und auch ich bin gezwungen, von der pleistozänen Mittelmeerabfolge ausgehend, wegen der Uzunlar-Schichten (= Tyrrenien 1), die alteuxinischen Schichten in die Mindeleiszeit zu stellen [112].

Die alteuxinischen Babele-Schichten sind die Vertreter eines brackischen Pontus. Die *Corbicula-fluminalis*-Schichten sind die gleichaltrigen Faziesbereiche der Flüsse, die in den brackischen Alteuxinus mündeten. Da nun die *Corbicula-fluminalis*-Schichten gleich sind den Paludinen-Schichten, gleich sind den Babele- und alteuxinischen Schichten, und ferner den Lössen der Ukraine ein- und zwischengelagert sind, ist ihre erdgeschichtliche Bedeutung so groß. Sie vermitteln chronologisch zwischen den marinen mediterranen Terrassen, den brackischen Schichten des

⁹⁾ [24] S. 156.

¹⁰⁾ vgl. *Spreitzer* [142] Taf. II. Profil des Ovrag von Gradisk am Dnjestr.

Pontus und den terrestrischen Lößablagerungen der Ukraine. Besser als Worte zeigt dies die Zeittafel am Schluß der Arbeit.

Ist nun die obere zeitliche Grenze der alteuxinischen Ablagerungen mit der Mindeleiszeit gegeben, so ist der Beginn schwieriger zu fassen. Sieht man sich die Profile an, so folgen die alteuxinischen Babele-Schichten direkt auf dem obersten Levantin. Keine sichtbare Diskordanz ist zu erkennen. Deshalb glaubt Sokolow [138] mit Recht folgern zu dürfen, daß die Babele-Schichten den Zeitraum Präglazial plus Günz plus 1. Interglazial darstellen.

In dieser langen Zeit sind indessen so viele Änderungen klimatischer, sedimentärer und erosiver Natur in dem periglazialen Bereich Bessarabiens und der Südukraine vor sich gegangen, daß unmöglich die Babele-Schichten von 7 m Mächtigkeit den Zeitraum von Ende Pliozän bis Schluß der Mindelvereisung repräsentieren können. Es ist in diese Epoche auch die Posttschuda-Phase eingeschlossen, jene vorher erwähnte Land- und Erosionsphase.

Hält man sich den ganzen, schwierigen Fragenkomplex übersichtlich vor Augen, dann versteht man die abweichenden Meinungen der russischen und rumänischen Geologen. Pavlow will eine Diskordanz innerhalb des Profils von Babele sehen. Er glaubt die Diskordanz auch paläontologisch nachweisen zu können. Aber keine Schichtenfolge von den 7—8 gut erschlossenen und beschriebenen Aufschlüssen läßt eine erosive oder tektonische Diskordanz erkennen. Eine stratigraphische Unkonformität ist wirklich bei paralleler Überlagerung deduktiv anzunehmen, also theoretisch zu erschließen. Pavlow [106] und Popescu Voitesti [116] glaubten, mit den durch die Diskordanz geschaffenen stratigraphischen Trennungsflächen die obere und die untere Abteilung in die beiden untersten diluvialen Epochen (Günz und Interglazial Günz / Mindel) einreihen zu können. Bubnoff¹¹⁾ ist Pavlow gefolgt.

Ich muß nach dem Studium aller Profile, aller Quellen und Meinungen mich Macarovici [82] anschließen, daß eine Zweiteilung der Babele-Schichten (= Alteuxinus-Phase) nicht durchführbar ist, weder paläontologisch noch stratigraphisch. Man wird zu dem Schluß gedrängt, daß die Babele-Schichten einheitlich sedimentiert wurden und daß sie bei fast konkordanter, transgressiver Überlagerung (Unkonformität) die oberpliozänen Levantin-Schichten bedecken.

Zum Schluß dieser Erörterung sei noch der Hinweis gestattet, daß die fluviatile Fazies des Alteuxinus, die *Corbicula-fluminalis*-Schichten nicht nur am Dnjestr, Dnjepr und am Asowschen Meere anstehen, sondern am Balatonsee in Ungarn als tiefstes Quartär auftreten und daß man einige ihrer Leitfossilien in den Cromer Forest Beds von England wieder trifft.

Nur ein Problem bleibt vorläufig noch offen; es gehört aber nicht in diese Abhandlung, nämlich die Parallelisierung der Ukraine-Lösse mit den entsprechenden zeitlichen Horizonten des Schwarzmeer-Beckens, mit seinem Wechsel von mediterran-marinen und brackisch-kaspischen Horizonten. Aber klar ist, daß eine Gegenüberstellung der verschiedenen Ablagerungsgebiete (Land und Meere) der Diluvialzeit die echte Chronologie geben wird: Der hohe vereiste Norden, das Löß tragende Peri-

¹¹⁾ [47] S. 195.

glazialgebiet der Süd-Ukraine und die marinen Terrassen des Mittelmeeres werden Zeugen eines einzigen Phänomens. Darin liegt die Bedeutung der alteuxinischen Babele-Schichten Bessarabiens und der ihnen zeitlich äquivalenten *Corbicula-fluminalis*-Schichten der fluviatilen Fazies (Taganrog, Mius-Liman, Tirasopol, Gradissk usw.)

Kehren wir nach dieser notwendigen stratigraphischen Klarstellung zu der Bedeutung der alteuxinischen Babele-Schichten im südbessarabischen Bereich und im Donaudelta zurück.

Der alteuxinische See war nach den russischen Forschungen ein riesiges brackisches Süßwasserbecken, das über die Manytsch-Senke mit dem Kaspi und durch den Uzboy-Kanal mit den weiten Seebecken der Aral-Sarykamisch-Depression zusammenhing (vgl. Abb. 2). Nach Westen griff

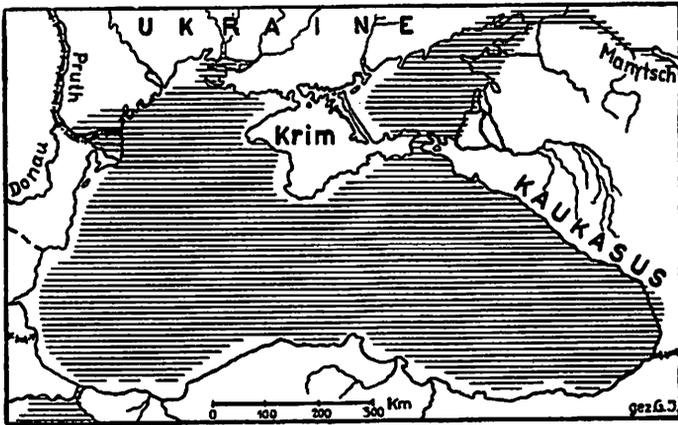


Abb. 2: Ausdehnung des Pontus während der Alt-Euxinus-Zeit (Mindel- bis Rißeiszeit einschl.) nach Archangelsky u. Strachow 1938.

der Alteuxinus nach Südbessarabien hinein und bespülte die Umgebung von Odessa. Die bis heute sicher bekannten westlichen Fundorte der alteuxinischen fossilführenden Schichten sind nach Archangelsky und Strachow¹³⁾ und Macarovici die Orte Giurgiulesti und Caslita bei der Einmündung des Pruth in die Donau.

Entlang des nördlichen Lößrandes der Lagune Razelm im Donaudelta und längs der nordwestlichen Küste der darin gelegenen Popin-Insel dredschte Peters (1867 S. 123) aus „4 und 10 Fuß Wassertiefe nur *Cardium edule* L.¹³⁾, *Didacna crassa* Eichw. var., *Adacna plicata* Eichw. u. *Dreissensia polymorpha* Pall. sp. als dermalen hier lebend, die erstgenannte Art in Tausenden von Exemplaren.“¹⁴⁾ Somit steht außer Zweifel, daß Peters bei der Popin-Insel alteuxinische Mollusken dredschte, die dort wie in Babele und anderswo den Löß unterlagern; denn seine von ihm selbst als fossil erkannten Muscheln sind just die Leitfossilien des alteuxinischen Pontus-Stadiums.

¹³⁾ [25] S. 156.

¹³⁾ Es wird darunter auch *Monodacna pseudocardium* Desh. sein.

¹⁴⁾ [111] S. 123.

Donauaufwärts werden die Zeugen der alteuxinischen Zeit zweifelhaft und unsicher. Bei Kokerleny unweit Rassowa folgt nach P e t e r s ¹⁵⁾ unter dem Löß eine rund 1 Meter mächtige Bank von Lokalschottern aus Jurakalkstein, darunter ein toniger Sand; beides möchte er noch in seine „Driftbildung“, also in den Schichtenkomplex von Babele stellen. Er fährt fort: „Ob die cardiumartige Muschel, die Cap. L e f o r t in der Nähe von Rassowa gefunden hat (Spratt 1860, S. 289), hierher gehört oder zu einer, dem bessarabischen Driftlehm gleichzustellenden Schichte, läßt sich ohne direkte Vergleichung des Exemplars nicht wohl entscheiden.“ S p r a t t hatte nämlich von Rassowa einige Fossilien, darunter eine „peculiar striated bivalve Cardium or Didacna“ erhalten, wie sie aus den „freshwater series similar to the Bolgrad beds“ stammen.

Sind diese letzten Angaben stratigraphisch auch nicht sicher auszuwerten, so kann doch nicht geleugnet werden, daß die Schichten sehr wohl alteuxinischen Alters sein können. Eines kann indessen mit absoluter Sicherheit aus den oben genannten Fundorten geschlossen werden: zur Zeit des mindeleiszeitlichen, alteuxinischen Stadiums des Pontus existierte noch kein Donaudelta. Die Sedimente des alteuxinischen Süßwassersees mit leicht brackischem Einschlag schlugen sich im Bereich des heutigen Donaudeltas nieder, wovon sie später wieder hinweg erodiert wurden bis auf die im Norden, in Bessarabien liegenden Partien. Aber auch in Bessarabien hat die Erosion schon Teile der alteuxinischen Serie weggewaschen, wie es Spratt ¹⁶⁾ in seiner „Section of the Steppe Deposits near Inputsitza“ abbildet, greift doch dort der jüngere Löß diskordant über verschiedenaltige alteuxinische Bänke.

Wo aber lag die Donaumündung in dem alteuxinischen Süßwassersee? Sie muß westlich bzw. südlich von Galati (Giurgiulesti und Caslita / Pruth) gelegen haben. Trügen die unsicheren Funde von Kokerleny und Rassowa nicht, dann lag die Donaumündung sogar recht weit landeinwärts im Bereich der heutigen Balta.

Der Seespiegel des Alteuxinus spannte sich etwa 30 bis 35 m über dem heutigen Niveau des Schwarzen Meeres. In der Annahme, daß das Land der unteren Donau keine großen Auf- oder Abwärtsbewegungen seit dieser diluvialen Phase ausführte, dürfte man das westliche Ufer des alteuxinischen Sees bei der heutigen + 35 m — Isohypse suchen. Das wäre der Fall zwischen der Einmündung der Karpathenflüsse Jiul und Oltul in die Donau. Indessen nähert sich schon südöstlich von Bukarest, bei Oltemitsa, wo Arges und Dambovitza in die Donau münden, die Hochfläche der Câmpia Româna bis auf 10 km Breite der bulgarischen Hochfläche von Ruščuk und Turtucaia. Hier könnte etwa das alteuxinische Westufer gelegen haben. Die heutige Steppe des Baragan würde etwa die Fläche des alteuxinischen Sees auf rumänischem Boden einnehmen. Die Balta Greaca zwischen Giurgiu und Oltemitsa darf in dieser Betrachtung als der Mündungsästuar der alteuxinischen Donau angesehen werden. Hoffentlich sind einige Erosionsrelikte der alteuxinischen Paludinen-Schichten längs der Steilufer der Balta-Niederung erhalten geblieben, um später ein genaues Bild der mindeleiszeitlichen Donaumündung und des Westufers des Alteuxinus zu vermitteln.

¹⁵⁾ [111] S. 197.

¹⁶⁾ [139] S. 286.

In meiner Studie über „Die diluvialen Entwicklungsstadien der Dardanellen, des Marmarameeres und des Bosphorus“ [112] habe ich die alteuxinische Phase des Pontus in die Mindeleiszeit des Nordens gestellt. Das Vorkommen von alteuxinischen Schichten mit den dazugehörigen Leitfossilien von Hora und Kerasia am Marmara-Meer (Thrazien) veranlaßte mich, die alteuxinischen Schichten mit den alten, hochgelegenen Meditteranterrassen der Dardanellen in eine chronologische Beziehung zu bringen, woraus zwangsläufig die zeitliche Gleichstellung des Alteuxinus-Stadiums mit der Mindeleiszeit folgte.

Während die alteuxinische Phase einen Hochstand des Pontus (+ 35 m) bezeichnet, war dem Mittelmeer der gleichen Zeit ein ungewöhnlicher Tiefstand beschieden. Die „Römische Regression“ — auch Pretyrrhenische Regression genannt — senkte den Mittelmeerspiegel eustatisch während der Mindelvergletscherung (durch zusätzliche epigene Hochbewegung) auf etwa — 200 m; die Straße von Gibraltar fiel trocken und die Nordküste der östlichen Mediterran lag bei Kreta. Der alteuxinische Süßwassersee entwässerte durch die Dardanellen in das Mittelmeer.

4. Die mediterranen Uzunlar-Schichten von Teraklia in Südbessarabien. (Mindel/Riß-Interglazial).

Der Spiegel des Mittelmeeres zur Zeit der Römischen Regression (= Mindeleiszeit) stieg in der folgenden Interglazialzeit Mindel/Riß allmählich wieder an. Die Tyrrhenische Phase I der Mediterran lag bei einem Hochstand des Wasserniveaus gekennzeichnet. Es bildete sich die eustatische Terrasse von + 35 m; d. h. der Ozeanspiegel stieg eustatisch durch das Abschmelzen der Mindeleiskalotte um rund 235 m!! Die wärme liebende sog. *Strombus-Bubonius*-Fauna des tropischen Atlantik nahm Besitz vom Mittelmeer.

Erinnern wir uns, daß der Spiegel des alteuxinischen Süßwassersees auch bei + 35 m lag. Es mußte somit der Zeitpunkt eintreten, daß die Wasserspiegel des Pontus und des Mittelmeeres gleich hoch gespannt waren. Das Salzwasser des Ozeans konnte nach Norden in das Becken des Schwarzen Meeres gelangen und damit auch die Mediterranfauna. Die nur an schwach brackisches bis süßes Wasser angepaßten Arten des Alteuxinus starben ab; die Brackwasserarten überstanden den Wechsel und mischten sich mit jenen Mittelmeerformen, die ihrerseits in einer verdünnten Salzlösung gedeihen konnten.

Die Schlußphase der alteuxinischen Zeit des Pontus weist folgerichtig einen mediterranen Einschlag auf und dieses kurzfristige Entwicklungsstadium des Pontus nennen die russischen Geologen die Uzunlar-Phase des Schwarzen Meeres. *Cardium edule L.*, *Syndesmya ovata Phil.* und *Mytilaster monterosatoi Dautz.* besiedeln als Neankommende das mäßig gesalzene Pontuswasser der Uzunlar-Zeit und leben zusammen mit *Dreissensia* und *Didacna* der alten Fauna kaspischer Herkunft.

Es kann nach dem eben gesagten nicht überraschen, daß man im südlichen Bessarabien Mittelmeermuscheln gefunden hat, die, der Höhenlage des Fundortes entsprechend, in die Uzunlar-Phase des Pontus gehören können.

Archangelsky und Strachow¹⁷⁾ berufen sich auf die Arbeiten ihres Kollegen Michailowski [92], der bei Teraklia (26 km nördlich Bolgrad, an der Bahnlinie Bolgrad—Kischineff bzw. Chisinau) Mittelmeermuscheln gefunden hat. Die beiden russischen Geologen äußern sich dazu in deutscher Übersetzung sehr vorsichtig wie folgt: „In ungefähr 20—25 m Höhe über dem Meeresspiegel fand Michailowski in der Nähe des Dorfes Teraklia im Bezirk Cahul (nicht zu verwechseln mit Teraklia im Bezirk Tighina) am Boden einer der Schichten, die in den Fluß Jalpug münden, einige Schalen von *Cardium edule* L. var. *lamarki* und *Tapes gallina* L. u. *triangularis* Jeffr. „Alle Bemühungen, die Formationen festzustellen, aus denen die Muscheln herkommen und die Sammlungen der letzteren zu vergrößern, blieben erfolglos. Es scheint uns, daß man bei der Beurteilung der Funde von Michailowski vor allem die Möglichkeit einer künstlichen Verschleppung der Muscheln prüfen muß, was man sich immer vor Augen halten muß, wenn man auf Überreste von Schwarzmeer-Mollusken unter irgendwelchen ungewöhnlichen Bedingungen stößt. Ist dies nicht der Fall, so erscheint die Vermutung am glaubwürdigsten, daß die Muscheln im Donaudelta auf die Karangat- und die Uzunlar-Stufe hinweisen. Südlich der Donaumündung ist die Karangat-Terrasse von Varna bekannt.“

Der Einwand von Archangelsky ist nicht von der Hand zu weisen. Der Talboden der Schlucht von Teraklia liegt etwa + 14 bis + 15 m ü. d. M.; die steilen Wände aus miozänen und dacischen Gesteinen aufgebaut, steigen bis zu 50, ja 60 m Höhe an. Da Michailowski die Mittelmeerformen am Boden der Schlucht (+ 15 m) aufgelesen hat, die normale Höhenlage der Uzunlar-Schichten zwischen + 30 und + 35 m liegt, müssen die Mollusken verschleppt sein, umso mehr, da sie ja nicht aus dem steil anstehenden Miozän stammen können. Es ist aber zu vermuten, daß die alteuxinischen bzw. die Uzunlar-Schichten diskordant übergreifend über der dazischen Stufe liegen und durch eine positive Krustenhebung in eine höhere Lage gekommen sind. Ich glaube indessen nicht, daß die fossilen Muscheln durch den Menschen von weit her verschleppt worden sind, sondern daß sie viel eher aus der Nähe kommen und durch Regengüsse in die Schlucht gelangt sind. Macarovici, der letzte Bearbeiter der interessanten Fauna von Teraklia (Schlucht Perencov), sagt, daß er die Mittelmeermuscheln Michailowskis nicht gefunden habe, „quoique j'eusse fait des recherches insistantes dans cette région. ... Le fait que les dépôts avec *Venus gallina* et *Cardium edule* n'ont plus été retrouvés à l'endroit examiné par Michailowski nous dispense de mettre encore cette question en discussion!“¹⁸⁾

Man darf wohl mit Michailowski annehmen, daß die Uzunlar-Schichten in Südbessarabien über den obersten alteuxinischen Bänken liegen, die weiter im Süden bei Bolgrad, Inputsitza, Babele, Barda, Giurgiulesti und Caslita/Pruth anstehen. Dort sind die Uzunlar-Schichten aber schon abgetragen, weil ja der Löß bei Inputsitza deutlich verschiedenaltrige alteuxinische Bänke überwehte.

5. War der nördliche Dobrudscha-Horst eine Insel im alteuxinischen Süßwassersee? (Mindeleiszeit).

Die in den beiden vorstehenden Abschnitten angeführten Tatsachen, das Vorhandensein von alteuxinischen (= mindeleiszeitlichen) Schichten und von wahrscheinlich vorhandenen Bänken der Uzunlar-Periode (= Mindel/

¹⁷⁾ [25] S. 156.

¹⁸⁾ [82] S. 100 f.

Riß-Interglazial) in einer Höhe von + 35 m führen zu bedeutenden Konsequenzen. Wenn die Prämissen gelten darf, daß der nördliche Teil des Dobrudscha-Horstes während der Ablagerung der alteuxinischen, brackischen Sedimente keine Hochbewegung ausführte, dann muß die Dobrudscha, insbesondere das Bergland von Macin und von Babadag, eine Insel gewesen sein, welche von den Wellen des alteuxinischen Sees umspült war, und muß — wie vorher ausgeführt — die Donaumündung weit im Oberlauf des Stromes gelegen haben. Das Vorkommen der Leitfossilien im Osten, im Lacul Razelm und bei der Popin-Insel, im Norden an den Ufern des Pruth (Giurgiulesti, Caslita) ist ja der unmittelbare Beweis der Umflutung der Dobrudscha durch den Alteuxinus See auf zwei Seiten. Wenn die alteuxinischen Vorkommen von Kokerleny und Rassowa tatsächlich existieren (sie wurden vorher als noch unsicher gekennzeichnet), dann war das eigenartige Bergland der Dobrudscha auch im Westen, im Gebiet der Landschaft von Braila und der Baragan-Steppe vom alteuxinischen See umgeben.

Somit bliebe nur noch der Süden offen. Der Talzug des Karasu zwischen Cernavoda und Konstanta entspricht ungefähr der Achse der weitspannigen Mulde zwischen dem Kristallin und dem Mesozoikum im Norden, das südwärts einfällt, und der nordbalkanischen Neogenplatte mit nordgerichtetem Gefälle im Süden. „Die den rumänisch-bulgarischen OW-Donaulauf begleitende Bruchzone tritt in der Süddobrudscha als Muldenachse in Erscheinung“ (Wilser [169]).

Bei einem Hochstand des Pontus von etwa 18—25 m, wahrscheinlich bei einem nicht einmal so hoch gespannten Niveau, mußte der Alteuxinus durch die Karasu-Tal-Depression nach Westen vordringen.

Schon *Sevastos* bringt den Hochstand des Meeres mit der Einsenkung von Cernavoda-Constanța zusammen: „En considérant ce niveau relevé de 30 mètres nous pouvons facilement comprendre le passage du fleuve à travers la Dobrogea, ce horst bien solide, qui n'a subi aucun mouvement vertical pendant le pléistocène. Les vestiges des plages à fleur d'eau, ainsi que les lignes du niveau fluvial sur les berges en falaise doivent se trouver à des altitudes comparables, dépassant de très peu ce chiffre (30 m) pour atteindre ce minimum à l'embouchure dans les environs de Constantza.“¹⁹⁾

Und an einer anderen Stelle derselben Arbeit sagt *Sevastos*: „L'existence du Danube à travers la Dobrogea devient concevable au point de vue du relief actuel de la vallée du Carasu.“

Sevastos geht von der Donau aus und sieht deren Durchzug durch das Tal des Kara Su, während ich, gestützt durch die Vorkommen der alteuxinischen Schichten im Westen, das alteuxinische Seebecken in die Câmpia Româna und die Baragan-Steppe eindringen lasse. Die Donau ist allerdings in einer späteren Periode durch das Karasu-Tal geflossen.

Neuerdings geht auch der verstorbene Geograph *G. Valsan* (1936) auf den eustatisch bedingten Hochstand des Schwarzen Meeres ein, und er erkennt die Folgen einer alten positiven Niveaubewegung des Pontus für die rumänische Ebene zwischen Karpathen und Dobrudscha nicht:

„Le niveau de la Mer Noire, lui même, a varié. Les géographes russes ont montré qu'un changement de niveau positif, probablement assez brusque, a fait remonter les eaux de cette mer de 50 m. Cet événement a eu lieu au quater-

¹⁹⁾ [126] S. 226.

naire. Jusqu'à cette époque on doit considérer la Mer Noire comme un bassin fermé similaire au bassin pannonique et sans rapport avec la Méditerranée et l'Océan.

Ce brusque changement de niveau a eu ses conséquences sur les vallées tributaires de la Mer Noire . . . Il est possible encore que l'actuelle plaine roumaine ait été, au moins durant une certaine époque, un lac avec son niveau de base propre.²⁰⁾

Die Frage der geologischen Geschichte des Donaudeltas ist bisher leider nur von rumänischen Geographen ernsthaft diskutiert worden, während die rumänischen Geologen dieser Frage weniger nahe traten. Infolgedessen arbeiten die Geographen fast nur mit den heutigen morphologischen Gegebenheiten, ohne die feste geologische Chronologie. Die Abfolge der Ereignisse bleibt für den Geographen Rumäniens noch immer recht unübersichtlich. Jüngere und ältere Vorgänge werden zeitlich falsch angesetzt; ein Ahnen der gesetzmäßigen Zusammenhänge ist in dem rumänischen Schrifttum nicht zu verkennen. *Sevastos* und *Valsan* haben als Geographen das Richtige wohl „gefühl“, es fehlte ihnen aber noch die quartär-geologische Grundlage, die von den russischen Geologen in den letzten zwei Jahrzehnten geschaffen war.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß in der alteuxinischen (= mindel-eiszeitlichen) Phase und der Uzunlar-Periode (= Mindel/Riß-Interglazial) des Schwarzen Meeres die nördliche Dobrudscha mit größter Wahrscheinlichkeit eine Insel war. Durch das Karasu-Tal im Süden und durch die Donaupforte zwischen Galati und Macin drang das Wasser des auf + 35 m hoch gespannten Süßwassersees in die Niederung der rumänischen Ebene ein und wird sich etwa bis zur Balta Greaca bei Oltenita-Turtucaia ausgedehnt haben. Dort ungefähr wird die Mündung der altdiluvialen Donau gelegen haben, die in einem Mündungstrichter, der eben genannten Balta Greaca ihren Lauf beendete.

Erdkrustenbewegungen während der alteuxinischen Phase sind aus dem engeren und eigentlichen Delta-Dobrudscha-Gebiet nicht bekannt. Nach der Ablagerung der Uzunlar-Schichten, des mediterranen Schlußstadiums des Alteuxinus, haben allerdings weitspannige Verbiegungen stattgefunden, worüber das folgende Kapitel handelt.

²⁰⁾ Valsan [152/153].

II. Eustatische Schwankungen im Schwarzen Meer und Donaudelta während Rißeiszeit und Riß/Würm — Interglazial.

1. Die positiven Erdkrustenbewegungen der Postuzunlar-Zeit. (Rißeiszeit).

Die quartäre Geschichte des Donaudeltas ist ein Stück der Quartär-geschichte des Schwarzen Meeres. Dies zeigt sich klar in der auf die Uzunlar- und die Alteuxinus-Phase folgenden Periode, welche von den russischen Geologen die Bezeichnung Postuzunlar- oder Präkarangat-Zeit erhalten hat. (= Mitteleuxinus von *Grahmann*).

„Here, our knowledge of the development of the Black Sea is again interrupted as the uplifts of the bottom of the littoral regions for the second time drove away the waters of the basin into the area of the contemporaneous Black Sea, where the sediments of the epoch, which immediately followed the Uzunlarian epoch, remain still unknown.“²¹⁾

Auf den Hochstand von + 35 m des Schwarzen Meeres der Uzunlar-Phase, charakterisiert durch den mediterranen Einschlag, folgte eine bedeutende Regression des Pontus. Sie geschah in Koppelung mit dem Mittelmeere, das in der Rißeiszeit einen eustatischen Tiefstand erreichte (= sog. „Intertyrrhenische Regression“ der *Mediterranis*). Das hatte zur Folge, daß das Sekundärbecken des Schwarzen Meeres mit dem Absinken des offenen Ozeanspiegels selbständig wurde. Die thrazisch-bithynische Schwelle im Bosphorus-Bereich und am Sakaria wurde Festland und trennte die beiden Meere.²²⁾

Der nur schwache Einfluß des Mittelmeeres im Pontus der Uzunlar-Zeit erlosch rasch. Das Schwarze Meer wurde wieder ein Binnensee mit Brackwasser- bis Süßwassercharakter. Seine Uferlinie lag innerhalb des heute überfluteten Randstreifens des Pontus-Schelfes. Die vertikale Regressionstiefe muß demnach mehr als 35 m erreicht haben und kann mit etwa 50 m (= — 15 m bezogen auf den derzeitigen Spiegel), wenn nicht mit mehr angesetzt werden. Eine recht breite Zone des Kontinentalsockels fiel trocken und das Schwarze Meer der Postuzunlar-Zeit (= Riß) war kleiner als sein heutiges Areal.

Es haben auch Erdkrustenbewegungen stattgefunden; denn die alteuxinischen Schichten (= *Mindel*) wurden in der Bucht von Odessa in einer Tiefe von etwa — 35 m (bezogen auf den heutigen Spiegel) erbohrt. Da die alteuxinischen Schichten in rund + 35 m abgelagert waren, ergibt sich eine negative Absenkung von etwa 70 m. Die epirogenetische Be-

²¹⁾ Archangelsky und Strachow [25] S. 220.

²²⁾ vgl. bei Pfannenstiel [112].

wegung des Odessaer Gebietes kann nur während der rißeiszeitlichen Postuzunlar-Phase stattgefunden haben, weil erstens die alteuxinischen Ablagerungen als die zuletzt gebildeten Schichten erfaßt wurden und zweitens die nachher niedergeschlagenen Sedimente der Karangat-Zeit (= Tyrren. Stufe II des Mittelmeeres = Riß / Würm-Interglazial) unverbogen in konstanter Höhe von + 15 m von Varna, Tuzla, Schlangensinsel bis zur Krim sich erhalten haben.

Verbiegungen der alteuxinischen Schichten außerhalb des Bezirkes von Odessa sind im nordwestlichen Pontus nicht bekannt geworden. Es sind vielmehr weite Gebiete trocken gefallen, weshalb *Archangelsky* und *Strachow* schreiben: „As to the peripheral parts of the basin elevated above sea-level partly fluviatile sediments were deposited upon them (Chokrak lake), partly loesslike loam (lake of Uzunlar) and partly proluvial gravel and loam (environs of Sudak, coast of the Crimea).“²¹⁾ In den fluviatilen Schichten der Postuzunlar-Zeit fand man viele Paludinen. Der erwähnte Löß dieser Zeit in der Umgebung des Uzunlar-Sees der Krim muß entweder dem Dnjepr-Löß oder dem Orel-Löß der Ukraine nach *Krokos* [72] entsprechen.

Die Folgen der Regression des hochgespannten Uzunlar-Sees von + 35 m auf etwa — 10 m bis — 15 m des Pontus der Postuzunlar-Zeit mußten sich im Donaudelta und in der rumänischen Ebene auch durch eine Trockenlegung bemerkbar machen. Die Dobrudscha verschwand als Insel. Der Seeboden wurde Land. Die Donau folgte dem abziehenden See und verlagerte ihre Mündung nach Osten. Wir können nicht sagen, wo nun die Mündung lag. Das heutige Delta jedenfalls war trockenes Land. Indessen ist aus Gefällsründen anzunehmen, daß die Donau auf dem kürzesten Weg der weichenden Erosionsbasis folgte. Und der kürzeste Weg ist die Route Cernavoda—Medjidia—Constanta, also die Depression des Karasu-Tales. Es mag sein, daß eine Diffluenz des Stromes eintrat. Ein Teil der Donauwasser schlug den Weg nach Norden über Harsova—Galati—Tulcea—St. Gheorghe ein, der andere Teil benützte die Karasu-Furche.

Die „Harta Orografica a Romaniei“ des „Atlas Fiziografic si Statistic al Romaniei“²²⁾ zeigt im Schelfbereich östlich Constanta einen submarinen Talzug, der als die Fortsetzung des Karasu-Tales anzusehen ist. Da das Gefälle des Karasu westwärts gerichtet ist, das submarine Tal ostwärts zieht, muß das letztere in einer Zeit entstanden sein, als ein großer Fluß von Cernavoda nach Constanta strömte. Die Isobathen der rumänischen Karte zeigen eine flache, ausgesprochene Talwanne. Die deutsche Admiralitätskarte weist leider zu wenig Lotungen auf, um den Tatbestand zu prüfen. (Nr. 1102.) Es kann nämlich sein, daß das submarine Tal östlich von Constanta jünger ist als rißeiszeitlich, nämlich in der Würmeiszeit I (= posttyrrenische Regression des Mittelmeeres = neu-euxinische Phase des Schwarzen Meeres) entstanden ist. Diese Frage ist in keiner Weise geklärt.

Eine Tieferlegung der Erosionsbasis hat zweifellos einen erhöhten Abtragungsimpuls ausgelöst. Ein Teil der Sedimente aus der alteuxinischen Zeit und der Uzunlar-Phase wurde weggewaschen. Was dann noch im Baragan und der Umgebung von Braila übrigblieb, fiel der später ein-

²²⁾ 1929, Bl. No. 1.

setzenden Erosion der neu-euxinischen Zeit (= Würm I) zum Opfer, so daß nur die sicheren Vorkommen des Alteuxinus von Babel, Bardur, Inputsitsa, Bolgrad, Giurgiulesti, Caslita/Pruth und die fraglichen Vorkommen von Kokerleny (?) und Rassowa (?) übrigblieben.

2. Die marinen mediterranen Terrassen der Karangat-Zeit im Pontus.
(Tyrrhenische Phase II = Riß/Würm-Interglazial).

Das Schwarze Meer war zweimal während des Diluviums ein Nebenmeer des Mittelmeeres. Das erste Mal erfolgte eine kurzfristige Invasion der Mediterranis im Mindel/Riß-Interglazial (= Uzunlar-Phase des Pontus = Tyrrhenische Stufe I des Mittelmeeres). Sie war hervorgerufen durch ein klimatisch bedingtes eustatisches Ansteigen des Meeresspiegels. Wir sahen, daß dem + 30 bis + 35 m hochgespannten Meere eine bedeutende Regression folgte, die im Mittelmeer die intertyrrhenische Regression heißt, im Pontus Postuzunlar-Stadium oder mitteleuxinische Regression (*Grahmann*) genannt wird. Dieser gleichfalls eustatischen Regression der Rißvereisung folgt die zweite Mittelmeer-Invasion.

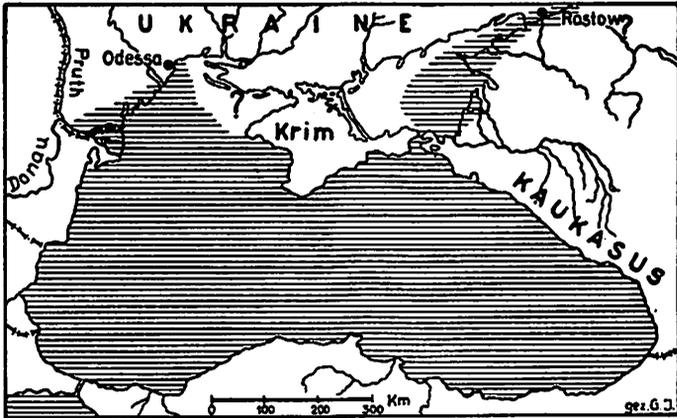


Abb. 3: Ausdehnung des Pontus während des Karangat-Stadiums (Riß/Würm-Interglazial) nach Archangelsky u. Strachow 1938.

Das Riß/Würm-Interglazial bringt einen bedeutenden Wasserzuschuß durch die Abschmelzung der rißeiszeitlichen Gletscherkalotte. Das Mittelmeer steigt auf + 15 m über seinen heutigen Stand und zieht wieder das Schwarze Meer in seinen Einflußbereich, und zwar nicht durch den heutigen Bosphorus, sondern durch den Sakaria-Bosphorus.²⁴⁾ Ja, diese Epoche hinterließ im Pontus kräftigere Spuren der mediterranen Herrschaft als je zuvor oder je nachher. Nach Ausweis der Fauna der Karangat-Phase, wie die zweite Mittelmeer-Transgression bei den Russen heißt, waren Salzgehalt und Temperatur des Pontus-Wassers höher als im heutigen Schwarzen Meere. Von etwa 100 fossilen Mollusken der ponti-

²⁴⁾ vgl. Pfannenstiel [112].

schen Karangat-Zeit leben heute noch 25 im Mittelmeer, fehlen aber dem Schwarzen Meere der Jetztzeit. Die Anwesenheit von Echiniden ist besonders auffallend, weil sie heute gänzlich im Schwarzen Meere verschwunden sind.

Ich nenne nur einige wenige mediterrane Karangat-Fossilien: *Echinocyamus puselus* L., *Gibbula alvida* G., *Calyptraea chinensis* L., *Cerithiolum reticulatum* da Costa und *Natica* sp., *Retusa truncatula* Brug., *Aporrhais pes pellicani* L., *Ostrea taurica* Kryn., *Pecten varius* L., *Pecten glaber* L., *Modiola adriatica* Lam., *Arca* sp. *Nucula nucleas* L., *Tellina nitida* Poll., *Scrobicularia plana* da Costa, *Thracia papiracea* Pall., *Mactra corallina* L., *Venus verrucosa* L., *Ensis ensis* L., *Strombus bubonius* Lmk., *Tapes calverti* Newt., *Cardium tuberculatum* L., *Cardium edule* L., *Cerithium vulgatum*: Brug., *Cerithium ferrugineum* var. *scabrum*.

Die meisten dieser Mollusken sind derzeitige Mittelmeerformen und können wegen des geringen Salzgehaltes heute nicht mehr im Pontus gedeihen. Einige erloschene Muscheln des Schwarzen Meeres erheischen unsere erhöhte Aufmerksamkeit:

a) *Cardium edule* und *Cerithium ferrugineum* var. *scabrum* wanderten in der Karangat-Zeit durch die Manytsch-Senke in das Kaspi-Becken ein und bevölkern also erst seit dem Riß/Würm-Interglazial das Kaspische Meer als fremde mediterrane Gäste. Ihre Anwesenheit in Tonen und Sanden des Manytsch und der Kaspi-Terrassen sprechen eine beredte Sprache.

b) Die schöne Schnecke *Strombus bubonius* Lmk ist ein Gast des subtropischen Atlantik, eine Form des warmen Meeres. Sie lebte in Gemeinschaft mit *Cardium tuberculatum* L. und *Tapes calverti* Newt., im warmen Pontus-Wasser der Karangat-Zeit (= Riß/Würm-Interglazial).

Nach der *Strombus*-Art heißt die Mollusken-Gesellschaft des Mittelmeeres der Tyrrhenischen Stufe I die *Strombus bubonius*-Fauna. Auch diese Tiergemeinschaft ist aus thermischen Ursachen im Mittelmeer ausgestorben und lebt heute im Atlantik der Kanarischen Inseln und des Senegal.

All dies zeigt einen tiefgehenden Einfluß des Mittelmeeres und des südlichen atlantischen Ozeans auf den Pontus im Riß/Würm-Interglazial.

Die *Strombus bubonius*-Fauna des Mittelmeeres tritt in einer marinen Terrasse von + 15 m auf, die sich von Gibraltar bis nach Palästina, in den Dardanellen, im Marmarameer und im Schwarzen Meere in der gleichen Höhe nachweisen läßt. Die altimetrische Konstanz der Terrasse ist der überzeugendste Beweis, daß seit Ablagerung derselben (Tyrrhenische Terrasse I = Monastirien s. st. der Franzosen) keine Erdkrustenbewegungen großen, bedeutenden Ausmaßes stattgefunden haben, mit Ausnahme einiger weniger Stellen tektonisch labilen Gleichgewichtes (Kalabrien, Enge von Korinth, Bosporus). Weit-spännige Verbiegungen der Terrasse um einige Meter sind gewiß vorgekommen, ändern aber nicht im geringsten und ganz unwesentlich das Bild der auffallend gleichen Terrassenhöhe.

Kehren wir ins Schwarze Meer zurück. Die klassische + 15-m-Terrasse der Karangat-Phase (= Tyrrhenien I = Monastirien = Riß/Würm-Interglazial) tritt bei Sinope auf, bei Kertsch, wo *Andrussow* [2] in seiner pleistozänen Schicht QM² „*Strombus bubonius* und andere tropische Elemente“ sammelte. In Tschokrak, Tebetschik, Karangat und Sudak auf der Krim erscheint die Terrasse mit den wärmeliebenden Leitfossilien. Wir kennen sie ganz genau von Varna, vom sog. „Meergarten“ in 20 m Meereshöhe mit der atlantischen Meeresfauna, überlagert von den Lössen der Würmeiszeit.²⁵⁾ Dieses Varna-Niveau unserer bulgarischen Kollegen läßt sich nordwärts an der ganzen Küste der Varnanska Planina verfolgen. Die Flüsse Bulgariens der Karangat-Zeit schotterten auf bis zur Höhe

des Varna-Niveaus und sind deshalb als fluviatile Terrassen, die sich mit der marinen verzahnen, weit in das Tal des Devnja Limans zu verfolgen. Südlich von Varna bilden die Karangat-Schichten das Kliff des Kap Kamcijk und das Steilufer von Bela.²⁵⁾ Längs des rumänischen Ufers ist die marine Karangat-Terrasse selten erhalten. *Valsan* erwähnt sie von Tuzla (18 km südlich von Constanta) und erkennt sie als Fortsetzung des Varna-Niveaus, da sie auch zwischen Balcic und Ecrene beim Cap Caliacra auftritt, und schreibt weiter: „Le même niveau sous forme de terrasse, existe sur toutes les vallées affluentes de la mer. La plus grande de ses vallées (Batova) présente la même terrasse, large d'un kilomètre, d'un coté et de l'autre de la rivière.“²⁶⁾

Das nächste Vorkommen der + 15-m-Terrasse ist auf der Schlangeninsel (Insula serpilor) gelegen, an ihrem Nordost-Sporn. *Murgoci*²⁷⁾ hat sie als erster gefunden. Die Geröllschicht und die terra rossa in + 15 m Terrassenhöhe der Schlangeninsel wird von *Nastase*[101] als ein morphologisches und geologisches Element der Zeit vor der Bildung der Limane angesehen; das ist eben die Karangat-Zeit. Auf alle Fälle verbindet die Schlangeninsel die Karangat-Terrasse der bulgarischen und der rumänischen Küste mit der gleichen Terrasse der Krim und der Halbinsel Kertsch.

Die Karangat-Terrasse von Varna wird mit 20 m Höhe angegeben. Die Normalhöhe beträgt + 15 m, demzufolge ist die Terrasse später 5 m hochgehoben worden. Dieser kleine Hebungsbetrag ist dennoch wichtig, wie wir gleich sehen werden. Im Großen und Ganzen zeigt die gleichbleibende Höhe der marinen Terrasse mediterraner Herkunft keine tektonischen oder epirogenen Bewegungen im westlichen Küstenbereich des Schwarzen Meeres an.

3. Die Donaumündungen während der Karangatzeit. a) Das Donau-Ästuar im Deltagebiet.

Die eben besprochene konstante Höhe von + 15 m der Karangat-Terrasse zeigt ihrer Entstehung nach keine wesentliche Erdkrustenbewegung an, und da könnte man annehmen, daß bei dem angegebenen Hochstand des Schwarzmeer-Spiegels das Meer tief in das Donaudelta bis zur heutigen Isohypse von + 15 m vorgedrungen sei. Das wäre etwa bis Oltemita/Turtucaia, wo die Dambrovita in die Donau mündet. Das ist aber nicht der Fall gewesen; denn von der Deltaspitze nördlich Isaccea an treten stromaufwärts Flußterrassen in der gleichen Höhe auf und keine Meeresterrassen. Das Karangat - Meer kann also höchstens bis nach Isaccea vorgedrungen sein.

Die bulgarischen und rumänischen Geologen und Geographen haben nachgewiesen, daß die marine Karangat-Terrasse, das sog. Varna-Niveau, sich in den großen Tälern als Flußterrasse fortsetzt. Beispiele sind das Devnja-Tal bei Varna und das Batova-Tal zwischen Varna und Balcic. Dasselbe gilt für die Donau und ihre Nebenflüsse. Auch sie bauten Ter-

²⁵⁾ vgl. Gellert [58] S. 72 und Petrbok [117—119].

²⁶⁾ [155]. — Das Tal der Batova liegt an der Grenze Rumäniens und Bulgariens zwischen Balcic und Varna.

²⁷⁾ [98] S. 314.

rassen bis zum damaligen Meereshochstande auf, d. h. bis zu 15 m, welche im eigentlichen Küstenstrich in die marinen Terrassen der Karangat-Zeit übergehen.

Auch der Dnjestr schotterte bis zu + 15 m auf. Im Osten und Westen des Dnjestr-Limans bei Cetatea Alba (= Akkermann) und gegenüber bei Ovidiopol sind in rund 15 m ü. d. M. „des anciens alluvions incontestablement dnistriennes“²⁸⁾ vorhanden, welche die jüngeren Dünen und den Löß tragen.

Die geologische Übersichtskarte 1 : 500 000 vermerkt die letzte Niederterrasse nördlich Isaccea zwischen den Seen Cahul und Jalpug. Sie lehnt sich bei Cartal an das Silur der Dobrudscha. Nach G. Valsan (1936) ist das Ende der Niederterrasse über 100 km vor der Mündung des Stromes anzusetzen; das ist das eben angegebene Gebiet.

Das Meer der Karangat-Zeit drang in das Donaudelta ein bis etwa zur Höhe von Tulcea und Jsmail. Es entstand das Donau-Ästuar. Sein Südufer ist der Norddobrudscha-Horst zwischen Isaccea—Tulcea—Mahmudia. Wir lernten diese Linie als eine Verwerfung kennen. Das Nordufer ist nicht so klar zu fassen. Es wurde von den alteuxinischen und levantinischen Schichten gebildet. Der mit Löß bedeckte Rücken, der Grindul Stipoc östlich Ismail und die sog. Inseln Chilia und Letea, die heute mitten im Delta liegen, waren damals mit Südbessarabien zusammenhängend. Ihr Untergrund ist oberes Pliozän. Das nördliche Becken des reichverzweigten Chilia existierte noch nicht. Trägt man dieser geologischen Tatsache Rechnung und zeichnet die vermutlichen Umrisse — man kann dabei keine wesentlichen Fehler begehen — dann entsteht tatsächlich ein Ästuar von rund 25 km Breite und 70 km Länge. Der Jalpugfluß und der Catlabug beendeten im diluvialen „Donaugolf“ ihren Lauf. Schon Murgoci [98] erkannte, daß die „Inseln“ Stipoc und Chilia „un relief antérieur au delta actuel“ verhüllen. Die rumänischen Geologen und Geographen sind Murgoci gefolgt; doch wurde nie geäußert, in welchem Zeitabschnitt des Quartärs sich der Golf gebildet habe. Nach meiner Darstellung muß er in das Stadium des Karangat-Meeres gehören, in das Riß/Würm-Interglazial. Er kann nicht jünger sein, wie mehrfach angenommen; denn wie gezeigt wird, war im Würm I das ganze Delta-Festland und wurde von den Säugetieren des Eiszeitalters bevölkert.

Ob die beiden weiteren sog. „Inseln“ Caraorman südlich des Sulina-kanales und der „Grindul Saraturile“, nördlich des St. Georg-Armes wirkliche Inseln im Karangat-Meer waren oder dem Festland der Dobrudscha und Bessarabien angegliedert waren, läßt sich nicht entscheiden. Die Schlangeninsel war auf alle Fälle eine Insel, deren Nordostsporn noch die marine Abrasionsterrasse in + 15 m trägt.

b) Die zweite Donaumündung der Karangat-Zeit und das Donautal Cernavoda-Constanta (Karasu-Tal).

In die Quartärgeschichte der unteren Donau tritt während der Karangat-Phase des Schwarzen Meeres ein neues Element auf: nämlich ein neues Donautal zwischen Cernavoda und Constanta. Es kann auch sein, daß es schon vor dem Riß/Würm-Interglazial existierte, nur läßt sich dies

²⁸⁾ Nastase [101].

bis jetzt nicht sicher beweisen. Wir stießen auf das Tal Cernavoda-Constanta, das sog. Karasu-Tal, dem die Bahnlinie folgt, schon im Abschnitt I,5. Wir erkannten, daß es einer tektonischen Muldenachse zwischen der Süd- und Norddobrudscha folgt.

Hier wird nun näher auf das interessante Karasu-Tal und die Geschichte seiner Erforschung eingegangen. Schon vor dem Jahre 1840 haben Geographen, welche die Dobrudscha bereisten, angenommen, daß das breite Karasu-Tal zwischen Cernavoda Medjidia-Murfatlar-Constanta das ehemalige Donautal sei. Es wurde der technische Plan erwogen, dieses alte Mündungsbett wieder aufleben zu lassen, indem Ingenieure, gleichfalls vor 1840 einen Kanal durch das Trockental ziehen wollten. Er hätte einem größeren Schiffsverkehr dienen sollen, der Transportweg der Güter wäre verkürzt worden; der ständige Kampf mit der Versandung der schiffbaren Donauarme im Delta hätte aufgehört, und schließlich wäre die europäische Politik von einem alten Streitobjekt befreit gewesen.

Von Vincke nannte dieses Bauvorhaben, basierend auf den oben skizzierten geographischen Vorstellungen, „dreiste Hypothesen und Projekte auf der bloßen Anschauung unvollständiger Karten gebaut.“²⁹⁾ Seine topographische Kartenaufnahme, schreibt er dann, habe einwandfrei ergeben, „wie die Hypothese einiger Geographen, welche jenes Thal als eine alte Donaumündung bezeichnet, ebenso unbegründet ist, als die Leichtigkeit, eine direkte kürzere Wasserverbindung durch dasselbe von der Donau nach dem Schwarzen Meer zu legen.“

Noch 1931 schrieb E. de Martonne in der französischen „Géographie Universelle“: „La dépression de Medgidia, où on a voulu voir un ancien lit du Danube, et projeté d'établir un canal vers Constanța, n'est qu'un de ces ravins plus profonds, suivant peut-être une dislocation de la table crétacée.“³⁰⁾ Im „Handbuch der geographischen Wissenschaften“ schreibt H. Wachner: „An ihrer schmalsten Stelle zwischen Cernavoda und Constanța wird die Dobrudscha von dem merkwürdigen breiten Trockental des Karasu durchfurcht. Ursprünglich hielt man diese Senke für einen ehemaligen Donauarm und plante die Anlage eines Kanals. Bei der Trassierung erwies sich, daß das obere Ende der Talung 6 km westlich von Constanța 55 m ü. d. Meeresspiegel liegt. Da durch einen so tiefen Einschnitt die Baukosten bedeutend erhöht werden und außerdem im porösen Kalkuntergrund auch ein Versickern des Kanalwassers befürchtet wurde, ließ man das Projekt fahren.“³¹⁾

Rund 100 Jahre lang waren durch v. Vinckes Abhandlung „die dreisten Hypothesen“ gebannt. Ich werde nun dartun, daß die alten geographischen Anschauungen, doch nicht so unberechtigt und unbegründet sind. Vielmehr ist mit größter Wahrscheinlichkeit, ja mit Sicherheit anzunehmen, daß im Riß/Würm-Interglazial (= Karangat-Stadium) die Donau von Cernavoda ab mit einem großen Stromarme, wenn nicht gar mit ihrer ganzen Wasserfülle, nach Südosten floß und 4—5 km südlich von Constanta in das Schwarze Meer mündete, etwa bei Agiea.

Die rezente Donauniederung hat bei Cernavoda, wo das Karasu-Tal von Osten kommend einläuft, eine Höhe von rund 10 m über dem Schwarzen

²⁹⁾ [164] S. 179.

³⁰⁾ [162] S. 787.

³¹⁾ [166] S. 99.

Meere. Nun zieht sich von Cernavoda an talaufwärts in das Karasu-Tal hinein eine einwandfrei feststellbare Terrasse, die *Peters*³²⁾ als erster erkannte. Diese Terrasse ist nach *Peters* der Rest eines alten „Silt deltas“ und hat eine Höhe von + 20 m. (Man denke gleich an das marine Varna-Niveau von + 20 m). Der Silt ist ein echter „Alluviallehm der Donau aus bläulich oder bräunlich grauer Tonmasse“, der gar nicht mit dem Löß der Dobrudscha verwechselt werden kann. Sowohl an der linken walachischen wie an der bulgarischen Stromseite erheben sich die gleichen Siltterrassen 10 bis 11 m über der Aue (= Lunca der Balta, im rumänischen Sprachgebrauch), also auch 20—21 m ü. d. M. Die rumänischen Geologen und Geographen nennen diese jüngste Terrasse Niederterrasse und wollen sie, wie z. B. *Valsan* in das Würm stellen. Sie gehört aber als eine vom Meeresstand abhängige Terrasse in das Rib/Würm-Interglazial. Die gleiche Höhe der Terrasse längs des Stromes zwischen Rumänien und Bulgarien, im Baragan südlich Braila wie auch im Karasu-Tal lassen auf die gleiche Entstehungszeit, die gleiche Ursache und das gleiche Stromsystem schließen.

Peters hat bei Cernavoda keine Sumpfschnecken gefunden, nur Menschenknochen „von gut fossilem Aussehen“. Aber im oberen Karasu-Tal fand er Mollusken des Silt, die ein Eindringen der Donau beweisen. Er schreibt: „Die am Karasu eingezeichneten Siltpartien sind durch direkte Beobachtungen sichergestellt, denn die Tragweite einzelner Schneckenfunde wird durch die Betrachtung fortlaufender Niveaux unterstützt.“ *Peters* machte nämlich die wichtige Feststellung, daß im Silt neben gelegentlichen Funden von Wirbeln und Knochen des Donauwelses (*Silurus glanis*), von Unioniden und andern Wassermollusken auch Heliciden auftreten, die „den Silt im Gegensatz zum Löß charakterisieren.“

Hier ist nun einer vergessenen Arbeit von *J. Szabo* [145] zu gedenken, der vier Jahre vor *Peters* die Dobrudscha bereiste.

Hören wir ihn selbst: „At Csernavoda, the valley through which the railway passes was formed by erosion; and the surface-configuration of its side suggests that it must once have been filled with water, and that this was the water of the Danube itself, towards which the valley opens. This conjecture is rendered almost certain by the examination of the bottom, which is covered by an immense quantity of shells, all belonging to species now living in the Danube and on its banks (*Tichogonia Chemnitzii* Fér., *Melanopsis acicularis* Fér., *Neritina danubialis* Ziegler, *Paludina achatina* Brug., *Melanopsis esperi* Fér. etc.)

Besides this, there is another place in the same valley which contains some of these mollusca.“

Vierzig Jahre später erkennt *Sevastos*³³⁾ denselben Tatbestand. Der Paläontologe *Simionescu*³⁴⁾ hat aus dem Baggersand der Donau von Cernavoda und aus dem Boden des Karasu-Tales zwischen Mircea Voda und Medjidia aus tonigen Sanden Mollusken gesammelt, welche „élucider la question du Danube gagnant la Mer Noire directement de Cernavoda pendant le pleistocène.“ Von allen, im Einzelnen aufgezählten Donaumollusken fand er die Hälfte fossil im Ton des Karasu-Tales wieder. „On constante d'une manière évidente que les exemplaires de Medjidia et les espèces (der Donau) que j'ai déterminées, tout en étant moins nombreux appartiennent à la même faune, puisque toutes

³²⁾ [111] S. 203.

³³⁾ [126] S. 226.

³⁴⁾ [130] S. 67.

les formes qui se trouvent à Medjidia vivent encore de nos jours dans le Danube.“ Er schließt seine Betrachtung mit dem Schluß, daß die Donau durch das Karasu-Tal geflossen sei.

Kehren wir nun zu der Donauterrasse zwischen Cernavoda und Constanta zurück. Peters bestimmte deren Meereshöhe zu 10—14 Wiener Klaftern = 20—23 m ü. d. Meere. Dieselben Donau-Siltalluvionen reichen talaufwärts bis nach Alikapu. Von Alikapu sind es nur noch 17—20 km bis zur Küste! Das Dorf liegt auf der Donau-Siltterrasse in 19 bis 20 m Höhe; der Talboden ist einige Meter tiefer eingeschnitten.

Die Donau-Alluvionen lassen sich demnach als eine einwandfreie Terrasse von Cernavoda bis Alikapu auf einer Tallänge von 34 km verfolgen und zwar in einer fast gleichbleibenden Höhe von 20 m. Ob die letzten 17—20 km zur Küste Siltmaterialien führen, entzieht sich wegen Lößbedeckung unserer Kenntnis. Der Löß ist also jünger als die Siltterrassen der Donau im Karasu-Tal; er verhüllt teilweise die morphologischen Formen.

Sevastos,³⁵⁾ der merkwürdiger Weise von seinem rumänischen Kollegen später nie mehr zitiert wird, obwohl er alles vollständig richtig erkannt, bringt die Höhe der Donauterrassen im Karasu-Tal und in der rumänischen Ebene mit dem Hochstand des Schwarzen Meeres in genetischen Zusammenhang:

„En considérant le niveau relevé de 30 mètres (des Schwarzen Meeres) nous pouvons facilement comprendre le passage du fleuve, à travers la Dobrogea, ce horst bien solide, qui n'a subi aucun mouvement vertical pendant le pleistocène. Les vestiges des plages à fleur d'eau, ainsi que les lignes du niveau fluvial sur les berges en falaise doivent se trouver à des altitudes comparables, dépassant de très peu ce chiffre (30 m) pour atteindre ce minimum à l'embouchure dans les environs de Constanța.

A partir de Cernavoda jusqu'à Mircea-Voda on observe une succession de falaises constituant les berges tout à fait fraîches semblables à celle de Galatz qui suggèrent l'idée que nous sommes en présence d'un ancien lit fluvial.“

c) Vinckes Gründe einer Ablehnung des Donautales Cernavoda-Constanta.

Was veranlaßte von Vincke 1840, energisch die Existenz eines Donaulaufes im Karasu-Tal abzulehnen? Es war der jüngere Löß, der auf dem älteren Silt der Donau liegt, welchen er damals noch nicht als verschiedenartige Bildung unterscheiden konnte. Der Löß, oder richtiger die 2 bis 3 Lössе, mit ihren fossilen Bodenhorizonten (= Verlehmungszonen) bedecken mit 30 m Mächtigkeit und mehr das alte Relief auf viele Kilometer Länge zwischen Cap Midia und Tuzla-Mangalia längs der Steilküste.

Nach Wachner liegt das obere Ende der Karasu-Talung 6 km westlich von Constanta 55 m ü. d. Meeresspiegel.³⁶⁾ Ziehen wir die 30 m Löß und mehr, wie sie im Küstenprofil von Constanta vorliegen, von dieser Höhe ab, dann erreichen wir die Höhe der Siltterrasse der Donau von Alikapu (20—21 m). Nun ist aber 55 m der höchste Punkt der Wasserscheide zwischen dem Schwarzen Meere und dem Karasu-Tal. Der niedrigste Punkt

³⁵⁾ [127] und [126] S. 226.

³⁶⁾ vgl. hier das Zitat S. 35.

liegt mit 51,5 m Höhe in „einem sehr breiten, ebenen, nach Osten und Westen sanften muldenförmigen Sattel.“ Verringert man diese Höhe um die 30 m jüngeren Löß, so kommt man genau in die Höhe der Donauterrasse im Karasu-Tal.

Das Hindernis, das *v. Vincke* sah, ist damit beseitigt. Er mußte sich vor 100 Jahren an die morphologischen Gegebenheiten halten. Er sah nur den Talabschluß und folgerte daraus, daß unmöglich die Donau das Karasu-Tal habe durchfließen können. Wir wissen nun heute, daß der Löß jünger ist als die Donau-Niederterrasse und damit auch die trennende Wasserscheide zwischen dem Pontus und dem Karasu-Tal jünger ist als der frühere Donaulauf.

Der eben erwähnte Sattel in 51,5 m Höhe bildet in verschleierter Form das Donautal durch den mächtigen Löß nach oben projiziert ab. In südöstlicher Richtung senkt sich eine flache Mulde ohne jeglichen Erosionsriß zur Küste hinunter und erreicht nach 3,5 km eine „Stelle, wo sie noch eine steile Erdwand von 21 Arschinen (= 15—16 m) Höhe über dem Meeresspiegel bildet. Es ist dies auf einer langen Strecke die einzige Stelle, wo die hohe Wand der Küste nicht aus Fels, sondern aus Lehm- und Tonmassen besteht.“³⁷⁾

Diese Stelle, die sich etwa 4 km südlich von Constanta unweit Agigea am Agigea-See befindet, scheint in der Tat das mit Löß zugefüllte alte Donautal zu sein, oder wenn man will, die Fortsetzung des heutigen Karasu-Tales. *v. Vincke* hat richtig gesehen, daß im Norden wie im Süden dieser 550—600 m breiten Strecke das Miozän und die Kreide den Sockel des Küstenkliffs bilden, auf dem der 30 m mächtige Löß liegt. Nur geht hier der Löß unter den Meeresspiegel, da die feste Gesteinsunterlage tiefer als das Meeresniveau liegt. An der übrigen Küste wird das Kliff bis zu einer maximalen Höhe von 15—18 m von Kreide und Tertiär aufgebaut, denen dann die Lössen auflagern.

Wir können also das teilweise mit Löß zuplombierte Karasu-Tal, das Donautal der Karangat-Zeit (= Riß/Würm-Interglazial) von Cernavoda bis 4 km südlich von Constanta zum Meer verfolgen. Denken wir uns den gesamten Lößmantel weggenommen, dann enthüllt sich ein flaches Tal mit einer Sohle von + 20 m Meereshöhe, auf welcher die alte Donau, zumindest aber ein starker Arm von ihr, von Cernavoda über Medjidia-Alikapu nach Constanta-Agigea in den Pontus floß.

Die im Würm I einsetzende Erosion hat, wie wir gleich sehen werden, die Reste der Donauterrasse in + 20 m und die marine Terrasse (Varna-Niveau) in der gleichen Höhe weggenommen. Es kann aber auch sein, daß unter der erwähnten Wasserscheide von + 55 m bzw. 51,5 m, bedeckt vom Löß, noch Reste der marinen Terrasse stecken. Es ist auch möglich, daß die Küste seit dem Karangat-Stadium des Schwarzen Meeres um einige Kilometer westwärts zurück verlegt wurde, so daß gar keine Spuren der Verzahnung der Stromterrasse mit der Meeresterrasse von + 20 m vorhanden sind. Letzteres ist sogar wahrscheinlicher.

Wachner [167] gibt eine vorzügliche Darstellung der „Rumänischen Dobrudscha-Steppentafel“ und geht darin auch auf die Karasu-Talung

³⁷⁾ *v. Vincke* [164] S. 180.

ein. Er schließt sich ganz der alten Ansicht von *Vinckes* an, daß niemals die Donau durch das 1 bis 4 km breite Tal vom großen Knie ab in Richtung Constanta fließen konnte, weil beim Bahnwärterhaus Nr. 15, etwa 7 km westlich dieser Stadt, die oben erwähnte Wasserscheide mit 55 m Höhe das Tal vom Meer trennt. Das Karasu-Tal sei von einem nach Westen fließendem Fluß „in einer niederschlagsreichen Zeitperiode“ geschaffen worden. Beim Steigen des Schwarzmeer-Spiegels sei das Tal durch Rückstau der Donau überschwemmt und aufgeschüttet worden, wodurch ein langer See entstand, ähnlich wie die natürlichen Stauseen in den benachbarten Tälern. Dieser See sei durch die Engländer 1859 beim Bahnbau Constanta—Cernavoda künstlich von der Donau abgedämmt worden, wodurch er eintrocknete und fahrbares Gelände gewonnen wurde. Vor 1859 konnte man bei Donauhochwasser mit dem Schiff bis Medjidia gelangen. Neuere technische Projekte wollen die Wasserscheide mit einem Kanal wie bei Korinth durchstoßen oder gar mit einem Doppeltunnel durchfahren, wie beim Rhonekanal unweit Marseille. Die Fahrstraße der Donau würde dadurch um 400 km verkürzt werden.

Der Auffassung, daß das Karasu-Tal niemals von der Donau durchströmt worden sei, ist immer wieder entgegen zu halten, daß ein Fluß von nur 55 km Länge, selbst in niederschlagsreichen Perioden, auch bei einem größeren Einzugsgebiet, als es heute der Karasu hat, nicht in der Lage ist, ein Tal von 4 km Breite zu schaffen. Daß die Donau über Medjidia nach Osten vorgriff, wird von niemandem bezweifelt. Statt des Sees aber war es die Donau selbst im flutendem Durchzug, welche sich epigenetisch bei Cernavoda durch die Riffkalke der Apt- und Barrême-Stufe bis ins Valanginien eintiefte.

Wachner gibt eine geologische Skizze der Dobrudscha von *Atanasiu* [29]. Sie zeigt eine „Linia de Flexura spre Mare“, also eine flache Flexura parallel zur Küste, welche das Karasu-Tal an der entscheidenden Stelle quert, nämlich 7 km westlich Konstanta. Die Aufwölbung des Untergrundes wirkte, wenn sie so jung ist, wie eine Schleuse; sie sperrte dem Strom den Weg nach Osten und veranlaßte die Gefällsumkehr nach Westen.^{37a)}

d) Die Ansichten von *Romulus Sevastos* über die „Karasu-Donau“.

Die beiden vorstehenden Abschnitte gaben uns einen Überblick über die Donaumündungen der Riß/Würm-Interglazialzeit (= Karangat-Stadium des Pontus). Ein Delta hat damals nicht bestanden. Im Norden läßt sich ein Ästuar nachweisen und im Süden, im Karasu-Tal war eine einfache Strommündung vorhanden. Der große Strom hat sich demnach bei Cernavoda in zwei Äste gegabelt.

Sevastos erkannte, wie wir schon sahen, das Karasu-Tal als das Donautal an. Nach ihm floß die ganze Donau durch dieses Tal — eine Ansicht, die recht wohl möglich ist. Das marine Ästuar im Norden hätte dann nur die gesammelten Wasser der Jalomita, des Sereth und des Pruth aufgenommen. Die Frage, ob nur die genannten Karpathen- und Bessarabienflüsse in das Ästuar mündeten, läßt sich einzig an Ort und

^{37a)} Die Arbeit von *Atanasiu* ist mir leider nicht zugänglich gewesen, so daß ich nicht sagen kann, wann die Küstenflexur entstand.

Stelle klären; denn nur die petrographische Zusammensetzung der Niederterrasse von 20 m Meereshöhe in der Balta nördlich Cernavoda kann entscheidende Auskunft geben. Sind die Komponenten nur Abkömmlinge der Jalomita, des Sereth und des Pruth, dann ist tatsächlich die Donau in ihrer Ganzheit durch das Karasu-Tal in das Schwarze Meer geflossen. Befinden sich auch Geschiebe der nordbulgarischen Flüsse wie des Lom, der Jantra und der Osma darunter, ferner solche der Westkarpathen, der Dambovita, des Arges und des Oltu, dann ist ein Arm der Donau bei Cernavoda nordwärts gegangen, der andere Zweig aber über Medjidia nach Constanta—Agigea geflossen. Es sei hier die Bitte an die rumänischen Kollegen ausgesprochen, eine Schotteranalyse der Niederterrasse im Raume von Braila—Harsova anzufertigen, um diese wichtige Frage zu lösen.

Ganz abweichend ist indessen die Ansicht von *Sevastos*.³⁸⁾ Er läßt den Pruth bei Cernavoda in die Donau einmünden.

„Le confluent du Pruth était à Cernavoda, il avait comme affluent le Séreth à Galati et, profitant de la faille qui sépare la Dobrogea de la Valachie, il creusait son lit mineur jusqu'à Cernavoda sur l'emplacement du Danube actuel. Le Delta, tout à fait récent, a pris naissance durant le Pleistocène, grâce aux mouvements orogéniques insignifiants qui ont renversé la pente du fleuve de Constanza à Cernavoda, le forçant à emprunter le lit du Pruth en repoussant les eaux de ce dernier vers le nord jusqu'à Galati, d'où il gagna aisément la Mer Noire.“

Warum ist nun die Donau ab Cernavoda nicht nach Norden geflossen, sondern der Pruth mit dem Sereth nach Süden? Sie konnte nicht, sagt *Sevastos*, weil das Gelände von Galati höher lag. Und zum Beweis zieht er die Terrassenhöhe des Massivs von Covurlui, der Landschaft nördlich Galati zwischen Sereth und Pruth heran [126]. Aber hier begeht *Sevastos* einen kapitalen Fehler. Er nimmt die Mittelterrasse von rund 70—75 m als Bezugsbasis an und nicht die Niederterrasse von 20 m Höhe. Damit erledigt sich auch die Anschauung von *Sevastos* eines bei Cernavoda in die Donau mündenden Pruth/Sereth von selbst.

Ich glaube mich nicht zu irren, wenn ich annehme, daß dieser voreilige Schluß von *Sevastos* der Erkenntnis über die geologische Abfolge der quartären Ereignisse im Gebiet der unteren Donau ebensoviel geschadet hat wie der Bannstrahl von *Vinckes* 1840. Kein Geologe und Geograph wagte in der Folgezeit mehr von einer Karasu-Donau zu schreiben. Wer unvoreingenommen von alten Theorien durch das Tal von Medjidia nach Cernavoda wandert, wer das bachlose obere Talstück der Karasu-Furche kennt, den kümmerlichen Wasserfaden, ohne Energie und Gefälle im unteren Talende sieht, der muß im Angesicht des 600 m bis 4 km breiten Karasu-Tales zum Schluß kommen, daß ganz unmöglich die jetzigen hydrographischen Verhältnisse einen Talzug solcher Dimensionen schaffen können. Einzig und allein die Donau hat eine Erosionsfurche dieser Breite anlegen können. Und daß dem tatsächlich so ist, beweist die Silterrasse von + 20 m Höhe mit den Donaumuseln und den Knochen des Welses. Fraglich bleibt nur, ob die gesamte Wasserfülle der Donau den kürzesten Weg in den Pontus durch das Karasu-Tal eingeschlagen hat oder aber ob

³⁸⁾ [127] S. 666.

der Strom bei Cernavoda sich gabelte und einen Ast nach Norden in Richtung Braila, den andern in Richtung Constanta abgab. Über die Zeit dieser zwei Donaumündungen kann auch kein Zweifel bestehen. Die Niederterrasse von + 20 m Höhe entspricht der marinen Terrasse in der gleichen Höhe (Varna-Niveau), womit gesagt ist, daß die geschilderten Ereignisse im Riß/Würm-Interglazial stattfanden (= Karangat-Phase des Pontus = Monastirien s. str. = Tyrrenien II des Mittelmeeres).

Wenn dem aber so ist, dann erheben sich folgende neuen Fragen:

1. Welche geologischen Vorgänge zwangen die Donau den kürzeren Weg ins Meer aufzugeben und den längeren Lauf über Harsova—Braila—Galati—St. Gheorge einzuschlagen?
2. Wann hat die große Stromablenkung der Donau stattgefunden?
3. Wann endlich entstand das Donaudelta, wenn es im Riß/Würm-Interglazial noch nicht existierte?
4. Warum trat eine Gefällsumkehr im Karasu-Tal ein? Denn an Stelle des früheren Ostgefälles des Donaulaufes ist ein Westgefälle des Karasu-Tales eingetreten!!!
5. Ist die Donau die einzige Wasserarterie der rumänischen Ebene, des Baragan, welche einer Bettverlegung unterzogen wurde?

Alle diese Fragen finden ihre Beantwortung durch das morphologische Studium des Schwarzmeer-Schelfes, dem wir uns nun zuwenden.

III. Schwarzes Meer und Donaudelta in der Würmeiszeit I.

1. Eustatische Regression des Schwarzen Meeres und Tektonik in der Neu-Euxinischen Zeit (Würm I).

Das Schwarze Meer des Riß/Würm-Interglaziales (= Karangat-Zeit) war durch einen Hochstand des Wassers bis zu + 15 m ausgezeichnet. Der hochgespannte Seespiegel war die Folge des Abschmelzens der Eiskalotte der nordeuropäischen Rißvergletscherung. Die mediterranen Terrassen des sog. Varna-Niveaus sind die beredten Zeugen.

Die eintretende Würmvereisung entzog dem Ozean wieder Wasser, und der Meeresspiegel sank. Auch im Pontus fiel das Wasser, und die seichten Schelfteile wurden trockenes Land, in das die Festlandsflüsse ihre Betten verlegten, die heute submarine Täler sind. Es ist die Zeit des negativen Meeresniveaus, die Entstehungszeit der Limane. Die russischen Geologen bezeichnen diesen Abschnitt der Quartärgeschichte des Pontus als die Neu-euxinische Phase. Während derselben Zeit fiel das Mittelmeer bis zur Isobathe von — 90 m. Die posttyrrenische Regression der Mediterranis ist synchron der Neu-euxinischen Regression des Pontus.

Archangelsky³⁹⁾ schreibt, daß die seichten Randbezirke des neu-euxinischen Schwarzen Meeres mit sumpfigen und lakustren Bildungen besetzt sind durch „the last strong freshening of the basin which occupied the Black Sea depression. The findings of marshy fluviatile and lacustrine deposits at the bottom of the north-western part of the sea show that the latter became a low marshy land at least to the contemporaneous isobath 40 m.“

In einer anderen Arbeit gibt Archangelsky [22] eine schematische Karte der Ablagerungen des neu-euxinischen Süßwasserbeckens. In der flachen NW-Ecke drehte das Forschungsschiff „Pervoye Maya“ auf großen Flächen von Sand und Ton folgende Leitfossilien: *Dreissensia polymorpha* Pall., *Dr. rostriformis* var. *distincta*., *Dr. pontocaspica*, *Monodacna pontica* Eichw., *Adacna plicata* Eichw., *Monodacna colorata* Eichw., *Hydrobia* sp., *Caspia* sp., *Neritina* sp. Das ist eine Fauna rein kaspischen Ursprungs. Im Raume zwischen dem Donaudelta, Odessa, Cherson und dem Kap Tarchankutsk der Krim liegt unter den Sanden und Tonen mit der neu-euxinischen Fauna ein großes Areal aus Torf und fluviatil-lakustren Sedimenten.

Die lakustren Ablagerungen des neu-euxinischen Süßwassersees lassen sich längs der rumänischen und bulgarischen Küste bis nach Thrazien verfolgen. Südlich Varna dehnt sich ein echter Gastropoden-Ton aus, bestehend aus limnischen und terrestrischen Schnecken. Archangelski sagt eindeutig, daß diese Süßwasserablagerungen die darunter liegenden terrestrischen Torfe und fluviatilen Bildungen zudecken. Bis zu welcher Meerestiefe allerdings die echten Landsedimente gehen, läßt sich nicht sagen, da mit zunehmender Wassertiefe die Bohrtuben die obersten Se-

³⁹⁾ [25] S. 221.

dimentlagen nicht mehr ganz durchstießen und nicht bis zur neu-euxinischen terrestrischen Basisschicht vordrangen. Auf alle Fälle sind es mehr als 40 m unter NN. Nimmt man das Ende des submarinen Donaulaufes als maßgeblich an, dann kommt man zu einer Regression des Pontus der Würmeiszeit I bis zu — 80 m. Indessen hören die übrigen Stromläufe der Ukraine schon bei — 46 m auf, bei einer Tiefe, wo die submarine Donau erst markant unter ihrem Delta hervorkommt.

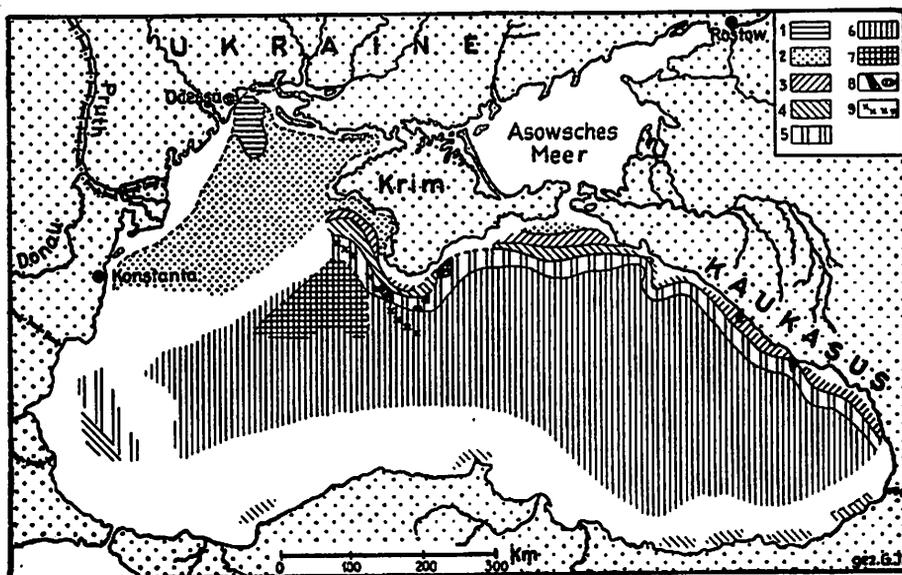


Abb. 4: Verteilung der Sedimente im Pontus während der Neu-Euxinus-Zeit (Würm I) nach Archangelsky und Strachow 1938.

- 1 Monodacna-Tone, 2 Sande der Dreissensia polymorpha-Biozönose, 3 Tone der Dreissensia pontocaspia-Biozönose, 4 Tone der Dreissensia rostriformis var. distincta, 5 Gastropoden-Tone, 6 Faunenfreier grauer Ton des tiefen Wassers, 7 Dünnschichtiger Diatomeen-Kalkschlamm, 8 Geröllzonen, 9 Südgrenze der Gerölle.

Es ist möglich, daß die Absenkung des Spiegels nicht bis — 80 m erfolgte, daß noch die Tektonik mitspielte. Das submarine Donaubett folgt ja der östlichen Randverwerfung des Dobrudscha-Horstes. Zweifellos hat das zentrale Becken des Schwarzen Meeres nach der neu-euxinischen Zeit (also nach Würm I) noch beträchtliche tektonische Absenkungen erfahren. Der Abfall des Schelfes in das Tiefseebecken erfolgt rasch und oft unvermittelt. Der Kontinentalabfall zeichnet sich durch eine ungewöhnliche Erdbebentätigkeit aus. Und schließlich hat Andrussov⁴⁰⁾ die Leitfossilien der neu-euxinischen Zeit aus Tiefen bis zu — 800 m gedreht, vorzüglich zwischen — 400 und — 800 m. Gewaltige Anhäufungen subfossiler Schalen von *Dreiss. polymorpha* und *Dr. rostriformis* und *Micromelania* säumen

⁴⁰⁾ [8] S. 375.

ringförmig die großen Tiefen des Schwarzen Meeres. Ab — 200 m ist ja kein Leben mehr im Pontus möglich. Es müssen demnach große tektonische Absenkungen am Werke gewesen sein, seit der Ablagerung der neueuxinischen Sedimente. Da ist es wohl möglich, daß die Schelfzone, welche die submarine Donau-Rinne trägt, als tektonische Scholle mit in die Tiefe gezogen wurde. Und dasselbe gilt vielleicht für die Bosphorus-Rinne, obwohl da wieder andere Verhältnisse hineinspielen können. Am Bosphorus kann auch der salzige Tiefenstrom vom Mittelmeerwasser die Rinne weiter erosiv ausgefegt haben, als sie ursprünglich eustatisch angelegt war.

Jedenfalls bleibt vorerst die Frage nicht geklärt, warum die submarine Donau bei — 80 m endet, die anderen Flüsse aber bei — 46 m. Die Differenz von 34 m kann tektonisch bedingt sein. Die Küste zeigt allerdings keine bedeutenden Krustenbewegungen an (stellenweise nur + 5 m maximal); denn die + 15 m Terrassen der Karangat-Zeit sind im NW-Pontus unverbogen. Dies schließt aber bedeutende Senkungen im Zentralgraben des Schwarzen Meeres nicht aus. Ich verweise auf die Arbeit von *Nastase* [106], der sich auch schon mit dieser Frage beschäftigte: „Comment expliquer la différence de profondeur entre la vallée sous-marine du Danube et les autres vallées?“

Streifen wir zum Schlusse noch die Marmara und die Meerengen. Der russische Zoologe *Ostroumov* und *N. Andrussow* haben 1893, 1898 und 1900 in der Beikos-Bucht des Bosphorus-Kanales die Leitfossilien der neueuxinischen Phase aus — 40 m gedredht. Dieselben kaspischen Muscheln fanden sich auf dem Boden der seichten Maramara und am Grunde der Dardanellen.⁴¹⁾

Der Wasserhaushalt des Schwarzen Meeres während Würm I.

Ich beende diesen großen Abschnitt mit einer allgemeinen wichtigen Folgerung, die sich aus den eustatischen Schwingungen des Schwarzmeer-Spiegels während Würm I ergeben.

Die in den Pontus mündenden Ströme und Flüsse der heutigen Zeit bringen mehr Wasser in das europäische Randmeer als verdunstet. Nach *Kalle*⁴²⁾ fließen pro Jahr 330 cbkm Wasser durch den Bosphorus in das Mittelmeer. Der salzige Tiefenstrom bringt nur 180 cbkm in den Pontus zurück. Somit sind 150 cbkm Wasserüberschuß pro Jahr im Schwarzen Meer zu buchen, Die gemittelte Wasserbilanz des Pontus ohne Niederschlag und Verdunstung, die unbekannt, stellt sich pro Sekunde folgendermaßen dar:

Donau	6 240 cbm		
Dnjepr	2 000 cbm		
Don	900 cbm	Abfluß durch den	Zufluß durch den
Dnjestr	400 cbm	Bosphorus	Bosphorus
Alle übrigen Flüsse	rund 1 000 cbm		
<hr/>			
Zufluß:	10 540 cbm/sec	10 500 cbm/sec	5700 cbm/sec

⁴¹⁾ vgl. *Pfannenstiel* [112].

⁴²⁾ [88] S. 140.

Das heißt: die Zufuhr an Flußwasser entspricht der Abgabe durch die Meerengen. Der Zufluß an Mittelmeerwasser plus dem Niederschlag entspricht der Verdunstung.

Während der Würmvereisung I muß die Bilanz des Schwarzmeer-Wasserhaushaltes negativ gewesen sein, sonst hätte der Schelf nicht bis etwa — 80 m trocken fallen können. Es fiel der Zufluß an Meerwasser aus; denn der Weltozean fiel eustatisch in derselben Zeit auf — 90 m. Die Bosphorus-Rinne wurde zu einem in den Pontus entwässernden Flußtal. Die Verdunstungsmenge wurde während Würm I nicht ersetzt. Der Meeresspiegel mußte fallen. Aber wahrscheinlich, man darf ruhig sagen, sicherlich brachten auch die Tributäre des Pontus nicht soviel Wasser; denn der größte Teil des Niederschlages blieb als Schnee und Eis liegen. Die Ukraine-Ströme brachten eine verringerte Spende, da in der Nähe der Inlandeismasse Abflußlosigkeit herrschte, wie dies rezente Seen in Grönland und in der Antarktis zeigen. Es muß zweifellos die Verdunstung den verringerten Niederschlag und den herabgesetzten Zufluß überwogen haben, so daß in der neu-euxinischen Zeit der an und für sich labile Wasserhaushalt des Schwarzen Meeres während der Würmvereisung I negativ wurde und der Schelf trocken fiel.

Nur die Donau wird annähernd so viel Wasser wie heute geführt haben, da ihr ganzer Lauf, samt ihren Nebenflüssen aus den fast unvereisten Gebieten Mitteleuropas kam.⁴³⁾

2. Die würmzeitlichen submarinen Flußbetten des Schwarzen Meeres als Folge der eustatischen Absenkung.

Die Russen *Sokolow* [137] und *Brauner* [46] vermuteten als erste auf dem Schelf des Pontus zwischen der Krim und der rumänischen Küste submarine Täler, die sie der Donau und den bessarabischen Flüssen zuwiesen. Das Relief des Meeresbodens erschien ihnen auf Grund einiger Lotungen als terrestrischen Ursprungs. Der Rumäne *Porucic* [121] kam bei seinem Studium der Meereskarten zum selben Resultat. Weil wenige Tieflotungen vorlagen, war das Ergebnis noch ungenau, und waren die Folgerungen noch recht unbestimmt. Als der hervorragende „Atlas fiziographic si statistic al Romaniei“ (1 : 1 500 000) 1927/1929 erschien, machte *Bratescu*⁴⁴⁾ auf die ertrunkenen Flußtäler im Meere aufmerksam, welche das Kartenblatt „Hydrographie Rumäniens“ verzeichnete. Diese Karte enthält leider viele Fehler durch Übertreibungen. Die submarinen Täler werden nämlich schematisch bis zur Isobathe — 800, ja sogar bis — 1400 m angegeben, während sie schon bei Tiefen von — 50 bis — 80 m erlöschen. Diesem offensichtlichem Unsinn steuert die Arbeit von *Nastase* [103], der hierzu die englischen Admiralitätskarten⁴⁵⁾ herangezogen und exakt ausgewertet hat.

⁴³⁾ Ich habe hier Herrn Prof. Dr. W u n d t (Freiburg/Br.) zu danken, daß er als Fachgelehrter den fossilen Wasserhaushalt des Schwarzen Meeres kritisch mit mir besprach und meine Schlußfolgerung als richtig ansah.

⁴⁴⁾ [43] S. 163—165.

⁴⁵⁾ „The Euxine or Black Sea from the Russian Government Surveys. With additions by the Surveyors of the European Commission on the River Danube ... Soundings in fathoms (1 Fathom = 1,829 m) Nr. 2214, 2231 und 2232“ vom Jahre 1919.

Ich hatte von diesen Vorarbeiten keine Kenntnis, als ich die deutsche Admiralitätskarte Nr. 1102 vom Jahre 1935 (1 : 1 200 000) bearbeitete und unabhängig von *Nastase* das Problem in Angriff nahm. *Nastases* und meine Befunde, gewonnen an verschiedenen Meereskarten, decken sich vollständig und ergänzen sich gegenseitig. Ich beziehe mich im beschreibenden Teil auf *Nastase*. Die beigegebene „Karte der submarinen Flußtäler des NW-Pontus“ stützt sich auf die deutsche Admiralitätskarte Nr. 1102.

a) *Das submarine Donaubett.*

In Fortsetzung des St. Georg-Mündungsarmes etwa in 12 km Küstenferne verraten die Isobathen eine untermeerische Rinne auf dem Schelfboden, welche bis zu 10 km Breite hat. Die Furche ist erkennbar von der Tiefenkurve —36 m ab bis zu —80 m.

Die beiden andern Mündungsarme, der Sulina-Kanal und der Chilia, haben keine untermeerische Fortsetzung auf dem Schelf, woraus hervorgeht, daß der St. Georgsarm die älteste Mündung der Donau ist, die nördlichen Verzweigungen aber jünger sein müssen. Der Georgsarm fließt dicht an der Nordseite des Dobrudschaorstes. Obwohl mäandrierend, hält er auf rund 120 km Länge die OSO-Richtung ein. Vor der Mündung hat er ein Delta im Meer aufgeschüttet von etwa 10—12 Winkelminuten Gefälle. Und unter diesem Delta kommt in einer Tiefe von —36 m ab der alte Donaulauf heraus. Das untermeerische Delta ist also jünger als das submarine Bett. Indessen hat die Rinne eine neue Richtung eingeschlagen; sie zieht nach S SW auf ungefähr 75—80 km Länge und verliert sich mit Erreichen der Isobathe —80 m. Die Schelfrinne tritt ganz markant zwischen den Tiefenkurven —55 und —64 m auf. Im Westen steigt der Meeresboden zu —30 bis —40 m an, im Osten zu einem weiten Plateau von durchschnittlich —45 bis —55 m. Die absolute Taltiefe der submarinen Donau beträgt 10 bis 24 m.

Die Vermutung von *Brauner* [46], daß die quartäre Donau der „Prälimanischen“ Zeit, d. h. vor der Entstehung der Limane, an der Schlanginsel vorüber floß, oder die Ansicht *Porucics* [121], sie wäre gar bis zur Krim geflossen, sind hinfällig. Indessen sind an der Schlanginsel das Flußbett des Cogâlnic und an der Krim wahrscheinlich das Bett des pleistozänen Don anzutreffen.

Die quartäre Schelf-Donau folgt einer NS-Linie. Man geht nicht fehl, in dieser Linie die östliche Randverwerfung des Dobrudscha-Horstes zu sehen. Der Strom der Würmeiszeit hat dann die Dobrudscha auf 3 Seiten, welche tektonisch vorgebildet sind, umflossen. Die West- und Ostflanke sind parallele Bruchzonen. Die Nordlinie geht der Störung Pecineaga—Baspunar—Camea parallel, der bedeutenden Babadag-Verwerfung. Der Bezeichnung einer tektonischen „Peninsul“ für die Dobrudscha liegt ein richtiger Gedanke zu Grunde. Vergessen wir nicht, daß die Karasu-Donau zwischen Cernavoda und Constanta einer Muldenachse folgt, also auch einem tektonischen Element im Süden des Horstes. Es wird dann klar, daß der Lauf der unteren Donau von strukturellen Zügen vorgezeichnet ist.

b) Die submarinen Flußbetten des Cogâlnic und des Hagidere.

Im Norden des Donaudeltas, bei der Stadt Jibrieni liegt der Liman Sasic oder Kunduk, in welchen der bessarabische Fluß Cogâlnic mündet. In der Verlängerung des Limans, in Richtung OSO stellt man ab der Isobathe —10 m ein Tal fest. Es ist das ertrunkene Bett des Cogâlnic. Aus dem Alibei-Liman, durchflossen von dem Hagidere, kommt ein weiteres Flußbett in SSO-Richtung. Der submarine Hagidere mündet in den untermeerischen Cogâlnic. Die gemeinsame Rinne zieht dicht an der Ostseite der Schlangeninsel nach Süden. Die Isobathen —14,5 m bis —22 m umranden das Bett. Es hört in einer Tiefe von etwa 43 m auf. Die Gesamtlänge der submarinen Cogâlnic-Furche beträgt 90 km. Der Hagidere ist markanter als der westlicher gelegene Cogâlnic, weil die Donau durch die Schlammführung das küstennahe Relief etwas verschleiert hat. *Nastase* bemerkt noch, daß das Dreieck zwischen den beiden Rinnen und der Küste einen Festlandcharakter habe. Es würde sich der Hügelrücken zwischen dem festländischen Lauf des Cogâlnic und des Hagidere auf dem Meeresboden als eine Schwelle fortsetzen, die bis zu 6 m unter den Seespiegel aufreicht. Somit liegt ein ertrunkener Bergzug vor.

c) Das submarine Bett des Dnjestr.

Wie die Donau, so hat auch der Dnjestr ein ausgeprägtes Bett auf dem Schwarzmeer-Schelf von fast 100 km Länge in SO-Richtung. Es endet in einer Tiefe von —46 m, während der Donaulauf erst bei —80 m verschwindet. Das Dnjestr-Bett wird von Plateaus in —22 m bis —36 m eingefast. Die absoluten Differenzen sind demnach 7 bis 15 m. Indessen fängt das submarine Dnjestr-Tal nicht am Ende des Dnjestr-Limans an. Der quartäre Dnjestr bog unterhalb Cetatea Alba (= Akkerman) nach Westen um und hielt diese Richtung rund 20 km inne. Die langgestreckte Lagune von Budak ist sein Bett. Am Westende des Budak-Limans beginnt dann der Dnjestr seinen submarinen Lauf nach SO.

Nastase erkannte, daß die Festlandseite der Budak-Lagune noch die direkten Anzeichen des rechten Dnjestr-Llaufes in Gestalt von Flußterrassen und Dnjestr-Schottern trägt. Schon *Sokolow* [137] hat alte Dnjestr-Alluvionen beim Dorfe Budak erbohrt, was *Wirgikowsky* [170] bestätigt. Es sind Lehmsande, ähnlich den Ablagerungen des Cujalnic von Odessa, die *Sinzow* beschreibt (nicht zu verwechseln mit dem Cogâlnic von Jibrieni!). Beim Dorfe Sergiewka unweit des Dnjestr-Limans hat *Wirgikowsky* 30 m mächtige Sande und Schotter bei Brunnengrabungen durchstoßen, die unter den Meeresspiegel gehen. Sie führen Karpathengesteine und Cenomangerölle aus Podolien und pontische Kalke der Ukraine. Ferner hat *Florow* [55] in den artesischen Brunnen von Sergiewka fluviatile Sande und Kiesel „postpliozänen Alters“ erbohrt.

Bei der Besprechung der marinen + 15-m-Karangat-Terrassen des Pontus fanden die entsprechendaltrigen Flußterrassen der gleichen Höhe schon Erwähnung. Ich führte dabei die eben genannten Dnjestr-Schotter von Cetatea Alba und Ovidiopol an, wie auch die Gerölle und die terra rossa der + 15-m-Terrasse der Schlangeninsel.

Diese Schotter und Terrassen des Dnjestr am Nordufer des Budak-Limans sind natürlich älter als die submarine Dnjestr-Rinne. Diese letztere

stammt aus dem Würm, die ersteren sind Riß/Würm-Interglazial (= Karangat-Phase). Bei der eustatischen Tieferlegung des Meeresspiegels grub sich der Dnjestr in seine eigenen alten Schotter ein, erodierte den Dnjestr- und den Budak-Liman und schuf sich sein Bett auf dem trocken liegenden Schelfboden.

Schotter und Terrassen solchen Alters nennen die rumänischen Geologen „prälimanisch“, d. h. vor der Entstehung der Limane gebildet. Es ist klar, daß sie von großer Wichtigkeit sind bei der Aufhellung der Liman-Entstehung und deren Alter. Die submarinen Rinnen und die Limane sind Formen derselben Zeit und desselben geologischen Vorganges (= Würm I). Die lößentblößten Rücken zwischen den Limanen und den untermeerischen Tälern tragen den Charakter der prälimanischen Zeit (= Riß/Würm-Interglazial).

Solche untergetauchten, prälimanischen Festlandzüge glaubt *Nastase* auf dem Schelf zwischen dem submarinen Dnjestr und Dnjepr festzustellen. Es sind alte Alluvionen der beiden Ströme, welche von der Isobathe —22 m umrandet werden, die bis —10 m unter den Meeresspiegel als Untiefen aufsteigen. Der heutige SW ziehende Litoralstrom hat die alte Morphologie verwaschen und umgeprägt. Am bekanntesten ist die Dnjestrowskaja-Bank, 6—12 km vor dem Dnjestr-Liman, die bis zu 6,6 m unter den Spiegel geht und aus Geröllen pontischen Kalkes besteht, wie der Ing. *Rummel* [123] feststellte.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Schelf der Bucht von Odessa tatsächlich prälimanische Festlandzüge und letzt-interglaziale Schotter trägt und daneben die jüngeren Züge der limanzeitlichen submarinen Flüsse. Prälimanzeitliche, fluviatile Schotter meerwärts vor der heutigen Küste zeigen auch an, daß die Küste zurückverlegt wurde.

d) Das submarine Bett des Dnjepr und des Bug.

Bei Cherson mündet der Dnjepr, bei Nikolajew der Bug in den Dnjeprowski Liman. Ein markantes Flußbett zieht parallel zur Küste auf dem Meeresboden nach Westen und biegt vor Odessa rechtwinklig um. Die submarine Rinne läßt sich rund 240 km lang verfolgen. Alle aus der Ukraine kommenden Flüsse wie der Tiligul und der Cujalnic von Odessa münden in dieses alte Bett. Wie der quartäre Dnjestr, so hält auch der diluviale Dnjepr-Bug eine Ost-West-Richtung inne, ehe er nach SSO umschwenkt. Die Isobathen —10 m bis —40 m umschließen das alte Tal. Über die Tiefenlinie von —40 m hinaus läßt sich der submarine Dnjepr nicht verfolgen.

Sokolow [137] meinte, der Dnjepr wäre von Cherson aus direkt nach SW in Richtung Tenda geflossen. Die Sandzungen von Kinburnskaja und von Iegorzlyk hätten noch nicht in ihrer heutigen Gestalt existiert, was zweifellos richtig ist. Es hätte der Dnjepr bei Tenda, wenn ich *Sokolow* richtig verstehe, ein Delta aufgeworfen. Die Alluvionen im Untergrund der Bank von Odessa als Fortsetzung der Halbinsel Kinburnskaja seien nämlich Dnjepr-Schotter. *Nastase* hält sich an den Befund der Isobathen, und auch meine Studien an Hand der deutschen Seekarte lassen keine submarine Rinne in Richtung Tenda—Iegorzlyk—Cherson erkennen. Ich verkenne aber nicht die Möglichkeit, daß die Stromfurche später zugeschüttet worden ist, ist doch die Bucht zwischen den angegebenen Orten

sehr seicht. Es ist jedenfalls interessant, daß *Sokolow* in den Bohrungen der Bank von Odessa in 35—40 m unter dem Meere sandige Paludinen-Schichten fand, die er eben als Dnjepr-Alluvionen ansah, die aber sicher viel älter sind, nämlich alteuxinisch (= mindeleiszeitlich).

e) Die submarinen Schwarzmeer-Betten der kleinen Flüsse Rumäniens, Bulgariens, Rußlands und der Türkei.

Nachdem das Phänomen der submarinen Flüsse auf dem Kontinentalsockel des nordwestlichen Pontus erkannt ist, kann es nicht erstaunen, daß alle Wasserläufe, die im Schwarzen Meer enden, eine Fortsetzung der Rinne auf dem Schelf haben.

Nastase erwähnt auf rumänischer Seite die *Telita-Taita*, die in den *Razelm-Golf* mündet. Es sind weiterhin anzuführen die *Casâmcea* mit ihrem Mündungsliman, dem See von *Tasaula* bei *Cap Midia*. Die *Mangalia* endet in einem wurmähnlichen Liman. *Valsan* [155] erwähnt die süd-rumänischen „sillons soumarins qui ressemblent à des traces de vallées qu'on peut suivre sur une longueur de quelques dizaines de kilomètres loin du rivage. Ces sillons se trouvent souvent dans le prolongement des vallées terrestres, mais différent de celles-ci par leur énorme évasement et par leur petite profondeur relative.“ Bohrungen in den zugeschütteten Tälern treffen nach *Valsan* den festen Untergrund in mehr als 10 m Tiefe u. d. M. an, und es lassen sich drei Schichten in den sedimentären Limanfüllungen feststellen: 1. über dem Untergrund eine Lage von Süßwasser-sedimenten; 2. eine mittlere mächtige marine Schicht diskordant über der Basislage 1; 3. ein horizontaler oberer Komplex fluviatiler Entstehung. *Valsan* schätzt die Absenkung des Meeres während der Limanentstehung auf 50 m. Als letztes Tal auf rumänischer Seite muß das Tal der *Batova* angeführt werden, das zwischen *Cavarna* und *Caliacra* unter das Meer taucht.

Von den Schwarzmeer-Flüssen Bulgariens gilt dasselbe. *Gellert*⁴⁶⁾ sagt von ihnen, daß es „typische Oberlaufgebilde“ seien, denen der Unterlauf fehlt. Dabei könne man oft noch ahnen, wie sie zusammengehangen haben, weil sie zum Teil Nebenflüsse einer Hauptader waren.

Bei *Varna* reicht die Erosion der Limanflüsse nachweislich bis 25 m unter den heutigen Wasserspiegel. Die tiefen Täler sind in postlimaner Zeit wieder zugeschüttet worden; das schönste Beispiel ist der *Devnija-See* westlich *Varna*. Die drei Limane von *Burgas* beschließen die ertrunkenen Täler Bulgariens.

Das großartigste untergetauchte Tal neben der *Donau* bietet der *Bosporus*. In Ergänzung zu meiner *Bosporus-Studie* [112] ist es nun möglich, den Lauf des *Bosporus-Flusses* bis zur *Isobathe* von —113 bis —115 m zu verstehen. Die deutsche *Admiralitätskarte* Nr. 1102 vom Jahre 1935 läßt die *Bosporus-Rinne* auf dem Schwarzmeer-Boden noch 25 km lang verfolgen. Sie erreicht die angegebene Tiefe von maximal —115 m, während der flankierende Boden nur eine Tiefe von —88 m und —91 m aufweist, so daß die absolute *Talkerbe* 25—27 m beträgt. Wie ich in meiner *Bosporus-Arbeit* zeigte, haben sich *Thrazien* und *Bithynien* in der Zeit der *Liman-Entstehung* (= *Würm I*) um 35 m gesenkt. Diesen

⁴⁶⁾ [58] S. 78.

Senkungsbetrag müssen wir zur eustatischen Absenkung des Pontus-Spiegels von -80 m, wie ihn das submarine Donautal zeigt, addieren und erhalten dann den geloteten Betrag von -115 m der Bosphorus-Flußrinne auf dem türkischen Schelfstreifen des Pontus.

Ferner wurde der Sakaria bei einem Tiefstand des Schwarzen Meeres von einem kleinen Bache der pontischen Gebirgskette angezapft, dessen Erosionsimpuls durch die abgesenkte Erosionsbasis verstärkt war. Der Sakaria wurde von seinem Laufe in den Golf von Izmit an der Marmara abgelenkt und fand seinen Weg durch die Westausläufer des Gebirges nach Norden.⁴⁷⁾

Scheinbar machen die Bäche und Flüsse der pontischen Randkette, Armeniens und des Kaukasus eine Ausnahme. Dieser lange Küstenstreifen ist frei von Limanen. Aber nur scheinbar! Die Täler fallen steil ins Meer ein, nicht flach untertauchend wie am Nord- und Westufer, wo sie aus einer lößbedeckten Niederung kommen. Die Gebirgstäler konnten nicht als Limane ertrinken, das Gehänge ist viel zu steil. Daß aber tatsächlich auch die Flußmündungen der Randgebirge des Schwarzen Meeres übertieft sind, ergibt sich aus Kozlov⁴⁸⁾: „A juger d'après les données fournies par les sondages dans les embouchures des rivières Sotchi, Touapsé etc. (am Kaukasus) leurs vallées sont surcreusées de 40 m environ, — c'est le niveau le plus bas de la Mer Noire, correspondant probablement au Würmien. Ce niveau devait répondre à la profondeur du Bosphore, puisque ce dernier servait d'émissaire à la Mer Noire durant le Würmien.“ Und Vialov⁴⁹⁾ zitiert gleichfalls die Touapsinka, deren Schotter 40 m tief unter den Meeresspiegel reichen und dies einige Kilometer mündungsaufwärts.

Wir schließen unseren Überblick entlang der Schwarzmeer-Küste. Ab Novorossijsk, also mit abnehmender Gebirgshöhe des Kaukasus, treten wieder Limane auf. Die Taman-Halbinsel ist reich an ertrunkenen Tälern. Die Flüsse der östlichen Ukraine enden alle in Limanen oder wenigstens in zugeschütteten Seen. Es seien nur der Mius- und der Molotschnoje-Liman erwähnt.

Indessen zeigt der Boden des Asowschen Meeres keine ertrunkenen Talzüge. Diese submarinen Täler sind indessen vorhanden, sie sind nur zugeschüttet. Der heutige Litoralstrom des Asowschen Meeres hat die steilen Lößkliffe untergraben und die gewaltigen Massen von Löß im größer werdenden Meere verteilt. Der Erosionsprozeß längs der Küste ist schon so tief landeinwärts fortgeschritten, daß alle kleineren Limane weggenommen sind und der höchste Oberlauf der Flüsse direkt ins Meer mündet. Nur die großen, lang gestreckten Limane sind im Nordbereich des Asowschen Meeres noch erhalten, aber selbst in einigen Fällen nur als obere Hälften. Die meerwärtigen Golfteile sind der Abrasion zum Opfer gefallen. Das gesamte ausgewaschene Material plus dem Sediment des Don haben das räumlich beschränkte und an sich untiefe Asowsche Becken zugeschüttet. Durchstoßen Bohrungen, wie an der Straße von Kertsch, die vielen Meter mächtigen, butterweichen, rezenten

⁴⁷⁾ vgl. Pfannenstiel [112].

⁴⁸⁾ [69] S. 35.

⁴⁹⁾ [161] S. 62.

Schlamm, dann treffen sie die Betten der Flüsse der Ostukraine. Damit haben wir die folgende Frage schon im Kern beantwortet.

f) *Wo ist das submarine Bett des Don und welche Richtung hat es inne?*

Der Don kann unmöglich eine Ausnahme machen, da alle Tributäre des Schwarzen Meeres eine submarine Schelfrinne als Fortsetzung ihres Laufes besitzen, als Limane enden, in übertiefte, aber zusedimentierte Täler unter den heutigen Meeresspiegel hinab steigen. *Lissitzin*⁵⁰⁾ führt den Nachweis, daß im Manytch-Tale östlich des Don-Ästuars eine Bohrung bei der staatlichen Schafsfarm Nr. 2 Ovtzevo (25 km nordwestlich der Station Platovskaja, südlich des Limans Sadkovskiy) in 30 m und noch mehr Tiefe unter dem Schwarzmeer-Niveau einen marinen Pontus-Schlick mit *Nassa reticulata*, *Tapes* sp., *Cardium edule* angetroffen hat. Die Erosionsbasis war also um mindestens 40 m erniedrigt und *Lissitzin* schließt, „daß es klar ist, daß die Hauptmasse der Schwarz-See-Ablagerungen in dem Boden der Manytsch-Senke verborgen bleibt.“ Die Übertiefung des Manytsch erfolgte im Anschluß an einen Hochstand von + 15 m (Riß/Würm-Interglazial), der durch die Khvalynische Terrasse dargestellt ist.

Die Ovtzevo-Bohrung liegt weit im Osten der heutigen Asow-Küste. Die Absenkung muß also im Asowschen Meer noch größer gewesen sein. Die mittlere Tiefe des Asowschen Meeres beträgt rund 13 m. Also muß die Erosionsbasis zur Zeit der Entstehung der Limane (= Würm I), unter Zugrundlegung der Übertiefung von -40 m im Manytsch-Kanal, 27 m unter dem heutigen Asow-Meer-Boden liegen. Oder anders ausgedrückt: es sind minimal 27 m Sedimente seit der Limanbildung (= Würm I) im Asowschen Meer abgelagert worden.

Das ist der Grund, warum wir keinen submarinen Donlauf mehr feststellen können. Zahlreiche Bohrungen im Don-Ästuar und in der Bucht von Taganrog sind in den rezenten Schlammern steckengeblieben und erreichten den Boden der „Limanzeit“ nicht. Aber es kann keine Frage sein, daß ein zugeschüttetes submarines Donbett auf dem Boden des Asowschen Meeres existiert. Es ist nur mit dem Material der Küsten und des Don selbst später eingedeckt worden.

Da scheint es fast müßig zu fragen, welche Richtung der Don der Würmzeit eingeschlagen hat? Zwei Richtungen sind in der damaligen Zeit des Schwarzmeer-Tiefstandes möglich gewesen:

a) Der Don floß in NS-Richtung durch das Asowsche Meer in die Straße von Kertsch und mündete bei der heutigen Isobathe von -80 m (entsprechend dem Endpunkt der submarinen Donau) in das Schwarzmeer. Die genannte Tiefenkurve liegt rund 50 km südlich der Mündung der Meerenge von Kertsch.

b) Der Don floß in O-W-Richtung über den Ssiwasch und den Isthmus von Perekop in die Bucht von Karkinitzk zwischen der Krim und der Ukraine. Bei Besprechung der Tschauda-Schichten der Grenze Pliozän/

⁵⁰⁾ [79] S. 214 f.

Quartär wurde die Ansicht von *Archangelsky*⁵¹⁾ erwähnt, der den frühquartären Don vermutungsweise durch die Enge von Perekop nach Westen laufen läßt. Diese Möglichkeit gilt durchaus für das Jungdiluvium (Würm I). Denn die Enge von Perekop ist ganz jung. Die sperrende Sandnehrung von Arabatskaja ist rezent, ebenso die zahlreichen zerlappten Halbinseln, welche in den Ssiwasch vordringen. Das „Faule Meer“ ist eine verlandende Zone. Ursprünglich stand das Asowsche Meer mit der Bucht von Odessa ebenso in Verbindung wie durch die Straße von Kertsch mit dem offenen Schwarzen Meer. Zur Zeit der Limanbildung (= Würm I) fehlten noch die zwei jüngeren Lößlagen, welche heute als Kliffe den Ssiwasch umsäumen. Rechnet man die etwa 30 m mächtigen jüngeren Löße von der maximal 20 m hohen Umrandung ab, kommt man schon 10 m unter den Meeresspiegel. Die älteren Löße fehlen; sie sind erodiert, denn die jüngeren Löße liegen den pliozänen Kalken auf, die stellenweise am Ufer austreten (z. B. bei Sergejewka). Das Fehlen der tieferen Ukraine-Löße, die z. B. im Profil von Besergenovka östlich Taganrog am Steilufer auftreten, am Ssiwasch aber fehlen, sowie das sporadische Auftreten des Pliozänkalkes legen es nahe, eine limanzeitliche Erosion im Bereich von Perekop am Werke zu sehen. Und schließlich deckt sich die Längsrichtung des Ssiwasch mit der Achse der Mulde zwischen dem Podolisch-Asowschen Meer und dem flachen Gewölbe der Tarchankut-Halbinsel.

So deutet alles auf eine verbindende Ostwest-Senke zwischen der Odessaer Bucht und dem Asowschen Meer hin. Dann aber ist es durchaus möglich, daß der Don zur Limanzeit (= Würm I) von Rostow nach Westen und westlich Perekop in die Karkinitiskij-Bucht floß. Es ist interessant zu vermerken, daß ab der —40 m Isobathe der Karkinitiskij-Bai ein untermeerisches Tal nach Süden zieht. Leider sind die wenigen Lotungen nicht geeignet, ein scharfes Bild des Reliefs zu vermitteln. Welcher Fluß soll dieses Tal angelegt haben, das hart am Kap Tarchanskut vorbeizieht? Es kann keine Wasserader der Krim sein; das ist sicher. Es kann nur ein Fluß der Ukraine gewesen sein, also vielleicht der Don!

Auffallend bleibt, daß vor der Straße von Kertsch keine Schelfrinne meerwärts zieht. Und die 32 Bohrungen innerhalb der Meerenge von Kertsch haben keine Flußsedimente nachgewiesen. Der Don hätte in diesem Falle mehr östlich, im Bereich der Taman-Halbinsel seinen Lauf gehabt. Etwaige Tiefenbohrungen zwischen Taman und Anapa sind mir nicht bekannt. Über den Untergrund der Straße von Kertsch unterrichten die Arbeiten von *Andrussow*⁵²⁾.

Entschieden ist die Frage des Donlaufes nicht; es ist aber zu hoffen, daß die russischen Geologen diese Frage bald lösen, sind doch alle Vorarbeiten dazu schon in glänzender Weise geleistet. Ich möchte vermuten, daß die Löße des Ssiwasch und der Landenge von Perekop das limanzeitliche Ost-West laufende Dontal verhüllen. Mein Hauptargument sehe ich im Fehlen der Schelfrinne in der Fortsetzung der Kertsch-Straße und in dem Auftreten einer allerdings verwaschenen submarinen Furche im Westen von Perekop.

⁵¹⁾ [23] S. 187.

⁵²⁾ [2] und [9] S. 294 mit Profiltafel.

3. Die Folgen der eustatischen Absenkung des Pontus im unteren Donauegebiet während Würm I.

Die Tieferlegung der Erosionsbasis um 46 m (ev. bis 80 m) während der neu-euxinischen Zeit hat natürlich das Gefälle der unteren Donau verstärkt, trotz der eingetretenen Verlängerung des Stromes um 90 km. (So lange ist das submarine Tal sicher nachzuweisen). Der Erosionseffekt ist auch nicht ausgeblieben, und ein gründliches Kartenstudium gibt auch an, wie weit die Erosion stromaufwärts gegriffen hat.

Die Binnenlimane und die zahllosen Deltaseen liegen alle mit ihren Böden unter dem Meeresspiegel. Das Donauebett geht erheblich unter Null und ist übertieft bis Rustschuk, wahrscheinlich noch weiter stromaufwärts, weil die bulgarischen Nebenflüsse nach *Toula*⁵³⁾ noch 30 km flußaufwärts canyonartig übertieft sind (z. B. der Lom) und Alluvionen bis zum Meeresniveau und darunter führen. Die Böden der Limane und Deltaseen liegen in einer mittleren Tiefe von rund 2 m unter dem Schwarzmeer-Niveau, und dies trotz der ungewöhnlichen Schuttmenge, die der Strom alljährlich herbeiträgt, nämlich 82 Millionen Tonnen Sinkstoff.

Nördlich Harsova dehnt sich der kleinere Lacul Lupoiu aus (200 km von der Küste entfernt), dessen Seeboden noch 70 cm unter Null reicht. Da die Deltaaufschüttungen der Donau jünger sind als das submarine Bett der Würmeiszeit I, so hat also die Donau bis heute noch nicht an allen Stellen ihr Delta supramarin aufbauen können.

Der Erosionsbetrag während der neu-euxinischen Zeit war so bedeutend, daß der Strom eine Hohlform aushob, die etwa bei Rustschuk begann und die er bis heute noch nicht wieder ganz zuschütten konnte. Das Donaugefälle beträgt heute 4 cm auf 1000 m ($0,04\text{‰}$), berechnet auf die 140 km lange Strecke Galati-Sulina. Im Würmglazial betrug die Strecke Galati bis zur schelfwärts gelegenen, nunmehr submarinen Mündung 240 km bei einem Gefälle von etwa 90 m. Das sind etwa 40 cm Stromgefälle auf 1 km Länge. Die lebendige Stromenergie war also in der letzten Eiszeit rund 10 mal größer als heute. Nimmt man Harsova als Ausgangspunkt der erosiven Hohlform an, so betrug die Strecke 330 km bei einem Gefälle von 28 m auf 1000 m; denn der eben erwähnte Lacul Lupoiu gibt berechtigten Anlaß zu dieser Annahme.

Selbst wenn man Rustschuk als den Beginn der Erosionsfurche ansieht, kommt ein größeres Gefälle der Donau zu Stande, als sie es heute auf einer gleich langen Strecke hat. Man wird nicht fehl gehen, wenn man das diluviale Gefälle der Stromrinne etwa 5-7 mal so stark als das heutige schätzt, und dies erklärt den enormen Erosionseffekt während Würm I.

Den vorgetragenen Berechnungen liegt die eustatische Absenkung von —80 m zu Grunde. Ist dieselbe nur 46 m, dann verringert sich das Gefälle, es bleibt aber dennoch ein mehrfaches des heutigen für Würm I bestehen.

Über die frühere Wassermenge sind wir nicht unterrichtet. Die heutige maximale Wasserführung bei Tulcea im Delta erreicht 35 000 cbm/sec, die mittlere 7230 cbm/sec, die minimale 2000 cbm/sec. Legt man die Durch-

⁵³⁾ [149] S. 29.

schnittszahl zu Grunde und gibt man dieser Wassermenge ein Mehrfaches des heutigen Gefälles, dann versteht man, daß entsprechend dem physikalischen Gesetz der lebendigen Energie, die würmeiszeitliche Donau im Mündungsbereich noch kräftig erodieren konnte.

Alle Nebenflüsse wie Sereth, Pruth, Ialomita, Salcia, Taita und Cogâlnic folgten der Donau, vertieften ihr Bett und schufen die Wannsen der heutigen Binnenlimane, in welche im Gegensatz zu den eigentlichen Pontus-Limanen, niemals das Meer eingedrungen ist!

Die kleinen Nebenbäche der Donautributäre empfangen den Erosionsimpuls bis zum Punkte ihres Austrittes aus den Karpathen. Das ganze Arteriensystem der Flüsse kam in Bewegung. Die Dâmbovita, die durch Bukarest fließt, gab ihre alte Südrichtung nach Titu auf und schlug den kürzeren Südostweg ein. Die Ialomita griff bis zum Karpathenrand zurück und zapfte den Oberlauf der Dâmbovita bei Targoviste an. Der Buzau-Fluß verlegte verkürzend seinen Mittellauf und fließt nunmehr in den Sereth, obwohl er vorher den Calmatui bildete. Der Calmatui wurde als enthaupteter Fluß ein kümmerlicher Bach der wasserlosen Baragan-Steppe. Der Râmnicul verließ sein altes Bett, in dem der heutige Salzsee Balta Alba als Relikt liegt, und drehte brüsk nach Norden in den Sereth ab. Die Ramna gab den alten Lauf auf, schwenkte um 90° nach Norden ab und hinterließ ein Trockental mit einem brackischen Tümpel, dem Hartopu Mare.⁵⁴⁾

Es ist möglich, daß auch Tektonik in die Absenkung der Flüsse nördlich der Donau eingriff, wie z. B. Sevastos⁵⁵⁾ dies annimmt. Ich glaube aber, daß die eustatischen Schwankungen der Erosionsbasis dominant vorherrschen und tektonische und epirogene Vorgänge zurücktreten, ja gar nichts zu sagen haben. Eine weitere Folge der Tieflegung der Erosionsbasis ist die allgemeine flächenhafte Hinwegnahme der altquartären und spättertiären Schichten in der fernen Umgebung der Donau-Ufer.

Sehr aufschlußreich ist die Bohrung von Marculesti an der Bahnlinie Cernavoda—Bukarest, mitten in der Baragansteppe, welche Alimanestianu [21] beschreibt.

Der Löß reicht bei Marculești von + 34,50 m, dem Ansatzpunkt der Bohrung 38,10 m tief nach abwärts und liegt bei — 3,60 m (also unter dem Meeresspiegel) diluvialen Flußschottern auf, die ihrerseits bis — 32,5 m reichen.

Auch bei Agigea, südlich Constanța, liegt die Auflagerungsfläche des Lösses unter dem Meeresspiegel, und da 10 km weiter südlich bei Tuzla die marine + 15 m-Terrasse des Varna-Niveaus in fast normaler Höhe ansteht, kann keine Tektonik den Löß und die darüber liegenden Schotter in eine tiefere Lage gebracht haben.

Die westlichste Station ist Rustschuk, an der bulgarischen Seite der Donau gelegen. T o u l a ⁵⁶⁾ beschreibt von dort „Auffüllungsmassen des Thalbodens, der sich als eine limanartige Bucht erwies“ und bis unter den Meeresspiegel greift. Die östlichste Station liegt im Delta selbst. Beim Bau des Sulina-Kanales durchteufte man im Norden der sog. „Insel“ Caraorman den Löß bis zu einer

⁵⁴⁾ vgl. de Martonne in Vidal-Lablache [162] S. 762 u. Wachner [166].

⁵⁵⁾ [126] S. 226.

⁵⁶⁾ [149] S. 29.

Tiefe von —6 m. Die letzten 3 m (von —3 bis —6 m unter dem Schwarzmeer-Spiegel) enthielten Reste von *Elephas primigenius* und *Rhinoceros antiquitatis*⁵⁷⁾. Darunter lagen die pliozänen Schichten.

Vor Auflagerung des Lösses lag also der Boden unter dem heutigen Meeresniveau, und es konnten die Tiere der letzten Eiszeit bis in das Delta gelangen, das damals als eine amphibische Zone noch nicht bestand. Zu Beginn von Würm I hat die aus Tertiär bestehende bessarabische Platte bis in die Deltamitte gereicht, dann setzt die Erosion wegen der Tieflage der Erosionsbasis ein und schuf das Relief, dem der Löß aufgelagert wurde.

Das sind die beredten und zahlreichen Zeugen einer kräftigen Erosion der Donau und ihrer Nebenflüsse im Mündungsbereich des Stromes. Die Ausräumung griff einige hundert Kilometer talaufwärts, so daß der dann kommende Löß sich auf eine Landoberfläche legte, die damals etwa 50 bis 80 m über NN lag, heute aber nach dem eustatischen Anstieg des Pontus unter dem Meeresniveau liegt.

a) Die Ablenkung der Karasu-Donau in das heutige Bett.

Jetzt erst ist es möglich, die Fragen zu beantworten, welche am Schlusse des Kapitels II 3d gestellt wurden.

Während des Rib/Würm-Interglaziales, als die Donauterrasse von + 20 m (= Niederterrasse) gebildet wurde, floß — wie wir sahen — die Donau durch das Karasu-Tal von Cernavoda nach Constanta. Es bleibt fraglich, ob sich der Strom gabelte und einen Zweig nach Norden und einen Zweig nach Osten gab oder ob die ganze Wasserfülle der Donau nach Constanta strömte. Was veranlaßte die Donau ab Würm I nach Norden zu fließen? Der kürzeste und damit der Weg stärksten Gefälles ging in Richtung Constanta. Und gerade diesen Weg hat die Donau aufgegeben und den längeren Weg eingeschlagen.

Die Tektonik griff indessen in den Ablauf der Geschehnisse ein. Der Küstenstrich hob sich um etwa 5—6 m, und damit war der kürzeste Weg nicht mehr der Gefällstärkste. Die marine Terrasse des Varna-Niveaus, die in normaler Lage in + 15 m Höhe ansteht, ist auf der Strecke Varna—Tuzla nach Norden in + 20 m Höhe gerückt, und alle korrespondierenden Flußterrassen der Küstenflüsse wurden gleichfalls um 5—6 m nach oben gehoben.

Valsan kennt als Morphologe die relativ junge Aufwärtsbewegung sehr gut; schreibt er doch, daß im Süden des Karasu-Tales zwischen Cernavoda und Silistria die Oberfläche des Landes in vollständiger Unstimmigkeit mit dem Flußnetz steht. Dieser Teil der Süddobrudscha zeichnet sich durch eine Aufwölbung (bombement) aus, dem auch der Donaulauf ausgesetzt war. Die Landoberfläche senkt sich zum Schwarzen Meer. Die Flüsse folgen aber nicht der Ostabdachung, sondern schneiden sich in engen Schluchten ein und gehen nordwärts zur Donau. Das Längsprofil des Flusses fällt entgegengesetzt dem Plateaugefälle der Süddobrudscha.

„On ne peut, expliquer cette situation que par un mouvement positif du plateau après la formation des vallées.“⁵⁸⁾ Auch die Silberküste Ru-

⁵⁷⁾ vgl. Murgoci [98] und Bratescu [42] S. 26.

⁵⁸⁾ Valsan [157].

mäniens beim Kap Caliacra ist gehoben, und dort konnten die wenigen ins Meer mündenden mageren Flüsse noch nicht die Erosionsbasis erreichen; denn sie fallen mit Schnellen und Kaskaden ins Meer.

Es kann somit kein Zweifel sein, daß der Küstenstrich sich gehoben hat, und zwar nach Ablagerung des Varna-Niveaus (+ 15 m-Terrasse) und vor und zu Beginn der eustatischen Absenkung des Pontus auf —46 bis —80 m. Die Donau brauchte sich im Karasu-Tal nicht einzuschneiden, da das stärkere Gefälle sie nach Norden abzog. Der Anstoß der Donau-Ablenkung war eine kleine positive Erdkrustenbewegung. Das Karasu-Tal fiel dann trocken und wurde vom Löß eingeweht, und damit wurde — wie wir sahen — westlich Constanta das ganze alte Tal der Donau zuplombiert, so daß *v. Vincke* dem Irrtum verfiel, das Karasu-Tal habe immer nur nach Westen entwässert.

b) Die Gefällsumkehr im Karasu-Tal.

Nachdem die Donau-Ablenkung vollzogen war, entwickelte sich im alten, breiten Donaubeet ein kleines Rinnsal, der heutige Karasu-Bach. Die Hebung im Osten und die Zuwehung durch Löß westlich Constanta konnte der Karasu (= Schwarzes Wasser) erosiv nicht meistern. Er floß zur Donau, und die eben erwähnte Gefällsumkehr der Süddobrukschabäche wurde an ihm besonders evident. Folgende Höhenzahlen— in West-Ost-Richtung in steigender Tendenz angeordnet — illustrieren dies:

Mittlere Höhe des Donauspiegels bei Cernavoda	+ 11,3 m
Cernavoda	+ 13,9 m
Karasubrücke bei Medjidia	+ 15,4 m
Boden des Sees westlich Medjidia	+ 4 m
Talboden von Alikapu	+ 19,5 m
Hassandschi	+ 22,6 m.

Die Gefällsumkehr spiegelt sich auch in der Donau-Niederterrasse (+ 20 m-Terrasse) des Riß/Würm-Interglaziales wieder. Bei Medjidia und Alikapu liegt die Terrassenoberfläche in + 23 bis 24 m Höhe, bei Cernavoda in nur 21 m, worin die leichte Schiefstellung der Kreide/Tertiär-Tafel der Süddobrukscha nach Westen zum Ausdruck kommt.

Auffallend ist die geringe Höhe (+ 4 m) des Seebodens der Wasserbecken von Medjidia; zieht man die rezenten Sedimente in diesem See noch in Betracht, dann verringert sich die Höhenquote noch um einige Meter. Die Differenz zwischen dem mittleren Donauspiegel (+ 11,3) und dem Seeboden von Medjidia beträgt mindestens 7 m. Der untere Teil des Karasu-Tal ist folglich beträchtlich übertieft in Bezug auf den Donauspiegel. Dies hatte zur Folge, daß noch vor etwa 100 Jahren die Donaufluten bei Hochwasser in das Karasu-Tal eindringen. *Von Vincke* berichtet, daß bei einem Steigen des Stromes um 5,5 m die Überschwemmung des Karasu-Tales bis nach Tschalapscha ging, d. h. 4—5 km über Medjidia hinaus. Die Donau hat das Karasu-Tal bei Cernavoda abgedämmt, und der Mensch hat nachgeholfen, einerseits den natürlichen Damm zu verstärken, andererseits den Ablauf des Karasu-Baches durch Tieferlegung der Bachrinne zu gewährleisten.

Die eben geschilderten hydrographischen Verhältnisse des Karasu-Tales sind keine Einzelercheinungen. Dieselben morphologischen Züge finden sich in allen Tälern der rechten Donauseite. Die tiefer gelegenen Endun-

gen der Täler von Oltina, Ostrov und Isterbach und andere sind zu Seen aufgestaut, weil die Donau vor die Talmündungen Barren gesetzt hat; sonst würde sie recht weit in Form von Altwässern in die Täler eindringen.

c) Die Bildung des Donau-Ästuars während Würm I.

Vom Donaüdeltal konnte in dieser erdgeschichtlichen Studie noch nicht gesprochen werden, da es das jüngste Glied der Ereignisabfolge ist. Nachdem die früheren Entwicklungsstadien der Donau klar gelegt sind, kann die Bildung des eigentlichen Deltas nunmehr verstanden werden.

Die gesamte Wassermasse der Donau, vermehrt durch die letzten Zubringer, die Jalomita, den Sereth, den Pruth, grub als ein einziger mächtiger Strom während Würm I ein tiefes Bett in die bessarabische Tertiärplatte. Der St. Georgsarm vereinte alle Wasser. Andere Stromzweige existierten noch nicht. Der Schwarzmeer-Schelf lag trocken, und es wurde die submarine Rinne angelegt.

Wer auf dem Kliff von Constanta oder Kap Midia gestanden hat, der sah unter sich die steil abfallenden Lößwände, und es drängte sich ihm der Gedanke auf, daß hier das Land eigentlich nicht zu Ende sein könne; denn die 30—40 m hohe Lößwand gebietet eine Fortsetzung des rumänischen Landes nach Osten hin über die Wogen des Pontus. Nunmehr kann man sich vorstellen, daß 65 km ostwärts im Spätquartär die Donau floß, daß im Norden die großen Ströme Südrußlands auf dem Kontinentalsockel ihre Wege zogen, daß der frühe Mensch der Moustierzeit trockenen Fußes über die Schlangeninsel als weithin sichtbare Landmarke zur Krim gehen konnte. Das Ende Europas lag gar erst in rund 120 km Ferne. Der erste, der diesen Gedanken hegte, war 1863 der Ungar *Joseph Szabo* [145]. „The method of restoration (des Landes nämlich) reclaims from the sea a large portion of the areas now occupied by it, and proves that, at some period after the deposition of the Loess, that part of the Euxine which is necessary for the restoration of the Loess-plateau was not covered by water, but was so much elevated that the Loess-strata now wanting touched each of the corresponding ones which now form the shore.“ Szabos Gedankenflug griff über die weiten Lößsteppen Rußlands hin bis in die Aralo-Kaspische Depression, die von *Pallas* und *v. Humboldt* in das Blickfeld ihrer Zeitgenossen gestellt wurden. Er sah im Geist eine einzige Landmasse, die heute teilweise vom Meer, teilweise von riesigen Landseen besetzt ist.

Im eigentlichen Deltagebiet wurde ein wohl kräftiges Tal eingeschnitten, und zwar — wie wir vorher sahen — längs der tektonischen Grenzlinie, die das Grundgebirge und das Mesozoikum der Dobrudscha von der nördlich anstoßenden Neogenplatte Bessarabiens scheidet. Das Tal war nur 10 bis 15 km maximal breit; denn der Sulina-Kanal wurde in pliozäne Schichten eingetieft, denen der Löß mit eingelagerten Mammut- und Rhinocerosresten aufgelagert ist. Auch die „Insel“ Caraorman ist auf pliozänem Grunde aufgebaut. Das bessarabische Plateau reicht also noch in der Würmzeit bis zum Sulina-Kanal. Und diesen nördlichen Teil des Deltas durchzogen die bessarabischen Flüsse östlich des Sereth. Vor allem waren es der Jalpug und der Catlabug, welche damals nicht der Donau tributär waren, sondern als selbständige Wasseradern tiefe

Erosionsfurchen in das südlichste Tertiärplateau gruben. Deshalb sind heute noch mitten im Delta Stücke Bessarabiens als eine Art „fester Inseln“ im Schwemmland vorhanden. Die alten Betten des Jalpug dienen heute stellenweise dem Kilia-Arm als Abzugskanal. Ich komme auf diese bisher rätselhaften Relikte der Deltamorphologie gleich zu sprechen.

Natürlich hat die Erosion während Würm I auch flächenhaft gewirkt. Der Löß liegt den verschiedenen Babele-Schichten und dem Pliozän auf, und die Profile im Altdiluvium lassen die Abtragung der Schichten vor der Lößüberdeckung wohl erkennen. Das Verhältnis von Lößüberwehung und Erosion der Würmeiszeit I ist durch Gleichaltrigkeit und durch ein zeitliches Nacheinander gekennzeichnet. Der angewehrte Löß konnte an allen Stellen liegen bleiben, die nicht der Abtragung ausgesetzt waren. Als die letztere zum Stillstand kam, was mit Erreichen des volumetrischen Maximums der Würmeiskalotte erreicht war, weil damit die Erosionsbasis gekoppelt ist, ging die Lößaufwehung weiter und deckte wieder Flächen ein, die gerade vorher der Erosion ausgesetzt waren. Vollständige Lößprofile mit 2 oder 3 Verlehmungshorizonten (= fossile Böden) enthalten auch den älteren Rißlöß. Daneben stehen Profile mit nur zwei Lössen, die beide ins Würm gehören und die nach der großen Abtragungsperiode zu Anfang von Würm I gebildet sind. Die älteren Lössen sind in diesem Falle hinweggenommen worden.

Einer Arbeit H. Stanars [136] „Zur Kartographie und Morphologie des Donauteltas“ entnehme ich die wichtige Tatsache, daß im Donaulauf des Deltas „besonders tiefe Kolke“ auftreten, „die noch heute bis 45 m unter den Meeresspiegel gehen!“ Man ist leicht geneigt, solche Löcher als die Wirkung der strudelnden Erosion anzusehen. Wie ruhig und träge aber ziehen die Wasser des Stromes zum Meer! Gerölle zum Erodieren sind kaum mehr vorhanden; die Sedimentation beherrscht das Feld. Wie sind die Kolke zu erklären? Es gibt nur eine zufriedenstellende Antwort: Die Löcher sind Reste des alten Donaulaufes, als der Strom während Würm I dem tief abgesenkten Schwarzen Meer zueilte und dabei, wie oben gezeigt, sich mindestens 45 m eintiefen mußte! Freilich unbeantwortet bleibt die Frage, warum nicht überall gleichmäßig das alte Bett der Würm I-Zeit aufgeschlammt wurde. Entsprechende morphologische Relikte kennt auch das Mississippi-Delta, das auch von den eustatischen Schwankungen des Meeres dirigiert wurde. Die Frage der merkwürdigen Kolke, entstanden durch lokales Nichtzuschütten alter tiefer Rinnen im Deltabereich, kann ich nicht beantworten.

IV. Die Flandrische Transgression und das Donaudelta.

1. Die Entstehung des Donaudeltas ab Interstadial Würm II/III.

(Flandrische Transgression = Altschwarzmeer-Stadium).

Mit der Erreichung des volumetrischen Maximums der Gletscher der Würmeiszeit I war auch der tiefste Stand des Pontus-Spiegels erreicht und damit der niederste Punkt der Erosionsbasis. Im Interstadial Würm I/II fing die Eiskalotte an abzuschmelzen. Der Ozean stieg eustatisch an. Es begann die flandrische Transgression. Die Ströme Rußlands brachten eine vermehrte Wasserspende. Der neu-euxinische süßwasserführende Binnen-see des Schwarzen Meeres war im transgressiven Vorschreiten begriffen.

Zu Beginn der Würmeiszeit II war das Mittelmeer zu einem Wasserstande von -35 m angestiegen, nachdem es noch während Würm I bei -90 m gestanden hatte. Der Spiegel der Weltozeane hatte sich also bis zum Beginn von Würm II um rund 55 bis 60 m gehoben. Würm II brachte einen Stillstand, wenn nicht eine leichte Regression. Die Spende der Schwarzmeer-Ströme reichte nicht aus, um mit dem Anstieg der Ozeane während der flandrischen Transgression gleichen Schritt zu halten.

Mit Würm II hat das Mittelmeer wieder Besitz der Marmara ergriffen, und das Bosporus-Tal ertrank in den Meeresfluten. Im Interstadial Würm II/III ist der Bosporus schon ein $10-20$ m tiefer Meeresarm, und es fließt nun das salzige Mittelmeerwasser als Unterstrom durch den Bosporus in den Pontus. Der eustatische Stand des offenen Ozeans hat die Isobathe -21 m erreicht. Pontus und Mediterranis gehen von diesem Stande in Würm II ab konform.⁵⁹⁾

Mit Erreichen eines Niveaus von -21 m ist auch die submarine Donau auf dem Schelf ertrunken. Zuerst wurde das Bosporus-Tal ertränkt, dann folgten mit steigendem Wasser die bulgarischen Flüsse, die Donau und zuletzt die Ströme Dnjestr, Bug, Dnjepr und Don.

Die Geburtsstunde des Donaudeltas setzte ein mit Erreichen der Isobathe von etwa -21 m; dieser Wasserstand war im Interstadial Würm II/III erreicht. Der weitere Gletscherschwund ließ das Meer weiter ansteigen; denn mit Würm III war der Spiegel bis -5 m angestiegen. Es trat ein abermaliger kurzfristiger Stillstand ein — indessen lange genug, um eine Brandungsterrasse zu bauen. Bei Sotschi am Kaukasus liegen nämlich auf einer -5 m-Terrasse Mollusken eines brackischen Sees.⁶⁰⁾

Während die Marmara schnell mit Mittelmeerwasser gefüllt war, war das Pontus-Wasser einer allmählichen Versalzung ausgesetzt. Der neu-euxinische Süßwassersee wurde brackisch und beherbergte eine neue

⁵⁹⁾ vgl. Pfannenstiel [112].

⁶⁰⁾ vgl. Kozlov [69] S. 35.

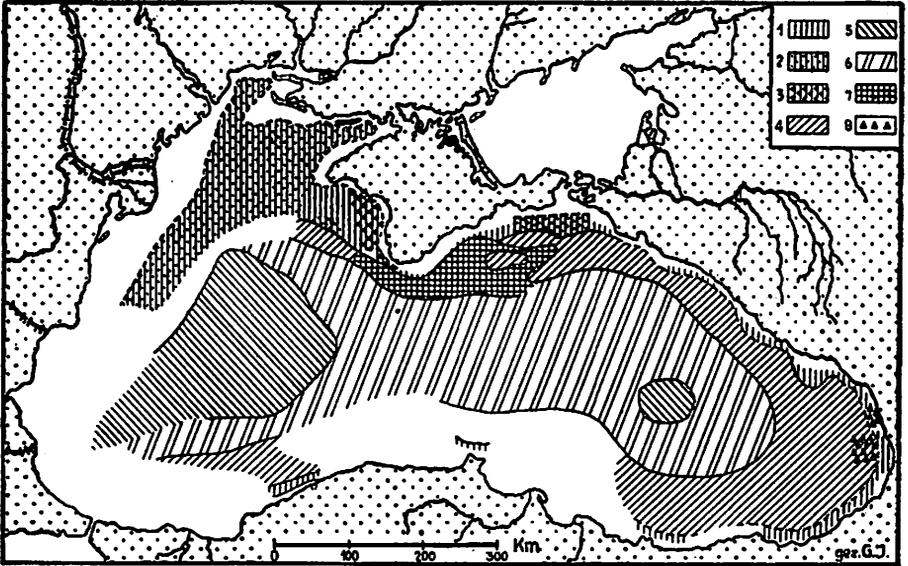


Abb. 5: Verteilung der Sedimente im Pontus während der Alt-Schwarzmeer-Zeit (Interstadial Würm II/III und Würm III) nach Archangelsky und Strachow 1938.

1 Fossiler Mytilus-Schlamm, 2 Flächenhafte Verbeitung von Mytilus, 3 Mytilus-Schlamm mit zwischengeschichtetem Diatomeen-Schlamm, 4 Feinschichtige Tone, 5 Schwarzer Schlamm, 6 Wechselschichtung Schlamm mit Ton, 7 Flächen ohne Sedimente der Alt-Schwarzmeer-Zeit (erodiert), 8 Sandflächen im tiefen Wasser.

Fauna, die ganz verschieden vom heutigen Faunenbild ist. *Mytilus galloprovincialis* Lam., *Syndesmya ovata* Phil., *Hydrobia ventrosa* Mtg. und *Mytilus* besiedelten das Brackwasser. Viele Mollusken, die für das heutige Schwarze Meer charakteristisch sind wie z. B. *Modiola phaseolina* Phil., fehlten noch.

Die Faunenunterschiede zwischen der neu-euxinischen Phase und der Jetztzeit berechtigen ein eigenes Entwicklungsstadium in die Geschichte des Pontus einzuschalten. Deshalb hat Archangelsky das Alt-schwarzmeer-Stadium als einen zeitlich, faunistisch und sedimentär wohl charakterisierten Zyklus in die Quartärgeschichte des Schwarzen Meeres eingeführt.

Die Altschwarzmeer-Phase fängt mit der eustatischen Spiegelhöhe von etwa -19 m an und reicht bis -5 m, entspricht somit einem Wasseranstieg von 14 m. Zeitlich umfaßt es das Interstadial Würm II/III und Würm III.⁵⁹⁾ Nach dem Erreichen des Spiegels von -5 m wanderten mit dem weiter transgredierenden Wasser, das immer salziger wird, die salzliebenden Mollusken der Jetztzeit ein. Vor allem kommt *Modiola phaseolina* neu hinzu, während umgekehrt ein Teil der brackischen Altschwarzmeer-Formen abstirbt.

Dieser großartige Vorgang einer eustatisch bedingten Transgression erklärt nun die Entstehung des Deltas. Das Delta als geomorphologische

Hohlform ertrinkt im Meer. Das während Würm I durch flächenhafte Erosion erniedrigte Land wird eine Beute der ansteigenden Fluten. Mit dem Land ertrinken die Flußtäler; es entstanden die Limane. Delta und Limane sind verschiedene morphologische Formen, entstanden aus den verschiedenen Wirkungen eines einzigen geologischen Vorganges. Natürlich ist zuerst der St. Georgsarm zu einem tiefen und breiten Ästuar ertrunken, ähnlich dem heutigen Don-Ästuar. Als die Ufer des Ästuars und die nordbessarabischen Flüsse (Jalpug, Catlabug usw.) überflutet wurden, war das Delta geboren.

Das Donaudelta ist also durch eine positive Niveauänderung des Meeres entstanden. R. Credner [51] glaubte in den Spiegelverschiebungen eine Erklärung für die geographische Verbreitung der Deltas gefunden zu haben. Er sprach es zwar nicht als ein Gesetz aus; denn jedes Delta ist ein Individuum mit eigener Geschichte und eigenem Formenschatz. Für die Donau gilt indessen Credners Ansicht. Nach seiner Terminologie ist das Donaudelta aus einer offenen Flußmündung als Ausfüllungsdelta entstanden. Es ist noch immer ein unterseeisches Delta, da es längst noch nicht supramarine Bauten aufschütten kann. Es ist im nördlichen Teil bei Valcov ein vorgeschobenes Delta, das blumenkohlartig in die See hinaus wächst.

2. Die morphologischen Auswirkungen der Flandrischen Transgression.

Der eustatische Anstieg des Schwarzen Meeres hatte zwei Folgen: 1. es wurde der würmzeitliche Löß, welcher der landgewordenen Schelfplatte aufgelagert war, wieder durch den Wogenschlag abradiert und in das allmählich salziger werdende Schwarze Meer befördert. Archangelsky [22] gibt eine schematische Karte der Ablagerungen des Alt-Schwarzmeer-Beckens. In der SW-Bucht zwischen Rumänien und der Krim kamen Seichtwassersedimente zur Ablagerung, welche die charakteristische Alt-schwarzmeer-Fauna führen. Im tieferen Becken schlugen sich graue Tone nieder, denen oft feine schwarze Sapropellagen eingeschichtet sind. Hören wir Archangelsky selbst (in deutscher Übersetzung):

„Das Alt-Schwarz-See-Becken weicht von dem gegenwärtigen noch viel schärfer durch den Charakter seiner Tiefwassersedimente ab als durch seine Fauna. Die charakteristische Besonderheit der Tiefwasserablagerungen des Alt-Schwarzmeer-Beckens ist deren Reichtum an pulverähnlichem Ca CO₃, das durch Bakterien ausgeschieden wurde. Der Wechsel von feinen Lagen eines solchen Tones und Sapropelles führte zur Bildung eines feingeschichteten tonig-kalkigen Schlickes oder reinen Kalkschlickes am Boden des Alt-Schwarzmeeres. In den Ablagerungen des Alt-Schwarzmeeres spielen die „druite“-Tone (= Bakterielles Ca CO₃ in amorpher Modifikation oder als Vaterit) arealmäßig nur eine unbedeutende Rolle, und die charakteristischen Sedimente der Tiefwasserbezirke sind entweder ein grauer Ton mit häufigen dünnen Lagen einer sapropelitischen Substanz (mikrogeschichteter Ton) oder ein äußerst feingeschichteter Sapropelitschlick.“

Der feine Kalk und das Sapropel sind die Niederschläge des aufgearbeiteten Lösses einerseits und der sumpfigen Torf- und Moorschichten aus der neu-euxinischen Phase andererseits. Die flandrische Transgression (= Alt-Schwarzmeer-Stadium) hat die während Würm I gebildeten oälichen und lakustren Sedimente wieder aufgearbeitet und im weiten Areal niedergeschlagen als besonders charakteristische Sedimente.

2. Der abbauenden Wirkung steht eine äußerst bescheidene aufbauende gegenüber. Im Donaudelta wurden Nehrungen, Uferwälle gebaut, welche das subaquatische Delta erstmals morphologisch vom offenen Wasser trennten. Zwischen Jibrieni im Norden und dem äußersten Kap der Dobrudscha im Süden wurde ein Sandwall errichtet, der von den höheren kap-artigen Landstellen ausging, die der Erosion von Würm I nicht zum Opfer fielen. Zwei solcher terrestrischen Fixpunkte zum Anheften der Uferwälle sind bekannt: die sog. Insel Letea zwischen dem Sulina-Kanal und dem Kilia-Arm und ferner die Insel Caraorman im Süden des Sulina; fand man doch dort die schon erwähnten würmzeitlichen Mammut- und Rhinozerosreste an der Basis des Lösses zum pliozänen Ton.

Mit eustatisch steigendem Wasser wurde der Uferwall höher gebaut. Nur an drei Stellen wies er Lücken auf, dort wo die drei Arme der Donau, die sich inzwischen entwickelten, die Sandbarre durchbrachen. Heute liegt der alte Uferwall wie eine Art quergelagertes Rückgrat mitten im Delta, und an seiner Ostseite reihten sich neue Sandzungen hintereinander an. Dieser Uferwall, der heute einige Meter (2 bis 5 m) den mittleren Wasserstand überragt, ist marinen Ursprungs; denn *Borcea* [33] konnte darin die Fauna des heutigen Schwarzen Meeres nachweisen.

3. Das Delta während des postglazialen Klima-Optimums.

Die Eiskalotte der Würmvergletscherung schmolz ab, und der Ozeanpiegel stieg von seinem tiefsten Stande von -80 m aufwärts bis zum heutigen Seespiegel — ja er übertraf ihn an Höhe während des postglazialen Klima-Optimums. Die jüngste Terrasse der Meere bildete sich; diese ubiquitische Terrasse in etwa $+5$ bis $+6$ m Höhe hat *Nansen* die Tapes-Terrasse genannt, die Franzosen nennen sie im Mittelmeer die Nizzäische Terrasse. Ich habe sie von Samothrake und der Küste von Jaffa-Tel Aviv erwähnt [112], wo sie Bimsstein des Santorin-Vulkanses führt. Die russischen Geologen haben sie am Kaukasus gefunden, wo neolithische Funde ihr Alter (3500 vor Christus) angeben.

Das Meer ist seit dem Klima-Optimum wieder auf den heutigen Stand zurückgesunken, da die Gletscher der Erde sich wieder wegen der eingetretenen Klimaverschlechterung vergrößern konnten.

Das Plus an Wasser im Pontus während des Klima-Optimums kam aus dem Mittelmeer. Das Wasser des Schwarzen Meeres jener Zeit muß deshalb salziger gewesen sein als heute. Tatsächlich beweisen die Ablagerungen des damaligen Asowschen Meeres einen höheren Salzgehalt als den heutigen. In der $+5$ m-Terrasse der Stadt Asow kommen Mollusken vor, die heute in dem salzärmeren Milieu nicht mehr gedeihen: nämlich *Pecten*, *Mytilus galloprovincialis*, *Donax*, *Tapes*, *Venus gallina* und *Cardium edule*.⁶¹⁾

Dieselben Muscheln und noch weitere dazu fand *Borcea*⁶²⁾ fossil im Sande des großen Uferwalles Jibrieni—Dobrudscha, welcher das Delta quer durchzieht. Die Mollusken lagen dort in einer Höhe von 2 bis 3 m

⁶¹⁾ nach *Lissitzin* [79].

⁶²⁾ [33] S. 299—301.

ü. d. Meeresspiegel, zeigen somit einen höheren Meeresstand und ein salzigeres Wasser an. Es ist keine Frage, daß der charakteristische innere Uferwall des Deltas aus dem postglazialen Klima-Optimum stammen muß. Er ist zwar viel früher angelegt worden: nämlich bei einem Stande des Pontus im Interstadial Würm II/III von minimal —19 bis —21 m und baute sich mit der eustatisch steigenden Transgression bis + 5 m Höhe auf, d. h. um rund 25 m.

Die Frühjahrsüberschwemmung der Donau läßt das Deltaniveau um einige Meter ansteigen. Niedere Inseln und Landvorsprünge verschwinden. Eine unendlich scheinende Wasserfläche dehnt sich aus. Dieses heute jahreszeitlich bedingte Bild war damals das gewöhnliche Bild des Deltas.

Der postglaziale Hochstand des Pontus verursachte auch einen Hochstand der Donau, indem der Strom einen Rückstau erleiden mußte. Die Baltas wurden überschwemmt, die Binnen-Limane erfuhren gleichfalls einen höheren Stand ihres Wasserspiegels. Entsprechend der + 5 m-Terrasse längs der Küste bildeten sich Flußterrassen. Bei Isaccea, Satul Nou und Tulcea stößt man auf die jüngste Donauterrasse mit maximal 6 bis 7 m Höhe ü. d. Meere. Sie harmonisiert altimetrisch mit der marinen Terrasse und wird das gleiche Alter haben. Weil seit dem Neolithikum das Donaudelta zwischen Tulcea und Isaccea mit Schlick aufgefüllt wurde, tritt die Terrasse morphologisch nicht sehr in Erscheinung. Sie überragt die Delta-Aue mit einer Stufe von nur 2,5 bis 3 m.

An der Silberküste Rumäniens, bei Balcic und Kap Caliacra hat *Valsan* [156] junge Flußterrassen gesehen, in welche sich die Bäche noch nicht wieder tief genug eingeschnitten haben, so daß sie mit kleinen Kaskaden über die Stufe ins Meer fallen. Dies ist ein sicheres Zeichen für eine erst kürzlich eingetretene Regression des Pontus. Schließlich muß *Gellert*⁶⁹⁾ zitiert werden, der den um einige Meter über dem heutigen NN gelegenen Meeresspiegel im Anschluß an den würmzeitlichen Tiefstand des Meeres wohl kennt, die damit verbundene Aufschotterung im Devnija-Tal und längs der Kamciya in Bulgarien gesehen hat und dann auch eine geringe Zurückschneidung der Bäche als die Folge einer jugendlichen Erosion ansieht, die er auf „eine geringe relative Senkung des Meeresniveaus zurückführen möchte.“

Kehren wir zu dem großen Uferwald Jibrieni—Caraorman—Dobrudscha zurück. Er trägt an seiner Ostflanke salzige Schichten; die geologische Karte vermerkt: „Sărături marine“ (reine Meeressalze). Die Westflanke ist salzfrei. Das heißt: meerwärts zu sind die Salzsichten erhalten, deltaaufwärts im Süßwasser fehlen sie. Die Erklärung kann nur die sein: ein salzreicheres Pontus-Wasser kam in kleineren Lagunen zwischen den Sanddünen zur Verdunstung. Die Fauna des postglazialen Klima-Optimums hat ein salzreicheres Schwarzmeer-Wasser als das jetzige vertragen, wie gerade eben gezeigt wurde. Daß während eines Klima-Optimums bei einer erhöhten Temperatur das Salz leichter ausfallen konnte als heute, ist auch verständlich.

Dieses subfossile Salz der postglazialen Wärmezeit in den alten Uferwällen und Terrassen kann geradezu als ein Leitmineral jener Zeit angesehen werden. Denn alle jüngeren Nehrungszungen, die selbstverständlich

⁶⁹⁾ [58] S. 80.

alle östlicher liegen, sind salzfrei, weil die Wärme und das salzreichere Wasser zu ihrer Bildung fehlten. Nördlich des St. Georgskanals liegt der „Grindul Saraturile“, der „salzführende Grind“, ein deutlicher Hinweis für die Menge des Salzes in den Dünensanden des Postglaziales.

In der heutigen Zeit könnte gar nicht so viel Salz ausfallen, es könnte im heutigen Klima gar nicht lange erhalten bleiben; denn es löst sich heute auf. Dieses allmähliche Vergehen ist die Ursache für den verschiedenen Salzgehalt der verschiedenen Deltaseen. Und das ist wiederum der Grund für die darin wechselnden Lebensgemeinschaften. Denn dieser überraschende Zug bestimmt das heutige Faunenbild im Donaumündungsbereich:

Die einzelnen Deltaseen stimmen untereinander faunistisch nicht überein. Neben der fehlenden Durchflutung der stagnierenden Gewässer mit frischem Wasser, neben dem Mangel an Sauerstoff ist auch der wechselnde Salzgehalt anzuführen. Der große Razelm-Golf ist ein treffliches Beispiel dafür. Es kann hier nur auf die biologischen und fischereiwirtschaftlichen Arbeiten von *Antipa* und *Borcea* verwiesen werden. Hier genügt zu wissen, daß der wechselnde Salzgehalt ein Erbstück der postglazialen Wärmezeit ist, das in unseren Tagen aufgezehrt wird.

Das Salz zeigt aber noch etwas Geologisches für das Bild des Deltas jener Zeit an: Im Osten des medianen Uferwalles stand das salzreiche Meer. Im Westen stauten sich die Donauwasser. Zur Zeit des postglazialen Klima-Optimums war das Donaudelta ein Haff. Der westliche Ausbiß der salzigen Schichten gibt uns ungefähr die Küstenlinie im Postglazialen Klima-Optimum an. Östlich des Uferwalles existierte im morphologischen Sinne kein Delta, sondern das Meer, in dem einige Inseln lagen, wie z. B. der Grindul Saraturile und einige flache Sandrücken nordwestlich Sulina.

Erst als ein zweiter ostwärtiger Uferwall die einzelnen Inseln aus der späten postglazialen Zeit miteinander verband nämlich der heutige Wall Sulina-St. Gheorghe, rückte das Delta morphologisch vor. Das Delta im Raume zwischen den Orten Letea—Caraorman—St. Gheorghe—Sulina ist also ein recht jugendliches Stück des Donaudeltas. Freilich der jüngste Anbau ist das sog. „Blumenkohl“-Delta des Chilia-Armes östlich Valcov. Damit rücken wir nun in die historische Zeit des Deltas ein.

V. Das Donaudelta in historischer Zeit und in seinem heutigen Aufbau.

1. Die Oberflächenformen des Deltas.

a) Die subrezentem und rezenten Dünenzüge und die Nehrungszungen.

Die Letea-Insel, die Caraorman-Insel und der Grindul Saraturile sind von Dünen besetzt. Sie sind das Werk des Windes, des Küstenversatzes und der Donauströmung. Der Wind weht große Teile des Jahres von NO und von NW her; das zeigen die Dünenlängsrücken rechts und links des St. Georgskanals in aller Deutlichkeit. Der Küstenversatz und die Meeresströmung verlaufen von Norden nach Süden, wie es ganz einwandfrei die meridionalen Stranddünen zwischen Sulina und St. Gheorghe-Insel Sachalin beweisen. Die Richtung der mittleren Komponente dieser beiden Kräfte prägt sich in den Dünen von Letea und Caraorman derart aus, daß sie sich am Süden fingerförmig gabeln und in SO-Richtung umschwenken. Die beigegefügte Karte (Taf. I) zeigt die Verhältnisse besser, als es Worte tun können. Das Umschwenken der Nehrungszungen nach SO wird von den Donauarmen herbeigeführt, deren nach Osten drängende Wassermassen als dritte Kraftkomponente hinzukommt.

Die Sandzungen des Grindul Saraturile stehen, weil im Süden gelegen, im Strömungsschatten der Inseln Letea und Caraorman. Die Küstenströmung kann keinen Einfluß auf jene Richtung nehmen, weil die Strömung weiter im Osten verläuft. Ferner fehlt im Süden des St. Georg-Mündungsarmes ein weiterer Kanal des Stromes. Es fällt somit auch die West-Ost gerichtete Kraftkomponente des Stromes weg. Übrig bleibt nur der Wind in seiner steten Richtung, und diese Richtung halten denn auch die Dünen ein.

Die eben vorgetragene Analyse der Richtungen der exogenen Kräfte (Küstenströmung, Stromverlauf und vorherrschende Windrichtung) erklärt völlig die auf den ersten Blick seltsame Erscheinung, daß die Richtung der Dünenzüge und der Nehrungszungen senkrecht und winklig zueinander verlaufen. Im Gesamtüberblick gesehen ist aber doch die Tendenz der Küstenbegradigung klar zu sehen. Vom Hafen Jibrieni am Nordende des Deltas bis zum Cap Midia nördlich Constanta läßt sich das „Rückgrat“ der Nehrungen quer durch das Delta verfolgen. Die Sandbarren vom Sinoe-See finden ihre NO-Fortsetzung in den Stranddünen des Lacul Razelm, den inneren westlichsten Sandzügen der Ostrov Dranov und der Längsachse der Strichdünen von Caraorman und Raducu—Letea—Valcov nach Jibrieni.

b) Land- und Flußrelikte im Donaudelta.

Das Delta in seinem heutigen Aspekt ist ein jugendliches Gebilde. Seine Quartärgeschichte erklärt seinen Baustil, seine individuelle Architektur. Es bleibt nur noch übrig zu sehen, ob feinere Skulpturen als Reste der ein-

zelenen Entwicklungsstadien gedeutet werden können. Ein Blick auf eine genaue hypsometrische Karte läßt den Wechsel der geologischen Ereignisse erkennen. Die Isohypsen verlaufen Wasserwellen vergleichbar. Von mehreren Zentren laufen die konzentrischen Wellen aus und werden in ihrem Laufe gehemmt. Jedes Zentrum ist der Anfang eines neuen Deltas. Wie einheitlich verlaufen hingegen die Isohypsen des Nildeltas! Deren Zentrum ist Kairo. Der gleichmäßige Verlauf läßt auf ein einheitliches Entstehen schließen, auf ein Werden in ruhiger Stetigkeit in einem einheitlich gegebenen Raume. Wie unruhig — bei aller Übersichtlichkeit — ist das hypsometrische Bild des Donaudeltas! Diese Vielfalt rührt her von alten Landstücken und alten fremden Flußläufen, die in das Delta eingebaut wurden.

Die Gegend südlich des Georgsarmes wie die Landschaft nördlich des Chilia-Kanales sind mit würmeiszeitlichem Löß bedeckt. Das Grundgebirge und das Mesozoikum des Gebietes südlich Tulcea ragen als „Klippen“ aus der Löß- und Schlammbedeckung hervor; die bessarabische Platte zeigt in den Talsohlen unter dem Löß die levantinische und die dazische Stufe des Pliozäns. Nach der Zeit der starken Erosion der Donau während Würm I hat ein dichter Lößmantel das ganze Delta und Bessarabien überzogen. Reste dieser Lößbedeckung sind noch erhalten geblieben als Erosionsrelikte im Delta. Südlich Chilia Veche dehnt sich ein 10 km langes und 5 km breites Lößplateau aus. Im Westen fließt der träge Garla Pardina entlang dem Plateau, im Osten sind ihm marine salzige Sandschichten angelagert. Dieses Lößplateau von Chilia Veche ist mit + 13,5 m Höhe die größte Erhebung im eigentlichen Donaudelta und wird deshalb nie von den Hochwässern überflutet.

Südöstlich davon erstreckt sich auf 15 km Länge und 2,5 km Breite in Ost-West-Richtung das Lößgebiet von Princ Ferdinana, der „Grindul Stipoc“. Es erreicht eine Höhe von nur + 4,4 m, fällt aber nie unter + 2,75 m und ist durch einen schmalen Längsrücken einerseits mit dem Plateau von Chilia Veche verbunden, andererseits erstreckt es sich nach Westen bis zur Stadt Ismail.

Keine Frage, daß hier Stücke Bessarabiens vorliegen, welche der Erosion nicht zum Opfer fielen. Wir haben am Anfang dieser Studie gesehen, daß der St. Georgsarm der älteste und früher auch der alleinige Donau-Mündungskanal war. Das findet hier seine Bestätigung:

Der Chilia-Arm der Donau ist ein ganz junges Stromstück der Donau. Einige Kilometer westlich der Stadt Tulcea nämlich zweigt der Bratul Chilia beim Orte Princ Ileana nach Norden, nach Ismail, ab und mündet dort in ein altes Flußbett, das von Westen kommt und den Lacul Jalpug und den Lacul Cuhurlui entwässerte. Die heutige Morphologie im Westen der beiden Seen zeigt, daß niemals ein Donauarm, etwa von Cartal oder Isaccea aus in Richtung Ismail abzweigte. Denn westlich des Limans Jalpug ist die postglaziale Siltterrasse von 6—7 m Höhe (= postglaziales Klima-Optium) auf weite Flächen erhalten, kommen sogar nördlich der Donau bei Cartal silurische Grünschiefer und beim Kloster St. Terapontic mittlere Trias zu Tage, und ferner nehmen alte Alluvionen, die heute selten überschwemmt werden (Gegend von Satul Nou) einen größeren Bezirk ein.

Es ist demnach gar nicht anders möglich, als daß der heutige Mündungsarm des Chilia das alte Flußbett des Jalpug ist. Nur das kleine S-N

gerichtete Stück von Princ Ileana bis Ismail ist eigentliches Donaubett. Bei Ismail mündet dieser kurze Donauzweig in das alte Bett des Jalpug. Ja, der einstige Jalpug-Lauf ist jetzt noch erhalten. Es ist der Sahaua Jacob, der in seiner Nordrichtung Garla Pardina heißt. Und dieses „Flußrelikt“, alias Jalpug, fließt unmittelbar dicht an der Innenseite der zwei Lößinseln im Delta entlang. Bei Chilia Noua war damals die Meeresmündung im postglazialen Klima-Optimum gelegen.

Der Sahaua Jacob und seine Fortsetzung der Garla Pardina haben im Würm I die Lößflächen von Chilia Veche und von Grindul Stipoc von der bessarabischen Platte getrennt. Sie fließen unmittelbar an dem Plateau hin mit einem stellenweise erhaltenen Steilrand und Prallhang von einigen Metern Höhe. Während des würmeiszeitlichen Tiefstandes des Pontus von —50 bis —80 m halfen die von Norden herbeieilenden Flüsse, der Jalpug, der Catlabug und der Chitai, das weite Gebiet zwischen Chilia Noua und Ismail zu zertalen und auszuräumen, das dann später wieder mit dem Donauschlick zugefüllt wurde. Bis heute aber liegen die Deltaseen von Pardina und Tatanir und die Binnenlimane von Catlabug und Chitoi mit ihren Wannböden unter dem Meeresspiegel und sind noch nicht ganz zugeschüttet.

Von allen Donauarmen führt heute der Chilia-Arm die größten Wassermassen dem Meere zu; und zwar ist der nördlichste Chilia-Zweig der aktivste. Früher war es der südlichste, eben der Sahaua Jacob und der Garla Pardina, alias Jalpug. Das Strombett wurde von Süden nach Norden verlagert, und die jeweiligen alten Hauptadern sind in den vielen parallelen Rinnen im großen Plaur (= schwimmende Schilfrasen) noch erkennbar. Dieses Abgleiten der Strombetten von Süden nach Norden ist auch im übrigen Delta festzustellen. *Antipa* hat es als erster erkannt und führt es auf eine leichte Kippbewegung der Dobrudscha-Scholle nach Norden zurück. Eine kaum ins Gewicht fallende Erdkrustenbewegung kann bei dem trägen Lauf und dem minimalen Gefälle des Wassers doch eine weit reichende Wirkung haben.

Ein weiterer alter Kern ist die Insel Caraorman südlich des Sulina-Kanales. Er ist unmittelbar aufgeschlossen gewesen beim Bau des Sulina-Kanales. Auf pliozänem Lehm lag Löß, der in einer Tiefe von —3 bis —6 m Mammut- und Rhinzerosknochen führte. Dünensande und marine Salze bedecken bis + 7 m Höhe den diluvialen Kern. — Schließlich glaube ich, daß südlich des Georgarmes in Grindul Saraturile noch ein abgetragener alter diluvialer Kern steckt, welcher die Dünenzüge des südlichsten Delta trägt.

Der Chilia-Arm ist ein merkwürdiges Gewässer. Nicht weniger als 3 mal verzweigt er sich von einem einzigen Punkt des Stromes aus, die auseinanderstrebenden Adern treffen sich wieder an einer Stelle und streben dann wieder auseinander. Die erste Verzweigung findet bei Pardina östlich Ismail statt; die erste Vereinigung und das zweite Auseinanderstreben bei Chilia Noua, der zweite Treffpunkt und das gleichzeitig letzte Verästeln ist Valcov.

Die Ursache des Trennens und Sich-Wiederfindens der zahllosen Stromzweige sind jeweils alte, von der Erosion nicht angegriffene, oder besser gesagt, nicht bezwungene Landstücke. Das erste und zugleich das geologisch älteste Stück sind die lößbedeckten „Inselberge“ von Chilia Veche und der Grindul Stipoc. Das zweite Landstück ist die Letea-„Insel“ süd-

lich Valcov. Der Löß ist zwar abgetragen, und die Oberfläche wird von sandigen Dünenhügeln und marinen Salzlagern gebildet, die bis + 3,35 m ü. d. Meeresspiegel ragen. Man wird aber nicht fehl gehen, daß diese Sandbildungen älteren diluvialen Kernen auflagern.

Wir sahen, daß der Chilia-Arm ursprünglich bei Chilia Noua ins Meer mündete. Als die Nehrung von Valcov und die Dünen sich gebildet hatten, verlandete das Mittelfeld zwischen Chilia Noua, bzw. dem 13,5 m hohen Lößplateau von Chilia Veche, und Valcov, bzw. der alten Nehrungszunge von Letea. Und in diesem neuen Anschwemmungsgefilde verzweigte sich der Bratul Chilia in die Arme Solomon, Babina und Cernovka. Bei Valcov, einem diluvialen Kernstück, das heute Dünensande trägt, mußten sich die getrennten Adern wieder zusammenfinden, durchbrachen die Nehrungszunge und schütteten ein neues „Blumenkohl“-Delta auf, das wieder anastomosierend von den Sekundäradern des Chilia-Armes durchflossen wird: von den Kanälen Oceacof, Brancodinovo, Otnojino, Peceanov, Stambul-Nou und Stambul-Veche.

Bis Chilia Noua ist der Lauf des Donauarmes das Bett des alten Jalpug, von Chilia Veche ab ist die weitere Fortsetzung wieder das neu angehefete, deshalb jüngere Werk des Stromlaufes der wirklichen Donau mit ihrem Wasser und ihren Sedimenten.

c) Der verschiedene Ursprung der Deltaseen.

Die Deltaseen sind in genetischer Hinsicht recht verschiedener Entstehung:

a) Die Binnenlimane entstanden während Würm I durch die verstärkte Tiefenerosion der Flüsse der bessarabischen Platte. Die Donau riegelte mit ihren Sedimenten die Südenden der tiefen Täler zu, so daß deren Bäche zu Süßwasserseen, den Land-Limanen, aufgestaut wurden.

b) Die eigentlichen Deltaseen westlich der Barre sind die Restseen, die Relikte des einstigen großen Ästuares. Sie entstanden im Vollzuge der Auffüllung und lagen ursprünglich stratigraphisch viel tiefer; sie entstanden und vergingen an einer Stelle und bildeten sich an einer andern von neuem.

c) Andere dieser westlichen Deltaseen sind alte Stromstrecken, deren Ober- und Unterläufe bei einer Stromverlegung verlandeten. Es sind echte Altwässer.

d) Die Seen östlich der postglazialen Barre im vorgeschobenen Delta sind Haffseen. Der Küstenversatz und die Winde schufen die Nehrungszungen, hinter denen die zuerst salzigen Strandseen übrig blieben; sie wurden brackisch und süßten ganz aus. Man findet alle Übergänge von Meerwasser zu Süßwasser heute noch nebeneinander. Der Sinoi- und der Legliova-See rechts und links der Portita-Mündung des Dunavec enthalten ein Wasser mit einem Salzgehalt zwischen Meer- und Brackwasser; der große Razelm- und der Golovita-See östlich des Dobrudscha-Horstes sind überwiegend ausgesüßt, und die vielen kleinen Seen östlich des Grindul Caraorman zwischen dem Sulina-Kanal und dem St. Georgsarm sind alle längst zu Süßwasserbecken geworden, die in der Verlandung begriffen sind. (Lacul Rosu, Puiu u. a.). Der Einfluß des fossilen postglazialen Salzes auf die heutige Fauna wurde vorher schon erwähnt.

e) Die eben genannten Seen von Razelm und Golovita greifen in ihren westlichen Ausläufern in die Täler der Bäche, welche vom Bergland der Dobrudscha herabsteigen, z. B. die Seen von Tuzla, Zmeica, Babadag und Agighiol. Diese Becken sind wieder Hohlformen, die durch die Erosion während Würm I ausgegraben und durch die steigende Transgression des Schwarzen Meeres in der Postwürmzeit eustatisch überflutet wurden. Lacul Razelm, Golovita und Sinoe sind somit in ihren westlichen Ausläufern echte Meereslimane wie alle anderen Limane des Pontus. Daß dem so ist, beweisen die Inseln Popina (+ 49 m) und Gradiste, die — aus mittlerer Trias bestehend — als halbertrunkene Berge aus den Fluten des westlichen Razelm herausragen. *Antipa* sieht den Razelm als den Liman des Dunavec an, jenen an der Ostspitze des Babadag abzweigenden alten Mündungskanal des St. Georgsarmes. Seitdem aber der submarine Lauf des Georgskanals aus der Würmeiszeit I bekannt ist, muß dem Dunavec eine weniger wichtige Rolle eingeräumt werden. Er ist bloß einer der vielen sekundären Verzweigungskanäle des St. Georgsarmes, die nach Bildung der Ausräumungstäler entstanden sind. Denn letzterer ist der älteste Mündungszweig schlechthin und der Dunavec ist nur ein durch das Hochwasser geschaffener Seitenarm, der viel jünger ist als der Bratul St. Gheorghe.

Kehren wir zum Razelm und Golovita-See zurück. Während die westlichen Buchten echte Limane sind, sind die großen Hauptbecken durch die weiter ostwärts gelegenen Stranddünenzüge angegliederte Haffe, die inzwischen ausgesüßt wurden.

Hier ist nun auch die Stelle, an der darauf hingewiesen werden muß, daß nicht nur die morphologischen Züge im Bilde des Deltas verschiedener genetischer Entstehung sind, sondern auch die Baumaterialien. Die alten diluvialen Kerne bestehen aus Löß, welcher den pliozänen Schichten, dem Mesozoikum und noch älteren Gesteinen des Dobrudscha-Horstes auflagert. Die Nehrungen und die Dünenzüge bestehen aus Sand, den die Küstenströmung von Norden herbeigeführt hat. Die Strömung im seichten NW-Teil des Schwarzen Meeres zieht längs der Westküste der Krim nach Norden, biegt in großer Kurve in Westrichtung um und bespült den russischen Strand, um dann in Nord-Süd-Richtung abzuschwenken. So wird der Sand allmählich versetzt, und das Material erfährt durch die großen Ströme Dnjepr, Dnestr und Bug immer neue Zufuhr. Dieses Sediment wird vor dem Delta vorbei geschleppt und teilweise zum Aufbau der Nehrungsungen und der Dünen gebraucht. Die Donau selbst führt hingegen keinen Sand mehr, nur Schlick. Der Schlamm des Stromes wird zum Aufbau im Innern des Deltas gebraucht, und nur ein kleiner Teil kann weiter im Meer zum Absatz kommen. Schließlich setzte das Meer des postglazialen Klima-Optimums auch Salze und marine Lagen im Delta ab, als es noch freien Zugang zu dem Mündungstrichter der Donau hatte. So sind also auch die das Delta aufbauenden Gesteine recht verschiedener Entstehung. Der festländische Anteil stellt den größten, der marine Anteil den kleinsten Prozentsatz dar.

Das Delta hat eine Oberfläche von rund 4300 qkm; davon sind bei Niedrigwasser 650 qkm begehbar; bei Hochwasser ragen nur 140 qkm aus der Wasserfläche empor. Diese 140 qkm sind eben die alten Inseln und die Grinduls, die Dünenzüge — also jene Flächen, deren Untergrund aus ortsfremdem Material besteht, dem angetriebenen Sand und dem an-

gewehten Löß. Etwa 96% des Deltas besteht aus dem von der Donau gelieferten Schlick, und nur 4% beträgt der Anteil der fremden vom Meere herbeigeführten Massen. Wieviel das Meer früher im Untergrund des Delta-Ästuars abgelagert hat, entzieht sich solange unserer Kenntnis, als nicht Tiefbohrungen niedergebracht werden, die so dringend nötig wären, um einen Einblick in den vertikalen Aufbau des eigentlichen Deltas zu erhalten.

Es sei dieser Abschnitt mit einem etymologischen Hinweis geschlossen. Die arme und fleißige Fischerbevölkerung des Deltas kennt die verschiedenartigen Seen sehr wohl. Die noch mit dem Meere in offener Kanal-Verbindung stehenden Strandseen hinter den Dünen heißen „Zatonul Mare“; sie führen selbstverständlich Meerwasser. Die kleinen brackischen, vom Meere abgeschlossenen Becken sind die gewöhnlichen Zatons (Einz. Zatonul). Die vielen kleinen Süßwasserseen rechts und links des Sandzuges Jibrieni—Kap Midia sind die gewöhnlichen Laculs. Ein Studium der sehr schönen biologischen und ökologischen Arbeiten *Antipas* und *Borceas* zeigt, warum die Fischer die Unterschiede in der Benennung der Seen machen. Die Fauna derselben, das Biotop wechselt, weil eben die Genese der Wasserbecken und des Wassers verschieden ist. Die Einfuhr von Donauwasser in die Seen bedingt andere Lebensverhältnisse für die Fischwelt als der Einfluß des Meeres auf ein Zatonul Mare, das wieder ein anderes Biotop führt als ein Brackwassersee.

Wie die Seen, so sind auch die vielen Kanäle ganz verschiedener Entstehung. Es sind alte diluviale Donauarme vorhanden, deren Bett durch die Aufschlickung nach oben verlagert wurde, weil die Uferwälle immer höher gebaut wurden als das umgebende Delta. Es mag im Einzelnen schwer sein, solche alten, diluvialen und postdiluvialen Arme zu erkennen. Der Dunavec als Seitenzweig des St. Georgkanals wurde schon erwähnt. Der Jalpug hat im Sahaua Jakob seine Fortsetzung, wie bereits gesagt wurde. Der Name „Sahaua“ soll bedeuten, daß der Kanal mit dem fließenden Donaustrom, in diesem speziellen Falle mit dem fließenden Jalpug, in lebendiger, durchströmender Verbindung ist. Im Gegensatz dazu der Garla; er entspringt den Reliktenseen und ist ein Abwasser- und Abzug-Kanal der Laculs. Die Bratul sind schließlich die aktiven Donau-Zweige, während die Canalul die von Menschenhand geschaffenen Wasserstraßen des Deltas sind. Und schließlich sei das Wort Grindul angeführt: es sind generell die nie von den Hochwässern überfluteten Ländereien, also die alten diluvialen Kerne und die Uferwälle der Donau, ferner die Dünenzüge, die auf dem Strandversatz aufgebaut wurden. Möge auch gelegentlich die rumänische Bezeichnung der Fischer nicht mit der Genese des Sees, des Flußarmes, der „Insel“ in Übereinstimmung sein, im Großen haben jedenfalls die verschiedenen Benennungen für scheinbar Gleichartiges doch einen tiefen Sinn und zeugen für die richtige Beobachtung der Anwohner dieser amphibischen Zone Europas.

2. Valsans „Neue Hypothese über das Donaudelta“.

Die vorliegende Arbeit ist eine geologische, d. h. eine erdgeschichtliche Studie. Die früheren Arbeiten sind meistens von Geographen verfaßt worden, welche — von den wenigen und morphologisch bescheidenen, auch zeitlich letzten Formen ausgehend — die Entwicklung des Deltas ableiten wollten. Der mediane Uferwall des postglazialen Klima-Optimums

und die später erkannten „Inseln“ Letea, Caraorman, Saraturile mit ihren aufgesetzten Dünen sind die morphologisch, also supramarin hervortretenden Elemente. Der tiefere Untergrund der „Inseln“ besteht aber aus Pliozän und quartärem Löß, die älter sind als das Delta in seiner heutigen Gestalt.

Antipa erkannte als erster wohl den Donau-Mündungstrichter im Delta-gebiet. Dieses Ästuar wurde nach ihm durch den medianen Uferwall in einen Golf verwandelt, indem sich die entstehenden Barren an Landsporne, eben die später festgestellten „Inseln“ mit den „alten Kernen“ anhefteten. Das Material des großen Uferwalles ist nach *Antipa* vom Strom und dem Meer zusammen geliefert worden, während die Küstenströmung die Gestalt und die Lage der Nehrung bestimmt.

*Valsan*⁶⁴⁾ wendet sich wohl mit Recht gegen diese Ansicht, daß das Meer und der Fluß die Material-Lieferanten seien. Wie er und *Borcea* nachweisen — und ich kann diese Beobachtung bestätigen — kommt nur der Pontus allein als Zubringer des Sandes in Frage.

Auch *Bratescu* schreibt der Entstehung der medianen alten Nehrung die bestimmende Ursache für die Ausbildung des Deltas in seinen heutigen Grundzügen zu. *Bratescu* sagte, noch halb im Gedankengange *Antipas* stehend: die Donau brachte die Alluvionen allein, und das Meer versetzte nur die Sedimente an Ort und Stelle. Die erste, ursprüngliche Nehrung (Cordon littoral) hat sich nach *Bratescu* am Westrand der Caraorman-Insel gebildet. Der Grind von Letea habe sich erst später als geradlinige Fortsetzung nach Norden entwickelt, indem teilweise fertige Uferwälle südlich des Chilia angeschlossen wurden. Die Reihenfolge der Uferwälle nach Osten erfolgte progressiv als Werk des Sulina, der damals der Hauptzweig der Donau war und den St. Georgsarm an Aktivität und Wasserfülle überflügelt hatte.

Nachdem der Sulina das Material des dritten Uferwalles gebracht hatte, das an der Berührungsstelle von Salz- und Süßwasser niedergeschlagen wurde, erlahmte seine Arbeit, und es war seine Mündung festgelegt, dort wo sie heute noch ist.

Die geologische Tätigkeit übernahm, den Sulina ablösend, nun der St. Georgskanal. Es seien die Grinde im südlichsten Deltaabschnitte die Erzeugnisse dieses Stromzweiges. Zur gleichen Zeit mit dem St. Georgskanal baute auch der Chilia Grinde vor. Er kettete in schräger Aufpfropfung seine Sandzungen an den medianen Uferwall von Letea an.

Bratescus Gedanke ist, daß die zahlreichen Uferwälle (= Grinde) nur das Werk der Donau sind. Er hat die damals schon bekannte Tatsache außer Acht gelassen, daß der große mediane Wall rein marinen Ursprungs ist, und deshalb sei, sagt *Valsan*, *Bratescus* Ansicht von Anfang an verfehlt. Wieso, wendet *Valsan* ein, kann der Sulina ungestüm Girlanden gegen das Meer bauen, der St. Georgsarm dabei müßig sein und erst später in Aktion treten, der Chilia aber seine Zungen an einen bestehenden Uferwall anreihen und sie ausstrahlend wie Astzweige in das offene Meer vorschieben? Welche verschiedenen Kräfte walten in ein und demselben Strom? Warum arbeiteten nicht alle Zweige gleichartig? Nach *Valsan* ist die Vorstellung *Bratescus* irrig, und weiter sagt er: *Antipa* und *Bratescu* nehmen einfach einen Gedanken hin, ohne ihn an Hand der Tatsachen

⁶⁴⁾ [157] S. 342.

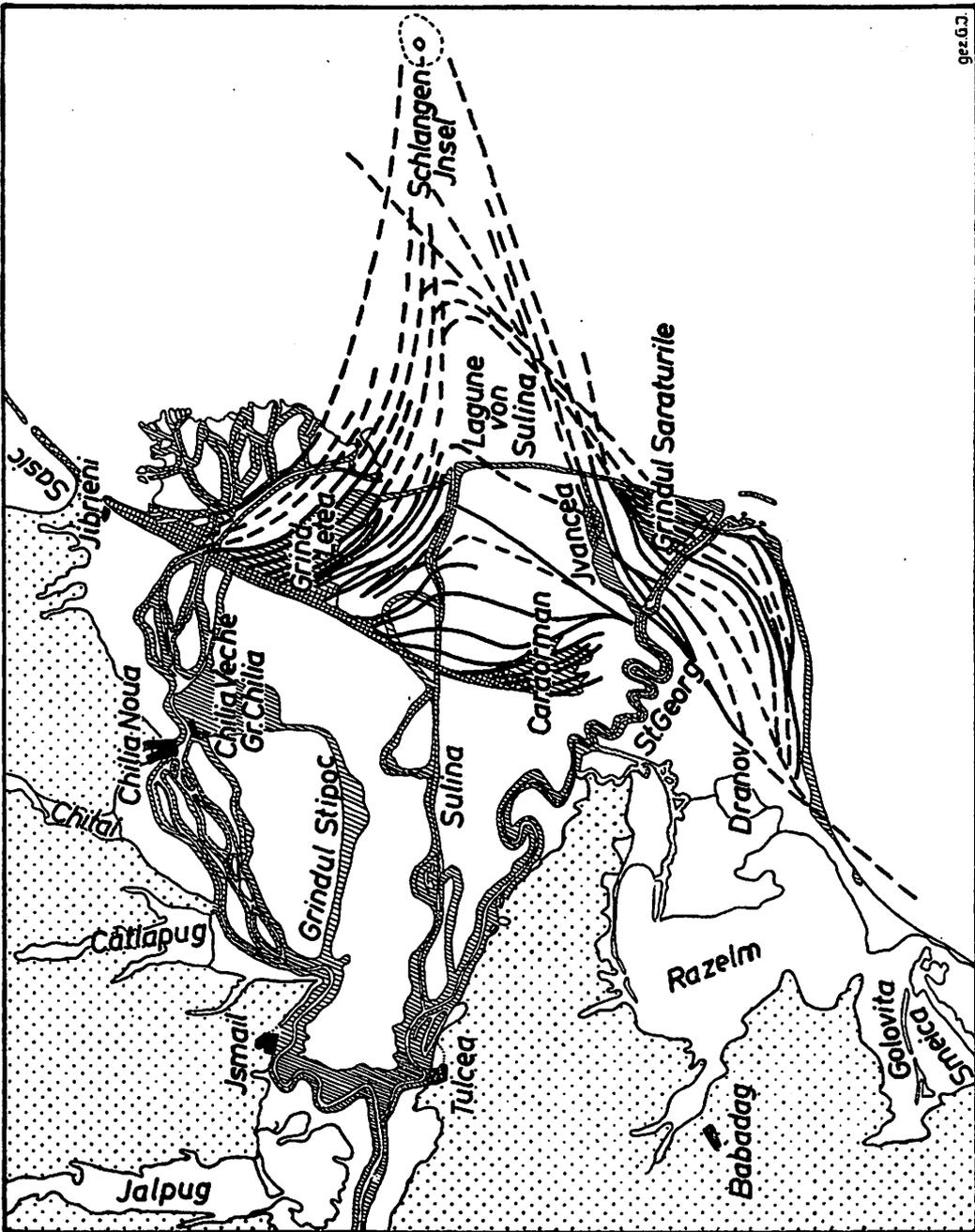


Abb. 6: Anordnung und Richtung der „Grinde“ (marine Nehrungszungen mit Dünen) und ihre hypothetische Verlängerung bis zur Schlangeninsel nach G. Valsan 1936. (Man beachte auch die natürliche Eindeichung der Donauarme innerhalb des Deltas durch fluviatile „Grinde“.)

zu prüfen; sie behaupten nämlich, das Delta sei eine rezente Invasion ins Meer, die Donau habe das Schwarze Meer bezwungen. Verhält es sich denn wirklich a priori so? — fragt *Valsan*. Und so kommt er zum gegen- teiligen Resultat: Das Delta ist keine Transgression hinaus ins Meer, sondern umgekehrt eine Regressionsform; es ist im Rückschreiten, nicht im Vorwärtsbauen begriffen. Während das Meer das Hauptdelta zerstört, ist nur das „Blumenkohl“-Delta des Chilia in Transgression begriffen.

Nach *Valsan* stellt das Donaudelta in seinem heutigen Aspekt einen La- gunenrest dar, in dem die jetzigen Stromarme Eindringlinge sind, die gar nicht aufbauend an den Uferwällen beteiligt sind.

Valsans Argumente für eine Regression des Deltas sind:

a) zwischen Chilia- und St. Georgsmündung ist die Küste seit sicher 600 Jahren stabil; ein Vordringen meerwärts ist nicht festgestellt,

b) alle früher gebildeten Uferwälle, welche vom Delta in verschiedenen Richtungen ostwärts ausstrahlen, werden vom heutigen Ufer schief abge- schnitten. Also müssen die Uferwälle einst weiter ins Meer hinaus geragt haben. Sie sind inzwischen vom transgressiven und aggressiven Pontus zerstört worden. Die Grinde von Ivancea, Cerbu, Saraturile und Letea sind seine Kronzeugen. Sie sind alles nur Rümpfe von einstigen größeren Sandzungen, die das Meer aufgebaut und dann zerstört hat.

Mit andern Worten: der heutige Küstenumriß des Deltas harmoniert nicht mehr mit seinem inneren Bau, mit der Anordnung der alten Ufer- wälle. Unmöglich — sagt *Valsan* — sei die heutige Küstenlinie mit den früheren Nehrungszungen in Einklang zu bringen. Das jetzige Ufer ist eine „ligne de sectionnement“, eine Schnittlinie. Das Delta ist amputiert.

Valsan sucht nun die alte Gestalt des Deltas, vor seiner angenommenen rückschreitenden Abrasion durch das Meer zu rekonstruieren. Er verlän- gert die Uferwälle, die Grinde von Ivancea—Cerbut und von Letea hin- aus ins Meer. Sie streben der Schlangeninsel zu. Diese Insel sei der An- heftungspunkt der Nehrungszungen gewesen. Gewiß sei dies nicht abso- lut sicher, aber doch sehr wahrscheinlich. Die Grinde von Ivancea—Cerbu streichen nach NO, die von Letea nach NW. Sie stehen also senkrecht auf- einander, und dies sei nur durch Küstenströmungen und entgegengesetzt kreisende Wasserwalzen großen Stiles möglich.

Ich verweise hinsichtlich der unwesentlicheren Einzelheiten, die *Valsan* zur Unterstützung seiner These heranzieht, auf seine Arbeit selbst und gebe hier meine Erwiderung:

1. *Valsan* schreibt dem marinen Ursprung der Nehrungswälle eine zu große Rolle zu und läßt der Donau gar keinen Anteil an dem Aufbau zu, auch keine Mitwirkung an der Richtung der Uferwälle. Und eine richtungsbestimmende Mitarbeit der Donau ist nicht zu leugnen.

2. Die Verbindung der Uferwälle mit der Schlangeninsel ist weder glaubhaft noch bewiesen. Die Admiralkarten zeigen in keiner Weise auch nur Spuren, keinerlei Erosionsrudimente von Sandzungen in NO- und NW-Richtung auf dem Meerboden zwischen der Deltaküste und der Schlangeninsel.

3. Die Karte der Verbreitung der rezenten und postglazialen Sedimente von *Archangelsky* und *Strachow* enthält keinen tatsächlichen Hinweis auf die ehemalige Existenz solch alter Uferwälle — es sei, daß sie vollkom- men eingeebnet sind, wogegen die geringmächtige Sedimentdecke in jener Gegend spricht.

Valsan sagt in seiner Studie, daß seine „Neue Theorie“ nur mit den Spiegelschwankungen des Pontus verständlich sei, und zwar Spiegelschwankungen eustatischer und epirogener Ursache. Die Spiegelschwankungen hätten die Bildung und die Zerstörung von Lagunen erlaubt.

Der große mediane Uferwall ist nach *Valsan* ans Ende der Würmvereisung zu setzen, während er sicher jünger ist: nämlich postglaziales Klima-Optimum. Die anderen östlich gelegenen Grinde sind jünger, nämlich postglazial. Die Zerstörung des Deltas und der großen hypothetischen Nehrungszungen in Richtung Schlangeninself stellt er in das postglaziale Subatlantikum.

Auch mit der Datierung *Valsans* kann ich nicht einig gehen. Es fehlt ihr jede gesicherte chronologische Bezugsbasis. Die russischen geologischen Arbeiten werden leider gar nicht berücksichtigt und sind doch so sehr bedeutsam. So kommt es, daß *Valsan* eine Transgression des Meeres ins Würm setzt, daß im Würm die Verbindung des Pontus mit dem Mittelmeer und dem Kaspi bestanden habe, obwohl nur das Reiß/Würm-Interglazial eine Transgressionsphase sein kann. Das Würm I war die Zeit der neu-euxinischen Regression.

So muß ich abschließend sagen, daß die „Neue Hypothese“ *Valsans* über das Donaudelta keinen wirklichen Fortschritt bedeutet. Die Arbeiten *Antipas* und *Bratescus* sind weniger großzügig und werden den tatsächlichen geologischen Vorgängen viel gerechter.

3. Der innere Bau des Deltas.

a) Die Tiefenlage des festen Gesteinsuntergrundes des Deltas.

Theoretisch läßt sich die ungefähre Tiefenlage des festen Gesteinsuntergrundes im Delta-Ästuar berechnen. Gegeben sind: a) die Absenkung des Meeresspiegels während Würm I auf -80 m; b) die Länge des Stromlaufes von Galati bis zur würmeiszeitlichen Mündung mit 240 km oder die Länge von Harsova bis zur Mündung mit 330 km, wenn Galati bzw. Harsova als Nullpunkt, als Apex der Delta-Ästuar-Hohlform angenommen werden — also jene Orte, bei denen die rückschreitende Erosion aufhörte.

Bei 240 km Stromlänge haben die Delta-Aufschüttungen beim Fischerorte St. Gheorghe eine Mächtigkeit von 50 m und auf der Höhe der Stadt Tulcea eine solche von 24 m. Bei 330 km Stromlänge beträgt die Sedimentdecke bei St. Gheorghe rund 60 m und bei Tulcea 40 m und bei Galati noch 25 m. Diese Tiefen beziehen sich alle auf NN. Sie müssen um die jeweilige Höhenlage des betreffenden Ortes vermehrt werden.

Die zu Anfang erwähnten Bohrungen von Galati und Braila erreichten das Pliozän in -5 m bzw. in -62 m. Doch sind die Ansatzpunkte der Bohrlöcher zur Beantwortung unserer Frage nicht günstig gelegen, da sie nicht in der Mittellinie des Donaudeltas niedergebracht wurden, sondern ganz am Rande und sogar auf den Terrassen liegen ($+60$ m, $+18$ m). Die Grenze Pliozän/Diluvium von -62 m bei Braila ist viel tiefer gelegen als die errechnete Teufe von -25 m bei Galati, die schon 20 km stromab gelegen ist.

Die Annahme einer gleichmäßig parabolisch absteigenden Gefällskurve des würmeiszeitlichen Donautales im Ästuar ist nicht gesichert. Das Vorkommen alter diluvialer Kerne bei Chilia Noua und östlich Ismail, die

unter Sand versteckten Kerne von Letea und Caraorman weisen auf ein bewegtes Relief des Delta-Untergrundes. Ferner ragt ein Grundgebirgsstock bei Cartal und Trias beim Kloster St. Terapontie aus dem Donauschlick. Im Razelm-See steigen die Inseln Popina und Gradiste aus der Tiefe bis zu + 49 m ü. d. Wasserspiegel, und schließlich sei an die Schlanginsel (Insula Serpilor + 21 m) im Schelfe des Schwarzen Meeres erinnert, die gerade vor der Deltamitte liegt.

Zu diesen sichtbaren Erhebungen durch die Deltaaufschüttungen hindurch gesellen sich wohl noch weitere hinzu, die völlig zusedimentiert sind. Schließlich ist mit Kolkbildungen der wärmzeitlichen Donau zu rechnen. Es sind alle Möglichkeiten für ein recht bewegtes Relief gegeben. Man geht bestimmt nicht fehl, wenn man sich das eiszeitliche Donau-Ästuar mit zahlreichen „Umlaufbergen“ und Inseln besetzt denkt. Eine Bohrung kann deshalb an einer Stelle eine relativ geringe Deltamächtigkeit und einige hundert Meter daneben ein recht großes Schichtpaket durchsinken.

Die früheren Erfahrungen im Nil-Delta und im Po-Delta haben bei den ausgeführten Bohrungen dem Geologen gezeigt, wie vorsichtig man sein muß, die diluvialen Sedimentmächtigkeiten auch nur einigermaßen richtig abzuschätzen. Aus diesem Grunde sind die vorher theoretisch errechneten Tiefen des festen Untergrundes im Delta-Ästuar sehr skeptisch zu beurteilen; denn die gegebenen festen Unterlagen und auch Annahmen sind einige von vielen variablen Größen. Damit fällt auch jede Berechnung der vorhandenen Schuttmenge des von der Donau seit Würm I hertransportierten Sedimentes weg.

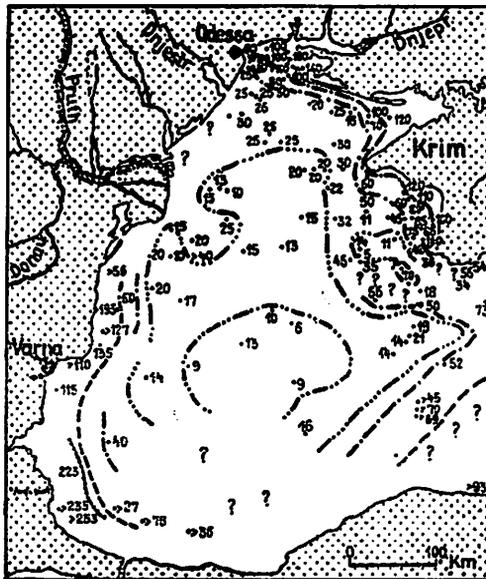


Abb. 7: Rezente Sedimentmächtigkeit (cm) im westlichen Schwarzen Meer, gebildet seit Würm III (nach Archangelsky und Strachow 1938).

b) Die Mächtigkeit der rezenten Meeressedimente vor dem Delta.

Archangelsky und *Strachow*⁶⁵⁾ geben eine sehr interessante schematische Karte der Mächtigkeiten der rezenten Sedimente des Schwarzen Meeres, also jener Schichten, die sich nach der Alt-Schwarzmeer-Phase abgelagert haben. Da dieses Entwicklungsstadium das Interstadial W II/III einschließlich W III umfaßt, sind mit den „rezenten“ Sedimenten alle marinen Ablagerungen des gesamten Postglaziales bis zum heutigen Tage gemeint. Seit Würm III ist eine Zeitspanne von rund 18 000 Jahren verflossen.

In Anbetracht des langen Zeitraumes, der großen Wasserfülle und der enormen Sedimentführung der Donau ist die in das Meer gebrachte Schlammmenge auffallend gering. Nur in unmittelbarer Küstennähe werden Mächtigkeiten von etwa zwei Metern erreicht. Rasch sinkt die Mächtigkeit auf 1 m und fällt dann langsamer auf 20 cm und 15 cm ab. Da die mittlere rezente Sedimentdecke im seichten und im tiefen Pontus fern der Küsten 12—15 cm beträgt, hört die eigentliche Deltaschüttung bei dieser Dicke auf. Die Kurven gleicher Mächtigkeit zeigen vor dem Donaudelta einen Schüttungskegel an. Er reicht 80 bis 90 km maximal in das Meer hinaus und hat eine Breite von 70 bis 80 km. Es ist eigentlich falsch von einem Schüttungskegel zu sprechen, da praktisch kein Gefällswinkel vorhanden ist. Denn was bedeuten 2 m Höhe auf 80 km Länge?! Die Donausedimente schichten sich, da ja der Meeresgrund vor dem Delta kaum geneigt ist, mehr oder minder horizontal ein.

Überraschend bleibt die geringe Sedimentmenge, die außerhalb des Deltas zur Ablagerung kommt. Man darf nicht vergessen, daß in den gegebenen Mächtigkeiten auch die Sande und Tone stecken, welche die Meeresströmung von der ukrainischen und bessarabischen Küste herträgt.

Es gibt nur eine Erklärung für diese auffallende Tatsache. Die weitaus größte Menge des Donauschlickes bleibt in der Region der Balta und im eigentlichen Delta zurück. Zur Zeit des Frühjahrshochwassers wird der ganze Auenbereich der Mündungsdonau unter Wasser gesetzt, und der mitgeführte Schlamm setzt sich in der wochenlangen Überschwemmungszeit bei einer minimalen Strömungsgeschwindigkeit ab. Der große Staudamm, der einen raschen Wasserablauf verhindert, ist der Ufer- und Nehrungswall aus dem postglazialen Klima-Optimum.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Abzugskanäle der Donau ständig verschlammten und gerade vor der Mündung ins Meer zusanden. Der Schiffahrtsweg muß immer wieder ausgebaggert werden. Die drei Mündungsarme des Stromes bringen nur den kleineren Bruchteil des rezenten Donau-Siltes in das Meer. Das Pontus-Wasser vor dem Donaudelta ist auch auffallend klar und zeigt keine Trübung an. Somit haben der alte Uferwall und die rezenten Nehrungen heute noch eine Funktion: sie verhindern das Hinaustragen der Stromtrübe. Einzig der Chilia-Arm ist aktiv. Seit 1830 baut sich das sog. „Blumenkohl“-Delta des Chilia ins Meer vor. Das kommt einerseits daher, daß der Chilia heute die größte Wassermenge führt, nämlich 63% der Wasserfülle (St. Georgsarm 30% und Sulina-Arm 7%, der zudem am vollständigen Verschlammen durch Baggerarbeit gehindert wird). Die Wassermenge des Chilia genügt m. E. nicht, das Wachstum des Chilia-Deltas zu erklären.

Seit 1830 ist Rumänien in den Kreis der landwirtschaftlich aufstrebenden

⁶⁵⁾ [24] S. 93.

den Länder Europas getreten und seine Produktivität steigerte sich von Jahr zu Jahr. Auch die anderen Anrainerstaaten holten in der Bebauung der Ländereien gewaltig auf. Eine Steigerung der Landwirtschaft bedeutet eine Steigerung des Bodenabtrages, der Bodenerosion. Der Strom bekommt seit 1830 durch die Tätigkeit des Menschen mehr Material zum Wegschleppen als ihm die natürliche geologische Erosion gibt. Und dieses Mehr an Sediment spiegelt sich in der raschen Vergrößerung des Deltas wieder und natürlich an jener Stelle, die den Durchlaß der größten Wassermenge vorschreibt, und das ist der Chilia-Arm.

Schlußwort.

Der rumänische Geograph *Nastase* [102] hat den Fragen der Veränderungen des Donaudeltas seit dem Altertum eine eingehende Studie gewidmet. Er kommt zu dem Resultat, daß das Donaudelta in den verflössenen 2500 Jahren keine nennenswerten Änderungen erlitten hat. Es bestanden schon zu *Strabos* Zeiten die drei großen Donauarme im Delta, deren bedeutendster schon damals der Chilia war. Nun geben *Strabo* und *Arrian* ein „Fichtenland“ und einen „Fichtenfluß“ an, *Peuce* genannt (von *Picea* herrührend). Wo liegt es, welcher Teil Osteuropas ist es? Immer wieder wird das Donaudelta als das alte *Peuce* angesehen. Aber Koniferen fehlen dort so gut wie ganz; nur vereinzelte Kiefern und Fichten mögen auf den Büscheldünen der Grinde *Letea* und *Caraorman* gedeihen. Ja, das türkische Wort *Caraorman* heißt sogar der „Schwarze Wald“. Sollen allein die Eichen, Weiden und Schwarzpappeln den Eindruck eines dunklen Waldes gemacht haben? Waren früher nicht mehr Kiefern und Fichten vorhanden, die ob der harzigen Kienspäne allmählich alle gefällt wurden? Oder besagt das Wort, daß der Strom *Peuce* aus dem Fichtenland im fernen Mitteleuropa kommt?

Sei dem wie auch immer — *Peuce* ist wirklich das Donaudelta. Hierzu führt *Nastase* den Nachweis, daß der Strom *Peuce* der Alten eben der Chilia ist und daß die Insel *Peuce* ident sei mit dem lößtragenden Grind von Chilia *Veche*. Der Unterlauf der Donau ward „*Ister*“ genannt, so schon bei *Äschylos*. Die „Heilige Mündung“, die „*Hierostoma*“ des *Ister* der antiken Geographen *Herodot*, *Strabo*, *Plinius* d. Älteren, *Ptolemäus Claudius*, *Pomponius Mella*, *Eratosthenes* und *Skymnos von Chios* aber ist die nördlichste Donaumündung. Seitdem die Griechen einen „Saum von Kultur an die Gestade Kleinasiens und des Pontus woben“ (*J. Burckhardt*), hat sich das Delta nicht wesentlich verändert. An die Zeit der griechischen Delta-Geographen erinnert nur noch der Name eines Hügels in der Dobrudscha. Dieser Hügel nordöstlich *Cernavoda* trägt den Namen „*Ister-tepe*“ = Donauhügel. Von ihm aus schaut man nach Süden in das *Karasu*-Tal, nach Norden in das heutige Delta, nach Osten bis zum Meer, nach Westen in die *Balta* — also überall hin, wo der majestätische Strom einst im Quartär geflossen ist.

Noch ein weiteres sprachliches Kleinod rettete diese unberührte terra incognita Europas herüber in die moderne Zeit. Die erste Erwähnung der amphibischen Lande zwischen Meer, Strom und Himmel erfolgt durch *Skymnos von Chios* 185/84 v. Chr. als Verfasser eines jambischen Periplus des *Pontos Euxeinus*, dem König *Nikomedeos* von Bithynien gewidmet.

Einer lateinischen Übersetzung der griechischen, in Paris befindlichen Handschrift ist zu entnehmen, daß Peuce zwischen den Mündungen eines Flusses liegt und vor der Rennbahn des Achill, das ist die Sandnehrung von Arabatskaja am Faulen Meer, östlich der Krim.⁶⁶⁾

Und dies der Schluß, jene 2200 Jahre alten Versjamben in Latein, welche zu Beginn der Erforschung des Donau-Deltas stehen und die hier nicht fehlen mögen:

„Habet etiam insulas in ipso sitas
Multas atque magnas ambitu, ut
fama est,

Quarum una inter mare jacens
Fluviique ostia non minor est

Rhodo;

Peuce ei nomen propter copiam
quam continet

Picearum, Recta ei opposita

Achillis insula in alto jacet.“

„Er (der Pontus nämlich) hat auch
Inseln,
die unmittelbar in ihm gelegen sind,
Und zwar viele und große im Um-
kreis, wie man sagt,

Von denen eine am Meer gelegen
und zwischen den Mündungen des
Flusses nicht kleiner ist als
Rhodos;

Peuce ist ihr Name wegen der
Menge der Fichten, die sie ent-
hält.

Ihr gerade vorgelagert liegt die In-
sel Achill's im hohen Meere.“

Skymnos von Chios. 185/84 v. Chr.

⁶⁶⁾ Aus C. Müller, *Geographi Graeci Minores*. Vol. I. S. 196—237.

Literaturverzeichnis.

1. Andrussov, N., Über das Auftreten der marin-mediterranen Schichten in der Krim. Verh. der K. K. Geol. Reichsanstalt Wien, 1884. S. 190.
2. — Der geologische Bau des Bodens der Meeresstraße von Kertsch. Ist-westjia Russ. Akad. Wiss. 12. 1918. (Geologicheskoe stroyenie dna Kerchenskogo proliva).
3. — Environs de Kertsch. Guides des excursions du VII. Congrès géol. internat. St. Pétersbourg. 1897. Nr. XXX.
4. — Géotectonique de la presqu'île de Kertsch. (russisch). Matériaux pour la géologie de la Russie. 16. 1893.
5. — La Mer Noire. Guides des excursions du VII. Congrès géol. internat. St. Pétersbourg. 1897.
6. — Le pliocène de la Russie méridionale d'après les recherches récentes. Bull. Soc. Sciences de Bohême. Prag 1927.
7. — Die Probleme der weiteren Erforschung des Schwarzen Meeres und der angrenzenden Länder. (russisch). Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. 72. 1903.
8. — Einige Resultate der Tiefseeuntersuchungen im Schwarzen Meere. Mitt. K. russ. Geogr. Ges. 1893. S. 375.
9. — Geologicheskoe stroyenie i istoria Kerchenskogo proliva (Geological structure and history of the Kertsch Strait.) Bull. Mosk. Obsh. Isp. Jr. 1926. Nr. 3—4.
10. — Poslretichnye tirrenskie terrasy v oblast Chernogo Moria (The post-tertiary Thyrennian terraces in the Black Sea Region.) Bull. intern. Académie Sciences de Bohême 1925.
11. — Die Schichten von Cap Tschauda. Annalen K. K. Nat. Histor. Hofmuseums Wien. 5. 1890. S. 66—76.
12. Antipa, Gr., Les bases biologiques de la production des pêcheries dans la région Nord-Ouest de la Mer Noire. Bull. de la Section Scient. de l'Académie Roumaine. 14. 1931. S. 135.
13. — Biologie des Inundationsgebietes der unteren Donau und des Donaudeltas. Verh. 8. Intern. Zoologen-Kongreß. Graz 1910. S. 163—208. Jena 1911.
14. — Les bonifications hydrologiques des Deltas. Rapports pour les réunions scientifiques de la commission internation. pour l'exploration scientifique de la mer méditerranée. Bucureşti 1935.
15. — Dunarea și problemele ei stiintifice, economice și politice. Acad. Roum. Boucares. 1921. 192 S.
16. — Die Lebensbedingungen in den Gewässern Rumäniens und die Aufgaben der Hydrobiologischen Forschung. Bull. Sect. Scient. de l'Académie Roum. 5, 1916/17. S. 165—211.
17. — Marea Neagra. Acad. Romana. Vol. I, Tom. X. No. 60. Bucureşti 1941.
18. — Quelques observations concernant les bases géophysiques des travaux destinés à assurer la navigabilité des embouchures du Danube. Bull. Sect. Scient. de l'Acad. Roum. Boucares. 10. 1926/27. S. 83—120. (Mit einer „Carte des embouchures du Killa et du Soullina. Levée par Mr. L'Ingénieur I. Vidraşcu en 1922) u. 19, 1938.
19. — Wissenschaftliche und wirtschaftliche Probleme des Donaudeltas. Ann. Inst. Géol. Romaniei. Bucureşti 7, 1917. S. 1—88.

20. — Das Überschwemmungsgebiet der Unteren Donau. *ibid.* 4. 1912. S. 225-496.
21. Alimaneștîianu, Sondajul de la Marculești comunicare tacuta la congresul naturaliştor germani din Viena. *Bul. Inginerilor de mine.* 1895. S. 34.
22. Archangelsky, A. N., Brief outline of the geological history of the Black Sea. Guide of excursions of the 2nd international conference. Association for the study of the Quaternary of Europe. Leningrad 1932.
23. — K rasrobotke voprosa o paleogeografii S. S. S. R. *Bull. Soc. Naturalistes de Moscou.* Sect. géol. 4, 3—4. 1926. N. Ser. 34.
24. — u. Strachow, N. M., Geologitscheskoe Stroenie i Istoria Raswitija Tschernogo Moria. *Isdatelstwo Akademii Nauk S. S. S. R. Moskwa* 1938.
25. Deutscher Titel dess.: Der geologische Aufbau und die Entwicklungsgeschichte des Schwarzen Meeres. (Engl. Zusammenfassung des russ. Buches). *Moskau* 1938. (S. 156 und 169).
26. — u. — The geological history of the Black Sea. *Bull. de la Soc. naturalistes de Moscou.* Sect. géol. 10, 1. 1932. S. 3—104.
27. — u. — Brief outline of the geological history of the Black Sea. Summary von Geologitscheskoe Stroenie i Istoriija Raswitija Tschernogo Moria. *Moskau Akademia Nauk. S. S. S. R.* 1933. 226 S.
28. — u. — Sovremenny otlozhenia Chernogo Moria. (Modern deposits of the Black Sea.) 1931.
29. Atanasiu, J., Privire generala asupra Geologia Dobrogei. *Soc. Geogr. Jasi* 1931.
30. Blanc, A. C., Low Levels of the Mediterranean Sea during the Pleistocene Glaciation. *Quart. Journal of the Geol. Soc. of London.* 93, 1937. S. 621.
31. Borcea, J., Nouvelles contributions à l'étude de la faune benthonique dans la Mer Noire, près du littoral roumain. *Ann. scient. de l'Université de Jassy.* 16. 1931. S. 655—750.
32. — Faune survivante de type caspien dans les limans d'eau douce de Roumanie. *ibid.* 13. 1924. S. 207—232.
33. — Une observation sur la nature du cordon littorale de Letea (Delta du Danube). *ibid.* 15. 1928. S. 299—301.
34. — Observations sur la faune des lacs Razelm. *ibid.* 13. 1926. S. 424—448.
35. — Quelques remarques sur les adacnides et principalement sur les adacnides des lacs Razelm. *ibid.* 13. 1926. S. 449—473.
36. Botez, J. on, Date paleolitice pentru stratigrafia loessului in nordul Basarabiei. *Acad. Romaniei. Memor. Sect. Stient. Ser. III.* 7. 1930. Bucuresti.
37. — Recherches de paléontologie humaine au nord de la Bessarabie. *Ann. scient. de l'Univ. de Jassy.* 17. 1933. S. 397—469.
38. Braileanu, A. I., Lacul Razelm. *Bul. Soc. Reg. de Geografie.* 1938.
39. Bratescu, C., Bratul Chilia. *Buletinul Societatii Regale Române de Geografie.* 42. 1923. Bucuresti 1924. S. 187—221.
40. — Contributiuni la studiul Deltei Dunării. *ibid.* 40, 1921. S. 194—212, und in: *Analele Dobrogei.* 1921. Nr. 2 und 3. S. 233. S. 380—383.
41. — Delta Dunarei. *ibid.* 33. 1912. S. 14—47.
42. — Delta Dunarei. Geneza și evoluția sa morfologica și cronologica. *ibid.* 41. 1922. București 1923. S. 1—39.
43. — Harta geologica a Romaniei. *Analele Dobrogei.* 8. 1927. S. 163—168.
44. — Lacul Mangalia. *Bul. Soc. Reg. Rom. de Geogr.* 36. 1915. S. 127.
45. — Miscarile epirogenetice și caractere morfologice in basinul Dunarei de jos. *Analele Dobrogei.* 1, 4. 1920.
46. Brauner, A. A., Beobachtungen zum Schutze der Fischerei im Nordwestteil des Schwarzmeer-Beckens. (russ.) *Kischinew* 1910.
47. Bubnoff, S. v., Das Quartär in Rußland. *Geol. Rundschau.* 21. 1930. S. 177 bis 200.
48. Cehowici, P. S., Der russische Arm des Donaustromes. *Odessa* 1904. Mit 9 Karten.

49. Codarcea, Al. et Panca, M., Observațiuni asupra regiunii limanului Sasic (Conduc), facute la Borisovca, Jud. Jsmail. D. S. Inst. Geol. al României. 12. 1930. București.
50. Commission européenne du Danube: Mémoire sur l'achèvement des travaux d'améliorations exécutés aux embouchures du Danube, avec un atlas de 59 planches. Galati 1890.
51. Credner, R., Die Deltas. Petermanns Mitt. Ergh. 56. Gotha 1878.
52. Dubois, G., Un tableau de l'Europe Flandrienne. Centenaire Soc. Géol. de France. Livre Jubilaire. 1830—1930. Paris 1930. Soc. géol. France I. S. 263.
53. — Sur quelques termes de la nomenclature du Quaternaire marin. Verhandlungen III. Intern. Quartär-Konferenz Wien 1936. Wien 1938. S. 270.
54. Floericke, Kurt, Forscherfahrt in Feindesland. Kosmosheft 1918. Stuttgart, Kosmosges.
55. Florov, N., Apele subterane in Basarabia. (= Grundwasser in Bessarabien). Buletinul Muzeului National. Chișinău 1929. Fas. 2 u. 3.
56. — Cuaternarul din Basarabia. D. S. Inst. Geol. Roman. 13. 1930. București.
57. — Lößprofile der Steppe am Schwarzen Meer. Zs. f. Gletscherkde. 15. 1926/27. S. 191—231.
58. Gellert, J. F., Die Neogenbucht von Varna und ihre Umgebung. Geologie der Varnenska... Planina in Nordost-Bulgarien. Abh. Math. Phys. Kl. Sächs. Akad. d. Wiss. 41. 1929. S. 72—78. Leipzig.
59. Gillet, S., Essai de synchronisme du Miocène supérieur et du Pliocène dans l'Europe centrale et orientale. Bull. Soc. Géol. France. 5e sér. 3. 1933. Paris.
60. Grahmann, R., Die Entwicklungsgeschichte des Kaspisees und des Schwarzen Meeres. Mitt. Ges. f. Erdkde. z. Leipzig. 54. 1934-1936. Leipzig 1937. S. 26—47.
61. Grigorovici-Beresovski, N. A., Die Pliocän- und Postpliocän-Ablagerungen in Süd-Bessarabien. Mém. Soc. Naturalistes Nouvelle Russie. 28. 1905. Odessa.
62. — Einige Bemerkungen über die levantinischen Ablagerungen in Süd-bessarabien. Ibid. 33. 1908. Odessa. (russ.).
63. — Les dépôts levantins de la Bessarabie et de la Moldavie. Mém. Université de Varsovie. 1915.
64. Jaranoff, D.: Essai de coordination du Quaternaire de la Péninsule Balkanique de la Mer Noire, de la Mer Méditerranée et du Littoral atlantique du Bouclier eurafricain. Ann. Université de Sofia. Fac. hist. phil. 35, 14. Sofia 1939.
65. Jaranoff, D., La Méditerranée. Ann. Université Sofia. Fac. hist. phil. 35. 5. Sofia 1939.
66. Jonescu, C.: Zwei geographische Fragen: Die Bildung des Donaudeltas. Bukarest 1910. (Rumänisch).
67. — Dobrogeanu, Valea Carasu. Bul. Soc. Geogr. Rom. 37. 1916—1918. București 1938.
68. Kalle, Kurt, Der Stoffhaushalt des Meeres. Leipzig Ak. Verl. Ges. 1943.
69. Kozlov, A., Le littoral de la Mer Noire dans la région de Sochi et du cours inférieur de la Mzymta. Excursions au Caucase. Littoral de la Mer Noire. Rédacteur A. Guerassimow. Congrès Géol. Intern. XVII^e Session. U.R.S.S. Leningrad-Moscou 1937. S. 35.
70. Komenko, J., La découverte de la faune rousillonienne et autres résultats des observations géologiques opérées dans la Bessarabie méridionale. Trav. Soc. Naturalistes et Amateurs des Sciences Nat. de Bessarabie. 6. 1917. Chișinău.
71. — La faune néotique du village Taraclia du district de Bendery. ibid. 5. 1913/14. S. 1—55 u. 4 Taf. (dtsh. Res.). Kischinew.

72. K r o k o s, V. S., Outlines of the Quarternary deposits of Ukraine (summary). Bull. Soc. Naturalistes de Moscou. Sect. géol. 4. 1926. N. Ser. 34. S. 263/64.
73. K ü h l, C., Das Delta der Donau. Mitt. d. Section f. Naturkunde des österr. Touristen-Clubs. 7. 1895. S. 36.
74. L a s k a r e w, W., Recherches géologiques dans les environs de Tiraspol. Mém. de la Soc. des Nat. de la Nouv. Russie. 33. 1808. Odessa.
75. L e p ș i, J., Vârsta deltei dunarene. Analele Dobrogei. 4. 1923. S. 4—33.
76. — Das Gefälle der Talwege im Donaudelta. Petermanns Mitt. 87. 1941. S. 267.
77. L i t s c h k o v, B., Über die Terrassen des Dnjepr. Geol. Vestnik. 5, 4—5. 1927.
78. L i s s i t z i n, K. J., Der Bau des Manytschtales. Vortragsreferat in Bd. 4. d. Abh. d. II. Intern. Konf. f. d. Studium des Quartärs. Leningrad-Moskau 1932.
79. — Itinerary along the Manych River. Exkursionsführer der II. Intern. Konf. d. Ass. f. d. Studium d. Europ. Quartärs. Leningrad-Moskau. 1932 S. 206—222.
80. — Profile im Gebiet Taganrog-Mariupol. Isvestija des Donschen Polytechn. Inst. 7. 1922. Rostow/Don.
81. M a c a r o v i c i, N., Asupra geologiei sudului Basarabiei. Dari de seama ale Sed. Inst. Geol. al Romaniei 18. 1931. București.
82. — Recherches géologiques et paléontologiques dans la Bessarabie méridionale (Roumanie). Ann. scient. de l'Univ. de Jassy 2. Sect. Sciences naturelles. 26. 1940. S. 177—422.
83. — Restes de mammifères fossiles de la Bessarabie méridionale. Ann. scient. de l'Univ. de Jassy. 22. 1936.
84. M a c o v e i, G., La géologie de la Dobrogea méridionale. Comptes Rendus de l'Inst. géol. de la Roumanie II. 1913.
85. — Observations sur la ligne de chevauchement-Peceneaga-Camena. Ibid. III. 1912—15.
86. M a n o l e s c u, St., Sur le pliocène de la rive droite du Danube dans la Dobrogea de S. W. Bull. de la sect. scient. de l'Acad. Roumaine. 4. 1915/16. S. 35. Bukarest.
87. — Asupra pliocenului de pe dreapta Dunarii din Dobrogea de S. W. Dari de seama, Inst. Geol. al Rom. 6. 1923. București.
88. M a r c h i, L i u g i d e, Variazioni del livello dell'Adriatico in corrispondenza colle espansioni glaciali. Atti della Accademia Scientifica Veneto-Trentino-Istriana. Padoa. Serie Terza. Vol. XII-XIII. 1922. S. 3—15 (mit Carta da Ancona a Fiume e Carta da Senigaglia al Lago di Lesina al 250 000 Genova Istituto Idrografica 1901).
89. M i c h a i l e s c u, V i n t i l a, La Dobroudja; Considérations géographiques. Ac. Rom. 4. 1938. București.
90. — Regiunea Techir Ghiolului. Analele Dobrogei. 9. 1928.
91. M i c h a i l o w s k i, G., Limane des Donaudeltas. Ann. de l'Univ. de Iurew (Dorpat) 1906 (russ.).
92. — Recherches géologiques dans la partie sud-occidentale du Gouvernement de Bessarabie. Bull. Comité Géol. Russ. 28, 6. 1909. S. 508. St. Petersburg.
93. M i r c i n k, G., La corrélation entre les dépôts correspondants du Caucase et de la dépression Ponto-Caspienne. Beitr. z. Kenntnis Quartärs U.S.S.R. Leningrad 1936.
94. M o r o s a n, N., Le Pleistocène et le Paléolithique de la Roumanie du Nord-Est. An. Inst. Geol. al Roman. 19. București 1938.
95. M o s k w i t i n, A. J., Die Quartärlagerungen bei Taganrog. Exkursionsführer der II. Intern. Konf. d. Assoc. f. das Studium des Europ. Quartärs. Leningrad-Moskau 1932. S. 178—191.

96. Mrazec, L., Sur la ligne de chevauchement Peceneaga-Camena. C. R. de l'Inst. géol. de la Roum. III. 1912—15.
97. Murgoci, G., Cercetari geologice in Dobrogea Nordica. An. Inst. Geol. al Roman. 5, 2. 1911. Bukarest 1914.
98. — Etudes géol. dans la Dobrogea du Nord. La tectonique de l'aire Cimmerienne. Ibid. 5. 1911. S. 307, 6. 1915. S. 443, 7. 1912.
99. — Schița geofizica a Dobrogei nordice. Bul. Soc. Reg. Rom. de Geogr. 23.
100. Muschketow, J., Samjetk o proishogdenii Krimskykh Zelenykh Ozjer. Bergjournal Juni 1895.
101. Nastase, G. h. J., Captures dans le bassin inférieur du Prouth. Ann. scientif. de l'Université de Jassy. 1936.
102. — „Peuce“. Contribuție la cunoașterea geografică-fizică și omenească a deltei Dunării în antichitate (franz. Res.: „Peuce“ Contribution à la connaissance géographique de l'ancien Delta du Danube). Bul. Soc. Reg. Rom. de Geogr. 51. 1932.
103. — Vaile submarine ale Dunării, Cogalnicului Nistrului și Niprului. (Les vallées sous-marines du Danube, du Cogalnic, du Dniestr et du Dnjepr. Ibid. 54. 1935. S. 78—106. (Kritisiert die bisher über die submarinen Talungen von Donau, Cogalnic, Dnjestr u. Dnjepr erschienenen Arbeiten und stellt namentlich das bisherige Kartenbild richtig.)
104. — Valea inferioară a Nistrului. Ibid. 52. 1933. S. 403—404.
105. Pascu, R., Asupra prezentei Pliocenului în Dobrogea. An. Inst. Geol. al Roman. 3, 2. 1909.
106. Pavlov, A. P., Dépôts néogènes et quaternaires de l'Europe méridionale et orientale. Stratigraphie comparée des couches d'eau douce. Mém. Sect. Géol. Soc. des Amis des Sciences Naturelles, d'Anthrop. et de l'Ethnogr. 5. 1925 Moscou.
107. Penck, A., Geologische und geomorphologische Probleme in Bulgarien. „Der Geologe“, Auskunftsblatt Max WEG. Leipzig 1925. Nr. 38.
108. Peters, K. F., Vorläufiger Bericht über eine geologische Untersuchung der Dobrudscha. Sitz. Ber. Math.-Nat. Kl. Kais. Akad. d. Wiss. 50, 1. 1864. S. 228. Wien 1865.
109. — Die Donau und ihr Gebiet. Leipzig 1876.
110. — Über die geographische Gliederung der unteren Donau. Sitz. Ber. d. Math.-Nat. Kl. d. Kais. Akad. d. Wiss. 52, 1. 1865. S. 6—11. Wien 1866.
111. — Grundlinien zur Geographie und Geologie der Dobrudscha. Teil I u. II. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wiss. Math.-Nat. Kl. Wien. 27. 1867. S. 83—207.
112. Pfannenstiel, M., Die diluvialen Entwicklungsstadien und die Urgeschichte von Dardanellen, Marmarameer und Bosphorus. Ein Beitrag zu den klimatisch bedingten eustatischen Spiegelschwankungen des Mittelmeeres. Geol. Rundsch. Bd. 34. 1944. S. 343—434 mit 7 Taf. u. 2 Abb.
113. — Klimatisch bedingte Spiegelschwankungen des Mittelmeeres im Quartär und die paläolithischen Kulturen. Vortrag, gehalten am 14. II. 1944. = Mitt. Geolog. Gesellsch. in Wien. 36—38. Wien 1949. S. 257—263.
114. Plinius, Plinii Secundi Naturalis Historiae. Libri 37.
115. Pompiliu, Nicolau, Canalul Cernavoda-Constanta și o nouă mare pentru România. Bul. Soc. Reg. Rom. de Geogr. 57. 1939. S. 151—163. 3. Taf.
116. Popescu Voitești, J., Considerațiuni geologice asupra evoluției quaternare a Besarabiei meridionale. Analele Dobrogei. 13/14. 1932/1933. Cernăuți 1933.
117. Petřok, J., Problèmes des dépôts quaternaires marins des environs de Varna. Věstniku státního geol. ustavu CSR. 1925. Prag.
118. — De la stratigraphie et paléontologie du pleistocène près de Varna. Bull. intern. Sc. Bohême 1925. Prag.

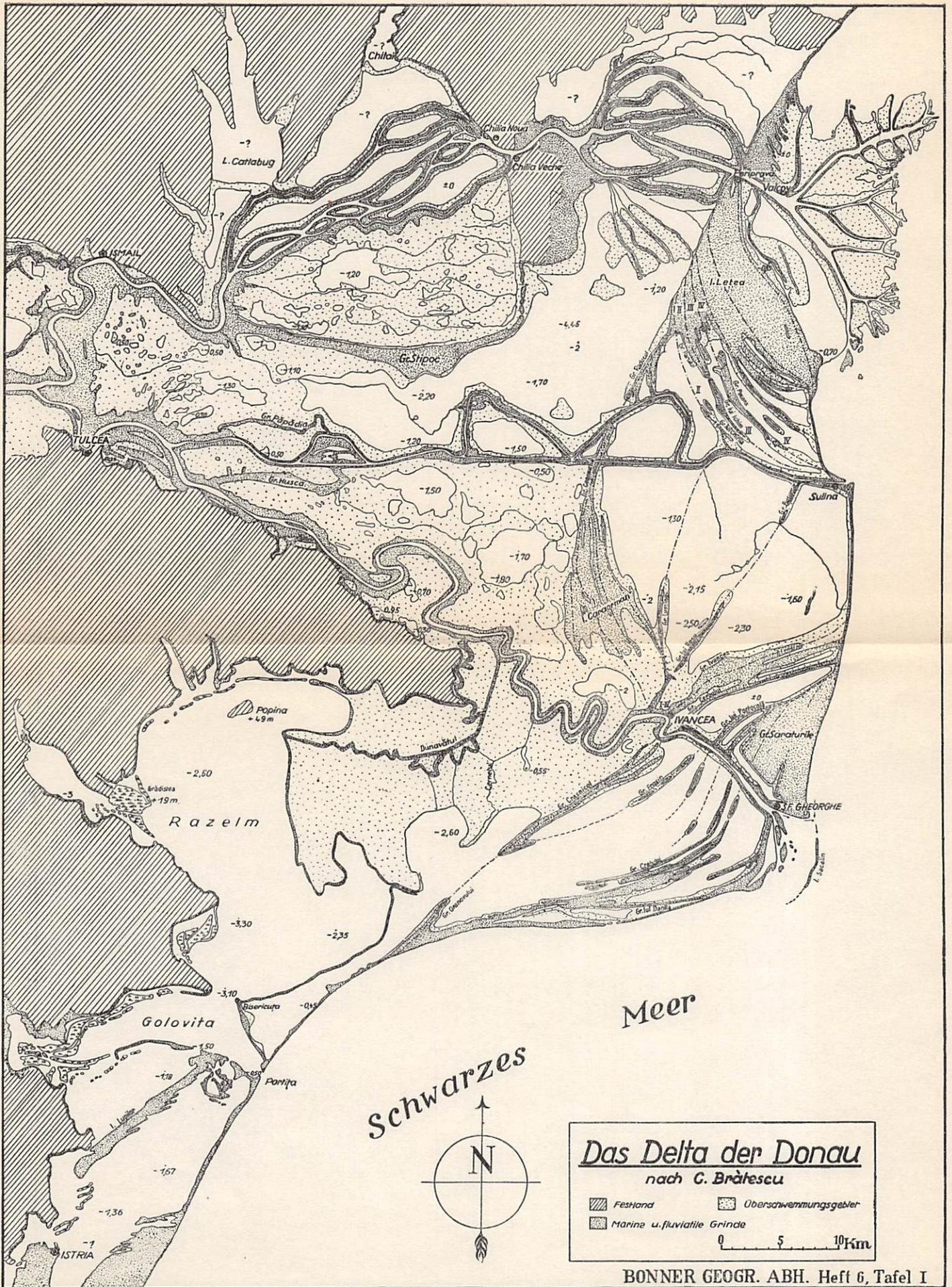
119. — Les travertins d'eau douce contenant une faune marine près de Varna. Věstniku statního geol. ustavu. CSR. 1927. Prag.
120. P o r u c i c T., Marea Neagra. Bul. Societatii de Stiinte. Bukarest 1911.
121. — Lacurile sarate din Sudul Basarabiei. Studiu geografico-geologic și economic cu privire la industria extragerii sarci de mare. București 1924. (Die Salzseen Südbessarabiens. Geographisch-geologische und wirtschaftliche Studie.)
122. R u m m e l V., Die Chiliamündungen des Donaustromes. Mit Atlas. Petersburg 1898 (russisch).
123. — Der Dnjestrlauf und der Dnjestrliman. Petersburg 1898.
124. S c h o k a l s k y et N i k i t i n, L'Océanographie de la Mer Noire. Annales de Géographie. Paris 1927.
125. S e v a s t o s, R., Les couches à Dreissensia du district de Vaslui. Roumanie. Ann. Scient. de l'Univ. Jassy. 1903.
126. — L'ancien Danube à travers la Dobrogea. Ibid. 4. 1907. S. 226.
127. — Observations sur le défilé des Portes de Fer et sur le cours inférieur du Danube. Bull. Soc. géol. de France. 4^e sér. 4. 1904. S. 666.
128. — La pénétration des eaux de la Méditerranée dans la Mer Noire. Ann. scient. de l'Univ. de Jassy. 6. 1910. S. 24—28.
- 129a.— Les terrasses du Danube et du Séreth. L'âge du défilé des Portes de Fer. Bull. Soc. géol. de France. 4^e sér. 3. 1903. S. 669.
- 129b.— Les terrasses de la vallée du Séreth (Roumanie). Ibid. 3. 1903. S. 30.
130. S i m i o n e s c u, J., Le néocrétacé de Babadag (Dobrogea). Bull. Sect. Scientif. Acad. Roumanie 2. 1913/14 S. 67. Boucaresst.
131. S i n z o w, J. Th., Geologischer Abriss des Gebietes von Bessarabien. Mém. Soc. Naturalistes de la Nouvelle Russie. 1. 1873. Odessa. (Russisch).
132. — Bemerkungen über die neueren Pliocänablagerungen Südrusslands. Ibid. 12. 1888. (Russisch).
133. — Geologische Skizze von Bessarabien. Ibid. 3. 1875. (Russisch).
134. — Geologische Untersuchung Bessarabiens und des angrenzenden Teils des Chersonischen Gouvernements. Mat. Geologie Rußlands. Hrsg. v. d. Kais. Mineral. Ges. z. St. Pétersburg. 11. 1883. (Russ.).
135. — Geologische Untersuchung des Odessaer Kreises. Mém. Soc. Nat. Nouv. Russie. 20. 1895.
136. S l a n a r, Hans, Zur Kartographie und Morphologie des Donaudeltas = Wiener Geograph. Studien. Nr. 12. Wien. 1945. Touristik-Verlag.
137. S o k o l o w, N., Über die Entstehung der Limane Südrusslands. Mém. Comité géol. 10, 4. 1895. S. 96. St. Pétersburg.
138. — Der Mius-Liman und die Entstehungszeit der Limane Südrusslands. Verh. Kais. Russ. Min. Ges. zu St. Petersburg. 40. 1902. (Protokolle XI. S. 35.)
139. S p r a t t, T., On the Freshwater deposits of Bessarabia, Moldavia, Wallachia and Bulgaria. Quart. Journ. Geol. Soc. London. 16. 1860. S. 281. London.
140. — On the Geology of the North-East Part of the Dobrudcha. Ibid. 14. 1858. S. 203—212.
141. — On the Geology of Varna and the neighbouring parts of Bulgaria. Ibid. 13. 1857. S. 72.
142. S p r e i t z e r, H., Die Eiszeitforschung in der Sowjetunion. Quartär. Jahrb. f. d. Erforsch. d. Eiszeitalters u. seiner Kulturen. 3. 1941. Berlin.
143. S u e s s, E., Das Antlitz der Erde. Wien, Tempsky. 1892.
144. S z a b ó, Jos., Egy continentális, emelkedés és sulyedésről Európa délkeleti részén. Magyar Tudom Akad. Evkönyvei, Tizedik Kötet, 6 Darab. 1862/1863.
145. — On the Pleistocene and Recent Phenomena in the South-East of Europe. Quart. Journ. Geol. Soc. London 19. 1863. Pt. II. Miscellaneous (Translations and Notices of Geol. Memoirs) S. 1—8.

146. Tanasescu, N. N., Les sables mouvants de Valcov-Jibrieni. Bull. Ecole Polytechnique de Jassy. 2. 1947. S. 294—311.
147. Toulia, F., Die geologische Geschichte des Schwarzen Meeres. Schr. d. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntnisse in Wien. 41. 1900/01. S. 1—51.
148. — Eine geologische Reise in die Dobrudscha. Ibid. 33, 16. 1893.
149. — Neue geologische Mitteilungen aus der Gegend von Rustschuk in Bulgarien. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1900. S. 29.
150. Valsan, G., Câmpia Româna (La plaine roumaine) Thèse. Bul. Soc. Reg. Rom. de Geogr. 1915.
151. — Coasta de argint. Ibid. 44. 1925. S. 63—81.
152. — Dobrogea. Ibid. 54. 1936.
153. — Dunarea. Ibid. 54. 1936.
154. — Nouvelle hypothèse sur le Delta du Danube. C. R. du Congrès intern. de Géographie Varsovie 1934. 12 S. 2 Fig. 2 K.
155. — Sur une plateforme littorale en Roumanie. Bul. Soc. Reg. Rom. de Geogr. 54. 1936. S. 23—31.
156. — Rapport sur les dernières études concernant les terrasses de rivières en Roumanie. Bul. Soc. Reg. Rom. de Geogr. 54. 1936.
157. — Remarques complémentaires à propos de la „Nouvelle Hypothèse sur le Delta du Danube“. Ibid. 54. 1936.
158. — Les terrasses de la plaine roumaine. Rapport de la Commission des Terrasses pliocènes et pleistocènes de l'Union géographique Intern. Cambridge 1930.
159. Vascautzanu, Th., Note préliminaire sur la tectonique de la Bessarabie.
160. Vasilescu, G., Contributions à l'étude de la formation du Delta du Danube. 34. S. Lucrarile Institutului de Geogr. al Universitatii diu Cluj. 1929.
161. Vialov, O., Sotchi-Maikop. (Bref aperçu géologique.) Congrès Géologique International XVII^e Session. U.R.S.S. 1937. Excursion au Caucase. Littoral de la Mer Noire. Leningrad-Moscou. 1937. S. 62.
162. Vidal-Lablache et Gallois, Géographie Universelle Tome IV: E. de Martonne, Europe Centrale 2. Part. Paris 1931.
163. Vidrascu, J. G., Bratul Chilia. Bul. Soc. Reg. Rom. de Geografie. 42. 1923. S. 187—221.
164. Vincke, von, Das Karassu-Tal zwischen der Donau unterhalb Rassowa und dem Schwarzen Meere bei Küstendschi. Monatsberichte über die Verhandl. Ges. Erdkunde Berlin. Jahrg. 1. 1840. S. 179—186 mit 2 Ktn.
165. Voisin Bey, Notice sur les travaux d'amélioration de l'embouchure du Danube et du Bras de Soulina 1857—1891. Ann. des Ponts et des Chaussées. Paris 1893.
166. Wachner, Heinrich, Rumänien. In: Klute, Handbuch der geographischen Wissenschaften. Bd. Südost- und Südeuropa. Potsdam 1931.
167. — Die rumänische Dobrudscha-Steppentafel. Mitt. Geogr. Ges. Wien 88. 1945.
168. Wasmund, E., Biostratonomisch-Malakologische Beobachtungen zur Quartärsgeschichte der Südrussisch-Pontischen Saumtiefe. Geol. Rundsch. 20. 1929. S. 295 ff.
169. Wilser, Julius, Die stratigraphische und tektonische Stellung der Dobrudscha und die Zugehörigkeit des Balkengebirges zu den nord-anatolischen Ketten. III Stück der „Geologie der Schwarz-See-Umrandung und Kaukasiens“. Geol. Rundsch. 19. 1928. S. 161—223.
170. Wirikowsky, R. R., Geologische Skizze des Sabolat Sees. (In ukrainischer Sprache.) Bull. Géol. de l'Ukraine. Vol. 8.
171. Zeuner, F., Die Chronologie des Pleistozäns. Bull. Acad. Serbe des Sciences. Belgrad 1938.
172. — The chronology of the Pleistocene sea-levels. Annals and Magazine Natural History. Ser. 11, 1. 1938. S. 389—405.

101. ...
102. ...
103. ...
104. ...
105. ...
106. ...
107. ...
108. ...
109. ...
110. ...
111. ...
112. ...
113. ...
114. ...
115. ...
116. ...
117. ...
118. ...
119. ...
120. ...
121. ...
122. ...
123. ...
124. ...
125. ...
126. ...
127. ...
128. ...
129. ...
130. ...
131. ...
132. ...
133. ...
134. ...
135. ...
136. ...
137. ...
138. ...
139. ...
140. ...
141. ...
142. ...
143. ...
144. ...
145. ...
146. ...
147. ...
148. ...
149. ...
150. ...
151. ...
152. ...
153. ...
154. ...
155. ...
156. ...
157. ...
158. ...
159. ...
160. ...
161. ...
162. ...
163. ...
164. ...
165. ...
166. ...
167. ...
168. ...
169. ...
170. ...
171. ...
172. ...
173. ...
174. ...
175. ...
176. ...
177. ...
178. ...
179. ...
180. ...
181. ...
182. ...
183. ...
184. ...
185. ...
186. ...
187. ...
188. ...
189. ...
190. ...
191. ...
192. ...
193. ...
194. ...
195. ...
196. ...
197. ...
198. ...
199. ...
200. ...

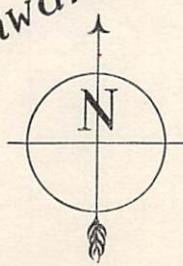
ZEITTADEL DER QUARTÄREN ENTWICKLUNGSSTADIEN DES DONAUDELTA
von Max Pfannenstiel 1947¹⁾

Jahreszahlen ²⁾	Zeit		Donaudelta	Pontus	Tektonik	
	alpin	medit.				
	Postglazial bis Gegenwart	Regressions	Entstehung der 3 großen Mündungsarme. Delta baut sich durch neue Uferwälle vor.	Spiegel fällt auf heutiges Niveau. Leichte Entsalzung, gut nachweisbar im Asowschen Meer.	Erdbeben	
3500	Postglazial	Flandrische Transgression mit leichter Regression und Stillstand während Würm II u. Würm III	Bildung der jüngsten Donauterrasse + 5m bei Tulcea-Isaccea. Salzausscheidung am Uferwall Jibrieni-Dobrudscha mit + 5m	Terrasse + 5m. Mittelmeerformen im Asowschen Meer u. im Uferwall Jibrieni-Dobrudscha. Urgeschichtliche Funde aus 3500 v. Chr.	Keine Bewegungen epirogener Art des Kontinentalsockels. Wahrscheinlich weitergehender tektonischer Einbruch des zentralen Schwarzmeergabens.	
18000	Würm III		Schluß Altschwarzmeer-Stad. Donaudelta ertrinkt im Meer. Binnenlimane entstehen. Jalpug, Catlabug usw. als Donautributäre.	Altschwarzmeer. Spiegelhöhe - 5m, wo Terrasse mit brack.Kasp.Reliktfauuna. Steigender Salzgehalt. Alle Flußtäler sind Limane geworden.		
40000	Interstad. Würm II/III		Altschwarzmeerstadium. Submarine Donau ertrinkt im transgr.Meer ab - 21m Isobathe. Geburtsstunde d. Donaudeltas s. str. im heutigen Umriß als Ästuar. Nehrungszone Jibrieni-Dobrudscha entsteht.	Altschwarzmeerstadium. Allmähliche Versalzung durch Mittelmeerwasser. Spiegelhöhe bei -19 bis -21 m. Abrasion der Würmlöse auf dem Schelf.		
65000	Würm II		Letzte Lössüberwehung d. Deltas (Jüng.Löss 2). Mammut- u. Rhinocerosfunde im Zentrum d.Deltas.	Mittelmeer dringt im Pontus ein. Bosporalal ertrinkt. Beginn der Limanüberflutung. Transgression.		
77000	Interstad. Würm I/II		Schluß des Neueuxinischen und Fortsetzg. Stadiums im Delta.	Schluß des Neueuxinischen Stadiums. Pontus steigt durch erhöhte fluviat. Wasserzufuhr.		
110000	Würm I	Regression	Neueuxin. Phase. Submarine Donau, Dnjestr, Dnjepr usw. Binnen-Limanerosion. Starke Erosion bis Rutschuk. Donau fließt ganz nach Norden. Fluß-u. Gefällumkehr im Karasu-Tal u. Karpathenvorland. Jüng. Löss 1.	Neueuxin. Regression bis -46m (bis -80m?) NW Schelf Land. Limanerosion. Don über Enge von Perikop?? Dreissensia rostriformis var. distincta-Fauna.	Tektonische Absenkung d. zentr. Schwarzmeerbeckens um mehrere 100m, Hebung um + 5m d. rumän. Küste.	
150000	Riss/Würm-Interglazial	Tyrrenische Transgressionen II Monastirien	Karangat-Phase. Donau-Niederter. +20m b. Isaccea im Delta, wo Mündung des Donau-Ästuars. Zweite Donaumündung Ende Karasu-Tal b. Constanta (Agigea). Siltterrassen +20m Cernavoda-Alikapu.	Karangat. Eustatische +15m Terrasse (Varna-Niveau) mit Tapes calverti, Cardium tuberculatum u. Strombus bubonius. Mittelmeer-Transgression. Prälimanische Landfläche.		
200000	Riss		Postuzunlar-Phase. Delta trock. Land. Donau floß entweder ganz durch Karasu-Tal oder gabelte sich b. Cernavoda. Mündungen b. Constanta oder östl. d. Deltas.	Postuzunlar-Präkarangat Regression bis mindestens -15m. Lakustre u. fluviatile Sedimente. Löss, Schotter. Paludinen-Lagen.	Um Odessa regionale Absenkung d. alteuxinischen Schichten um 70m auf -35 m.	
240 bis 400000	Mindel/Riss-Interglazial		I Tyrrien	Uzunlar-Schichten: fraglich b. Teraclia am Jalpug, Dobrudscha-Insel im Alteuxinus u. Uzunlar-See. Balta u. Baragan unt. Wasser, d. durch Kara Su u. Delta einfließt.	Uzunlar-Spiegel +35m. Kurze Transgression des Mittelmeeres.	
450000	Mindel	Regression	Alteuxin. Paludinen-Schichten v. Babele u. fluviat. Corbicula fluminalis-Schichten. Donau mündet wahrscheinlich (?) mit Ästuar d. Balta Greaca bei Giurgiu in Alteuxinus.	Alteuxinus. Terrassen + 35m. Kaspische Brack-u. Süßwasser-Seen in Verbindung mit Kaspi u. Aral.		
510000	Günz/Mindel-Interglazial	Sizilien	Diskordanz Strat. Lücke	Tektonische Anlage des Donaudeltas längs Verwerfung Bessarabien/Dobrudscha als weite asymmetrische Mulde.	Hohe mediterrane Terrassen am Kaukasus u. Pont. Gebirge. Transgression? Noch Postschouda-Stadium auf dem Schelf.	Leichte epirog. Schiefstellung S-Bessarabiens. Levantin. Flußschotter d. Botnarücken 120m ü. d. M. Entstehung d. NS-Täler S-Bessarabiens.
600000	Günz	Kalabrien		Präglaziale Rotbraune Tone mit aufgearbeiteten Levantin-Fossilien.	Postschouda-Stadium. Sedimente unbekannt, wohl Regression.	
Tertiär	Ober-Levantin	Ober-Levantin	Verw. Konglomerate. Steppensäuger. Seen mit Unio procumb., worin Donau erlischt; sog. Tschouda-Seen d. Pontus. Dnjestr-, Dnjepr-, Pruth-, Botna-Schotter mit Elephas meridional. (90-120m ü. d. M.)	Tschouda-Phase. Kap Tschouda, Krim, Batum, Dardanellen.	1) vgl. die quartäre Zeittafel des Mittelmeeres, der Marmara und des Bosporus-Dardanellen in Pfannenstiel 1944. 2) etwa nach Soergels Vereisungskurve.	
	Pliozän	Unter-Levantin	Lakustre, fluviatile Unioniden-Schichten mit Unio bogatschewi, wetzleri, sandbergeri.			



Meer

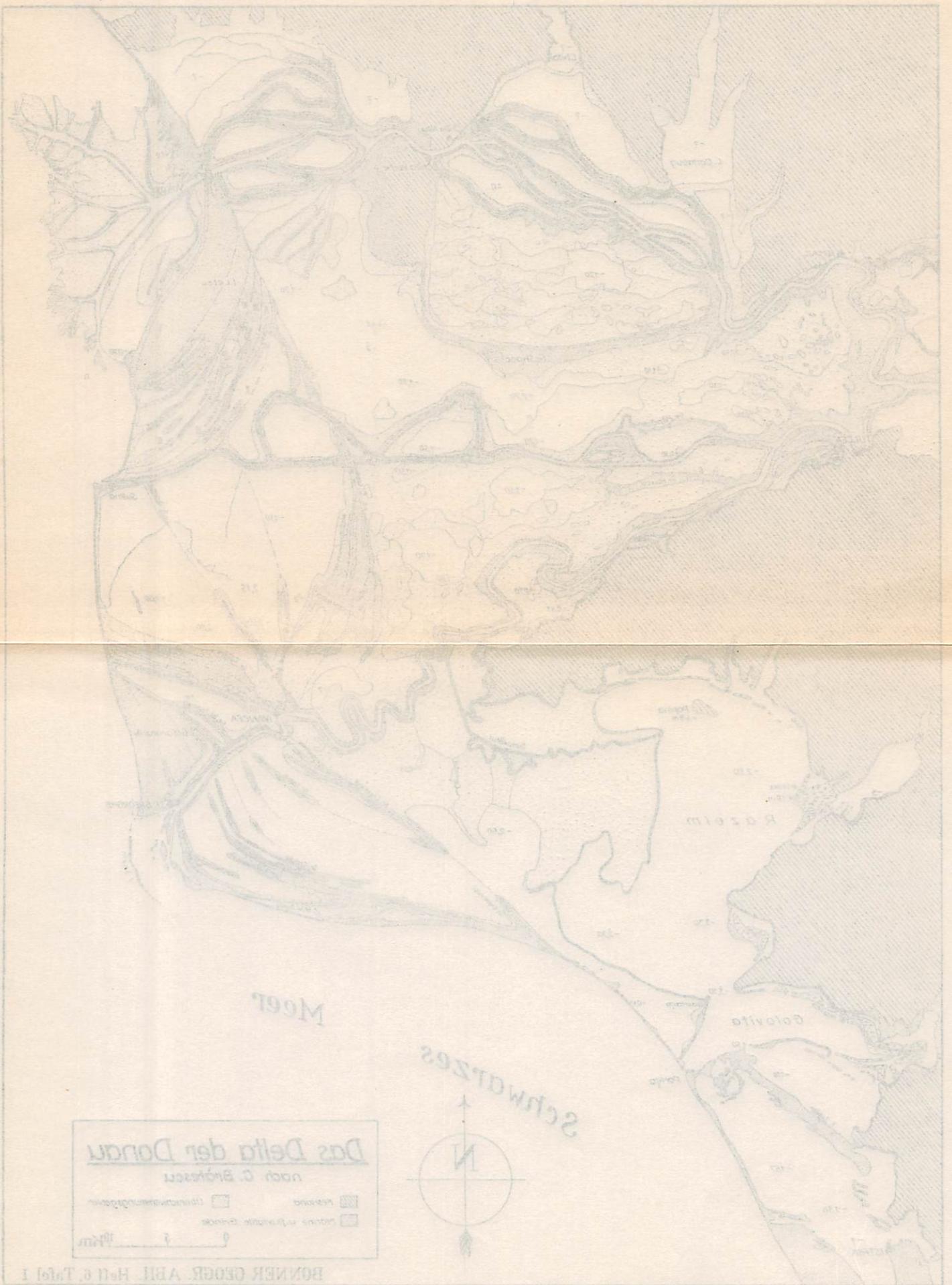
Schwarzes



Das Delta der Donau
nach C. Brătescu

	Festland		Überschwemmungsgebiet
	Marine u. fluviatile Grinde		

0 5 10 Km



Das Delta der Donau
 nach C. Bräuer
 Küste
 Kontour in 100m Schritten

