rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Die Bildung des Bosporus und der Dardanellen

von

Rudolf Hoernes,

k. M. k. Akad.

(Mit 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 29. April 1909.)

Die Bildung des Bosporus und der Dardanellen ist oft genug Gegenstand der Erörterung durch Geographen und Geologen gewesen, in neuerer Zeit haben sich — abgesehen von den russischen Autoren: J. Muschketow, N. Andrussow, N. Sokolow und dem Engländer Th. Englisch, auf deren Ausführungen später eingehend zurückzukommen sein wird — namentlich A. Philippson (1898)[1] und J. Cvijić (1908)[2] eingehender mit ihr beschäftigt. Beide erklären übereinstimmend Bosporus und Dardanellen (wie das Andrussow schon seit 1893 behauptete[3]) für einstige Flußtäler, welche heute vom Meere eingenommen werden, und beide stimmen auch darin überein, daß sie den Fluß, welcher die Erosionsfurchen erzeugte, die Richtung von Nordost nach Südwest nehmen lassen, d. h. ihn

---

[1] A. Philippson, Bosporus und Hellespont. Hettner's Geographische Zeitschrift, IV, 1898, p. 16 bis 26.

[2] J. Cvijić, Grundlinien der Geographie und Geologie von Macedonien und Altserbien. Petermann's Mitteilungen, Ergänzungsheft Nr. 162, p. 374 bis 392.

[3] N. Andrussow, Sur l'état du bassin de la mer Noire pendant l'époque pliocène. Melanges géologiques et paléontologiques, tirés du Bulletin de l'Académie Imp. des Sc. de St. Pétersbourg, t. I, livr. 2e, p. 175. — Derselbe, Die Probleme der weiteren Erforschung des Schwarzen Meeres und der angrenzenden Länder (russisch). Beilagen zu den Mémoires de l'Académie Imp. des Sc. de St. Pétersbourg, t. LXXII, Nr. 3, 1903.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

als Abfluß eines einstigen, an Stelle des Schwarzen Meeres vorhandenen Binnensees gegen die Region des Ägäischen Meeres darstellen, Philippson allerdings in etwas unsicherer, Cvijić hingegen in bestimmtester Weise, indem er die Bildung jener heute Meerengen darstellenden Tiefenlinien dem »pliocänen ägäischen Flusse« zuschreibt. Auch Philippson versetzt jene fluviatile Erosionstätigkeit, welche die Rinnen des Bosporus und der Dardanellen schuf, ins Pliocän.

Philippson, welcher den Gegenstand nach einem in der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur und Heilkunde in Bonn gehaltenen Vortrag erörterte, hat die vor ihm geäußerten Ansichten keiner Diskussion unterzogen, er hat auch die Ausführungen Andrussow's, die ihm nur aus dem das Schwarze Meer betreffenden Teil des gelegentlich des VII. Geologenkongresses 1897 veröffentlichten Exkursionsführers[1] bekannt waren, nur in nebensächlichen Belangen erwähnt; auf K. E. A. v. Hoff, der schon vor langer Zeit durch eingehende Darstellung gezeigt hat, daß der Bosporus ein echtes Erosionstal ist, kommt er gar nicht zurück. Cvijić hingegen gibt eine kurze Erörterung der »Hypothesen über die Entstehung des Bosporus und der Dardanellen«, die sich hinsichtlich der Besprechung der älteren Literatur hauptsächlich auf Andrussow's[2] 1905 in russischer Sprache veröffentlichte Abhandlung über den Gegenstand stützt, aber auch von Cvijić wird in bezug auf v. Hoff nur bemerkt: »v. Hoff widmete der Entstehung des Bosporus viele Stellen seines bedeutenden Werkes und stellte fest, der Bosporus hat vollkommen die Gestalt eines ansehnlichen Flusses von kurzem Lauf.«

Es mag gestattet sein, zunächst durch Erörterung des wesentlichsten Inhaltes der betreffenden Ausführungen v. Hoff's und unter Anführung des Wortlautes der wichtigsten Stellen zu zeigen, daß v. Hoff, dessen Andenken wir als jenes des ersten Vertreters der aktualistischen Geologie hochzuhalten

---

[1] N. Andrussow, La Mer Noire. Guide des excursions du VII Congrès géologique international 1897, XXIX.

[2] N. Andrussow, Der Bosporus und die Dardanellen. Moskau 1905 (russisch).

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

haben, wie O. Reich in einer sehr dankenswerten Darstellung[1] erörterte, auch die fluviatile Entstehung des Bosporus klar erkannte.

In dem Abschnitt: »Vom Durchbruche des Thracischen Bosporus[2]« erörtert v. Hoff vor allem die Meinungen der Alten, über welche Strabo und Diodor von Sizilien Mitteilung machen, daß das Schwarze Meer, der Mäotische See und das Kaspische Meer einst ein einziges, völlig vom Land umschlossenes Binnenmeer gebildet hätten, fast so groß als das Mittelmeer, und daß der Ausfluß des Schwarzen Meeres bei Byzanz in der Vorzeit geschlossen gewesen sei, so daß erst der gewaltsame Durchbruch der früher an Stelle des Bosporus vorhandenen Landverbindung zwischen Europa und Asien den Abfluß und die Trennung dieser Meere verursacht habe.

v. Hoff bespricht dann die alten Nachrichten von der Verminderung des Umfanges des Schwarzen Meeres und von der Abtrennung des Kaspischen Sees, er erörtert die Sage von einem gewaltsamen Durchbruch des Schwarzen Meeres im Thracischen Bosporus und der dadurch verursachten deukalionischen Flut; er bespricht die von Choiseul Gouffier aufgestellte Hypothese eines vulkanischen Ausbruches als Ursache jenes Durchbruches und kommt dann zur Darlegung seiner eigenen Ansicht: »Begreiflich ist es« — sagt v. Hoff[3] — »daß, wenn das Schwarze Meer einst ganz geschlossen war, die Wassermasse desselben, welche bei der nördlicheren Lage nicht so viel durch Ausdünstung verliert, als z. B. das Mittelländische Meer, durch das Einströmen so vieler, zum Teil sehr ansehnlicher Ströme, der Donau, des Dnjestr, Dnjepr, Don, der Wolga, des Ural, Jaxartes, Oxus, Araxes, Kur, Terek, Kuban, Phasis, Halys und vieler kleineren, die weit mehr Wasser liefern als die ins Mittelländische Meer fallenden Ströme, einen solchen Zuwachs erhalten mußte, daß sie sich bis zu der Höhe erheben konnte, die man für den alten Wasserstand dieses

---

[1] O. Reich, K. E. A. v. Hoff, der Bahnbrecher moderner Geologie. Leipzig 1905.

[2] K. E. A. v. Hoff, Geschichte der durch Überlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. I, 1822, p. 105 bis 144.

[3] A. o. a. O., p. 127.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Meeres angibt. Sobald der hohe Wasserspiegel eine Stelle der Ufer erreicht hatte, die ebenfalls nicht höher war, mußte das Wasser anfangen an dieser Stelle überzufließen. Sobald es anfing überzufließen, mußte der Ablauf anfangen, sich ein Bette einzuschneiden. Durch dieses Einschneiden wurde der Boden dieses Bettes immer tiefer, es wurde immer mehr Wasser abgeführt und der Wasserspiegel mußte ebenfalls tiefer sinken.« Er erörtert dann die Möglichkeit, daß, im Falle durch dieses Einschneiden des neuen Bettes weniger widerstandsfähige Schichten aufgedeckt worden seien, der Druck des Wassers einen rascheren Durchbruch verursacht haben könnte. Stelle man sich den Hergang auf diese Weise vor, so müsse man es auch natürlich und begreiflich finden, daß das Sinken des Schwarzen Meeres auf seinen jetzigen Wasserstand nicht auf einmal erfolgt sein müsse, sondern daß das allmähliche Sinken jahrhundertelang gedauert habe, ja selbst nach einem vielleicht erfolgten Durchbruch hätte nach v. Hoff's Meinung das Bett des Abflusses immer noch so hoch liegen können, daß es eines weitern allmählichen Einschneidens des abfließenden Wassers bedurfte, um den jetzigen Wasserstand herauszubringen. »Betrachtet man den Bosporus« — bemerkt v. Hoff[1] — »so wird man in seiner Gestalt genug zur Bestätigung der Vermutung finden, daß er durch Überströmung und Durchbruch des Schwarzen Meeres gebildet worden. Er hat vollkommen die Gestalt eines ansehnlichen Flusses von kurzem Laufe; seine Breite beträgt am Eingange vom Schwarzen Meere eine halbe und im Innern, wo sie am geringsten ist, eine Viertelmeile; seine inneren Winkel sind so gebildet, wie sie nur ein Strom bilden konnte, der vom Schwarzen Meere herauswärts floß; dieses zeigt besonders der Winkel bei Bujukdere. Auch die Strömung ist vom Schwarzen Meere nach der Propontis zu gerichtet; da, wo sie eine partiell andere Richtung hat, rührt dieses sichtlich von der Form der Küsten her, an welchen sich das Wasser stößt; und was eine angeblich in umgekehrter Richtung in der Tiefe stattfindende Strömung betrifft, so werden

[1] A. o. a. O., p. 128.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

wir uns hierüber weiter unten ausführlicher erklären.«[1] v. Hoff erörtert dann die Veränderungen, welche die Strömung bis in neuere Zeiten an den Küsten des Bosporus verursacht hat, er weist darauf hin, daß an der europäischen Seite bei dem Dorfe Mauro Molo Land verloren gegangen sei, daß die von Herodot auf vier Stadien angegebene geringste Breite des Bosporus jetzt über sechs Stadien betrage und daß ähnliche Verbreiterung auch beim Hellespont stattgefunden habe, der jetzt an der ehemals engsten Stelle bei Abydos drei Stadien breiter sei, als Herodot angibt.

v. Hoff erörtert dann die Flutsagen der Alten, welche mit dem Durchbruch des Bosporus in Verbindung gebracht wurden, und folgert aus dem Schweigen Herodot's und Homer's über ein solches Ereignis, daß ein Hauptdurchbruch des Schwarzen Meeres durch den Bosporus nicht in die historische Zeit fallen kann, wenn er auch aus physischen Gründen nicht zu leugnen sein möchte. Er gedenkt dann auch der Hypothese, welche den Durchbruch nicht von Ost nach West, sondern in umgekehrter Richtung vor sich gehen läßt: »So wollen einige den Durchbruch des Bosporus von dem Drucke des Wassers des Mittelländischen Meeres bewirkt wissen, als der Einbruch des Ozeans in dasselbe erfolgt war, und durch die von der Straße von Gibraltar herkommende Flut soll das Schwarze und Kaspische Meer bis zu der Höhe, auf welcher sie sonst standen, angefüllt worden sein. Die Verteidiger dieser Hypothese berufen sich unter anderem darauf, daß Plinius[2] dieselbe Ansicht aufstelle, und sie glauben

---

[1] Auf die Frage der Unterströmung kommt v. Hoff in dem nächsten Kapitel zurück, welches vom Durchbruche der Straße von Gibraltar handelt. Er gibt hier — p. 158 u. f. — eine keineswegs zutreffende Erklärung des submarinen Gegenstromes dieser Straße, den er lediglich durch den Anstoß des Oststromes, der beständig aus dem Atlantischen Ozean ins Mittelmeer geht, an der Barre zwischen den beiden Meeresbecken sich entstanden denkt, und bemerkt dann, daß ein ähnliches Phänomen, »welches man am Thracischen Bosporus beobachtet haben will«, auf dieselbe Weise zu erklären wäre. Wir werden noch eingehender auf diese im Bosporus schon durch Marsigli nachgewiesenen, seither durch Admiral Makarow genau erforschten Strömungen zurückzukommen haben.

[2] Plinius, Historia naturalis. L. 6, c. 1.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

dadurch das Dasein der Meerfische und Phoken im Kaspischen Meere erklären zu können.«[1] v. Hoff bemerkt dazu, daß die Sage vom Durchbruch der Straße von Gibraltar womöglich in noch größere Dunkelheit gehüllt sei, daß man aber, wenn man den Durchbruch des Bosporus durch den ersteren bewirken lasse, nicht erklären könne, was den hohen Wasserstand im nicht geschlossenen Schwarzen Meere eine Zeitlang erhalten habe und welcher Ursache die nachher erfolgte Verminderung desselben zuzuschreiben wäre. Deshalb scheint ihm jene Hypothese ganz verwerflich.

Man sieht, daß die Frage, ob der Bosporus von Westen oder von Osten her eröffnet wurde — eine Frage, die Andrussow 1900 in sehr eingehender Weise erörterte,[2] — schon sehr früh die Naturforscher beschäftigte.

Philippson, der 1898 in lichtvoller Weise die Erosionsnatur von Bosporus und Hellespont dargelegt hat und auf dessen vortreffliche Ausführungen wir noch wiederholt zurückzukommen haben, hat diese Frage als eine nebensächliche betrachtet. Er sagt: »Wie man auch die Sache betrachten mag, das Gewässer, welches den Bosporus eingeschnitten hat, muß den Charakter eines Flusses gehabt haben, wobei es freisteht, ihn als Abfluß des Schwarzen Meeres, bezüglich des Binnensees, der jetzt zum Schwarzen Meer geworden ist, zu denken, ihn also etwa der Newa zu vergleichen. Auf alle Fälle muß er ursprünglich über die Plateaufläche geflossen sein und sich allmählich, während einer negativen Niveauverschiebung (Hebung des Landes), tief in seinen Untergrund eingegraben haben.«[3] Wir werden später sehen, daß es keineswegs freisteht, sich den Lauf des Flusses, der durch den Bosporus seinen Weg nahm, als Abfluß eines Binnensees zu denken, der einst die Stelle des Schwarzen Meeres einnahm, daß wir vielmehr gezwungen sind, die entgegengesetzte Richtung

---

[1] v. Hoff, a. a. O., p. 142.

[2] N. Andrussow, Kritische Bemerkungen über die Entstehungshypothesen des Bosporus und der Dardanellen. Sitzungsberichte der Naturforschergesellschaft bei der Universität Jurjew (Dorpat), Jahrgang 18, p. 378 bis 400.

[3] Philippson, Bosporus und Hellespont, p. 21.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

dieses Flusses anzunehmen. Philippson kommt aber noch an einer weiteren Stelle auf die Frage der Flußrichtung zurück, nachdem er auch die Verhältnisse der Dardanellen erörterte und gezeigt hat, daß auch diese ein untergetauchtes Flußtal darstellen, das nur breiter erodiert ist als der in hartes Gestein eingeschnittene Bosporus. Man muß Philippson jedenfalls beipflichten, wenn er sagt: »Wir haben gesehen, daß die beiden Meerengen unzweifelhaft untergetauchte Erosionstäler sind. Daß sie von einem und demselben Flusse abstammen, dürfte kaum zweifelhaft sein, da sie in ihrer Lage, in der Tiefe der Sohle und der Höhe der Talwände so gut übereinstimmen.«[1] Wir können aber nicht mit ihm übereinstimmen, wenn er fortfährt: »Welche Richtung dieser Fluß nahm, ob von Nordost nach Südwest oder umgekehrt, ist nicht ganz sicher; wahrscheinlich ist wohl das erstere. Ob zur Zeit dieses Flusses das Marmarameer schon als Binnensee vorhanden war, also von dem Flusse durchströmt wurde, ist an und für sich nicht zu entscheiden. Jedenfalls ist dieses Meer ein sehr junger, tiefer tektonischer Einbruch, dessen Bildung, wie die häufigen Erdbeben beweisen, noch nicht abgeschlossen ist.«

Philippson erörtert dann die Frage, wann der Strom entstanden sei, der die großen Täler des Bosporus und des Hellespont eingrub, und aus einem kurzen Abriß der geologischen Geschichte der umgebenden Landschaft zieht er den Schluß, daß die obere Pliocänzeit den frühesten Termin für die Erosion des Bosporus und der Dardanellen darstelle. Seine Beweisgründe scheinen im allgemeinen stichhältig, aber die Verhältnisse, welche zur Pliocänzeit im Bereiche des gegenwärtigen Ägäischen Meeres herrschten, dürften etwas andere gewesen sein, als Philippson annimmt. Er erwähnt die ausgedehnten Süßwasserseen aus jener Zeit, die überall in Thracien und im nördlichen Archipel ihre mächtigen Ablagerungen zurückgelassen haben, und meint: »Derartig große Seen können hier aber, bei der Nähe des damaligen Mittelmeeres, nur in geringer Höhe über dem Meeresniveau bestanden haben, was sich auch noch daraus ergibt, daß in den levantinischen Schichten zuweilen

[1] Philippson, a. a. O., p. 24.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Organismen des Brackwassers auftreten, die auf eine gelegentliche Verbindung mit dem Mittelmeer hinweisen. Zwischen solchen niedrigen Seen konnten aber die 300 *m* tiefen Täler des Bosporus und des Hellespont nicht eingeschnitten werden.« Hierzu wäre nun erstlich zu bemerken, daß die pliocänen Süßwasserablagerungen im Bereich des Ägäischen Meeres noch heute teilweise recht hoch über dem Meeresspiegel liegen und daß ihre teilweise tiefere Lage vermutlich mit den Senkungserscheinungen zusammenhängt, welche das ganze geologisch junge Einbruchsgebiet des Ägäischen Meeres beherrschen. Was aber die in den levantinischen Schichten des Gebietes auftretenden Brackwasserformen anlangt, so dürften sie wohl kaum auf gelegentliche Verbindung mit dem Mittelmeer hinweisen, sondern eher als Überbleibsel der vorangegangenen pontischen und sarmatischen Brackwasserformen zu deuten sein.

Philippson nimmt dann für die obere Pliocänzeit ein Aufsteigen des Landes in größere Meereshöhe an, wodurch die Seen zum Ablaufen kamen und ein großer Strom die Täler des Bosporus und des Hellespont in das sich hebende Land einschneiden konnte. Er verweist zur Stütze dieser Ansicht darauf, daß nach Sokolow (dessen Arbeit über die Limantäler 1895 er nur aus einem Referat in Petermann's Mitteilungen kennt) die Limane des Schwarzen Meeres ebenfalls frühestens in der Oberpliocänzeit erodiert worden sind, daß demnach das Oberpliocän oder älteste Quartär eine Zeit allgemeiner Talbildung, also negativer Niveauverschiebung für große Gebiete Südosteuropas gewesen sei. Erst in der jüngsten Vergangenheit, in der Diluvialzeit, schon in Anwesenheit des prähistorischen Menschen, hätten sich die jetzigen Verhältnisse herausgebildet. Der Boden des südlichen Pontus, des Marmarameeres, der Ägäis sei an Brüchen unter den Spiegel des in die entstehenden Vertiefungen vordringenden Mittelmeeres hinabgesunken, so daß die Gebirgszüge der Ägäis nur mehr mit ihren Spitzen als zahlreiche Inseln hervorragen, und mit ihnen wäre auch der größte Teil des alten Flußlaufes spurlos in der Tiefe verschwunden. In einer Note sucht Philippson die mit seiner Ansicht schwer vereinbare Angabe Andrussow's, daß Bosporus und Marmarameer bereits am Ende der Pliocänzeit vom

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Wasser des Schwarzen Meeres bedeckt gewesen seien, weil die zur Pliocänzeit im Pontus lebende und jetzt auf dessen Boden subfossil verbreitete *Dreissensia rostriformis* auch auf dem Boden des Bosporus und des Marmarameeres vorkomme,[1] zu entkräften. Er meint,[2] daß jene Schalen auch durch den oberpliocänen Abfluß des Pontus oder in der Letztzeit durch Meeresströmungen, vielleicht auch in als Schiffsballast dienendem Pliocänsande, dorthin verschleppt worden sein könnten.

Gegen beide Erklärungsversuche — der letztere war auch von Krümmel in einer Besprechung von Andrussow's vorläufigem Bericht über die Expedition des »Selanik« in das Marmarameer aufgeworfen worden[3] — verwahrt sich N. Andrussow 1900 auf das entschiedenste.[4] Er betont, daß die Ablagerungen, welche *Dreissensia rostriformis* enthalten, in den Ufergegenden des Schwarzen Meeres eine unbedeutende Entwicklung haben und kaum als Ballast gebraucht worden sein könnten. Die genannte Muschel findet sich in einem quartären Lager am Salzsee Tschokrak und in einem oberpliocänen am Kap Tschauda, in beiden Fällen unter Verhältnissen, welche einen Transport mit Ballast sehr unwahrscheinlich machen, überdies ist die am Boden des Marmarameeres von der Expedition des »Selanik« entdeckte *Dreissensia rostriformis* Dech. var. *distincta* eine charakteristische Form, welche weder in den Schichten von Kap Tschauda noch in den Ablagerungen von Tschokrak vorkommt, während sich ganz ähnliche Formen in den Tiefen des Schwarzen Meeres (von 58 bis 387 Faden) vorfinden. Ebenso wie die Einschleppung durch Ballast ist aber auch jene durch die Strömung unmöglich, da diese gegenwärtig in der Tiefe des Bosporus aus dem

---

[1] N. Andrussow, La Mer Noire. Guide des excursions du VII Congrès géolog. intern. 1897, XXIX, p. 9.

[2] A. Philippson, Bosporus und Hellespont. A. o. a. O., p. 25 in Note.

[3] Krümmel, Petermann's Mitteilungen, Literaturbericht 1898, p. 61.

[4] N. Andrussow, Kritische Bemerkungen über die Entstehungshypothesen des Bosporus und der Dardanellen. Sitzungsberichte der Naturforschergesellschaft bei der Universität Jurjew (Dorpat), Jahrg. 18, 1900, p. 378 u. f.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Marmarameer ins Schwarze Meer geht und für den Transport der Schalen nur diese untere Strömung in Betracht kommen kann. Diese Unterströmung bringt aus dem Bosporus in die Nähe seiner Mündung ins Schwarze Meer abgerollte mediterrane Conchylien und kleine Steine, es ist also gegenwärtig wohl eine Einschleppung solcher Dinge aus dem Marmarameer in das Schwarze Meer, aber nicht umgekehrt möglich. »Die Frage,« — sagt Andrussow weiter[1] — »in welcher Richtung die Strömungen früher im Bosporus sich bewegten, ist, man kann sagen, eine offene. Wenn der Pontus während der Pliocänepoche ein geschlossenes Becken darstellte, so konnte sein Niveau unabhängig von dem des Weltmeeres, respektive des Mittelmeeres sich verändern, mit anderen Worten: konnte das Niveau des Euxinischen Binnenmeeres in dem Momente unmittelbar vordem, als dasselbe mit dem Mittelmeer in Verbindung trat, entweder niedriger als das Niveau des Mittelmeeres oder höher als dasselbe gestanden haben.« Andrussow erörtert dann, daß man früher allgemein die letztere Meinung gehabt habe, daß Tournefort, Pallas und Dureau-de-Malle so gedacht hätten und Buffon diese Ansicht ebenfalls geäußert habe mit den Worten »les eaux de la Mer Noire, supérieures à celles de la Mediterranée...«. Andrussow führt dann aus, daß in letzter Zeit sich aber die entgegengesetzte Meinung, nämlich daß das Niveau des Euxinischen Sees in dem Momente, als er im Zusammenhang mit dem Mittelmeer kam, tiefer gestanden sei als jetzt, verbreitet habe: »Diese Meinung äußerte auch ich selbst« — fügt Andrussow bei[2] — »flüchtigerweise nicht selten. Aufs präziseste wurde diese Meinung von N. Sokolow begründet.« Wir werden auf diese Begründung durch Sokolow, die sich zunächst auf die Entstehung der südrussischen Limane stützt, noch eingehend zurückzukommen haben. Andrussow gibt zu, daß die Annahme eines niedrigeren Niveaustandes des Euxinischen Sees zwar die Entstehung der Limane erklärt, aber andrerseits große Schwierigkeiten darbietet. Da der Kaspische See zur Quartärzeit viel höher stand

[1] Andrussow, a. a. O., p. 380.
[2] A. a. O., p. 382.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

als jetzt und mit dem Schwarzen Meere durch die Manytsch-Meerenge in offener Kommunikation gestanden habe, so müßte auch der quartäre, respektive jungpliocäne Euxinische See höher gestanden sein. Die nächste Folge aus dieser Erwägung wäre entweder eine allgemeine relative Hebung der ganzen kaspischen Depression oder ein relatives Senken gewisser Gegenden des euxinischen Gebietes. Das letztere scheint Andrussow das wahrscheinlichere zu sein und er erörtert eingehend alle Tatsachen, welche dasselbe wahrscheinlich machen. Erstens seien die positiven Strandverschiebungen nicht an allen Küsten des Schwarzen Meeres nachweisbar (sie fehlen z. B. an der Südküste der Krim und an der kaukasischen Küste), dann betrachte Sokolow mit Unrecht das scheinbare Fehlen der Dislokationen an den nördlichen Küsten des Schwarzen Meeres während der Neogenepoche als Beweis zugunsten einer Hebung des Meeresniveaus. Andrussow führt zahlreiche Tatsachen an, welche nach seiner Meinung beweisen, daß das Land nördlich vom Schwarzen Meere nach der Ablagerung der pontischen und der darauffolgenden jüngeren pliocänen Schichten Deformationen der Erdkruste unterlag, welche bis in die Quartärepoche fortdauerten, und spricht die Vermutung aus, daß in dem Momente, als der Euxinische Brackwassersee in Zusammenhang mit dem Mittelmeere trat, das Niveau des ersteren höher stand als heute. Aber auch unter dieser Annahme konnte der Abfluß des Schwarzen Meeres nach Andrussow's Ansicht kaum die *Dreissensia rostriformis* ins Marmarameer gebracht haben, weil derselbe nur die Bewohner der geringen Tiefe und die litoralen Formen mit sich reißen konnte. Er folgert, »daß um dieselbe Zeit, als das Schwarze Meer einen brackischen See darstellte und vom Mittelmeer ganz abgetrennt war, dieser brackische See im Zusammenhang mit der Propontis stand, welche einen anderen ähnlichen See bildete.[1] Das alte Flußbett, für welches Andrussow seit 1893 die Rinne des Bosporus erklärte, müßte sich also schon viel früher gebildet haben und das Vorkommen der Tschaudaschichten bei

[1] Andrussow, a. o. a. O., p. 386 und 387.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Gallipoli, am nördlichen Ende der Dardanellen beweise, daß die Kanäle des Bosporus und des Hellespontustales schon während der Pliocänepoche ausgegraben worden seien, daß die Senkungserscheinungen, welche diese pliocänen Flußtäler in Meerengen verwandelt haben, schon am Ende der Pliocänperiode angefangen und sich dann weiter in die Quartärepoche fortgesetzt hätten. Die Schwierigkeit, welche die gehobene Lage der pleistocänen Muschelbänke und der Tschaudaschichten bei Gallipoli darbietet, sucht Andrussow durch Annahme ähnlicher Dislokationen (Faltungserscheinungen) zu beseitigen, wie sie auf der Halbinsel Kertsch die dortigen quartären Schichten und die Schichten von Tschauda betroffen haben. Auf die kurze Widerlegung der etwas abweichenden Ansichten Professor Muschketow's, nach welchen der Bosporus erst in der Posttertiärzeit infolge großer Dislokationsveränderungen entstanden sei,[1] durch Andrussow wollen wir nicht weiter eingehen, es sei nur die Bemerkung des letzteren hervorgehoben, daß Muschketow's Ansicht, welche dem Bosporus ein zu junges Alter zuschreibt, eine weite Verbreitung der quartären Ablagerungen von kaspischem Typus um das Schwarze Meer herum erfordere, die nicht zu beobachten sei. Andrussow erörtert dann weiter die von W. Kobelt[2] über die Bildung der Limane, des Bosporus und der Dardanellen ausgesprochenen Ansichten, die er vielfach berichtigt. Von Belang ist hier insbesondere, daß Kobelt die aus Sokolow's Darstellung gefolgerte alte Küstenlinie des Schwarzen Meeres bis zu 800 *m* hinabsteigen läßt. Hier liegt ein Mißverständnis Kobelt's vor. Sokolow erörterte in seiner Abhandlung über die Entstehung der südrussischen Limane, auf deren Inhalt wir gleich ausführlich zurückzukommen haben werden, die Tatsache, daß bei den Tiefseeforschungen im Schwarzen Meere von N. Andrussow in einer Tiefe von 200 *m* (vorzüglich zwischen 400 und 800 *m*) eine gewaltige Anhäufung subfossiler

---

[1] J. Muchketow, Samjetk o proishogdenii Krimskych zelenych ozjer. Bergjournal 1895, Juni. (Zitiert nach Andrussow.)

[2] W. Kobelt, Die Fauna der meridionalen Subregion. Wiesbaden, 1898. (Zitiert nach Andrussow.)

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Schalen von *Dreissensia polymorpha*, *D. rostriformis* und *Micromelania caspia* beobachtet worden sei. Die ausschließlich von Anhäufungen der genannten Muscheln eingenommene Zone umschließe ringförmig die größten Tiefen des Schwarzen Meeres usw. Wie Andrussow hervorhebt, ist in den betreffenden Ausführungen Sokolow's keineswegs die Rede davon, daß die alte Uferlinie des Schwarzen Meeres in eine Tiefe von 800 *m* hinabsteigt, wie Kobelt's Darstellung glauben macht. Es handelt sich vielmehr um die Tiefe der Stationen, an welchen jene subfossilen Molluskenschalen gefunden worden seien.[1] »Wir stimmen« — sagt Andrussow — »N. Sokolow zu, daß die Tiefe, in welcher dieselben jetzt gefunden werden, keineswegs als die ursprüngliche zu betrachten ist, doch kann man diese Veränderungen ebensogut durch die Senkung des Meeresbodens als durch das Ansteigen des Meeresniveaus erklären. Diese Frage könnte vielleicht durch genaues Studium der horizontalen und vertikalen Verbreitung der subfossilen Brackwassermollusken am Boden des Schwarzen Meeres gelöst werden.« Leider seien die Anhaltspunkte in dieser Richtung noch zu gering.

Auch ich möchte auf das Vorkommen dieser Schalen nicht allzu großes Gewicht legen, zumal die russischen Autoren über ihre Deutung nicht ganz übereinstimmen. Sokolow betont, daß die beträchtliche Tiefe (200 bis 800 *m*), in der die *Dreissensia*- und *Micromelania*-Schalen im Schwarzen Meer angetroffen werden, keineswegs dem entspricht, was uns über die vertikale Verbreitung jener Mollusken im Kaspischen Meer bekannt ist, überdies mangle den Schalen aus der Tiefe des Schwarzen Meeres eines der charakteristischen Merkmale der Tiefseebewohner: die Dünnwandigkeit. Andrussow aber betont, daß die Schalen in recht verschiedener Tiefe vorkämen: in 48, 50, 53, 105, 240, 363, 387 Faden (zu 6 Fuß), daß die Annahme Sokolow's, daß die Funde an den beiden ersten Stationen gegenüber dem Eingange in den Bosporus vielleicht auf Verschleppung durch die untere Bosporusströmung aus dem Bereich des Marmarameeres zu erklären seien, nicht stich-

---

[1] Andrussow, a. o. a. O., p. 397.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

hältig wäre und daß die gewöhnlichsten, subfossil in der Mehrzahl der Stationen angetroffenen Formen: eine kleine reguläre Type der *Dreissensia polymorpha* Pall., die var. *distincta* der *Dreissensia rostriformis* Desh., ferner *Cardium (Monodacna) ponticum* Eichw. und *Micromelania caspia* Eichw. nicht ganz nahe vom damaligen Ufer gelebt haben. »Daß dasselbe aber« — schließt Andrussow[1] — »irgendwo zwischen dem heutigen Ufer des Schwarzen Meeres und den bekannten Fundorten der Brackwasserformen lag, ist unzweifelhaft und stimmt ebensogut mit der Senkungshypothese wie mit der Hypothese der Niveauerhöhung. Die alte Uferlinie liegt jetzt aber an vielen Stellen in den geringeren Tiefen als 50 Faden. Die nähere Bestimmung des Verlaufes dieser Linie wäre für beide Hypothesen von größter Wichtigkeit.«

Zu diesen Ausführungen möchte ich vor allem bemerken, daß es sich wahrscheinlich nicht um eine einzige, sondern um mehrere Uferlinien handeln dürfte, denn ein Binnenmeer, wie es gegen Ende der Tertiärzeit der Brackwassersee, der damals die Stelle des Schwarzen Meeres einnahm, zweifellos gewesen ist, in seinem Stande abhängig von den wechselnden Größen der Verdampfung und des Zuflusses, also von der Änderung der klimatischen Faktoren, wird höchstwahrscheinlich starke Schwankungen im jeweiligen Stande des Wassers aufgewiesen haben. Die ungleiche Tiefe, in welcher die subfossilen Schalen angetroffen werden, ist möglicherweise auf einen verschiedenen Stand des Brackwassersees zur Zeit der Bildung der Limane zurückzuführen. Über das Vorkommen der subfossilen Schalen in den Tiefen des Schwarzen Meeres sagt Andrussow 1897: »A des profondeurs peu considérables ces coquilles semblent se rencontrer plus rarement; en tous cas il est toujours difficile de les distinguer dans la masse des coquillages contemporains, tandis qu'on les reconnait facilement à des profondeurs plus grandes, ou on a trouvé des restes jusqu'à 400 brasses.«[2] Und in der beigegebenen

---

[1] A. o. a. O., p. 400.

[2] Andrussow, La Mer Noire. Guide des excursions du VII Congrès géolog. intern. 1897, XXIX, p. 8.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Karte[1] sehen wir, daß die durch Kreuzchen bezeichneten Stationen, an welchen die subfossilen Conchylien gedredscht wurden, sich sowohl an der Süd- wie an der Nordseite des Schwarzen Meeres in verschiedenen Tiefen finden, teils innerhalb der 100 Fadenlinie, teils zwischen dieser und jener von 500 Faden. Es umschließt die Zone, in welcher die subfossilen Schalen getroffen werden, ringförmig die größten Tiefen des Schwarzen Meeres. »Im Süden und im Osten«, sagt Sokolow 1895,[2] »verläuft sie gar nicht weit (etwa 10 bis 20 *km*) vom kleinasiatischen und kaukasischen Ufer, in dem seichteren nordwestlichen Teil des Schwarzen Meeres liegt sie über 200 *km* vom Ufer entfernt. Die Situationsverhältnisse dieses ringförmigen Gürtels in so großer Tiefe, in Abhängigkeit von bestimmten Isobathen und in sehr verschiedener Entfernung von der jetzigen Küste des Schwarzen Meeres, alle diese Umstände führen uns zu der Annahme, daß das Niveau des Wasserbeckens, worin die oben erwähnten Dreissensien und Micromelanien gelebt haben, bedeutend tiefer gelegen haben müsse.« In bezug auf die Limane führt Sokolow den Nachweis, daß es unmöglich ist, eine Übereinstimmung zwischen den topographischen, geologischen und physisch-geographischen Tatsachen herzustellen, »wenn man sich nicht der Voraussetzung anschließt, daß die Bildung der Limanbetten zu einer Zeit erfolgt sei, wo das Niveau des Meeres bedeutend tiefer gestanden hat als das gegenwärtige des Schwarzen Meeres, und daß das Meer, als es in der Folge wieder stieg, die untere Partie der Flußtäler und Schluchten überflutet und so die tief in den Kontinent einschneidenden Meerbusen zuwege gebracht habe, aus denen mit Beibehaltung der für Flußtäler charakteristischen Umrisse die jetzigen Limane hervorgegangen sind«.[3]

Über die Ursache, welche die Niveauschwankungen des postpontischen Meeres und seines Nachfolgers, des Schwarzen Meeres, verursacht haben, glaubt Sokolow noch keine stichhältige Erklärung abgeben zu können; »allein so große Bedeu-

---

[1] A. a. O., p. 2.

[2] N. Sokolow, Über die Entstehung der Limane Südrußlands. Mémoires du comité géologique, X, 4, 1895, p. 96.

[3] A. a. O., p. 86.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

tung«, meint er,[1] »wir auch dem ohne Frage nicht geringen Einfluß des Wechsels zwischen reichlichen und kargen Niederschlagsperioden auf den Wasserstand von Binnengewässern beilegen mögen, läßt sich doch nicht in Abrede stellen, daß im vorliegenden Falle eine umfangreiche Beckensenkung als Ursache der beträchtlichen Niveausenkung des postpontischen Meeres viel Wahrscheinlichkeit für sich hat«. Zur Stütze dieser Ansicht verweist Sokolow darauf, daß nach Eduard Sueß[2] die Entstehung des tiefen Kessels, der im Schwarzen Meere einen großen Teil des Bodens einnimmt, durch eine in der postpontischen Periode eingetretene Senkung zu erklären sei. Es reicht aber diese Senkung allein nicht hin, um auch die negative Bewegung des Wasserspiegels zu erklären, es müssen vielmehr hierzu noch zwei weitere Bedingungen erfüllt sein: erstlich die Nichtexistenz einer Verbindung mit dem Mittelmeer, zweitens andere klimatische Verhältnisse als die gegenwärtigen: Niederschlagsarmut und reichlichere Verdampfung. Wäre die erste Bedingung nicht erfüllt, so würde das eindringende Meerwasser, wäre die zweite nicht vorhanden, das vom Lande her zuströmende Süßwasser eine rasche positive Bewegung des Wasserspiegels herbeigeführt haben. Weder die Entstehung der Limane als alte Erosionstäler, noch die Vorkommnisse der subfossilen Schalen auf dem Grunde des Schwarzen Meeres ließen sich durch ein solches, nur sehr kurze Zeit andauerndes, rasch verschwindendes Sinken des Wasserspiegels erklären.

Sokolow's Erklärung der Bildung der Limane bezieht sich zunächst auf diejenigen Neurußlands, doch hebt er hervor, daß ganz ähnliche Bildungen in anderen Gegenden der Küste des Schwarzen Meeres in großer Ausdehnung auftreten, die zweifellos auf dieselbe Weise entstanden sind.[3] Er betont, daß auf der taurischen Halbinsel, besonders an der Westküste und auf der Landenge von Kertsch, Buchten und Salzseen sich finden, die in ihrer topographischen Gestaltung, aller Wahrscheinlichkeit nach aber auch hinsichtlich ihrer Entstehung

[1] A. a. O., p. 97.

[2] E. Sueß, Antlitz der Erde. I, p. 447.

[3] N. Sokolow, a. o. a. O., p. 98.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

vollkommen den Limanen Neurußlands entsprechen. Die Bucht von Taganrog sei nur der Rest eines enormen Limans, dessen östlicher Teil durch die Schwemmprodukte des Don aufgefüllt worden sei. Ebenso finden sich an der Ostküste des Asowschen Meeres zahlreiche Limane. Den Umstand, daß die Ostküste und Südküste des Schwarzen Meeres keine Gebilde aufweist, welche den Limanen der nördlichen Küste entsprechen, sucht Sokolow dadurch zu erklären, daß die Erosionsprozesse im Kaukasus und in Kleinasien infolge des weit kräftiger ausgebildeten Reliefs jener Gegenden mit viel größerer Energie sich vollziehen als in Südrußland, weshalb angenommen werden könne, daß die beim Steigen des Meeresspiegels von der See überschwemmten Flußmündungen an der Ost- und Südküste des Schwarzen Meeres heute schon vollständig durch die Anschwemmungen jener Wasserläufe ausgefüllt seien.[1] Sokolow mag im Recht sein, wenn er hierfür das rasche Anwachsen des Festlandes im Tieflande von Kolchis anführt, welches den Schwemmprodukten relativ geringfügiger Flüsse zuzuschreiben ist; an den Steilufern längs der Vorberge des Kaukasus greift hingegen, wie man gelegentlich der Exkursion nach Schluß des Geologenkongresses 1897 auf der Fahrt von Batum nach Kertsch sehr schön sehen konnte und wie es A. Heim in einer vom Bord der »Xenia« aus entworfenen Skizze festhielt, die Zerstörung des Landes durch das Meer so rasch ein, daß sie der Erosion voraneilt und die Täler an dem Steilabfall hoch oben endigen.

An der Westküste des Schwarzen Meeres aber zählt Sokolow zahlreiche Limane auf. Mit Recht betont er, daß auch die Mündung der Donau einst einen Liman gebildet hat, obwohl dieser Strom vermöge der Fülle seiner Schwemmprodukte nicht nur seinen Liman gänzlich ausgefüllt, sondern auch ein ausgedehntes Delta in die See vorgeschoben hat. Sokolow verweist auf die an den Mündungen mehrerer Nebenflüsse der unteren Donau erhaltenen Limane, die ehedem nur Ausläufer des Donaulimans gewesen sind, wie der Kitai, der Katlabuch, der Jalpuch, der Kagul und der nur einen Rest des

[1] Sokolow, a. o. a. O., p. 99.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Pruth-Limans darstellende Bratysch. Auch das Sumpftal Karasu, auf dessen ungewöhnliche Tiefe schon K. Peters[1] aufmerksam gemacht habe, verdanke seine Entstehung einer Niveauhebung des Schwarzen Meeres und gleichzeitig auch der Donau. Auch F. Toula stimmt dieser Auffassung des Karasutales zu, von dem er sagt, daß es sicherlich mit den südrussischen Limantälern zu vergleichen sei.[2]

Sokolow zählt dann südlich vom Donaudelta an der Küste der Dobrudscha eine Reihe von Bassins auf, welche nach ihren Umrissen auf demselben Wege entstanden sind wie die Limane, und betont, daß, wie Peters gezeigt hat, auch in diesen Bassins noch gegenwärtig geradeso wie in den neurussischen Limanen Mollusken leben, welche in ihrem Typus der kaspischen Fauna entsprechen. »Gleichermaßen« — fährt Sokolow fort — »ist den in ihrer Entstehung den Limanen analogen Gebilden der enge, gewundene See Dewno bei Varna zuzuzählen und die ähnlichen Seen von Atanasko, Vajakiöj, Akrianu am Ufer der Bucht von Burgas, sowie auch der See Dörkos, der im Nordwesten von Konstantinopel liegt, und, was besonders interessant ist, die ganz limanartigen Bassins von Küfschük-Tschekmedshe und Büjük-Tschekmedshe an der Küste des Marmarameeres. Den nämlichen Ursprung wie die Limane hat schließlich wahrscheinlich auch das berühmte Goldene Horn, das in topographischer Hinsicht nur den vom Meere überfluteten Unterlauf der vereinigten Flüsse Kiat-Hane-Su und Alibey-Su bildet.«

Philippson hat sich bei seiner Erklärung des Bosporus und des Hellespont als alter Flußtäler wesentlich auf die Ausführungen Sokolow's über die Limane gestützt und wohl zweifellos mit Recht. Es handelt sich im wesentlichen um die gleiche, auf dieselbe Ursache zurückzuführende Erscheinung.

---

[1] K. F. Peters, Grundlinien zur Geographie und Geologie der Dobrudscha. Denkschr. d. k. Akademie d. Wiss. Wien, 1868, p. 124 bis 126.

[2] F. Toula, Geologische Beobachtungen auf einer Reise in die Gegend von Silistria und in die Dobrudscha im Jahre 1892. Jahrbuch d. k. k. Geologischen Reichsanstalt 1904, LIV, p. 12.

[3] Sokolow, a. a. O., p. 100.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

In seiner Abhandlung über die Entstehung der Limane Südrußlands äußert sich Sokolow noch sehr reserviert über den Zeitpunkt derselben. Er sagt: »Am wenigsten ist in der Entstehungsgeschichte der Limane offenbar noch die Frage nach dem genaueren Zeitpunkt ihrer Entwicklung geklärt und die zu ihrer Lösung erforderlichen Anhaltspunkte können uns nur durch eingehenderes Studium der Limane geliefert werden, insbesondere durch die Erforschung der an ihrem Boden ruhenden Ablagerungen mit Hilfe von Tiefbohrungen.« Diese Frage hat Sokolow in einer späteren, 1902 veröffentlichten Abhandlung im Anschlusse an die Beschreibung des Mius-Limans zu lösen gesucht.[2] Diese Abhandlung zerfällt in zwei Teile. Im ersten wird eine Schilderung des Mius-Limans an der Nordküste des Asowschen Meeres, westlich von Taganrog gegeben, in welcher zumal die Schilderung des geologischen Baues seiner Ufer und die Erörterung der Schichten mit *Paludina diluviana* von Wichtigkeit ist. Aus diesen Schichten werden *Paludina diluviana* selbst in drei Varietäten (var. *gracilis* Neumayr mit Übergängen zu var. *tenuissima* Sinzow, var. *crassa* Neumayr und eine dritte Varietät, welche sich der rezenten *Paludina fasiata* Müll. nähert), ferner *Lithoglyphus naticoides* Fér., *Planorbis corneus, Unio* sp. (unbestimmbare Fragmente), *Dreissensia polymorpha* Pallas, *Cyclas rivicola, Anodonta, Adacna* (seltene Fragmente) aufgezählt. Zu diesen am Mius-Liman selbst vorkommenden Arten kommen dann noch weitere, welche in den Süßwasserablagerungen bei Taganrog auftreten, von welchen *Micromelania caspia* Eichw., *Dreissensia rostriformis* Desh., *Adacna plicata, Adacna laeviuscula* und *Didacna trigonoides* Eichw. hervorgehoben sein mögen. Sokolow erörtert dann die weitere Verbreitung dieser Süßwasserbildungen in Südrußland, hebt die charakteristische Kombination von Formen wie *Paludina diluviana, Lithoglyphus naticoides* u. a. mit rein kaspischen Dreissensien und Cardien hervor und meint, daß

---

[1] Sokolow, a. o. a. O., p. 101.

[2] N. Sokolow, Der Mius-Liman und die Entstehungszeit der Limane Südrußlands. Verhandlungen der russ. kaiserl. Mineralogischen Gesellschaft in St. Petersburg, 2. Ser., 40. Bd., 1902, p. 35.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

dieser Umstand einerseits auf den Zusammenhang mit den alten Quartärablagerungen in Südrußland und selbst im fernen Deutschland hinweise, andrerseits aber zeige, daß die Ablagerungszeit dieser Schichten mit der Einwanderung einiger Vertreter der kaspischen Fauna zusammengefallen sei. Er kommt dann, da die Entstehung der gegenwärtig vom Mius-Liman eingenommenen Rinne jünger sein muß als die mächtigen braunen Mergel, welche die Schichten mit der erörterten Fauna bedecken, zu folgendem Schlusse: »Wenn wir auf Grund der die Fauna der Schichten mit *Paludina diluviana* betreffenden Daten und ihrer Vergleichung mit ähnlichen Sedimenten anderer Länder annehmen, daß sie den altglacialen oder vielleicht selbst zum Teil den präglacialen zuzuzählen sind, so haben wir die Zeit des tiefsten Wasserstandes in dem Bassin, worein der Mius seine Fluten ergoß, während er sein Bett durchgrub, gegen den Ausgang der Glacialepoche anzusetzen, als die Ausbildung des Löß in Südrußland vor sich ging.«[1]

Der zweite Teil der Sokolow'schen Abhandlung ist im wesentlichen der näheren Begründung dieses Resultates gewidmet. Sokolow erörtert hier die Verbreitung der Ablagerungen mit kaspischen Dreissensien und Cardien im Bassin des Asowschen und Schwarzen Meeres und die Frage der Einwanderung der kaspischen Mollusken in dasselbe in sehr eingehender Weise. Er zeigt klar die mannigfachen Schwierigkeiten, welche die noch nicht vollkommen aufgehellten Tatsachen der Erklärung darbieten. Eine solche Schwierigkeit betrifft zumal die einstige Verbindung zwischen dem Kaspisee und dem Schwarzen Meer. Sokolow sagt darüber:[2] »Daß die kaspischen Mollusken, die bis in den äußersten Nordwestwinkel des Schwarzen Meeres vorgedrungen sind, hierher und in das Asowmeer nur vermittelst eines Meeresarmes eingewandert sein können, der sich im Tieflande nördlich vom Kaukasus hinzog, kann wohl als allgemein anerkannt gelten.«

---

[1] Sokolow, a. o. a. O., p. 55.
[2] A. o. a. O., p. 73.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Ich möchte hierzu die Bemerkung machen, daß man sich die Verbreitung »kaspischer« Mollusken im Bereich des Schwarzen Meeres vielleicht doch noch auf andere Weise erklären kann, als durch eine direkte Verbindung des Kaspisees durch einen Meeresarm, welcher über den östlichen und westlichen Manytsch verlief. Diese Kommunikation mag einmal bestanden haben, freilich nicht in jener ausgedehnten Weise, wie sie N. Barbot de Marny annahm, der auch die lößartigen Lehme auf den Jergenihügeln als Sedimente des Kaspischen Meeres auffaßte, während J. Muschketow zeigte, daß jene Bildungen subaërischen Ursprungs sind und die Kette der Jergenihügel die Westgrenze der kaspischen Ablagerungen darstellt, wie schon Pallas erklärte. Es war also hier gewiß der breite, von Barbot de Marny angenommene Meeresarm nie vorhanden. Nur im schmalen Bette des Manytsch erstrecken sich kaspische Ablagerungen, sie sind am östlichen Manytsch bis zum See Gudilo verfolgt worden, während andrerseits im Westen von Danilewsky am Metschetnyi-Liman, etwa in halber Distanz zwischen dem Asowschen Meer und dem See Gudilo, Binnenablagerungen entdeckt wurden, die er für Sedimente des Asowschen Meeres hielt, während sie V. v. Moeller nach der von ihm untersuchten Fauna als kaspische Ablagerungen erklärte.[1]

Bei der Beurteilung des geologischen Alters solcher Binnenablagerungen muß man zweifellos sehr vorsichtig sein, das zeigen gerade die früher für »kaspisch« gehaltenen, weit verbreiteten, im Norden bis in die Gouvernements Kasan und Ufa reichenden Schichten, die Andrussow später als Miocän erkannte. Es muß vor allem mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß die sogenannten »kaspischen« Formen, welche in Binnenablagerungen in der Umgebung des Asowschen Meeres auftreten, ein Überrest aus jener Zeit sind, in welcher die pontischen Bildungen ein viel größeres Areal in Südrußland einnahmen. Dann würden diese Ablagerungen vielleicht erheblich älter sein können, als wir nach den Darstellungen

---

[1] Vergl. die eingehende Diskussion dieser Frage und die Erörterung der betreffenden Literatur bei Sokolow a. o. a. O., p. 73 u. f.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Sokolow's annehmen müßten, sie könnten vorquartär, ja sogar pliocän sein, und es wäre immerhin noch möglich, daß das Einschneiden des Mius-Limans zu einer früheren Zeit erfolgte, als dies Sokolow annimmt. Dagegen scheint allerdings zu sprechen, daß nicht bloß »kaspische« Molluskenschalen in jenen vom Liman angeschnittenen Binnenablagerungen sich finden, sondern auch solche angeführt werden, die anderwärts in sicher diluvialen Ablagerungen auftreten, wie *Paludina diluviana*, und Sokolow aus wahrscheinlich gleichzeitigen Ablagerungen (Flußsanden und Schottern) auch *Elephas trogontherii* nennt. Allerdings erklärt J. Sinzow die Ablagerungen mit *Elephas trogontherii* und *Paludina diluviana* in Südrußland für präglacial, also für älter als die Ablagerungen Norddeutschlands, welche dieselben Versteinerungen bergen.

Sokolow nimmt aber an, daß zwischen der Ablagerung der Schichten mit *Paludina diluviana* und den »kaspischen« Conchylien am Mius-Liman und dem Einschneiden desselben eine lange Zeit verstrichen ist, in welcher die braunen Mergel und Lehme über dessen Süßwasserablagerungen gebildet worden seien. Er hält es für sehr wahrscheinlich, daß die Schichten mit *Paludina diluviana* und *Corbicula fluminalis* von Südrußland ebenso wie die Sedimente am Mius-Liman und bei Taganrog mit kaspischen Cardien und Dreissensien mit den altglacialen Gebilden Deutschlands in Parallele gesetzt werden müssen.[1] Wir können seinen eingehenden Erörterungen über die Beziehungen der braunen Mergel und Lehme zu den russischen Glacialablagerungen nicht eingehend folgen, sondern müssen uns darauf beschränken festzustellen, daß er durch seine Studien zu der kaum haltbaren Annahme geführt wird, das an Stelle des Schwarzen und Asowschen Meeres angenommene Reliktenbassin, welches zu Beginn der Diluvialperiode einen etwas höheren Stand gehabt hätte als das Schwarze Meer, hätte während der zweiten Vereisung (Sokolow nimmt drei Vereisungen und zwei Interglacialzeiten an) weitere Aussüßung erfahren und sein Niveau habe sich gesenkt, um seinen tiefsten Stand während der zweiten Interglacialzeit zu erreichen, und

[1] Sokolow, a. o. a. O., p. 78, 79.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

zwar unmittelbar vor der Vereinigung des Schwarzen mit dem Mittelmeer. Bei dieser sei eine plötzliche Auffüllung mit salzigem Wasser eingetreten, welches auch die Unterläufe der Flußtäler erfüllte. Nach Sokolow wäre der tiefste Wasserstand im Becken des Schwarzen Meeres mit der Epoche zusammengefallen, wo in Südrußland der Löß entstand und wo in Europa die Steppenbildung ihre maximale Ausdehnung erreichte. Zu dieser Zeit des niedrigsten Wasserstandes hätten die in das Becken sich ergießenden Flüsse ihre Betten und Täler weit (30 bis 50 *m*) unter das Niveau des heutigen Schwarzen Meeres eingeschnitten.[1] Dann sei bei der schließlichen Vereinigung mit dem Mittelmeer das salzige Wasser desselben in die Mulde des Pontus eingedrungen, habe das Niveau des Reliktenbassins gehoben und die tieferen Partien der Flußtäler überflutet: »Daß dieser Vorgang, das mit einer Hebung des Meerespiegels verknüpfte Einströmen der Fluten des Mittelmeeres in das Becken des Schwarzen Meeres, sich mit großer Schnelligkeit vollzogen hat, bei der die Entstehung von Limanen allein denkbar ist, wird am schlagendsten gerade dadurch bewiesen, daß das Seewasser Dutzende von Kilometern weit in die engen Flußtäler eingedrungen ist, ohne sich durch die Flüsse, die es zurückdrängte, seines Salzgehaltes berauben zu lassen, so daß große Vertreter von *Ostrea, Pecten* etc. darin gedeihen konnten.«[2] In der letzteren Ausführung wird man Sokolow zweifellos zustimmen müssen, während man große Zweifel in die Zeiträume setzen muß, in welche er die von ihm erörterten Vorgänge verlegen will. Seine Chronologie der letzten Veränderungen im Bereich des Asowschen, Schwarzen und Kaspischen Meeres läßt sich meines Erachtens nicht gut mit den Erfahrungen in Einklang bringen, die an anderen Orten über die Schwankungen im Stande von Binnengewässern zur Diluvialzeit gewonnen worden sind. Es mag zur Veranschaulichung der Ansichten Sokolow's hier eine teilweise Wiedergabe der am Schluß seiner Abhandlung gegebenen chronologischen Tabelle gestattet sein.

---

[1] Sokolow, a. o. a. O., p. 103.

[2] Ibidem, p. 104.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Gliederung der norddeutschen Quartärbildungen	Südrußland		Schwarzes und Asowsches Meer	Kaspisches Meer (Region der Transgression des Kaspischen Meeres)
Präglacialzeit. I. Vereisung. I. Interglacialzeit.	Seenepoche mit trockenem Klima. Süßwasserablagerungen mit *Paludina diluviana, Lithoglyphus naticoides, Dreissensia polymorpha*	*Elephas trogontherii*	Bassins mit nahezu süßem Wasser und einer Fauna von kaspischem Typus *(Cardium trigonoides, C. crassum, Adacna laeviuscula, A. plicata, Dreissensia rostriformis, Dr. tenuissima* u. a.). Das Niveau dieses mit dem Kaspi und der Propontis kommunizierenden Wasserbeckens ist etwas höher als gegenwärtig im Schwarzen Meere.	Allmähliche Verdrängung der Süßwasserablagerungen (in den Grenzen des Regierungsbezirkes Astrachan) durch Brackwassersedimente nach Norden. Maximales Stadium der Transgression.
II. Vereisung.	Glacialepoche. Das Klima wird trockener. Vorstoß des Eises bis 48° 50′ n. Br.	*Elephas primigenius*	Das Reliktenbassin von kaspischem Typus büßt seinen Salzgehalt noch weiter ein und sein Niveau fährt fort, sich zu senken.	Das Niveau des Kaspischen Meeres sinkt und sein Umfang nimmt ab.
II. Interglazialzeit. III. Vereisung.	Entstehungszeit des Löß. Trockenes Klima. Rückzug des Eises, Einschneiden der Flüsse bis zur Zeit der Vereinigung des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres		Das Niveau des Reliktenbassins erreicht seinen tiefsten Stand, und zwar vor der Vereinigung mit dem Mittelländischen Meer. Sobald diese gegen das Ende dieser Epoche erfolgt ist, heben die Fluten des Mittelmeeres das Niveau und füllen die Unterläufe der Flußtäler mit Seewasser; Entstehung der Limane.	Eindringen von *Cardium edule* ins Kaspische Meer.
Postglacialzeit.	Abnahme der Steppenausdehnung, Zunahme des Wasserreichtums der Flüsse.		Versüßung der Limane und sodann auch des Asowschen und der nordwestlichen Region des Schwarzen Meeres.	

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Gegen die in dieser Tabelle dargestellten Ansichten Sokolow's lassen sich nun manche Einwendungen erheben. Widersprüche scheinen mir vor allem in der Annahme zu liegen, daß das an Stelle des Schwarzen Meeres angenommene Reliktenbassin von kaspischem Habitus seinen Salzgehalt zur Zeit der zweiten Vereisung Norddeutschlands und des zweiten Vorstoßes der nordischen Vereisung im Gebiet des mittleren Dnjepr noch weiter einbüßen soll, wobei sein Niveau fortgefahren wäre, sich zu senken. Wenn durch Überwiegen der Verdampfung über den Zufluß ein brackisches Gewässer seinen Umfang verringert, dann wird doch wohl der Salzgehalt zunehmen müssen. Es stimmt auch nicht gut, daß Sokolow sich gezwungen sieht, für das Kaspische Meer einen ganz anderen Gang der Ereignisse anzunehmen und das maximale Stadium seiner Transgression in eine spätere Zeit anzusetzen als den Hochstand des Schwarzen Meeres zu Beginn der Quartärzeit. Am meisten muß jedenfalls die Annahme befremden, daß die Zeit des Vorstoßes der nordischen Vereisung bis 48° 50′ n. Br., welche Sokolow wohl mit Recht für gleichzeitig mit der zweiten, größten Vereisung in Norddeutschland erachtet, ein trockeneres Klima über Südrußland gebracht hätte, so daß das Reliktenbassin des Schwarzen Meeres durch Abnahme der Flüsse veranlaßt worden wäre, sein Niveau zu senken. Das ist doch höchst unwahrscheinlich, und es muß im Gegenteil angenommen werden, daß die Zeit der größten Ausdehnung der diluvialen Gletscher nicht bloß durch ein kaltes, sondern vor allem auch durch ein sehr feuchtes Klima ausgezeichnet war. Es ist sogar zu bezweifeln, ob während der ganzen Quartär- oder Diluvialzeit, die wir ja als Eiszeitalter zu bezeichnen gewohnt sind, ein solches Sinken der Fläche des Reliktenbassins im Schwarzen Meere hätte eintreten können, daß die großen Limane durch tiefes Einschneiden der Flußtäler zur Bildung gekommen wären. Für andere Binnengewässer, wie für das Tote Meer Palästinas und den Großen Salzsee Nordamerikas nimmt man ja und wohl mit Recht an, daß sie im Eiszeitalter eine viel größere Ausdehnung besessen haben. Allerdings werden solche Binnengewässer während des Eiszeitalters nicht unbedeutende Schwankungen gezeigt haben — ent-

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

sprechend dem Alternieren der Eiszeiten und der Interglacialzeiten, aber das Schwanken der Seespiegel wird wohl nicht jenen Grad erreicht haben, der für die Entstehung der Limane nötig wäre. Eine andere Frage betrifft den Zeitpunkt der Vereinigung des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres. Sokolow nimmt, wie ich glaube, mit Unrecht an, daß diese Vereinigung ganz am Schluß des Eiszeitalters erfolgt sei. Es muß zugegeben werden, daß die Chronologie der Mittelmeerbildungen des Eiszeitalters noch sehr der Aufhellung bedarf; doch scheint es, als ob die älteren diluvialen Meeresablagerungen im gesamten Bereich des Mittelmeeres einen ungleich höheren Stand des Meeres verraten würden als die jüngeren, und es scheint mir wahrscheinlich, daß der Einbruch der Mittelmeerfluten in das Becken des Schwarzen Meeres sich viel früher vollzogen hat als Sokolow annimmt. Ich möchte deshalb auf die von ihm in der Umgebung des Mius-Limans beobachteten Verhältnisse (welche ich keineswegs in Zweifel ziehen möchte) keineswegs so großes Gewicht legen und der Vermutung Ausdruck geben, daß möglicherweiser jener Liman bei einer späteren Schwankung des Wasserspiegels eingeschnitten wurde, während die Entstehungszeit der anderen, größeren Limane eine viel frühere gewesen sein mag.

Doch kehren wir von dieser Abschweifung, welche hauptsächlich durch die Notwendigkeit verursacht wurde, den Sokolow'schen Versuch der Zeitbestimmung für die südrussischen Limane zu erörtern, wieder zu jenem Gebiete zurück, das uns zunächst interessiert: die nähere Umgebung des Bosporus und der Dardanellen.

Über dieses Gebiet hat F. Toula 1899 eine sehr interessante Studie veröffentlicht, in welcher er die Frage, wie die beiden Meerengen entstanden sind, eingehend erörtert.[1] Toula bespricht hier zunächst die Darstellung des Problems durch K. E. A. v. Hoff, welche bereits oben erörtert wurde und zeigt, daß dieser den Bosporus als einstiges Flußtal klar erkannte: »Er hat vollkommen die Gestalt eines ansehnlichen

[1] Franz Toula, Eine geologische Reise nach Kleinasien. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients. Bd. XII, Heft 1 — Anhang: Bosporus und Dardanellen, p. 22 bis 26.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Flusses von kurzem Laufe.« Toula findet es auch erwähnenswert, daß man schon damals nicht bloß die Meinung von einem Durchbruch des Bosporus von Osten her — wie K. E. A. v. Hoff annahm — sondern auch in entgegengesetzter Richtung in Erwägung zog. Von besonderem Interesse ist dann die eingehende Erörterung der 1887 von Joannes Boïatzis über den Bosporus veröffentlichten Abhandlung,[1] nach welcher wir es dort augenscheinlich mit einer »Grabenversenkung« zu tun hätten, welche aber im Laufe der Zeit großen, auch heute noch fortgehenden Veränderungen ausgesetzt gewesen sei, die vor allem durch die rasche Oberflächenströmung (2·85 *m* in der Sekunde) aus dem Schwarzen Meer ins Marmarameer, aber auch durch die langsamere im entgegengesetzten Sinne gerichtete Grundströmung verursacht wurden. Auf die Annahme Boïatzis', daß die Donau einst ins Kaspische Meer mündete und die heute von Norden her dem Schwarzen Meer zuströmenden Flüsse in sich aufnahm und dem Kaspischen Meere zuführte — eine Annahme, die auch E. Sueß[2] vertrat, aber nicht weiter begründete, und die Widerlegung dieser Hypothese durch Toula[3] möchte ich nicht weiter zurückkommen, hingegen scheint mir das von Wichtigkeit, was Toula über die Verbindung des Marmarameeres und des Beckens des Schwarzen Meeres zur Zeit der Sarmatischen und Pontischen Stufe sagt. Er tritt gegen Philippson für die diesbezüglich durch Andrussow geäußerte Ansicht ein und meint, daß die von ersterem (ebenso von Neumayr-Sueß sowie von Boïatzis) angenommene Entstehung des Bosporus in allerjüngster Zeit irrig sei: »Die *Dreissensia rostriformis* am Grunde des Bosporus und des Marmarameeres spricht, wie ich glaube, eine viel bestimmtere Sprache, und ihr Vorkommen auf Schiffsballast zurückzuführen oder durch den Abfluß des Bosporus zu erklären, halte ich für keine sehr glückliche und für eine etwas willkürliche Annahme. Da scheint mir Andrussow's Anschauung die einfachere und daher wahrscheinlichere und dies

[1] Joannes Boïatzis, Grundlinien des Bosporus. Inauguraldissertation, Königsberg 1887.

[2] E. Sueß, Antlitz der Erde, I, p. 438.

[3] F. Toula, a. o. a. O., p. 24 und 25.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

um so mehr, als es mir zu beweisen gelang, daß auch im Bereiche der Dardanellen noch sichere Dreissensiengesteine auftreten und somit der Bestand eines Beckens auch während der jüngsten Tertiärzeit sogar im Bereiche des Hellespont so ziemlich außer aller Frage steht.« Zu diesen Ausführungen Toula's wäre zu bemerken, daß auch Sokolow in den beiden von ihm über die Entstehung der Limane veröffentlichten und oben besprochenen Abhandlungen den von Andrussow angenommenen früheren Zusammenhang des Marmarameeres und des Beckens des Schwarzen Meeres akzeptiert, obwohl er, wie wir gesehen haben, für die Entstehung der Limane eine geologisch sehr junge Zeit ansetzt. Nehmen wir mit Philippson an — und gegen diese Voraussetzung wird sich kaum ein gegründeter Widerspruch erheben lassen — daß die Bildung des Bosporus und der Dardanellen zeitlich mit jener der südrussischen Limane zusammenfällt, dann haben wir anscheinend einen unlösbaren Widerspruch, sobald wir mit Sokolow die Bildung der Limane in die Zeit nach der großen Vereisung heraufrücken, aber den von Andrussow behaupteten früheren Zusammenhang zwischen Schwarzem und Marmarameer zugeben. Gegen Sokolow's Chronologie der geologischen Vorgänge in der Umgebung des Schwarzen Meeres wurden oben mannigfache Bedenken geltend gemacht. Ähnliche müssen aber auch gegen die Annahme eines sehr hohen Alters von Bosporus und Dardanellen auf Grund des Vorkommens von *Dreissensia rostriformis* in der Tiefe des Bosporus und des Marmarameeres erhoben werden. Erstlich kommt *Dreissensia rostriformis* in verschiedenaltrigen Bildungen vor, ihr Auftreten gestattet daher nicht einen unzweideutigen Schluß auf das Alter der Gewässer, in denen sie lebte; dann kann aber auch die Art der Verbindung dieser Gewässer eine ganz andere gewesen sein als man gewöhnlich annimmt. Man muß, wie ich glaube, für diese Süßwassermollusken keineswegs unmittelbaren Zusammenhang der Wasserbecken voraussetzen, in denen sie lebten. Für das Sarmatische Binnenmeer wird man sich allerdings schwerlich der Annahme entziehen können, daß eine unmittelbare Verbindung des Pontus mit der Propontis stattfand, wie sie Andrussow in seiner Karte der miocänen Meere im Euxini-

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

schen Gebiete darstellt, auf welcher sich eine breite Meeresstraße westlich vom heutigen Bosporus gegen den See von Derkoz hinzieht.[1] Hingegen ist es sehr fraglich, ob auch während der pontischen Stufe, wie Stefani[2] will, das Ägäische Meer mit dem Pontus in Verbindung stand. Für diese Zeit liegt es wohl näher, einzelne Seen anzunehmen, welche durch Flußstrecken miteinander in Verbindung standen. Das Vorkommen pontischer Conchylien in der Tiefe des Bosporus und des Marmarameeres sowie im Bereiche der Dardanellen genügt nicht, um die Richtigkeit der von Andrussow und Toula vertretenen Ansicht zu erweisen. Es muß ferner bezüglich des Vorkommens jener Conchylien in der Tiefe des Marmarameeres darauf hingewiesen werden, daß dieses Meer zweifellos einen sehr jungen tektonischen Einbruch darstellt; — Philippson meint ja, wie wir oben gesehen haben, sogar, daß es nicht zu entscheiden sei, ob zur Zeit der fluviatilen Entstehung der Dardanellen und des Bosporus das Marmarameer schon als Binnensee vorhanden war, und er mag darin Recht haben. Es wäre nicht unmöglich, und wir werden später noch Anhaltspunkte für eine solche Annahme anzuführen haben, daß zur Zeit der Bildung der nun von Meerengen erfüllten Flußtäler das Becken des Marmarameeres nicht vorhanden war.

Cvijić ist allerdings anderer Ansicht. Er entwirft[3] folgendes Bild der hydrographischen Verhältnisse zwischen Bosporus und dem Mediterranen Meere während des Pliocäns: »Es bestanden zwei voneinander getrennte Becken, das Pontische und Marmarabecken, aus dem ersteren floß durch das pliocäne Bosporustal ein Abfluß in das zweite. Aus dem pliocänen Marmarasee floß das Wasser durch die Dardanellen und weiterhin durch die Seen des pliocänen nordägäischen Festlandes ab. Dieser große pliocäne vom Bosporus bis zum pliocänen Mediterranen Meere reichende Abfluß nahm auf der Ägäis

---

[1] Verhandlungen der kaiserl. russischen Mineralogischen Gesellschaft, 1897, Taf. V.

[2] Ann. de la Soc. géol. de Belge 1891 (zitiert nach Toula).

[3] J. Cvijić, Grundlinien der Geographie und Geologie von Macedonien und Altserbien. Ergänzungsheft 162 zu Petermann's Mitteilungen, p. 388.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

unmittelbar sowie durch Vermittlung der Seen die Gewässer der Marica, Mesta, Struma, des Vardars, der Salamvria und der kleinasiatischen bithynischen Flüsse auf und mündete in das Mittelländische Meer bei Rhodus oder in der Umgebung der südlichen Kykladen.« Und an einer weiteren Stelle[1] betont Cvijić: »Das Becken des Marmarameeres ist von bedeutendem Alter. An den Nordküsten dieses Meeres befindet sich eine Zone sarmatischer und levantinischer Schichten, die den Beweis liefern, daß die Hauptzüge des Beckens vorsarmatisch sind. Viel wichtiger ist jedoch, daß bei Gallipoli oberpliocäne Tschaudaschichten gefunden worden sind. Während des oberen Pliocäns hat also unzweifelhaft ein tiefes Becken bestanden, das auch späterhin noch abgesunken ist. Antezedente Täler, wie die des Bujuk- und Kučuk-Čekmedže und die an der kleinasiatischen Seite beweisen, daß im Pliocän ihre Flüsse in das Marmarabecken mündeten.«

Hierzu wäre nun zu bemerken, daß die Tschaudaschichten von Gallipoli jedenfalls älter sind als die Eintiefung der Erosionstäler der Dardanellen und des Bosporus, und daß die schon von Sokolow als »Limane« erkannten, jetzt von Buchten des Marmarameeres eingenommenen, einstigen Täler wahrscheinlich zu einer Zeit erodiert wurden, in welcher das Becken des Marmarameeres den Umfang und die Gestalt des heutigen nicht gezeigt haben kann. Auch dann, wenn man Bosporus und Dardanellen nicht als Grabensenkungen gelten lassen will, sondern sie mit v. Hoff, Andrussow, Philippson und Cvijić als versenkte Flußtäler auffaßt, wird man zugeben müssen, daß die von Westen nach Osten gestreckte Tiefenregion des Marmarameeres, welche bis in den Golf von Ismid hineinreicht, einen Graben darstellt. Die häufigen Erdbeben, die sich an den Gestaden des Marmarameeres namentlich auf der südlichen, kleinasiatischen Seite ereignen, scheinen zu bekunden, daß das Zur-Tiefe-Gehen der Einbrüche hier ebenso andauert wie im Gebilde des Ägäischen Meeres. Diese Einbrüche als Ursache der Zerstückelung des alten ägäischen Festlandes hat M. Neumayr klar erkannt und es lag für ihn

[1] A. a. O., p. 389 bis 390.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

nahe, auch die Entstehung des Bosporus und der Dardanellen auf ähnliche tektonische Vorgänge zurückzuführen.

In der Darstellung, welche Cvijić von den »Hypothesen über die Entstehung des Bosporus und der Dardanellen« gibt,[1] bemerkt er »Neumayr's Ansicht, daß der Bosporus und die Dardanellen im Pleistocän als Verwerfungstäler entstanden und eine Art sehr schmaler Gräben seien, übte auf spätere Autoren einen großen Einfluß aus«. Und in der zugehörigen Note sagt Cvijić: »Diese Meinung hat Neumayr in mehreren Schriften dargelegt: Die jungen Ablagerungen am Hellespont (Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. XI). Über den geologischen Bau der Insel Kos (Denkschrift 1880). Geschichte des östlichen Mittelmeeres (1882) und Erdgeschichte II.«

An der erstzitierten Stelle äußert sich jedoch Neumayr in etwas anderer, weit vorsichtigerer Weise. Er sagt, nachdem er das Vorkommen der Pikermifauna am Hellespont mit *Camelopardalis attica, Sus erymanthius* und *Tragoceros amaltheus* hervorhob, weil Tschihatschew aus dem vermeintlichen Fehlen der Pikermifauna in Kleinasien die Existenz eines trennenden Meeres zwischen Kleinasien und Griechenland für jene Zeit hatte folgern wollen:[2] »Eine Verbindung zwischen Propontis und Archipel war von da an nicht vorhanden, dieselbe war durch die mächtigen miocänen Sedimente obliteriert, die Wiedereröffnung eines Kanales, und zwar in der noch heute vorhandenen Form der Dardanellen, welche tief ins Miocän einschneiden, steht im Zusammenhang mit den Störungen der Tertiärschichten und ist wenigstens in ihrer Anlage auf die Bildung einer Spalte zurückzuführen, welcher die Trachyte am Hellespont entsprechen. Dieses Ereignis scheint sehr spät eingetreten zu sein, da die ältesten marinen Ablagerungen, welche dem Miocän des Hellespont diskordant angelagert sind, dem Diluvium angehören. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß das Fehlen des Pliocän nur einen negativen Anhaltspunkt bietet und daß vielleicht schon früher hier ein Flußtal existiert

---

[1] J. Cvijić, a. o. a. O., p. 374.

[2] Frank Calvert und M. Neumayr: Die jungen Ablagerungen am Hellespont, Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, 40. Bd. 1880, p. 13 (369).

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

haben könnte, von dessen Ablagerungen keine Spur vorhanden wäre.« Über die Bildung des Bosporus bemerkt Neumayr an dieser Stelle nichts — er fährt lediglich fort: »Wie dem auch sein mag, jedenfalls ist das Meer erst in der Diluvialzeit hier eingedrungen, da pliocäne Marinbildungen auch dem ganzen nordägäischen Becken fehlen. Auf diesem Wege erhielt das Schwarze Meer, abgesehen von den wenigen kaspischen Typen desselben seine heutige Conchylienfauna«. An den anderen, von Cvijić angezogenen Orten erörtert Neumayr nur die Zerstörung des alten ägäischen Festlandes durch Einbrüche sowie das erst zur Diluvialzeit erfolgte Eindringen des Mittelmeeres in das pontische Becken; ich habe vergebens eine Stelle gesucht, aus welcher sich die Behauptung Cvijić, daß Neumayr Bosporus und Dardanellen als »eine Art schmaler Gräben deute«, herleiten ließe. In seiner Abhandlung über Kos spricht Neumayr lediglich davon, daß die Eröffnung der Dardanellen, in welchen die diluvialen Muschelbänke 40 Fuß über dem heutigen Meeresspiegel liegen, in die Diluvialperiode falle,[1] und in der Geschichte des östlichen Mittelmeerbeckens bemerkt er von den Dardanellen bloß, daß ihre Eröffnung ein sehr spätes Ereignis darstellt: »Während die altdiluvialen Meeresbildungen auf Kos bis zu 600 Fuß Höhe reichen, steigen dieselben in den Dardanellen nur bis zu 40 Fuß an und gehören daher aller Wahrscheinlichkeit einem späteren Abschnitte der diluvialen Periode an«.[2] Und auch in der Erdgeschichte[3] spricht Neumayr nur davon, daß das Mittelmeer seinen geringsten Umfang während des älteren Pliozän erreichte, daß später Erweiterung stattfand, daß die mit großen Binnenseen bedeckten Länder einbrachen, welche an der Stelle des heutigen Ägäischen Meeres sich ausdehnten, daß das Schwarze Meer erheblich vergrößert und seine Verbindung nach Süden durch Bosporus und Dardanellen eröffnet wurde. Es sind also die

---

[1] M. Neumayr: Über den geologischen Bau der Insel Kos. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, 40. Bd., 1879, p. 68 (280).

[2] M. Neumayr: Zur Geschichte des östlichen Mittelmeerbeckens. Sammlung gemeinverst. wissensch. Vorträge von Virchow und Holtzendorff, Berlin 1882, p. 21.

[3] M. Neumayr: Erdgeschichte, 2. Bd., 1887, p. 699.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

von Cvijić angeführten Zitate der Neumayr'schen Arbeiten als Belege für die angeblich von letzterem angenommenen »Gräben« des Bosporus und der Dardanellen zu streichen. Hingegen hat Joannes Boïatzis tatsächlich 1887 die Behauptung aufgestellt, daß der Bosporus eine »Grabenversenkung« wäre, d. h. eine Versenkung an zwei annähernd parallel verlaufenden lang hinziehenden Klüften, wobei er allerdings, wie bereits oben erwähnt wurde, annimmt, daß die Gestalt des Bosporus seither stark verändert wurde, was vor allem den Strömungen desselben zuzuschreiben sei. Boïatzis stützt sich bei seiner Annahme allerdings auf Neumayr's Darstellung der Geschichte des östlichen Mittelmeerbeckens, dieser selbst aber hat, wie wir gesehen haben, keineswegs jene Behauptungen ausgesprochen, die ihm Cvijić zuschreibt. Neumayr sagt im Gegenteil nur, daß die Bildung des Hellespontes im Zusammenhang stehe mit der Störung der Tertiärschichten und in ihrer Anlage auf die Bildung einer Spalte zurückzuführen sei. Er bemerkt ferner, daß vielleicht schon früher hier ein Flußtal existiert haben könnte.

Philippson hat, wie wir bereits gesehen haben, die Existenz dieses Flußtales, das vor ihm schon v. Hoff angenommen hatte, in hohem Grade wahrscheinlich gemacht. J. Cvijić hat dann durch eingehende Untersuchungen diese Tatsache für Dardanellen und Bosporus unumstößlich festgestellt und insbesondere durch die Beobachtung der alten Erosionsflächen in der Umgebung der Meerengen und der alten Talböden des Bosporus und der Dardanellen gezeigt, wie durch neuerliches Aufleben der Erosionstätigkeit in die alten reifen Täler cañonartige Rinnen eingeschnitten wurden, welche später, nach dem Eindringen des Meeres in das früher vom ägäischen Festland eingenommene Gebiet, vom Meere erfüllt worden sind.

Cvijić akzeptiert vollkommen die von Neumayr gemachte Annahme eines alten ägäischen Festlandes, die ja im wesentlichen auf den schon von Spratt gemachten und später vielfach vervollständigten Beobachtungen über das Vorhandensein ausgedehnter jungtertiärer Süßwasserablagerungen beruht. Neumayr nimmt an, daß die Binnenseen, welche zur Pliocän-

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

zeit in diesem Gebiete bestanden, durch beträchtliche, heute im Meere versunkene Gebirgszüge von diesem getrennt waren. Er spricht in seiner Abhandlung über den geologischen Bau der Insel Kos[1] von der außerordentlichen Unabhängigkeit der Grenzen zwischen Meer, Land und Binnengewässern von den heutigen Reliefformen und sagt: »Wo heute Meerestiefen von 500, von 1000 und mehr Faden sind, da hat in früherer Zeit ein Meer seine Küste gehabt, da hat ein Landrücken den Ozean von einem Binnensee geschieden. Wir können daraus mit Bestimmtheit folgern, daß in dem jetzt offenen ostmediterranen Becken in der jüngeren Tertiärzeit Terrainerhebungen existieren, welche das Meer begrenzten und von den Süßwasserseen schieden, und daß damals Gebirgszüge, welche jetzt selbst durch die Sonde im Relief des Meeresbodens nicht mehr erkennbar sind, weit über den heutigen Wasserspiegel hervorragten.«

Das Becken des Ägäischen Meeres entstand nach Neumayr infolge der Grabensenkungen an zahlreichen verschieden gerichteten Verwerfungen, wodurch neben den die tiefsten Stellen des Ägäischen Meeres darstellenden Gräben die zahlreichen Inseln als Horste erhalten blieben. Cvijić bemerkt, nachdem er Neumayr's Darstellung über die Genesis des Ägäischen Meeres und die frühere Bildung des südlichen Teiles desselben zur Pliocänzeit, die spätere des nördlichen Teiles und die Verbindung mit dem Pontischen Becken zu Anfang und in der Mitte des Diluviums anführte:[2] »Ein unbedeutender Unterschied besteht zwischen dieser Ansicht und jener von Philippson. Auch nach Philippson haben die tektonischen Einbrüche die Tiefbecken geschaffen, die großer Inselsockel umgrenzt. Die Sockel selbst sind ebenfalls abgesunken, die einzelnen Inseln sind die von der Überflutung und von der Abrasion des Meeres verschonten Überreste eines Landes. Weiterhin stellt Philippson aber auch folgendes fest: »Doch wäre es verkehrt, die Trennung der einzelnen Inseln voneinander auf Brüche, etwa auf Grabeneinbrüche

[1] M. Neumayr, a. o. a. O, p. 69 (281).
[2] J. Cvijić, a. o. a. O., p. 389.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

zurückzuführen. Die Auflösung der Landbarrieren, welche die einzelnen Einbrüche voneinander in Inselschwärme trennen, ist lediglich das Werk einer allgemeinen, die ganze Landmasse der Ägäis betreffenden Senkung, welche auf die Zeit der Erosion der jetzigen Täler, also auf das Oberpliocän, folgte.«

Ich kann diesen Unterschied zwischen den Ansichten von Neumayr und Philippson keineswegs als einen so unbedeutenden anerkennen. Er scheint mir vielmehr für die ganze Auffassung der Geschichte des Ägäischen Meeres sehr wesentlich und ich muß mich mit der Philippson'schen Ansicht, die Cvijić als auf feststehenden Tatsachen beruhend betrachtet, deshalb ein wenig beschäftigen, weil sie auch für die Frage nach der Entstehung des Bosporus und der Dardanellen von großem Belang ist.

Was wir von dem Bau der Inseln des Ägäischen Meeres wissen, spricht vielmehr für die Auffassung Neumayr's als für jene Philippson's. Zumal die Darstellung des geologischen Baues der Insel Kos, welche wir dem ersteren verdanken und in noch höherem Grade die Schilderung der geologischen Verhältnisse der Insel Rhodus durch Gejza v. Bukowski[1] zwingen dazu, an der Neumayr'schen Ansicht festzuhalten.

Man kann sich die heutigen Verhältnisse auf der Insel Rhodus mit den bis zu einer Seehöhe von mehr als 1000 englischen Fuß ansteigenden fluviatilen Bildungen der levantinischen Stufe[2] und den großen Meertiefen in der nahen Umgebung — westlich von Rhodus wurde eine solche von 1097 *m* gelotet, während in gleicher Entfernung östlich in der karamanischen Depression der Seeboden bis zu 3865 *m* herabsinkt[3] — füglich nur durch das Vorhandensein eines Horstes erklären. Über das zu Bruch gegangene Kettengebirge, als dessen Reste heute die als Inseln erscheinenden Horste zu betrachten sind, äußert sich E. Suess 1883 dahin, daß ein heute nur in Resten vor-

---

[1] Gejza v. Bukowski: Grundzüge des geologischen Baues der Insel Rhodus. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Klasse, Bd. 98, 1889 und Geologische Übersichtskarte der Insel Rhodus. Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanst., 48. Bd., 1898.

[2] v. Bukowski: a. o. a. O., p. 617 (101).

[3] v. Bukowski: a. o. a. O., p. 520 (4).

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

handener großer Bogen, welcher im Westen aus dem dinarischen Zuge bis Kreta, im Osten aus dem Taurus bis Cypern bestehe, in der Mitte vollständig eingebrochen sei. Diesen nennt er den dinarisch-taurischen Bogen.[1] Später, 1901, erörtert Suess die Frage, ob in der Nähe der Westküste Kleinasiens eine Schaarung vorhanden sei[2] und bejaht sie, woraus folgt, daß der ägäische Einbruch außerhalb der Tauriden liegt und nur dem westlichen, dinarischen Gebiete angehört.

Das südliche Lykien, in welchem Ablagerungen des Schlier oder der zweiten Mediterranstufe bis zu Höhen von mehr als 4000 Fuß emporgetragen worden sind, muß dem westlichen oder dinarischen Bogen ebenso zugezählt werden, wie nach den Beobachtungen Bukowski's die Insel Rhodus. Die Bucht zwischen der lykischen Küste und Rhodus erklärt Suess als auf einem Querbruch des äußeren dinarischen Bogens gelegen, hier sinkt der Meeresgrund steil zu großer Tiefe herab und erreicht 38 *km* von der Küste von Rhodus und nicht viel weiter von der kleinasiatischen Küste entfernt die schon oben erwähnte Tiefe von 3865 *m*.

Die Einbrüche des ägäischen Festlandes sind zweifellos sehr jung. E. Suess, welcher diesbezüglich schon früher[3] die Ansichten Neumayr's vertrat, äußert sich später dahin, daß dieselben durch neuere Untersuchungen bestätigt wurden:[4] »Philippson und Oppenheim zeigen, daß die mächtigen Konglomerate, welche vor Jahren das Erstaunen der ersten Erforscher, Boblaye und Virlet hervorriefen, jünger sind als ein Teil der levantinischen Sedimente, und Bukowski beschreibt die mächtigen fluviatilen Schottermassen, welche aus levantinischer Zeit und ohne Zweifel vom kleinasiatischen Festlande stammend, auf der Insel Rhodus lagern.« Bezüglich der Ausführungen von Philippson und Oppenheim[5] sei

---

[1] E. Suess: Antlitz der Erde, I, p. 638.

[2] E. Suess: Antlitz der Erde, III, p. 407.

[3] E. Suess: Antlitz der Erde, I, p. 436.

[4] E. Suess: Antlitz der Erde, III, p. 412.

[5] Paul Oppenheim: Beiträge zur Kenntnis des Neogen in Griechenland, mit einer geologischen Einleitung von Alfred Philippson, Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Gesellsch., 43. Bd., 1891, p. 421 u. f.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

hier lediglich bemerkt, daß sie sich hinsichtlich der Konglomerate hauptsächlich auf den Peloponnes beziehen; auf die von Oppenheim im palaeontologischen Teil jener Abhandlung gegebenen Daten über die Gliederung der neogenen Bildungen Griechenlands will ich an dieser Stelle nicht näher eingehen, da dies zu weit ablenken würde. So verlockend die Gelegenheit zu einer Erörterung des angeblichen mio-pliocänen Alters des Kalkes von Trakones und der Parallele mit dem Grobkalk von Rosignano und einer Besprechung der alten Meinungsverschiedenheiten zwischen M. Neumayr und De Stefani einerseits und Th. Fuchs andrerseits über die Beziehungen zwischen Pliocän und Pontischer Stufe gerade hinsichtlich der griechischen Neogenbildungen wäre, muß ich hier wohl darauf verzichten, für die ersteren einzutreten. Ich möchte mich lediglich auf die Bemerkung beschränken, daß die stratigraphischen Verhältnisse der Pliocän-Ablagerungen des östlichen Mittelmeergebietes mir noch lange nicht genug geklärt erscheinen, um solche Fragen mit aller Bestimmtheit zu beantworten und daß mir mannigfache Verschiedenheiten in der Auffassung der neogenen Bildungen Griechenlands insbesondere dadurch veranlaßt scheinen, daß man vielfach diluviale Bildungen für pliocäne gehalten hat. So möchte ich namentlich die angeblich oberpliocänen Ablagerungen von Kos, Rhodus und Cypern wenigstens teilweise in dem Verdacht haben, ein etwas jüngeres, diluviales Alter zu besitzen. Es wird dies wenigstens durch die eingehende Untersuchung der Conchylien-Fauna der »jungpliocänen« Meeresbildungen von Rhodus durch P. Fischer[1] ziemlich wahrscheinlich gemacht, nach welcher Untersuchung erstlich der Prozentsatz an erloschenen oder heute im Mittelmeer nicht mehr vorkommenden Arten ein geringerer ist als man früher annahm und zweitens eine ziemliche Zahl von borealen Formen auftritt, wie *Pectunculus glycimeris, Cyprina Islandica, Dosinia lincta, Pecten septemradiatus, Dentalium entale.* Bukowski, welcher aus dieser Liste *Pectunculus glycimeris* und *Dentalium entale* als

[1] P. Fischer: Paléontologie des terrains tertiaires de l'île de Rhodes. Mémoires de la soc. géologique de France, sér. III, t. I, 1877—1881, Mém. N. 2.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

noch heute im Mittelmeer lebend streicht, führt dafür *Astarte sulcata do Costa*, eine bisher auf Rhodus nicht nachgewiesene boreale Form an, die zusammen mit dem häufigen *Pecten septemradiatus* in der stratigraphisch einem tieferen Niveau angehörenden Lokalität Lártos mit Tiefseekorallen, Brachiopoden und zahlreichen zum Teil erloschenen Mollusken in unzweifelhaft pliocänen Schichten auftrete.[1] Bukowski tritt der von Neumayr in seiner Arbeit über den geologischen Bau der Insel Kos geäußerten Ansicht bei, nach welcher von den Ablagerungen, deren Faunen sich durch Beimischung borealer Arten auszeichnen, nur solche als diluvial zu betrachten wären, die gar keinen oder im äußersten Fall einen minimalen Prozentsatz an ausgestorbenen Formen enthalten und überdies ein spezielles Niveau, hoch oben in der betreffenden Schichtserie einhalten, wie dies bei Ficarazzi der Fall ist. Übrigens hält Bukowski das Vorkommen spezieller, der Glacialperiode entsprechender mariner Horizonte auf Rhodus für wahrscheinlich, wenn es auch nicht gelungen sei, Ablagerungen zu finden, deren diluviales Alter sich durch Fossilien beweisen ließe. Das Vorkommen mariner Diluvialablagerungen auf den Inseln Kos und Yali deute entschieden darauf hin, und Bukowski macht auch Schichten auf Rhodus namhaft, welche diluviale Meeresabsätze sein dürften, doch fehlt der palaeontologische Nachweis, da die betreffenden Bildungen teils fossilleer waren, teils die aufgesammelten Conchylien für eine präzise Altersbestimmung nicht hinreichten.

Cvijić nimmt die von Spratt und Neumayr behauptete Existenz eines pliocänen ägäischen Festlandes an, er macht sich aber meines Erachtens über die physikalischen Verhältnisse dieses Festlandes und zumal über seine Entwässerung eine irrige Vorstellung. Er nimmt einen großen Hauptfluß dieses Festlandes an, der durch das pliocäne Tal des Bosporus und der Dardanellen und durch das ägäische Festland floß:[2] »Das ist der pliocäne ägäische Fluß. Die pliocänen hydrographischen Verhältnisse waren hier der heutigen Hydrographie

[1] Bukowski: a. o. a. O., p. 640 (124).
[2] J. Cvijić: a. o. a. O., p. 387.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

der großen amerikanischen Seen und des Lorenzstromes oder dem Flußgebiet der Newa in Rußland ähnlich. Die Kykladen und Sporaden sind noch nicht genügend untersucht, aber die Annahme ist berechtigt, daß sich auf ihnen die Gerölle des ägäischen Flusses finden dürften. Auf der Insel Rhodus hat G. v. Bukowski levantinischen Flußschotter festgestellt, der nahezu ein Drittel der Insel bedeckt und bis zu einer Höhe von mehr als 300 *m* reicht. Er ist meistens regelmäßig geschichtet, zuweilen läßt sich auch eine falsche Schichtung beobachten, Geschiebe von Kalk und Eruptivgesteinen herrschen vor. v. Bukowski ist der Ansicht, dieser Schotter entstamme dem Delta eines großen Flusses, der aus Kleinasien kam und hier in den levantinischen See mündete. Aber bisher sind keine Spuren eines pliocänen kleinasiatischen Flusses bekannt. Dagegen besitzen wir mehrere sichere Spuren des ägäischen Bosporusflusses: Die pliocänen Talböden des Bosporus und der Dardanellen und die alten Talböden der Flüsse der Balkanhalbinsel, die zur Ägäis hinflossen, also zu dem großen pliocänen Flusse hin, der die Ägäis entwässerte und in das mediterrane Meer gemündet haben dürfte. Daher ist es viel wahrscheinlicher, daß der levantinische Flußschotter auf Rhodus die Ablagerung, vielleicht das Delta, des pliocänen ägäischen Flusses bilde.« Mir scheint diese ganze Darstellung höchst unwahrscheinlich, und zwar zunächst wegen der Höhenlage der levantinischen Flußschotter auf Rhodus, welche nach Bukowski bis über 1000 engl. Fuß beträgt, so daß diese Schotter viel höher liegen als die alten Talböden des Bosporus und der Dardanellen. Nun nimmt allerdings Cvijić für letzteres Gebiet starke vertikale Veränderungen: Hebungen und Senkungen an, um das Einschneiden der cañonartigen jüngeren Täler des Bosporus und der Dardanellen in die alten reifen Täler zu erklären — wir werden auf seine diesbezüglichen Darstellungen noch eingehend zurückkommen müssen — er müßte also für die angebliche Mündungsregion seines großen pliocänen ägäischen Flusses noch viel weiter gehende Oszillationen voraussetzen, um die von ihm angenommenen hydrographischen Verhältnisse möglich erscheinen zu lassen. Die Hauptschwierigkeit für eine Erklärung im Sinne von

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Cvijić liegt meines Erachtens in der ungemeinen Mächtigkeit der levantinischen Seebildungen auf Rhodus und der auf sie folgenden fluviatilen, zum Teil Deltaschichtung aufweisenden Sedimente, welche gleichfalls noch der levantinischen Zeit angehören und von einem Fluß herrühren, der in das ausgedehnte Süßwasserbecken mündete.

Diese Verhältnisse müssen sehr lange Zeit angedauert haben und sie lassen sich wohl nur dadurch erklären, daß eine Gebirgskette vorhanden war, welche die Region der levantinischen Seen vom Mittelmeer schied. Von dieser Gebirgskette, dem äußersten südöstlichen Ende der Dinariden, sind uns Reste noch auf Kreta und im lykischen Hochgebirge erhalten. Es ist anzunehmen, daß das eingebrochene Mittelstück, welches einst das ägäische pliocäne Land vom Mittelmeer schied, gleichen Charakter besaß wie die noch erhaltenen, auf Kreta und in Kleinasien bedeutende Höhen erreichenden Bruchstücke. Dann aber ist auch anzunehmen, daß zur älteren Pliocänzeit kein Fluß aus der levantinischen Seenregion zum Mittelmeer floß und die Höhenlage der fluviatilen Ablagerungen auf Rhodus wird ohneweiters verständlich. Mit Bukowski, dessen bezüglicher Annahme Suess folgt, möchte auch ich annehmen, daß der Fluß, der die mächtigen Schotterbildungen auf Rhodus aufschüttete, aus Kleinasien kam — etwa aus derselben Gegend wie der heutige Gerenis-Tschai, der nordöstlich von Rhodus mündet.

Viel später, zur Zeit der IV. Mediterranstufe Suess' dringt das Meer infolge der sukzessive erfolgenden Einbrüche in dieses Gebiet ein, starke Abrasion der limnischen und fluviatilen levantinischen Ablagerungen findet statt, wie wir der Schilderung der Verhältnisse auf Rhodus durch Bukowski mit großer Klarheit entnehmen können und es werden Meeresbildungen abgelagert, welche durch Einschwemmung von Binnenconchylien die Nähe des Festlandes verraten. Der Einbruch des ägäischen Festlandes ist, so wie es Neumayr schilderte, schrittweise erfolgt und die nördliche Ägäis mag länger Festland geblieben sein noch zu einer Zeit, als im Süden schon das Meer an der Abrasion der stehen gebliebenen Horste arbeitete. Es scheint mir aber höchst unwahrscheinlich, daß

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

diesem stückweisen Zur-Tiefe-Gehen das Wiederaufleben der Erosion in den alten Talstrecken des Bosporus und der Dardanellen zuzuschreiben wäre, ebensowenig wie ich es in den von Cvijić angenommenen Vertikalbewegungen der thracisch-bythinischen Rumpffläche zu erkennen vermag.

Für Bosporus und Dardanellen hat schon Philippson übereinstimmend mit den älteren Darlegungen v. Hoff's nachgewiesen, daß ihre Eintiefung der Erosionstätigkeit eines Flusses zuzuschreiben ist. Über die Richtung dieses Flusses sagt er: »Welche Richtung dieser Fluß nahm, ob von Nordosten nach Südwesten oder umgekehrt, ist nicht ganz sicher, wahrscheinlich ist wohl das erstere«.[1] Cvijić ist hingegen für die von Philippson nur als wahrscheinlich bezeichnete Annahme in ausführlicher Darstellung eingetreten. Im letzten Kapitel seiner »Grundlinien der Geographie und Geologie von Mazedonien und Altserbien«, auf dessen Inhalt schon wiederholt hingewiesen wurde und welches den Titel führt: »Der Bosporus und die Dardanellen«, gibt Cvijić erstlich eine kurze geographische Übersicht, dann einen Überblick der bisherigen geologischen Forschungen von Tschihatschew bis English und Toula. In einem dritten Abschnitt stellt er die Hypothesen über die Entstehung des Bosporus und der Dardanellen zusammen. Die Erörterung derselben ist sehr kurz und teilweise — wie wir bereits hinsichtlich der Neumayr'schen Ausführungen gesehen haben — nicht ganz zutreffend. Bezüglich der Ausführungen von Th. English bemerkt Cvijić lediglich:[2] »Die Erosionstheorie ist auch von Th. English angenommen worden, der weiterhin ausführt, daß der Bosporus und die Dardanellen vor dem Eindringen des Mittelländischen Meeres zwei verschiedene Täler gewesen seien, zwischen denen im Südwesten von Gallipoli eine durch miocäne Faltung hervorgerufene Wasserscheide vorhanden gewesen war.«[3] Diese Ansicht von English wäre jedenfalls vom Standpunkte Cvijić's näher zu beleuchten gewesen, zumal hier auf Grund

[1] Philippson: Bosporus und Hellespont, p. 24.

[2] J. Cvijić: a. o. a. O., p. 374 und 375.

[3] Th. Englisch: Eocene and later Formations surrounding the Dardanelles. Quartely Journal of the Geol. Soc. London 1904, p. 243.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

eigener Untersuchungen über die Flußrichtung Meinungen ausgesprochen werden, welche jenen von Cvijić widersprechen. Wie schon eingangs bemerkt, möchte ich allerdings Philippson beipflichten in der Ansicht, daß die beiden Meerengen untergetauchte Flußtäler sind und daß sie auch »von einem und demselben Flusse abstammen, da sie in ihrer Lage, in der Tiefe der Sohle und der Höhe der Talwände so gut übereinstimmen.«

Im vierten Abschnitt erörtert Cvijić die physiographischen und geologischen Beobachtungen: die alte thracische Erosionsfläche und die alten Talböden am Bosporus, die er 1898 zuerst sah, während er 1898 Gelegenheit hatte, beide Meerengen mit Bailey Willis zu besuchen. Cvijić bemerkt, daß die Diskussion über das Bosporusproblem mit dem erfahrenen amerikanischen Physiographen und Geologen seine Ansichten bedeutend geklärt habe und daß er durch Kombination der geologischen und der physiographischen Methode es versuchen wolle, einige der Hauptfragen zu beantworten.

Er bespricht zunächst die alte, vollkommen eingeebnete Erosionsfläche, auf welcher das Peraviertel von Konstantinopel in einer mittleren Höhe von 120 bis 130 *m* liegt. Diese Erosionsfläche steigt von Pera ganz allmählich zum Rücken des Belgrader Waldes von 200 *m* (höchster Punkt 223 *m*) um von dort schroffer zum Schwarzen Meer zu fallen. Die einzelnen, kleineren linsenförmigen Erhöhungen auf dieser Fläche werden als »Monadnocks« bezeichnet, der breite gewölbte Rücken, wie der Belgrader Wald aber einer späteren »Wölbung« der Perafläche zugeschrieben, die sich meist ohne Verwerfungen vollzogen hätte. Die Perafläche lasse sich nicht nur in der Strandža, dem Sakar und den benachbarten bithynischen Gebieten Kleinasiens verfolgen, sondern sei auch an den Dardanellen deutlich sichtbar. »Der Bosporus und die Dardanellen« — sagt Cvijić[1] — »besaßen in dieser Fläche breite Täler und später erst wurden infolge ihrer Hebung und Wölbung die heutigen jungen Täler des Bosporus und der Dardanellen im alten Talboden eingetieft.« Der Darlegung der

[1] J. Cvijić: a. a. O., p. 376.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Beobachtungen, aus welchen Cvijić die Bildung und Dislozierung der »thracisch-bithynischen Fläche« und das Alter der eingetretenen Veränderungen derselben zu ermitteln trachtet, kann nicht in allen Einzelheiten gefolgt werden, es muß vielmehr diesbezüglich auf die Darstellung von Cvijić selbst verwiesen werden.

Gegen diese möchte ich zunächst Bedenken bezüglich der angenommenen Wölbung der thracisch-bithynischen Fläche äußern, welcher vor allem die Erhöhung des Belgrader Waldes zugeschrieben wird. Ich vermisse den Nachweis, daß die alte Erosionsfläche vorher eine vollkommene Ebene gewesen sein muß und meine, daß sie vielleicht von Haus aus jene Neigungen aufzuweisen hatte, die wir heute an ihr wahrnehmen. Aus den von Cvijić angeführten Beobachtungen geht meines Erachtens lediglich mit Sicherheit hervor, daß die thracisch-bithynische Fläche eine Denudationsfläche ist, wie das auch Philippson bereits gezeigt hat. Daß eine solche Abtragungsfläche aber vollkommen eben sein muß, ist wohl von Haus aus nicht zu verlangen, zumal wenn sie Gesteinsregionen von sehr verschiedener Widerstandskraft: devonische Schiefer, Quarzite, mannigfache Eruptivgesteine abschneidet. Die Bildungszeit dieser alten Abtragungsfläche läßt sich annähernd durch die rotgelben Schotter bestimmen, welche im Belgrader Walde auf den von der Denudationsfläche abgeschnittenen Devonschichten ruhen. Hochstetter hat schon 1870[1] nähere Mitteilungen über diese Ablagerungen gemacht, die er als oberstes und jüngstes Glied der miocänen Schichtenreihe (»thracische Stufe«) bezeichnete. »Nördlich von Stambul« — sagt Hochstetter[2] — »findet man im Walde von Belgrad in dem Kessel, in welchem der große Bend (Wasserreservoir) von Belgrad liegt, 20 bis 30 Fuß mächtige Geröllbänke, welche dort unmittelbar über dem devonischen Grundgebirge lagern und vorherrschend aus Geschieben von Quarz, schwarzem Kieselschiefer, Hornstein und Jaspis bestehen, die tonigen

[1] Ferd. v. Hochstetter: Die geologischen Verhältnisse des östlichen Teiles der europäischen Türkei. Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien 1870, XX. Bd., p. 365.

[2] A. a. O., p. 377.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Schichten sind stellenweise schneeweiß, die Sande und Gerölle aber sind häufig eisenschüssig rot und gelb und tragen dann vollständig den Charakter des sogenannten Belvedereschotters und Sandes im Wiener Becken, der als oberste fluviatile Bildung nach den in demselben häufig vorkommenden Säugetierresten (*Dinotherium*, *Mastodon*, *Hipparion* etc.) noch zur Neogenformation gerechnet werden muß. Ähnliche Tonmergel-, Sand- und Geröllablagerungen, freilich ohne daß man in denselben bis jetzt charakteristische Tierreste gefunden hätte, sind es, welche zwischen Kilia und Karaburun die Ufer des Schwarzen Meeres bilden und weiter gegen Westen das ganze große Becken des Erkene ausfüllen und auch dort mit diluvialen Löß- und Sandbildungen so enge verknüpft sind, daß eine Trennung schwer möglich ist.«

Cvijić sagt von den Schottern von Belgrad: »Sie sind zweifellos fluviatiler Herkunft und gewiß ein Äquivalent der Wiener Belvedereschichten«. Den »Belvedereschichten«, insoweit darunter die rotgelben Schotter der »Arsenalterrasse« gemeint sind, wird aber jetzt von F. Schaffer ein jüngeres Alter zugeschrieben als der »Belvederefauna«, welche in Sanden liegt, die innig mit den Kongerienschichten verknüpft sind.[1] Darauf soll hier nur insofern verwiesen werden, als hierdurch die Schwierigkeit, derartige Flußschotter in ihrem geologischen Alter sicherzustellen, zur Genüge erhellt. Die Schotter im Walde von Belgrad können dem obersten Miocän, der pontischen Stufe angehören, die ja am Hellespont durch Calvert und Neumayr mit ihrer charakteristischen Säugerfauna nachgewiesen wurde; sie können aber auch jüngeren pliocänen Alters sein. Da Säugetierreste fehlen, ist das mit Sicherheit nicht zu entscheiden. Es mag daran erinnert werden, daß in Rumelien Sande mit der Fauna des Arnotales, also der zweiten pliocänen Säugerfauna nachgewiesen sind, deren Alter vollkommen sicher steht, da Zähne von *Elephas meridionalis* und

---

[1] Franz Schaffer: Die alten Flußterrassen im Gemeindegebiet der Stadt Wien, Mitteil. d. k. k. Geograph. Gesellsch., Wien 1902, Heft 11, 12. — Vergl. auch R. Hoernes: Belvederefauna und Arsenalterrasse. Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt. Wien 1904, Nr. 4, p. 101.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Hippopotamus major gefunden wurden.[1] Das Alter der Schotter von Belgrad bleibt sonach zweifelhaft, insolange es nicht durch Säugetierreste sichergestellt werden kann und folglich ist auch die Zeit der Bildung der Perafläche nicht genau festzustellen. Sie mag schon gegen das Ende der Miocänzeit begonnen und während der Pliocänzeit angedauert haben. Cvijić hebt hervor, daß sich auf der großen alten Fläche von Pera, ja selbst auf ihren höchsten Partien, beträchtliche Mengen fluviatilen Sandes und Schotters befinden, die denjenigen ähnlich sind, die er auf der Karatmadža, der bulgarischea Strandža festgestellt habe. »Die thracische Rumpffläche zeigt also Talböden alter, mutmaßlich pliocäner Flüsse, die den geschilderten Schotter abgelagert haben. Die Rumpffläche wurde zu Ende des Pliocäns und am Anfang des Diluviums gehoben und gewölbt. Auf diese Weise können die bedeutenden fluviatilen Schottermassen auf den Höhen des Belgrader Waldes erklärt werden; seitdem begann ein neuer Erosionszyklus und es tieften sich junge Täler in der gehobenen Rumpffläche ein.«[2]

Hochstetter und ebenso Cvijić nennen als Bestandteile des Schotters von Belgrad an erster Stelle Quarz, dann Kieselschiefer, Hornstein und Jaspis. Ein solcher vorherrschend aus Quarz bestehender Schotter setzt längeren Flußtransport voraus. Die pliocänen Flüsse, welche nach Cvijić diese Schotterablagerungen gebildet haben sollen, können demnach schwerlich einen älteren Abfluß des Schwarzen Meeres oder des an Stelle desselben vorauszusetzenden Binnensees gebildet haben. Es scheint mir wahrscheinlicher, daß diese Flüsse eine andere Richtung gehabt haben, und ich möchte diese Vermutung zumal auch hinsichtlich jenes Flusses festhalten, welcher den oberen alten Talboden des Bosporus in die alte Rumpffläche eingeschnitten hat. Nach Cvijić sieht man fast am ganzen Bosporus in einer Länge von über 20 *km* eine Hauptterrasse, welche 80 bis 100 *m* über dem Bosporus liegt und deren Ränder so weit voneinander entfernt liegen, daß der alte Bosporus

---

[1] Th. Fuchs: Über neue Vorkommnisse fossiler Säugetiere von Jeni Saghra in Rumelien etc. Verhandl. der k. k. Geolog. Reichsanstalt. Wien 1879, Nr. 3, p. 49.

[2] Cvijić: A. o. a. O., p. 379.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

zwei- bis dreimal breiter als der heutige gewesen sein muß. Unter dieser Hauptterrasse liegt eine niedrigere Felsterrasse, die 25 bis 30 *m*, an manchen Stellen auch 40 *m* über dem Bosporus liegt, und Cvijić meint, daß sich später durch genauere Messungen vielleicht noch zwei noch niedrigere Terrassen werden unterscheiden lassen. »Die obere Terrasse dürfte das Tal des Bosporus in der alten Erosionsfläche sein, bevor diese gehoben und gewölbt wurde. Das obere Tal ist antezedent gegenüber der Wölbung der Perafläche. Durch die späteren Bewegungen wurde auch der alte Talboden des Bosporus disloziert, er zeigt verschiedene Höhen und scheint, von Anadoli-Kavak gesehen, nach Nordnordost zum Schwarzen Meere hin geneigt zu sein, von Anadoli-Kavak ist er unzweifelhaft in der Richtung nach Konstantinopel zum Marmarameer hingeneigt. Von Anadoli-Kavak aus sieht man das Stück einer Terrasse oberhalb Anadoli-Fener am Schwarzen Meere.«[1]

Zu diesen Angaben von Cvijić möchte ich bemerken, daß ich die von ihm nachgewiesenen Terrassen, welche die alten Talböden des Bosporus bezeichnen, keineswegs in Zweifel ziehen will, sondern nur bei dem Umstand, als die Terrassen — wie das die von Cvijić veröffentlichte geologische Übersichtskarte des Bosporus[2] recht gut erkennen läßt — an vielen Stellen unterbrochen sind und eine sehr verschiedene Richtung erkennen lassen, nicht ganz davon überzeugt bin, daß die Terrassen in der Tat so zusammengehören, daß sich die von Cvijić behauptete Neigung des alten Talbodens einerseits zum Marmara-, andrerseits zum Schwarzen Meere mit voller Sicherheit ergibt. An manchen Stellen, so bei Kandili auf der asiatischen, bei Arnaut-Köi auf der europäischen Seite scheinen nach der Karte zwei Hauptterrassen (bei Cvijić mit starken Linien markiert, während die niedrige Terrasse durch eine gestrichelte Linie bezeichnet ist) in verschiedener Höhe aufzutreten, von welchen die obere Terrasse wahrscheinlich der oberen Felsterrasse von Anadoli-Kavak in 100 *m* Höhe entsprechen dürfte. Meines Erachtens müßten die Terrassen am

---

[1] Cvijić, a. a. O., p. 381.

[2] A. a. O., p. 370.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Bosporus viel genauer in ihrer Höhe und in ihrem Zusammenhange untersucht werden, ehe man bestimmte Schlüsse auf die Neigung und etwaige Dislokation der alten Talböden aus ihnen ableiten könnte.

Noch unsicherer verhält es sich mit den alten Talböden des Dardanellenflusses. Cvijić gibt an, daß man nicht nur in der Umgebung von Čanak, sondern um die ganzen Dardanellen die Erosionsfläche erkenne, welche die Fortsetzung der Perafläche bilde, hier jedoch in sanfte Wölbungen und breite Senkungen gewellt sei. Bei Kilid-Bahr und Čanak liege die alte Erosionsfläche etwa 200 *m* hoch. Von hier steige sie zum nordwestlichen Rand der Halbinsel Gallipoli empor, wo sie, wahrscheinlich längs einer jungen Verwerfung, in den Golf von Saros hinabreiche. Im Südost von Čanak erreiche die Erosionsfläche eine Höhe von 300 *m*. Die Dardanellen sind nach Cvijić als Erosionstal in diese alte Erosionsfläche eingeschnitten und das alte in die Perafläche vertiefte Dardanellental ist mindestens zweimal breiter als die heutigen Dardanellen, welche als jüngeres Tal mit steilen und senkrechten Wänden cañonartig in jenes ältere Tal eingeschnitten sind. »Weiter sieht man« — sagt Cvijić[1] — »zwischen dem Rande der Perafläche und dem Wasserniveau der Dardanellen Abstürze und Ränder, die größtenteils Verwitterungsabstürze sind, manche dürften jedoch als Terrassen gedeutet werden, die der niedrigeren Bosporusterrasse entsprechen würden.« Über den alten Talboden der Dardanellen liegen aber nur wenige Angaben vor. Nach Cvijić wäre er am besten um Nagara-Kalessi erhalten geblieben, dann oberhalb Gallipoli und zwischen Gallipoli und dem Flüßchen Bujukdere. Cvijić nimmt für die Dardanellen die gleiche Entstehung an wie für den Bosporus: die Erosionsfläche sei während des Pliocän entstanden und zu dieser Zeit hätte sich auch das breite und nahezu reife Tal des Dardanellenflusses gebildet. Mutmaßlich gegen das Ende des Pliocäns wäre die Erosionsfläche umgestaltet, emporgehoben, gewölbt und wellenförmig disloziert worden. Dadurch sei eine neue Vertiefungserosion hervorgerufen worden: »Der Dardanellenabfluß

[1] Cvijić, a. a. O., p. 384.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

vertiefte sich im alten breiten Talboden und es entstand das heutige cañonartige Tal der Dardanellen. Die tektonischen Prozesse setzten sich im Diluvium fort. Infolge der Senkung des Geländes geriet das ganze cañonförmige Tal der Dardanellen unter das Meer und wurde eine Meerenge.«

Im Abschnitt 5 »Entwicklungsgeschichte des Bosporus und der Dardanellen«[1] gibt Cvijić zunächst eine Übersicht der geologischen Geschichte, er erörtert die Ausbildung und das Alter der thracischen Rumpffläche, bespricht den pliocänen ägäischen Fluß, die Entstehung und das Alter des Marmarameeres und des nördlichen Ägäischen Meeres, die Hebung und Wölbung der thracisch-bithynischen Rumpffläche, die Entstehung der jungen Cañontäler des Bosporus und der Dardanellen, das seitliche Zusammentreffen der Hebung und Vergletscherung und schließlich die spätdiluvialen und rezenten tektonischen Vorgänge sowie die rezente Erosion im Bosporus und den Dardanellen. Manche dieser Ausführungen, so zumal jene, welche den pliocänen ägäischen Fluß betreffen, haben bereits Erwähnung und Erörterung gefunden, hinsichtlich der Hebung und Wölbung der thracisch-bithynischen Rumpffläche möchte ich die Bemerkung machen, daß sie wohl hauptsächlich deshalb angenommen wurde, um die Entwässerung des Schwarzen-Meer-Beckens durch den pliocänen ägäischen Fluß überhaupt möglich erscheinen zu lassen. Diese Hebung hätte aber eine sehr bedeutende sein müssen, wenn durch sie der Abfluß des pontischen Beckens durch das ägäische Festland zum Mittelmeer erklärt werden sollte. Mit etlichen hundert Metern würde man hier das Auslangen kaum finden, besonders bei der Hochlage der levantinischen Binnenablagerungen auf Kos und Rhodus und der Vorausetzung von Gebirgsketten, welche die levantinischen Seen der Ägäis vom Mittelmeer trennten. Andrerseits läßt auch das Vorhandensein von Quarzschottern auf der thracischen Rumpffläche, die doch auf einen längeren Flußtransport schließen lassen, kaum die Annahme zu, daß der Fluß oder die Flüsse, welche sie herbeitgetragen haben, dieses Material aus dem damals schon bestehenden

[1] Cvijić, a. a. O., p. 385 bis 392.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Becken des Schwarzen Meeres geholt hätten, viel eher liegt die Vermutung nahe, daß die Entwässerung der Ägäis den entgegengesetzten Lauf genommen hat und die Quarzgeschiebe vom ägäischen Festland stammen. Ich kann Cvijić nicht beistimmen, wenn er[1] sagt: »Die Abflußrichtung in den pliocänen Tälern des Bosporus und der Dardanellen läßt sich mit genügender Wahrscheinlichkeit bestimmen. Es ist zunächst am wahrscheinlichsten, daß das Wasser aus dem brackischen und Süßwasserbecken, nämlich dem pontisch-kaspischen und dem Marmarabecken, durch die Dardanellen und durch das Gebiet der ägäischen pliocänen Seen zum Mediterranen Meere als zum nächsten Meere und zur Erosionsbasis des gesamten Gebietes geflossen sei. Der pliocäne Talboden des Bosporus zeigt streckenweise eine Neigung gegen das Marmarameer, jener der Dardanellen vorzugsweise gegen das Ägäische Meer. Sie sind aber beide disloziert, so daß man daraus keine sicheren Schlußfolgerungen ziehen kann.« Es gibt aber in der Umgebung des Bosporus und im Bosporus selbst genug Tatsachen, aus welchen man den entgegengesetzten Schluß ziehen kann als jenen, welchen Cvijić hinsichtlich der Richtung des ägäischen Flusses ableiten will.

Das Goldene Horn ist, wie schon Sokolow betont hat und wie seither übereinstimmend von allen Autoren, die sich über den Gegenstand vernehmen ließen, anerkannt wurde, ein echter Liman, ein ertränktes Flußtal. Seine Bildung hängt zweifellos mit jener des Bosporus selbst zusammen und wurde nur durch die Erosion jenes Flusses ermöglicht, der den Bosporus selbst geschaffen hat. Die vereinigten Zuflüsse des Goldenen Horns, Čatane und Alibei-Su haben seinerzeit, als sie einen Nebenfluß des Bosporusflusses bildeten, das Goldene Horn eingeschnitten. Nun krümmt sich das Goldene Horn an seiner Mündungsstelle nordwärts gegen den Bosporus, was entschieden darauf hindeutet, daß der Hauptfluß, in welchen der Seitenfluß des Goldenen Horns mündete, einst die entgegengesetzte Richtung besaß als die heutige Oberflächenströmung des Bosporus.

---

[1] A. o. a. O., p. 387.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Der Bosporus zeigt nicht nur an seinen Ufern, sondern auch in seinen Tiefenverhältnissen die Gestalt eines echten Flußtales. Er weist tiefe Auskolkungen auf, welche an jene der Donau im Eisernen Tore erinnern. Cvijić gedenkt auch dieser Erscheinung, aber nur bezüglich der Enge nördlich von Rumeli-Hissar, wo der Bosporus nur 660 *m* breit ist. Er sagt:[1] »Diese schmalste Strecke des Bosporus heißt Šejtan-Akentizi (Teufelsfluß) und daselbst hat der Stromstrich der oberen Strömung 9 bis 10 *km* Geschwindigkeit in der Stunde, während die durchschnittliche Geschwindigkeit des Wassers im Bosporus 3 bis 4 *km* in der Stunde beträgt. Die Tiefe des Bosporus beträgt 50 bis 70 *m*, im Šejtan-Akentizi bei einer kolkartigen Vertiefung etwa 120 *m*.«

Dieser Kolk im »Teufelsfluß« ist aber nicht der einzige, wenn auch der tiefste im Verlauf des Bosporus. Ein Blick auf das Kärtchen des Bosporus in Berghaus's Physikalischem Atlas lehrt uns, daß fünf solcher Kolke vorhanden sind, welche unter 100 *m* hinabreichen. Es sind der Reihe nach von Süd nach Nord die folgenden: 1. zwischen Beilerbejkjöi am asiatischen, Orta-Kjöi und Arnaut-Kjöi am europäischen Ufer, 2. zwischen Kandili an ersterem und Bebek an letzterem, 3. zwischen Kanlydshe am asiatischen und Rumeli-Kjöi am europäischen Ufer, 4. zwischen Bejkjös an ersterem und Böjükdere an letzterem, 5. zwischen Anadoli Fener auf asiatischer und Fanaraki auf europäischer Seite an der Mündung des Bosporus ins Schwarze Meer. Alle diese Kolke liegen den engsten Talstrecken gegenüber so, wie es einem Flusse entsprechen würde, der vom Marmarameer ins Schwarze Meer läuft, keineswegs aber kann ihre Verteilung und Lage mit der entgegengesetzten Annahme vereinbart werden. Am beweisendsten scheint mir in dieser Hinsicht der letzte zwischen Anadoli Fener und Fanaraki an der Mündung des Bosporus ins Schwarze Meer gelegene Kolk (5), dessen Bildung durch einen Abfluß aus dem Schwarzen Meer vollkommen unverständlich wäre. Daß diese Kolke aber nicht etwa durch die zweite, untere Strömung des Bosporus gebildet worden sein können, die tatsächlich gegen-

[1] A. o. a. O., p. 369.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

wärtig schwereres, salzigeres Wasser aus dem Marmarameer ins Schwarze Meer führt, ist wohl bei der geringen Geschwindigkeit dieser Strömung selbstverständlich.

Noch deutlicher als dies durch die Berghaus'sche Darstellung der Kolke auf dem Grunde des Bosporus (vergl. die darnach hergestellte Figur 1) ersichtlich gemacht wird, erweist die Erörterung der Tiefenverhältnisse des Bosporus durch

Fig. 1.

Die Kolke des Bosporus nach Berghaus.

Th. English, beziehungsweise der von ihm veröffentlichte Längsschnitt durch den Bosporus (vergl. die Figur 2, welche die Durchschnitte English's wiedergibt), daß die jetzt als Meerenge uns entgegentretende Erosionsrinne einst von einem gegen die Depression des Schwarzen Meeres gerichteten Flusse geschaffen wurde.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Die Abhandlung von Th. English,[1] welche so viele neue und wesentliche Beobachtungen über das Auftreten der Formationen in der Umgebung der Dardanellen enthält — es sei hier vor allem des Nachweises des oligocänen Alters des Kohlenbeckens von Keshan, bezeichnet durch das Vorkommen von *Anthracotherium*[2] und *Corbicula (Cyrena) semistriata* gedacht sowie auf die Entdeckung mariner Ablagerungen des Vindbonien Depéret (II. Mediterranstufe Suess) mit *Pecten aduncus* Eichw., *Ostrea lamellosa* Brocc., *Alectryonia Virleti* Desh., *Arca (Anadara) diluvii* Lamk. bei Eregli am Golf von Xeros und mit *Ostrea crassissima* Lamk. bei Myriophyto an der nördlichen Küste des Marmarameeres verwiesen — trägt auch vieles zur Lösung der uns hier beschäftigenden Frage bei. Für English ist es ausgemacht, daß die Erosion des Bosporus zur Pliocänzeit durch in der Richtung gegen das Schwarze Meer fließendes Wasser stattfand. English erinnert in der betreffenden Erörterung[3] zunächst daran, daß nach Andrussow das Schwarze Meer von der Pontischen Stufe bis zum Beginn der Diluvialepoche ein von allen Seiten geschlossenes, mit brackischem Wasser erfülltes Becken bildete und der Bosporus vor seiner Erfüllung durch die See den Grund eines Erosionstales darstellte. Diese Annahme sucht English durch weitere Untersuchungen zu stützen. Er verweist vor allem auf die Bedeutung der postsarmatischen Erhebung einer Falte hin, welche den Rücken Dohan-Aslan und Serian-Tepe bildete. Diese Erhebung habe die Verbindung zwischen dem Marmarameer und dem Golf von Xeros geschlossen. Im Kern der Falte seien ältere Gesteine aufgeschlossen und das postsarmatische Alter ihrer Aufrichtung wäre dadurch sichergestellt, daß die älteren tertiären Sedimente bis zu den sarmatischen Schichten und diese selbst zu beiden Seiten der Rücken mit beständigem Ost-Nordost-Streichen

---

[1] Thomas English, Eocene und Later Formations surrounding the Dardanelles. Quarterly Journal of the Geological Society of London, 60. Bd. 1904, p. 243.

[2] *Anthracotherium minus* Cuv., nach der Bestimmung von R. B. Newton im Anhang zu der zitierten Abhandlung von Th. English, a. a. O., p. 286.

[3] Th. English, a. o. a. O., p. 261 u. f.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

jäh von demselben abfallen. Der so gebildete Damm, welcher dem Marmarabecken jeden Ausfluß nach Westen versperrte, sei die Ursache des Abflusses des Marmarawassers in das Schwarze Meer während der Pliocänzeit gewesen. Erst später wäre durch das Einschneiden der Dardanellen der Abfluß des Marmarameeres und Schwarzen Meeres in das Mittelmeer ermöglicht worden. Da nach seiner Kenntnis tertiäre Ablagerungen längs des Bosporus bisnun nicht gefunden worden seien, erachtet es English für nutzlos, darüber nachzusinnen, wann und wie das Tal, welches jetzt die Meerenge bildet, zuerst eine zusammenhängende Gestalt in den alten Gesteinen gezeigt hätte. Allem Anschein nach sei es zufolge des Rückzuges des Sarmatischen Meeres durch einen nordöstlich fließenden Fluß gebildet worden, eingeengt zu einer engen Felsschlucht zwischen Rumeli Hissar und Kandili, wo die allgemeine Wasserscheide zwischen Schwarzem Meer und Marmarameer die Meerenge kreuzt. Das Gefäll des Längsschnittes nach den tiefsten Teilen der Meerenge ist nach English — abgesehen von einer bemerkenswerten Vertiefung bei Kandili von 66 Faden,[1] — nahezu gleichmäßig: Die Tiefe wachse von 20 Faden an dem südwestlichen Ende zwischen der Spitze des alten Serails und dem Leanderturm bis zu 36 Faden an dem nordöstlichen Eingang bei Fil-Burun in einer Distanz von 14 Seemeilen (vergl. Fig. 2).

English hebt dann hervor, daß das Vorhandensein älterer vormiocäner Schichten an der Spitze des alten Serails und Sondierungen von Felsgrund außerhalb dieses Punktes es wahrscheinlich machen, daß hier eine harte Felsschranke die Meerenge bis zu den Devonischen Gesteinen bei Skutari durchzieht. Diese Barre verursache das seichteste Wasser in der ganzen Distanz von 167 Seemeilen zwischen dem Mittelmeer und dem Schwarzen Meer, sie habe die untere Grenze des Wasserspiegels des Marmarameeres bestimmt, bevor die Dardanellen eingeschnitten wurden und sie bezeichne jetzt das Niveau, bei welchem das Schwarze Meer wieder zu einem

---

[1] Deren Entstehung, wie wir später sehen werden, English einer jüngeren Auskolkung zuschreibt.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

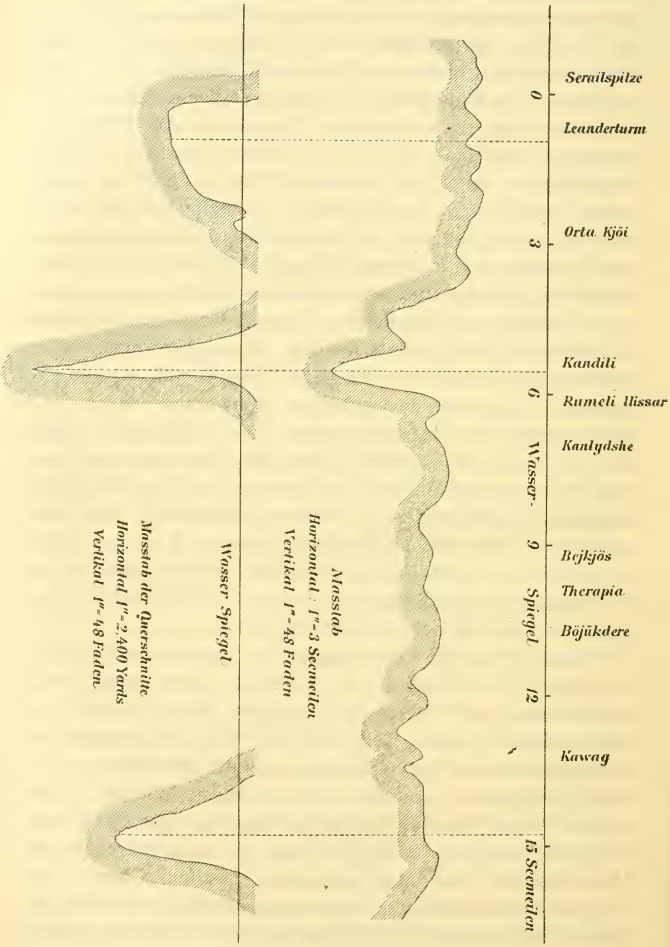

Fig. 2.

Durchschnitte durch den Bosporus nach Th. English.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

geschlossenen Becken werden würde. Zur Zeit, als der Einschnitt des Bosporustales vollendet wurde, sei der von Professor Andrussow beschriebene Pontisch-Kaspische See nahezu 200 Fuß tiefer gestanden als heute.

Es sei ferner, meint English, nicht leicht zu entscheiden, ob die Bildung der tiefen Depression (660 Faden) des Marmarameeres dem Einschneiden des Bosporustales voranging oder nachfolgte, aber die zahlreichen Erdbeben, welche ersichtlich mit den Brüchen an den Rändern des Senkungsfeldes zusammenhängen, machen es wahrscheinlich, daß der Einsturz des Marmarabeckens noch fortschreitet. Jedenfalls habe der Rückzug des Sarmatischen Binnenmeeres die Bildung eines oder mehrerer Seen veranlaßt, welche nordostwärts durch den Bosporus entwässert wurden und das Wasser derselben sei ausgesüßt worden und gefallen, während das Bosporustal in der Pliocänzeit allmählich seine gegenwärtige Gestalt gewonnen habe. Dann hätte der Spiegel des Pontisch-Kaspischen Sees wieder zu steigen begonnen, so daß in Zusammenhang mit jenem auch das Marmarameer allmählich seine Grenze westwärts bis Gallipoli vorschieben konnte und Brackwasser-Schichten mit kaspischen Conchylien daselbst zur Ablagerung kamen. Das Steigen des Wasser habe allmählich die Höhe erreicht, welche durch die Strandbildungen bei Hora, 130 Fuß über der Meeresfläche angezeigt werde, welche *Neritina fluviatilis (= danubialis), Didacna crassa, Dreissensia polymorpha* und *Mytilus edulis* enthalten. In Fig. 6, p. 264 gibt English eine Ansicht dieser Strandbildungen mit der Bezeichung: »Raised beach, 130 feet above sea-level, at Hora lighthouse, northwestern coast of the Sea of Marmara«. An anderer Stelle[1] sagt er »Dieser Strand bezeichnet den letzten Hochwasserstand des Pontisch-Kaspischen Binnenmeeres und einen Teil der Umgrenzung des Marmarasees zur Zeit, als die Conchylienbank von Gallipoli aufgehäuft wurde. Das Konglomeratgestein, auf welchem Gallipoli erbaut ist, besteht großenteils aus Schalen von *Didaena crassa, Dreissensia Tschaudae* und *Dr. polymorpha.* Die Ablagerung ist meiner

[1] Th. English, a. o. a. O., p. 265.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Ansicht keine gehobene Strandbildung (»The deposit is not, in my opinion, a raised beach«), sie breitet sich wenigstens über zwei Quadratmeilen aus mit einer sehr gleichmäßigen Oberfläche, ungefähr 80 Fuß über dem Seespiegel. An der Bas-Tschesme-Bai (Gallipoli) wird das Konglomerat teilweise durch eine lokale Ablagerung von sandigem Lehm ersetzt, in welchem eine ungefähr 1 Fuß dicke Lage mit denselben kaspischen Conchylien *Didacna crassa* und *Dreissensia polymorpha* auftritt, welche sich deutlich in dieser ursprünglichen Lage befinden, da manche von den beiden Schalen noch zusammenhängen«. English erinnert dann daran, daß Andrussow das Konglomerat von Gallipoli als Äquivalent der Tschauda-Schichten von Kertsch betrachtet und als gebildet in einem brackischen Binnensee vor der Existenz der Dardanellen; er erörtert ferner (ohne der Darlegungen Neumayr's über diesen Gegenstand zu gedenken), daß nach Philippson die Bildung der ägäischen Senkungen zwischen dem unteren und oberen Pliocän begann. Er knüpft daran die Hypothese, daß hieraus eine umgekehrte Drainage des Dardanellengebietes durch einen Fluß hervorging, dessen Wasserscheide südwestlich von Gallipoli lag, und daß dann, als dieser durch subaerische Wirkungen unter das Niveau des eingedämmten pontischen Wassers geriet, der erfolgende rasche Ausfluß die Bildung der Dardanellen herbeiführte.

English meint auch, daß durch die Anzapfung des damals hoch stehenden pontischen Binnenmeeres und den vehementen Ausfluß desselben durch die bereits gebildete Rinne des Bosporus die tiefe Auskolkung bei Rumeli-Hissar gebildet worden wäre. Ich habe bereits oben, im Anschluß an die Erörterung der von Berghaus gegebenen Darstellung der Kolke des Bosporus die Meinung vertreten, daß die Lage dieser Kolke nur mit der Annahme einer Flußrichtung nach Nordost vereinbar wäre und möchte an dieser Ansicht, die dort hinsichtlich aller Kolke des Bosporus geäußert wurde, auch mit Bezug auf den tiefsten derselben bei Rumeli Hissar festhalten. Die Kolke des Bosporus sind zweifellos Staukolke. Bezüglich der Ausbildung derartiger Vertiefungen sei auf die Unterscheidung

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

von Wirbel- und Staukolken bei Eduard Suess[1] und die Darlegungen über die Entstehung der letzteren verwiesen. Staukolke liegen stets stromabwärts, unterhalb des stauenden Hindernisses und die Kolke des Bosporus können demgemäß nur von einem Fluß verursacht worden sein, der die Richtung vom Marmarameer gegen das Schwarze Meer hatte.

So bestechend die gesamten Ausführungen English's durch die Klarheit ihrer Darlegungen auch sind, können sie doch nicht ohne weiteres angenommen werden. Ich möchte ihnen nur hinsichtlich der Eintiefung des Bosporus durch ein nordöstlich fließendes Gewässer unbedingt beipflichten. Es läßt sich auch außer den Kolken im Bosporus und den allgemeinen Verhältnissen des Gefälles in demselben noch ein weiteres Argument für diese Annahme anführen, die Tatsache nämlich, daß auf dem Grunde des Schwarzen Meeres nächst der Mündung des Bosporus Tiefenverhältnisse vorhanden sind, welche andeuten, daß die Flußrinne noch ein Stück auf dem Grunde des Meeres zu verfolgen ist. Ich kann dies allerdings nur aus einem ungenügenden Beweismaterial ableiten, da mir eine Tiefenkarte des Schwarzen Meeres mit genaueren Angaben in Graz nicht zugänglich war; doch zeigt die Karte 24 des Berghaus'schen Physikalischen Atlasses (Mittelländisches und Schwarzes Meer) sehr bezeichnende Einbiegungen der Tiefenlinie von 200 *m*, welche sich dem Bosporus zukehren, während die Tiefenlinie von 1000 *m* keinerlei Störung erkennen läßt (Fig. 3). Wenn — wie ich mit gutem Grund annehmen darf — in der Tat Furchen auf dem Grunde des Schwarzen Meeres vorhanden sind, welche als Verlängerung des Bosporustales betrachtet werden können, so sind sie gewiß nicht durch die heutige untere Strömung salzigeren Wassers verursacht worden, zumal diese ihre Wirkung kaum bis zu einer Tiefe

Fig. 3.
Tiefenlinien im Schwarzen Meer an der Bosporusmündung (nach Berghaus)

[1] E. Suess, Antlitz der Erde II, p. 433 bis 439.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

von 200 *m* und darüber hinaus wird erstrecken können, da sie schon in der Enge des Bosporus eine viel geringere Schnelligkeit als die obere Strömung des weniger salzigen Bosporuswassers besitzt und jedenfalls in einiger Entfernung von der Mündung des Bosporus ins Schwarze Meer bereits so viel an Geschwindigkeit verloren haben wird, daß sie nicht mehr imstande sein könnte, Rinnen auf dem Meeresgrund zu erzeugen, wenn auch der Natur der Sache nach das aus dem Marmarameer, beziehungsweise dem Mittelmeer kommende salzigere Wasser gegen die Tiefen des Schwarzen Meeres hinströmen wird. Es ist viel eher anzunehmen, daß jene Rinnen, deren Vorhandensein hier vorausgesetzt wird, durch den pliocänen Fluß erzeugt wurden, welcher den Bosporus eingeschnitten hat und noch eine Strecke auf dem heutigen Boden des Schwarzen Meeres zu durchlaufen hatte, ehe er den damals so tief stehenden brackischen See erreichen konnte.

Hingegen möchte ich mit Philippson und Cvijić annehmen, daß der Einschnitt der Dardanellen durch eben denselben Fluß verursacht wurde, welcher den Bosporus als ein Erosionstal bildete. Die Übereinstimmung in den wesentlichen Verhältnissen, zumal was die Talrinne, ihren cañonartigen Charakter und ihre Tiefe anlangt, ist zu groß, als daß die von English angenommene verschiedenartige Bildung der beiden Taleinschnitte wahrscheinlich wäre. Ich muß vor allem die von English behauptete Trennung der Abflußgebiete durch die Aufrichtung des postsarmatischen Rückens von Dohan-Aslan und Serian-Tepe bezweifeln. Nach dem Rückzug des Sarmatischen Binnenmeeres finden wir zur pontischen Zeit fluviatile Ablagerungen in der Gegend des Hellespontes. Aus offenbar über den sarmatischen *Maltra*-Kalken lagernden Schichten von Renkiöi führt M. Neumayr *Tragoceras amaltheus* Wagn., *Palaeoreas* sp., *Sus erymanthius* Wagn., *Mastodon longirostris* Kaup., *Hippotherium gracile* Kaup., *Camelopardalis attica* Gaudry an.[1] Paläontologisch sind demnach Schichten vom Alter des Pikermi-Horizontes in der Um-

[1] Frank Calvert und M. Neumayr, Die jungen Ablagerungen aus Hellespont. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss., Wien, 40. Bd., 1880, p. 8 [364].

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

gebung des Hellespontes sicher nachgewiesen, die Frage, ob diesem Horizonte die von Hochstetter als »thracisch« bezeichneten Schotter des Waldes von Belgrad bei Konstantinopel angehören, wurde bereits oben berührt. Jedenfalls weisen diese Schotter auf einen längeren fluviatilen Transport hin, der wohl kaum aus der Gegend des Schwarzen Meeres, sondern eher aus jener des Ägäischen anzunehmen ist. Wüßten wir näheres über die Schichten, welchen die von Neumayr angeführten, von Calvert gesammelten Reste entstammen, so könnte wohl ein bestimmterer Schluß gezogen werden, so aber sagt Neumayr ausdrücklich von den oben angeführten Säugetierresten: »Die Zähne, nach welchen diese Bestimmungen gemacht wurden, können nicht aus der sarmatischen Stufe stammen und dasselbe ist wahrscheinlich bezüglich einzelner Hornzapfen und Hufe von Antilopen der Fall. Es ist daher zu vermuten, daß diese Formen aus einer obersten, die sarmatischen Kalke bedeckenden Lage pontischen Alters herrühren; in der oberen Abteilung treten Gerölle und Sande auf und es ist wahrscheinlich, daß diese es sind, welche ein jüngstes Niveau mit den genannten Säugetieren darstellen, das bisher von älteren, petrographisch ähnlichen Bildungen noch nicht unterschieden worden ist.« Cvijić will nicht nur in der Umgebung von Čanak, sondern um die ganzen Dardanellen die alte thracische Erosionsfläche erkennen, die er als Fortsetzung der Perafläche bezeichnet; in dieser wäre zuerst das alte Dardanellental eingeschnitten worden, das mindestens zweimal breiter war als die heutigen Dardanellen, und in den Becken desselben schließlich das jüngere Tal mit steilen und senkrechten Abhängen. Auch für das ältere, reife Dardanellental möchte ich im Gegensatz zu Cvijić und English annehmen, daß es durch einen pliocänen Fluß, welcher von dem einstigen ägäischen Festland dem Becken des Schwarzen Meeres zuströmte, geschaffen worden sei. In diesem Becken erfolgt an der oberen Grenze des Miocän eine beträchtliche Reduktion des Binnenmeeres, das zur sarmatischen, mäotischen und pontischen Zeit bereits erhebliche Schwankungen in seinem Stande aufzuweisen hatte. Auch die weitere Regression ist sicher nicht auf einmal, sondern wohl stufenweise erfolgt, bis schließlich

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

jener von Andrussow und Sokolow dargelegte Tiefstand des eingeengten Pontus erzielt wurde, der durch die Erniedrigung der Erosionsbasis das Einschneiden des Bosporus und der Dardanellen in die oberen breiten Talrinnen verursachte.

Der Zeitpunkt, in welchem das Meer von diesen Rinnen Besitz ergriffen hat, nachdem das ägäische Festland stückweise zur Tiefe gegangen war, ist mit ziemlicher Sicherheit festzustellen. Seit langer Zeit kennt man in der Umgebung der Dardanellen in verschiedener Höhe Meeresablagerungen diluvialen Alters. Spratt hat sie schon 1857 erwähnt; M. Neumayr bespricht[1] 1880 die diluvialen Muschelbänke von Gallipoli und Čanak-Kalessi und hebt hervor, daß unter 29 von ihm aufgezählten Arten nur 15 mit der heutigen Fauna des Schwarzen Meeres gemeinsam sind, er erwähnt auch ein Feuersteinmesser, welches aus diesen Ablagerungen stammen soll (was später von Calvert in Abrede gestellt wurde) und bemerkt: »Menschliche Ansiedlungen existierten demnach hier schon zu einer Zeit, als das Meer noch 40′ höher stand als jetzt, und von einzelnen Conchylienarten bewohnt war, die jetzt ausgestorben sind *(Tapes* cf. *Dianae)* oder wenigstens aus den benachbarten Gegenden verschwunden sind *(Eastonia rugosa).*«[2] Toula schildert junge Mediterranablagerungen auf dem Wege von Čanak Kalessi nach Lapsaki (Lampsakos), er bespricht Austern- und Lithothamnienbänke und gibt nach Bestimmungen von Dr. Rudolf Sturany eine Liste von durchwegs mediterranen Arten dort auftretender Conchylien.[3] English erörtert außer diesen, in relativ tiefem Niveau an den Dardanellen angetroffenen jungen Meeresbildungen viel höher liegende an der nördlichen Küste des Marmarameeres. Schon 1902[4] führt er ein Strandkonglomerat bei Myriophyto an, welches ungefähr 330′ über dem heutigen Meeresspiegel

---

[1] F. Calvert und M. Neumayr, a. o. a. O., p. 10 (366) u. f.

[2] F. Calvert und M. Neumayr, a. a. O., p. 14 (370).

[3] F. Toula, Eine geologische Reise nach Kleinasien. Beiträge zur Palaeontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, XII, 1900, p. 14, 15.

[4] Th. English, Coal and Petroleum-Deposits in Europaean Turkey Quarterly Journal of the Geological Society, London, 48. Bd. 1902, p. 159.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

liegt, und 1904 macht er eine weitere Mitteilung über eine Bank mit mediterranen Conchylien, welche bei Hora 405′ über dem Meeresspiegel sich findet.[1] Er gibt auch eine bildliche Darstellung dieser Ablagerung, welche ungefähr 1000 Yards landeinwärts von einer anderen Conchylienbank in 130′ Seehöhe gelegen ist, welche letztere kaspische Arten *(Didacna crassa, Dreissensia polymorpha, Neritina fluviabilis)* enthält, und erwähnt, daß sowohl über als unter dem 130′ Niveau bei Hora zahlreiche Konglomeratblöcke verstreut sind, welche mediterrane Conchylien, wie *Mytilus edulis, Ostrea edulis, Callista Chione* und *Osilinus articulatus* enthalten. Auch über die in tieferem Niveau auftretenden diluvialen Meeresbildungen der Umgebung der Dardanellen gibt English weitere Nachrichten. Fossillisten von den einzelnen Punkten, die freilich nicht so zahlreiche Arten enthalten als die von Neumayr und Toula veröffentlichten, gibt im Anhang zu English's Abhandlung R. B. Newton. Von Interesse ist in diesen Listen erstlich die Anführung von *Ostrea Cyrnusii* Payraudeau aus tonigen Schichten, welche eine (englische) Meile nordöstlich von Gallipoli 20′ über dem Seespiegel liegen. Weinkauff betrachtet diese von Payraudeau von Corsica beschriebene Art lediglich als eine Varietät der *Ostrea lamellosa* Brocc., welche durch einen besonders langen Schnabel ausgezeichnet sei.[2] Newton verweist auf die vollkommene Übereinstimmung des von English gesammelten Exemplares mit der durch Reeve gegebenen Abbildung der *Ostrea Cyrnusii.* Bemerkenswert ist ferner, daß Newton die von Neumayr als *Tapes* cf. *Dianae* Requ. geschilderte und zur Abbildung gebrachte Form von *Tapes Dianae* verschieden findet und daher den neuen Namen *Tapes Calverti* für sie vorschlägt.[3] Er führt die Form sowohl von Gallipoli als von der gegenüber liegenden Seite der Dardanellen, etwa eine Meile landeinwärts von Čardak an. Obwohl auch heute noch unsere Kenntnis von den diluvialen

---

[1] Th. English, Eocene and Later Formations surrounding the Dardanelles. Quart. Journ. Geol. Soc. 60. Bd. 1904, p. 269.

[2] H. C. Weinkauff, Conchylien des Mittelmeeres, 1867, I, p. 175.

[3] R. B. Newton, im Anhang zu Th. English's oben zitierter Abhandlung, p. 278.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Muschelbänken an den Ufern des Marmarameeres und an den Dardanellen manches zu wünschen übrig läßt, so scheint es doch, als ob zwei altersverschiedene Ablagerungen auftreten würden, welche durch verschiedene Strandhöhen gekennzeichnet wären. Jedenfalls hat das Mittelmeer schon zu Anfang der Diluvialperiode von der Dardanellenstraße, vom Marmarameer, vom Bosporus und dem Pontus Besitz ergriffen. Die hohe Lage der altdiluvialen Muschelbänke am Marmarameer ist wohl kaum lokalen Hebungen zuzuschreiben, sondern eustatischen Veränderungen im Stande des Meeres, denn so weit sich die Verhältnisse im gesamten Mittelmeerbecken schon bei dem heutigen mangelhaften Stand unserer Kenntnisse überblicken lassen, war das Niveau des Meeres zur älteren Diluvialzeit weit höher als später.

Auch im Becken des Schwarzen Meeres stand das Meer zuerst höher und besaß zur Diluvialzeit größeren Salzgehalt als das heutige Schwarze Meer. E. Suess[1] verweist diesbezüglich auf die Beobachtungen von Abich an der Meerenge von Kertsch und auf der Halbinsel Taman, von Tschihatscheff bei Samsun an der kleinasiatischen Nordküste: »So scheint in der Tat zur Zeit, als das pontische Gebiet dem Mittelmeer zugänglich wurde, allgemein ein etwas höherer Wasserstand geherrscht zu haben. Mit seinem vollen Salzgehalte trat das Meer ein; an vielen Orten war das Ufer von Löß gebildet, wie es heute der Fall ist, und dann erst folgte Aussüßung und negative Bewegung.«

Wohl mit Recht nimmt Sokolow, wie wir seiner weiter oben mitgeteilten chronologischen Tabelle entnehmen können, an, daß das Eindringen von *Cardium edule* L. ins Kaspische Meer zu jener Zeit stattfand, als die Fluten des Mittelmeeres in den Pontus eindrangen und diesen höher steigen machten. Eine Schwellung von ungefähr 30 *m* würde aber hinreichen, um eine Verbindung mit dem Kaspisee über die Manytsch-Niederung herbeizuführen. Es ist als höchst wahrscheinlich anzunehmen, daß diese Verbindung, welche vorher in ausgedehnter Weise zur sarmatischen Zeit bestanden haben muß und später durch

[3] E. Suess, Antlitz der Erde, II, p. 551.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

den Rückzug des Binnensees im Becken des Pontus zur Pliocänzeit gänzlich aufgehoben war, abermals — wenn auch nur durch sehr kurze Zeit — zu Beginn der Diluvialperiode von neuem stattfand. Sokolow setzt nur diese Phase in eine viel zu späte Zeit, gegen das Ende der Diluvialepoche. Seiner chronologischen Darstellung der für die Bildung der südrussischen Limane (und sohin auch für die Eintiefung des Bosporus und der Dardanellen) entscheidenden jüngsten Phasen der Erdgeschichte (vergl. oben p. 716) möchte ich die folgende chronologische Übersicht gegenüberstellen, welche die in den vorstehenden Ausführungen begründete Auffassung darlegt.

Stufen	Südrußland und Pontus	Marmarameer und Ägäis
Sarmatische Stufe	Größte Ausdehnung des alten Binnenmeeres mit brackischem Wasser	Sarmatische Ablagerungen bei Konstantinopel, an den Dardanellen und im nördlichen Ägäischen Meer (Tenedos, Chalkidike).
Mäotische Stufe	Starker Rückzug des Meeres. Die Konzentration des salzigen Wassers ermöglicht die weitere Verbreitung gewisser Relikte der mediterranen Fauna wie *Dosinia exoleta* L.	?
Pontische Stufe	Ansteigen des Wasserspiegels, dessen Ausdehnung jedoch diejenige des Sarmatischen Meeres nicht erreicht. (Vgl. die Karte Sokolow's im Guide des Excursions du VII. Congrès géologique 1897, XXI, Pl. *A*).	Fluviatile Ablagerung am Hellespont mit der Pikermi-Fauna, wahrscheinlich gleichzeitig mit den Schotterablagerungen im Belgrader Wald bei Konstantinopel. Beginn der Entwässerung des ägäischen Festlandes gegen den Pontus.
III. Mediterranstufe Sueß (Unteres Pliocän)	Fluviatile Ablagerungen mit *Melanopsis*, *Vivipara*, *Neritina*, *Planorbis* in Südrußland. Sinken des Wasserspiegels im Pontus.	Paludinenseen auf dem ägäischen Festland, Bildung der Dreissensien- und Cardienschichten von Gallipoli. Der ägäische Fluß bildet die oberen »reifen« Täler der Dardanellen und des Bosporus.

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

Stufen	Südrußland und Pontus	Marmarameer und Ägäis
IV. Mediterranstufe Sueß (oberes Pliocän)	Das pontische Binnenmeer sinkt auf seinen tiefsten Stand. Einschneiden der Täler der Limane.	Einschneiden der canonartigen Tiefen des Bosporus und der Dardanellen, des Goldenen Horns und anderer Limantäler (Kütschük- und Büjuk Čekmedse). Beginn des Einbruches der Ägäis, Eindringen des Mittelmeeres vom Süden her.
Unteres Diluvium	Das pontische Becken wird vom salzigen Wasser des Mittelmeeres erfüllt. Die Ablagerungen von Kertsch, Taman sowie von Samsun weisen auf normalen Salzgehalt hin. Vorübergehende Verbindung mit dem Kaspisee über die Manytsch-Niederung. Einwanderung des *Cardium edule* L. in den Kaspisee. Die Limane werden vom Meer inundiert.	Auch der nördliche Teil der Ägäis geht zur Tiefe. Eindringen des hochstehenden Mittelmeeres in die Dardanellen, das Marmarameer und den Bosporus. Hochliegende mediterrane Ablagerungen an den Dardanellen und an der Nordküste des Marmarameeres.
Jüngeres Diluvium und Gegenwart	Allmähliche Aussüßung des Pontus durch Überwiegen des Zuflusses über die Verdampfung. Die teilweise durch Strandwälle abgedämmten Limane werden vielfach stark ausgesüßt und vermögen in brackischem Wasser Faunenreste von kaspischem Gepräge zu bewahren.	Übergang in die heutigen Verhältnisse. Ausbildung der oberen ausgesüßten und der unteren salzigen Gegenströmung im Bosporus, welche immer weniger imstande ist, das Gleichgewicht herzustellen.

Daß die vorstehende Behandlung des Bosporus- und Dardanellenproblems keine vollkommen einwandfreie Lösung desselben darstellt, ist mir vollkommen klar. Es scheint mir aber, daß die Schwierigkeiten dieses Problems vor allem in etlichen Lücken unserer Kenntnis der tatsächlichen Verhältnisse bestehen, nach deren Ausfüllung sich die von mir versuchte Erklärung, die in manchen wesentlichen Punkten von den Darstellungen Andrussow's, Sokolow's, Philippson's, Cvijić und English's abweicht, doch als richtig erweisen wird. Ich fühle mich verpflichtet, auf diese Lücken in unserer Kenntnis unter allen Umständen hinzuweisen, obwohl es auch

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

möglich ist, daß ihre Ausfüllung meine Auffassung des Problems nicht bestätigen und ergänzen, sondern geradezu widerlegen würde. Als für die endgültige Lösung des Problems wünschenswert möchte ich vor allem ein genaueres Studium der jungtertiären Schotterablagerungen am Hellespont und in der Umgebung des Bosporus sowie der alten Talböden und Terrassen an beiden Meerengen bezeichnen, ferner die Vornahme weiterer Untersuchungen über die Tiefenverhältnisse an der Mündung des Bosporus in das Schwarze Meer hinsichtlich der angenommenen Fortsetzung der pliocänen Flußrinne. Die genauere Untersuchung der mit den Tschauda-Schichten parallelisierten Ablagerungen von Gallipoli sowohl hinsichtlich ihrer Ausdehnung wie ihrer Conchylienfauna wäre eine weitere Aufgabe. Aber auch die diluvialen Meeresablagerungen in der Umgebung des Hellespontes und an der nördlichen Küste des Marmarameeres bedürfen noch einer sorgfältigeren Aufsammlung und Bestimmung der eingebetteten Überreste, denn die bisher vorliegenden Fossillisten lassen noch nicht erkennen, ob alle diese in verschiedenen Höhen über dem Meere beobachteten Ablagerungen einer einzigen altdiluvialen Bildung entsprechen oder, wie ich vermute, zum mindesten zwei altersverschiedenen Niveaus angehören. Außerhalb des Rahmens des Bosporus- und Dardanellenproblems wäre auch eine neuerliche Untersuchung der von English angegebenen, von Cvijić jedoch in Zweifel gezogenen Vorkommnisse von miocänen Meeresablagerungen der zweiten Mediterranstufe Suess (= Vindobonien Depéret) in der Bucht von Xeros und an der Nordküste des Marmarameeres höchst erwünscht.

Es muß der Zukunft anheimgestellt werden, ob weitere Forschungen eine Bestätigung oder eine Widerlegung der von mir vertretenen Ansicht bringen werden; zur Unterstützung derselben oder vielmehr zur Motivierung meiner Äußerungen über den Gegenstand möchte ich schließlich nur noch anführen, daß meine Bedenken gegen die von Cvijić versuchte Lösung des Problems sich vor allem gegen die von ihm angenommenen ausgedehnten Hebungen und Senkungen der thracischen Rumpffläche kehrten. Zumal die »Wölbung der Perafläche« schien mir lediglich deshalb von Cvijić angenommen worden

rom The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biol

zu sein, um einen gegen das Ägäische Meer gerichteten, tief einschneidenden Abfluß möglich erscheinen zu lassen, während nach der Bildung der Erosionsrinnen des Bosporus und der Dardanellen wieder eine weitgehende Senkung angenommen werden mußte, um das Eindringen des Meeres in die Flußtäler zu erklären. Als einen wesentlichen Vorzug meines Erklärungsversuches möchte ich es betrachten, daß er zu keinen derartigen Annahmen zwingt, sondern lediglich vertikale Bewegungen nach abwärts im Bereich des alten ägäischen Festlandes in Rechnung zieht. Diese Senkungen sind aber schon durch Neumayr zur Genüge sichergestellt worden, es stützt sich also mein Erklärungsversuch in dieser Richtung auf keine Hypothesen, sondern auf sicher erkannte Tatsachen. Auch die von English angenommenen postsarmatischen Faltungen im Bereiche der Dardanellen und des Marmarameeres halte ich für sehr fragwürdig. Die Aufrichtung der dinarischen Bogen — und mit solchen haben wir es ja in dem Gebirgsland des alten ägäischen Festlandes zu tun — erfolgte sicher zur vorsarmatischen Zeit. Ihr ist wahrscheinlich die Absperrung des vorher durch die albanische Straße mit dem Ozean in Verbindung stehenden Teiles des Meeres der zweiten Mediterranstufe zuzuschreiben, welcher nunmehr zu dem Binnenmeere der sarmatischen Stufe wurde. Zur Pliocänzeit aber begannen die noch heute andauernden Einbrüche, welchen zufolge zur Diluvialzeit das Mittelmeer wieder von den Becken des Marmarameeres und des Schwarzen Meeres Besitz zu ergreifen vermochte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: 118

Autor(en)/Author(s): Hoernes Rudolf

Artikel/Article: Die Bildung des Bosporus und der Dardanellen 693-758