

## Das Bosphorusproblem

von

**R. Hoernes,**

k. M. k. Akad.

(Mit 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. Oktober 1911.)

Wie ich in meiner Erörterung der Bildung des Bosphorus und der Dardanellen (diese Sitzungsberichte, Bd. CXVIII [1909], p. 693) erörterte, sind alle Autoren, welche sich in neuerer Zeit mit dem Bosphorusproblem mehr oder weniger eingehend beschäftigt haben, darin einig, daß der Bosphorus ein altes Erosionstal ist, welches jetzt unter dem Meeresspiegel liegt. Sie haben damit einer Meinung gehuldigt, die der Bahnbrecher der aktualistischen Geologie K. E. A. v. Hoff schon vor langen Jahren ausgesprochen hat. Über die Richtung des Flusses aber, durch den die Rinne des Bosphorus geschaffen wurde, gingen die Meinungen auseinander. Die meisten Autoren vertraten ebenso wie v. Hoff die Ansicht, daß ein aus dem Becken des Schwarzen Meeres gegen das Marmarameer und aus diesem in das Ägäische Meer fließender Strom das Erosionstal geschaffen hätte, das jetzt die Meerenge darstellt. In der oben angeführten Schrift suchte ich darzulegen, daß der die Erosionsrinne erzeugende Bosphorusfluß zur Pliocänzeit die entgegengesetzte Richtung hatte und von dem damaligen, zum Teil durch ausgedehnte Binnenseen bedeckten ägäischen Festland gegen das Schwarze Meer geflossen sei, in dessen Becken damals ein Binnenmeer vorhanden war, welches infolge des Überschusses der Verdampfung über den Zufluß jenen tieferen Stand eingenommen hätte, der nach den Tiefseeforschungen im Schwarzen Meer durch das Vorkommen großer Anhäufungen

toter Schalen von *Dreissensia polymorpha*, *Dreissensia rostriformis* und *Micromelania caspia* in Tiefen von 100 bis 200 m wahrscheinlich gemacht wird. Eine wesentliche Stütze dieser Ansicht glaubte ich in der Entstehungsgeschichte der Limane Südrußlands zu finden, die nach N. Sokolow als ertränkte Flußtäler zu deuten sind. Ich berief mich diesbezüglich darauf, daß Sokolow auch das Goldene Horn bei Stambul für einen Liman erklärte und auch an der Westküste des Schwarzen Meeres zahlreiche Limane aufzählt.

Es war für mich von großem Interesse, die Äußerungen jener Autoren zu verfolgen, welche sich, wie J. Cvijić, A. Philippson, N. Andrussov und Th. English, vor mir eingehend mit dem Bosphorusproblem beschäftigt hatten und nun zu den von mir geäußerten Ansichten Stellung nahmen.

J. Cvijić beschränkte sich auf ein kurzes, ablehnendes Referat in Petermann's Mitteilungen; er sagt, daß die für die Ansicht, der pliocäne Strom sei nicht aus dem Schwarzen Meer durch Bosphorus und Dardanellen geflossen, sondern in umgekehrter Richtung, von mir vorgebrachten Argumente ihn nicht von der Richtigkeit meiner Hypothese überzeugen konnten. Er bemerkt ferner, daß er in den oft wichtigen Einzelheiten vieles berichtigen müßte, sich aber zur Demonstration auf einen bis zwei Fälle beschränke. Er habe nicht »mit voller Sicherheit« dargelegt, daß der pliocäne Talboden des Bosphorus von Anadoli-Kavak nach beiden Seiten geneigt sei, wie ich angebe, sondern er sei unzweifelhaft nur von Anadoli-Kavak in der Richtung zum Marmarameer hingeneigt. Entgegengesetzt meiner Darstellung habe er ferner zu beweisen gesucht, daß die Erhöhung des Belgrader Waldes nicht auf der Perafläche bestanden hat, sondern erst durch Wölbung entstanden sei.<sup>1</sup> Die erste Bemerkung könnte den Anschein erwecken, als ob ich die Ansichten von Cvijić in meinem Aufsatz entstellt wiedergegeben hätte, um sie leichter widerlegen zu können. Ich muß demgegenüber feststellen, daß ich die auf die Neigung der alten Talböden im Cañon des Bosphorus bezüglichen Stellen

---

<sup>1</sup> J. Cvijić in Petermann's Mitteilungen, 56. Jahrgang, 1910, Geographischer Literaturbericht, p. 280.

seines Werkes in meinem Aufsatz in ihrem Wortlaut angeführt habe und dann an sie die Bemerkung knüpfte, daß ich die von Cvijić nachgewiesenen Terrassen, welche die alten Talböden des Bosphorus bezeichnen, keineswegs in Zweifel ziehen möchte, sondern nur den Umstand, daß diese vielfach unterbrochenen Terrassen in der Weise zusammengehören, »daß sich die von Cvijić behauptete Neigung der alten Talböden einerseits zum Marmara- andererseits zum Schwarzen Meer mit voller Sicherheit ergibt«. Ich habe also lediglich die Angabe von Cvijić, daß die alten Talböden eine der von ihm angenommenen Aufwölbung der Perafläche entsprechende Neigung aufweisen, in Zweifel gezogen. Ebenso habe ich die auf den Belgrader Wald bezügliche Stelle des Werkes von Cvijić, in welcher die Höhenlage der dortigen Schotter durch die Wölbung der Perafläche erklärt wird, in ihrem Wortlaut angeführt. Aus den Bestandteilen dieser Schotter habe ich dann gefolgert, daß ihre Beschaffenheit einen längeren Flußtransport voraussetzt, sie also unmöglich von einem Fluß herrühren können, der einem Abfluß des Schwarzen Meeres oder des gegen das Ende der Tertiärzeit dort vorauszusetzenden Binnensees entsprechen würde. Auf solche, wie mir scheint, wesentliche Punkte, deren Klarstellung zur Lösung des Bosphorusproblems beitragen könnte, ist jedoch Cvijić gar nicht eingegangen.

A. Philippson, der ebenso wie Cvijić Bosphorus und Dardanellen von einem und demselben Fluß ausgetieft sein läßt, worin ich ihm vollkommen beistimme, hat sich über die Richtung, welche dieser Fluß nahm, schon 1898 viel vorsichtiger ausgesprochen. Er meinte, es sei nicht ganz sicher, in welcher Richtung der Fluß geflossen sei, ob von Nordost nach Südwest oder umgekehrt, wahrscheinlicher sei wohl das erstere. In einem Schreiben anläßlich der Übersendung meines Aufsatzes äußerte sich Philippson dahin, daß er die von mir vertretene gegenteilige Ansicht sehr beachtenswert finde.

N. Andrussow, der noch vor Philippson und Cvijić (1893) sich mit der Bildung der Bosphorusrinne durch fluviatile Erosion beschäftigte und seither in wiederholten Veröffentlichungen auf dieselbe zurückkam, hat sich in einer sehr ein-

gehenden Erörterung über die von Cvijić und mir geäußerten Ansichten ausgesprochen.<sup>1</sup> Die Abhandlung selbst ist russisch veröffentlicht, jedoch eine ausführliche deutsche Zusammenstellung der wichtigsten Resultate angefügt, aus welcher ich zunächst feststellen kann, daß Andrussow im wesentlichsten Punkt, in der Frage nämlich, welche Richtung der Fluß gehabt hat, der die jetzt von einer Meerenge eingenommene Rinne schuf, das Bosphorusproblem ebenso beurteilt wie ich. Andrussow erkennt in gleicher Weise die Hypothese von Cvijić, nach welcher ein ägäischer Fluß die pontischen Gewässer zum Mittelmeer geführt hätte, nicht an und setzt, die von mir vorgebrachten Argumente um ein sehr wesentliches vermehrend, die physikalische Unmöglichkeit eines pliocänen Abflusses der brackischen Gewässer des euxinischen Gebietes auseinander: »Ein solcher Abfluß würde bald ein brackisches Becken von der Größe des Schwarzen Meeres in einen Süßwassersee verwandeln. Einige Abschätzungen zeigen, daß, wenn das Schwarze Meer z. B. keinen Zufluß vom Mittelmeer durch die untere Strömung des Bosphorus mehr erhalten würde, so würde es sich bald bei den heutigen Bedingungen in etwa 15.000 Jahren in einen Süßwassersee verwandeln. Die pliocänen Faunen des euxinischen Gebietes aber weisen darauf hin, daß hier, wenigstens im Hauptbecken, ein immer mehr oder weniger brackisches Wasser vorhanden gewesen war, obwohl einige Teile des ehemaligen ungeheuren pontischen brackischen Meeres allmählich früher (mitteldanubisches Becken) oder später (dacisches Becken) sich vollkommen ausgesüßt haben.«

Ich halte dieses weitere Argument, welches Andrussow gegen die Hypothese einer Bildung des Bosphorustales durch einen Abfluß des Schwarzen Meeres anführt, für sehr gewichtig und betrachte es als eine wesentliche Stütze der von Andrussow und mir vertretenen Ansicht, daß die Eintiefung des Tales durch einen in entgegengesetzter Richtung strömenden Fluß erfolgt ist. Über die Ursachen freilich, welche dieser Bewegung

---

<sup>1</sup> N. Andrussow, Bosphorus und Dardanellen (Apropos der Schriften von Cvijić und R. Hoernes). *Annuaire géologique et minéralogique de la Russie* (vol. XII, livr. 7 et 8, p. 189 jusque 207). Russisch mit deutschem »Resumé«

eines, wie die von ihm geschaffene Erosionsrinne lehrt, nicht unbedeutenden Flusses zugrunde liegen, gehen Andrussow's und meine eigenen Annahmen weit auseinander. Ich glaubte die Möglichkeit der Eintiefung einer so weit unter die heutige Meeresoberfläche reichenden Erosionsrinne, ähnlich wie N. Sokolow die Entstehung der südrussischen Limane auf einen einstigen Tiefstand der Wasserfläche im Binnenbecken des Schwarzen Meeres infolge des durch klimatische Ursachen bedingten Überschusses der Verdampfung über den Zufluß zurückführen zu müssen. Andrussow gibt nun wohl zu, daß in geschlossenen Binnenbecken klimatische Niveauschwankungen möglich sind, weil die Wasserfläche solcher Becken bloß von dem Verhältnis des Wasserzuflusses und der Verdunstung abhängt. Er behauptet aber, daß man keine, weder klimatische noch eustatische, Verschiebungen pliocäner Uferlinien im ponto-kaspischen Gebiet mit Sicherheit nachweisen könne, »denn es gibt keine solche Uferlinie, welche, wenn auch kleine Deformation nicht erlitten hätte«. Gegenüber der Ansicht von Sokolow, welche die Entstehung der Limane einer positiven Verschiebung des Meeresniveaus zuschreibt, betont Andrussow, daß er wiederholt nachzuweisen versucht habe, daß die Geschichte der Limane und viele andere geologische Tatsachen viel besser mit der Annahme von Senkungserscheinungen im Einklang stünden. Nach Andrussow gäbe es sichere Beweise einer freien Kommunikation des Kaspischen und des Euxinischen Binnenmeeres und man könne nicht, wie ich angenommen hätte, alle »kaspischen« Formen, welche in den Schichten von Babèle und Gjurdjulesti, von Taganrog und Kertsch auftreten, bloß als unabhängige Relikte, etwa aus der pontischen Zeit, betrachten. Solche Relikte seien zweifellos vorhanden (wie *Monodacna colorata* Eichw. z. B.). Das Vorkommen anderer Formen kann man aber nur durch die Einwanderung aus dem kaspischen Becken erklären (*Didacna crassa* Eichw., *Clessinia variabilis* etc.). »Wenn aber um diese Zeit«, sagt Andrussow, »eine solche freie Kommunikation (durch die Manytschmeerenge mit einem gegenseitigen Wasseraustausch) existierte, so könnte das Wasserniveau in beiden Becken nur unbedeutende Niveauunterschiede zeigen«. Hierzu möchte ich nun bemerken,

daß für den Fall, als wirklich einmal eine freie Kommunikation durch die Manytschregion stattfand, die Zeit, in der dies der Fall war, noch genauer festzustellen sein wird. Andrussow will diese Zeit in die Epoche der Bildung der Tschaudaschichten verlegen, die er für gleichalterig mit den Bakuschichten im kaspischen Gebiet erklärt: »Das Vorkommen der *Didacna crassa* in den Tschaudaschichten kann nur durch einen Zusammenhang mit dem kaspischen Gebiet erklärt werden und dieser Zusammenhang konnte nur durch die Manytschniederung statthaben, wo Pravoslavlev das Vorhandensein der Bakuschichten vermutet.« Andrussow stellt sich den Zustand des Schwarzen und des Marmarameeres während der Tschaudazeit in der Weise vor, daß beide ein ungeheueres kaspiähnliches Binnenbecken darstellen, welches aber etwas kleiner gewesen wäre als das heutige Schwarze Meer. Pontus und Propontis seien durch eine Bosporusmeerenge im Zusammenhang gestanden, in welcher ein gegenseitiger Austausch der Gewässer und nicht etwa ein Abfluß des Marmarameeres in das Schwarze Meer oder umgekehrt vor sich gegangen sei. Um dieselbe Zeit habe die Propontis von Süden her einen ägäischen Dardanellenfluß aufgenommen. »Auf diese Weise muß man die Zeit der Erosion des Bosporuskanales in eine der Tschaudazeit vorangegangene Epoche stellen.« Diese Annahme Andrussow's gewinnt für mich dadurch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß ich den Tschaudaschichten, wie Andrussow wohl mit Recht zurückweist, ein zu hohes Alter zuerkannte und sie unmittelbar über die pontischen Schichten stellte, während sie von denselben nach Andrussow noch durch kimmerische und Kujalnikschichten getrennt sind. Wenn man also mit Andrussow die Bildungszeit der Bosporusrinne noch in die Epoche vor der Tschaudazeit verlegt, bleibt innerhalb des Pliocäns zwischen den obermiocänen pontischen Ablagerungen und den Tschaudaschichten, die dem obersten Pliocän entsprechen, noch genug Spielraum übrig, um die unterpliocäne Eintiefung der Flußrinne annehmen zu können. Andrussow läßt allerdings die genauere Zeitbestimmung dieser Eintiefung als ziemlich unsicher erscheinen. Er sagt: »Es ist für mich nicht außer Zweifel gestellt,

daß beide Kanäle (Bosporus und Dardanellen) Stücke ein und derselben Rinne darstellen. Erstens kennen wir nicht genau das Alter des Propontiskessels. Das sarmatische Meer berührte das Marmaragebiet nur von Norden und Westen, ebenso das Becken, in welchem die mäotischen Schichten mit *Congerina bysantica* und die pontischen Schichten von Keschan etc. sich bildeten. Wenn die Entwicklung der Rinnen der Dardanellen und des Bosporus sogleich nach dem Rückgang des sarmatischen Meeres begonnen hat, so entsteht jetzt die Frage, wie sich dieselben zu jenen Becken verhielten, ob nicht z. B. der mäotische und der pontische Dardanellenfluß sich nicht in gleichzeitige Binnenbecken Thraciens ergoß. Oder gehört dann die Ausarbeitung der Dardanellen und des Bosporus schon einer Epoche, welche jünger ist als die des Odesaer Kalkes (oberpontisch, kimmerisch)?<sup>1</sup> Ich möchte zu diesen Ausführungen Andrussow's bemerken, daß ich, ebenso wie Cvijić und Philippson, der Meinung bin, daß Bosporus und Dardanellen von einem und demselben Fluß durchströmt und ausgetieft wurden und daß ihre Austiefung jedenfalls erst nach der Ablagerung der Schotter des Belgrader Waldes, die Hochstetter und Cvijić den Belvedereschichten gleichstellen und nach der Bildung der gleichalterigen Schichten am Hellespont, aus welchen Neumayr die charakteristischen Überreste der Pikermifauna angeführt hat, zustande gekommen sein kann. Andrussow meint, daß sich in der Geschichte der Dardanellen und des Bosporus zwei selbständige Epochen unterscheiden lassen: eine, welche der mäotischen und der unterpontischen Zeit entspricht, und eine andere, jene der Tschaudaschichten, in welcher letzterer die Dardanellen ein Flußtal und der Bosporus eine Meerenge bildeten. Demgegenüber glaube ich daran festhalten zu müssen, daß die Eintiefung der beiden Flußrinnen, wie schon Philippson und Cvijić aus guten Gründen annehmen, von einem und demselben Fluß und zu einer und derselben Zeit geschaffen wurden. Diese Zeit kann unmöglich, wie Andrussow will, bis ins Miocän zurückreichen, denn die Bildung der Flußtäler ist sicher jünger als die

<sup>1</sup> Andrussow, a. a. O., p. 206.

Ablagerung der Belvedereschotter, sie kann daher nicht, wie Andrussow will, zur unterpontischen oder gar zur mäotischen Zeit erfolgt sein oder begonnen haben. Ich habe es wahrscheinlich zu machen gesucht, daß die Zeit der Eintiefung dieser Flußrinnen zusammenfällt mit der Bildung levantinischer Süßwasserablagerungen in den Seen des ägäischen Festlandes. Philippson hat die Ansicht ausgesprochen, daß diese Seen bei der Nähe des damaligen Mittelmeeres nur in geringer Höhe über dem Meeresniveau bestanden haben könnten. Zwischen solchen niedrigen Seen hätten seiner Meinung nach die 300 m tiefen Täler des Bosphorus und des Hellespontos nicht eingeschnitten werden können. Er gelangt dadurch zur oberen Pliocänzeit als frühestem Termin für die Erosion der Bosphorus- und Hellesponttäler.<sup>1</sup> Diese Annahme einer so späten Erosionszeit wird aber überflüssig, wenn wir mit Andrussow voraussetzen, daß der Fluß, der jene Täler aushöhlte, gegen das Schwarze Meer geflossen sei. Wir könnten dann füglich die Bildung der Erosionsrinnen schon im unteren Pliocän beginnen lassen, so daß zur Zeit der Tschaudastufe die von Andrussow angesprochene Kommunikation bereits hergestellt sein könnte. Ich muß aber gestehen, daß ich von der Gleichzeitigkeit aller von ihm der Tschaudastufe, beziehungsweise den Bakuschichten zugerechneten Ablagerungen keineswegs vollkommen überzeugt bin und noch weniger davon, daß damals das Marmarameer durch die Meerenge des Bosphorus mit dem Schwarzen Meer und dieses durch eine in der Manytschregion angenommene Straße mit dem Kaspischen See in offener, unmittelbarer Verbindung stand. Die Schichten von Gallipoli, welche der Tschaudastufe zugerechnet werden, können recht gut in einem Binnengewässer abgelagert worden sein, welches beschränkte Ausdehnung hatte. Man könnte vielleicht ähnliche Verhältnisse voraussetzen, wie für die pontische Zeit, in der Schichten mit Limnocarden und Congerien in so großer Verbreitung zum Absatz kamen, daß wohl niemand einen unmittelbaren Zusammenhang der Gewässer, einen einzigen großen

---

<sup>1</sup> A. Philippson, Bosphorus und Hellespont. A. Hettner's Geographische Zeitschrift, IV (1898), p. 25.

Binnensee, der ungeheure Gebiete Europas bedeckte, annehmen möchte. Oder sollte man auf Grund der pontischen Versteinerungen, welche G. Capellini bei Ancona und in der Umgebung von Pisa und Livorno nachwies, sowie jener, die Ch. Mager-Eymar bei Saint Ferréol nächst Bollène entdeckte, annehmen, daß zur pontischen Zeit ein ungeheurer Süßwassersee von Südrußland bis ins Rhônetal reichte und beide Seiten des Appenins bespülte? Wie unzulässig eine solche Annahme ist, scheint mir auch aus der heutigen weiten Verbreitung der *Dreissensia polymorpha* in den Seen und Flüssen Europas hervorzugehen. Ich halte es recht gut für möglich, daß gerade zur Zeit, als die »Tschudaschichten« von Gallipoli in einem inmitten des pliocänen Stromlandes gelegenen Süßwassersee abgelagert wurden, die Flußrinnen angelegt oder noch weiter vertieft wurden, die nach Andrussow ein höheres Alter haben müßten, damit die von ihm vorausgesetzte Meerenge eine freie Kommunikation zwischen dem Becken des Schwarzen Meeres und jenem des Marmarameeres hätte bilden können. Eine Korrektur der von mir aufgestellten chronologischen Tabelle, welche die jeweilig im Gebiet des Pontus und Südrußlands einerseits, im Gebiet des Marmarameeres und der Ägäis andererseits herrschenden Verhältnisse zur Anschauung bringt,<sup>1</sup> wäre also vielleicht nur in der Weise nötig, daß die Bildung der Dreissensien- und Cardiensichten von Gallipoli nicht, wie ich es getan hatte, in die dritte Mediterranstufe Suess' (Unterpliocän), sondern in die vierte Mediterranstufe (Oberpliocän) zu setzen wäre.

Eine wesentlichere Differenz als jene, welche die Zeit der Eintiefung der Bosporusrinne betrifft, ist in den von Andrussow und mir geäußerten Ansichten hinsichtlich der Beziehungen dieser Eintiefung zu den Limantälern und der Möglichkeit ihrer Entstehung vorhanden. Ich habe mich vollkommen der Ansicht N. Sokolow's angeschlossen, welcher die Limantäler durch einen einstigen Tiefstand des Binnenmeeres im Pontusbecken erklärte, und bin von seinen, wie mir scheint, im übrigen volle Beweiskraft besitzenden Ausführungen nur insofern

<sup>1</sup> R. Hoernes, Bildung des Bosporus und der Dardanellen, p. 63 [755].

abgewichen, als ich die Bildung der Limantäler und auch der Rinnen des Bosporus und der Dardanellen in eine viel frühere Zeit verlegte als Sokolow, der sie gegen das Ende des Eiszeitalters heraufrückte, was mir aus den von mir ausführlich dargelegten Gründen nicht zulässig schien. Andrussow aber ist der Ansicht, daß sich die Limantäler sowie die Kanäle des Bosporus und der Dardanellen nicht bei einem tiefen Stand der euxinischen Gewässer, sondern bei einem anderen relativ höheren Stande des Festlandes gebildet hätten. Das, was an Argumenten für diese Annahme angeführt wird, scheint mir aber nicht hinlänglich beweiskräftig. Andrussow sagt: »Im kaspischen Becken sind die Uferlinien der Bakustufe (welche etwa den Tschaudaschichten entsprechen) meistens deutlich deformiert, während jüngere, aralo-kaspische Uferlinien keine direkt nachweisbare Dislokationen darstellen. Nach der Zusammenstellung von L. Berg liegen höchste quaternäre Ufermarken am Kaspischen Meere in einer absoluten Höhe von etwa 54 *m* über dem Schwarzen Meere. Dieser Umstand zwingt uns zur Annahme der Senkungen der Nordwestküste des Asowschen und des Schwarzen Meeres, an der Westküste des letzteren bei Sebastopol sowie im Gebiet des Marmarameeres.«<sup>1</sup>

Hingegen wäre nun vor allem zu bemerken, daß auch dann, wenn wir die gegenwärtige Höhenlage der betreffenden Regionen am Asow'schen, Schwarzen und Marmarameer gegenüber den Gestaden des Kaspisees, welche die ursprüngliche Höhe bewahrt hätten, durch Senkungen der ersteren Gebiete erklären wollen, durch diese Bodenbewegungen allein die Eintiefung der Limane und der Flußtäler der Dardanellen und des Bosporus mit allen Begleiterscheinungen noch nicht verständlich würde. Darauf, daß man, wenn schon in Deformationen der Erdrinde die Ursachen der heutigen Verhältnisse gesucht werden sollen, aus den von Andrussow angeführten Tatsachen vielleicht ebensogut den Schluß ziehen könnte, daß die Umgebung des Kaspisees gehoben wurde, während die Region der Limantäler im früheren Zustand verharrte, soll hier gar nicht weiter eingegangen werden. Ich möchte nur betonen,

<sup>1</sup> Andrussow, a. a. O., p. 205.

daß man unter allen Umständen, auch wenn man mit Andrussow Hebungen und Senkungen der Limanregion annehmen will, durch diese allein doch schwerlich die Phänomene erklären kann, deren Schauplatz Südrußland zur jüngeren Tertiärzeit war. Die Grenzen des einst im Becken des Schwarzen Meeres vorhandenen Binnensees zur sarmatischen, mätischen und pontischen Zeit sprechen diesbezüglich eine deutliche Sprache und ich kann mich unmöglich zu der Ansicht bekennen, daß diese Oszillationen bloß durch abwechselnde Hebungen und Senkungen zustande gekommen seien.

Andrussow macht aber noch weitere Argumente für seine Senkungshypothese geltend; er sagt: »Auf diese Senkung weist nicht nur die verschiedene Höhe, in welcher die quaternären Ablagerungen mit kaspischen Muscheln am Schwarzen Meere gefunden worden sind, sondern auch ihre Abwesenheit dort, wo sie kraft der topographischen Verhältnisse am ehesten zu erwarten wären. Besonders interessant in dieser Hinsicht ist die Entdeckung von R. Justus, welcher bei Nikolajew Ablagerungen mit *Didacna crassa* Eichw. in einer Tiefe von etwa 20 m unter dem Wasserspiegel des Buglimans gefunden hat. Mit R. Justus kann man auch schließen, daß die Bildung der Limantäler und ihr Untertauchen unter das Wasserniveau wahrscheinlich um verschiedene Zeiten geschah.«

Der letztere Schluß scheint mir durch die bisher festgestellten Tatsachen keineswegs so sicher begründet, daß man gezwungen wäre, die Annahme Sokolow's von einer gleichzeitigen Eintiefung der Limantäler bei tiefem Wasserstand des einstigen Binnenmeeres aufzugeben. Ich will keineswegs die von Andrussow behaupteten Senkungserscheinungen in Abrede stellen, ich bin auch überzeugt, daß die von R. Justus beobachteten Tatsachen zur Genüge dartun, daß die einzelnen Limane seit der Eintiefung ihrer Täler verschiedene Schicksale gehabt haben, demungeachtet glaube ich, daß die Erscheinung der unter das heutige Meeresniveau hinabreichenden Erosionsrinnen, welche sich nicht bloß längs des ganzen Nord- und Westufers des Schwarzen Meeres verfolgen läßt, sondern auch noch in das Gebiet des Marmarameeres hineinreicht, eine gemeinsame Ursache haben muß, die nicht in Verbiegungen

dieser Gebiete der Erdrinde allein gesucht werden kann. Würde die Annahme von J. Cvijić, nach welcher Bosporus und Dardanellen durch einen Fluß ausgetieft wurden, der einen Abfluß des pliocänen, im Becken des Schwarzen Meeres vorhandenen Binnensees über das damalige ägäische Festland zum Mittelmeer gebildet hätte, tatsächlich zu erweisen sein, so bliebe wohl nichts übrig, als mit Cvijić weitgehende Niveauveränderungen und Verbiegungen anzunehmen, die zuerst die Aufwölbung ausgedehnter Landstriche und dann noch stärkere Senkungen herbeigeführt hätten, denn es liegt auf der Hand, daß Änderungen der Erosionsbasis, wie sie etwa eustatische Bewegungen des Mittelmeeres bedingt hätten, unmöglich imstande gewesen wären, die tatsächlich zu beobachtenden Erscheinungen zu verursachen. Anders liegt die Sache, wenn wir mit Andrussow annehmen, daß die Flußrinne des Bosporus durch einen dem Becken des Schwarzen Meeres zueilenden Strom ausgetieft worden sei. Dann ist die absolute Höhe des damals in diesem Becken vorhandenen Binnenmeeres vorläufig unbekannt, wir wissen nicht, ob es höher stand oder tiefer als das heutige Schwarze Meer, wohl aber können wir einen Schluß ziehen auf die relative Höhe gegenüber dem Festland. Diese letztere Höhe muß unter allen Umständen zur Zeit der Eintiefung der Limantäler und des Bosporus eine geringere gewesen sein als jene, welche das Binnenmeer zur sarmatischen, mäotischen und pontischen Zeit aufwies, weil sonst ein Einschneiden der Flußrinnen unter den heutigen Spiegel des Schwarzen Meeres unmöglich gewesen wäre. Ein solcher Tiefstand des pliocänen Binnenmeeres ist aber lediglich durch Überwiegen der Verdampfung über den Zufluß zu erklären und mit dieser Annahme steht auch die Tatsache der weiten Verbreitung der Conchylienablagerungen im Becken des Schwarzen Meeres in Zusammenhang, die auf einen einstigen Tiefstand des damaligen Binnenmeeres hinweisen. Ich glaube an dieser Annahme festhalten zu sollen, da sie durch die von Andrussow gemachten, auf seither eingetretene Niveauveränderungen sich beziehenden Einwände nicht widerlegt wird.

Von den etwas weiter ausgreifenden Erörterungen, zu welchen die Ausführungen Andrussow's Veranlassung gaben,

zu dem Bosphorusproblem im engeren Sinne zurückzukehren, werde ich durch ein Schreiben geleitet, welches Colonel Th. English am 15. April l. J. an mich gerichtet hat, das er durch Übersendung zweier von der englischen Admiralität herausgegebener Karten (»Black Sea, S: IX: Bosphorus to Kerempek« und »The Bosphorus«) zu ergänzen die große Güte hatte. In meinem Aufsatz über die Bildung des Bosphorus und der Dardanellen hatte ich die mir damals unmögliche Einsicht in eine die Tiefenverhältnisse genauer darstellende Karte beklagt, da ich mich in meinen Ausführungen über die Kolke des Bosphorus, abgesehen von der Erörterung derselben durch Th. English in seiner 1904 im Quarterly Journal of the Geological Society veröffentlichten Abhandlung, nur auf die kleine unzureichende Karte in Berghaus' Physikalischem Atlas stützen konnte. Dank der Güte des Herrn Th. English bin ich nun in der Lage, nach Einsicht der so genaue und ausführliche Daten über die Tiefenverhältnisse des Bosphorus und des angrenzenden Teiles des Schwarzen Meeres bietenden Admiralitätskarten meine damaligen Ausführungen wesentlich zu ergänzen und zu berichtigen. Eine wesentliche Erleichterung bot mir bei Benützung der Karten auch die Einzeichnung der Tiefenlinien durch Colonel English, durch welche sehr dankenswerte Einzeichnung die Umgrenzung der Kolke und die sonstigen charakteristischen Züge im Bilde der Tiefenverhältnisse viel klarer hervortreten als durch die bloßen ziffernmäßigen Angaben der Tiefe.

Ich kann nun zunächst eine von mir 1909 ausgesprochene Vermutung über die Tiefengestaltung der Mündungsregion des Bosphorus ins Schwarze Meer berichtigen. Ich vermutete, daß die Flußrinne des Bosphorus noch ein Stück auf dem Boden des Schwarzen Meeres zu verfolgen sein dürfte, und stützte mich dabei auf die Karte 24 des Berghaus'schen Physikalischen Atlases (Mittelländisches und Schwarzes Meer), welche — wie ich auch in einer Textfigur zur Anschauung brachte — zwei, wie ich glaubte, sehr bezeichnende Einbiegungen der Tiefenlinie von 200 *m*, welche sich dem Bosphorus zukehren, erkennen läßt, während die Tiefenlinie von 1000 *m* keinerlei Störung aufweist. »Wenn« — so meinte ich mit gutem Grund annehmen

zu dürfen — »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 von 200 *m* und darüber hinaus wird erstrecken können«. Die in Faden angegebenen Tiefen der Umgebung der Bosporumündung, wie sie aus dem Blatt IX der Karte des Schwarzen Meeres ersehen werden können — und noch deutlicher die von Colonel English eingetragenen Tiefenlinien — lassen nun lediglich in der unmittelbaren Nähe der Mündung eine kurze Fortsetzung der Bosporusrinne erkennen, die aber sehr rasch undeutlich wird und sich keineswegs bis zur Hundertfadenlinie verfolgen läßt. Die beiden Einbuchtungen dieser Linie hängen demnach keineswegs, wie ich 1909 annahm, damit zusammen, daß der durch den Bosphorus dem einstigen Binnensee zuströmende Fluß auf dem jetzigen Meeresgrund Rinnen ausgrub. Colonel English macht mich in seinem Brief darauf aufmerksam, daß die Hundertfadenlinie 15 Meilen von der Küste entfernt ist sowie benachbart mit Tiefen unter 50 Faden, welche ähnliche Erscheinungen nicht erkennen lassen. Er verweist ferner darauf, daß, wie die Karte des Bosphorus ersichtlich macht, am Nordeingang der Meerenge in einem Abstand von 3 Seemeilen in der Richtung Fil—Burnu keine größere Tiefe als 27 bis 28 Faden vorhanden ist, aber die Sondierungen einen sandigen Grund zeigen. Ich kann daher Colonel English nur zustimmen, wenn er Zweifel darüber äußert, daß aus diesen Karten Schlüsse über die Austiefung der Fortsetzung der Bosporusrinne gegen das Schwarze Meer abgeleitet werden können (»I doubt, wheter it is possible from these charts to draw any conclusions as to the real depths to wich the continuation of the Bosphorus-channel seawards was originally excavated«).

Eine wesentlichere Differenz in meinen und Colonel English' Anschauungen betrifft die Situation und die Bildung der Kolke in der Bosporusrinne. Ich muß hier zunächst bemerken, daß die von mir 1909 in Fig. 1 gegebene Kartenskizze lediglich auf der Berghaus'schen Darstellung der Kolke auf

dem Grund des Bosphorus beruht und, wie Colonel English in seinem Briefe bemerkt, Unrichtigkeiten aufweist, da auch die kleine Karte in Berghaus' Physikalischem Atlas ungenau ist. So ist zumal die Lage des tiefsten Kolkes (66 Faden) bei Kandili unrichtig angegeben; derselbe liegt tatsächlich eine halbe Meile weiter südlich und English meint, daß diese Tatsache das von mir mit Bezug auf die Suess'sche Beschreibung der Bildung der Staukalke abgeleitete Argument zugunsten der Bildung der Kolke des Bosphorus durch ein vom Marmarameer zum Schwarzen Meer fließendes Gewässer widerlege. Colonel English bezeichnete auf der Karte des Bosphorus durch eine gestrichelte Linie die Lage der Hauptwasserscheide zwischen dem Marmara- und dem Schwarzen Meer und bemerkt dazu in seinem Brief, daß dort, wo diese Linie den Bosphorus kreuzt, die engste Stelle der Meerenge liegt, während die tiefste Stelle derselben ungefähr eine halbe (englische) Meile südwärts sich befindet, und es scheine ihm, daß die Gestalt ihrer Konturlinien große Ähnlichkeit mit der Figur in Suess' »Antlitz der Erde« aufweise, welche einen von der Donau bei der Schließung des Neuhaufen-Leitwerkes erzeugten Staukalk darstellt (»... it seems to me that the shapes of the contour lines bear a clou resemblance to the figure 106 in Suess' work to which you refer (p. 571 in the french edition<sup>1</sup>) representing the contours of an excavation similarly formed by the current at Neuhaufen—Schütttau on the Danube«).

Bei der Bedeutung dieser Frage habe ich mir erlaubt, ein Stück der Bosphoruskarte hier wiederzugeben, welche die engste und tiefste Stelle der Meerenge zur Anschauung bringt mit den von Colonel English eingezeichneten Tiefenlinien von 5 Faden Vertikaldistanz und der von ihm eingetragenen, durch eine gestrichelte stärkere Linie bezeichneten Hauptwasserscheide zwischen Marmara- und Schwarzem Meer.

Ich möchte nun bemerken, daß allerdings, wenn man die Wasserscheidenlinie so zieht, die größte Tiefe ein beträchtliches Stück, etwa eine halbe englische Meile, südwärts von der

---

<sup>1</sup> Fig. 35, p. 436 der deutschen Ausgabe von Suess' »Antlitz der Erde«, Bd. II.

Stelle liegt, wo die Wasserscheidenlinie des Bosphorus kreuzt. Es ist mir aber nicht ganz klar, warum diese Linie an der kritischen Stelle gerade so gezogen werden muß; man könnte sie meines Erachtens füglich ohne die stark nach Norden umbiegende Krümmung von den felsigen Höhen über Kandili auf der asiatischen Seite zum dortigen Leuchtturm und dann gerade über die tiefste Auskolkung von 66 Faden zum europäischen Ufer ziehen. Allerdings würde auch bei dieser mir nicht unwahrscheinlich dünkenden Annahme unter der Voraussetzung, daß die Durchbrechung der Wasserscheide für die Bildung der Kolke durch den einstigen Bosphorusfluß maßgebend gewesen wäre, die tiefste Auskolkung gerade dort zustande gekommen sein, wo die einstige Wasserscheide von der Flußrinne gekreuzt wird. Es ist wohl hinlänglich klar, daß die Gestaltung der Bosphorusrinne im allgemeinen und insbesondere hinsichtlich ihrer Engen und Tiefen durch die Widerstandsfähigkeit der Gesteine bedingt wurde, in welche der pliocäne Fluß sich einschnitt. Es wäre eine dankbare Aufgabe, zu untersuchen, wie im einzelnen Falle sich die Gesteinsbeschaffenheit der devonischen Schichtreihe des Bosphorus durch besondere Formen der heutigen Meerenge, durch ihre Verengung und Vertiefung geäußert hat. Ich muß es mir wohl versagen, auf diese Frage näher einzugehen und möchte mich auf die Bemerkung beschränken, daß gerade in der dem Schwarzen Meere benachbarten Region jugendlicher Eruptivgesteine eine ziemliche Erweiterung des einstigen Flußtales, wohl infolge geringerer Widerstandsfähigkeit der Gesteine, ersichtlich wird.

Die engste Stelle bei Kandili ist in entgegengesetzter Weise wohl dem Vorhandensein besonders widerstandsfähiger Gesteine zuzuschreiben. Es handelt sich nun darum, ob und inwieweit aus der Lage der in diese Gegend bis auf 66 Faden hinabreichenden Auskolkung Argumente für die Annahme einer einstigen Flußrichtung abgeleitet werden können. So einfach, wie ich dies 1909, auf die ungenaue kleine Berghaus'sche Karte mich stützend, dargestellt hatte, liegt die Frage keineswegs und auch dann, wenn man, wie oben angedeutet, nicht mit Colonel English an der kritischen Stelle, wo die

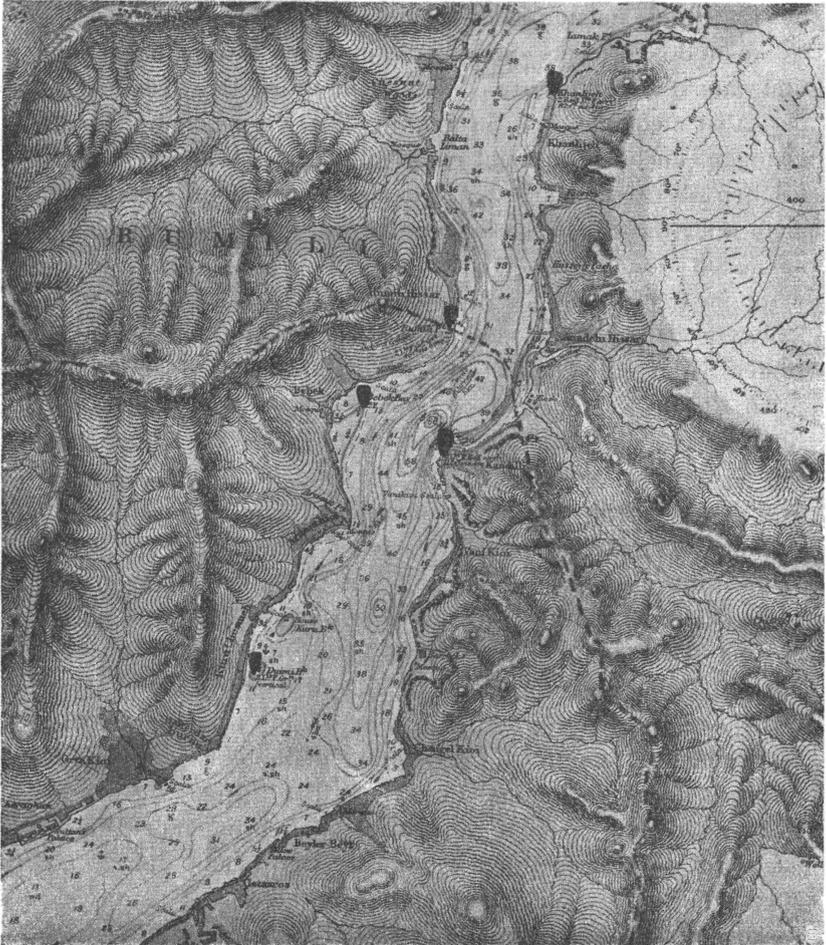


Fig. 1.

Die engste und tiefste Stelle des Bosphorus nach der englischen Admiralitätskarte mit den von Colonel English eingezeichneten Tiefenlinien, deren Vertikal-distanz 5 Faden beträgt, und der von ihm durch eine gestrichelte Linie bezeichneten Hauptwasserscheide zwischen Marmara- und Schwarzem Meer.

Hauptwasserscheide zwischen Marmara- und Schwarzem Meer den Bosphorus übersetzt, dieselbe nach Nord ausbiegen läßt, sondern annimmt, daß sie gerade über Kandili und die größte Tiefe gegen die Höhen über Bebek am europäischen Ufer

gelaufen wäre, erscheint die 1909 von mir vorgebrachte Deutung der Lage des tiefsten Kolkes unhaltbar. Ich habe damals die Kolke im Bosphorus als »Staukolke« im Sinne Suess' bezeichnet und zumal die von Suess eingehend erörterten Beispiele bei der Abschließung alter Stromarme zur Vergleichung herangezogen, vielleicht in nicht ganz zutreffender Weise. Denn bei solchen Absperrungsarbeiten, wie sie Suess anführt, entstehen nicht unbeträchtliche Stauungen. So betrug bei der Schließung des alten Donaubettes am Weidenhaufen unterhalb Wien die Stauhöhe  $0\cdot95\ m$ , als die Einengung  $45\ m$  betrug; beim Elender Leitwerk betrug nach dessen Schließung der Unterschied zu beiden Seiten des Dammes  $1\cdot10\ m$ ; bei der Abschließung des Alten Rheins bei Mannheim 1866 war nach Vollendung des Abschlusses zwischen Ober- und Unterwasser ein Unterschied von 43 Zoll vorhanden. Bei solchen Eindämmungen staut sich der Strom, stürzt durch die noch nicht völlig geschlossene Öffnung mit reißender Geschwindigkeit, seine Bewegung gleicht dem Sturz über ein Wehr und unterhalb der Aufdämmung bildet sich die tiefste Stelle in der Grube, welche in das Bett gehöhlt wird. In den von Suess erwähnten Fällen war die Stauhöhe eine relativ beträchtliche und das Material, in welchem die Kolke ausgehöhlt wurden, war wenig widerstandsfähig. Suess bemerkt dazu: »Es ist richtig, daß alle hier erwähnten Kalke in losem Schwemmland oder in Ton ausgehöhlt worden sind; nichtsdestoweniger zeigen sie, daß strömendes Wasser bei verengtem Durchflußprofil mit großer Macht den Boden aufzuschürfen und auszutiefen imstande ist, und es kann wenig Zweifel darüber herrschen, daß die Wirkung, welche in wenigen Wochen oder Tagen auf losem Boden ausgeübt wurde, auch im festen Felsen sich äußern würde, wofern dem Strome dazu die nötige Zeit gegeben wäre.«<sup>1</sup> Hier ist es nun fast überflüssig, hinzuzufügen, daß Verhältnisse, wie sie z. B. am Durchbruche der Donau durch das Eiserne Tor zu beobachten sind, zur Genüge erhärten, daß bloße Verengerungen des Flußbettes, wie sie durch härtere Gesteine bedingt werden, in der Tat genügen, gewaltige Kolke auch in festem, widerstandsfähigem Gestein zu

<sup>1</sup> E. Suess, Antlitz der Erde, II, p. 436.

verursachen. Aber die Art der Ausbildung dieser Vertiefungen ist, wie mir scheint, noch nicht genügend untersucht und erläutert worden. In den von Suess erörterten Fällen handelt es sich um früher vorhandene Stromarme, die bei Flußkorrekturen künstlich geschlossen werden sollten. Bei der Ausführung der Regulierung wurde in allen Fällen, wie Suess hervorhebt, mit Anstrengung aller Kräfte gearbeitet, so daß dem Strome niemals Zeit gelassen wurde, den Kolk vollständig auszubilden. Würde dies der Fall gewesen sein, so würde das Bild, wie es Suess nach einer von Baurat Taussig mitgeteilten Skizze von dem bei Schließung des Neuhaufen-Leitwerkes entstandenen Kolk gibt, sich wohl etwas anders gestaltet haben. In dem im Bilde festgehaltenen Augenblick reicht der Kolk nur wenig über die Dammlinie nach aufwärts, seine größte Ausdehnung und die tiefste Stelle liegen unterhalb derselben. Es ist aber die Frage, welche Gestaltung der Kolk angenommen haben würde, wenn dem Strom noch weiter Zeit gelassen worden wäre, ihn auszuarbeiten. Ich möchte vermuten, daß sich dann die Austiefung weiter nach rückwärts fortgesetzt und auch die Stelle der größten Tiefe sich nach aufwärts, nahe bis zur engsten Stelle, verlegt haben würde. Es sind aus diesem Grunde die von Suess angeführten Beispiele, so lehrreich sie im allgemeinen für die Erklärung tiefer Auskolkungen durch fließendes Wasser sind, wohl nicht hinreichend, um eine genaue Vorstellung des Vorganges und des Endergebnisses bei einem sich selbst überlassenen Strome zu geben, der Zeit hat, an einer verengten Stelle seines Laufes die Ausbildung des betreffenden Kolkes zu vollenden. Ferner ist zu berücksichtigen, daß in all den Fällen, wo früher vorhandene Flußarme bei Regulierungen durch Leitwerke geschlossen wurden, eine erhebliche Stauung des Wassers eintritt, die neben dem Vorhandensein wenig widerstandsfähigen Materials in allen von Suess angezogenen Fällen die rasche Ausbildung der Kolke wesentlich begünstigen mußte.

Wertvolle Aufklärungen hinsichtlich der Bildung der Kolke in sich selbst überlassenen Flußgerinnen danke ich vor allem dem korrespondierenden Mitglied der kaiserlichen Akademie, Herrn Prof. Dr. Philipp Forchheimer in Graz, der mich vor

allem darauf aufmerksam machte, wie häufig mehr oder minder tiefe Kolke im Flußbett durch bloße Verengerung zustande kommen, wie sie sich bei dem Auftreten widerstandsfähiger Gesteine finden. Ein recht lehrreiches Beispiel erläutern diesbezüglich die eingehenden graphischen Darstellungen, Karten und Profile, welche die Verhältnisse des Murflusses beim Kegelhof unweit Murau zum Gegenstand haben und in der Sammlung der Lehrkanzel für Wasserbau der Grazer technischen Hochschule aufbewahrt werden. Noch lichtvoller aber waren gerade in Hinsicht auf die mich beschäftigenden Fragen die Darstellungen über die Bildung von Kolken in Flußverengerungen, welche sich in dem mir von Kollegen Forchheimer zugänglich gemachten Werke von R. Jasmund »Die Arbeiten der Rheinstrombauverwaltung 1851« bis 1900 (Denkschrift des 50jährigen Bestehens der Rheinstrombauverwaltung, Berlin 1901) finden. Im Laufe des Rheins finden sich zahlreiche Stellen, an welchen das Flußbett infolge des Auftretens widerstandsfähigerer Gesteine wesentlich eingeengt erscheint, und jedesmal tritt dort, wo das Querprofil des Gerinnes erheblich verkleinert wird, eine mehr minder starke Vertiefung des Bettes, eine Auskolkung, ein. Diese »reifen Kolke«, wie ich sie nennen möchte, unterscheiden sich nun in ihrer Gestaltung und Lage nicht unwesentlich von den unter eigenartigen Voraussetzungen bei Flußregulierungen gelegentlich der Absperrung von Stromrinnen gebildeten Vertiefungen, mit denen sie wohl die Grundursache, die verstärkte Arbeit des rascher sich bewegenden Wassers und manche Erscheinungen, wie z. B. die nächst dem Kolk flußabwärts in ruhigerem Wasser sich bildenden Aufschüttungen, gemein haben. Von besonderem Interesse scheint mit aber vor allem der Umstand, daß die reifen Kolke nicht eine größere oder kleinere Strecke flußabwärts unter der Verengerungsstelle, sondern genau an dieser selbst gelegen sind. Ich möchte das an einem hierzu besonders geeigneten Beispiel, an dem Kolk bei der Loreley oberhalb St. Goar, erläutern und erlaube mir, zu diesem Zwecke auf die in Fig. 2 wiedergegebene Darstellung der Stromstrecke an der Loreley im Jahre 1878 aus dem oben angeführten Werke von R. Jasmund zu verweisen. Der durch die Tiefenlinien —9,

—12, —15 bezeichnete Kolk liegt genau dort, wo das Flußbett durch die felsigen Ufer die größte Einengung erfahren hat, ja es reichen die Tiefenlinien noch etwas weiter flußaufwärts, worauf indes hinsichtlich der Linien —9, —12 vielleicht deshalb weniger Gewicht zu legen ist, weil das Gerinne schon stromaufwärts durch hervortretende Felsen (Göthestein, Moosley) verengt ist. Aber die tiefste Auskolkung, durch die Tiefenlinie —15 umschrieben, liegt genau an der Stelle der größten Verengung des Flußbettes. Aufwärts von der Moosley liegt eine felsige Verengung des Flußbettes, die ebenfalls wie jene an der Loreley eine wohlumschriebene Auskolkung zur Folge hatte, die auch wieder an der verengten Stelle selbst zur Ausbildung kam. Immerhin liegt hier die tiefste, durch die Linien —15 und —18 umschriebene Stelle ein ganz klein wenig unterhalb der größten Verengung des Flußbettes. Einen halben Kilometer unterhalb der Flußenge und des tiefen Kolkes an der Loreley liegt eine Anschwemmung, »Das Grün«, welche den Rheinstrom in zwei Arme teilt, die, wie R. Jasmund ausführt, auch bei den Arbeiten der Rheinstrombauverwaltung erhalten blieben, da der westlich gelegene Hauptarm mit Vorteil bei der Talfahrt, der östlich gelegene, schwächere, »Der Fabian«, bei der Bergfahrt benützt wurde. Man beschränkte sich deshalb, zumal den letzteren Arm durch Baggerung entsprechend auszugestalten, während der erstere durch ein oberhalb St. Goar errichtetes Leitwerk gesichert wurde. Ich möchte glauben, daß, wenn ein solcher ausgekolkter Flußlauf trockengelegt oder vom Meer inundiert würde, vielleicht die Lage solcher Anschwemmungen noch mehr als die Lage der Kolke selbst geeignet wäre, Aufschluß über die einstige Flußrichtung zu geben.

Suchen wir die Erfahrungen über die Ausgestaltung der Tiefen des Rheinbettes vergleichend auf jene der Bosphorusrinne anzuwenden, so müssen wir meines Erachtens zugeben, daß sich aus der Lage des tiefsten Kolkes bei Kandili ein zwingender Schluß auf die Richtung, in der die Strömung sich bewegte, nicht wohl ableiten läßt, zumal die widerstandsfähigen Gesteine, welche die Lage der Hauptwasserscheide zwischen Schwarzem und Marmarameer und auch die Verengung des Bosphorus an der Kreuzungsstelle der Flußrinne mit der Wasser-

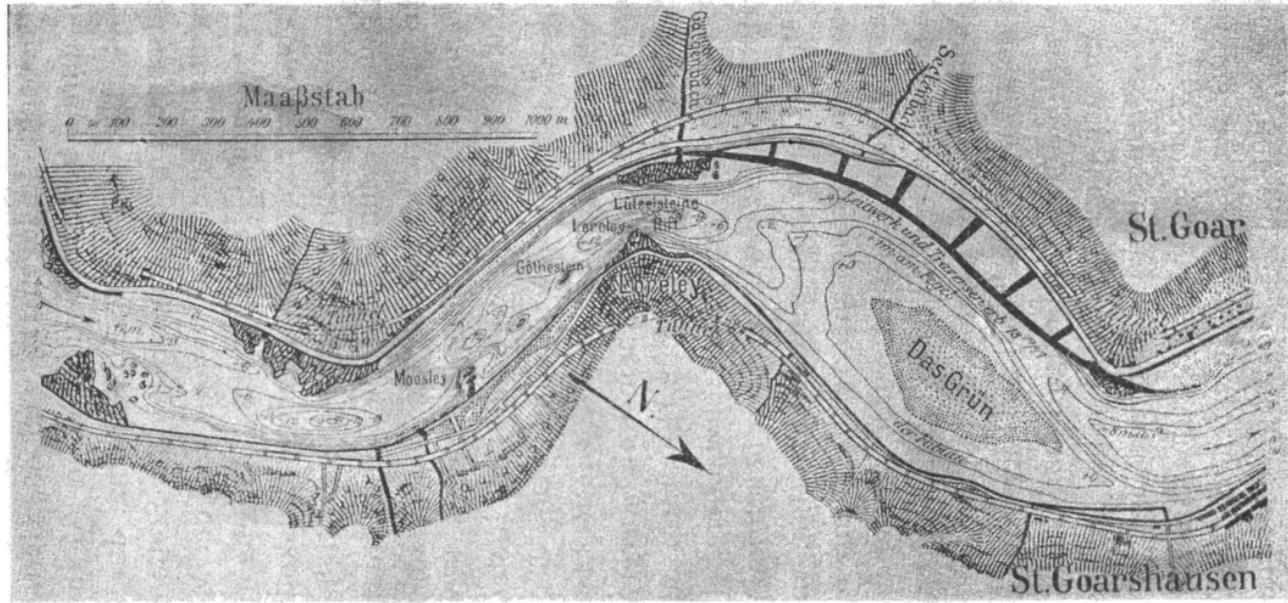


Fig. 2.

Der Kolk an der Loreley und die unterhalb gelegene, den Rheinstrom in zwei Arme teilende Aufschüttung, reproduziert aus R. Jasmund, Die Arbeiten der Rheinstrombauverwaltung 1851 bis 1900, Berlin 1901.

scheide bedingen, wahrscheinlich nicht genau dort zu suchen sind, wo sie English annimmt, sondern etwas weiter südlich. Ich möchte aber auf diesen Punkt kein allzu großes Gewicht legen.

Mir scheint die Wahrscheinlichkeit der Annahme, daß die Kolke des Bosphorus durch einen vom Marmarameer gegen das Schwarze Meer fließenden Strom ausgehöhlt worden sind, aus folgenden Tatsachen hervorzugehen:

1. Die Schwelle am südwestlichen Eingang des Bosphorus, zwischen der Spitze des alten Serails und dem Leanderturm, scheint, wie English angibt, tatsächlich felsiger Natur zu sein; die Admiralitätskarte hat bei der Sondierung 16 Faden östlich vom alten Serail die Einzeichnung *r* (Rock). Die Schwelle ist zugleich die seichteste Stelle der ganzen Meerenge und English leitet aus ihrem Vorhandensein wohl mit Recht die Annahme ab, daß die Erosionsrinne des Bosphorus durch einen von Südwest nach Nordost fließenden Strom eingeschnitten worden sei. Er nimmt aber an, daß später durch diese Rinne ein starker Strom in entgegengesetzter Richtung gegangen wäre, und dieser hätte erst die tiefen Auskolkungen verursacht. In diesem Falle würden aber doch an dem Ausgang des Bosphorus im Marmarameer größere Anhäufungen von losem Material zu erwarten sein, während, wie es scheint, hier eine von solchem freie felsige Schwelle vorliegt.

2. An der nordwestlichen Mündung des Bosphorus reicht die ausgekolkte Rinne desselben zwar nicht so weit, wie ich 1909 für wahrscheinlich hielt, aber doch, wie die Tiefenangaben der Admiralitätskarte lehren, eine ziemliche Strecke über die Küstenlinie hinaus, die wir über die Leuchttürme des europäischen und asiatischen Ufers ziehen können. In der Mitte der Rinne liegen hier Auskolkungen, die Tiefen von 40 Faden und darüber erreichen, gegen Nordost aber wird die Tiefe wieder geringer, sie sinkt auf 29, 28 und 27 Faden und die Bezeichnung des Grundes wird auf der Admiralitätskarte durch *S* (Sand) und *Sh* (Shells) gegeben, hier scheinen also Anschwemmungen zu herrschen, wie sie dem Aufwerfen des durch die Kolke hindurch getragenen Materials entsprechen dürften.

3. Für die Auskolkung durch einen gegen das Schwarze Meer strömenden Fluß sprechen, abgesehen von der schon 1909 erörterten allgemeinen Gestaltung des Goldenen Horns, noch mehr dessen Tiefenverhältnisse. Nach dem der Bosphoruskarte der englischen Admiralität beigefügten Plan erreicht die Tiefe schon im Kriegshafen 22 Faden, steigt im Handelshafen auf 23 Faden und an der Vereinigungsstelle des Goldenen Horns mit dem Bosphorus finden wir (auf der Hauptkarte) nordöstlich vom alten Serail eine bis 27 Faden hinabreichende Tiefe angegeben. Die Ausgestaltung der Tiefenverhältnisse im Goldenen Horn und an der Eingangsstelle des Bosphorus zwischen Stambul und Pera ist eine derartige, daß die Rinne des ersteren besser und tiefer ausgebildet erscheint. Sie erweckt fast den Eindruck, als ob der doch jedenfalls kleinere, durch das Goldene Horn herabkommende Fluß stärker in die Tiefe zu arbeiten vermocht hätte als der Bosphorusstrom selbst.

Alle diese unter 1 bis 3 erörterten Verhältnisse stimmen recht gut mit der Annahme, daß die Kolke des Bosphorus durch ein von Südwest nach Nordost fließendes Gewässer ausgehöhlt worden seien; ich fühle mich aber verpflichtet, auch auf solche Tatsachen hinzuweisen, welche für die durch Colonel English vertretene gegenteilige Ansicht sprechen und es vielleicht verdienen würden, für dieselben noch mehr geltend gemacht zu werden als die oben erörterten, immerhin etwas zweifelhaften Verhältnisse der tiefsten Auskolkung bei Kandili. Bei Betrachtung der Admiralitätskarte finden wir südlich von der mehrerwähnten seichten und felsigen Barre zwischen der Spitze des alten Serails und dem Leanderturm in der Öffnung der Meerenge gegen das Marmarameer Tiefenverhältnisse, die eine ausgesprochene Rinne zwischen seichten Meeresteilen, der »Seragliobank« auf europäischer und der »Fanarbank« auf asiatischer Seite, erkennen lassen, und in dieser Rinne sind Auskolkungen von 30 Faden Tiefe (ostsüdost vom alten Serail) und 37 Faden (südsüdost vom alten Serail) zu beobachten. Diese Verhältnisse scheinen mir in der Tat solche, daß sie schwer mit der Annahme ihrer Verursachung durch einen von Südwest nach Nordost strömenden Fluß erklärt werden können, und sie verdienen vielleicht gegen diese Annahme noch mit

größeren Recht geltend gemacht zu werden als die oben erörterten Beziehungen der größten Tiefe bei Kandili zu der Lage der allgemeinen Wasserscheide zwischen Schwarzem und Marmarameer.

Indem ich hervorhebe, daß die Unterschiede zwischen der von Colonel English und mir vertretenen Ansicht über die Bildung des Bosphorus sich darauf beschränken, daß ich sowohl die Entstehung des einstigen Flußtales selbst wie die Auskolkungen in der Tiefe desselben auf einen von Südwest nach Nordost fließenden Strom zurückführen möchte; während T. English dies nur für die Bildung des Tales selbst zugesteht, die tiefen Auskolkungen aber auf ein in entgegengesetzter Richtung fließendes Gewässer zurückführt, möchte ich aus den oben für und wider angezogenen Tatsachen vorläufig nur den Schluß ableiten, daß es mir notwendig erscheint, durch weitere Untersuchungen an Ort und Stelle die Stichhaltigkeit dieser Erklärungsversuche zu überprüfen. Dabei würden auch die von J. Cvijić über die alten Talböden in der Bosphorusfurche gemachten Beobachtungen weiter zu verfolgen sein, zumal das Studium dieser Talböden gewiß weiteres Licht auf das Bosphorusproblem zu werfen vermag. Diese Untersuchungen hätten sich dann auch auf die Dardanellen auszudehnen, bezüglich welcher, wie ich schon 1909 erörterte, die Ansichten von T. English einer-, von J. Cvijić und A. Philippson andererseits wesentlich verschieden sind. N. Andrussow hält es für recht gut möglich, daß die Rinne der Dardanellen, so wie T. English es annimmt, durch einen in entgegengesetzter Richtung strömenden Fluß wie die Rinne des Bosphorus geschaffen worden sei, während ich es für wahrscheinlicher halten möchte, daß die beiden Meerengen, so wie J. Cvijić und A. Philippson annehmen, einem und demselben Flusse ihre Eintiefung verdanken. Das Dardanellenproblem habe ich aber diesmal aus der Erörterung ganz ausgeschaltet, weil die zur Lösung desselben in Betracht zu ziehenden Tatsachen ohne neuerliche Untersuchung an Ort und Stelle kaum zu überwindende Schwierigkeiten darbieten.