



Heidelberger Texte zur Mathematikgeschichte

- Autor: **Günther, Siegmund** (1848–1923)
- Titel: **L. Eulers Verdienste um die mathematische und physikalische Geographie**
- Quelle: Festschrift Moritz Cantor anlässlich seines achtzigsten Geburtstages.
Leipzig, 1909. — S. 183–198
Signatur UB Heidelberg: 62 B 1074

Leonhard Euler beschäftigte sich mit nachstehenden Problemen der mathematisch-physikalischen Geographie:

- Geographische Ortsbestimmung
- Kartenprojektion
- Problem der Erdgestalt
- Erdrotation mit Achsenschwankungen
- Atmosphärische Physik: Echo, Refraktionskurve, Polarlicht
- Geomagnetische Deklination
- Meereskunde: Windwellen, Gezeiten, Meeresströmungen

Festschrift
MORITZ CANTOR

anlässlich seines achtzigsten Geburtstages

gewidmet

von Freunden und Verehrern

herausgegeben von

Siegmund Günther u. Karl Sudhoff

namens der Leitung und des Verlags des
„Archivs für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik.“



LEIPZIG
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1909.

L. Eulers Verdienste um die mathematische und physikalische Geographie.

Von SIEGMUND GÜNTHER (München).

Im Jahre 1907 wurde allseitig das Fest der zweihundertjährigen Wiederkehr des Tages begangen, an welchem der vielseitigste und erfolgreichste Mathematiker des XVIII. Jahrhunderts das Licht der Welt erblickt hatte. Mit vollem Rechte veranstaltete die mathematische Abteilung der in Dresden zusammengetretenen Naturforscherversammlung eine eigene EULER-Sitzung, in welcher neun Vorträge über die Tätigkeit des genialen Mannes auf den verschiedensten Gebieten gehalten wurden. Und nicht weniger als fünf hatten es mit Fragen der angewandten Mathematik und Physik zu tun¹⁾. Die Erdkunde als solche blieb damals unberücksichtigt, was kaum auffallen kann; war sie doch selbst zu Eulers Zeiten noch keine selbständige geschlossene Wissenschaft²⁾, und wer seinem Wirken auch nach dieser Seite hin nachgehen wollte, war gezwungen, sich zunächst einen Überblick über die als ungeheuer zu bezeichnende Stoffmasse zu verschaffen — eine Arbeit, die einen jeden abschrecken mußte. Erst jetzt, nachdem uns STÄCKEL und AHRENS durch ihr überaus dankens-

1) Verhandlungen der 79. Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte, 2. Teil, 1. Hälfte Leipzig 1908, S. 6 ff.: E. BRAUER, die EULERSche Turbinentheorie; R. GANS, EULER als Physiker; E. TIMERDING, Über EULERS Arbeiten zur nautischen Mechanik; W. HORT, Die Bedeutung EULERS für die wissenschaftliche Technik; E. HOPPE, EULERS Verdienste um die Optik. Mit dem Inhalte dieser Vorträge, insonderheit desjenigen von GANS, muß sich selbstverständlich diese unsere eigene Schilderung in einzelnen Punkten berühren.

2) Immerhin verdient bemerkt zu werden, daß gerade in der Zeit, da EULER schon dem Zenit seines Ruhmes sich näherte, ein Werk erschien, welches alle die Gegenstände, welche wir heute in der „Allgemeinen Erdkunde“ zusammenzufassen pflegen, in einer geradezu mustergültigen Darstellung brachte (LULOFs, Anleitung zu der mathematischen und physikalischen Erkenntnis der Erdkugel, aus dem Holländischen übersetzt von KÄSTNER, Göttingen-Leipzig 1755). Und auch ein zweites ähnliches Kompendium in schwedischer Sprache trat während seiner Lebenszeit ans Licht (MALLET-BERGMAN, Mathematisk och Physisk Beskrifning öfver Jordklot, Upsala 1766).

wertes Buch ¹⁾ die Orientierung so sehr erleichtert haben, daß man in kürzester Frist Zusammengehöriges finden kann, durfte auch der Historiker der wissenschaftlichen Erdkunde an eine Aufgabe herantreten, die vordem als eine überaus schwierige angesehen werden mußte. Nunmehr wird sich herausstellen, daß er auch im Bereiche der hier in Betracht kommenden Disziplinen eine staunenswert zu nennende Arbeit geleistet und eine Menge von Problemen in Angriff genommen hat, deren ganze Tragweite sich damals noch nicht vollständig überschauen ließ. Alle spezifisch astronomischen und physikalischen Abhandlungen bleiben hier ausgeschlossen; nur dasjenige ist heranzuziehen, was, aus EULERS Feder stammend ²⁾, unmittelbar der Förderung der Wissenschaft von der Erde zu dienen bestimmt war. In erster Linie soll uns hier die geographische Ortsbestimmung beschäftigen; sowohl die Breite wie auch die Länge nach neuen Methoden zu ermitteln, ließ sich Euler angelegen sein. Diese Bestrebungen verfolgten einen reellen Zweck, während eine andere auch die astronomische Geographie streifende Studie ³⁾ mehr nur als ein Spezimen zur Lehre vom Größten und Kleinsten angesehen sein will. Mit der Breite befassen sich zwei Aufsätze ⁴⁾, deren Entstehungszeit eine überaus distante war. Die Forderung, aus drei Gleichungen von der Form (h, s, σ bekannt)

$$\begin{aligned}\sin h_1 &= \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos u \\ \sin h_2 &= \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos (u + s) \\ \sin h_3 &= \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos (u + \sigma)\end{aligned}$$

Die drei unbekanntenen Größen δ , φ und u zu berechnen, war damals schwierig, denn noch hatte Euler selbst nicht diejenige Systematik der ebenen und sphärischen Trigonometrie geschaffen, welche uns Epigonen als die natürliche, ja allein mögliche erscheint, aber wir dürfen mit von BRAUNMÜHL ⁵⁾ wohl annehmen, daß sich eben bei dieser Aufgabe die Notwendigkeit herausstellte, eine gründliche Reform der Dreiecksberechnung,

1) Der Briefwechsel zwischen C. G. J. JACOBI und P. H. v. FUSS über die Herausgabe der Werke EULERS herausgegeben, erläutert und durch einen Abdruck der FUSSschen Liste der EULERSchen Werke ergänzt von P. STÄCKEL und W. AHRENS, Leipzig 1908.

2) Arbeiten der Söhne wurden hier unbeachtet gelassen, mag auch sehr häufig die Feder eines der jüngeren EULERS geistig der ältere geführt haben.

3) De tractu citissimo stellae per duos circulos almucantarath datos, pro qualibet elevatione poli, N. Comm. Petrop., 25. Band (1775, S. 503 ff.).

4) Solutio problematis astronomici: Ex datis tribus stellae fixae altitudinibus et temporum differentiis invenire elevationem poli et declinationem stellae, Comment Petrop., 4. Band (1729), S. 98 ff.; Considerationes super problemate astronomico praecedente, Acta Petrop., 1. Band (1777 I), S. 269 ff.

5) A. v. BRAUNMÜHL, Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie, 2. Teil, Leipzig 1903, S. 102.

vorab in formaler Hinsicht, in die Wege zu leiten. Im gleichen Bande der St. Petersburger Denkschriften nehmen noch vier andere Geometer, darunter solche von hohem Rufe, nämlich D. BERNOULLI, HERMANN, der gerade um die Trigonometrie sehr verdiente F. C. MAIER¹⁾ und KRAFFT, die Aufgabe der drei Höhen in Angriff; jeder löst sie in seiner Art, aber durchaus mit einer nach unseren Begriffen fast unbegreiflichen Schwerfälligkeit und Umständlichkeit, indem nur bei EULER sich bereits ein gewisser Ansatz zu eleganterer und abkürzender Behandlung bemerklich macht.

Der Gedanke, Längendifferenzen durch Beobachtung und Messung des Abstandes eines Fixsternes von der Mondscheibe zu ermitteln, geht auf den Anfang des XVI. Jahrhunderts zurück, vermochte aber lange wegen der Ungenauigkeit der Instrumente und wegen der Unzuverlässigkeit der Mondtafeln nur ganz unvollkommen verwirklicht zu werden²⁾. Es ist bekannt, daß die Bestrebungen der Engländer, die Meerestlänge sicherer zu finden, für EULERS tiefgehende Forschungen über die Mondbewegung bestimmend gewesen sind³⁾. Aber auch die Methodik der Längenbestimmung hat derselbe vorwärts gebracht, zunächst⁴⁾ für den Spezialfall der Entfernung Null, d. h. für eine Sternbedeckung, dann⁵⁾ jedoch auch für eine beliebige scheinbare Distanz beider Himmelskörper. Auch die mit der Längenbestimmung aufs engste zusammenhängende Zeitbestimmung zur See gab ihm zu denken und verschaffte ihm einen Pariser Preis⁶⁾. Wo und ob überhaupt eine weitere Studie Eulers, die doch auch hier der Sache noch einschlägig wäre, gedruckt werden sollte, wissen wir nicht anzugeben, sind vielmehr bloß auf eine Angabe von WOLF angewiesen, die folgendermaßen lautet⁷⁾: „Im Jahre 1735 wurde der Akademie auf-

1) MAIER wird (a. a. O., S. 95 ff.) als einer von denjenigen aufgeführt, welche die ganz und gar in Stagnation geratene Trigonometrie weiterbildeten und insbesondere auch die Bezeichnung verbesserten.

2) Eine gute Charakteristik der älteren und neueren Versuche gibt G. WEYERS „Zeit- und Ortsbestimmung“ (Allgemeine Enzyklopädie der Physik, 1. Band, Leipzig 1869, S. 759 ff.). EULERS Name wird jedoch nicht genannt, und überhaupt ist er auch in der großen Mehrzahl der hierher gehörigen Lehr- und Handbücher, unerwähnt geblieben, so sehr ein Hinweis auf ihn auch am Platze gewesen wäre.

3) Vgl. R. WOLF, Geschichte der Astronomie, München 1877, S. 495 ff.

4) Méthode de déterminer la longitude des lieux par l'observation des étoiles fixes par la lune, Mémoires de Berlin, 3. Band (1747), S. 178 ff.

5) De inventione longitudinis locorum ex observata lunae distantia a quadam stella fixa cognita, Acta Petrop., 4. Band (1780, II), S. 301 ff.

6) Er wurde 1747 erteilt (STÄCKEL-AHRENS, a. a. O., S. 169) für die im Interesse der Schifffahrt ausgeschriebene Preisaufgabe (Sur la meilleure manière de trouver l'heure en mer par observation, soit dans le jour, soit dans les crépuscules, et surtout dans la nuit, quand on ne voit pas l'horizon, prix de 1747).

7) R. WOLF, Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz, 4. Zyklus. Zürich, 1862, S. 95.

getragen, schleunigst für die Polhöhe von St. Petersburg eine Hilfstafel zur Zeitbestimmung aus korrespondierenden Sonnenhöhen zu konstruieren, welche für jeden Grad der Deklination und für jeden Unterschied der Beobachtungszeit von 1 bis 18 Stunden die Mittagsverbesserung bis auf Terzien genau gäbe“. Näheres über diese reine Kalkulationsleistung ist, wie gesagt, nicht zu erfahren¹⁾, und wissenschaftlich hatte sie ja wohl auch keine besondere Bedeutung, eine um so größere aber für EULER. Denn dieser machte sich anheischig, die kolossale Rechnungsarbeit, für welche seine Kollegen in der Akademie mehrere Monate Zeit verlangt hatten, in drei Tagen fertigzustellen; er löste auch seine Zusage ein, zog sich aber durch die Überanstrengung eine schwere Krankheit zu und verlor infolge dieser die Sehkraft auf dem einen Auge, was dann später, 1771, die vollständige Blindheit nach sich zog. Daß ihm bei dieser Sachlage die häufig an ihn herantretende Pflicht, vorgelegte Karten auf ihre Richtigkeit zu prüfen, Schwierigkeiten bereitete, ist nur allzu begreiflich, denn er fühlte, wie sein Auge unter dieser Anspannung litt, und äußerte sich GOLDBACH gegenüber²⁾: „Die Geographie ist mir fatal“.

Gerade mit Landkarten mußte er sich aber in der kritischen Zeit viel zu schaffen machen. Wir haben einen Brief von ihm³⁾, der unterm 10. Dezember 1735 an einen unbekanntem, offenbar in höheren Regierungskreisen zu suchenden Adressaten geschrieben ward. Da sich damals die Unbrauchbarkeit der KIRILOW'schen Generalkarte des russischen Reiches immer klarer offenbarte, so errichtete der Akademievorstand v. KORFF an dieser ein besonderes „geographisches Departement unter DELISLE's⁴⁾ Oberleitung, und über die Art und Weise, wie dieses seinen Aufgaben am besten ge-

1) Allem Vermuten nach haben wir diese für ihren Berechner so verhängnisvoll gewordene Tafel vor uns in einem Manuskripte, welches der jüngere FUSS, zusammen mit anderen, 1884 auffand (STÄCKEL-AHRENS, a. a. O., S. 165). Der Titel lautet: „Tabula aequationis meridiei, ex duabus aequalibus Solis altitudinibus, ante et post meridiem observatis, in minutis tertiis temporis computata, pro singulis gradibus declinationis Solis ab intervallo observationum unius horae usque ad octodecim, ad elevationem poli in Observatorio Petropolitano, quae est $59^{\circ} 57'$ “. Man hat es somit nicht einmal für der Mühe wert erachtet, die mechanische Riesenarbeit, für die es wohl EULERSchen Geistes nicht bedurft hätte, unter die Presse zu geben.

2) Correspondance mathématique et physique de quelques célèbres géomètres du 18 me siècle précédée d'une notice sur les travaux de Léonard EULER et publiée par P. H. FUSS, St. Pétersburg 1843; Brief an GOLDBACH vom 21. Aug. 1740.

3) Über die geographischen Karten zu Anfang des vorigen Jahrhunderts; nebst einem Briefe von LEONHARD EULER, Nordischer Merkur, 2. Band (1805), S. 244 ff

4) JOSEPH NICOLAS DELISLE (1688—1768) wurde 1725 von KATHARINA I. in ihre neue Hauptstadt berufen und blieb daselbst zweiundzwanzig Jahre als Mitglied der Akademie und, wie erwähnt, speziell als Dirigent des geographischen Dienstzweiges.

recht werden konnte, forderte man Gutachten vom letztgenannten, sowie auch von HEINSIUS¹⁾ und EULER ein. Hierauf bezieht sich jenes Schreiben, worin sehr zutreffend dargelegt wird, ohne gute astronomische Ortsbestimmung sei jede Karte minderwertig. Besitze man aber einige Fixpunkte, so könne man mit der Ausarbeitung von Spezialkarten kleinerer Landesteile beginnen, diese dann zu Provinzialkarten vereinigen und schließlich auf Grund solcher Materialien eine gute Hauptkarte fertigen. Im Sinne dieser Ratschläge ist auch nachmals vorgegangen worden²⁾.

Rußland war schon viel zu groß, um bei seiner Mappierung die Erdkrümmung ohne grobe Fehler vernachlässigen zu können, und so sah sich Euler ganz von selbst zur Kartenprojektionslehre hingelenkt, die er mit drei wertvollen Untersuchungen³⁾ beschenkte. Dieselben tragen fast das gleiche Entstehungsdatum, sind folglich aus einem Gusse hervorgegangen und fördern die Abbildungstheorie in mehrfacher Weise. Nicht bloß die perspektivischen Entwürfe habe er, so sagt sein Eingangsbericht, im Auge, sondern er fasse das Wort der Abbildung („repraesentatio“) in einem viel allgemeineren Sinne, indem einzelnen Punkten der Kugelfläche nach einem bestimmten Gesetze die entsprechenden Punkte der Bildebene zugeordnet würden. Das sphärische Elementarrechteck wird durch Differentialbeziehungen in ein ebenes Parallelogramm übergeführt. Kongruenz ist undenkbar; absolut genaue Abbildungen sind ausgeschlossen. Dann wird die Mercator-Projektion wesentlich in der uns geläufigen Form erörtert, zugleich mit Herleitung der „höheren transzendenten Kurven“, in welche sich ein größter Kugelkreis verwandelt. Neu ist die Betrachtung

1) GOTTFRIED HEINSIUS (1709—1769) war längere Zeit DELISLE als Adjunkt zugeweiht. Seine Kometenbeobachtungen (St. Petersburg 1744) spielen in der Geschichte dieser Abteilung der Sternkunde eine gewisse Rolle.

2) Im Jahre 1745 wurde der neue Atlas ausgegeben, und diesem folgte, weil er ebenfalls noch nicht befriedigte, eine verbesserte Auflage 1759. Die große Generalkarte von TRESKOTT und SCHMIDT, die sich DELISLES Methode angepaßt hatte, erhielt das Publikum erst 1777. EULER hatte auch während seines Berliner Aufenthaltes praktische Geographie zu treiben; sowohl zu dem aus 44 Karten bestehenden Atlas des Königreichs Preußen, wie auch zu dem drei Karten weniger zählenden Schulatlas der Gesamterde hatte er auf Anordnung der Akademie einen „Vorbericht“ zu schreiben (STÄCKEL-AHRENS, a. a. O., S. 71, S. 168 ff.)

3) De repraesentatione superficiei sphaericae super plano, Acta Petrop., 1. Band (1777, I) S. 107 ff.; De projectione geographica Delisiana in Mappa generali Imperii Russici usitata, ebenda, 1. Band (1777, I), S. 143 ff.; De projectione geographica superficiei sphaerica, ebenda 1. Band (1777, I), S. 133 ff. Diese letztere Abhandlung, welche bei dem furchtbaren Stadtbrande von 1771 beinahe zugrunde gegangen wäre, kam ins geographische Departement. Uns steht die schöne, mit Kommentar versehene Übersetzung WANGERINS zu Gebote (drei Abhandlungen EULERS über Kartenprojektion, OSTWALDS Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 93).

„der Karten, welche jede Fläche in ihrer wahren Größe darstellen“ — der erste Versuch, die äquivalente oder flächentreue Abbildung, von der bis dahin nur einzelne Spezialitäten bekannt waren ¹⁾, allgemein — allerdings ziemlich aphoristisch ²⁾ — abzuhandeln. Weit wichtiger ist der umfanglichere Abschnitt über die konformen oder winkeltreuen Netzentwürfe, der so wenig in die Öffentlichkeit gedrungen ist, daß, wie WANGERIN betont ³⁾, selbst JACOBI nichts von ihm wußte, wenngleich gerade hier des Autors analytische Virtuosität ihre Triumphe feierte. Die maßgebenden partiellen Differentialgleichungen werden mittels Funktionen komplexer Variablen allgemein aufgelöst. Die zweite Studie wendet sich der konformen Wiedergabe von Halbkugeln zu, zeigt, daß die Projektion der wachsenden Breiten eben diese Eigenschaft habe, und verweilt hierauf ausführlicher bei der in die gleiche Kategorie gehörenden stereographischen Abbildung. Letztere konnte, trotz HASES Empfehlung ⁴⁾, für die „Gesamtkarte des russischen Reiches“ keine Anwendung finden, weil sie für entlegene Areale, wie die Halbinsel Kamtschatka, eine ungeheuerliche Flächenverzerrung geliefert hätte, und so entschied man sich für DELISLES Manier, die nach WANGERINS richtiger Bemerkung ⁵⁾ freilich schon bei G. MERCATOR hätte aufgefunden werden können. EULER entwickelt zuvörderst ganz elementar deren Haupteigenschaften; den Verzerrungsfehler erachtet er, da die Karte ja nicht entfernt bis zum Äquator reiche, nicht für übermäßig groß. In der Tat kann gerade Rußland, dessen Hauptabmessungen den Parallelkreisen sich anpassen, recht wohl in ein derartiges Bild gebracht werden. WANGERINS Schlußurteil, daß EULER gegenüber LAMBERT ⁶⁾ und LAGRANGE ⁷⁾, den beiden anderen um die Abbildungslehre verdienten Mathematikern, in manchen Dingen eine unleugbare Überlegenheit erkennen lasse, während in anderen diese wieder über ihn hinausgingen, trifft den Kern der Sache. Eine Auf-

1) Die ersten, zum teile von dem kaiserlichen Hofmathematiker J. STAB herührenden Abbildungsarten dieses Prinzips machte J. WERNER bekannt (*Libellus de quattuor terrarum orbis in plano figurationibus*, Nürnberg 1514). Siehe auch GALLOIS, *Les géographes allemands de la renaissance*, Paris 1890, S. 117 ff.

2) EULER-WANGERIN, a. a. O., S. 15 ff., S. 32 ff.

3) Ebenda, S. 66.

4) Über HASE, seine Verbindungen mit J. B. HOMANN und über die in diesen Kreisen obwaltende prinzipielle Bevorzugung des stereographischen Verfahrens unterrichtet S. RUGE (Aus der Sturm- und Drangperiode der deutschen Geographie, *Zeitschr. f. wissensch. Geogr.*, 5. Band, S. 249 ff., 355 ff.)

5) WANGERIN, a. a. O. S. 73.

6) J. H. LAMBERT, *Anmerkungen und Zusätze zur Entwerfung der Land- und Himmelscharten*, herausgegeben von WANGERIN, OSTWALDS Klassiker, Nr. 54.

7) LAGRANGE und GAUSS, *Abhandlungen über Kartenprojektion* (1779 und 1822), herausgegeben von WANGERIN, ebenda Nr. 55.

gabe, die in nahem Konnex zur Projektionslehre steht, gab EULER zu tun, als er daran ging¹⁾, rechnerisch zu ermitteln, wie die Globussemente, die auf einen Erd- oder Himmelsglobus kommen sollen, am besten begrenzt werden.

Das Problem der Erdgestalt, rein für sich betrachtet, hat Euler nur gelegentlich einmal beschäftigt²⁾. Dagegen interessierte ihn lebhaft eine damit nahe zusammenhängende Frage: Wie ist der Begriff der Parallaxe für eine sphaeroidische Erde aufzufassen? Für die entfernteren Weltkörper ist ja ein Unterschied zwischen Kugel und Umdrehungsellipsoid nicht vorhanden, wohl aber für den Mond, und auf ihn wurde demgemäß das Augenmerk gerichtet³⁾. Schon vorher hatte der ältere TOBIAS MAYER⁴⁾ die Bestimmung der Entfernung von Erde und Mond unter diesem Gesichtspunkte diskutiert, und etwas später stellte KÄSTNER⁵⁾ ein Formelsystem auf, welches in der Hauptsache mit dem EULER'schen übereinstimmt. Dieses ist namentlich auch deswegen bemerkenswert, weil ihm eine Tabelle für die Differenz zwischen geographischer und geozentrischer Breite, d. h. für den in der Nähe von 45° sein Maximum erreichenden Winkel zwischen Radius Vektor und Normale entnommen wird.

Nicht unerwähnt darf, solange die astronomische Geographie zur

1) De corporibus regularibus per doctrinam sphaericam determinatis, ubi simul nova methodus globos sive coelestes sive terrestres charta obducendi traditur, Acta Petrop., 4. Band, 1752—1753), S. 140 ff. An anderer Stelle (FIORINI-GÜNTHER, Erd- und Himmelsgloben, ihre Geschichte und Konstruktion, Leipzig 1895, S. 99ff.) wurde ähnlicher, einen neuen Gedanken in die seit A. DÜRER nicht erheblich vorwärtsgekommene Globuskunst hineintragenden, fruchtbaren Anregungen der analytischen Methode näher getreten; leider jedoch wurde EULER selbst sowohl im italienischen Originale, wie auch in der deutschen Bearbeitung nicht berücksichtigt, was als ein entschiedener Mangel zu bezeichnen ist.

2) Wir lesen bei STÄCKEL-AHRENS (a. a. O., S. 149): „Methodus determinandi gradus Meridiani pariter ac Paralleli Telluris, secundum mensuram a Celeb. DE MAUPERTUIS cum sociis institutam, C. Petr. 12. 1740 (1750) S. 224 (in einer Abh. von WINSHEIM, welcher sagt: Communicavit mecum hunc in finem benignissime methodum suam Celeb. EULERUS, mire facilem et compendiosam, quam ipsissimis Viri Celeb. verbis, bona cum ejus venia, praemitto).“ Über WINSHEIM'S Persönlichkeit und Leistungen sind wir eine Mitteilung zu machen nicht imstande.

3) Theoria parallaxeos ad figuram Terrae sphaeroidicam accomodata, Acta Petrop., 3. Band (1779), S. 241 ff. Nach der ihm übermittelten Handschrift bearbeitete JOH. BERNOULLI (III) diese Theorie in deutscher Sprache (BODES Astronom. Jahrb. für 1783, Berlin 1780, S. 3 ff).

4) T. MAYER (I), In parallaxin Lunae, ejusdemque a Terra distantiam inquisitio, Comment. Soc. R. Scient. Götting., 2. Band (1752), S. 159 ff.

5) A. G. KÄSTNER, Weitere Ausführung der mathematischen Geographie besonders in Absicht auf die sphaeroidische Gestalt der Erde, Göttingen 1795, S. 212 ff.

Erörterung steht, auch ein wenig bekannter Brief EULERS¹⁾ an einen englischen Freund bleiben, worin die Wahrscheinlichkeit einer stetigen Verkleinerung der Erdbahn darzutun versucht wird. Daß der ganze Weltraum von einem außerordentlich dünnen Stoffe, dem Träger der Lichtfortpflanzung, erfüllt sei, wurde aus physikalischen Gründen für gewiß angenommen, und so mußte auch, fast hundert Jahre vor dem Auftauchen der bekannten Streitfrage über den ENCKESCHEN KOMETEN²⁾, eine progressive Verkürzung der von unserem Planeten beschriebenen Ellipse postuliert werden. EULER kannte einstweilen keine älteren brauchbaren Beobachtungen als die des Nürnberger Astronomen B. WALTHER (um 1500) hatte jedoch gehört, LE MONNIER habe die um ein halbes Jahrtausend älteren des Arabers IBN JUNIS³⁾ aufgefunden, und fordert nun zu einer Vergleichung auf, die ihm vermutlich Recht geben werde. Verhalte es sich aber so, dann stehe der Erdentod durch Verbrennen in der Sonne bevor, und wie schon dieser Weltkörper ein Ende finden werde, so müßte auch auf einen Anfang, auf eine Schöpfung, geschlossen werden. Gewiß eine merkwürdige Antizipation jener Gedanken, welche viel später durch den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie ausgelöst worden sind!

Die Erdrotation wurde von EULER wiederholt zum Gegenstande tiefgründiger Überlegungen gemacht, oder richtiger gesagt, er stellte ganz allgemein die Forderung, zu ermitteln, wodurch und wie die Achsendrehung eines frei schwebenden, kugelförmigen Körpers beeinflusst werden könne. Daß zumal die — wenn auch geringe — Abweichung von der rein sphärischen Gestalt eine Alteration bedingen müsse, wurde in zwei Abhandlungen⁴⁾ näher dargelegt. Vor allem kam es darauf an, den

1) Pars of a Letter from LEONHARD EULER . . . tho the Rev. Mr. CASPAR WETTSTEIN . . . , concerning the gradual Approach of the Earth to the Sun, translated from the French by S. T., Philosophical Transactions, 46. Band (1749—1750), S. 203ff. Der erste Teil des Schreibens wurde am 2. November, eine Fortsetzung welche auch die Abnahme des Jahres als Merkmal hinstellte, am 20. Dezember 1749 verlesen. Beiläufig bemerkt, teilte EULER seinem Korrespondenten auch rein geographische Neuigkeiten mit (Extract of a Letter to Mr. WETTSTEIN concerning the Discoveries of the Russians on the North-East Coast of Asia, ebenda, 44. Band (1747), S. 421 ff.)

2) Über die aus diesem Anlasse entstandene Meinungsverschiedenheit zwischen ENCKE und BESSEL spricht sich des näheren aus MAEDLER (Geschichte der Himmelskunde von der ältesten bis auf die neueste Zeit, 2. Band, Braunschweig 1873, S. 89 ff.).

3) S. für IBN JUNIS (besser IBN JÛNUS) CANTOR (Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik, 1. Band, Leipzig 1894, S. 743, S. 749).

4) De perturbatione planetarum ab eorum figura non sphaerica oriunda, Novi

Unterschied zwischen geometrischer und instantaner Rotationsachse in das richtige Licht zu setzen. Sowohl in einem an die beiden vorgenannten sich anschließenden Aufsätze¹⁾, wie auch in dem berühmten Handbuche der Mechanik starrer Körper²⁾ wurde von EULER ein Lehrsatz bewiesen, demzufolge jede äußere oder interne Massenumsetzung bewirken muß, daß die augenblickliche Achse um die sozusagen rechtmäßige eine Kegelmotivbewegung ausführen muß, deren Öffnung sich angeben läßt, und deren Periode ebenfalls berechnet werden kann. In besonderem Falle der Erde sind es 305 Tage, welche der instantane Pol braucht, um den geometrischen Pol in einem Kreise zu umwandern. Natürlich war sich der Erfinder dieses Satzes darüber klar, daß die Erscheinung schwerlich je zu voller Ausprägung gelangen könne, weil ja jede neue Umlagerung gleich wieder eine neue Anwendung jenes Prinzips zur Folge haben müßte. Die Tatsache, daß die drei Hauptträgheitsmomente der sphäroidischen Erde nur wenig voneinander abweichen können, und daß mithin auch der beschriebene Kegel immer nur eine ganz kleine sphärische Basis habe, wird bestimmt von EULER ausgesprochen, der die Richtigkeit seiner Behauptungen auch mittelst einer maschinellen Nachbildung erweisen zu können glaubt³⁾. Wie folgenreich dieses EULERSche Theorem in unseren Tagen geworden ist, nachdem die Veränderlichkeit der Polhöhen unzweifelhaft erkannt⁴⁾, ja sogar eine Kausalbeziehung dieser internen Achsenverlegung zu den Erdbeben⁵⁾ in den Bereich der Möglichkeiten gerückt worden ist, braucht kaum besonders betont zu werden.

Wie erwähnt, bezieht sich dieses oben besprochene Phänomen nicht sowohl, wie man oft liest, auf wirkliche Achsenschwankungen; von solchen sollte vielmehr nur dann die Rede sein, wenn die Punkte der Himmelskugel, in welchen die verlängerte geometrische (nicht momentane) Erdachse jene trifft, eine periodische Bewegung erkennen lassen. Dies trifft

Comm. Petrop., 2. Band (1750—1751), S. 235 ff.; Remarques générales sur le mouvement diurne des planètes, Mém. de Berlin, 14. Band (1758), S. 194 ff.

1) Recherches sur le mouvement de rotation des corps célestes, Mém. de Berlin, 15. Band (1759), S. 265 ff.

2) Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum, Rostock-Greifswald 1765. S. 317 ff.; deutsche Bearbeitung von J. P. WOLFERS, 3. Band. Greifswald 1853 S. 462 ff.

3) Recherches usw., S. 275.

4) Hiervon wird in dem uns hier angehenden Zusammenhange an mehreren Orten gehandelt (GÜNTHER, Handbuch der Geophysik, 1. Band, Stuttgart 1897, S. 276 ff.; GRAVELIUS, Die Veränderlichkeit der Polhöhen, Naturw. Rundschau, 9. Jahrgang, S. 1 ff.; R. HOERNES, Ältere und neuere Ansichten über Verlegungen der Erdachse, Mitt. der Geol. Ges. in Wien, 1908, S. 159 ff.).

5) Vgl. hierzu: SIEBERG, Handbuch der Erdbebenkunde, Braunschweig 1904, S. 131 ff.

zu bei der Präzession und Nutation, die auch beide EULERS Interesse auf sich zogen¹⁾. Er bahnt sich den Weg zu ihrer Erforschung durch eine Berechnung gewisser Attraktionseffekte²⁾, und es ist da beachtenswert, wie er sich, da ihm der Begriff des Potentials noch nicht zur Verfügung steht, durch Betrachtung spezieller Fälle³⁾ die notwendigen Unterlagen schafft.

Soweit hatten wir uns mit EULERSchen Arbeiten zu befassen, die entweder unmittelbar in die mathematische Erdkunde einschlagen oder doch auf der Grenze zwischen dieser und der physikalischen Erdkunde sich bewegen. Die letztere kommt in einem ihrer wichtigsten Kapitel, der Morphologie der Erdoberfläche, aus nahe liegenden Gründen nicht zur Geltung, denn das einzige Thema⁴⁾, an das man beim Lesen der Aufschrift denken könnte, gehört nur scheinbar diesem Gebiete an. Wohl aber geben uns reichlichen Stoff zur Besprechung die anderen Abteilungen: Atmosphärische Physik, Erdmagnetismus, Meereskunde. In der hier angegebenen Reihenfolge wollen wir EULERS geophysische Betätigung einer Analyse unterwerfen.

In eine Klasse von Studienobjekten, für welche der Name Geographische Akustik in Vorschlag gebracht worden ist⁵⁾, gehört die Untersuchung des Echos⁶⁾. EULER bemüht sich, diese Erscheinung auf die

1) Recherches sur la précession des équinoxes et sur la nutation de l'axe de la terre, Mém. de Berlin, 5. Band (1749), S. 289 ff.; Avertissement au sujet des recherches sur la précession des équinoxes, ebenda (1750), S. 412 ff. Der Grundgedanke, der überaus mannigfaltig variiert wird, hat in der erstgenannten Abhandlung nachstehende Gestalt erhalten: „La terre pendant qu'elle tourne autour de l'axe CA étant sollicitée par une force AG appliquée à l'extrémité de cette axe, dont le moment AG. AH est connu, trouver le changement instantané, qui sera causé par cette force dans l'axe de rotation“. Mit C ist der Erdmittelpunkt gemeint.

2) De attractione corporum sphaeroidico-ellipticorum, Comm. Petrop., 10. Band (1738), S. 102 ff.

3) Untersucht werden die Anziehung, welche eine homogen mit Masse belegte Ellipse auf einen Achsenendpunkt, ein homogenes Rotationsellipsoid auf einen der beiden Pole oder auf einen im Äquator befindlichen Massenpunkt ausübt. Wie man sieht, sind die Beispiele so gewählt, daß über die Richtung der Kraft kein Zweifel obwalten konnte. Immerhin sieht sich EULER in den Stand gesetzt, die Bestimmung der Planetengestalt vorzunehmen, wenn diese bloß von Schwer- und Zentrifugalkraft abhängt.

4) Recherches sur le mouvement des rivières, Mém. de Berlin, 16. Band (1760), S. 101 ff. Eine rein hydrodynamische Untersuchung ohne alle Anwendungen.

5) GÜNTHER, Akustisch-Geographische Probleme, Sitzungsber. d. bayer. Akad. d. Wissensch., Math.-Phys. Kl., 31. Band (1901), S. 15 ff.

6) Sectio quarta de motu aeris in tubis, Novi Comm. Petrop., 16. Band (1773), S. 281 ff. Vorher war schon die Echobildung als Konsequenz der Schallfort-

Schwingungen einer Luftsäule in einer Röhre zurückzuführen, womit allerdings nicht alle in der Natur auftretenden Möglichkeiten erschöpft sind. Für die meteorologische Optik wichtig ist die erste geschichtlich nachweisbare Aufstellung der Differentialgleichung der Refraktionskurve¹⁾, woran sich eine Anwendung auf die Befreiung des Nivellementes von den durch die Lichtbrechung bedingten Fehlern knüpft. An einem Ort, wo man es weniger erwarten sollte, wird von einem neu gewonnenen Standpunkte aus auf die barometrische Höhenmessung eingegangen²⁾; des ferneren hat EULER auch an die Konstruktion eines neuen Manometers gedacht³⁾. Vielleicht darf hier auch an jene Berechnung der Auftriebsbewegung eines Luftballons⁴⁾ erinnert werden, welche der Uermüdliche noch wenige Tage vor seinem Tode, unter Bewältigung einer neuen schwierigen Integration, fertig gebracht hatte⁵⁾. Mit dynamischer Meteorologie hat er sich, was bei deren natürlicher Tendenz, analytische Probleme zu stellen, fast wunder nehmen kann, nur gelegentlich abgegeben, als es ein Gutachten über D'ALEMBERTS astrometeorologische Theorie der Winde zu erstatten galt⁶⁾. Daß er im Polarlichte eine terrestrische Emanation erblickte⁷⁾,

pflanzung (Éclaircissement plus détaillée sur la génération et la propagation du son et sur la formation de l'écho, Mem. de Berlin, 21. Band (1765), S. 335 ff.) behandelt worden.

1) De la réfraction de la lumière en passant par l'atmosphère, Mém. de Berlin, 10. Band (1754), S. 131 ff.; Vera theoria refractionis radiorum lucis, rationibus et experimentis confirmata, Acta Petrop., 1. Band (1777, I), S. 177 ff. C. M. v. BAUERNFEIND (Elemente der Vermessungskunde, 2. Band, Stuttgart 1890, S. 333 ff.) zitiert verschiedene Gelehrte, welche die „alte ungenaue Art“, die Strahlenbrechung in der Lufthülle zu berechnen, zu verbessern unternahmen, nicht aber den, der auch auf diesem Arbeitsfelde bahnbrechend voranschritt — und das war eben EULER.

2) Principes généraux de l'état d'équilibre des fluides, Mém. de Berlin, 11. Band (1755), S. 274 ff.

3) Constructio manometri densitatem aëris quovis tempore accurate monstrantis, Opuscula posthuma, 2. Band, St. Petersburg 1862, S. 561 ff.

4) Calculs sur les ballons aérostatiques, faits par feu M. LEONARD EULER, qu'on a trouvés sur son ardoise, après sa mort arrivée le 7 Septembre 1783, Mem. de l'Acad. de Paris, année 1784 (1781), S. 265 ff.

5) WOLF, Biographien usw., 4. Zyklus, S. 130.

6) Recensio Dissertationis de Ventis, quae ab Auctore (cl. D'ALEMBERT) sequente symbolo — folgt das Motto der Preisbewerbung — „est signata“. Das Urteil EULERS bewirkte, daß der französische Mathematiker die Prämie erhielt (Opuscula posthuma, 2. Band, S. 793 ff.), aber es war mehr neutral als eigentlich günstig gehalten und hob hervor, daß ungleiche Erwärmung weit mehr als die Anziehung von Sonne und Mond die irdischen Luftbewegungen bewirken dürfte. Weit absprechender äußert sich D. BERNOULLI in einem Briefe an EULER (R. WOLF, Biographien usw., 3. Zyklus, S. 185 ff.).

7) Recherches physiques sur la cause de la queue des Comètes, de la lumière boréale et de la lumière zodiacale, Mém. de Berlin, 2. Band (1746), S. 117 ff. Sach-

gerade so, wie sich die Schweife an den Kometen und das Zodiakallicht an der Sonne bildeten, darf, obwohl Magnetismus und Elektrizität noch nicht genannt werden, umso mehr bemerkt werden, weil es auch sonst an richtigen Wahrnehmungen¹⁾ in jener Veröffentlichung nicht fehlt.

Für die Geschichte der Klimatologie wichtig und lange nicht genügend gewürdigt ist EULERS Versuch²⁾, mathematische Ausdrücke für die Erwärmung der Erdoberfläche durch Insolation aufzustellen. Dem Prinzip nach stimmt das angewandte Verfahren ganz mit demjenigen überein, welches in unserer Zeit mehrfach, z. B. bei WIENER³⁾ und RÖLLINGER⁴⁾, dem gleichen Zwecke dienen mußte. Gegeben ist ein Punkt mit bestimmter Polhöhe φ^0 ; dann ergibt sich ein erstes Integral, wenn für einen zwischen 0^0 und h^0 , wo h die einem bestimmten Tage des Jahres entsprechende Mittagshöhe der Sonne darstellt, schwankenden Neigungswinkel integriert wird, und diese Größe, doppelt genommen, muß nochmals nach h integriert werden, während $(90^0 - \varphi - \varepsilon)$ und $(90^0 - \varphi + \varepsilon)$, unter ε die Ekliptikschiefe verstanden, als Grenzwerte einzuführen sind. Mit Doppelintegralen war EULER schon vertraut; nach CANTOR⁵⁾ bedient er sich ihrer zuerst 1736 in einer die Variationsrechnung vorbereitenden Abhandlung.

Überaus eifrig hat sich der in allen Sätteln gerechte Mathematiker der Aufgabe zugewandt, eine Gesetzmäßigkeit für die geographische Verteilung der geomagnetischen Deklination ausfindig zu machen⁶⁾, allein hier mußte ihm deshalb der reelle Erfolg versagt bleiben, weil er von einer der

lich stimmt mit dieser Note überein eine andere: *Conjectura circa naturam aëris pro explicandis phaenomenis in atmosphaera observatis*, Acta Petrop., 3. Band (1779), S. 160 ff.

1) EULER meint, auch „Südlichter“ wären längst ebenso bekannt, wie „Nordlichter“, wenn die ungünstige klimatische Beschaffenheit der Südhalbkugel den längeren Aufenthalt in hohen Breiten nicht so sehr erschwere. Bald nachher brachte COOKS zweite Weltreise die Ergänzung (J. R. FORSTER — G. FORSTER, Bemerkungen auf einer Reise um die Welt, Berlin 1773, S. 103).

2) *Determinatio caloris et frigoris graduum pro singulis terrae locis ac temporibus*, Comm. Petrop., 11. Band (1739), S. 82 ff.

3) C. WIENER, Über die Stärke der Bestrahlung der Erde durch die Sonne in ihren verschiedenen Breiten und Jahreszeiten, Zeitschr. f. Math. u. Phys., 22. Band, S. 341 ff.

4) RÖLLINGER, Verteilung der Sonnenwärme auf der Erdoberfläche, Augsburg 1879.

5) CANTOR, a. a. O., 3. Band, Leipzig 1898, S. 828.

6) *Recherches sur la déclinaison de l'aiguille aimantée*, Mém. de Berlin, 13. Band (1757), S. 175 ff.; *Corrections nécessaires pour la théorie de la déclinaison magnétique proposée dans le XIII. volume des Mémoires*, ebenda, 22. Band (1766), S. 213 ff.; *Réflexions sur la détermination de la déclinaison de la boussole*, Opuscula posthuma, 2. Band, S. 783 ff.

Wirklichkeit nur künstlich angepaßten Hypothese ausging. Diese hat dann freilich bis zu GAUSS' Auftreten immer wieder neue Anhänger gefunden¹⁾; ihr Wesen bestand in folgendem: Irgendwo im Erdinneren befindet sich ein Magnetstab, und wenn es gelingt, aus einer größeren Anzahl von Beobachtungen dessen Lage zu ermitteln, so muß für einen beliebigen weiteren Erdort Abweichung und Neigung theoretisch eruiert werden können. Man bewundert bei der Durchführung dieser Annahme EULERS außerordentliche Geschicklichkeit in sphärisch-trigonometrischer Rechnung, konstatiert aber zugleich die Fruchtlosigkeit des ganzen Beginns. Trotzdem verhilft dem Genius auch der bestreitbare Grundgedanke zu manch richtigem Ergebnis; so widerlegt er endgültig HALLEYS Theorie von den vier Magnetpolen, konstruiert eine für jene Zeit ganz achtungswerte Karte der Isogonen und läßt diese in einem magnetischen Nordpole zusammenlaufen, der nördlich von der Hudson-Bay liegt und von dem wahren, von JOHN ROSS entdeckten Konvergenzpunkte der Ortskurven gleicher Mißweisung nicht allzu weit entfernt ist. In seiner Preisschrift über das Inklinatorium²⁾ sucht EULER vor allem die schädlichen Einflüsse zu bestimmen und auszumerzen, welche Reibung, Schwerkraft und andere Momente auf die Neigungsnadel ausüben können. Auch ist noch der reifen Anschauungen³⁾ des in diesem Falle den gewohnten mathematischen Pfad verlassenden Denkers über das Wesen des Magnetismus zu gedenken; seine „vortices magnetici“ gemahnen auf das lebhafteste an die Kraftlinien von FARADAY und MAXWELL.

Die Ozeanographie hat in ihrem dynamischen Teile drei verschiedene Bewegungsformen zu betrachten. Es sind dies die Windwellen, die Gezeiten und die Meeresströmungen. Alle drei Varianten sind von EULER in Untersuchung gezogen worden.

Bei jeder Wellenbewegung gibt es bekanntlich⁴⁾ zwei für sich bestehende Ortsveränderungen. Die Orbitalbewegung offenbart sich darin, daß jedes einzelne Flüssigkeitsteilchen Bahnkurven von sehr geringer Ausdehnung

1) Man besitzt eine sehr verdienstliche Charakteristik der von EULER, MOLLWEIDE, HANSTEEN u. a. nach der Magnetstabhypothese ausgeführten Rechnungen aus K. HORNERS Feder (GEHLERS Physikalisches Lexikon, 6. Band, 2. Abteilung, Leipzig 1836, S. 1025 ff.).

2) De observatione inclinationis magneticae dissertatio, Recueil des pièces couronnées par l'Académie des Sciences de Paris, 5. Band, Paris 1753, S. 63 ff.

3) Dissertatio de magnete, Recueil usw., 5. Band, Paris 1752, S. 1 ff. Den Preis hatte der Autor bei der im Jahre 1744 ausgeschriebenen Konkurrenz für diese ihn auf einem fast ungewohnten Felde als gleichfalls glücklichen Arbeiter zeigende Schrift gewonnen.

4) Zur Orientierung wird man am besten O. KRÜMMELS Werk beiziehen (v. BOGUSLAWSKI-KRÜMMEL, Handbuch der Ozeanographie, 2. Band, Stuttgart 1887, S. 6 ff.).

um die ihm von Hause aus zukommende Gleichgewichtslage beschreibt. Durch den von Partikel zu Partikel sich fortpflanzenden Anstoß kommt dann die eigentliche Welle zustande, deren Profil es auszumitteln gilt. Im Anschluß an NEWTON hat EULER als der erste diese Forderung zu erfüllen gesucht¹⁾, und zwar fand er, daß, je nach der Voraussetzung, die Profilkurve als Zykloide oder als Traktrix anzusprechen sei. Die heute allseitig zugestandene Tatsache, daß die Profilkurve zu den Rollkurven (Trochoiden) gehöre, ist somit von EULER zuerst nachgewiesen worden, was recht oft vergessen²⁾ oder doch nicht mit ausreichender Bestimmtheit angemerkt worden ist.

Zusammen mit NEWTON, D. BERNOULLI und MACLAURIN³⁾ ist EULER auch der Begründer der statischen Theorie von Ebbe und Flut, die ja gegenwärtig nur noch geschichtlichen und daneben auch didaktischen Wert hat, gleichwohl aber ein absolut unumgänglich gewesenes Durchgangsstadium der menschlichen Erkenntnis darstellt. Man wählte durchweg die Fragestellung so: Welche Gestalt nimmt die Oberfläche eines gleich tiefen, die Erdkugel allenthalben bedeckenden Weltmeeres unter der attraktiven Einwirkung der Himmelskörper an? Die Behandlung, welche EULER dieser Frage angedeihen ließ⁴⁾, bietet wiederum ein glänzendes Zeugnis von seiner souveränen Kraft in der Transformation verwickelter analytischer Gebilde, weist aber in sachlicher Beziehung einige Mängel auf⁵⁾, welche auch durch die formale Meisterschaft nicht ganz ausgeglichen werden.

Von seiner Beschäftigung mit den translatorischen Bewegungen im Meere ist zuvörderst hervorzuheben, daß in ihm der Entdecker jener großen Vertikalzirkulation zu verehren ist, welche den Austausch polarer und äquatorialer Wassermassen vermittelt und in der jüngsten Vergangenheit

1) De figura, quam ventus fluido stagnanti inducere valet, Acta Petrop., 11. Band (1777, I), S. 190 ff.

2) So gibt MUNCKE (Gehlers Phys. Wörterb., 10. Band, 2. Abteilung, Leipzig 1842, S. 1319 ff.) eine klare und umständliche Kennzeichnung der Wellentheorien von NEWTON, LAPLACE, LAGRANGE, FLAUGERGUES, v. GERSTNER, POISSON und CAUCHY, läßt aber EULER unerwähnt. Teilweise füllte die Lücke aus BRANDES (EULERS Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung flüssiger Körper, Leipzig 1806, S. 223 ff.).

3) Vgl. GÜNTHER, Handb. d. Geophysik, 2. Band, S. 468 ff.

4) Inquisitio physica in causam fluxus ac refluxus maris, Recueil usw., 4. Band, Paris 1752, S. 135 ff. Später kam EULER nochmals darauf zurück (De statu aequilibrum maris a viribus Solis et Lunae sollicitati, Acta Petrop., 4. Band (1780, I), S. 132 ff.).

5) Aus einer immer wiederkehrenden Abneigung gegen das NEWTONsche Grundprinzip, die freilich sofort verschwindet, wenn das Anschreiben der Formeln beginnt, sucht EULER bei den cartesianischen Wirbeln einen Rückhalt. Auch wirft ihm LAPLACE (Traité de Mécanique Céleste, 5. Band, Paris 1825, S. 152) vor, jener habe mißverständlich NEWTONS Art der Herleitung getadelt.

erst durch ZOEPPRITZ¹⁾ ihrer ganzen Bedeutsamkeit nach erkannt wurde. Man begegnet seinen Ausführungen an einem Orte²⁾, der zunächst nicht der geeignetste hierfür zu sein scheint. In der Tat liegt auch nur ein Korollar vor, aber ein Korollar von ungewöhnlichem Inhalte. Wärmedifferenzen müssen, so heißt es, eine Ausgleichsströmung des bezeichneten Charakters hervorbringen; „*talis igitur motus oceano aequae est naturalis atque ille, quo perpetuo ab oriente occidentem versus profertur.*“

Damit sind natürlich die von der Oberfläche wahrnehmbaren Wasserversetzungen gemeint. Um diese bekam EULER Ursache sich zu bekümmern, als die Pariser Akademie das Motiv einer 1751 ausgeschriebenen Preisfrage der Lehre von den Meeresströmungen entnahm; man sollte angeben, durch welche Mittel die Existenz solcher Bewegungen erkundet werden könne. Bedauerlicherweise sind nur geringe Bruchstücke von EULERS Bearbeitung auf uns gekommen³⁾. Die drei Verfahrensweisen, die er als passend empfiehlt, lassen uns ziemlich gleichgültig; höchst merkwürdig dagegen ist die Behauptung, Meeresströmungen reichten bis in sehr große Tiefen hinab⁴⁾. Das war dazumal durchaus nicht die allgemeine Ansicht, wie ja auch jetzt manche Theoretiker sich in entgegengesetztem Sinne aussprechen⁵⁾. Und doch muß, solange der von ZOEPPRITZ⁶⁾ eingeschlagene Beweisgang nicht widerlegt wird, an EULERS Auffassung festgehalten werden. Durch die Betonung namhafter Mächtigkeit der Meeresströmungen hat er sich zweifellos ein großes Verdienst um die ozeanische Physik erworben⁷⁾. —

1) ZOEPPRITZ bei v. BOGUSLAWSKI-KRÜMMEL (a. a. O., 2. Band, S. 281 ff.)

2) *Enodatio difficultatis super figura Terrae a vi centrifuga oriunda*, N. Acta Petrop., 2. Band (1784), S. 121 ff. Die Niederschrift war bereits 1775 erfolgt.

3) *Recherches sur la découverte des courants de la mer*, Opera posthuma, 2. Band, S. 790 ff.

4) Die charakteristischen Worte sind: „*La raison nous assure et l'expérience le confirme, que les courants pénètrent jusqu'au fond de la mer.*“ Natürlich sieht EULER auch ein, daß eine stetige Verminderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von oben nach unten statthaben muß.

5) Andeutungen J. NANSENS in seinem mehrbändigen, zu Christiania herausgegebenen Werke (*The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896; Scientific Results*) sind von skandinavischen und auch von deutschen Fachmännern im angegebenen Sinne weiter ausgeführt worden.

6) ZOEPPRITZ, *Hydrodynamische Probleme in Beziehung zur Theorie der Meeresströmungen*, Ann. d. Phys. u. Chem., (3) 3. Band, S. 582 ff.

7) In dieser Abhandlung wurden ausschließlich EULERS exaktwissenschaftliche Arbeiten berücksichtigt. Eine mehr populäre Schrift dagegen (*Lettres à une princesse d'Allemagne sur quelques sujets de physique et de philosophie*, St. Petersburg 1768—1772; deutsch von F. KRIES, Leipzig 1792—1794; neue Bearbeitung von J. MÜLLER, Stuttgart 1848) blieb außer Betracht. In der Tat gehen die meisten der

Unsere Übersicht über die an Zahl und Inhaltstiefe ausgezeichneten Arbeiten des genialen Mannes auf dem hier ins Auge gefaßten Gebiete hat nunmehr ihr Ende erreicht. Man wird ihr sicherlich entnehmen, daß es nicht nur als ein Recht, sondern sogar als eine unabweisbare Pflicht zu betrachten ist, EULERS Namen auch in der Geschichte der Allgemeinen Erdkunde mit hohen Ehren zu nennen.

sehr zahlreichen Erörterungen über physische Erdkunde, die sich hier finden, nicht über den Durchschnittsstandpunkt des Zeitalters hinaus; höchstens die dem Autor eigentümliche Theorie der Wasser- und Himmelfärbungen erinnert auf diesem Gebiete daran, daß man es mit einem EULER zu tun hat, während allerdings der der theoretischen Optik gewidmete Abschnitt wegen der darin sehr klar auseinandergesetzten Prinzipien einer neuen Vibrationslehre beachtet zu werden verdient.