

Die
Revolutionen
des
Meeres.

Von.
J. Adhemar.

Aus dem Französischen übersetzt.

Mit 2 Tafeln Abbildungen.

Leipzig,
Verlag von Franz Peter.
1843.

Die
Revolutionen
des
Meeres.

Von

J. Adhemar.

Aus dem Französischen übersetzt.

Mit 2 Tafeln Abbildungen.

Leipzig,
Verlag von Franz Peter.
1843.

SK 12. 150

V o r w o r t.

Es ist eine unbestreitbare Thatsache, daß unsere Erde zu verschiedenen Malen bis zu einer Höhe von mehr als zehntausend Fuß von dem Meere bedeckt wurde. Der gegenwärtige Stand der Wissenschaft läßt in dieser Hinsicht keinen Zweifel übrig und es kann sich nur die Frage erheben, durch welche Ursachen ein ähnliches Resultat hervorgerufen wurde.

Die verschiedenen Hypothesen, durch die man dieses große Phänomen zu erklären suchte, sind fast alle an der Schwierigkeit gescheitert, das Verschwinden einer so großen Wassermasse zu erklären. Wollte man z. B. annehmen, daß sich ein Theil derselben durch eine Spalte, welche sich auf der Erdoberfläche gebildet, in das Innere des Erdballs gestürzt hätte, so bliebe es immer räthselhaft, warum nicht das übrige Wasser denselben Abfluß genommen habe.

Wenn wir der Meinung mehrerer Geologen beipflichten wollen, daß das Fallen des Meeres durch das Zusammensinken unermesslicher Höhlen, deren Stützen zusammenbrachen, erfolgt sei, so müßte man immer noch erklären, wie das Meer, nachdem es von der Erdoberfläche zurückgetreten, dieselbe zu wiederholten Malen aufs Neue überschwemmen konnte; denn die obenerwähnten Hypothesen über das Fallen des Meeres sind augenscheinlich unfähig, das Steigen desselben zu erklären.

Senckenbergische Bibliothek
Frankfurt a. Main

SDD

In der nachfolgenden Schrift werde ich dieses schwierige Problem zu lösen suchen.

Ehe ich jedoch zur Sache selbst übergehe, will ich einige astronomische Bemerkungen zur näheren Erläuterung voranschicken. Ich werde nur die einfachsten Theorien der Statik in Anwendung bringen und hoffe, daß diese hinreichen werden, mich dem Leser verständlich zu machen.

Das Vorrücken der Nachtgleichen.

Bewegung der Erde um die Sonne.

Wir nehmen als Grundsatz an, daß jede Art von Bewegung eine Ursache hat, und dieser Ursache, wodurch sie auch entstehen mag, geben wir den Namen Kraft.

Jede Bewegung beweist daher nothwendig das Vorhandensein einer Kraft.

Wenn wir z. B. einen Stein in die Höhe werfen, siehe Pl. O, Fig. 2, so erleidet es keinen Zweifel, daß er der Kraft folgt, die durch die Bewegung des Armes verursacht wurde. Allein der Widerstand der Lufttheilchen, die sich auf seinem Wege finden, läßt ihn in jedem Augenblicke einen Theil der Kraft verlieren, welche er im Anfange der Bewegung hatte, und es muß ein Moment eintreten, in welchem diese Kraft gänzlich vernichtet wird. In der That sieht man, daß die Schnelligkeit seiner Bewegung abnimmt, je mehr er sich erhebt, und während eines Augenblicks wird er unbeweglich erscheinen. Wenn er darauf wieder zur Erde herabfällt, so geschieht dies nur, weil er einer zweiten Kraft folgt, deren Wirkungen sich nicht leugnen lassen. Diese Kraft, welcher Natur sie auch sei, nennt man die Attraction.

Allein weshalb erhebt sich der Stein nicht in graden Linie? Weshalb fällt er nicht in einer graden Linie herunter? — Dies kömmt daher, weil die durch die Bewegung des Armes angegebene Richtung jeden Augenblick durch die von der Erde unaufhörlich ausgehende Kraft verändert wird.

Die Atmosphäre hat indess keine unendliche Ausdehnung; in einer Höhe von ungefähr dreißig Stunden ist die Luft schon dergestalt verdünnt, daß sie keinen Widerstand mehr leistet. Denken wir (Fig. 4) unsern Stein bis in jene Region versetzt, so ist kein Grund mehr vorhanden, weshalb die Bewegung, die wir ihm mittheilten, ihre Wirksamkeit verlieren sollte. Der Bogen, den er beschreibt, wird allerdings mehr oder weniger gekrümmt sein, je nach dem sich die Attraction als größer oder geringer in Bezug auf die Wurfkraft äußert; allein sobald der Stein nicht auf ein materielles Hinderniß stößt, muß er sich unaufhörlich fortbewegen.

Wenn meine Leser das Obengesagte verstanden haben, werden sie mit Leichtigkeit die Bewegung der Planeten um die Sonne begreifen. Nehmen wir z. B. an, die Erde befände sich in Fig. 3 in a und die Attraction sei as, so ist klar, daß, wenn die Erde nicht auf die Sonne fällt, eine zweite Kraft ac vorhanden sein muß, die mit der ersten vereint die Diagonale aa' zur Resultante giebt.

Wenn die von der Sonne ausgehende Kraft plötzlich aufhören sollte, so würde sich die Erde in gerader Linie, der Richtung von aa' folgend, fortbewegen. Allein die Attraction a's' vereint sich mit a'c', welche die aus den vorigen Kräften hervorgehende Kraft ausdrückt, und die neue Diagonale a'a'' wird ein zweiter Theil des Bogens, den die Erde um die Sonne beschreibt.

Der Weg, den ein Planet zurücklegt, heißt seine Bahn. Die mehr oder weniger längliche Form derselben hängt von dem Verhältniß ab, in welchem die Attraction zu der unbekanntem Kraft steht, die den Planeten ursprünglich in Bewegung setzte.

Wenn die Attraction der Sonne an Kraft zunehmen würde, müßte die Bahn sich mehr zusammenziehen, im entgegengesetzten Falle aber würde sie an Ausdehnung gewinnen; ja es könnte zwischen diesen ursprünglichen Kräften selbst ein solches Verhältniß bestehen, daß die zurückgelegte Linie eine Hyperbel oder eine Parabel sein würde. Bei der einen wie bei der andern Hypothese würde sich der Planet immer weiter von der Sonne entfernen, und sobald die Wirksamkeit ihrer Attraction aufhörte, würde auch die Krümmung der Planetenbahn wegfallen. Der Planet würde alsdann eine gerade Linie beschreiben, bis er in die Wirksamkeit einer neuen Sonne treten und die Attraction derselben ihm eine neue Krümmung vorschreiben würde.

Die Bahn der Erde ist eine fast kreisförmige Ellipse. Allein damit die Grundsätze, welche ich aufstellen werde, deutlicher zu begreifen sind, habe ich ihr eine mehr längliche Form gegeben. Die Sonne S nimmt einen der Brennpunkte ein. Der Punkt p, der der Sonne am nächsten steht, heißt die Sonnennähe, der Punkt a aber, welcher am weitesten von ihr entfernt ist, die Sonnenferne.

Der Abstand der Sonne von irgend einem Punkte der Bahn heißt Radius Vector. Sp ist der kleinste Radius Vector, Sa ist der größte. Diese beiden Radien befinden sich immer einer in der Verlängerung des andern und die gerade Linie pa, die ihre Summe bildet, nennt man die große Ase der Bahn. Die Punkte p und a sind die Apfiden, die Grade pa heißt die Apfidenlinie. Die Bahn der Erde heißt endlich Ellipse, weil die Eclipsen oder Verfinsterungen in dieser Ebene Statt finden.

Veränderungen der Geschwindigkeit. Die Bewegung der Erde um die Sonne ist keine gleichförmige. Die Veränderung derselben hängt von Ursachen ab, die wir gleich näher erläutern werden. Nehmen wir (Fig. 7) an, daß der Körper m durch eine Kugel S angezogen werde und

daß mp eine Ebene sei, welche die Kugel in zwei gleiche und symmetrische Theile theilt, so wird die Attraction, die von allen Theilen, welche rechts von mp liegen, herrührt, sich mit der Attraction vereinigen, die von den gleichliegenden Theilen auf der linken Seite der Ebene mp ausgeht, so daß die ganze Wirksamkeit sich auf diese Ebene mp äußert und der Körper m die Richtung ms annehmen wird, als ob sich die ganze Attraction in dem Mittelpunkte der Kugel vereinte. Nehmen wir nunmehr an, daß diese Kugel die Sonne sei, und untersuchen wir, wie groß die von ihr ausgehende Kraft sein kann.

Stellen wir uns eine Pyramide vor, die ihre Spitze im Punkte S hat, so ist einleuchtend, daß die Fläche des Quadrates abcd das Maas für die Attraction sein wird, die der Punkt S auf irgend einen Körper innerhalb der Pyramide äußert. Nun ist die Attraction, welche auf das Quadrat ABCD wirkt, dieselbe, wie jene, die sich auf das Quadrat abcd äußert; nehmen wir an, die Entfernungen dieser beiden Quadrate von der Spitze S der Pyramide verhielten sich unter einander wie 1:2, so würden sich ihre Flächen wie 1:4 verhalten. Beachten wir daher das kleine Quadrat an die Stelle des großen, so würde es in dieser Entfernung von dem Punkte S nur den vierten Theil desselben einnehmen, daher auch nur den vierten Theil der anziehenden Strahlen empfangen, die in seiner ersten Lage auf dasselbe einwirkten. Aus demselben Grunde würde das kleine Quadrat, wollte man es nach einer dreimal größeren Entfernung schleben, neunmal weniger angezogen werden, in einer zehnmal größeren Entfernung hundertmal weniger u. s. w.

Denken wir uns nun den Punkt S durch einen leuchtenden Punkt ersetzt, so würden die Gründe ganz dieselben bleiben, und wir erhalten nun den Grundsatz: daß die Attraction stets wie das Licht im umgekehrten Verhältniß der Quadrate der Entfernungen auf zwei Flächen einwirkt.

Es ist jetzt ein Leichtes, die Ursache zu erklären, die eine Veränderung in der Bewegung der Erde um die Sonne hervorbringt. Während jene z. B. den Bogen a''av (Fig. 3) durchläuft, wird sich ihre Bewegung beschleunigen; einmal, weil sie sich der Sonne nähert, was die Seitenkraft a''s'' vergrößert, dann aber auch, weil die Resultante, die durch die Diagonale repräsentirt wird, welche die beiden spylgen Winkel des Parallelogramms verbindet, nothwendig größer als die Seite a''c'' sein muß, welche die Schnelligkeit in dem vorhergehenden Augenblicke ausdrückt. Wenn die Erde den Bogen av av' durchläuft, wird die Resultante durch die Diagonale, welche die beiden stumpfen Winkel des Parallelogramms verbindet, dargestellt und die Geschwindigkeit wird augenscheinlich vermindert. Die Geschwindigkeit nimmt daher zu, sobald die Erde sich der Sonnennähe nähert, u. ä. h. rend sie abnimmt, sobald sie sich von diesem Punkte

entfernt. Für den Zweck, den wir im Auge haben, ist es durchaus nothwendig, diese Veränderungen der Bewegung wohl zu verstehen.

Bewegung der Erde um ihre Axe.
Die verschiedenen Stellungen der Erdoberfläche sind unter einander stets parallel.

Befestigt man eine kreisrunde Scheibe aus Pappe oder Metall in ihrem Mittelpunkt auf eine gegen ihre Ebene senkrechte Nadel und giebt man dieser Scheibe einen Stoß, so daß sie sich mit Schnelligkeit umdreht, so wird die ihr beigebrachte Kraft sich allmählig allen Theilen der Scheibe mittheilen und jeder von ihnen wird, durch die drehende Bewegung mit fortgezogen, sich gleichfalls um den Mittelpunkt bewegen. Wenn diese Scheibe einmal in Bewegung ist, wird man sie ohne Schwierigkeit nach allen Punkten transportiren können, wohin man sie zu haben wünscht, allein man würde auf einen gewissen Widerstand stoßen, wollte man die Richtung der Ebene des beweglichen Kreises verändern.

Was für eine Kreisfläche gilt, gilt auch für jede andere Fläche und jeden Körper, dessen Theile mit einander um eine grade Linie im Gleichgewicht stehen. Wenn man z. B. einen Kreisfel. schnell um seine Axe dreht, so kann man diesen nach links und nach rechts schnellen, wie es einem beliebt, ohne daß seine Axe auf einen Augenblick ihre verticale Stellung verlieren wird. Daraus geht hervor, daß man diese sich stets gleichbleibende Richtung der Axe der drehenden Bewegung zuschreiben muß, denn der Kreisfel. fällt augenblicklich um, sobald diese aufhört.

Die Wahrheit dieses Grundsatzes, der in der Mechanik unter dem Namen Parallelsinnus der Kräftepaare bekannt ist, findet man durch unzählige Beispiele bestätigt. Der Reifen, den ein Knabe vor sich hinrollt, hält sich nur durch die Umdrehung in seiner verticalen Stellung und fällt sogleich um, sobald die Bewegung aufhört. Die Jongleure stellen oft mehrere Gegenstände übereinander und balanciren sie, indem sie dieselben zugleich mit großer Schnelligkeit sich drehen lassen. Aber grade in dieser Schwingung, die die größte Bewunderung der Zuschauer erregt, ist eine große Erleichterung des Experimentes zu finden, denn sie erhält die auf diese Weise übereinandergestellten Gegenstände in verticaler Stellung.

Wir können daher unsere Erde mit einem großen Kreisfel. vergleichen, der durch eine uns unbekante Kraft in eine kreisförmige Bewegung gesetzt wurde, so daß jeder Punkt derselben sich in einer Ebene bewegt, die mit der Ekliptik einen Winkel von 23° 28' bildet. Diese ihr einmal beigebrachte Bewegung muß sich für ewige Zeiten gleich bleiben, und es steht fest, daß sie durch keine Kraft ge-

führt werden könnte, deren Richtung durch den Schwerpunkt der Erde gehen würde. Hieraus geht hervor, daß die Beschleunigung oder die Verzögerung der Bewegung unserer Erde um die Sonne keinen Einfluß auf die Dauer der täglichen Bewegung hat.

Ungleichheit der Tage und Nächte. — Jahreszeiten.

Aus der sich stets gleichbleibenden Stellung der Erdoberfläche geht die Ungleichheit der Tage und Nächte hervor.

Da die Erde binnen vierundzwanzig Stunden sich einmal ganz um ihre Axe dreht, so folgt daraus, daß die Sonne und die Sterne sich in entgegengesetzter Richtung um sie zu bewegen scheinen. Ihre Bewegung ist also nur scheinbar, während die der Erde wirklich Statt findet. Der Theil unserer Erde, welcher der Sonne zugekehrt ist, wird stets erleuchtet, während der andere Theil dunkel bleibt. Durch die Bewegung der Erde um ihre Axe bekommen nach einander alle ihre Bewohner die Sonne zu sehen; der Tag fängt für einen jeden Ort an, sobald er den dunklen Theil verläßt, um in den erleuchteten zu treten, und er endigt, sobald er sich durch diesen ganzen hellen Raum bewegt hat und wieder in den dunklen zurücktritt.

Nehmen wir nun an, daß jeder Punkt der Sonne S (Fig. 8) in allen Richtungen eine Anzahl von Lichtstrahlen in den Raum sendet, so werden, da die ersten Lichtstrahlen am Morgen und die letzten am Abend von dem scheinbaren Rande der Sonne herkommen, die Sonne und unser Erdball durch eine conische Fläche eingeschlossen, und die Linie zx, welche die Berührungspunkte zwischen jener Fläche und unserer Erde verbindet, bildet die Trennung zwischen der dunklen und der erleuchteten Hälfte. Diese Linie ist zwar etwas kleiner als ein größter Kreis der Erde, bei der großen Entfernung dieser letzteren von der Sonne kann man indeß annehmen, daß sie die Oberfläche des Erdballs in zwei gleiche Theile theilt. Als etwas Wesentliches hierbei muß noch bemerkt werden, daß die Ebene, in der sich diese Linie befindet, stets auf dem Radius Vector So, der durch die Mittelpunkte der Sonne und Erde geht, senkrecht steht. Aus der Stellung dieser Ebene und durch die Axendrehung der Erde entsteht für die verschiedenen Bewohner der Erde die Ungleichheit der Tage und Nächte je nach den verschiedenen Jahreszeiten.

Nehmen wir z. B. an, die Erde sei in Punkt o (Fig. 3) ange-
langt, so kommt die Erdoberfläche genau in der Ebene zx, die die Helle von der dunklen Halbkugel trennt, zu liegen und der Radius Vector So (Fig. 1) correspondirt mit dem Aequator. Jeder Punkt beschreibt alsdann einen Kreis, dessen Mittelpunkt in der Axe liegt. In der vorliegenden Stellung der Erde enthält die Fläche zx die Mittelpunkte aller Kreise, die durch die verschiedenen Punkte der Oberfläche be-

schrieben werden, und theilt demgemäß jeden dieser Kreise in zwei gleiche Theile, so daß, da jedes Land einen eben so großen Weg in dem erleuchteten wie in dem dunkeln Raume zurückzulegen hat, die Tage und Nächte auf der ganzen Erdoberfläche gleich sein werden. Dieser Zeitpunkt heißt Aequinoctium oder Tag- und Nachtgleiche und fällt auf unsern ersten Frühlingstag.

Von diesem Tage ab wird der Nordpol in die erleuchtete Seite eintreten und in ihr ununterbrochen ein halbes Jahr bleiben. Der Südpol dagegen wird in diesem Augenblicke auf sechs Monate in den Schatten treten. Die Tage werden jetzt für uns in eben dem Grade zunehmen, wie sie für die unterhalb des Aequators wohnenden Völker abnehmen. Da nun die Erbare sich stets parallel bleibt, während die Ebene zx sich so wendet, daß sie stets gegen den Radius Vector senkrecht zu stehen kommt, so folgt daraus, daß, mit Ausnahme des Augenblicks des Aequinoctiums, die Axc vr des Erdballs immer einen mehr oder weniger schiefen Winkel mit der Ebene zx bildet, wodurch alle Kreise, die durch die Bewegung der Erde um ihre Axc von den einzelnen Punkten der Erdoberfläche beschrieben werden, in zwei ungleiche Theile getheilt werden; für alle Völker der Erde mit Ausnahme derer, die unter dem Aequator wohnen, tritt alsdann eine Ungleichheit in den Tagen und Nächten ein.

Diese Ungleichheit wird mit jedem Tage fühlbarer, je mehr die Erde in ihrer Bahn fortrückt, weil die Axc vr sich immer mehr und mehr von der Ebene zx entfernt, wodurch die Kreise, die durch die Axcndrehung beschrieben werden, in immer ungleichere Theile durch diese Ebene getheilt werden. Es ist ebenfalls auch einleuchtend, daß diese Ungleichheit für die Bewohner der Polargegenden größer als für die in der Nähe des Aequators Wohnenden sein wird.

An dem Nordpole wird ein Theil der Erdoberfläche gänzlich im Lichte, an dem Südpole dagegen ein gleich großer Theil gänzlich im Schatten liegen. Die Größe dieser beiden Theile hängt von dem mehr oder weniger großen Winkel ab, den die Erbare mit der Ebene zx bildet.

Sobald die Erde in den Punkt o' (Fig. 3) tritt, bildet die Axc vr mit der Ebene zx einen Winkel von $23^{\circ} 28'$ (Fig. 10). Der Radius Vector So' correspondirt dann mit dem Wendekreise des Krebses. Für alle Bewohner der nördlichen Halbkugel tritt in diesem Augenblicke der erste Sommertag ein, und da die Erbare dann mit der Ebene zx den möglichst größten Winkel bildet, so werden alle Kreise, die durch die Axcndrehung entstehen, in die ungleicheren Theile getheilt, wodurch natürlich die größte Ungleichheit der Tage und

Nächte für alle Bewohner der Erde entsteht. Für die Bewohner oberhalb des Aequators tritt der längste, für die unterhalb desselben Wohnenden dagegen der kürzeste Tag ein und alle Punkte, die $23^{\circ} 28'$ oder weniger vom Nordpole entfernt liegen, bewegen sich ganze vierundzwanzig Stunden auf der Lichtseite, haben also 24 Stunden Tag und gar keine Nacht, während dagegen für die Bewohner der $23^{\circ} 28'$ oder weniger vom Südpole entfernten Gegenden eine Nacht von vierundzwanzig Stunden eintritt.

Wenn die Erde ihre Bewegung fortsetzt und in dem Punkte o'' (Fig. 3) zu stehen kommt, so tritt für uns das Herbstäquinoctium ein. Der Radius Vector So'' beschreibt noch einmal den Aequator (Fig. 5) und die Erbare vr tritt wieder in die Ebene zx , wodurch dieselben Wirkungen wie beim Frühlingsanfang hervorgerufen werden. Alle Bewohner der Erde zwischen den beiden Polen haben dann gleiche Tage und Nächte; der Nordpol tritt seine halbjährige Nacht, der Südpol dagegen seinen sechsmonatlichen Tag an.

Wenn die Erde in den Punkt o''' (Fig. 3) tritt, so haben wir den ersten Wintertag und der Radius Vector So''' (Fig. 14) beschreibt den Wendekreis des Steinbocks, und da wiederum die Erbare mit der Ebene zx , wie am ersten Sommertage, den möglichst größten Winkel bildet, so tritt abermals die größte Verschiedenheit für die Tage und Nächte aller Bewohner der Erde ein. Die Bewohner der südlichen Halbkugel haben dann ihren längsten Tag und Sommeranfang, während wir Winteranfang und den kürzesten Tag haben. Alle Orte, die $23^{\circ} 28'$ oder weniger vom Südpole entfernt liegen, haben 24 Stunden Tag, während die $23^{\circ} 28'$ oder weniger vom Nordpol entfernt liegenden vierundzwanzig Stunden Nacht haben.

Sobald endlich die Erde wieder in den Punkt o tritt, hat sie ihre Bewegung um die Sonne vollendet und sie beginnt dann dieselbe ganz in der vorigen Ordnung aufs Neue.

Aus dem Obengesagten geht hervor, daß die Länge des Jahres durch vier verschiedene Zeitaltschnitte bedingt wird. Diese sind:

1. Der Frühling; er findet Statt, während die Erde den Bogen $o o'$ durchläuft, beginnt für uns den 20. März und endigt den 21. Juni.
2. Der Sommer; er findet Statt, während die Erde den Bogen $o' o''$ beschreibt, fängt den 21. Juni an und endigt den 21. September.
3. Der Herbst; er findet Statt, während die Erde den Bogen $o'' o'''$ zurücklegt, beginnt den 23. Sept. und endigt den 23. December.
4. Der Winter; er findet Statt, während die Erde den Bogen $o''' o$ durchläuft; beginnt den 21. Dec. und hört mit dem 20. März auf. Der längste Tag des Jahres findet für uns Statt, wenn die Erde in Punkt o' , der kürzeste, wenn sie in o''' ankömmt. Die Tag- und Nachtgleichen treten endlich ein, wenn die Erde in o und

o" tritt, d. h. wenn die Erdaxe auf den Nadien So und So" senkrecht zu stehen kommt.

Wir müssen hier noch bemerken, daß die Jahreszeiten für die entgegengesetzten Halbkugeln entgegengesetzt sind, so daß, wenn auf der nördlichen Halbkugel Herbst und Winter ist, die Bewohner der südlichen Frühling und Sommer haben, und umgekehrt.

Ungleiche Dauer der Jahreszeiten.

Die Tag- und Nachtgleichen können nur in dem Augenblick Statt finden, in welchem die Ebene ZX (Fig. 3) die Erdaxe vR in sich aufnimmt. Da indeß die Erdaxe in allen ihren Stellungen stets eine parallele Lage einnimmt, so muß der Nadius Vector So mit So" in diesen zwei Zeitpunkten des Jahres eine grade Linie bilden. Daraus folgt natürlich, daß der Bogen o"o"o der Zeitpunkt kleiner als der Bogen o'o"o sein muß.

Wir haben S. 5 gesehen, daß die Bewegung der Erde schneller ist, wenn diese in die Sonnennähe tritt, als wenn sie sich auf der entgegengesetzten Seite ihrer Bahn befindet. Aus diesem doppelten Grunde, weil sie einen kleinern Weg zurückzulegen hat und sich schneller bewegt, wird sie kürzere Zeit gebrauchen und demgemäß in weniger Tagen den Bogen o"o"o beschreiben, als sie braucht, um den Bogen oo'o" zu durchlaufen. Aus dieser Vergleichung der Zeiten, die mit dem Eintritt der Erde in die Punkte o und o" zusammenfallen, ersieht man, daß die totale Dauer des Frühlings und des Sommers auf unserer Halbkugel um acht Tage die totale Dauer des Herbstes und Winters übersteigt.

Temperatur.

Sobald man von der Temperatur der Erde spricht, muß man die mehr oder weniger große Wärmemenge, die in derselben verbreitet ist, nicht mit jener abwechselnden Kälte und Wärme, welche man auf den verschiedenen Punkten ihrer Oberfläche empfindet, verwechseln.

Wärme des Erdballs. Man weiß aus der Mechanik, daß ein Körper, sobald er bei der Bewegung um seine Axe an Volumen zu- oder abnimmt, im ersten Falle seine Bewegung verzögern, im letztern aber beschleunigen wird. Wenn nun durch irgend eine Ursache die in dem Erdball verbreitete Wärme zunehmen und ihm ein größeres Volumen geben würde, so könnte er sich weniger schnell bewegen, während er im entgegengesetzten Falle, sobald die Erde an

Wärme und Volumen verlieren würde, eine beschleunigtere Bewegung annehmen müßte. Da indeß die astronomischen Beobachtungen seit den ältesten Zeiten auch nicht die kleinste Veränderung in der Dauer der täglichen Umdrehungen wahrgenommen haben, so haben die Astronomen den Schluß ziehen müssen, daß die mittlere und absolute Wärmemenge, die in dem Erdball verbreitet ist, sich unveränderlich gleich bleiben muß.

Diese Wärmemenge zerfällt in zwei Theile; der eine gehört der Erde allein an, der andere wird durch die Sonne hervorgerufen. Das Vorhandensein eines inneren Feuerherdes wird durch die Zunahme des Wärmegrades, je tiefer man in die Erde eindringt, zwar hinlänglich bewiesen, allein da diese Wärme sich stets gleich bleibt und sich wenig oder gar nicht auf der Erdoberfläche äußert, so folgt daraus, daß die Veränderungen in der Temperatur in den verschiedenen Jahreszeiten der Sonnenwärme allein zugeschrieben werden müssen.

Temperaturveränderungen auf der Erdoberfläche. Die große Ungleicheit in der Temperatur, die von den verschiedenen Bewohnern der Erde in den verschiedenen Jahreszeiten wahrgenommen wird, rührt nicht von der Wärme des Erdballes selbst her; wir müssen die Ursachen derselben vielmehr anderswo suchen. Um das Folgende zu verstehen, müssen wir zunächst bemerken, daß die Temperatur eines Ortes nicht lediglich von der Menge der empfangenen Wärme, sondern auch von der Menge der bewahrten Wärme abhängt. Wenn ein Ort eben so viel Wärme verliert, als er Wärme empfängt, so wird er nicht an Wärme gewinnen; verliert er dagegen mehr, als er empfängt, so wird er kälter werden. Eine feststehende Thatsache, die durch unzählbare Beobachtungen für richtig befunden wurde, sagt uns, daß die Erde während der Nacht die am Tage empfangene Wärme wieder verliert und daß die mittlere Quantität Wärme, die sie während einer gewissen Anzahl Stunden am Tage empfängt, genau der mittleren Quantität Wärme gleichkömmt, die sie in derselben Stundenzahl während der Nacht verliert. Die Temperatur eines Ortes bleibt sich daher gleich, so bald für ihn Nacht und Tag gleich lang sind; die Temperatur nimmt aber zu, wenn die Tage länger als die Nächte sind, während sie im entgegengesetzten Falle abnimmt.

Wir müssen daher die Ungleicheit der Tage und Nächte als eine der Hauptursachen ansehen, welche die Wechsel der Temperatur veranlassen, die wir auf der Erdoberfläche empfinden. Da nun während des Frühlings und des Sommers die Tage länger als die Nächte sind, so wird dann mehr Wärme von der Erde empfangen, als sie zur Zeit der Nacht wieder verliert; die Luft, die Erde und alle Gegenstände, welche uns umgeben, werden sich demnach erwärmen,

während sie im Herbst und Winter wieder in demselben Maasse erkälten, da hier das umgekehrte Verhältniß eintritt.

Die Quantität der Wärme, die irgend ein Punkt der Erdoberfläche empfängt, hängt aber nicht einzig und allein von dem Verhältniß ab, in welchem die Länge der Tage zu derselben der Nächte steht. Man weiß, daß die Zahl der Sonnenstrahlen, welche eine ebene Fläche empfängt, stets mit dem Sinus des Winkels im Verhältniß steht, den diese Strahlen mit der Fläche bilden. Aus den verschiedenen Stellungen der Erdaxe und der Krümmung der Erdoberfläche folgt weit nun, daß sich für unsere Halbkugel die Sonnenstrahlen im Sommer mehr als im Winter einer gegen die Erdoberfläche senkrechten Linie nähern.

In Paris bilden z. B. (Fig. 10) die Sonnenstrahlen am ersten Sommertage mit der Erdoberfläche einen Winkel von $64^{\circ} 38'$, während dieser Winkel am ersten Wintertage (Fig. 14) nur $17^{\circ} 42'$ beträgt. Hieraus folgt, daß sich die Sonnenstrahlen, welche die Erdoberfläche in Paris an diesen beiden Tagen empfängt, unter sich wie der Sinus von $64^{\circ} 38'$ zu dem Sinus von $17^{\circ} 42'$ verhalten müssen oder, in Zahlen ausgedrückt, wie 0,90358 : 0,30403, was fast 3 : 1 ist. Anderseits werden die Sonnenstrahlen, je mehr sie einer senkrechten Linie nahe kommen, um so tiefer in die Erdoberfläche einzudringen und sich desto länger in ihr erhalten.

Demgemäß hängen die Hauptveränderungen der Temperatur in den verschiedenen Jahreszeiten von den beiden nachfolgenden Ursachen ab:

1. Von der mehr oder minder langen Zeit, in welcher die Sonnenstrahlen mit der Oberfläche der Erde in Berührung kommen, d. h. also von dem Unterschiede, welcher zwischen der Länge des Tages und der Nacht besteht.
2. Von dem mehr oder minder großen Winkel, den die Sonnenstrahlen mit der Oberfläche der Erde bilden.

Aus dem Obengesagten scheint hervorzugehen, daß alle Bewohner der Erde, die unter einem und demselben Breitengrade wohnen, dieselbe Temperatur haben müßten. Allein dies ist nicht der Fall, da oft eine Menge von Nebenursachen, die mit der Erlichkeit eines gewissen Terrains zusammenhängen, mit der Sonnenwärme zusammenwirken. So können z. B. die Nähe von Flüssen, Wäldern, vom Meere, die Nachbarschaft hoher Berge, die entweder den Wind abhalten, oder seine Kraft vermehren oder vermindern, tausend Verschiedenheiten in der Temperatur gewisser Gegenden hervorrufen.

Die nähere Erörterung dieser interessanten Naturerscheinungen würde uns zu weit von dem uns vorliegenden Thema entfernen; um in dasselbe einzugehen, genügt es uns, wenn wir die Folgen der allgemeinen Naturgesetze kennen lernen.

Vorücken der Tag- und Nachtgleichen.

Wir haben bisher vorausgesetzt, daß die Stellungen der Erdaxe unter sich stets parallel sind. Diese Hypothese ist indess nicht ganz genau begründet. Die Attraction der Sonne stört mit der Zeit diesen Parallelismus und rückt jeden Augenblick die Erdaxe aus ihrer ursprünglichen Richtung. Allein diese Bewegung geht nur höchst langsam vor sich und die Wirkungen, die durch sie veranlaßt werden, können erst nach einer sehr langen Reihe von Jahren fühlbar werden. Diese Bewegung soll aber die Basis werden, auf die wir unsere Behauptungen in der nachfolgenden Schrift gründen wollen; ich bitte daher den Leser, mir jetzt mit ungetheilter Aufmerksamkeit zu folgen.

Man weiß, daß ein Punkt nur dann eine krummlinige Bewegung erhalten kann, wenn zwei Kräfte zu gleicher Zeit auf ihn einwirken. Die eine Kraft, welche in grader Linie wirkt, will den beweglichen Punkt nach der Richtung der Tangente zu dem durchlaufenen Bogen entwickeln lassen; die zweite, stets wirkende Kraft zieht den Punkt an und hindert ihn, sich von dem Mittelpunkte der Attraction zu entfernen. Die Form der krummen Linie hängt von dem Verhältniß dieser beiden Kräfte ab, und es ist leicht begreiflich, daß sich der Punkt entfernen würde, sobald sich durch irgend eine Ursache die Intensität der ersteren vermehrte, während er im entgegengesetzten Falle sich nähern würde. Die Kraft, welche den beweglichen Punkt zu entfernen sucht, heißt die Centrifugalkraft; sie steigt sich mit der Geschwindigkeit und wird um so größer, je beschleunigter die Bewegung ist. Nachdem wir diesen Grundsatz aufgestellt haben, ist es leicht faßlich, daß die ursprünglich flüssige Erde eine Gestalt annehmen mußte, durch die alle ihre Theile ins Gleichgewicht zu liegen kamen. Ohne ihre drehende Bewegung würden ihre Bestandtheile unter sich eine solche Lage eingenommen haben, daß sie eine vollkommene Kugel gebildet hätten; allein die dem Aequator zunächst liegenden Theile, die einer größeren Geschwindigkeit ausgesetzt sind, weil sie während der vierundzwanzigstündigen Bewegung einen größeren Raum zurückzulegen haben, mußten sich mehr und mehr von der Erdaxe entfernen. Hieraus folgte, daß der Erdball sich an den Polen abplattete und eine Gestalt annahm, die man darstellen könnte, wenn man eine halbe Ellipse sich um ihre kleine Axe drehen liesse.

Der Unterschied zwischen dem Radius des Aequators und dem des Poles ist nur $\frac{1}{17}$ des letzteren; aber damit die Grundsätze,

welche ich entwickeln will, leichter verständlich werden, habe ich die Abplattung (Fig. 6) viel auffallender gemacht.

Wir können annehmen, die Erde sei aus einer Kugel A und dem durch die Bewegung erzeugten, durch Schrägung in Figur 6 angebeuteten Mantel zusammengesetzt. Die Ebene der Elliptik S S' theilt die Kugel in zwei symmetrische Hälften B, B', und die Resultante aller Anziehungskräfte, welche auf die Bestandtheile dieser beiden Massen wirken, wird durch den Schwerpunkt der Erde gehen und die Bewegung um ihre Axe nicht stören können. Allein mit den Theilen C und C' tritt nicht dasselbe Verhältniß ein, denn da sie von der Sonne nicht gleich weit entfernt sind, werden sie von diesem Gestirn auch nicht auf gleiche Weise angezogen werden. Nehmen wir z. B. die auf den Endpunkten eines Durchmesser des Aequators liegenden beiden Punkte m und m' an, und setzen wir die Sonne in der Richtung AS voraus. Gehen wir über den gemeinschaftlichen Theil der beiden Kräfte, welche auf m und m' wirken, hinweg, so wird der Unterschied, welcher auf den der Sonne zunächst liegenden Theil einwirkt, in zwei andere Kräfte qm und pm zerlegt werden können; die erstere wird in der Ebene des Aequators liegen und die zweite senkrecht auf diese zu stehen kommen. Es ist nun augenscheinlich, daß diese letzte Kraft sich dahin äußern wird, den Theil m in die Fläche SS' zurückzuführen.

Wenn die Sonne sich in der Richtung AS' befände, so würde der Theil m' mehr als m angezogen werden und der Unterschied s'm' dieser beiden Anziehungskräfte würde den Theil m' in die Ebene SS' zurückführen.

Berlegt man auf diese Weise alle Kräfte, welche auf die einzelnen Theilchen von C und C' wirken, so wird man bald den Schluß ziehen können, daß die Attraction der Sonne auf den bauchtichten Theil der Erde den Aequator unaufhörlich, mit Ausnahme der Tag- und Nachtgleichen, in die Ebene der Elliptik zurückzuführen sucht, was auch Statt finden würde, drehte die Erde sich nicht um ihre Axe.

Um uns einen Begriff davon zu machen, wie die Bewegung der Erde um ihre Axe in Verbindung mit der Attraction der Sonne die natürliche Wirkung dieser letzten Kraft verändern kann, wollen wir Fig. 9 betrachten, auf welcher die Linie mp die Kraft darstellt, welche den Theil m in die Ebene der Elliptik zurückzuführen sucht. Die Rotationskraft, welche diesen Theil um die Axe zieht, wird durch die Linie mo, die den Aequator der Erde tangirt, ausgedrückt und die beiden Kräfte mp, mo haben die Diagonale mz' zur Resultante. Es folgt daraus, daß der Theil m nothwendig den Bogen mz'n beschreiben wird, anstatt des Bogens mzn, in welchem er sich ohne die Attraction der Sonne bewegt hätte.

Aus dem obigen Grundsatz geht hervor, daß (Fig. 9 und 12) die Linie un, in welcher die Ebene des Aequators die der Elliptik schneidet, nach und nach die Lagen u'n' u' n'' u. s. w. annehmen wird, während die Erdaxe eine conische Fläche um die auf der Ebene der Bahn senkrecht stehende Linie beschreiben wird. Ich bitte Jedem wohl zu bemerken, daß wir hier von dem Fortrücken der Erde in dem Raume ganz abstrahiren.

In den physikalischen Kabinetten finden sich häufig kleine Maschinen, die den Zweck haben, die Bewegung, von der wir so eben sprachen, zu versinnlichen. Ein Ring a ist in einer verticalen Lage auf den Fuß B (Fig. 11) festgemacht. Ein zweiter Ring c, in dem Innern des ersten hängend, an dem er durch die Zapfen m und n befestigt ist, kann sich um die Verticale mn frei bewegen. Ein dritter Ring o, in dem Innern des zweiten Ringes, mit dem er durch die Zapfen v und u zusammenhängt, kann alle Neigungen annehmen, indem er sich um die Horizontale vu dreht. Endlich stellt eine metallene Kugel, die sich willkürlich um die Axe zx drehen kann, die Erdkugel vor. Durch die doppelte Bewegung um die Verticale mn und die Horizontale vu wird die Axe xz offenbar alle möglichen Richtungen annehmen können.

Wenden wir uns jetzt zu Fig. 13, auf der dieselbe Maschine im Profil dargestellt ist, und setzen wir voraus, daß man der Kugel eine Neigung zx gegeben hat. Denken wir uns jetzt die Axe wie einen Kreis mit einem Faden umwickelt, durch den eine schnelle Umbrehung hervorgebracht wird, so zeigt sich deutlich der Parallellismus der Kräftepaare und die Kugel, um ihren Mittelpunkt im Gleichgewicht, behält die geneigte Stellung bei, welche man ihr ursprünglich gegeben hatte.

Die Maschine kann darauf nach links, nach rechts, nach oben oder nach unten bewegt werden, ohne daß ihre Richtung gestört wird. Wenn man aber, bevor man ihr die drehende Bewegung mittheilt, an dem unteren Ende ihrer Axe ein Gewicht p befestigt, das den Zweck hat, ihr eine verticale Richtung zu geben, so glebt diese Kraft, mit der der Rotation vereint, im Augenblick der ganzen Maschine eine horizontale Bewegung und die Axe wird, anstatt sich aufzurichten, wie man bei der Hinzufügung des Gewichtes, welches diese Wirkung hervorbringen soll, erwarten dürfte, eine conische Fläche um die Verticale, welche durch den Mittelpunkt geht, beschreiben. Das Gewicht p repräsentirt augenscheinlich die Attraction der Sonne, da es dieselbe Wirkung hervorbringt, welche die Axe in eine verticale Stellung zurückzuführen sucht.

Demnach wird die Rotation ganz allein den Parallellismus der Erdaxe hervorbringen. Die Attraction der Sonne wird diese Axe aufrichten und beide Ursachen vereint werden sie um die

auf der Ebene der Ecliptik senkrecht stehende Linie eine conische Fläche beschreiben lassen.

Prüfen wir jetzt, welche Erscheinungen aus dem obigen Grundsatz hervorgehen müssen. Wir wissen, daß in den Aequinoctien die Zeit fällt, in der für alle Bewohner der Erde Tag und Nacht gleich sind. Diese Gleichheit kann nur in dem Augenblick Statt finden, in welchem die Axe vr des Erdballs in die Ebene tritt, welche die Trennungslinie xz enthält, also wenn die Axe auf dem Radius Vector senkrecht steht. Wenn wir nun durch un (Fig. 3) den Durchschnitt der Ebene des Aequators mit der der Ecliptik darstellen, so wird diese auf der Erdbare stets senkrecht stehende Linie im Augenblick des Frühlingsaequinoctiums mit dem Radius Vector So zusammenfallen.

Sehen wir also voraus, daß während der Bewegung der Erde um die Sonne die Linie un die Stellung $u'n'$ eingenommen habe, so ist es augenscheinlich, daß im folgenden Jahre das Aequinoctium Statt finden wird, sobald die Erde in ov angelangt ist, d. h. wenn der Radius Vector $So'v$ mit $u'n'$ parallel sein wird, daher früher als im vorhergehenden Jahre. Der Moment des Aequinoctiums wird also demjenigen vorhergehen, in welchem dasselbe Phänomen Statt gefunden hätte, wenn die Linie un sich nicht gedreht hätte. Jedes Jahr wird dasselbe Phänomen hervorgerufen werden, und der mit dem Aequinoctium correspondirende Punkt der Bahn wird nach und nach die Punkte ov, ov u. s. w. einnehmen, indem er, wie man sieht, eine der Bewegung der Erde in dem Raume entgegengesetzte rückgängige Bewegung macht.

Die Bewegung der Linie un , die durch den Unterschied der Attractions-Kräfte der Sonne auf die Bestandtheile von C und C' (Fig. 6) hervorgebracht wird, ist von einem Jahre zum andern ganz unmerklich. Der Winkel non' , der mit der jährlichen rückgängigen Bewegung correspondirt, misst nur $50'', 1$, die Zahl der für einen ganzen Umlauf erforderlichen Jahre beträgt daher

$$\frac{360^\circ}{50'', 1} = \frac{1296000''}{50'', 1} = 25868 \text{ oder gegen } 25900 \text{ Jahre.}$$

Bewegung der großen Axe der Erdbahn.

Wenn man die Bewegung der Erde mit den Sternen vergleicht, so ist ein Zeitraum von 25900 Jahren erforderlich, bevor der Moment der Aequinoctien wieder mit demselben Punkte am Himmel correspondirt; allein wenn man die Stellung der Erdbugel zu der großen Axe der Erdbahn betrachtet, so muß hier nothwendig eine Veränderung eintreten, weil diese Linie in dem Raume nicht unbeweglich ist.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß jeder Planet durch seine Attraction fortwährend die Gestalt und die Lage aller Bahnen der übrigen Planeten verändert. Einige dieser Wirkungen sind unmerklich oder noch nicht beobachtet worden, allein mehrere von ihnen sind so beträchtlich, daß man sie nicht außer Acht lassen darf. So verändern z. B. die Anziehungskräfte der Planeten die Lage der Erdbahn und lassen ihre große Axe sich in der Richtung der Bewegung um die Sonne drehen. Der in einem Jahre durch die Apsidenlinie durchlaufene Winkel ist $= 11'', 8$. Daraus folgt, daß die Sonnennähe p gegen p' vorrückt und endlich mit demjenigen Punkte der Bahn zusammentreffen wird, der mit dem Moment der Aequinoctien zusammenfällt. Wir haben aber gesehen, daß der diesem letzten Punkte correspondirende Radius Vector jährlich um $50'', 1$ zurückgeht. Die jährliche Summe der Winkel $oSo'v, pSp'$, in entgegengesetzter Richtung durch die beiden Radien So, Sp durchlaufen, wird daher gleich sein $61'', 9$. Die Zeitpunkte ihres Zusammenfallens werden demgemäß festgestellt werden, wenn man 360° durch $61'', 9$ dividirt.

$$\text{Es ist aber } \frac{360^\circ}{61'', 9} = \frac{1296000''}{61'', 9} = 20937 \text{ oder ungefähr } 21000 \text{ Jahre.}$$

Was wir über die Aequinoctien sagten, gilt auch für jeden andern Zeitpunkt des Jahres. So müssen z. B. 21000 Jahre vergehen, ehe der Moment wieder eintritt, in welchem die Jahreszeiten denselben Punkten der Erdbahn correspondiren werden. Im Jahre 1248 unserer Zeitrechnung fiel der erste Tag unseres Winters mit dem Durchgang der Erde durch die Sonnennähe zusammen. Seit dieser Zeit, d. h. in dem Zeitraume von 594 Jahren, haben sich die beiden Radien So''', Sp um den Winkel $o'''Sp = 10^\circ 12' 48''$ von einander entfernt.

Aus dem Vorhergehenden drängt sich uns unwillkürlich der Schluß auf, daß nach einem Intervalle von ungefähr 10500 Jahren die Ordnung der Jahreszeiten in Beziehung auf die Hauptpunkte der Erdbahn umgekehrt sein wird, d. h. daß der Frühling und Sommer unserer Halbkugel Statt finden werden, während die Erde den Bogen $o''o'''o$ beschreiben wird, indeß unser Herbst und Winter dem Bogen $oo'o''$ correspondiren werden. Alsbald wird aus denselben Gründen, die wir weiter oben aufgestellt haben, die Dauer des Herbstes und Winters zusammen genommen um acht Tage die Dauer des Frühlings und Sommers auf unserer Halbkugel übersteigen.

In der Berechnung dieser Periode haben wir vorausgesetzt, daß die Linie der Apsiden stets einen Winkel von jährlich $11'', 8$ beschreiben müßte, allein diese Annahme darf nicht genau genommen

werden, denn die Beobachtungen, nach denen man diese Bewegung bestimmt, gehen nicht weit genug zurück, als daß man mit Recht behaupten könnte, daß die Folgezeit keine Modification in der in unseren Tagen beobachteten Schnelligkeit hervorbringen würde. Da wir im Uebrigen nur die Existenz eines Naturgesetzes darzutun beabsichtigen, so entstehen dadurch keine Nachtheile, wenn wir, um die Begriffe besser festzuhalten, den Zeitraum von 21000 Jahren als unveränderlich fest annehmen; um so mehr, da, wenn in der Folge eine lange Reihe von Beobachtungen die Ausdehnung dieser Periode modificiren sollte, dieß doch weder den Grundsatz, den wir darthun wollen, noch die Folgerungen, die wir aus ihm zu ziehen beabsichtigen, verändern könnte.

Umwälzungen des Meeres.

I.

Vor mehr als zwanzig Jahren gab ich in meinen Vorträgen zum ersten Male das Vorrücken der Tag- und Nachtgleichen als die wahrscheinlichste Ursache der großen Revolutionen an, die nach und nach die Erdoberfläche gewaltsam zerrüttet haben. Ich wurde durch Arbeiten, die mit meinen gewöhnlichen Beschäftigungen in näherer Verbindung standen, bis jetzt verhindert, die nöthigen Untersuchungen anzustellen, die diesen Gegenstand auf eine angemessene Weise zu behandeln. Ich hatte indeß hierauf nicht verzichtet und in einigen Mußestunden hatte ich die Darstellung dieser Theorie begonnen.

Indem ich davon ausging, daß der Frühling und Sommer auf unserer Halbkugel zusammen den Frühling und den Sommer der andern Halbkugel um acht Tage übertreffen, schloß ich, daß dieser Unterschied hinreichend sei, die physische Constitution der beiden Halbkugeln alle 10500 Jahre zu verändern und demgemäß große Revolutionen auf der Erdoberfläche hervorzubringen.

Ich war bis zu diesem Punkte in meinen Forschungen gekommen, als ich plötzlich wieder durch eine Stelle in Lyell's Werke in meiner Meinung erschüttert wurde. Indem er sich über den Unterschied ausspricht, der zwischen den Wärmemengen auf den verschiedenen Halbkugeln Statt findet, sagt er: „Ehe der Werth dieses Unterschiedes bestimmt wurde, schrieben mehrere Astronomen diese Wirkung

dem Vorrücken der Tag- und Nachtgleichen oder der beschleunigten Bewegung der Erde, sobald diese den Theil ihrer Bahn zurücklegt, welcher der Sonnennähe correspondirt, zu. Allein Herschel macht die Bemerkung, daß die Sonne während einer achtstägigen längeren Anwesenheit auf der nördlichen Halbkugel keinen jährlichen Ueberschuß an Licht und Wärme hervorbringe; denn aus den Gesetzen der ellipsenförmigen Bewegung ergiebt sich, daß die beiden Halbkugeln, wie auch die Ellipse ihrer Bahn beschaffen sein mag, eine gleiche absolute Wärmemenge des Jahres empfangen müssen, da durch die schnellere Bewegung genau die Wirkung der Sonnennähe ausgeglichen wird.“

Im ersten Augenblicke glaubte ich, Herschel habe vollkommen Recht, und verdamnte mein Manuscript zum Feuertode. Ich sammelte mich indeß wieder und verschob bis zu einer fernern Zeit die Ausführung meines Vorhabens.

So standen die Sachen seit mehreren Monaten, als der Bericht des Herrn Ette de Beaumont über eine Denkschrift Durocher's (Comptes rendus de l'Institut, 17. Janvier 1842) mich auf die „Studien über die Bildung der Gletscher“ von Agassiz aufmerksam machte. Die in diesen beiden Werken aufgestellten Thatfachen schienen mir eine so natürliche Folge jener Theorie, die ich aufgestellt hatte, zu sein, daß ich mich veranlaßt fühlte, den Gegenstand noch einmal zu prüfen. Ich sah darauf ein, daß ich zu schnell Herschel's Meinung beigeppflichtet hatte und daß es ein Leichtes sei, ohne die Wichtigkeit seines Lehresatzes anzutasten, den Beweis zu führen, er habe sich in der Anwendung, die er von ihm gemacht, vollkommen getäuscht. Ich hoffe, der Leser wird, nachdem er diese Abhandlung gelesen hat, meiner Ansicht sein.

II.

Wenn man mit den Augen einen Erdglobus überfliegt, wird man sich ohne Zweifel über die ungleiche Vertheilung der Wassermasse auf den beiden Halbkugeln verwundern. Auf der nördlichen Halbkugel behält sich das Land zum Wasser wie 419 : 1000 **, so daß, wenn man den Radius der Erde durch r ausdrückt, man folgende Formel:

$$\frac{1000}{1419} \times 2\pi r^2 = \frac{2000\pi r^2}{1419}$$

für die Oberfläche des Wassers auf der nördlichen Halbkugel erhält.

* Lyell, tome I., 5. édition, p. 178.

** Desprez, Traité de physique, p. 850.

Auf der südlichen Halbkugel verhält sich das Land zum Wasser wie 129 : 1000, so daß die Oberfläche des Meeres gleich ist

$$\frac{1000}{1129} \times 2\pi r^2 = \frac{2000\pi r^2}{1129}$$

Das Verhältniß der Oberflächen der Meere in beiden Halbkugeln ist demnach

$$\frac{2000\pi r^2}{1419} : \frac{2000\pi r^2}{1129} = 1129 : 1419 = 11 : 14.$$

Man kann im Allgemeinen annehmen, daß die Tiefe der Meere im Verhältniß zu ihrer Flächenausdehnung steht. Diese Behauptung stellt sich übrigens auch durch einige, leider nur zu wenig zahlreichere Sondirungen, da die Seefahrer sich wenig darum kümmern, die Tiefe des offenen Meeres zu erfahren, und nur in der Nähe der Klippen und Klippen das Sentblei auswerfen, als wahr heraus. Man hat in Erfahrung gebracht, daß das Meer in der Nähe des Nordpols nicht mehr als 300 Klaftern tief ist, während die Tiefe des Meeres in der südlichen Halbkugel 2000 und mehr Klaftern beträgt, da man oft gar keinen Grund finden konnte. Vergrößern wir die erste und vermindern wir die zweite Zahl ein wenig, so werden wir die beiden Zahlen 500 und 1500 für die mittlere Tiefe annehmen können, so daß wir, wenn wir $\frac{1}{4}$ mit $\frac{1500}{500}$ oder mit $\frac{3}{1}$ multiplizieren, $\frac{3}{4}$ oder ungefähr $\frac{3}{4}$ für das Verhältniß erhalten, welches zwischen den Wassermassen auf den beiden Halbkugeln besteht.

Die Anhäufung fast der gesammten Wassermasse in der südlichen Halbkugel kann sich nur durch irgend eine Ursache erklären lassen, die den Schwerpunkt der Erde zwischen den Mittelpunkt derselben und den Südpol versetzen würde. Prüfen wir, ob in der Natur ein bekanntes Gesetz vorhanden ist, welches dieses Resultat hervorbringen könnte.

Wir müssen zuvörderst in Erinnerung bringen, daß, da für die nördliche Halbkugel der Herbst den 23. September und der Frühling den 20. März beginnt, dies für die Dauer des Herbstes und Winters zusammen genommen 179 Tage ausmacht. Nehmen wir diese 179 von 365 Tagen weg, so bleiben uns 186 Tage für den Frühling und den Sommer auf der nördlichen Halbkugel, oder, was dasselbe sagen will, für den Herbst und den Winter auf der entgegengesetzten Halbkugel. Hieraus folgt, daß der Herbst und Winter auf der südlichen Halbkugel ungefähr um 7 Tage länger als der Herbst und Winter auf unserer sind.

Wir werden uns sofort veranlaßt fühlen, dieser Ursache die Ungleichheit der Temperatur der beiden Halbkugeln und demgemäß die beträchtliche Größe der Eismassen auf der südlichen Halbkugel zuzu-

schreiben. Unwillkürlich wird sich uns der Gedanke aufdrängen, daß dieselbe Halbkugel, deren Sommer am längsten dauert, auch eine größere Sonnenwärme empfangen muß.

Man würde sich indes irren, wenn man glaubte, diese Ungleichheit der Wärme habe einzig und allein ihren Grund in dem Unterschiede der Länge der correspondirenden Jahreszeiten beider Halbkugeln. Da nämlich die Zahl der erwärmenden Sonnenstrahlen, wie das Licht und die Attraktion, im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung steht, so folgt daraus, daß die Erde, sobald sie von der Sonne weiter entfernt ist, weniger Wärme empfängt, und eben so umgekehrt. In der Zeit unseres Frühlings und Sommers ist nun aber die Erde weiter von der Sonne entfernt, als während des Frühlings und Sommers der südlichen Halbkugel. Es folgt daraus, daß in den beiden längsten Jahreszeiten, die für uns dem Frühlinge und Sommer correspondiren, die Erde jeden Tag weniger Wärme empfängt, da sie weiter von der Sonne ist, während sie in den kürzeren Jahreszeiten, die dem Frühlinge und dem Sommer der südlichen Halbkugel correspondiren und in denen sie der Sonne näher steht, mehr Wärme von derselben empfängt.

Serschel schließt aus dem Obigen *, daß eine Ausgleichung Statt findet, und daß „die Wärmemenge, welche die Erde von der Sonne empfängt, während sie irgend einen Theil ihrer Bahn durchläuft, mit dem um die Sonne beschriebenen Winkel in geradem Verhältniß steht.“

Gumboldt bemerkt indes **, daß ein größerer Verlust an Wärme durch die Wirkung der Ausstrahlung in der südlichen Halbkugel während eines Winters, der um acht Tage länger als der Winter auf der andern Halbkugel ist, Statt finden müsse. Die Richtigkeit dieser Bemerkung läßt sich nicht leugnen, denn, wenn auch die Erde während der verschiedenen Perioden des Jahres eine gleich große Wärmemenge empfängt, so folgt daraus noch nicht, daß diese Wärme sich auf den beiden Halbkugeln auch auf gleiche Weise vertheilt. Die Temperatur eines Ortes hängt nicht von der „empfangenen“, wohl aber von der „bewahrten“ Wärme ab, oder besser von dem Unterschiede, der zwischen der in einer gewissen Zeit empfangenen und verlorenen Wärme besteht. Ein Ort wird erkälten, sobald die von der Sonne ausgehende Wärme geringer als die ist, welche er durch das Ausstrahlen verliert; eben so wird er im entgegengesetzten Falle wärmer werden.

Aus der Ungleichheit, über die wir weiter oben gesprochen haben, geht hervor, daß für den Nordpol das Jahr aus 186×24

* Transactions géologiques, tome III. p. 298, seconde série.

** Lignes isothermes.

= 4464 Tagesstunden und aus $179 \times 24 = 4296$ Nachtstunden besteht, während das Jahr für den Südpol 4464 Nacht- und nur 4296 Tagesstunden hat.

Der Südpol wird demgemäß in einem Jahre mehr Wärme verlieren als er empfängt, weil die gesammte Dauer seiner Nächte die seiner Tage um 168 Stunden übersteigt, und das Gegentheil wird für den Nordpol Statt finden. Nehmen wir z. B. als Einheit die mittlere Wärmemenge an, welche von der Sonne in einer Stunde ausgeht, so wird die in einem Jahre am Nordpol angehäufte Wärmemenge durch 168 ausgedrückt werden, während die am Südpol verlorene Wärme gleich sein wird 168 mal derjenigen, welche die Ausstrahlung in einer Stunde entführt, so daß am Ende eines Jahres der Unterschied der Wärme beider Halbkugeln durch das 336fache derjenigen ausgedrückt wird, welche die Erde in einer Stunde von der Sonne empfängt oder durch das Ausstrahlen verliert.

Analoge Gründe können auf alle Punkte beider Halbkugeln angewendet werden. So besteht in Paris das Jahr aus 4430 Tag- und aus 4330 Nachtstunden, während irgend ein Ort, der mit Paris unter demselben Breitengrade auf der südlichen Halbkugel liegt, 4430 Nacht- und nur 4330 Tagesstunden haben wird, was einen Unterschied von 100 Stunden giebt; so daß, wenn man von allen andern Ursachen abstrahirt, der Unterschied der Wärme, welche zwei unter dem Breitengrade von Paris in den beiden Halbkugeln liegende Orte empfangen, durch das 200fache der mittleren Menge ausgedrückt wird, welche die Sonne in einer Stunde dem einen oder dem andern dieser Punkte zusendet. Nachdem wir obige Grundsätze wohl verstanden haben, wollen wir sehen, welche Erscheinungen aus dem Unterschiede hervorgehen müssen, der zwischen der Gesammtlänge der Tages- und Nachtstunden auf den beiden Halbkugeln Statt findet.

Nehmen wir einen Augenblick an, die Erdkugel sei (Pl. I., Fig. 1) von allen Seiten mit Wasser umgeben, so erleidet es keinen Zweifel, daß sich während eines Winters am Südpol A eine größere Eismasse als am Nordpol B in dem correspondirenden Winter bilden wird; wiederholt sich nun dieser Unterschied mehrere tausend Jahre hintereinander, so wird er endlich sehr beträchtlich werden.

Denken wir uns z. B., daß nach zwei- oder dreihundert Jahren die Eismassen durch A und B repräsentirt werden, so wird das Gleichgewicht der Meere sich nicht verändert haben, denn da das Eis ein geringeres specifisches Gewicht als das Wasser hat, so werden die beiden Massen A und B schwimmen, und ihr Gewicht wird dem des Volumens gleich sein, das durch die in das Wasser getauchten Theile verdrängt wurde. Allein nach 2 oder 3000 Jahren wird sich die Masse A in einer weit schnelleren Progression vermehrt haben, nicht allein durch die größere Länge des correspondirenden Winters,

sondern auch in Folge der in der Atmosphäre durch das Ausstrahlen dieser ungeheuren Eismasse verursachten Kälte, und es wird ein Moment eintreten, in welchem die untere Fläche der Eismasse den Grund des Meeres berühren wird, so daß die weitere Ausdehnung nach dieser Seite hin nicht mehr Statt finden kann und der Schwerpunkt sich erheben muß, indem er sich von dem Mittelpunkt entfernt. Da nun die Eismassen der nördlichen Halbkugel weit geringer, als die am Südpole sein werden, so wird der Schwerpunkt der Kugel und der beiden Massen A und B (Fig. 3) sich nothwendig nach dem Radius hinziehen, der in dem Pole A endigt, und die auf der Erdoberfläche verbreiteten Wassermassen werden ihm folgen müssen, so daß sie einen großen Theil des Continents der nördlichen Halbkugel trocken legen werden.

Diese Verrückung des Schwerpunktes erklärt hinlänglich die Anwesenheit des bei weitem größten Theils der Wassermasse auf der südlichen Halbkugel. Wir wollen jetzt die Folgen des von mir aufgestellten Grundgesetzes näher beleuchten und wir werden sehen, mit welcher Genauigkeit er jene großen Phänomene erklärt, welche die Oberfläche der Erde verheert haben.

Die Ungleichheit zwischen der Länge unseres Winters und derjenigen der südlichen Halbkugel rührt, wie wir wissen, von der Ellipsenform der Bahn unseres Planeten her. Aus der gegenwärtigen Stellung der Erdaxe zu der Ebene ihrer Bahn folgt, daß unser Herbst und unser Winter Statt finden, während die Erde den Bogen durchläuft, welcher der Sonnennähe correspondirt. Aber durch die Wirkung des Vorrückens der Tag- und Nachtgleichen muß, im Einklange mit der Verrückung der Erdbahn, das Gegentheil nach 10500 Jahren, von unserer Zeit an gerechnet, eintreten; d. h. in dieser Zeit werden der Herbst und der Winter der südlichen Halbkugel um sieben Tage kürzer als unser Herbst und Winter sein. Es müssen also dann alle die Erscheinungen, die wir besprochen, augenscheinlich in umgekehrter Ordnung sich erneuern.

Auf diese Weise fängt unsere Halbkugel seit dem Jahre 1248 zu erkalten an, während die südliche Halbkugel wärmer wird, und sobald die Eismassen am Nordpol die des Südpoles übertreffen werden, muß der Schwerpunkt des Systems über die Ebene des Aequators hinaustreten und die Wassermasse wird dann von einer Halbkugel nach der andern überströmen, so daß die dem Südpole nahe liegenden Länder aus dem Wasser hervortreten, gleichzeitig aber die von uns bewohnten Gegenden von dem Wasser überschwemmt werden.

Vertraud von Hamburg spricht in einem 1799 unter dem Titel: *Renouvellement périodique des Continents* erschienenen Werke schon den Gedanken aus, daß die Wassermasse durch das Verrücken des Schwerpunktes der Erde sich allmählig aus einer Halbkugel in

die andere herüberziehen könne. Um aber diese Verückung zu erklären, nimmt er an, daß die Erde hohl sei und in ihrem Innern einen großen Magnet habe, dem die Kometen durch ihre Attraction eine pendelartige Bewegung mittheilten. Da diese Hypothese indess auf keine Thatsache gestützt war, mußte sie verworfen werden.

Diejenige dagegen, welche ich aufstelle, hängt mit einem der wohlbegründetsten Gesetze des Weltsystems zusammen; die Wirkungen dieses Gesetzes müssen genau mit den von mir angebeuteten übereinstimmen und es kann sich nur ein Zweifel über die Bestimmung der Grenzen erheben, zwischen welchen diese Phänomene sich nothwendig wiederholen müssen. Man wird über die mehr oder minder große Intensität dieser Resultate streiten, allein, ohne die Gesetze des Gleichgewichtes anzustößen, weder das Vorhandensein dieses Grundgesetzes selbst leugnen, noch die aus ihm hergeleiteten Folgen verwirren können. Zum Ueberflus will ich noch durch Zahlen den Beweis führen, daß die von mir aufgestellten Behauptungen wohl begründet sind.

III.

Zahlreiche Sondirungen unter dem achten und zehnten Grade vom Nordpole haben eine Meerestiefe von 300 Klaftern in dieser Breite ergeben; man hat dagegen eine Tiefe von 2000 Klaftern in der südlichen Halbkugel gefunden. Die Meerestiefe nimmt demnach ab, je mehr man sich dem Nordpole nähert, während sie im Gegentheil in der südlichen Halbkugel zunimmt, und wir können den gegenwärtigen Zustand des Erdballs ungefähr darstellen, wenn wir eine Tiefe von 274 Klaftern am Nordpole und von 2466 am Südpole voraussetzen.

Diese beiden Zahlen verhalten sich zu einander wie 1 : 9; ihre Summe, die 2740 Klaftern oder beinahe eine Meile giebt, wird die Summe der Meereshöhen an den beiden Polen sein und demzufolge der Unterschied, der zwischen dem Durchmesser der Erde und dem Durchmesser der flüssigen Kugel, die einen Theil ihrer Fläche bedeckt, besteht. Nehmen wir nun 2866 Meilen für den Durchmesser der Erde an, so würden wir 2867 Meilen für den Durchmesser der flüssigen Kugel erhalten, welche die Erde einhüllen würde, wenn das Meer die Continente überall in derselben Höhe bedeckte.

Theilen wir den Unterschied dieser beiden Durchmesser oder eine Meile in zehn gleiche Theile, so werden wir 0,1 Meile für die Meerestiefe am Nordpol und 0,9 Meile für die am Südpol erhalten.

Diese Zahlen, die den angestellten und bekanneten Sondi-

rungen entsprechen, drücken fast genau den jetzigen Zustand der Erdbugel aus und können um so mehr ohne Bedenken angenommen werden, da es sich für den Augenblick nur darum handelt, die Möglichkeit des in dem vorhergehenden Artikel aufgestellten Grundsatzes zu beweisen. Ich werde diesen Satz auf ein einfaches Problem der Statik zurückzuführen suchen, da die genauen Beobachtungen noch nicht zahlreich genug sind, als daß sie die Elemente zu einer vollständigen Analysis liefern könnten.

In Fig. 7 möge die feste Masse der Erde durch den Umkreis dargestellt werden, der die Linie ba zum Durchmesser hat, und die flüssige Masse durch den Umkreis b'a'. Der Punkt b' sei der Nordpol, der Punkt a' der Südpol. Der Punkt c sei der Mittelpunkt des Erdballs, und c' der Mittelpunkt der kugelförmigen Fläche, die durch das Niveau des Meeres gebildet wird. Wir abstrahiren von den Unebenheiten auf der Erdoberfläche und nehmen an, daß der Umkreis, der ba zum Durchmesser hat, das mittlere Niveau zwischen der größten Berghöhe und der größten Meerestiefe darstellt.

Wir haben angenommen

$$ba = 2866 \text{ Meilen}$$

$$b'a' = 2867 \text{ "}$$

und erhalten daher

$$ca = 1433 = r.$$

$$c'a' = 1433,5 = R$$

$$bb' + aa' = 1$$

$$bb' = 0,1$$

$$aa' = 0,9$$

und demnach

$$co' = ca + aa' - c'a' = 1433 + 0,9 - 1433,5 = 0,4.$$

Man weiß aus der Hydrostatik, daß die Oberfläche des Niveaus der flüssigen Körper stets senkrecht auf dem Radius steht, der im Mittelpunkt der Attraction endigt. Da wir nun die Oberfläche des Meeres fast als kugelförmig annehmen müssen, können wir auch annehmen, daß der Mittelpunkt der flüssigen Kugel mit dem Mittelpunkt der Attraction zusammenfällt, d. h. daß er 0,4 Meile von dem Mittelpunkt der festen Masse entfernt ist, welche die Erdbugel bildet. Wir brauchen also nur zu beweisen, daß die Excentricität dieser beiden Kugeln durch die Attraction der umgehenden Eismassen hervorgebracht wird, welche die südliche Halbkugel bedecken und deren Vorhandensein keinem Zweifel unterliegt.

Hier fehlen uns schon die Elemente des Calculs. Man würde in der That genau die Meerestiefe am Südpole kennen müssen, die Höhe der Eisberge über dem Niveau des Meeres, die Dichtigkeit des Eises und sein specifisches Gewicht, welches sich mit der Intensität der Kälte verändern muß, u. s. w. Bei dem Mangel dieser bestimmten

Data müssen wir von denen Gebrauch machen, die wir besitzen, und ich hoffe, sie werden hinreichen, um den Leser zu überzeugen, daß die Verrückung der Wassermassen keine andere, als die von mir in dem vorigen Artikel angegebene Ursache haben kann.

Wir können den Erdball als eine fast homogene Kugel betrachten, deren Schwerpunkt mit ihrem Mittelpunkt zusammenfällt. Wir wollen von der Abplattung an den Polen abstrahiren, da diese die Betrachtungen nicht stören wird, die wir folgen lassen werden.

Indem wir die äußere Fläche der Gewässer gleichfalls als kugelförmig betrachten, bleibt uns nur noch übrig, die Bedingungen des Gleichgewichtes zwischen den vier folgenden Körpern zu untersuchen:

1. Die Erde.
2. Das Meer.
3. Die große Eismasse am Südpol.
4. Die viel kleinere Eismasse am Nordpol.

Wir wollen zuvörderst das Gewicht und die Schwerpunkte jeder dieser vier Massen berechnen.

Volumen und Gewicht der Erde. Wenn wir den Radius der Erde durch r bezeichnen, so erhalten wir für ihr Volumen den Ausdruck:

$$\frac{4\pi r^3}{3} = 1,33333\pi r^3.$$

Da das specifische Gewicht der Erde das fünffache des Wassers beträgt*, so wird das totale Gewicht des Erdballs gleich sein

$$\frac{4\pi r^3}{3} \times 5 = \frac{20\pi r^3}{3} = 6,66667\pi r^3.$$

Volumen und Gewicht der flüssigen Masse. Wenn wir durch R den Radius der kugelförmigen Fläche bezeichnen, die das Niveau des Meeres bildet, so werden wir für das Volumen der als ganz flüssig vorausgesetzten Kugel erhalten

$$\frac{4\pi R^3}{3}$$

Da die Berge und die Continente auf der Oberfläche des Erdballs fast immerbare Erhöhungen bilden, so können wir sie außer Acht lassen. Diese Nichtbeachtung ist im Uebrigen, da sie das Volumen des Wassers vermehrt, welches durch die Attraction der Eismassen am Südpol verrückt werden soll, dem Grundsatz, den ich entwickeln will, eher nachtheilig als günstig.

* Daubuisson, Géognosie, tome 1, p. 28.

Das Volumen der auf der Erdoberfläche verbreiteten Gewässer kann also als der Unterschied zwischen der flüssigen Kugel der Meere und der festen Kugel angesehen werden, die den Kern der Erde bildet. Auf diese Weise wird man erhalten:

$$\text{Volumen der Gewässer} = \frac{4\pi R^3}{3} - \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{4\pi}{3} (R^3 - r^3).$$

Zwischen dem Volumen der Erde und dem des Meeres tritt demnach folgendes Verhältnis ein:

$$\begin{aligned} \text{Volumen der Erde: Volumen des Wassers} \\ = \frac{4\pi r^3}{3} : \frac{4\pi (R^3 - r^3)}{3} = r^3 : (R^3 - r^3). \end{aligned}$$

Setzen wir

$$\begin{aligned} r &= 1433, \\ R &= 1433,5 \end{aligned}$$

und führen die Rechnung aus, so erhalten wir

$$r^3 : (R^3 - r^3) = 2942649737 : 3081308$$

oder beinahe = 955 : 1; das Volumen des auf der Erdoberfläche verbreiteten Wassers ist demnach gleich $\frac{1}{955}$ des Volumens der festen Masse.

Allein wir haben für diese feste Masse den Ausdruck

$$\frac{4\pi r^3}{3};$$

daher ist das Volumen der flüssigen Masse

$$\frac{4\pi r^3}{3} \times \frac{1}{955} = \frac{\pi r^3}{716} = 0,00139\pi r^3.$$

Setzen wir l als das specifische Gewicht des Wassers an, so würde das Gewicht der flüssigen Masse durch $0,00139\pi r^3 l$ ausgedrückt werden.

Volumen und Schwere des nördlichen Polareises. Die Eismasse am Nordpol breitet sich bis zu dem 82sten Breiten-Grade aus und bildet eine kugelförmige Zone, deren Höhe, die ich f nennen werde, gleich dem Cosinus versus von 82° oder 0,00973 ist.

Die Oberfläche dieser Zone wird demnach gleich sein

$$2\pi r f = 2\pi r \times 0,00973r = 0,01946\pi r^2.$$

Wenn wir die mittlere Dicke des Eises, welches diese Zone bedeckt, durch x bezeichnen, so wird das Volumen des nördlichen Polareises durch die Formel $0,01946\pi r^2 x$ ausgedrückt werden.

Die specifische Schwere des Eises als 0,930 angenommen wird das Gewicht des nördlichen Polareises gleich sein

$$0,930 \times 0,01946\pi r^2 x = 0,01810\pi r^2 x.$$

Volumen und Gewicht des nördlichen Polareises. Das Eis am Südpol breitet sich bis zum 45ten Breitengrade aus; wenn wir indes die schwimmenden Eismassen außer Acht lassen, so werden wir ohne Zweifel uns nicht weit von der Wahrheit entfernen, wenn wir annehmen, die feste Masse bilde eine Zone, die einen Radius von 20 Graden hat; demgemäß wird die Höhe F gleich dem Cos. Vers. von 70° oder 0,06031r sein.

Die Oberfläche dieser Zone wird demnach gleich sein

$$2\pi r F = 2\pi r \times 0,06031r = 0,12062\pi r^2.$$

Da es sich hier nur um die festen Eismassen handelt, d. h. um diejenigen, welche mit ihrer untern Oberfläche die Erde berühren, so können wir näherungsweise annehmen, daß die Dicken dieser beiden Zonen sich unter einander wie die Tiefen der correspondirenden Meere verhalten, d. h. wie 1:9; drücken wir daher durch 9x die mittlere Dichte der Eismassen der südlichen Halbkugel aus, so werden wir

$$0,12062\pi r^2 \times 9x = 1,08558\pi r^2 x$$

als Ausdruck für das Volumen dieser Eismassen erhalten.

Multipliziert man dies durch 0,930, so wird man $0,930 \times 1,08558\pi r^2 x = 1,00959\pi r^2 x$ für das Gewicht der großen südlichen Eismassen erhalten.

Man wird mir vielleicht den Vorwurf machen, dem südlichen Polareise eine zu große Ausdehnung gegeben zu haben; man wird Weddell's Reise und seine Schifffahrt bis zum 75ten Grade citiren; allein Weddell's Berichte werden erst dann als authentisch angesehen werden können, wenn andere Reisende bis zu demselben Punkte vorgedrungen sind, was bis jetzt schon mehrere Male erfolglos versucht wurde. Nehmen wir aber auch Weddell's Berichte ohne weitere Prüfung an, so würde aus ihnen immer noch nicht folgen, daß die Grenze des Polareises bis zu 75° zu verlegen sei. Denn da das Eis an seinen Rändern nicht sehr dick ist, können sich einige Fragmente durch Strömungen losgerissen haben. Wir haben aber dies auch nicht behauptet, daß diese Eismassen einen vollständigen Kreis bilden. Die Gestalt der unterseeischen Continente muß sich nothwendig dieser Regelmäßigkeit des Umrisses entgegensetzen. Die Länder, die durch die Capitaine Ross und Dumont D'Urville unter 70° entdeckt wurden, scheinen diese Annahme zu bestätigen. Es ist übrigens wahrscheinlich, daß sich die Grenzen des Eises in gewissen Richtungen viel weiter ausdehnen, und da man

selbst unter 45° schwimmenden Eismassen begegnet ist, so darf man bei 20° vom Pol gewiß die mittlere Grenze des gesammten südlichen Polareises annehmen. Endlich muß ich, was ich oben schon einmal sagte, hier wiederholen. Die Data, die wir hierüber besitzen, sind weder zahlreich noch bestimmt genug, um auf unbestreitbare Weise unsere Behauptungen gründen zu können. Ich habe hier keine andere Absicht, als nur die Existenz eines Grundfuges aufzustellen, dessen Folgen man künftig mit größerer Bestimmtheit wird herleiten können.

Wir haben das Gewicht jener Massen berechnet, die sich ihr Gleichgewicht erhalten müssen. Wir wollen jetzt zu ergründen suchen, wo der Schwerpunkt für eine jede von ihnen zu liegen kommt.

Der Schwerpunkt der Erdkugel. So lange uns noch nicht zahlreiche Beobachtungen zu der Behauptung berechtigen, es sei im Innern der Erde eine Masse vorhanden, die dichter als der übrige Theil ist, muß es uns gestattet sein, den Schwerpunkt mit dem Mittelpunkt der Kugel c (Fig. 7) als zusammenfallend zu betrachten, so daß, wenn wir den Punkt c' als den Mittelpunkt derjenigen Kugel annehmen, deren Fläche das Niveau des Meeres bildet, wir (S. 25) $cc' = 0,4$ für die Entfernung des Punktes c von dem Schwerpunkt der Erdkugel erhalten.

Schwerpunkt der flüssigen Masse. Denken wir uns für einen Augenblick statt der festen Kugel eine Wasserkugel, die durch eine dünne Wand ohne Schwere von dem Raume getrennt wird, der die Masse des Meeres vorstellt. Sehen wir für das Volumen der Erde T, für das des Meeres M, so erhalten wir (Seite 27)

$$T:M = 955:1.$$

Allein wenn die Kugel, die ca zum Radius hat, flüssig und die Massen T und M homogen sind, so würde ihr Schwerpunkt in den Punkt c' fallen; zugleich wissen wir, daß der Schwerpunkt der Kugel T in c liegt. Drücken wir durch m den Schwerpunkt der Masse M aus, so erhalten wir

$$M:T = cc':c'm$$

und demnach

$$1:955 = 0,4:c'm,$$

also

$$c'm = 0,4 \times 955 = 382.$$

Daß der Schwerpunkt der flüssigen Masse 382 Lienes von dem Schwerpunkte der Kugel entfernt, deren Oberfläche das Niveau des Meeres bildet.

Ich bitte den Leser, diesem Resultate seine ganze Aufmerksamkeit zu schenken. Ohne Zweifel wird derselbe denken, daß eine Wasser-

masse, die ihrem Volumen nach dem 955sten Theile der Erdfugel gleich ist und demnach den $\frac{1}{955}$ Theil ihres Gewichtes haben muß, 382 Lieres vom Mittelpunkte entfernt nur dadurch im Gleichgewicht bleiben kann, daß irgend ein Theil der inneren Erde von größerer Dichtigkeit als die übrige ist, wenn nicht etwa eine äußere Masse am Südpol den Schwerpunkt nach dem correspondirenden Radius ziehen sollte.

Diese beiden Auslegungen, durch die man die ungleiche Vertheilung der Wassermassen auf der Erde zu deuten sucht, sind nicht neu; man hat sie zur Zeit von Cook's Reisen bereits aufgestellt und zu bestreiten gesucht und dieser Gegenstand ist bis diesen Augenblick noch unentschieden geblieben. Die Existenz einer innern Masse wird vielleicht später durch die Schwingungen des Pendels dargethan werden. In allen Fällen müßte diese Masse, um das ungeheure Gewicht der Meere im Gleichgewicht zu erhalten, um so dichter sein, je näher ihr Schwerpunkt dem Mittelpunkte der Erde liegt. Und wenn wir aus der Entdeckung der Länder Victoria und Welka schließen wollten, daß an dem Südpole ein großer Continent existirt, so müßten wir annehmen, er sei von einer Höhe, die zu der der übrigen Continente in gar keinem Verhältniß stände, und diese ausnahmsweise Höhe würde nur durch die Unmöglichkeit gerechtfertigt werden, auf eine andere Weise die Anwesenheit der Wassermassen auf der südlichen Halbfugel zu erklären. Prüfen wir jetzt, ob die Hypothese einer Eiszone und eine genügende Erklärung zu bieten vermag.

Schwerpunkt des nördlichen Polareises. Man weiß aus der Statik, daß der Schwerpunkt der krummen Oberfläche eines Kugelsegments in der Mitte seiner Höhe liegt. Die Entfernung des Punktes c' von dem Schwerpunkte des nördlichen Polareises würde demnach folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$c'c + cb - \frac{f}{2} = 0,4 + 1433 - \frac{0,00973r}{2} = 0,4 + 1433 - 0,00973 \times 716,5 = 1426 \text{ Lieres.}$$

Schwerpunkt des südlichen Polareises. Die Entfernung des Punktes c' von dem Schwerpunkte des südlichen Polareises wird sein:

$$ca' - \frac{F}{2} = ca - c'c - \frac{F}{2} = 1433 - 0,4 - \frac{0,06031r}{2} = 1433 - 0,4 - 0,06031 \times 716,5 = 1389.$$

Bei der Auffuchung der Schwerpunkte der beiden Eiszonen haben wir ihre Dicke außer Acht gelassen, da diese im Vergleich zu dem

Radius der Erde notwendig sehr kleinen Zahlen nur geringen Einfluß auf das Resultat geäußert hätten.

Ehe wir die Bedingungen des Gleichgewichtes auffuchen wollen, werde ich in der nachstehenden Uebersicht alle Elemente der Berechnung zusammenstellen.

Gewicht der vier Massen ausgedrückt durch den Radius der Erde.

Gewicht der Erde	$6,66667\pi r^3$
— der Meeres	$0,00139\pi r^3$
— des nördlichen Eismeeres $0,01810\pi r^2 x$	
— des südlichen Eismeeres .	$1,00959\pi r^2 x$

Entfernung des Punktes c' von dem Schwerpunkte einer jeden dieser vier Massen (in Lieres).

Schwerpunkt der Erde	0,4
— des Meeres	382
— des nördlichen Polareises	1426
— des südlichen Polareises	1389

Momente einer jeden dieser vier Massen in Bezug auf den Punkt c' .

Moment der Erde	$6,66667\pi r^3 \times 0,4$
— des Meeres	$0,00139\pi r^3 \times 382$
— des nördlichen Polareises	$0,01810\pi r^2 x \times 1426$
— des südlichen Polareises	$1,00959\pi r^2 x \times 1389.$

Man wird daher für die Bedingungen des Gleichgewichtes erhalten

$$\left[\begin{array}{l} 1,00959\pi r^2 x \times 1389 + 0,00139\pi r^3 \times 382 \\ - 0,01810\pi r^2 x \times 1426 - 6,66667\pi r^3 \times 0,4 \end{array} \right] = 0.$$

Führen wir die Rechnung aus und dividiren wir durch πr^2 , so erhalten wir

$$\left[\begin{array}{l} 1402,32051x + 0,53098r \\ - 25,81060x - 2,66667r \end{array} \right] = 0.$$

Dies glebt nach und nach

$$\left[\begin{array}{l} 1402,32051 \\ - 25,81060 \end{array} \right] x = \left[\begin{array}{l} 2,66667 \\ - 0,53098 \end{array} \right] r$$

$$x = \frac{(2,66667 - 0,53098)r}{1402,32051 - 25,81060} = \frac{2,13569r}{1376,50991}$$

Setzen wir 1433 für r und multipliciren wir die beiden Theile mit 9, so erhalten wir für die Dicke des südlichen Polareises:

$$9x = \frac{9 \times 2,13569 \times 1433}{1376,50991} = 20 \text{ Lieres.}$$

IV.

Aus der vorigen Berechnung folgt, daß eine Eiszone von 20 Meilen mittlerer Dicke hinreichend sein wird, um fast die gesammte Masse der Meere in einer Höhe von beinahe einer Meile über den Continenten der südlichen Halbkugel zu erhalten.

Diese Dicke von 20 Meilen wird ohne Zweifel sehr beträchtlich erscheinen, denken wir jedoch darüber nach, so wird man dieses Resultat nicht außerordentlich finden. Es ist leicht begreiflich, daß wir, da wir uns einmal daran gewöhnt haben, unsere Berge von 2000 Toisen Höhe als etwas Niesenhaftes zu betrachten, Bedenken tragen, eine fast zwanzigmal so große Höhe für möglich zu halten.

Ich muß zuvörderst bemerken, daß es sich hier nicht um einen Berg, wohl aber um einen ungeheuren Eiscontinent handelt. Da die kugelförmige Zone, welche die Basis dieses Continents bildet, 20° vom Pol entfernt beginnt, so würde die $20 \times 25 = 500$ Meilen zum Radius geben, und wenn man von der Krümmung abstrahirt, wird man für die Basis jener Eiszone einen Kreis erhalten, dessen Oberfläche 785000 Quadratmeilen groß sein würde. Man wird zugeben, daß eine Dicke von 20 Meilen für Eismassen von dieser Ausdehnung sehr wenig sagen will. Man wird ferner bemerken, daß diese 20 Meilen noch nicht den 71sten Theil des Erdradius ausmachen, woraus folgt, daß diese riesenhafte Vorrangung auf einer Kugel, die einen oder zwei Declimeter zum Radius hat, kaum fühlbar werden wird.

Um die Begriffe in dieser Hinsicht mehr festzustellen, habe ich (Fig. 2) das Profil der Eiszone auf einer Kugel von 0,143 Meter Radius, was 0,002 für die Dicke des Eises ergibt, gezeichnet. Da diese Zahl 0,002 nur die mittlere Dicke ausdrückt, würde man vermuthlich der Wahrheit näher kommen, nähme man Fig. 8 als richtig an, auf der ich für den Rand des Eismeeres eine Meile, für die Mitte 40 Meilen angenommen habe. Die Fig. 5 stellt einen Globus dar, der 0,071 Meter zum Radius hat. Die beiden schattirten Partien sollen das Polareis bezeichnen.

Die Dicke, welche wir durch die vorhergehende Rechnung erhalten, ist vermuthlich übertrieben. Ich habe indeß, um den schlimmsten Fall anzunehmen, die ungünstigsten Hypothesen zur Basis genommen. So setzte ich z. B. voraus, die ganze Erde sei überschwemmt, während wir durch die Abrechnung des durch die Continente eingenommenen Raumes das Volumen des verdrängten Wassers vermindert hätten, wodurch zugleich auch die Kraft, welche

nöthig ist, um dieses Vorrücken hervorzubringen, geschwächt wurde. Da ferner die untern Schichten des Polareises eine ungeheure Masse zu tragen haben, so ist die mittlere Dicke und demnach das specifische Gewicht dieser Eismassen wahrscheinlich stärker als in unserm Klimate, was, da es die Wirksamkeit des südlichen Polareises noch vermehrt, uns gestatten würde, eine geringere Dicke bei ihm voraus zu setzen. Endlich indem man bei der Auffuchung des Schwerpunktes dieser Eismassen ihre Dicke berücksichtigt, wird man noch die Kraft vermehren, welche nöthig ist, um der Masse der Meere das Gleichgewicht zu halten. Nehmen wir indeß 20 Meilen für diese Dicke an und sehen wir, ob sie die möglichen Folgen der Naturgesetze überschreitet.

Man würde sich nur einen sehr unvollkommenen Begriff von der Eismasse machen, die an dem Südpol vorhanden sein kann, wenn man in ihr eine Erscheinung sehen wollte, die derjenigen analog wäre, welche unter unsern Augen vor sich geht. Zuvörderst bildet sich das Eis jener Gegenden nicht auf dieselbe Weise, wie das unserer Flüsse und Seen. Dieses letztere beginnt mit einer dünnen Schicht, welche später von oben nach unten an Dicke zunimmt, da die oberen Schichten der Flüssigkeit, mit denen sie in Berührung ist, gleichfalls gefrieren; allein bald unterbricht diese erste Schicht jede Communication mit der Atmosphäre; hierauf nähert sich die Temperatur des Wassers dem Nullpunkt und das Eis nimmt in sehr geringem Maße zu.

Das Eis der Berge und der Polargegenden rührt von der in der Atmosphäre verbreiteten Feuchtigkeit her. Sobald die Temperatur abnimmt, fallen die verdichteten Dünste als Schnee oder Graupeln nieder und bilden in kurzer Zeit Schichten von ungeheurer Dicke. Der Sommer schmilzt diese oberen Schichten und verwandelt sie in Eis, das endlich durch neue Schichten von Schnee bedeckt wird, bis wieder der vorige Fall eintritt u. s. Andererseits zieht die durch die Verdichtung der Dünste in der Atmosphäre hervorbrachte Leere wieder die angrenzenden Luftmassen herbei und bringt Strömungen hervor, die mit neuen Wolken beladen sind, welche dann ihrerseits sich in Schnee und Eis verwandeln.

Auf diese Weise bildet sich das Eis unserer Seen und Flüsse aus Wasser, das der Berge aus der Atmosphäre und das der Polarregionen entsteht aus diesen beiden Ursachen zugleich.

Man kann sich einen Begriff von der ungeheuren Masse des auf einigen Punkten der Erdoberfläche aufgehäuften Eises machen, wenn man die Bildung der Gletscher in den Alpen studirt. Ich werde bei dieser Gelegenheit die Schriften mehrerer Augenzeugen anführen.

Hören wir, was Gruner in dieser Hinsicht sagt:

„In den höchsten Regionen der Alpen entstehen die Gewässer durch das jährliche Schmelzen des Schnees und frieren in allen Lagen und auf allen Punkten dieser Berge, von ihrem Fuße an bis zu ihrer höchsten Spitze, besonders in den Thälern und an dem Abhänge derjenigen, die eine Gruppe bilden, so daß die Gewässer in diesen Thälern Berge gebildet haben, die theils Felsen zum Kern haben, theils gänzlich aus Eis entstanden sind, welche letzteren eine 6, 7 bis 8 Stunden lange Ausdehnung haben, sich eine Stunde in der Breite hinziehen und oft von einer Höhe von 1000—1200 Toisen sind; sie vereinigen die andern Berge durch ihre Gipfel. Diese ungeheuren Eismassen gewinnen noch an Ausdehnung, indem sie sich bis in die Thäler hineinziehen, und es unterliegt keinem Zweifel, daß alle Gletscher allmählig zunehmen.

„In den Alpen ist für die allein stehenden Berge die Höhe der Eisgrenze auf 1500 Toisen bestimmt und der ganze Theil unterhalb dieser Höhe thaut gänzlich auf, während die Massengebirge in einer geringeren Höhe gefrieren und in keinem Punkte ihrer Höhe von ihrer Basis an jemals aufthauen, so sehr wird der Kältegrad durch die in einem und demselben Raume vereinigten Eismassen erhöht.

„Alle Eisberge der Schweiz zusammen nehmen von Westen bis Osten, von der westlichen Grenze des Kantons Wallis gegen Savoyen bis zur östlichen Grenze des Kantons Graubünden gegen Tyrol, in gerader Linie gemessen eine Ausdehnung von 66 Stunden ein und bilden eine ununterbrochene Kette, von der sich mehrere Zweige von Süden nach Norden in einer Länge von ungefähr 36 Stunden erstrecken.

„Die Eisthäler sind Vertiefungen, die zwischen den Bergen weit höher liegen, als die untern Thäler. Sie sind stets mit Schnee angefüllt, der sich in ihnen anhäuft und Eishaufen bildet, die eine mehrere Stunden lange Ausdehnung haben und die hohen Berge mit einander verbinden.

„Die Gletscher sind Haufen von Eischollen, die durch das von den Bergen gestürzte Eis und den herabgefallenen Schnee gebildet wurden. Dieser Schnee gefriert abermals und häuft sich auf verschiedene Art an.

„Die Eisberge erheben sich zwischen den Gipfeln der hohen Berge; sie haben selbst eine bergähnliche Gestalt, allein sie haben keinen Felsen zum Kern, sie sind ganz aus reinem Eis gebildet, welches bisweilen eine Ausdehnung von mehreren Stunden in der Länge, eine Stunde in der Breite und eine halbe Stunde in der Dicke hat.

„Es bilden sich auch an den Seiten und am Fuße der Berge Schneehaufen, die später durch das Wasser des geschmolzenen Schnees benetzt und mit neuen Schneemassen bedeckt werden. Man sieht auch Eischollen, welche sich in Massen anhäufen und wieder mit den Eis-

thälern noch mit den Eisbergen zusammenhängen; sie haben eine entweder horizontale oder geneigte Lage; alle diese vereinigten Eismassen heißen Eislager oder Eischichten.

„Die warmen Regen schmelzen den Schnee schnell, aber nicht alles daraus entstehende Wasser stürzt sich durch die Spalten in die untern Gründe; ein großer Theil desselben gefriert wieder, und fällt auf die Oberfläche der Eismassen, wodurch er ihr Volumen noch vergrößert. Die Sonne hat nur wenig Gewalt über den Schnee und das Eis in diesen Regionen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß diese in ungeheurer Ausdehnung, während einer langen Reihe von Jahren unter einem so hohen Kältegrade und von so reinem Wasser gebildeten Eismassen von einem so dichten und von aller Luft befreiten Stoffe sind, daß kleine Stücker von ihnen, die man in der Ebene einen ganzen Tag der glühendsten Sonne aussetzte, kaum geschmolzen wurden.

„Obgleich die Masse dieser Gletscher alle Jahre in den Sommermonaten theilweise schmilzt, obgleich die Regengüsse, die Winde und die Wärme, die in gewissen Jahren wirksamer als in andern sind, die Fortschritte zerstören, welche die Eismassen in mehreren andern Jahren machten, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß die Gletscher fortwährend sich vergrößern und weiter ausdehnen; die Annalen des Landes beweisen es, authentische Urkunden bestätigen es und die Uebersetzung ist über diesen Gegenstand sich stets gleich geblieben. Abgesehen von diesen Autoritäten und von den täglichen Beobachtungen wird dieser Fortschritt der Gletscher noch durch Wälder von Lärchenbäumen bewiesen, die unter den Eismassen begraben wurden und in denen die Gipfel einiger dieser Bäume noch über die Oberfläche der Gletscher hinausragen; dies sind unüberwältigliche Zeugnisse, die den Fortschritt der Gletscher eben so beweisen, wie die Kirchturmspitze eines von Schnee verschütteten Dorfes, die man noch erblickt, wenn außergewöhnliches Thaumwetter eintritt.“

Ein anderer Reisender, Herr Bourrit, sagt: man dürfe über das Zunehmen aller Gletscher der Alpen keinen Zweifel hegen; die Schneemasse, die während des Winters niederfällt, sei größer als die, welche während der Sommer schmilzt; derselbe Grund daure nicht allein fort, sondern diese schon gebildeten Eismassen müßten ihn noch immer verstärken, weil sie mehr Schnee und schwächeres Schmelzen herbeiführen. — Es unterliege daher keinem Zweifel, daß die Gletscher sich weiter ausdehnen und sogar in einer steigenden Progression*.

Indem er auf den Gletscher von Bosons zu sprechen kommt,

* Description des Glaciers de Savoie, par M. Bourrit. Genève 1773. pp. 111. 112.

sagt er, daß er sich alle Tage zu vergrößern scheine; der Boden, den er jetzt einnimmt, sei ehemals ein cultivirtes Feld gewesen, und die Eismassen nähmen noch fortwährend zu*. Er berichtet, daß das Zunehmen der Eismassen nicht allein an diesem Orte, sondern auch an vielen andern bewiesen sei; daß man sich noch einer Communication erinnere, die ehemals zwischen Chamouni und dem Thale von Aosta statt fand und welche die Eismassen vollständig geschlossen haben; daß die Eisberge im Allgemeinen gewachsen sein müssen, da sie sich anfänglich von Gipfel zu Gipfel, dann von Thal zu Thal ausdehnten, und daß die Verbindung zwischen den Eismassen des Mont Blanc und den Gletschern von Wallis und der Schweiz auf diese Art entstanden sei**. „Es scheint,“ sagt er an einer andern Stelle, „daß ehemals alle diese Gebirgsländer nicht so sehr mit Schnee und Eis angefüllt waren, wie sie es heutigen Tages sind. Man datirt erst seit einigen Jahrhunderten die Verwüstungen, die durch das Wachsen der Schnee- und Eismassen, durch ihre Anhäufung in mehreren Thälern, durch den Einsturz von Bergen und Felsen Statt gefunden haben. Diese fast unaufhörlichen Unfälle und diese jährliche Zunahme der Eismassen können allein über das Reichthum ablegen, was man von der Geschichte dieses Landes und des Volkes weiß, welches es in alten Zeiten bewohnte***.“

Venez führt in einer Schrift über die Temperaturveränderungen in den Alpen folgende Thatsachen an:

„Der Domherr Ribaz hat unter den Urkunden der Gemeinde Vagnès mehrere Schriften gefunden, welche bestätigen, daß diese Gemeinde das Recht besaß, durch Chermontanz und den Engpaß von Ferrol mit Piemont freien Handel zu treiben; heutigen Tages aber steht man höchst selten Maultiere diese Straße passiren, da sie sehr schwierig geworden ist. Es scheint, daß man ehemals nicht wie jetzt den Gletscher des Berges Durant zu passiren brauchte.“

„Ribaz hat ferner in diesen Archiven ein Actenstück über einen Proceß gefunden, den die Gemeinde von Vagnès mit der von Liddes über einen Wälb führte, der auf dem Gebiet von Vagnès stand. Dieser Wälb ist nicht mehr vorhanden, ein ungeheurer Gletscher hat ihn unter sich begraben und die Communication ist an diesem Orte gänzlich unterbrochen worden.“

„Von Zermatt führte ehemals ein sehr besuchter Weg nach dem

* Description des aspects du Mont Blanc, p. M. Bourrit. Lausanne 1776. page 8.

** Ebenbas, p. 8.

*** Ebenbas, pp. 62. 63.

Thale von Herens. Im Jahre 1816 kaufte die Gemeinde von Zermatt dem Kapitel von Sion eine Abgabe ab, die von einer jährlichen Procession herrührte, bei welcher sie durch die Thäler von Zermatt und Herens kam. Der Berg, welcher diese beiden Thäler von einander trennt, ist heutigen Tages mit Gletschern bedeckt, wodurch der Weg über ihn so gefährlich wird; daß selbst die kühnsten Gemsenjäger nur mit großer Anstrengung aus einem Thale in das andere gelangen können.

„Aus dem Thal von Büttsch in Wallis kann man jetzt nur noch zu Fuß in das Gastemer Thal gelangen, während früher der Weg mit Pferden passirt werden konnte.“

„In dem Gruber Thale findet man noch eine große Strecke eines gepflasterten Weges, der von dem Auskuner Thale in das Thal von St. Nicolas führte. Dieser Weg ist gegenwärtig den Gemsenjägern überlassen worden.“

„Man erkennt auf beiden Seiten des Berges Moro noch deutlich die Stellen, wo ehemals der Weg für Pferde aus dem Thale von Anzaska nach dem Saaser Thale in Wallis führte; man findet noch gepflasterte Strecken in einer Länge von einer halben Stunde. Ein zweiter Weg führte eben so aus dem Thale von Antrona nach Saas. Nach einem Manuscript, einer Art Chronik der Stadt Saas, waren diese beiden Wege im Jahre 1440 schon sehr alt. Im Jahre 1515 hatte sich ein Proceß zwischen den Bewohnern von Saas und von Antrona erhoben. In der ersten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts sind diese Wege sehr schwierig geworden. Im achtzehnten Jahrhundert und vorzüglich in den Jahren 1719, 1724 und 1790 hat man ansehnliche Kosten aufgewendet, um den Weg von Antrona herzustellen.“

Venez schließt aus diesen Thatsachen, daß die Pässe der hohen Alpen, von denen hier die Rede ist, zu derselben Zeit (ohne Zweifel während des 11., 12., 13. und 14. Jahrhunderts) alle offen waren. Er führt zu Gunsten seiner Meinung die Glocke der Kapelle von Sainte-Petronille an, die aus dem Jahre 1044 herrührt.

Nach Zurbruggen sind die Bergstraßen erst im Anfange des siebzehnten Jahrhunderts schwierig und erst im achtzehnten Jahrhundert für Pferde unzugänglich geworden.

Ich kann diesen Thatsachen die ungeheure Eismasse beifügen, die Grönländ gegen das funfzehnte Jahrhundert verheert hat. Der Eisgang, der im Jahre 1814 Statt fand, kann das Resultat eines oder zweier ausnahmsweise sehr warmer Sommer gewesen sein oder von Strömungen herrühren, die, nachdem sie eine dieser Eismassen lodgerissen hatten, sie in gemäßigtere Regionen hinge-

zogen haben. Allein nichtsdestoweniger besteht doch die Thatsache ihrer Bildung, welche eine lange Reihe strenger Winter voraussehen läßt.

Man wird vielleicht eine Einwendung machen, der ich gleich hier begegnen will. Man wird sagen, daß alle Beispiele, die ich so eben angeführt habe, der nördlichen Halbkugel entlehnt sind und daß sie demnach nichts für die Vermehrung der Eismassen auf der andern Halbkugel beweisen.

Zuvörderst führte ich diese Beispiele nur an, um die Schnelligkeit darzutun, mit der sich die Eismassen bilden. Ferner können die von mir angeführten Thatsachen keinesweges die Kraft meiner Hypothese schwächen, sie müssen sie vielmehr nur noch mehr bestätigen. Aus dem Vorrücken der Tag- und Nachtgleichen geht nämlich hervor, daß der Zeitpunkt, in welchem wir die kürzesten Winter gehabt haben, mit dem Jahre 1248 zusammenfällt; daß seit dieser Zeit die Länge unserer Winter zunehmen mußte, und demgemäß seit 594 Jahren unsere Halbkugel zu erkalten beginnt; und wenn man einen Blick auf die vorhergehenden Seiten wirft, so wird man bemerken, daß ich absichtlich diejenigen Thatsachen herabgehoben habe, die darthun, daß die Anhäufung der Eismassen in unseren Gegenden sich erst seit einigen Jahrhunderten datirt.

Wenn nun in 594 Jahren die Eismassen in den von uns bewohnten Gegenden ein so schnelles Wachsthum gehabt haben, so kann man sich leicht einen Begriff von der ungeheuren Anhäufung der Eismassen machen, die bei einer Kälte von 70 bis 80 Graden erfolgen muß, welche während 10500 hinter einander folgenden Jahren auf einen Flächenraum von 785000 □ Meues wirkt. Wenn man bedenkt, daß diese ungeheure Eismasse selbst dazu beitragen muß, die Atmosphäre dergestalt zu erkälten, daß kein Dunst in sie gelangen kann, der nicht augenblicklich in Meif oder Schnee verwandelt wird, so wird man nicht mehr durch eine arithmetische, sondern durch eine schnell wachsende geometrische Progression das Gesetz für die Zunahme des Polareises ausdrücken müssen.

Wenn ungeachtet der vielen von mir aufgestellten Thatsachen dennoch in dem Geiste des Lesers ein Zweifel bleiben sollte, so hoffe ich, daß die nachfolgenden Berechnungen ihn schnell verschwinden lassen werden.

Beneg* sagt, daß er den Gletscher von Dittel, in dem Saaser Thale nahe bei dem Berge Moro, in einem Jahre um mehr als 50 Fuß habe herabsinken sehen. Multipliziert man nun 50 Fuß mit 10500, so

* Beneg a. a. D. p. 4.

wird man 525000 Fuß = 87500 Tolsen = 38 Meues, indem man 2280 Tolsen = einer Meue annimmt, erhalten.

Bunstein* berichtet, daß er den großen Gletscher von Lys in sechs Jahren um 150 Tolsen habe vorrücken sehen, was 25 Tolsen jährlich ausmacht. Allein 25 Tolsen mit 10500 multiplicirt würde 262500 Tolsen = 115 Meues geben.

Endlich sagt Agassiz**, daß die Mehrzahl der von ihm beobachteten Gletscher und besonders die des Berner Oberlandes bedeutend weiter vorrückte. Der untere Gletscher der Ar hat sich seit dem Jahre 1811 um mehr als eine Viertelstunde ausgebreitet. Von 1839 bis 40 war er um 50 Fuß vorgeritten und seine Oberfläche hat sich bei Abschwung in derselben Zeit um 12 bis 15 Fuß erhoben. Multiplizieren wir demnach 15 Fuß mit 10500, so würde dieß 157500 Fuß = 26250 Tolsen = 11½ Meues geben.

Es gibt daher in den Alpen, unter dem 46sten Breiten-Grade in unserer Halbkugel, einen Ort, in welchem sich in 10500 Jahren eine Eisschicht von mehr als 11 Stunden Dicke bilden könnte.

Agassiz glaubt nicht, daß dieses schnelle Wachsen der Eismassen von einem allgemeinen Naturgesetze herrühren könne***. Er stützt seine Meinung darauf, daß die Bildung der Eismassen, welche Grönland bedeckt haben, der Zeit vorangegangen ist, in der sich ähnliche Erscheinungen in den Alpen gezeigt haben. Allein nach unserer Hypothese ist im Gegentheil der Gedanke sehr natürlich, daß die Eiszone zuerst den Pol bedecken und sich von dort allmählig auf die andern Theile der nördlichen Halbkugel verbreiten muß, indem sie mit den Punkten beginnt, welche in Folge ihrer Höhe über dem Meeresspiegel eine Temperatur haben, die der der Polarregionen gleich kommt.

Ich bin zwar geneigt, die schnelle Vergrößerung der Gletscher in den Alpen Lokalsachen zuzuschreiben; allein man wird mir ohne Zweifel zugeben müssen, daß, wenn es auf der Erde einen Ort giebt, an welchem alle zur Bildung des Eises günstigen Bedingungen vereinigt sind, dieß augenscheinlich der Südpol ist. Man wird es daher nicht mehr für unmöglich halten, daß sich das Eis in diesen Regionen, in denen es niemals thaut, während 10500 Jahren bis zu einer Dicke von 20 Meues bilden konnte. Das aber ist alles, was ich darthun wollte.

* Von Welden, der Monte Rosa, p. 117.

** Etudes sur les glaciers, p. 235.

*** Ebendaselbst, p. 239.

Die größte Schwierigkeit besteht nicht in dem Ordnen aller Theile einer neuen Theorie, sondern in dem Widerlegen der Einwürfe, die durch Männer gemacht werden können, deren Geist oft zu Gunsten der entgegengesetzten Systeme eingenommen ist. Der gefährlichste von allen könnte aus einem Aussatz von Arago über die Temperatur des Erdballs gezogen werden. Man wird mir entgegenen, daß der gelehrte Akademiker die fortwährende Unveränderlichkeit der Temperatur auf der Erdoberfläche bewiesen hat, und mich ohne Zweifel auf eben jenen Aussatz verweisen, den er in dem *Annuaire du bureau des longitudes* von 1834 veröffentlicht hat. Aber mit dem *Annuaire* in der Hand bin ich zu antworten entschlossen. Ich habe mit der gewissenhaftesten Aufmerksamkeit den Aussatz des Herrn Arago gelesen und daraus gesehen, daß er die damals allgemein verbreitete Meinung bekämpft, daß die Temperatur unserer Halbkugel ehemals niedriger, als sie jetzt ist, gewesen sei. Allein um darzutun, daß sich diese Temperatur gleich geblieben ist, führt er eine große Menge Thatsachen an, die mir keinesweges gleich triftig erscheinen. Ich will sie einzeln erörtern.

Die erste, worauf er den größten Werth legt, ist aus der Beobachtung entnommen, daß die Datteln nicht unter 21° reifen, während der Weinstock nicht mehr als 21 bis 22 Grad Wärme ertragen kann. Hieraus schließt er, daß, da der Wein und die Palme ehemals gleichzeitig in den Thälern von Palästina kultivirt wurden, die Temperatur dieses Landes zwischen 21 und 22 Graden, was 21° , 5 als Mittel glebt, betragen haben müsse. Er nimmt ferner an, die Temperatur von Cairo sei $= 22^{\circ}$, und vermindert sie um einen halben oder drei Viertel Grad, um die größere Breite von Jerusalem, das 2° nördlicher liegt, auszugleichen, und er gelangt auf diese Weise dahin, die frühere Temperatur von Palästina als mit derjenigen, die in unseren Tagen in jener Gegend herrscht, ungefähr übereinstimmend darzustellen. Allein diese stattfindende ungefähre Übereinstimmung kann meine Hypothese nicht widerlegen, da sie sich auf ein Land bezieht, das dem Aequator zu nahe liegt, als daß ein Unterschied in der Temperatur jemals in ihm fühlbar werden könnte. Wir müssen demnach unsere Beweise in mehr nördlichen Gegenden suchen.

Nachdem Arago mehrere Beispiele von strenger Kälte aus alter Zeit anderen Beispielen aus unseren Tagen entgegengestellt hat, schließt er daraus, daß sich die Temperatur auf unserer Halbkugel nicht verändert habe.

Der Leser muß indeß ja eingedenk bleiben, daß in Folge der Ungleichheit, die zwischen der Zahl der Tag- und Nachtkunden auf

beiden Halbkugeln besteht, sich die Wärme bis zum Jahre 1248 in den von uns bewohnten Gegenden hat vermehren müssen, während sie von jenem Jahre an wieder abnehmen mußte. Gleiche Kälte- und Wärmegrade in zwei sehr weit von einander entfernten Zeitpunkten beweisen also ebenso wenig die Unveränderlichkeit der Temperatur in dem Zeitraum, der diese beiden Zeitpunkte trennt, als die gleiche Kälte oder Wärme zweier Frühlings- und Herbsttage die Unveränderlichkeit der jährlichen Temperatur beweisen kann. Aus dem Grundsatz, den wir aufstellten, folgt augenscheinlich, daß die Temperatur auf unserer Halbkugel im Jahre 654 der unserer Tage beinahe gleich sein mußte, weil diese beiden Zeitabschnitte von dem Jahre 1248 gleich weit entfernt sind, welches dem Minimum der Kälte auf unserer Halbkugel entspricht; wenn es daher im Jahre 654 eben so kalt wie in unseren Tagen gewesen wäre, so würde daraus immer noch nicht mit Nothwendigkeit folgen, daß die Temperatur unveränderlich sei.

Die Beispiele von strenger Kälte, welche Arago nach den Zeugnissen von Diodorus von Sicilien, Dio Cassius und Strabo anführt, lassen sich nach meiner Hypothese sehr wohl erklären, denn sie fallen in Epochen, die weiter als die gegenwärtige von dem Jahre 1248 entfernt waren.

Das Gesetz, welches man in allen seinen Veränderungen festhalten muß, ist daher folgendes: Man muß zu erforschen suchen, ob in den historischen Zeiten die Kälte unserer Halbkugel und vorzüglich der am weitesten nördlich gelegenen Gegenden bis zum Jahre 1248 nicht abgenommen und ob sie von jenem Jahre an nicht aufs Neue zugenommen habe. Da wir, als wir über die Gletscher sprachen, schon eine große Menge Thatsachen angeführt haben, welche diese letzte Hypothese zu bestätigen scheinen, so wollen wir sie noch durch einige neue Beweise zu vermehren suchen.

Nachdem Arago ein Verzeichniß von zwei und vierzig Jahren aufgestellt hat, die sich durch die Strenge ihrer Winter auszeichnen, fügt er folgende Betrachtung hinzu: „Ich zweifle, daß jemand, nachdem er von dieser langen Tabelle Kenntniß genommen, noch in den von den Alten angeführten Phänomenen des Gefrierens der Flüsse den Beweis finden kann, daß das Klima in Europa kälter geworden sei.“

Als ich diesen Satz las, erwartete ich in der Tabelle, von der hier die Rede ist, den unbestreitbaren Beweis von der Unveränderlichkeit der Temperatur zu finden. Um dieses Resultat besser zu entdecken, habe ich die nachstehende Tabelle berechnet.

A.	B.	C.	A.	B.	C.
860			1568	3	234
"			1570	2	206
"			1594	24	186
"			1603	9	169
"			1621	18	161
1133			1638	17	170
1216	83		1655	17	162
1234	18		1657	2	150
1236	2		1662	5	118
1290	54		1676	14	111
1302	12		1684	8	116
1305	3		1709	25	139
1323	18		1716	7	122
1334	11		1726	10	123
1364	30		1740	14	119
1408	44	275	1742	2	104
1434	26	218	1744	2	89
1460	26	226	1762	18	105
1468	8	232	1766	4	104
1493	25	203	1767	1	91
1507	14	205	1776	9	92
1544	37	239	1788	12	79
1565	21	242	1829	41	113

Die Kolonne A enthält die Jahreszahlen aller strengen Winter, die von Arago namhaft gemacht sind. Die Kolonne B enthält die Differenzen zwischen zwei auf einander folgenden Zahlen der ersten Kolonne. Die geringe Regelmäßigkeit in den Veränderungen dieser Zahlen erlaubt nicht, einen bestimmten Schluss zu ziehen, nach welcher Richtung die Temperatur-Veränderungen Statt gefunden haben. Die Kolonne C aber stellt das Gesetz heraus, welches diesen Veränderungen zum Grunde liegt. Jede Zahl dieser dritten Kolonne ist erhalten worden, indem man die correspondirende Zahl der Kolonne B mit den ihr vorangehenden neun zusammenzählte, so daß eine Zahl der dritten Kolonne immer die Dauer einer Periode anzeigt, in welcher zehn strenge Winter Statt gefunden haben. So sagt uns z. B. die Zahl 242 der Kolonne C, daß während der 242 Jahre, die dem Jahre 1565 vorangingen, zehn strenge Winter waren. Man müßte daher aus der obigen Tabelle schließen, daß gegen 1408, d. h. 160 Jahre nach der Epoche, die dem Ma-

ximum der Wärme unserer Halbkugel entspricht, es in dem Zeitraum von 275 Jahren 10 strenge Winter gegeben hat, was auf 27 Jahre einen kalten Winter giebt. Im Jahre 1603, d. h. 200 Jahre später, hatte man während 169 Jahren einen strengen Winter gehabt, was auf 17 Jahre einen kalten Winter giebt. Endlich gegen 1829 oder wiederum 200 Jahre später gab es alle 11 Jahre einen kalten Winter.

Aus dem regelmäßigen Abnehmen der Zahlen der Kolonne C folgt, daß die kalten Jahre um so häufiger werden, je mehr wir uns von dem Jahre 1248 entfernen, was, man wird es eingestehen, einen seltsamen Beweis für die Unveränderlichkeit der Temperatur abgeben würde. Sögern wir indeß nicht mit dem Geständniß, daß wir uns auf eine falsche Basis stützen, und wie günstig das Resultat für meine Hypothese auch sein mag, würde ich doch mich hüten, von ihm Gebrauch zu machen. In der That, die Abnahme, die wir zwischen den Intervallen bemerken, welche die kalten Jahre von einander trennen, kann daher kommen und kommt theilweise ohne Zweifel auch daher, daß, je weiter wir zurückgehen, die Zahl der einregistrirten Thatsachen abnimmt, was freilich nicht beweist, daß dieselben nicht Statt gefunden haben.

Also beweist ebenfalls die Tabelle im Jahrbuche nichts, weil sie nicht eine regelmäßige und ununterbrochene Reihe von Beobachtungen aufstellt; so lange sie nicht vollständiger sein wird, wird man unmöglich weder für, noch gegen die Veränderungen der Temperatur aus ihr einen Schluss herleiten können, und wenn ich von ihr gesprochen habe, so geschah es einzig und allein nur deshalb, weil ich dem Gebrauch vorbeugen wollte, den man von ihr gegen mich machen könnte.

Ich habe gezeigt, daß man aus dem Vergleich der im Alterthum und der in der heutigen Zeit vorgekommenen Temperatur nicht auf ihre Unveränderlichkeit schließen kann; ich glaube zuvor das Gesetz bewiesen zu haben, welches die so lange Zeit angenommene Verminderung und die mit dem Jahre 1248 beginnende neue Vermehrung der Kälte erkärt.

Ich will nun dem Aufsatze von Arago einige neue Thatsachen entnehmen, die diese Theorie unterstützen. Er sagt (p. 220): „Die landwirthschaftlichen Documente, welche ich meinen Lesern vorlegen werde, scheinen herauszustellen, daß in gewissen Regionen Frankreichs die Sommer heutigen Tags weniger heiß sind, als sie es in alten Zeiten waren.“

„Mehrere alten Familien des Bivarais haben unter ihren Urkunden Catasterbücher aufbewahrt, die bis in das Jahr 1561 zurückgehen. Diese sprechen von sehr ergiebigen Weinbergen auf einem Terrain, das mehr als 300 Toisen über dem Meerespiegel erhaben ist und auf dem heutzutage selbst in den günstigsten Lagen nicht eine ein-

zige Weintraube mehr zur Reife kömmt. Um dieses Factum zu erklären, müssen wir annehmen, daß im Bivarais ehemals die Sommer heißer waren, als sie jetzt sind.

„Dieser Schluß wird durch eine auf gleiche Weise überzeugende Thatsache, die aber anderer Art ist, aus demjenigen Theile desselben Landstriches bestätigt, in welchem der Wein noch jetzt kultivirt wird. Vor der Revolution gab es in dem Bivarais eine Menge Grundsteuern in Wein, die aus dem sechszehnten Jahrhundert herrührten. Die Mehrzahl dieser Abgaben mußte in Wein vom ersten Abzug aus den Kelterfässern gezahlt werden. Bei andern war festgesetzt, daß sie aus Konnen nach der Auswahl des Gutsherrn geleistet werden mußten. Der Zahlungstag dieser Abgabe war (nach dem gregorianischen Kalender) auf den 8. October festgesetzt; die in Rede stehenden Actenstücke demnach, daß der Wein früher am 8. October bereits in Fässern oder doch wenigstens im Begriff war, aus den Kelterfässern abgezogen zu werden. Das Minimum der Zeit, in der man den Wein vor dem Abziehen in den Kelterfässern läßt, beträgt acht Tage. Im sechszehnten Jahrhundert muß demnach in dem Bivarais die Weinlese in den letzten Tagen des Septembers beendigt gewesen sein, während man sie jetzt den 8. bis 20. October abhält. Ein Bewohner jener Gegend versichert, daß er sie nie vor dem 4. October habe beginnen sehen. Diese Urkunden schweigen in Betreff der Dauer und Strenge des Winters, allein ich wiederhole es, sie scheinen heranzustellen, daß im sechszehnten Jahrhundert, unter dem 45ten Grade und an den Ufern der Rhone, die Sommer haben heißer sein müssen, als sie heutzutage sind.

„In der Geschichte von Macon liest man, daß sich die Sugenotten in den Jahren 1552 und 1553 nach Sancis (ein Dorf dicht in der Nähe dieser Stadt) zurückzogen und den Mustateller dieser Gegend tranken. Die Mustateller-Trauben werden heut zu Tage in jener Gegend nicht mehr so reif, daß man sie keltern könnte.

„Man findet im 16ten Jahrhundert in einer alten Urkunde, die Capefigue citirt, daß, als König Philipp August sich unter allen europäischen Weinen einen Wein als seinen gewöhnlichen Tischwein auswählen wollte, die Winger von Champes und Beauvais sich zur Concurrenz einstellten. Jene Schrift fügt allerdings hinzu, daß man sie verwarf; allein kann man annehmen, daß sie so kühl gewesen wären, als Bewerber aufzutreten, wenn damals ihre Weine eben so ungenießbar gewesen wären, als es jetzt alle sind, welche in dem Departement der Dife gebaut werden? Dieses Departement bildet jetzt in Frankreich die nördliche Grenze, über die hinaus der Weinbau sich nicht erstreckt. Der Reichenschaftsbericht der Verwal-

tung der indirekten Steuern des Jahres 1830 sagt auch, daß in dem Departement der Somme kein Wein geerntet worden ist. Sicher hätte man in einer Gegend, in der der Weinbau kaum noch möglich ist, niemals eine erträglichere Weinlese halten können.

„Als der Kaiser Probus den Spaniern und Gallern die Anpflanzung der Weinstöcke erlaubte, gewährte er dieselbe Günst auch den Bewohnern Englands. Diese Vergünstigung wäre ein wahrer Spott gewesen, wenn damals nicht jenseits des Kanals der Wein geblichen wäre.

Das Datum dieser Thatsache geht bis in das dritte Jahrhundert und demgemäß bis in eine Zeit zurück, in der es notwendig kälter als jetzt sein mußte. Dies bestätigt sich auch durch das Zeugniß Herodian's, der zu jener Zeit lebte und uns erzählt (s. Jahrbuch p. 221), daß die Soldaten, anstatt mit Krügen nach dem Rheine zu gehen, um Wasser zu holen, sich mit Hacken bewaffneten und große Eiskübel loschlugen, die sie mit in das Lager nahmen. Arago kann demnach diese Thatsache nicht unter jene anderen stellen, die beweisen, daß es in jener Zeit wärmer war und daß der Weinstock jenseits des Kanals fortkam. Ich schliesse im Gegentheil daraus, daß der Wein den Bewohnern Englands ganz unbekannt war, weil sie bis dahin noch nicht die Erlaubniß hatten, ihn bauen zu dürfen, und die von dem Kaiser ertheilte Autorisation beweist weiter nichts, als daß der Kaiser Rathgeber hatte, die sehr wenig von der Landwirtschaft verstanden.

„Alle Chroniken lehren uns, fährt Arago fort, daß zu einer gewissen Zeit der Weinstock auf offenen Feldern in einem großen Theile von England kultivirt wurde und daß man daselbst Wein erntete. Jetzt reicht die aufmerksamste Pflege bei einer mittäglichen, vor allen Winden geschützten Lage kaum hin, einige kleine Weintrauben an einem Spalter zur vollen Reife zu bringen.

„Ich sollte meinen, dieß müßte die Ungläubigsten überzeugen, daß die Sommer in Frankreich und England einen beträchtlichen Theil ihrer Wärme verloren haben.“

Man wird kaum glauben, daß Arago bei Anführung der vorhergehenden Thatsachen die Absicht gehabt habe, den Beweis zu führen, daß die Temperatur von Europa sich nicht verändert habe; allein man muß nicht vergessen, daß es ihm vor allem darum zu thun war, die Meinung derer zu widerlegen, die das Gegentheil glaubten, und dieß konnte nur geschehen, indem er zahlreiche Beispiele der Kälte aus der neuern Zeit den Beispielen von Kälte aus alten Zeiten entgegenstellte, die er vorher angeführt hatte. Allein wenn man diese Thatsachen mit jenen vergleicht, die wir in dem vorhergehenden Paragraphen über das so schnelle Wachsen der Metzeher während der

letzten Jahrhunderte anführten, so wird man ohne Zweifel, ungeachtet der Autorität des gelehrten Akademikers, dennoch den Schluß ziehen, daß unsere Halbkugel, nachdem sie bis zum Jahre 1248 an Wärme zugenommen hat, neuerdings wieder zu erkalten anfange.

Um zu beweisen, daß diese Veränderungen nicht von der Sonne herrühren, erinnert Arago an die Beständigkeit der Temperatur in Palästina und bekämpft die Meinung einiger Physiker, welche das Erkalten der Atmosphäre den Eismassen in Grönland zuschrieben. Er sagt bei dieser Gelegenheit, daß die Zeugnisse, die wir über das Sibirais und Burgund mittheilen, etwa anderthalb Jahrhunderte neuer sind als die Bildung der grönländischen Eisebene. Hieraus, sollte ich meinen, müßte man schließen, daß die grönländischen Eismassen und das Erkalten des Sibirais zwei Erscheinungen sind, die unmdglich von einander herrühren können, aber beide von einer und derselben Ursache herrühren, die man in den Naturgesetzen suchen muß.

Was die Temperatur-Veränderungen in Nordamerika betrifft, so gehen die Beobachtungen in dieser Hinsicht nicht weit genug zurück, um einen bestimmten Schluß aus ihnen herleiten zu können.

Arago schließt seinen Aufsatz mit der Untersuchung, ob das mittlere Klima von Paris in unserer Zeit Änderungen erleide. „Nichts, sagt er, erscheint im ersten Augenblicke einfacher als diese Frage. Die Temperatur der Keller, die ein wenig tief liegen, so daß die äußere Luft keinen freien Zugang zu ihnen hat, verändert sich nicht nur nicht, sondern sie stimmt auch mit der mittleren Temperatur der äußern Atmosphäre auf der Oberfläche überein. Solche Keller sind nun unter dem Gebäude der Sternwarte in Paris vorhanden. Sie haben 28 Metres (86 Fuß) Tiefe. Seit anderthalb Jahrhunderten beobachtet man in ihnen den Gang des Thermometers. Es wird demnach hinreichen, wenn wir jene Beobachtungen in Betracht ziehen.

„Ohne zu den ältesten Instrumenten zurückzugehen, denn ihre Gradeinteilung ist heutzutage nicht mit Zuverlässigkeit bekannt, muß ich gestehen, daß eine kürzlich gemachte Entdeckung die Lösung des Problems sehr schwierig gemacht hat. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß mit der Zeit fast alle Thermometer unrichtig werden.

„Der Nullpunkt, d. h. der Gefrierpunkt steigt die Scala hinauf, als wenn die Kugel, welche das Quecksilber enthält, enger würde. Das Thermometer kömmt auf diese Weise auf $+ 1^{\circ}$ zu stehen, wenn es Null zeigen sollte; auf $+ 2^{\circ}$, wenn die Temperatur nur $+ 1^{\circ}$ ist etc. Der Fehler steigt zuweilen sogar bis auf $1\frac{1}{2}$ Grade. Die zahlreichen Thermometerstände, die man in den Kellern der Sternwarte zu einer Zeit beobachtete, in der man noch nicht wußte, daß die Thermometer unaufhörlich verächtigt werden müssen, sind demnach von keinem

Werthe. Ich habe indeß zwei Beobachtungen gefunden, aber nur zwei, aus denen man einen Schluß ziehen könnte. Sie wurden beide im Februar 1776 angestellt. Messier machte sie selbst mit einem Thermometer, das unter seinen Augen angefertigt und von ihm selbst wenig Tage zuvor geprüft worden war. Diese beiden Beobachtungen, die vollständig mit einander übereinstimmten, ergaben

$11^{\circ}, 8 \text{ C.}$

Im Jahre 1826, ein halbes Jahrhundert später, hat man ebenfalls

$11^{\circ}, 8 \text{ C.}$

gefunden.

„Nehmen wir jetzt an, daß in Folge der kleinen Scala des Messier'schen Thermometers in seinen Beobachtungen eine Ungewißheit von einem Zwanzigstel Grade Statt gefunden habe. Die beiden Thermometerstände von 1776 und 1826, die uns als gleich erschienen sind, würden dann unter sich um eben so viel differiren. Aber ein Zwanzigstel auf 50 Jahre macht ein Sehtel in einem Jahrhundert.

„Dies würde demnach in 1000 Jahren nur eine Aenderung von einem ganzen Grad ergeben.“

Wenn wir das Resultat annehmen, welches uns Arago liefert, und in seiner Schlußfolge fortfahren, so können wir sagen: ein Grad Aenderung in 1000 Jahren gibt $10\frac{1}{2}$ Grade in 10500 Jahren, was nothwendig einige Veränderung in der Temperatur hervorbringen muß.

Um diese Erörterung noch zu vervollständigen, will ich die schon mehrere Mal angeführte Thatsache von Palästina noch einmal betrachten und, mich des Vorhergehenden als Grundlage bedienend, den Versuch machen, zu berechnen, welche Temperatur diese Gegend vor 3300 Jahren gehabt haben könne. Ich bringe zuvörderst in Erinnerung, daß die Temperatur-Veränderungen in der Nähe der heißen Zone weit weniger fühlbar als in unserem Klima sein können, und da in Paris die hundertjährige Variation nur ein Sehtel Grad beträgt, wird man mir keinen Einwurf machen können, wenn ich für Palästina in einem Jahrhundert nur eine Variation von $0,05^{\circ}$ annehme. Allein von den 3300 Jahren, welche uns von der Epoche trennen, zu der wir zurückgehen wollen, müssen wir 1188 abziehen, nämlich: 594 Jahre, die seit dem Jahre 1248 verlossen sind, und 594 Jahre, die ihm vorausgingen. Diese Subtraction würde uns zu dem Jahre 654 zurückführen und wir brauchen nun nur noch um 2112 Jahre zurückzugehen. Dies macht 21 Jahrhunderte, die mit $0,05$ multiplicirt nur einen Unterschied von $1,05^{\circ}$ zwischen der heutigen Temperatur und der jenes Zeitpunkts geben, den Arago anführt. Wenn man bedenkt, daß die Erde, kurz vorher von den verheerenden Wassern der Sündfluth verlassen, ehemals viel fruchtbarer sein mußte, als sie jetzt ist, so wird man

es ohne Zweifel sehr natürlich finden, daß sie früher nur 20 Wärmegrade brauchte, um dieselben Früchte hervorzubringen; deren gegenwärtige Kultur 21° erfordert. Wir haben übrigens einen Beweis von der Fruchtbarkeit jener Gegenden in der auffallenden Größe der Weintrauben, welche sie damals hervorbrachten. (Jahrbuch p. 205). Und da Krage das Maas der Wärme von der Beschaffenheit der hervorbrachten Bodenfrüchte abhängig macht, muß man sich wundern, daß er, wenn er die Weintrauben des gelobten Landes mit jenen verglichen hat, die man heutigen Tages in jener Gegend erntet, dennoch glaubt, Seiten, welche durch ihre Productionen so sehr von einander abweichen, dieselbe Temperatur zuschreiben zu müssen.

VI.

Während ich mir darin gefiel, die Entwicklung der vorhergehenden Theorie zu verfolgen, gelangten die Geologen auf dem langsameren, aber zugleich bestimmteren Wege der Beobachtung zu denselben Resultaten. Ihre Forschungen, denen ich bei der Natur meiner Studien völlig fremd blieb, haben mit der größten Genauigkeit alle Folgen der Hypothese bestätigt, die von mir aufgestellt wurde.

Wir haben gesehen, daß die Gegenden, welche wir bewohnen, seit einigen Jahrhunderten auf eine fühlbare Weise erkalten, was der Fall sein muß, weil seit 594 Jahren die jährliche Summe der Nächte auf unserer Halbkugel zunimmt, während sie dagegen auf der südlichen Halbkugel im Abnehmen begriffen ist. Allehi, was ganz besonders beitragen muß, alle Zweifel verschwinden zu lassen, ist, daß allem Anscheine nach unsere Halbkugel vor uralter Zeit mit einer ungeheuren Eisdecke theilweise bedeckt gewesen ist, jener ähnlich, welche jetzt einen großen Theil der südlichen Halbkugel einnimmt. Die Meinung der Geologen ist in dieser Hinsicht auf eine so große Menge von Thatsachen gegründet, daß ich mich darauf beschränken muß, nur die vorzüglichsten anzuführen.

Wenn wir das nördliche Europa durchreisen, so begegnen wir überall den Spuren einer unermesslichen Katastrophe, welcher die Gelehrten den Namen „nordische Sündfluth“ gegeben haben. Die unbestreitbaren Zeugen dieses großen Ereignisses sind die ungeheuren Trümmermassen, die sich von Schwedens und Finnlands Bergen losgerissen haben und eine ansehnliche Fläche von Deutschland, Polen und Rußland bedecken.

Dieselben Phänomene sind in Nordamerika hervorgerufen worden, wo der Boden mit Felsblöcken bedeckt ist, die den Gebirgen der Polarregionen angehören. Ferner findet sich in den Ebenen der Lombardei eine große Anzahl von Steinblöcken von allen Größen, die

augenscheinlich ihren Ursprung den Schweizerbergen verdanken. Solche Felsblöcke, die auf diese Weise aus ihrer ursprünglichen Lage so weit fortgerissen wurden, haben den Namen erratiche Felsen erhalten; ebenso heißen die Gegenden, wo man sie findet, erratiche.

Diese Felsen, welche oft große Gegenden bedecken, haben zuweilen eine Dicke von 60 Metres; die einen haben die Form von Kägeln, die sich von Norden nach Süden erstrecken; andere bilden weite Flächen, die fast vollkommen horizontal sind. Die Fragmente erratiche Felsen finden sich auf der Oberfläche und in den oberen Erbschichten, in die sie oft in ihrer ganzen Dicke eingesunken sind, zerstreut. Hin und wieder sind sie mehr oder weniger geneigt, zuweilen sogar vertikal, als wenn sie plötzlich niedergefallen und in die Thonerde eingebracht wären. Die Beschaffenheit dieser Blöcke deutet auf eine unbestreitbare Weise die Punkte an, wo sie sich losgerissen haben; ihre ungeheure Zahl und ihre Größe lassen schliessen, daß die Kraft, die sie mit fortgeführt hat, von einer großen Energie gewesen sein muß.

Der Weg, den sie gemacht haben, wird durch die Linie bezeichnet, welche die Felsblöcke in ihrer gegenwärtigen Lage mit der Stelle verbindet, die sie ursprünglich einnahmen. Demnach, da die Trümmer, welche die Lombardei bedecken, von den Alpen sich losgerissen und jene, die sich in Norddeutschland finden, mit den Felsen in Schweden übereinstimmen, unterliegt es keinem Zweifel, daß die Richtung der Strömung von Norden nach Süden gegangen ist. Diese für unsere Theorie so wichtige Thatsache wird vorzüglich durch die Beobachtungen derjenigen Gelehrten bestätigt, die jene Gegenden, welche die Sündfluth betroffen hat, bereist haben. Sie haben die Oberflächen dieser Felsblöcke überall abgeschliffen, glatt und durch eine ungeheure Menge tiefer Streifen und Furchen durchzogen gefunden, die fast alle eine und dieselbe Richtung hatten. Die Hindernisse, welche die Bergmassen oder die Verengung der Thäler dem Hauptstrome entgegenstellten, haben einige Nebenströmungen seitwärts ablenken können, allein die mittlere Richtung aller Furchen nähert sich der nordnordöstlichen und südwestlichen Richtung.

Die Streifen und Furchen und lange Strecken von Sand- und Kieselgerölle sind in Finnland, in Schweden, Norwegen, auf den britischen Inseln, in fast ganz Nordamerika von Neufundland bis zum oberen Mississippi, in der ganzen Alpenkette beobachtet worden, und Durocher hat sie neuerdings in dem Walde von Fontainebleau und in den Pyrenäen nachgewiesen. (Comptes rendus, 17. Janvier 1842, p. 104.)

In Finnland sind fast alle Granitthügel wie eine ellipsenförmige Kuppel abgerundet, deren große Axe der mittleren Richtung der Streifen parallel ist; ihre Oberfläche bietet keine anderen Unebenheiten dar,

als die Furchen, welche die Sündfluth zurückgelassen hat. Diese abgerundete Gestalt mit diesen Furchen nimmt man nur bei den Hügeln wahr, über die der Strom hinweggegangen ist; dagegen zeigt sich auf den höhern Bergen an der nach Südwesten gekehrten Seite keine Spur von Furchen, was augenscheinlich beweist, daß die Strömung von Norden herkam. Die Strömung mußte eine ungeheure Kraft haben, da sie die Felsen von Finnland abrundete und abschleifen konnte, nachdem sie ihre Kanten weggerissen hatte; ihre gewaltige Kraft wird auch durch die fast genau horizontale Richtung der Streifen und Furchen, welche die Seitenflächen dieser Felsen bedecken, bewiesen. Diese Furchen haben zuweilen eine Tiefe von ein bis zwei Fuß und enthalten selbst eine Anzahl von Streifen und Rissen, die mit ihnen parallel laufen.

Man wird aus dem oben Bemerkten nothwendig folgende Schlüsse ziehen müssen:

- 1) daß eine ungeheure flüssige Masse, von Norden nach Süden gehend, über unsern Continent hinweggegangen ist;
- 2) daß diese Masse ihren Weg von den Polargegenden aus begann, weil sie über die nördlichsten Theile von Schweden und Nordamerika hinwegging;
- 3) daß sie Substanzen mit sich führte, die hart und schneidend genug waren, um die Felsen, die ihr auf ihrem Wege entgegentraten, abzuschleifen, abzumagen und auszuhöhlen.

Ich würde hier noch viele Thatsachen aufführen können, allein ich müßte fürchten, den Leser zu ermüden. Ich will ihn deshalb lieber bitten, den Bericht von Elie de Beaumont zu lesen, den dieser über die durch Durocher dem Institute vorgelegte Denkschrift erstattet hat. Nachdem er alle Erscheinungen vorgetragen, welche von dem Verfasser während seiner Reise in den Jahren 1839 und 1840, als Mitglied der in das nördliche Europa geschickten gelehrten Commission, beobachtet wurden, fügt der gelehrte Berichterstatter hinzu *):

„Es unterliegt keinem Zweifel, daß eines der außerordentlichsten Phänomene, wie ungewiß und zweifelhaft auch seine Ursache sein mag, jene nördlichen Gegenden vor dem Entstehen des menschlichen Geschlechtes verheert hat, und daß dieses Phänomen unermesslich gewesen ist; vielleicht hat es selbst eine weit größere Fläche betroffen, als diejenige, die wir eben durchreist haben: denn die Spuren eines ganz ähnlichen Phänomens (vielleicht ein zweiter Zweig desselben Phänomens) zeigen sich auf der Oberfläche von Canada und in dem größten Theile von Nordamerika, gehen von Norden nach Süden, und haben demnach in den Nordpolargegenden ihren Ursprung, wie dieß ebenfalls in dem Norden Europas bemerkbar ist.“

* Comptes rendus, 17. Janvier 1842. p. 109.

„Herr Durocher bemerkt ferner über die Art, auf welche die oben erwähnten Wirkungen hervorgebracht wurden, daß eine große Wassermasse, die wahrscheinlich von Eisschollen begleitet wurde, von den Nordpolargegenden ausgehend, die ganzen nördlichen Gegenden von Grönland an bis zur Kette des Ural überschwennt habe. Die Strömung, sagt er, habe ihre Richtung von Norden nach Süden genommen, Norwegen, Schweden und Finnland verheert, die Felsen und Berge, die sich ihr entgegenstellten, niedergedrückt; ihre Oberfläche abgeschliffen und Furchen und Streifen in dieselbe eingegraben. Dieselben Wassermassen, die über Schweden und Norwegen hinwegstürzten, haben sich auch über Deutschland, Rußland und Polen ausbreiten und dort ebenfalls ähnliche Phänomene hervorbringen müssen. Die vollkommene Erhaltung einzelner Felsblöcke * ist ein unbestreitbarer Beweis, daß jene Wassermassen, die unsere Halbinsel überflutheten, von ungeheuren Eisschollen begleitet wurden. In der That konnte man anfänglich kaum begreifen, wie diese Felsblöcke einen so großen Weg, der oft mehrere Hundert Stunden beträgt, hatten zurücklegen können, ohne daß die Schärfe ihrer Kanten dadurch gelitten hätte. Ihr gewaltiges Gewicht ließ nicht die Voraussetzung zu, daß sie sich auf der Oberfläche dieser flüssigen Massen hätten schwimmend erhalten können, und demnach hätten sie durch die Reibung an der Außenfläche der Felsen abgerundet und abgestumpft werden müssen.“

Ein natürliches und oft wiederkehrendes Phänomen hat diesen sonderbaren Umstand sehr einfach erklärt:

„Alle Frühlinge, sobald der Eiszügel bricht, der sich während des Winters um das kalte Meer bildet, finden sich in einzelnen Eisschollen, die von den Strömungen ziemlich weit fortgetrieben werden, große Granitblöcke eingeschlossen. Dies sind wirkliche erratiche Felsblöcke von sechs bis sieben und mehr Fuß Länge, die auf diese Weise transportirt werden. Um von diesen Phänomenen aus unserer Zeit auf die Erklärung des erratiche Bodens überzugehen, genügt es, sich die gegenwärtigen Ufer der Ostsee als noch mit dem Seewasser bedeckt vorzustellen, in welchem sich der schichtenförmige und oft muschelartige Niederschlag bildet, der auf zahlreichen Punkten sich findet, und sich zu denken, daß dieses Phänomen daselbst in einem größeren Maasstabe vor sich gehe. Allerdings kann sich dieser größere Maasstab nur in sehr kalten Wintern ausbilden, welche großen Eisschollen gestatten, in großen Massen bis zu dem 50. Grade hinzutreiben.“

Der Kapitän Scoresby ** ist Eisseln (Icebergs) von Hundert und mehr Fuß Höhe begegnet, die Erdschichten mit Steinen unter-

* blocs erratiques.

** Voyage to West-Groenland. Edinburgh 1833. p. 223.

nüßcht in sich abgenommen hatten; einige waren mit Felsblöcken von großer Dicke belastet und mußten nach einer oberflächlichen Berechnung zwischen 50,000 und 100,000 Tonnen (à 20 Centner) wiegen. Vorzüglich sah er eine, wenn diese anders wirklich eine Eislinsel war, die so von Felsblöcken belastet war, daß man kaum an wenigen Stellen das Eis erblicken konnte.

Ich weiß nicht, ob ich mich irre, allein mir scheint es fast, als gebe die von mir aufgestellte Theorie eine genügende Erklärung der angeführten Phänomene. Nach meiner Hypothese war vor 10,500 Jahren die nördliche Halbkugel in den Polarregionen mit einer ähnlichen Eisschicht bedeckt, wie sie sich noch jetzt in den Südpolargegenden findet. Als nun die erstere dieser Halbkugeln sich wieder erwärmte, erkaltete die andere. Die Meere haben sich darauf in Bewegung gesetzt, anfänglich freilich wohl nur mit großer Langsamkeit. Auf der Erdoberfläche hat diese Bewegung lange Zeit hindurch kaum bemerkbar werden können, aber in den untern Schichten, die dem Mittelpunkte der Attraction näher lagen, bildeten sich Strömungen, denen die ungeheuren Sand- und Gerölllager zugeschrieben werden müssen, welche einen so großen Theil der nördlichen Gegenden bedecken. Als endlich durch den Bruch der großen Eisdicke der Schwerpunkt plötzlich niedersinkend von dem Radius ca in den Radius ca überging, hat sich die ganze Wassermasse, welche die nördliche Halbkugel bedeckte, gegen Süden stürzen müssen. Dadurch nun, daß sich die Hauptkraft mit den schrägen Kräften, die aus der Verschiebenheit der Bergabhänge entstanden, verband, bildeten sich eine Menge Strömungen, die, von dem Nordpole fächerartig, nach dem Aequator gehend, die Fragmente des Nordpolareises bis in die Ebenen von Rußland, Polen und dem nördlichen Deutschland führten. Als die von den Bergen durch diese riesigen Eisschollen losgerissenen Felsblöcke auf dem noch weichen und feuchten Sandboden zurückblieben, sind sie je nach ihrer Schwere und der Beschaffenheit der Schichten, auf die sie im Moment ihrer Falles zu liegen kamen, in denselben bis zu sehr verschiedener Tiefe eingesunken.

Vielleicht muß man der Umwälzung, die vor 10,500 Jahren Statt fand und von Süden nach Norden ging, die Streifen zuschreiben, welche Purocher unterhalb der Sandfläche an mehreren Orten in Finnland gefunden hat (*Comptes rendus*, p. 100), wie auch jene schwachen Furchen, die man auf den Seiten des Plateaus von Lappland nach Tornea zu beobachtete (ebendas. p. 108).

Einige Geologen und besonders Agassiz, den ich schon mehrere Male erwähnte, geben nicht zu, daß diese Phänomene, von denen wir sprachen, durch Strömungen hervorgebracht werden könnten. Sie glauben ihr Entstehen vielmehr der Bildung eines unermesslichen Gletschers zuschreiben zu müssen, der den größten Theil der von uns be-

wohnten Halbkugel eingenommen hätte. Ich will die Hauptpunkte dieser Theorie kurz darzustellen suchen.

Die Gletscher sind große Schnee- und Eismassen, die, von den höheren Bergregionen ausgehend, sich über die Schluchten und Thäler hinweg so lange ausdehnen, bis ihre untere Grenze die Orte erreicht, wo die Höhe der Temperatur das Eis ins Schmelzen bringt. Wenn eine große Schneemasse in einem Thale oder auf einem nicht sehr steilen Bergabhänge angehäuft ist, dringt das aus dem Schmelzen der oberen Lagen entstandene Wasser in die Tiefe der Masse ein, und indem es alle von der atmosphärischen Luft eingenommene Ricken in ihr ausfüllt, verwandelt es die untern Schichten in Eis, das anfänglich zwar wenig compact ist, aber mehr und mehr Festigkeit und Dichte gewinnt, je nachdem neues Wasser in dasselbe einbringt. Dieses Gefrieren, zu dem noch das Gefrieren desjenigen Wassers kommt, das durch die zahlreichen Spalten fällt, bringt in der ganzen Masse eine Ausdehnung hervor, aus welcher nach Agassiz die langsame fortschreitende Bewegung aller Gletscher folgt. Dieser fast unmerklichen Bewegung schreibt Agassiz ebenfalls das Abschleifen der Felsen, die Streifen, Furchen und Aushöhungen, und im Allgemeinen alle Phänomene zu, die man in dieser Hinsicht in den Alpen wahrnimmt.

Die Ausdehnung führt noch ein anderes, nicht minder merkwürdiges Phänomen herbei. Man bemerkt auf allen Gletschern lange Striche von Steinen und Felsstücken, von allen Formen und allen Größen, welche von den Seiten der oberen Berge losgerissen wurden. Diese Steinhäufen haben den Namen Moränen erhalten und Agassiz erklärt ihr Entstehen folgendermaßen.

Die Verwandlung des Schnees in Eis geht von unten nach oben vor sich; denn da das Wasser fortwährend herabzufließen sucht, so wird der untere Theil zuerst durchdrungen, woraus sich ergibt, daß die Dichtigkeit bei einem Gletscher im Verhältnis der Tiefe zunimmt. Allein diese Schichten haben nicht alle eine gleiche Dichtigkeit, und wenn sich ein Körper in der Dicke der Masse bewegen könnte, so würde er nicht in allen Richtungen auf denselben Widerstand stoßen. Die Ausdehnung aber, welche die untern Schichten durch ihre Verwandlung in Eis erleiden, hebt alle fremden Körper in die Höhe und treibt sie nach der Oberfläche durch die oberen Schichten, die weniger hart sind, hindurch, was die sonderbare Eigenschaft der Gletscher erklären würde, alle Körper nach außen zu treiben. Die Moränen wären demnach durch die Ausstößung aller Steine und Felsblöcke entstanden, welche die Gletscher von den Felsen losreißten, wofür deren Wände sie sich mit einer außerordentlichen Langsamkeit bewegen. Allein in Folge dieser langsamen fortschreitenden Bewegung, deren Richtung durch die Bergabhänge vorgeschrieben wird, tritt endlich doch ein Moment ein, in welchem die untern Lagen des

Gletschers, sobald sie in eine geringere Höhe gelangt sind, schmelzen und dann die Steine zurücklassen, die der Gletscher bei seinem Fortschreiten mit sich führte. Auf der äußersten Grenze jedes Gletschers bildet sich demnach ein solcher Steinhaufen, der oft von sehr beträchtlicher Größe ist und von den obern Theilen des Berges herrührt. Diese Stein- und Krümmernmassen nennt man *Endmoränen*.

Es ist nun augenscheinlich, daß die unteren Grenzen eines Gletschers, sobald die Temperatur während einer langen Reihe von Jahren merklich zunahm, sich nicht mehr so weit nach unten ausdehnen könnten; dennoch könnten unsere Nachkommen aus diesen zurückgelassenen Steinhaufen die Grenzen wieder erkennen, bis zu welchen sich die Gletscher ehemals ausdehnten. Eben so geht es uns in Betreff der Vorzeit.

Da sich solche alte Moränen sehr entfernt von den gegenwärtigen Gletschern finden, so müssen wir unfehlbar annehmen, daß sich die Gletscher ehemals, wenn wir in eine sehr alte Zeit zurückgehen, weit über jene Orte hinaus erstreckten, durch die sie heutzutage begrenzt werden. Charpentier, der die erraticen Felsblöcke für alte Moränen hält, schließt aus ihnen, daß sich die Gletscher der Alpen bis zu den Bergen des Jura ausgedehnt hätten.

Agassiz macht ferner, nachdem er zahlreiche alte Moränen angeführt hat, darauf aufmerksam, daß sie überall abgeschliffene Oberflächen mit Streifen und Furchen haben, die denen ganz ähnlich sind, welche man auf den jetzigen Gletschern findet. Hieraus schließt er, daß die von diesen alten Moränen eingenommenen Stellen ehemals die untersten Grenzen alter Gletscher waren. Er vergleicht darauf diese Phänomene mit denen, die im nördlichen Europa Statt gefunden haben und von uns weiter oben schon angeführt wurden, und macht auf die vollständige Analogie aufmerksam, welche zwischen den abgeschliffenen Felsen, den Streifen und Furchen des Nordens und denen besteht, die man in den Alpen beobachtet. Die Hypothese von den Strömungen verwerfend, glaubt er*, „daß die einzige mögliche Art, diese Erscheinungen zu erklären und mit der Gesamtheit der bekannten geologischen Phänomene zu verbinden, die sel. anzunehmen, gegen Ende der geologischen Epoche, die der Erhebung der Alpen vorausgegangen, habe sich die Erde mit einer ungeheuren Eismasse bedeckt, welche die sibirischen Mammuths unter sich beugte und sich so weit gegen Süden ausdehnte, als man jetzt die Phänomene der erraticen Felsen findet, alle Unebenheiten auf der Oberfläche Europas, die Ostsee, alle Seen in Norddeutschland und der Schweiz ausfüllend, sich noch über das mittelländische Meer und den atlantischen Ocean

* Etudes sur les Glaciers, p. 304.

hinaus erstreckend und sogar das ganze nördliche Amerika und das asiatische Rußland bedeckend.“

Aus dem Obigen geht hervor, daß die Geologen über die geologischen Phänomene, welche wir oben anführten, verschiedener Meinung sind; die einen schreiben dieselben der Wirkung schneller, Sand, Steine und Eisschollen mit sich führender Strömungen zu, die andern den Reibungen, welche durch das fast unmerkliche Vorrücken eines ungeheuren Gletschers verursacht würden, der einen großen Theil der nördlichen Halbkugel bedeckt haben soll. Ich bin mit den Stubten der Geologen nicht vertraut genug, um in einer so wichtigen Frage meine Ansicht auszusprechen. Ich mache nur darauf aufmerksam, daß sich die eine wie die andere Hypothese durch die von mir aufgestellte Theorie gleich gut erklären lassen, und überlasse es dem Leser, die Grenzen zu bestimmen, in denen man ihre Wirkungen zu beschränken oder auszudehnen hat.

VII.

Die oben angeführten Phänomene erklären sehr natürlich die beträchtliche Anzahl von Knochen großer Thiere, die in den nördlichen Gegenden Europas und Americas gefunden worden sind.

Es giebt in Sibirien fast keinen District, der nicht Elefantknochen aufzuweisen hätte. Nach Cuvier findet man die meisten auf den Inseln des Eismeeres, die im Norden Sibiriens dem Ufer gegenüberliegen, das die Mündungen der Lena und der Indigirka von einander trennt. Die dem Continent zunächst liegende ist sechs und dreißig Stunden lang. Cuvier und Agassiz bemerken darüber: „die ganze Insel, mit Ausnahme von drei oder vier kleinen Felsenbergen, ist eine Mischung von Sand und Eis, und sobald durch das Aufthauen ein Theil ihrer Ufer einstürzt, findet man eine unzählige Menge Mammuths-Knochen“. In Sarytschew's Reise im nordöstlichen Sibirien wird der Ausgrabung eines Elefanten Erwähnung gethan, den man an den Ufern der Alaseia (eines Flusses, der sich jenseit der Indigirka ins Eismeer ergießt) gefunden hat. Er befand sich in einer aufrechten Stellung und war noch fast ganz mit seiner Haut bedeckt, die an gewissen Stellen noch lange Haare hatte. Man erwähnt auch den Elefanten, den Adams in dem Eise der Lena gefunden hat und der so wohl erhalten war, daß die Hunde mit seinem Fleische gefüttert wurden**.

* Cuvier, Ossements fossiles, tome I, p. 151.

** Agassiz, p. 305.

Der Kapitän von Kogebue beschreibt ähnliche Erscheinungen, die er an den Ufern der Eschscholtz-Bai wahrgenommen hat. Lassen wir ihn selbst sprechen: „Wir sahen hier unter einer Stein- und Moosbedeckten Masse von vollkommen reinem Eise, die Hundert Fuß dick waren und die Zeugen einer entsetzlichen Revolution gewesen zu sein schienen. Die eingestürzten und der Wirksamkeit der Sonne und der Luft ausgesetzten Stellen schmelzen und es bildet sich daraus eine große Wassermenge, die dem Meere zufließt.“

Die Menge Mammutknochen und Elefantenzähne, die darin eingeschlossen waren, ließen den Kapitän v. Kogebue glauben, daß er vor seinen Augen das ursprüngliche Eis habe; allein die Officiere der durch den Capitain Beechey * befehligten Expedition bemerkten später, daß das Knochenlager der Eschscholtz-Bai ein kieselartiger gefrorener Boden war.

Um das Vorhandensein einer so großen Anzahl dieser Thiere, die ihre Haut und Haare unter dem Eise beibehalten haben, zu erklären, glaubt Cuvier ein plötzliches Erkalten und Sehtieren jener Gegenden voraussetzen zu müssen, die von ihnen bewohnt wurden. Allein man kann nicht leicht begreifen, wie ein ganzes Land so plötzlich erkalten konnte, daß alle lebenden Wesen desselben erfrieren konnten. In einer Zeit, wo jene großen Thiere noch nicht durch die Menschen verfolgt wurden, da diese damals noch nicht existirten, hätte nichts sie gehindert, in die nächsten mittäglichen Gegenden auszuwandern, wenn sie nicht durch die Meere unter die Eismassen zurückgedrängt worden wären, die die nördliche Halbkugel bedeckten und von unermesslicher Ausdehnung sein mußten, da ihre Zunahme, verbunden mit dem Thauwetter des Südpols, die Strömungen der Gewässer bestimmte, die von Süden nach Norden vorbrangen.

Die sechs Elephanten, von denen Buffon spricht, die man in aufrechter Stellung am Ohio in Amerika gefunden haben soll, sind gewiß nicht dort angekommen, ohne dazu genöthigt zu sein. Der Salzsee, an dessen Ufern man sie auffand, liefert einen Beweis, daß das Meer im Augenblicke ihres Todes im Eise sich bis dorthin ausdehnte. Die durch die Gewässer verfolgten Thiere sind bis zum 60. Breiten-Grade gelangt, der damals die Grenze der nördlichen Eismassen bildete. Sie sind vor Mättigkeit, Hunger und Kälte erschöpft niedergesunken und ihre Körper wurden alsdann von riesigen Schneemassen bedeckt, die sich später in Eisberge verwandelten und sie bis auf unsere Tage erhalten haben. Diese Knochen finden sich übrigens fast auf der ganzen Oberfläche der Erde, woraus hervorgeht, daß die Thiere, denen sie angehörten, durch die von Süden nach Norden

* Buckland.

gehende Fluth, welche der letzten voranging (also vor 14500 Jahren), in die nördlichen Gegenden verschlagen wurden.

Buffon und Cuvier behaupten, daß diese Thiere in jenen Gegenden, in denen man ihre Knochen fand, gelebt haben müssen, weil sie sich in weit größerer Menge daselbst vorfinden, als bei Elephanten, welche jetzt in Indien anzutreffen sind. Wenn sie jedoch zwischen das Meer und die nördlichen Eismassen geriethen, mußten sie in einer sehr schmalen und vom Pole nur in geringer Entfernung liegenden Zone verehnt werden, und bedenkt man, daß sie auf diese Weise eingeschlossen und von allen damals bewohnten Punkten der Erde vertrieben wurden, so hat ihre Zahl nichts Ueberraschendes mehr. Es ist überdies sehr wahrscheinlich, daß sie zu jener Zeit weit zahlreicher und stärker als jetzt gewesen sind, weil sie durch die Verfolgungen der Menschen, welche damals noch nicht lebten, nicht in ihrem Wachsthum gestört wurden, und die riesigen und weit ausgebreiteten Urwälder ihnen ein Asyl boten, das der Entwicklung ihrer Race nur förderlich sein konnte.

Indien mag vor der vorletzten Fluth mehr von jenen Miesenthiere enthalten haben als jetzt, da es wahrscheinlich ist, daß mehrere von diesen großen Racen durch die allmählichen Revolutionen der Erde bedeutend verringert, wenn nicht ganz vernichtet wurden. Die Thiere, welche Afrika und das mittägliche Asien bewohnen, stammen ohne Zweifel von jenen ab, die bei der letzten Katastrophe sich auf die Hochebenen Tibets und des Himalayagebirges geflüchtet hatten. Man hat in der That auch die Erfahrung gemacht, daß es jenen Thieren nicht unmöglich ist, einige Zeit in einem kalten Klima zu leben, denn Humboldt behauptet, daß man in den sibirischen Ebenen einen Tiger erlegt habe, der sich bis dahin verirrt hatte *.

Wir haben bisher erst die Oberfläche der Erdoberfläche betrachtet und schon zahlreiche Belege für den Grundsatz gefunden, den wir aufstellten. Wenn wir in das Innere der Erde eindringen, werden wir dort auf Beweise stoßen, die nicht minder schlagen sind. Ich müßte ganze Bände abschreiben, wollte ich den Leser mit allen Thatfachen bekannt machen, welche zu Gunsten der von mir aufgestellten Theorie sprechen. Ohne Zweifel wird es hinreichend sein, wenn ich ihn an die Zusammenfügung der übereinanderliegenden Erdschichten erinnere, welche die Rinde des Erdballs bilden; an das Vorhandensein von Knochen begräbener Thiere in allen diesen Erdschichten, die den vollständigen Beweis liefern, daß zu verschiedenen Malen die von uns bewohnte Erde vom Meere überfluthet wurde u. s. w.

* Lyell's Geol. I. Band S. 147.

„Durch die Fossilien, sagt Cuvier *, haben wir, so mangelhaft auch ihre Kenntniß ist, das wenige, was wir über die Natur der Erdrevolutionen wissen, allein erfahren. Sie haben uns gelehrt, daß die Schichten, welche sie einschließen, den Vobensatz einer Flüssigkeit bildeten, daß ihre Veränderungen denen der Flüssigkeit entsprochen haben, daß ihre Blosslegung durch die Entfernung dieser Flüssigkeit veranlaßt wurde und daß diese Blosslegung mehr als einmal Statt fand.“

„Durch sie, fährt er später fort, wird allein auf sichere Weise die wichtige Thatfache der wiederholten Sündfluthen festgestellt, da die Muscheln und verschiedene andere Meerprodukte für sich allein und nicht vollständig überzeugt haben würden, und nur durch ihr tieferes Studium können wir über die Zahl und die Zeiträume dieser Sündfluthen näheren Aufschluß erhalten.“

Er schließt seine Bemerkungen endlich durch folgende Worte **: „Ich denke, wie Deluc und Dolomieu, daß, wenn irgend etwas in der Geologie begründet ist, es Folgendes ist: die Oberfläche unseres Erdballs ist das Opfer einer großen und plötzlichen Revolution geworden, die nicht viel früher als vor höchstens 5 bis 6000 Jahren Statt gefunden haben kann; diese Revolution hat die Länder verschüttet und vernichtet, welche früher die Menschen und die heutigen Tages bekanntesten Thierarten bewohnten, dafür aber den Grund des früheren Meeres trocken gelegt und aus ihm die jetzt bewohnten Erdstriche gebildet; seit dieser Revolution hat die geringe Zahl der verschont gebliebenen Individuen sich auf der neu entstandenen Erde verbreitet und vermehrt, und demzufolge haben erst seit dieser Zeit die Völker wieder Fortschritte gemacht, Gebäude und Monumente errichtet, die Naturerscheinungen genau beobachtet und wissenschaftliche Systeme aufgestellt.“

„Allein diese jetzt bewohnten Länder, welche durch die letzte Revolution trocken gelegt wurden, sind schon früher, wenn auch nicht von Menschen, doch wenigstens von Thieren bewohnt worden; folglich hat sie wenigstens eine frühere Revolution unter den Wellen begraben, und nach den verschiedenen Thierklassen, deren Ueberreste man findet, zu urtheilen, haben vielleicht zwei oder drei solcher Sündfluthen Statt gefunden.“

„Diese Alternativen erscheinen mir jetzt als das für die Geologie wichtigste Problem, das man auflösen oder vielmehr definiren und erläutern sollte; denn um es ganz zu lösen, müßte man die Ursache dieser Ereignisse zu entdecken suchen, und hierbei würde man auf eine Schwierigkeit ganz anderer Art stoßen.“

* Discours sur les révolutions de la surface du globe. Seite 59.
** Ebenbaselst Seite 282.

Nach meiner Hypothese werden die successiven Sündfluthen, die hier von Cuvier als die unzweifelhafte Ursache der Schichten angesehen werden, welche die Rinde des Erdballs bilden, ganz einfach durch das Gesetz erklärt, welches alle 10500 Jahre den Schwerpunkt der Erde aus einer Halbkugel in die andere versetzt.

Abuiffon * giebt bei Zusammenfassung dessen, was er über die Bildung der mineralogischen Schichten aufgestellt hat, zu, daß es keinem Zweifel unterliegt, daß ihre Substanz ursprünglich flüssig gewesen sei, dann folgert er:

1) Die Flüssigkeit der Tertiar- und Secundärschichten ist wässrig gewesen, d. h. diese Erdschichten wurden im Meere durch eine Reihe von Niederschlägen gebildet, die successive sich übereinander lagerten.

2) Unbestreitbar gilt dasselbe von der obern Lage der Zwischenschichten, die aus Steinkohlen gebildet wird, wie wahrscheinlich auch von der untern, aus Schiefer, welcher Abdrücke von Pflanzen enthält, und verwitterten Felsstücken gebildeten Lage.

3) Der positive und merkliche Uebergang von den Uebergangsgebirgsarten zu den Urgebirgsarten, sowohl in der Beschaffenheit als in den Anordnungen ihrer Massen oder Schichten, erlaubt nicht, ihnen eine gänzlich verschiedene Entstehungsart zuzuschreiben.

Aus dem Vorhergehenden sehen wir, daß die Geologen einräumen, ein großer Theil der Niederschläge, welche die verschiedenen Schichten der Erdkugel bilden, habe sich durch langsames Niederfallen in einem ruhigen Mittel gebildet; zu gleicher Zeit geben sie indeß zu, daß in mehr oder minder entfernten Zeiträumen die Oberfläche der Erde durch große Katastrophen ganz verheert worden sei. Besonders Cuvier weigert sich, in der letzten Erdrevolution das Resultat einer so allmähigen Wirkung zu sehen, als sie die Bewegung der flüssigen Masse, die die durch die regelmäßige und unmerkliche Verrückung des Schwerpunkts der Erde veranlaßt wird, hervorbringen könnte.

Dieser Einwurf hätte etwas für sich, wenn das Verrücken der Wassermasse einzig und allein durch die Eisanhäufung am Pole veranlaßt worden wäre. Allein zu dieser ersten Ursache müssen wir noch eine zweite hinzufügen, auf welche wir bisher wenig Gewicht legten. Wir haben zwar die wahrscheinlichen Folgen betrachtet, welche der Unterschied der Kälte in beiden Halbkugeln hervorbringen kann, allein wir ließen ganz außer Acht, was durch den Wärmeunterschied entstehen muß. Von dem Augenblicke an, in welchem sich die Summe der Nachtstunden für eine Halbkugel verringert, vermehrt sich in eben dem Grade die Summe der Tagstunden. Ein großer Theil der un-

* Géognosie. 1. Band. Seite 401.

gehenden Eismasse, die sich an dem Pole gebildet hat, muß dann erweichen, und sobald die Zunahme der Temperatur den Bruch jener Eismasse hervorruft, entsteht ein großer Eisgang. In Folge dessen wird nun der Schwerpunkt der Erde, der plötzlich die Ebene des Aequators passiert, fast die Gesamtmasse der Gewässer nach sich ziehen, die alsdann wie ein unermesslicher Strom über die heiße Zone hinwegstürzen und die andere Halbkugel überschwemmen werden.

Die Bewegung der Gewässer beginnt demnach langsam, sobald die Eismasse des einen Poles die des andern übersteigt, und die Ueberschwemmung wird eintreten, sobald der Eisgang der letztern Masse oder eines großen Theils derselben beginnt. Die Ueberschwemmung ist demnach das Resultat des Eisganges eines der beiden Pole und der Vermehrung der Eismassen des entgegengesetzten Poles.

VIII.

Wenn es mir gelingen ist, die auf einander folgenden großen Umwälzungen des Meeres durch die Vorrückung der Tag- und Nachtgleichen zu erklären, so wird man natürlich den Schluß ziehen müssen, daß alle 10500 Jahre eine solche Sündfluth Statt finden muß. Die Zeitpunkte, in denen diese Katastrophen Statt finden müssen, sind freilich schwieriger genau zu bestimmen. Man könnte indeß untersuchen, ob die letzte Fluth mit der Epoche zusammenfällt, die man in der Regel für die Sündfluth Noah's annimmt.

Wir müssen zuvörderst bemerken, daß die plötzliche Bewegung der Gewässer mit dem Zeitpunkte zusammenfallen muß, in dem der Schwerpunkt der Erde aus einer Halbkugel in die andere übergeht, und nicht mit dem Augenblick, in welchem der Schwerpunkt seine größte Entfernung vom Mittelpunkte der Erde erreicht hat; allein der Uebergang des Schwerpunktes von einer Halbkugel in die andere muß durch das Schmelzen des Eises auf einer der beiden Halbkugeln bestimmt werden, bevor die in der entgegengesetzten Halbkugel angehäufte Eismasse das Maximum ihres Volumens erlangt hat.

In unseren Gegenden fällt der Eisgang nie mit dem Zeitpunkt zusammen, in dem wir die größte Hitze des Jahres haben; es ist demnach auch kein Grund vorhanden, weshalb wir annehmen sollten, daß der Eisgang eines Poles mit der größten Wärme der betreffenden Halbkugel zusammenfallen müßte. Vor 11094 Jahren hatte die Summe der Nachtstunden unserer Halbkugel ihr Maximum erreicht und nahm von da an wieder ab; nach den Ueberlieferungen hat aber die Sündfluth vor 4000 Jahren Statt gefunden, demgemäß 7094 Jahre später als sich unsere Halbkugel zu erwärmen angefangen hatte. Diese 7094 Jahre werden ohne Zweifel hinreichend erscheinen, um

das Schmelzen der Eismassen zu erklären und den Eisgang des Nordpols zu bestimmen.

Wenn man zugiebt, daß das Vorrücken der Tag- und Nachtgleichen die Ursache der letzten Sündfluth ist, so wird man allen früheren Sündfluthen denselben Grund beilegen und demgemäß den Zeitraum, der zwischen zwei unmittelbar auf einander folgenden Sündfluthen verfließt, auf 10500 Jahre feststellen müssen. Da nun die letzte Sündfluth vor 4000 Jahren die Erde verheerte, so müssen wir schließen, daß die nächste, von Süden nach Norden gehend, in 6500 Jahren eintreten wird.

Die Bildung der geologischen Erzeugnisse ist eine natürliche Folge der verschiedenen durch das abwechselnde Zu- und Abnehmen der Polareismassen zurückgelegten Phasen. Wenn wir der Ordnung der Phänomene folgen, welche während der Zwischenzeit der beiden letzten Sündfluthen Statt gefunden haben, so können wir drei Epochen unterscheiden; nämlich:

Erste Epoche. 11094 Jahre vor der Zeit, in welcher wir leben, überstieg die Summe der Nächte des Nordpols um 8 mal 24 oder 192 Stunden die Summe der Nächte des Südpols. Unsere Halbkugel war mit einer Eismasse bedeckt, die ohne Zweifel sich über den 70ten Grad vom Pole an hinaus erstreckte. Da der Schwerpunkt sich in dem Radius befand, der im Nordpole enthielt, so bedeckte der bei weitem größere Theil der Gewässer unsere Halbkugel und unsere Continente standen unter Wasser. Die Continente der südlichen Halbkugel lagen trocken und wurden wahrscheinlich durch diejenige Menschenrace bewohnt, welche durch die letzte Sündfluth umkam. Während mehrerer tausend Jahre vor und nach jener Zeit, in der das Eis des Nordpols sein Maximum erreichte, hat die Bewegung der Gewässer unmerklich sein müssen, und höchst wahrscheinlich haben sich während jener Zeit der Erde die Niederschlag-Schichten gebildet, welche während der letzten Anwesenheit des Meeres über unserm Continente gebildet wurden.

Zweite Epoche. Von dem Augenblicke an, wo sich die Summe der Nachtstunden unserer Halbkugel verringert hat, was eine Veränderung der Kälte zur Folge hatte, haben sich die Grenzen des nördlichen Eises zurückgezogen, während im Gegentheil die des südlichen an Ausdehnung gewannen. Aus dieser doppelten Ursache hat sich der Schwerpunkt der Erde dem Mittelpunkt derselben genähert und die flüssige Masse hat eine schnellere Bewegung annehmen müssen. Diese Bewegung hat sich wahrscheinlich zuvörderst durch unterirdische Ströme, die von Norden nach Süden gingen, gesteuert, und einigen dieser Ströme muß man gewiß einen Theil des Sandes und Steingerölles zuschreiben, die an vielen Punkten auf unserer Halbkugel anzutreffen sind.

Dritte Epoche. Sobald die Wärme so zugenommen hatte, daß die Eismassen des Nordpols hinreichend erweicht waren, fand der Eisgang Statt. Der Schwerpunkt ging plötzlich in die andere Halbkugel über, das Gleichgewicht der Meere wurde gestört und die Wassermassen, die gewaltsam über unsere Continente stürzten, brachten die Sündfluth hervor. Diesem Zeitpunkte muß man ohne Zweifel die großen Umwälzungen einzelner Theile der Erboberfläche zuschreiben, wie auch den Transport der erratischen Felsblöcke, die von den Bruchstücken des großen Nordpoleises fortgerissen wurden.

IX.

Unter den Einwürfen, die der oben erwähnten Theorie gemacht werden können, befinden sich einige, denen ich keine Aufmerksamkeit zu schenken brauchte, denn ich habe nicht gesagt, daß der in dieser Schrift aufgestellte Grundsatz einzig und allein alle Natur-Phänomene veranlaßt habe. Ich enthielt mich jeder Meinung über die durch die Geologen aufgestellten verschiedenen Theorien, und mich nur an die allgemein angenommenen Thatsachen haltend, suchte ich ein allgemeines und bekanntes Gesetz aufzufinden, was ihren Ursprung erklären könnte. Ungeachtet dieser Zurückhaltung wird man mir nicht allein diejenigen Thatsachen entgegenstellen, die der von mir aufgestellten Theorie widersprechen, sondern auch jene, welche nicht eine unmittelbare Folge derselben sind. Man wird z. B. die Veränderungen anführen, welche das Niveau der Ostsee erlitten hat. Man wird sagen, daß die Vermehrung des nördlichen Eises seit 594 Jahren die Wassermassen nach dem Norden hätte ziehen müssen, wodurch eine Erhöhung des Meeresspiegels in der nördlichen Halbkugel eingetreten sein würde, anstatt daß er sich, wie mehrere Geologen wahrgenommen haben wollen, gesenkt hat.

Zuvörderst fehlt noch viel, daß das Sinken der Ostsee als bewiesene Thatsache anzusehen wäre. Mehrere Beobachter wollen zwar diese Thatsache wahrgenommen haben, aber viele andere haben sie bestritten, und wenn man alle diese Meinungen sammelte, würde man vielleicht eben so viele für die entgegengesetzte Hypothese finden. Einige Thatsachen würden durch ihr Datum sogar zu Gunsten meiner Theorie zu sprechen scheinen. Nach einigen alten Geographen war Schweden und Norwegen eine Insel, die gegen das neunte Jahrhundert, also in einer Zeit, in der sich nach meiner Hypothese das Meer von der nördlichen Halbkugel zurückzog, mit dem Continente verbunden wurde.

Strabo hat die Erhebung der Continente angenommen, woraus hervorgeht, daß zu seiner Zeit das Meer noch im Zurücktreten begriffen war.

Nach Robert Stephenson soll sich das Niveau der Nordsee und des Kanals erhoben haben.

Jedenfalls werden die Veränderungen, die mit dem Niveau der Ostsee vorgegangen sind, einer localen Ursache zugeschrieben werden können, weil dieselbe Erscheinung bei den andern Meeren nicht beobachtet worden ist. Ferner ist die gegenwärtige Zeit vielleicht dem Zeitpunkt noch zu nah, welcher dem Maximum der Wärme auf unserer Halbkugel entspricht, als daß diese Veränderungen recht fühlbar werden könnten und daß man insbesondere mit Gewißheit ihre eigentliche Beschaffenheit zu bestimmen vermöchte. Das Phänomen der Ebbe und Fluth beweist uns, daß bei der Bewegung flüssiger Massen die Wirkung oft erst lange Zeit nach der Ursache Statt finden kann, die sie veranlaßt. Man könnte übrigens in dem von mir aufgestellten Grundsatz eine genügende Erklärung einiger Niveau-Veränderungen finden, welche anfänglich der Hauptbewegung der flüssigen Masse zu widersprechen schienen. Nehmen wir nämlich den Augenblick an, in welchem das Nordpolareis eine hinlängliche Ausdehnung erhalten hat, um einen Theil der Gewässer der entgegengesetzten Halbkugel anzuziehen, so würde die Anknüpfung dieser angezogenen Wassermassen das Niveau des nördlichen Meeres erhöhen. Es wäre indeß möglich, daß die Erhebung eines Theiles des Eises, das mit dem Continente zusammenhängt, einen theilweisen Eisgang veranlaßt, der das augenblickliche Sinken des Schwerpunktes zur Folge hätte, was augenscheinlich das Zurücktreten der Gewässer und demnach eine Veränderung in dem Niveau der angrenzenden Meere hervorbringen müßte.

Man könnte noch den Einwurf machen, daß bei der Hypothese von einer flüssigen Kugel, welche die Erde umhüllt, und deren Mittelpunkt abwechselnd von einer Halbkugel zur andern übergehen soll, wenige Veränderungen im Niveau der Meere in der heißen Zone eintreten könnten und daß diese vielmehr zu jeder Zeit dieselbe Tiefe haben müßten (Fig. 7). Diese Schwierigkeit würde sehr ernster Natur werden, wenn die flüssige Masse, von der die Erde eingehüllt wird, von einer beständigen und der des Erdballs, der gewissermaßen ihren Kern bildet, vollkommen ähnlichen Gestalt wäre; allein ich habe anfänglich diese Hypothese nur angenommen, um die Erklärung des von mir aufgestellten Grundsatzes verständlicher zu machen. Ich dachte, daß es mir, sobald ich einmal diesen Zweck erreicht hätte, leicht werden müßte, wie es bei ähnlichen Fällen Gebrauch ist, mit neuen Daten die Sache neuerdings zu behandeln, damit ein genaueres Resultat erzielt würde.

Allerdings muß die Oberfläche, welche das Niveau des Meeres bildet, ihre Gestalt nach dem mehr oder minder großen Betrag der Vermehrung oder Verminderung des Polareises verändern. Nehmen wir für einen Augenblick an, daß die beiden Polareismassen gar nicht vorhanden wären, so müßten sich nothwendig die Meere um die Erde ins Gleichgewicht setzen und sie würden sie überall fast in derselben Höhe bedecken. Allein wenn wir diese beiden Polareismassen hinzufügen, werden wir augenscheinlich zwei neue Kräfte einführen, die, auf die kleinsten Theile der flüssigen Masse einwirkend, einen jeden von ihnen gegen den einen oder den andern Pol ziehen werden.

Nehmen wir der größeren Einfachheit halber (Fig. 4) zuerst den Augenblick an, in welchem die beiden Eismassen gleich sind, und wählen wir als Beispiel das Theilchen n auf der Spitze eines Dreiecks, dessen Seiten sich wie 2:3 verhalten, so werden sich die von den correspondirenden Eismassen ausgehenden Attractionskräfte umgekehrt d. i. wie die Quadrate dieser beiden Zahlen, also wie 9:4 verhalten und die gegen die Kugelfläche schräg gerichtete Resultante mn wird den Theil m gegen den ihm zunächst liegenden Pol ziehen.

Der in der Ebene des Aequators gelegene Punkt m wird sich der Oberfläche nähern, indem er der Diagonale des Rhombus folgt, der aus den Richtungen der beiden Seitenkräfte konstruirt ist.

Demnach wird, durch die Einführung dieser beiden Kräfte, welche durch die Anhäufung des Polareises hervorgerufen werden, eine große Menge dieser Theile der flüssigen Masse nach den Polen gezogen werden, wodurch natürlich das Niveau der Meere der heißen Zone fallen muß. Es ist nun aber augenscheinlich, daß in Folge der abwechselnden Vermehrung und Verminderung der beiden Massen A und B die Oberfläche oder das Niveau der Meere einer sehr mannichfachen Veränderung unterworfen sein muß, und das Auffinden der verschiedenen Formen, welche diese Oberfläche in jedem einzelnen Falle annehmen muß, wird gewiß ein sehr interessantes Problem für die höhere Mechanik sein.

Wenn die Eismasse A größer als die Eismasse B würde, so würde dadurch die Resultante eine schiefere Richtung erhalten. Auf diese Weise würde z. B. der Theil m , der in der Ebene des Aequators liegt (Fig. 6), durch die Kraft mn angetrieben werden und sich demgemäß nach dem Pole A wenden. Die andern Theile würden gegen denselben Pol gezogen werden und zwar mit einer um so größeren Geschwindigkeit, je näher sie diesem Mittelpunkt der Attraction wären.

Nehmen wir z. B. den Theil m' so an, daß seine Entfernungen von den Schwerpunkten der beiden Massen A und B sich zu einander wie 1:4 verhalten. In dem Fall, daß eine Gleichheit

zwischen beiden Eismassen herrschte, würden die Kräfte sich zu einander wie 16:1 verhalten; nehmen wir jedoch an, die Eismasse A sei zehnmal so groß als die Eismasse B, so wird dieses Verhältniß $16 \times 10 : 1 = 160 : 1$ und die von der Masse B ausgehende Kraft wird fast unmerklich werden.

Der Parallelkreis, welcher die größte mittlere Höhe über dem Niveau des Meeres hat, wird die Punkte enthalten, in denen die Resultante senkrecht auf die Oberfläche der Erdoberfläche zu stehen kommt. In allen diesen Berechnungen muß man jedoch noch die Attraction der Erde berücksichtigen.

Diese Veränderung in der Höhe der Aequatorialmeere würde die Anwesenheit von Muscheln in den peruanischen Korallriffen erklären, wenn es anders ausgemacht ist, daß sie sich dort gefunden haben. Man braucht indeß nicht nothwendig anzunehmen, daß das Meer sehr lange jene Gegenden überschwemmt habe; als es über die heiße Zone hinwegging, kann sich in bedeutender Höhe ein See von Meerwasser gebildet und bei seiner allmählichen Verdunstung alle Thiere, die sich in ihm befanden, auf dem Trocknen zurückgelassen haben.

Ihre größte Höhe über den Gegenden in der Nähe des Aequators müssen die Gewässer nach dem Bruch der großen Eismasse erreicht haben. Ein Lehrsatz der Statik lehrt uns wirklich, daß, wenn mehrere Kräfte um einen Punkt im Gleichgewicht stehen, irgend eine von ihnen der Resultante aller andern stets gleich und gerade entgegengesetzt ist. Hieraus folgt nun, daß sich der Punkt sogleich in Bewegung setzt, sobald man eine der Seitenkräfte wegnimmt, und zwar bergeseits, daß man glauben möchte, er würde durch eine der weggelassenen gleiche und gerade entgegengesetzte Kraft bewegt. Sobald nun aber die große Eismasse am Pole bricht, so folgen die vom Meere emporgehobenen Bruchstücke genau den Gesetzen der Hydrostatik, und da die feste Masse nicht mehr vorhanden ist, hört augenblicklich auch die Wirksamkeit aller Kräfte auf, die von ihr ausgingen. Wenn wir die beiden Theilchen m und m' (Fig. 9) annehmen, die so liegen, daß ihre Entfernungen vom Schwerpunkt der großen Eismasse sich wie 1:2 verhalten, so werden in dem Moment des Eisganges diese beiden Theile plötzlich durch die beiden Kräfte mp , $m'p'$ angetrieben werden, die sich wie 4:1 verhalten, und da dasselbe Gesetz auf jeden der Theile wirkt, und die dem Pole näher liegenden auf ein Hinderniß stoßen, das auf der geringen Schnelligkeit der unter dem Aequator liegenden Theile beruht, so wird bei der flüssigen Masse bis zu dem Augenblick ein starkes Anschwellen entstehen, in welchem alle durch den großen Eisgang in Bewegung gesetzte Theile sich wieder ins Gleichgewicht gesetzt haben und nur noch derjenigen langsamen und kaum merkbaren Wirksamkeit unterworfen sind.

die von der Vermehrung der Eismassen am entgegengesetzten Pole herrührt. Welleicht stimmt dieses Steigen der Aequatorialmeere mit den 40 Tagen und Nächten überein, welche die Sündfluth gedauert haben soll.

X.

Die im Vorhergehenden enthaltene Theorie kann in wenig Worte zusammengefaßt werden; allein man muß das, was bewiesen ist, von dem, was nur auf Mutmaßungen beruht, wohl unterscheiden, und ich wünsche sehr, daß man mir nicht mehr in den Mund legt, als ich selbst ausgesprochen habe. Nach meiner Meinung habe ich bewiesen:

- 1) daß in Folge des Vorrückens der Tag- und Nachtgleichen eine Ungleichheit zwischen den Summen der Tag- und Nachtstunden auf beiden Halbkugeln besteht;
- 2) daß diese Ungleichheit eine Verschiebenheit in den correspondirenden Temperaturen hervorbringt und dieser Verschiebenheit die der Eismassen an den beiden Polen zuzuschreiben ist;
- 3) daß die Ungleichheit, welche zwischen diesen beiden Eismassen hinsichtlich ihres Gewichtes besteht, nothwendig den Schwerpunkt verrückt muß;
- 4) daß von dem Verrücken des Schwerpunktes die großen Unwägungen des Meeres herrühren;
- 5) daß diese Unwägungen alle 10500 Jahre Statt finden müssen.

Ich behaupte nicht, daß die eben ausgesprochenen Grundsätze die alleinigen Ursachen aller Veränderungen sind, welche mit der Erbkugel vorgegangen sind, allein man wird ohne Zweifel zugeben müssen, daß sie viel zur Bildung der geologischen Erzeugnisse beigetragen haben.

Der einzige auf bloßer Vermuthung beruhende Theil dieser Theorie besteht also in den Dimensionen der Eismasse, welche an Südpole vorhanden ist, in dem Maas der Wirkungen, die durch die Attraction dieser Masse hervorgebracht werden, in der Auffindung der Grenzen, zwischen denen die daraus hervorgehende Kraft wirkt, und des Antheils an den gesammten Natur-Phänomenen, den man dieser Kraft beilegen muß.

Zwei Hauptthatfachen sind augenscheinlich und könnten als Grundsätze angenommen werden, nämlich die ungleiche Wassermasse in beiden Halbkugeln und die ungleiche Eismasse an den beiden Polen. Man hat behaupten wollen, die Kälte der südlichen Halbkugel sei eine Folge der am Südpole aufgehäuften Eismassen, und um ihre ungeheure Ausdehnung zu erklären, sagte man, die sädliche Halb-

kugel sei weit wasserreicher als die nördliche. Allein die Gewässer sammeln sich in der Regel nur an den niedrigst gelegenen Orten, und auf einer Kugel ist der Punkt der niedrigste, der dem Schwerpunkt zunächst liegt oder, was dasselbe heißt, dem sich der Schwerpunkt am meisten genähert hat.

Man wird aber ohne Zweifel eine weit logischere Reihenfolge von Schlüssen haben, wenn man annimmt, daß die ungleiche Dauer der Tage und Nächte in beiden Halbkugeln diese Ungleichheit der Eismassen veranlaßt, die ihrerseits wieder die ungleiche Vertheilung der Gewässer bestimmt. Statt die Kälte von dem Vorhandensein des Eises herzuleiten, ist es gewiß weit natürlicher, wenn man das Eis aus der Intensität der Kälte erklärt.

Was die Wirkbarkeit dieser Eismassen auf das Verrücken des Schwerpunktes betrifft, so wird man meine Hypothese nur durch die Annahme bekämpfen können, daß alle diese Eismassen schwimmen, denn sobald sie dem Grund berühren, erhebt sich ihr Schwerpunkt, je mehr sie an Volumen zunehmen, was nothwendig eine mehr oder minder beträchtliche Verrückung des allgemeinen Schwerpunktes zur Folge haben muß. Wollte man behaupten, daß das Eis des Südpoles die Erde nicht berührt, so kann man nicht mehr die große Wassermasse erklären, welche über die südliche Halbkugel verbreitet ist. Man muß sich also nothwendig für eine der drei nachstehenden Hypothesen entscheiden:

- 1) eine Eismasse von 785000 Quadrat-Lieues Basis und 20 Lieues Dicke,
- 2) ein Continent, der wenigstens 4 Lieues Höhe hat, und
- 3) eine innere Masse, die um so dichter ist, je näher sie dem Mittelpunkt liegt.

Da nun das Vorhandensein der beiden letztern Massen, die übrigens der allgemeinen Bildung der Erbkugel nicht entsprechen würden, durchaus durch nichts erwiesen wird, so müssen wir uns vor der Hand an die erste halten, deren Existenz uns gewissermaßen erwiesen, deren Ursache uns bekannt ist, und die außerdem die Vortheile darbietet, die vorzüglichsten Phänomene der Natur genügend zu erklären.

Meine Gegner können zwar die Genauigkeit des von mir aufgestellten Grundsatzes in Zweifel ziehen, allein wenn sie seine Möglichkeit zugeben wollen, sei es auch nur, daß sie ihn als Hypothese gelten lassen, so werden sie nothwendig die nachstehenden Folgen derselben anerkennen müssen:

- 1) die Eisdecke, welche nach Agassiz und mehreren anderen Geologen ehemals den größten Theil unserer Halbkugel bedeckt hat;
- 2) den Tod der Elephanten, die in dem Eise umkamen, in welches sie durch das Meer getrieben wurden;

3) daß mehrere tausend Jahre lang sich über unsern Continenten ein ruhiges Meer befand, in welchem sich die Schichten gebildet haben, welche die Fossilien enthalten;

4) die periodische Wiederholung derselben Erscheinungen, durch welche die verschiedenen Schichtenlagen entstanden sind, welche die Erdrinde bilden;

5) die große Ueberschwemmung, welche die nördlichen Gegenden Europas betroffen hat;

6) endlich die ungleiche Vertheilung der Gewässer auf beiden Halbkugeln.

Die periodische Wiederkehr der Ueberschwemmungen des Meeres stimmt außerdem mit der Regelmäßigkeit überein, welche in den allgemeinen Naturgesetzen besteht.

Als eine Folge dieser Gesetze kann man daher leicht eine Reihe von periodischen Veränderungen ansehen, in deren Folge die der Pflanzenbildung fähige Erde 10500 Jahre lang den von uns bewohnten Continenten entzogen und durch die Flüsse auf den Grund der gegenwärtigen Meere hergeführt wird, deren Entfernung neue Continente trocken legen würde, die auf Kosten der frühern befruchtet worden sind.

Ich schließe hiermit die Behandlung der Aufgabe, die ich mir stellte; ich habe mir alle nur mögliche Mühe gegeben, sie so vollständig als möglich zu lösen, und ich hoffe, daß man nur der Schwierigkeit des Gegenstandes und dem Mangel genauerer Beweise die Unvollkommenheit meiner Arbeit zur Last legen wird. Ich habe diese Frage aus einem Gesichtspunkte betrachtet, den, so viel ich weiß, noch Niemand vor mir berührt hat. Es würde nicht leicht sein, den Beweis des von mir aufgestellten Grundsatzes zu erhalten; indes könnten die Untersuchungen so geleitet werden, daß auf diese wichtige Frage einiges Licht fiel.

Das erste Erforderniß wäre das, eine genaue Kenntniß der Bildung des Bassins des Meeres zu erhalten. Ich habe schon im Vorigen den Grund angeführt, weshalb die Schiffer bisher so wenig Sondirungen anstellten; sie fordern viel Zeit und können daher nicht oft wiederholt werden. Es wäre höchst wünschenswerth, daß alle Schiffe, die dem Staate (Frankreich) angehören, sobald sie die Meere der südlichen Halbkugel durchsegeln, den Befehl erhielten, das Senkblei möglichst nahe an Orten auszuwerfen, die ihnen von der Akademie der Wissenschaften näher zu bezeichnen wären. Wenn die andern Nationen ein Gleiches thäten, würde bald mit wenig Kosten und Zeitaufwand eine Reihe von sehr genauen Nachrichten über die Bildung der unterseitschen Continente erhalten werden.

Einige geobaltische Messungen würden dienen; die Wahrheit noch mehr herauszustellen. So ist die Entfernung des Schwerpunktes der

Erde von dem Mittelpunkte der vier Massen vielleicht die Ursache, der man die Abweichung des Mercuriums zuschreiben muß. Nehmen wir an, diese Entfernung betrage 0,4 Meile, so wird das Mercurium in Paris mit dem Erdradius einen Winkel von 30" bilden.

Man würde sich eben so eine Reihe von Erfahrungen über die zur Bildung der Eismassen in den Polargegenden erforderliche Zeit verschaffen können.

Zugleich würde man auch die Richtung der unterseitschen Ströme studiren können, die nach meiner Hypothese hauptsächlich von Süden nach Norden gehen müssen, besonders an den Küsten von Afrika und Südamerika. Die Luftströmungen müssen im Gegentheil im Allgemeinen von dem Aequator nach dem Pole zu gehen, und wir können oft die Bemerkung machen, daß alle Südwinde uns Wolken mitbringen, die unaufhörlich das Volumen des Polareises vermehren.

Endlich könnte man aus einer Betrachtung des Erbschattens bei den Mondfinsternissen vielleicht die schwache Erhöhung erkennen, welche das Polareis hervorbringen muß. Diese Beobachtung müßte mit der größten Sorgfalt angestellt werden und könnte nur dann Aussicht auf ein günstiges Resultat darbieten, wenn die Finsterniß in der Ebene des Aequators Statt fände. Die Linie, in der die Erde von den Sonnenstrahlen berührt wird, würde alsdann durch den Pol gehen und der Schatten, den das Südpolareis auf den Mond wirft, hätte dann sein Maximum erreicht.

Anmerkungen.

Um das Verhältniß, das auf jeder Halbkugel der Erde zwischen dem Lande und dem Meere besteht, auch für die einzelnen Gegenden jeder Halbkugel deutlich zu machen, habe ich nachstehende Tabelle berechnet.

Grade.	Sinus.	A.	B.	C.
Nördliche Halbkugel.				
90°	1,00000	0,01519		
80	0,98481	0,04512		
70	0,93969	0,07366	0,283	0,02085
60	0,86603	0,09999	0,423	0,04230
50	0,76604	0,12325	0,459	0,05657
40	0,64279	0,14279	0,555	0,07925
30	0,50000	0,15798	0,610	0,09637
20	0,34202	0,16837	0,686	0,11550
10	0,17365	0,17365	0,732	0,12711
0	0,00000			
Südliche Halbkugel.				
0°	0,00000	0,17365	0,760	0,13197
10	0,17365	0,16837	0,774	0,13032
20	0,34202	0,15798	0,776	0,12259
30	0,50000	0,14279	0,886	0,12651
40	0,64279	0,12325	0,959	0,11820
50	0,76604	0,09999	0,986	0,09859
60	0,86603	0,07366		
70	0,93969	0,04512		
80	0,98481	0,01519		
90	1,00000			

Die zweite Columne obiger Tabelle enthält die Sinus aller in der ersten Columne angegebenen Bogen von zehn zu zehn Grad vom Nordpol bis zum Südpol.

Die Columne A enthält die Unterschiede zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zahlen der zweiten Columne, so daß man, wenn man jede einzelne Zahl derselben mit R multipliciren wollte, die Höhen von 18 Zonen erhalten würde, welche auf der Erdoberfläche durch die 10 Grade von einander entfernt liegenden Paralleltreffe gebildet werden; jede derselben Zahlen, mit $2rR^2$ multiplicirt, würde die Oberfläche der betreffenden Zone, durch den Erdradius ausgedrückt, geben.

Die Zahlen der Columne B geben an, wie groß der vom Meere bedeckte Theil jeder dieser Zonen, von Norden nach Süden gerechnet, ist. Die Zahlen, welche den Polarzonen entsprechen, sind zweifelhaft, da dieser Theil der Erdkugel mit Eis bedeckt ist.

Die Columne C enthält die Zahlen, mit denen man $2rR^2$ multipliciren muß, um die Oberfläche der in jeder Zone verbreiteten Wassermasse zu erhalten. Diese Zahlen wurden gefunden, indem ich jede Zahl der Columne B mit der correspondirenden Zahl der Columne A multiplicirte.

Wenn man die in den Polarzonen enthaltenen Wassermassen kennt, würde man die in jeder der beiden Abtheilungen der Columne C enthaltenen Zahlen addiren können. Die sich ergebenden Summen würden dann die beiden Glieder des Verhältnisses geben, welches zwischen den Wasserflächen der beiden Halbkugeln besteht.

Da die Columne B den wichtigsten Theil dieser Arbeit enthält, so wurde sie von mir mit ganz besonderer Sorgfalt behandelt. Um ein möglichst genaues Resultat zu erzielen, habe ich jede Zone als aus 36 Trapezen bestehend betrachtet, und die Oberfläche eines dieser Trapeze als Einheit annehmend, habe ich durch einen Bruch die in jedem von ihnen enthaltene Wassermasse dargestellt; die Summe dieser Brüche, mit $\frac{1}{36}$ multiplicirt, hat das Verhältniß gegeben, welches zwischen dem Meere und der ganzen Oberfläche der Zone besteht.

Um meine Berechnung zu controlliren, habe ich ferner berechnet, wie groß in jedem Trapez der mit Land bedeckte Theil ist, und die Zahlen der Columne B sind die arithmetischen Mittel der durch jedes dieser Verfahren erreichten Resultate.

Die Reihenfolge der Zahlen, welche die Columne B bilden, stellt ein sehr merkwürdiges Gesetz vor Augen, welches nicht leicht anders als durch die von mir aufgestellte Theorie erklärt werden könnte.

Es stellt sich nämlich heraus, daß, wenn man vom Nordpol zum Südpol heruntergeht, die Verhältnisse des Wassers zum Lande in jeder Zone eine unaußhörlich steigende Reihe

Bilden. Schwerlich kann man ein so auffallendes Resultat der Gestaltung der festen Theile der Erde allein zuschreiben.

Wenn man annimmt, daß im Allgemeinen die Oberfläche der Continente stets kleiner wird, so oft eine Erhöhung des Wasserstandes eintritt, so muß man geneigt sein, aus den von mir aufgestellten Thatfachen zu schließen, daß in der südlichen Halbkugel das Meer weit tiefer als in der nördlichen sein muß.

Denken wir uns z. B., ein Continent werde von einer beträchtlichen Wassermasse überschwemmt; alle seine Theile werden dann nach und nach unter Wasser gesetzt werden, und die Spitzen seiner Berge treten als Inseln hervor, während alle übrigen Theile, die Hochebenen und die Thäler, die nach dem allgemeinen Abhange des Bodens geneigt sind, unter dem Wasser verschwinden. Die Bergketten werden aus der flüssigen Masse hervorragen und Vorgebirge, die Zwischenthäler dagegen nach der Seite der Uberschwemmung hin weit ausgeschüttene Meerbusen bilden.

Nehmen wir nun an, das Wasser sei wieder im Zurücktreten begriffen, so wird sich zuvörderst die Zahl und die Größe der Inseln vermehren; dann werden einzelne Landzungen sich zeigen, welche diese Inseln unter sich verbinden und allmählig aus ihnen Halbinseln und Continente bilden. Alsdann wird noch eine zahllose Menge kleiner, nicht sehr tiefer Seen in allen niedrigen Gegenden zurückbleiben, die nur durch sehr schmale Dammungen mit der Hauptmasse verbunden sind.

Demnach ist das Vorhandensein einer großen Anzahl von Seen ein unzweifelhafter Beweis von der geringen Tiefe der benachbarten Meere, während im entgegengesetzten Falle der Mangel solcher Seen die große Tiefe der Meere darthut.

Wenn man nun auf die nördliche Halbkugel einen Blick wirft, so wird man hier alle jene Merkmale, auf die ich hindeutete, wahrnehmen. So sind z. B. das mittelländische, schwarze, caspische und baltische Meer, der Arktis-, Erisee u. nichts anderes als große Seen, die mit dem Ocean nur durch sehr enge Verbindungen zusammenhängen. Die zahllosen kleinen Seen und Meerbusen, welche sich in Schweden und Finnland vorfinden und Einschnitte in diese Länder bilden, geben ihnen das Ansehen eines von überschwemmenden Wasserfluthen verlassenen Landes.

Ich behaupte nicht, daß alle diese Seen Ueberreste ehemaliger Meere sind. Augenscheinlich haben sie im Verlaufe von 4000 Jahren durch das von den nahen Bergen kommende Wasser erfüllt werden müssen, allein nichts desto weniger liefern sie dennoch den Beweis für die geringe Tiefe der benachbarten Meere. Wenn man sich die Höhe der Ostsee auf das Doppelte oder Dreifache vergrößert denkt, so ist es augenscheinlich, daß alle diese Seen verschwinden würden, wie ebenfalls die Ostsee, das mittelländische Meer, alle Seen von Nordamerika u.

verschwinden müßten, wenn der Ocean eine größere Höhe erreichte, da ihre Zahl mit dem Steigen des Wassers abnehmen muß.

Wenn man nun die südliche Halbkugel näher betrachtet, so sieht man über dem Wasserspiegel nur Hochebenen, Berggräben und Bergspitzen. Der Mangel von Seen, die immer geringer werdende Inselzahl, je mehr man sich dem Südpole nähert, bekunden die große Meerestiefe in diesem Theile der Erdkugel. Die Inseln des Südmeeres sind nur die Spitzen unterseelischer Gebirge. Die Landspitzen, in welche Südamerika, Afrika, Ostindien auslaufen, das rothe Meer, der arabische, bengalische und siamesische Meerbusen u., die alle gegen Süden mit dem Meere in Verbindung stehen, können uns vollständig ein überschwemmtes Land versinnlichen, von welchem nur noch die höheren Theile aus dem Wasser hervorragen.

Man hat die in der südlichen Halbkugel verbretete große Wassermasse dadurch erklären wollen, daß dieser Theil der Erde ein gleichmäßigeres Niveau habe. Ich muß aber bemerken, daß diese Hypothese mit der allgemeinen Gestaltung der Continente nicht übereinstimmen würde; wollten wir sie indes gelten lassen, so würde daraus folgen, daß, da das Meer in dieser Halbkugel eine wenigstens viermal größere Ausdehnung in der Oberfläche hat, seine Tiefe viermal geringer sein müßte. Bis jetzt aber sind wir durch nichts zu einer solchen Annahme berechtigt.

Ich weiß nicht, wie tief die Seen in Nordamerika sind, allein die geringe Tiefe des mittelländischen und baltischen Meeres, so wie des nördlichen Eismeres ist durch zahlreiche Sondirungen so festgestellt worden, daß sie keinen Zweifel mehr unterliegt.

In dem atlantischen Ocean hat der Capltän Ross im Gegentheil eine Tiefe von 2500 Klaftern gefunden.

Einige Sondirungen, die weniger Tiefe zeigten, können nichts gegen die Tiefe der Südmeere beweisen, denn leicht ist es möglich, daß sie über unterseelischen Continenten von sehr großer Höhe vorgenommen wurden. Wenn z. B. unsere Halbkugel mit Wasser bedeckt wäre und ein Schiffer wollte sein Senkblei über den Pyrenäen oder den Alpen auswerfen, so würde die geringe Tiefe, die er erhalten würde, keineswegs den Beweis liefern, daß das ganze übrige Wasserbecken, das diesen Theil der Erde bedeckte, gleichfalls eben so leicht sein müßte.

So lange nicht zahlreiche Sondirungen im offenen Meere, unter allen Breiten- und Längegraden vorgenommen worden sind, wird man keinen positiven Schluß über die Meerestiefe ziehen können.

Offenbar spricht demnach alle Wahrscheinlichkeit zu Gunsten meiner Hypothese, und schwerlich darf man die Regelmäßigkeit des Gesetzes, welches ich in Columne B darlegte, allein auf den Zufall schieben.

Ob ich diesen Punkt verließ, suchte ich dasselbe Gesetz auf einem andern Wege zu finden. Zu diesem Zweck nahm ich jeden Parallelkreis als Einheit an und suchte, welcher Theil dieses Kreises der Oberfläche des Meeres entspricht.

Diese Berechnung hat nachstehendes Resultat ergeben:

Nördliche Halbkugel.		Südl. Halbkugel.	
80 Grade		0 Grade	0,771
70 —		10 —	0,786
60 —	0,353	20 —	0,777
50 —	0,407	30 —	0,791
40 —	0,527	40 —	0,951
30 —	0,536	50 —	0,972
20 —	0,677	60 —	1,000
10 —	0,710	70 —	
0 —	0,771	80 —	

Das durch diese Tabelle sich ergebende Gesetz bestätigt die Nichtigkeit des weiter oben angegebenen. Die äußersten Glieder sind des Eises halber gleichfalls zweifelhaft.

Eine bemerkenswerthe Thatsache, die viellecht von der eigenthümlichen Gestalt der Continente herrühren, lecht aber auch die Folge eines allgemeinen Gesetzes sein kann, ist die geringe Variation bei den Zahlen, welche die relativen Wassermassen in den tropischen Zonen ausdrücken. Man ersieht in der That aus der obigen, wie aus der Colonne B der frühern Tabelle, daß für jede Zone zwischen 10° nördl. Br. bis zu 30° süd. Br. die Oberfläche des Meeres durch einen Bruch dargestellt wird, der zwischen 7 und 8 Zehntel der totalen Oberfläche beträgt, während für alle andern Zonen die Unterschiede weit größer sind. Ob dieser Umstand, der eine Anschwellung des Meeres am Aequator anzudeuten scheint, von der Bewegung der Erde um ihre Axe, oder von dem Beglitten einer fortschreitenden Bewegung der flüssigen Massen zu erklären ist, dürfte schwer zu entscheiden sein.

Wenn wir genau wüßten, welcher Parallelkreis dem Minimum der Meerestiefe entspricht, so würde man daraus viellecht annähernd das Verhältniß folgern können, welches zwischen den Eis Massen an beiden Polen besteht. Dieser Parallelkreis müßte in der That alle Punkte enthalten, in denen die Resultante auf der Erdoberfläche senkrecht steht. Man würde also für einen dieser Punkte die Richtung der Resultante und der beiden Seitenkräfte kennen, und demnach würde man das Verhältniß berechnen können, das zwischen dieser beiden letzteren Kräften besteht. Unglücklicherweise wird man aber wahrscheinlich stets über die Ausdehnung und Tiefe der Polarmeere in Unge-
o

wissen und daher schwerlich je einen Gebrauch von dieser Bemerkung machen können.

Zweite Anmerkung.

Bourée (s. Comptes rendus, 4. April 1842) hat kürzlich auf beiden Abhängen der Pyrenäen in den großen Thälern derselben Spuren von abgeschliffenen und eingefurchten Felsen gefunden, welche alte Steinhäufen und Moränen in ihrer Nähe hatten, woraus folgt, daß nicht allein die Gesamtheit dieser Berge, sondern auch ein Theil der benachbarten Ebene, wie die Alpen und Polarregionen, lange Zeit mit Eis bedeckt gewesen sind.

Diese neue Thatsache bestätigt noch mehr die Hypothese, auf die sich die von mir aufgestellte Theorie gründet.



Einladung zur Subscription

auf

J. Milton's

sämmtliche

poetische Werke.

Deutsch

Adolf Böttger.

Druck von Ernst Stange in Leipzig.

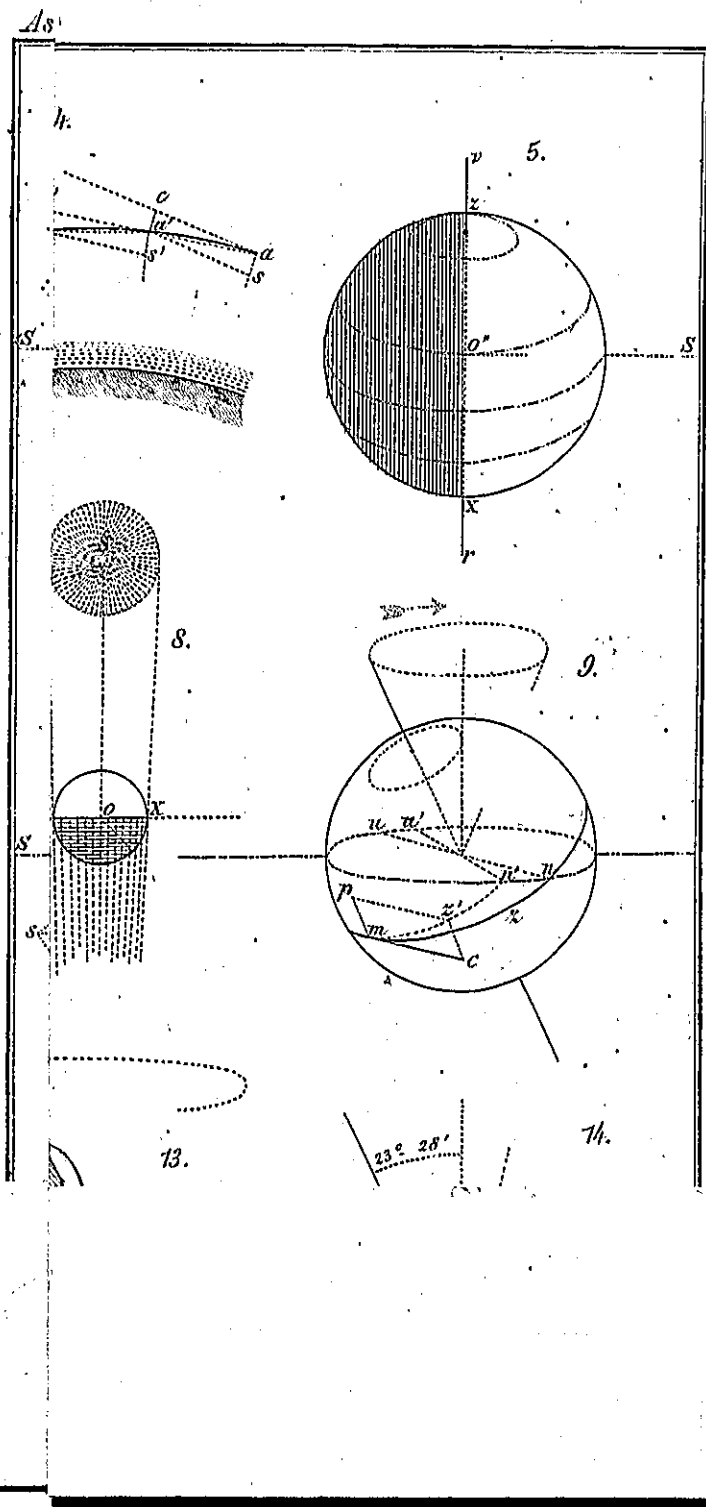
J. Milton, dessen verlorenes Paradies ein poetisches Meisterwerk noch nach Jahrhunderten sein wird, der Homer Englands wird hier zum ersten Male dem deutschen Publikum in einer Gesamt-Ausgabe geboten. Ein Dichter, wie dieser, gehört nicht einer Nation an, er gehört der Welt!

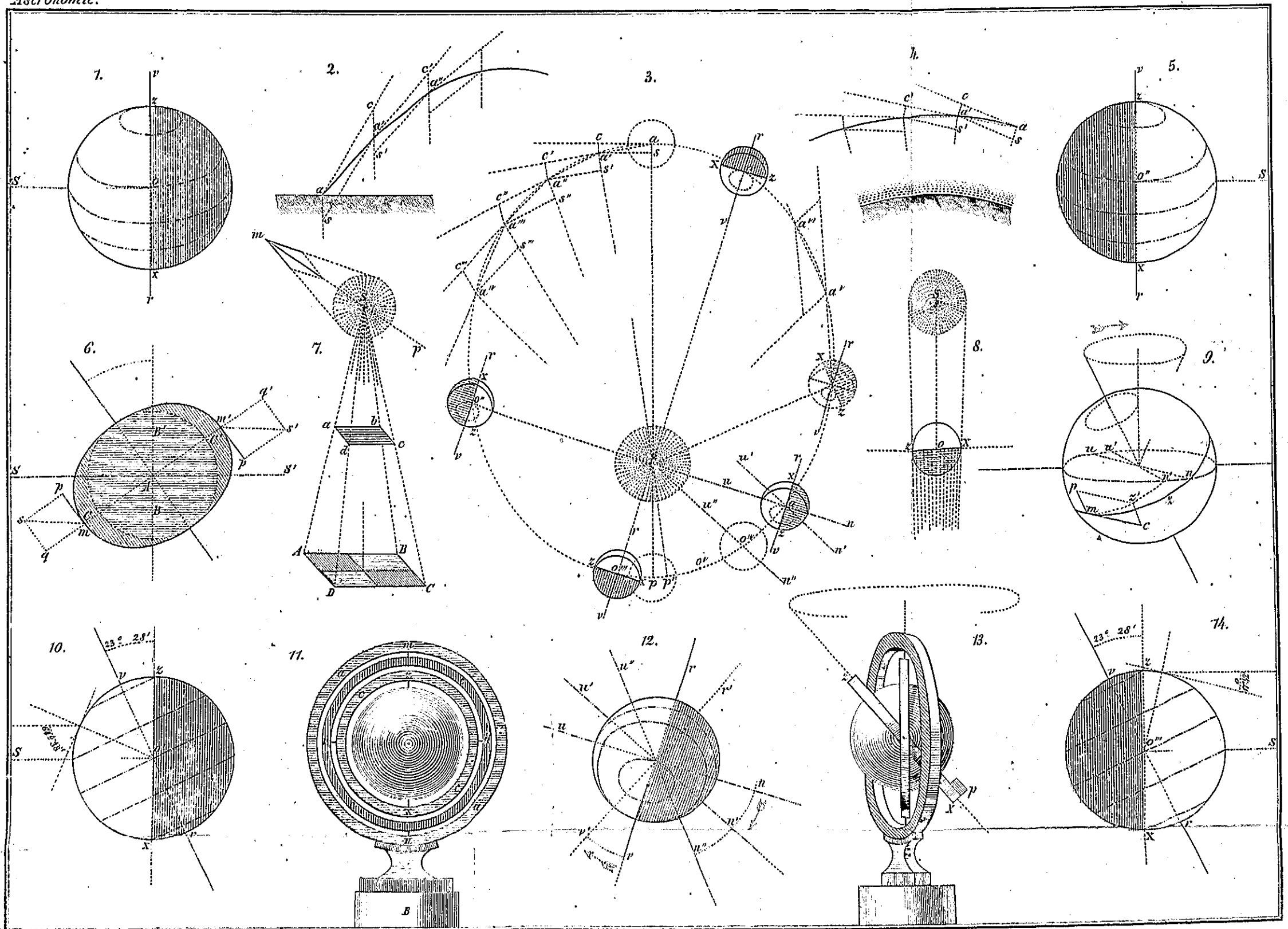
Nicht Anpreisungen, wie man sie so oft hört und liest, sind hier am Platze; Milton ist weit über dieselben erhaben. Welch Vollendetes in dieser Uebersetzung geleistet wird, dafür bürgt der Name des Herrn Uebersetzers, dessen meisterhafte Verdeutschungen von Byron's und Pope's Werken Jedermann kennt.

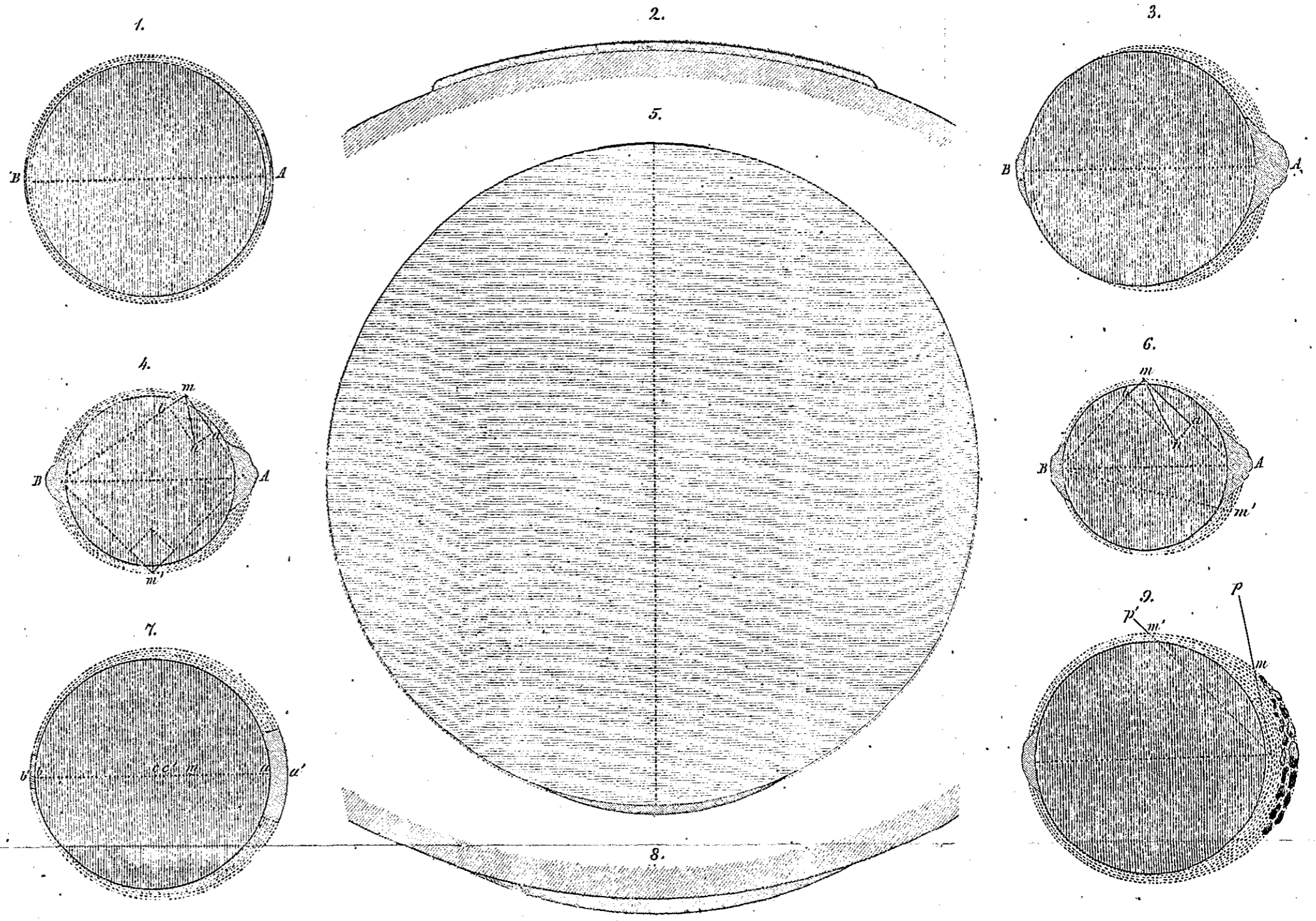
Folgendes wird der Inhalt unserer Ausgabe sein:
 Das Leben des Dichters.
 Episches: Das verlorene Paradies: Das wieder-
 gewonnene Paradies.
 Dramatisches: Simson Agonistes, Comus, Lyci-
 das, Allegro, Penseroso, Arcades.
 Sonnete, Oden, vermischte Gedichte.
 Ein Portrait des Dichters im feinsten Stahlstiche wird
 das Ganze zieren.
 Milton's Werke erscheinen in sechs Lieferungen, und
 werden einen prachtvollen Band im Formate dieser Ankün-
 digung bilden. Jede Lieferung kostet 15 Ngr. 12 gGr.
 Pr. Ct. 54 Kr. rhein. 45 Kr. C.-M.
 Nach Erscheinen der zweiten Lieferung tritt der Laden-
 preis von 4 Thalern für das Ganze unwiderrüflich ein.
 Leipzig, October 1842.

Franz Peter.

Die vorliegende Ausgabe enthält die Werke des Dichters Milton in sechs Lieferungen. Die erste Lieferung enthält das Leben des Dichters, ein Portrait des Dichters im feinsten Stahlstiche, und die ersten drei Bücher des verlorenen Paradieses. Die zweite Lieferung enthält die übrigen Bücher des verlorenen Paradieses, das wieder gewonnene Paradies, das Dramatische, die Sonnete, die Oden und die vermischten Gedichte.







In meiner Verlagshandlung sind ferner erschienen:

- Kittmann, D. L., Kurzer Abriss der Entomologie, mit besonderer Rücksicht auf Deutschlands Käfer, nach den neuen Benennungen geordnet. 12. geh. 1837. 18 Gr. (22½ Ngr.)
- Andréa's, Joh. Val., Entlarvter Papst (Papa) und Hahnenruf. Eine Stimme der Warnung an das deutsche Volk; nebst Beiträgen zur Kirchengeschichte des XVI. u. XVII. Jahrhunderts, aus den Schriften des J. B. Andréa, von Carl Theod. Pabst. 8. 1827. broch. 12. Wellpap. 12 Gr. (15 Ngr.)
- Bärensprung, Wihl. Ferd., Predigten vor seiner Gemeinde gehalten und ihr zur bleibenden Erinnerung, auch zur Erbauung jedes Freundes der Religion herausgegeben. 8. 1826. 12. Gr. (15 Ngr.)
- Barth, C. L., Puppen und Kleercuter, oder untrügliches Mittel, wie der Landmann sein Wintergetraide und Kleehen bei ungünstiger Witterung gegen das Verderben schützen kann. gr. geh. 1837. 4 Gr. (5 Ngr.)
— Anleitung zum Seidenbau. 8. geh. 1837. 18 Gr. (22½ Ngr.)
- Billard, C., die Schleimhaut des Magens und Darmkanals im gesunden sowohl als krankhaften Zustande, oder anatomisch-pathologische Untersuchungen über das verschiedenartige gesunde sowohl als kranke Aussehen des Magens und der Gebärm. Eine vom Athenäum der Medicin zu Paris gekönte Preisschrift. Aus dem Französischen übersetzt und mit Anmerkungen herausgegeben von Joseph Urban. Zweite Ausgabe. gr. 8. 1833. 1 Thlr. 16 Gr. (20 Ngr.) Wellpap. 2 Thlr. 12 Gr. (15 Ngr.)
- Cramer, D. Carl Dankegott, Vorlesungen über die christliche Dogmatik. Mit literarischen Zusätzen herausgegeben von M. Friedrich August Adolph Käbe. gr. 8. 1829. Sonst 2 Thlr. 12 Gr., jetzt 1 Thlr. 18 Gr. Wellpap. 2 Thlr. 16 Gr.
- Cramer, Dr. Carl Dankegott, biblische Theologie des neuen Testaments, oder die Lehren des Christenthums aus den einzelnen Schriften des N. T. entwickelt. gr. 8. 2te Ausgabe. 1833. broch. 15 Gr. (18 Ngr. 7 Pf.)
- Deutschlands Frauen an die Polen. Ein Gebicht. 8. 1831. 1 Gr. (1 Ngr. 2 Pf.)
- Dietrich, August, Klopstocks hundertjährige Gedächtnissfeier. Eine Erzählung. 12. 1824. broch. 4 Gr. (5 Ngr.)
- Erichson, C. B., gemeinfaßliche und treue Beschreibung der Dampfwagenmaschine (Locomotive) mit zwei erklärenden Abbildungen. gr. 8. geh. 1838. 9 Gr. (11 Ngr. 2 Pf.)
- Gebhardt, Carl, Handbuch für Schäfer und deren Gehülfen. Eine praktische Anweisung zur bessern Wartung und Pflege des Schaafviehes, sowohl im gesunden als kranken Zustande. Mit einer Vorrede von Friedr. Schmalz. 8. 1820. broch. 12. Gr. (15 Ngr.)
- Göbel, D. Friedemann, Arzneimittel-Prüfungstheorie oder Anleitung zur Prüfung und Untersuchung der pharmaceutisch-chemischen Präparate auf ihre Güte, Reinheit und Verfälschung. Für seine akademischen Vorlesungen, so wie auch zum Selbstunterrichte junger Pharmaceuten, und zum Gebrauche für Aerzte, Apotheker, Laboranten und Droguisten entworfen. Mit einer Kupfertafel. 8. 1833. broch. 1 Thlr.
- Helbig, R. G., die sittlichen Zustände des griechischen Hellenalters. Ein Beitrag zur Erläuterung des Homer und zur griechischen Kulturgeschichte. 8. 1839. 21 Gr. (26 Ngr. 2 Pf.)
- Kitchener, William, Diätetik für die elegante Welt, oder die Kunst, das Leben auf eine angenehme Art zu erhalten und zu verlängern. Aus dem Englischen und für Deutsche bearbeitet von D. G. W. Becker. 3te Aufl. 8. 1832. broch. 18 Gr. (22½ Ngr.)