

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

IV. Band.

15. März 1884.

Nr. 2.

Inhalt: Axel Blytt, Ueber die wahrscheinliche Ursache der periodischen Veränderungen in der Stärke der Meeresströmungen. — Peracca und Deregibus, Bemerkungen über *Coelopeltis*. — Kräpelin, Geruchsorgane der Gliedertiere. — Koch, Nematoden der Schaflunge. — Ranvier, Ueber Neuroglia. — Rosenthal, Die spezifischen Energien der Nerven. — Der dritte Kongress für innere Medizin.

Ueber die wahrscheinliche Ursache der periodischen Veränderungen in der Stärke der Meeresströmungen.

Der Gesellschaft der Wissenschaften in Christiania vorgelegt am 14. Dez. 1883.

Von **A. Blytt**.

In mehreren Abhandlungen¹⁾ habe ich nachzuweisen gesucht, dass der warme nordatlantische Strom (wie die Meeresströmungen überhaupt) periodischen Veränderungen unterliegt, vermöge deren seine Mächtigkeit im Laufe der Jahrtausende abwechselnd ab- und zunimmt.

Einige Kritiker haben mir den Vorwurf gemacht, eine derartige Annahme sei ein Verstoß gegen die von Lyell in die Geologie eingeführten Anschauungen über den gleichmäßigen und ruhigen Entwicklungsgang der Natur. Ich glaube indess diese Beschuldigungen als unberechtigt zurückweisen zu dürfen und werde hier den Versuch machen darzuthun, dass die in der Gegenwart wirksamen Kräfte doch möglicherweise dazu ausreichen, um ähnliche periodische Veränderungen ins Werk zu setzen.

Wir werden uns zunächst, wenigstens annähernd, die Frage zu beantworten suchen, welche Ausdehnung wir den betreffenden Veränderungen beilegen müssen, um die Erscheinungen erklären zu können, die wir auf diese Ursache zurückzuführen beabsichtigen.

1) Siehe u. a. meine Abhandlung über Wechsellagerung im biologischen Centralblatt Bd. III Nr. 14—15.

Die von unserer Theorie berücksichtigten Thatsachen setzen, wie ich meine, keine besonders großen Umschläge des Klima voraus, und für diese meine Meinung werde ich alsbald den Beweis zu liefern versuchen.

Wir wissen freilich, dass einmal eine Eiszeit bestand und dass ein andermal die Pole eines warmen Klimas sich erfreuten, — das aber sind klimatische Veränderungen, die über das Maß dessen hinaus gehen, worüber unsere Theorie Rechenschaft zu geben versucht hat. Derartige gewaltige Wandlungen des Klimas lassen sich vielleicht durch die Voraussetzung von bedeutenden Veränderungen in der Verteilung von Wasser und Land begreiflich machen. Die Eiszeit ist darum auch wahrscheinlich auf geographische Verhältnisse zurückzuführen, infolge welcher einst der warme nordatlantische Strom von unsern Küsten ferngehalten wurde. Unter derartigen Verhältnissen konnte es geschehen, dass eine arktische Fauna und Flora sich über Mitteleuropa ausbreitete. Mit der eigentlichen Erklärung dieser großen Verbreitung arktischer Tiere und Pflanzen in alter Zeit hat unsere Theorie sich indess nicht befasst, sie macht nur darauf aufmerksam, dass die periodischen Aenderungen des Klimas auch noch auf diese Vorgänge einen Einfluss ausgeübt haben können, in der Art, dass die Ausbreitung arktischer Pflanzen und Tiere allein auf gewisse, für dieselben vorzugsweise geeigneten Gegenden sich beschränkte.

Eine andere von unserer Theorie ins Auge gefasste Thatsache ist das Vorkommen der atlantischen Flora an der Küste von Bergen. Wir meinen nämlich, dass diese Flora um die Christianiafjorde herum zu einer Zeit eingewandert ist, in welcher ein milderes Klima herrschte als gegenwärtig.

Die westlichen Pflanzen vertragen in unsern Tagen nicht die Winterkälte des Ostens. Die Theorie setzt demgemäß voraus, dass die Temperaturextreme in jenen Gegenden einst geringer gewesen sind. *Ilex Aquifolium* z. B., eine der charakteristischsten Küstenpflanzen, erträgt nicht den Winter bei Christiania (59° 54' n. Br.); aber bereits bei Horten, welches nur einige Meilen weiter seewärts an dem Fjorde liegt (59° 25 $\frac{1}{2}$ ' n. Br.), erreicht dieser Strauch, im freien angepflanzt, nach Schübeler eine Höhe von 4 m. Hier hat derselbe also eine längere Reihe von Jahren hindurch die Winterkälte ausgehalten. Es ist somit klar, dass es nur einer unbedeutenden Aenderung des Klimas bedarf, um die Wanderung von *Ilex* und andern ähnlichen Küstenpflanzen um die Ufer der Christianiafjorde herum zu ermöglichen.

Die boreale Flora zeigt ebenfalls ein sporadisches Auftreten, welches die Theorie durch die Annahme zu erklären sucht, dass das Klima der Küste einst den östlichen Arten günstiger gewesen ist und sie zur Wanderung nach den westländischen Fjorden eingeladen hat.

Das Klima ist zur Zeit derartigen Pflanzen verhältnismäßig zusagend, und manche derselben haben sich längs des Küstensaumes, der in den letzten Jahrtausenden emporgestiegen ist, westwärts von dem Christiania- und Throndhjemsfjorde bis ganz nach Jäderen und Fosen hin vorgedrängt, an welchen letztern Orten sie bis an das offene Meer hinausgehen. Unter solchen Umständen ist wohl auch weiter keine große Klimaänderung vomnöten, um das Gedeihen solcher Pflanzenarten an der bergenschen Küste möglich zu machen und das Vorkommen borealer Arten in den innern Fjordengegenden von Bergensstift zu erklären.

Die übrigen Indicien für vorzeitliche klimatische Wandlungen deuten gleichfalls nicht auf eine große Ausdehnung dieser Veränderungen. Die Moore des Ostlandes sind in der Gegenwart zum größten Teil bewaldet. Es ist jedoch eine Seltenheit, die ganze Oberfläche des Moores trocken zu finden; in der Regel beschränkt sich der Baumwuchs, der noch dazu infolge der Nässe oft genug recht dürftig ausfällt, auf gewisse Teile des Moores, während der Rest der Moorfläche zu sumpfig ist. Aehnlich ist aber, wie die Bohrungen beweisen, das Verhältnis auch in frühern trocknen Zeiten gewesen. Wären die Wandlungen des Klimas tiefgreifender Art gewesen, so würden die trocknen Zeiten die Bewaldung der ganzen Moorfläche veranlasst haben. Dabei beruht es übrigens auch nur auf einem ganz geringen Unterschied im Grade der Feuchtigkeit, ob die Oberfläche eines Moores sich bewalden lässt, oder nicht. Es gibt ein gewisses Maximum der Nässe, welches die Bäume ertragen. Sobald dies überschritten wird, stirbt der Wald aus. Ebenso hängt das Aufhören der Torfbildung davon ab, dass die Feuchtigkeit bis unter einen gewissen Grad herabsinkt. Bereits in den südlichen Smaalenene (Jd), wo die Regenmenge eine etwas größere, ist die Oberfläche der Moore kenntlich nasser, als im Amte Akershus, und die entsprechenden Torfschichten scheinen auch nach den angestellten Bohrungen durchschnittlich etwas mächtiger zu sein. Noch nasser sind wohl die Moore in den regenreichsten Teilen von Bergensstift. In Gegenden mit großer Regenmenge, z. B. in Schottland, finden sich, sogar in historischer Zeit, Belege dafür, dass Waldungen zu grunde gegangen und ihre Reste von torfbildenden Moosen überwuchert worden sind. Nach dem Gesagten glaube ich darum auch nicht, dass weiter große klimatische Wandlungen erfordert werden, um die Wechsellagerung des Torfes zu erklären.

Wären bedeutende Schwankungen in den klimatischen Verhältnissen eingetreten, so wäre man ferner auch zu der Erwartung berechtigt, die ganze norwegische Küste mit einem System von übereinander liegenden Strandlinien umsäumt zu finden, je eine für jeden kältern Zeitraum. Ein solches Verhältnis hat jedoch keineswegs statt. Strandlinien bemerkt man vielmehr größtenteils nur in den nördlichen Teilen des Landes und im Innern der Fjorden, d. h. an

Orten, wo dieselben, wie man mit Grund annehmen darf, immer noch mehrfach sich bilden; wir erinnern z. B. an den von K. Pettersen besprochenen Punkt in Salangen. Es braucht somit auch das Klima in jenen Zeiten, wo die Strandlinien sich bildeten, nicht grade bedeutend von dem der Gegenwart sich entfernt zu haben.

Ob während des Aufsteigens des Landes an einem gegebenen Orte eine Strandlinie sich bilden kann, beruht nach der Theorie auf dem Umstand, ob der Verwitterungsprozess so energisch ist, dass er in der durch das Aufsteigen gegebenen Zeit die Aussprengung der Strandlinie bewirken kann. Je rascher das Aufsteigen von statten geht, desto wirksamer muss die Verwitterung sein, um mit seinem Vorgang Schritt zu halten, und je langsamer das Aufsteigen sich gestaltet, desto kleinere Forderungen werden an den Verwitterungsprozess gestellt.

Es liegt aber auf der Hand, dass nur kleine Schwankungen in der Intensität des Verwitterungsprozesses einzutreten brauchen, um die Bildung einer Strandlinie zu hindern oder zu ermöglichen. Ebenso, wie bei den Torfmooren, handelt es sich hier um einen Grenzpunkt, dessen Ueberschreitung entscheidend ist.

Auch die stufenartigen Terrassen unserer Flussthäler lassen sich zweifelsohne wohl erklären, ohne dass man zu großartigen Aenderungen des Klimas seine Zuflucht zu nehmen braucht. Dies erhellt am leichtesten aus der Bemerkung, dass jene Terrassen auch in benachbarten Thälern oft in ungleicher Höhe liegen. Unter demselben Klima bildet ein größerer Fluss eine Terrasse, während die Kraft des kleinern dazu nicht ausreicht. Es handelt sich dabei wieder wesentlich um ein gewisses kleinstes Transportvermögen, an welches bei einem bestimmten Steigungsverhalten die Möglichkeit der Terrassenbildung geknüpft ist. Sobald die zuführende Kraft des Flusses unter dieses Minimum herabsinkt, hört auch die Terrassenbildung auf.

Die Oszillationen des binnenländischen Eises während seiner Abschmelzung lassen sich ebenfalls nur durch allgemeine Aenderungen des Klimas erklären, aber an eine große klimatische Differenz braucht man auch hier nicht zu denken. Das Wachsen oder Abnehmen des Eises richtet sich danach, ob der Niederschlag die Abschmelzung erstattet. Halten diese beiden Momente einander das Gleichgewicht, so wird der Eisrand still stehen; sobald aber eines jener Momente auch nur im geringsten das andere überwiegt, wird auch alsbald der Eisrand sich vor- oder rückwärts verschieben.

Was nun endlich jene durch die ganze Reihe der geologischen Formationen hindurchlaufende Wechsellagerung betrifft, so glaube ich, dass man auch hier mit der Annahme ziemlich kleiner Schwankungen ausreicht, wenn man nur daran sich erinnert, dass die betreffenden Schichten sich in der Nähe des Landes bildeten, und dass die ver-

schiedenen Sedimente oft eine ziemlich lokale Verbreitung¹⁾ in den der Küste benachbarten Teilen des Meeres haben, weshalb keine großen Veränderungen in der Wassermenge der Flüsse einzutreten brauchen, um eine Wechsellagerung zu veranlassen.

Wir wollen nun in Kürze die Hauptlehren der Theorie zusammenstellen. Sie behauptet folgendes:

1) Zu allen Zeiten und unter allen Breiten ist das Klima periodischen Wandlungen unterworfen gewesen, und die Dauer dieser Perioden rechnet nach Jahrtausenden.

2) Die Aenderungen, um welche es hier sich handelt, sind für jede einzelne Periode nicht bedeutend gewesen, sie haben aber innerhalb größerer klimatischer Provinzen dieselbe Richtung innegehalten, und man ist darum auch genötigt, ihre Entstehung allgemein wirkenden Kräften zuzuschreiben.

3) Nach den Spuren, welche diese Periode in den norwegischen Torfmooren und andern Orts hinterlassen hat, ist man zu der Vermutung berechtigt, dass dieselbe nach Verlauf einer bestimmten Zeit einigermassen regelmäßig wiederkehrt.

4) Dagegen setzt die Theorie nicht voraus, dass die Aenderungen gleichzeitig auf der ganzen nördlichen (oder südlichen) Halbkugel dieselbe Richtung innehielten.

Wir wenden uns nun der weitem Untersuchung zu, ob sich irgendwelcher annehmbare Grund für eine derartige Periode denken lässt.

Da wir von Perioden des Klimas reden, werden wir naturgemäß zuerst die allgemeinen Gesetze der Klimatologie ins Auge zu fassen haben. Wir müssen dabei aber selbstverständlich von allen vorübergehenden Störungen innerhalb der Atmosphäre abschen und die Verhältnisse im großen ganzen betrachten, wie wir dieselben dargestellt finden auf den Uebersichtskarten über die mittlere Verteilung des Luftdruckes auf der Erdoberfläche für die verschiedenen Jahreszeiten. Aus diesen Karten ergibt sich folgendes: im Sommer herrscht über den Festlanden infolge der Sonnenwärme ein niedriger Luftdruck, über den Meeren dagegen in der Regel ein höherer; im Winter dagegen ist die Abkühlung der Festlande größer, als diejenige der Meere, und hieraus ergibt sich hoher Luftdruck über dem Lande und niedriger über dem Meere. Der niedrige Luftdruck bei Island behauptet sich jedoch, wenn auch weniger ausgeprägt, den Sommer über.

Die Ursache zur Bildung jenes hohen winterlichen Luftdruckes über den Kontinenten finden wir in der Wärmestrahlung gegen den Weltraum während der langen Nächte. Die tiefern Luftschichten werden durch den kalten Erdboden abgekühlt und verdichtet; es bildet sich ein absteigender Luftstrom und an der Erdoberfläche entstehen Strömungen, welche die Luft von den Gegenden mit hohem

1) Siehe die Karten zu Delesse: Lithologie du Fonds des Mers.

Luftdruck wegführen. Trotz dieses beständigen Abflusses der Luft hält sich jedoch der hohe Luftdruck, so lange die Abkühlung andauert, und dies hat bekaunflich seinen Grund darin, dass in den höhern Schichten ununterbrochen neue Luft heranströmt, um den Verlust zu ersetzen, der vom absteigenden Strome herrührt. Diese Luft, welche in den höhern Schichten den kalten Gegenden zuströmt, kommt aber aus Gebieten, wo die Abkühlung geringer ist, und Prof. Mohn hat in einer lehrreichen Abhandlung¹⁾ nachgewiesen, dass die Abkühlung des Landes den wesentlichsten Grund abgibt für die Erhaltung des niedrigen Luftdruckes über den Meeren, weil in dieser Weise für den fortgehenden Ablauf der aufsteigenden Luftströme der barometrischen Minima gesorgt ist. In solcher Weise trägt auch vielleicht die kalte Luft, welche über dem vereisten Binnenlande Grönlands lagert, das ihrige dazu bei, den niedrigen Luftdruck bei Island sogar den Sommer hindurch zu unterhalten.

Diese Gegenden barometrischer Depression saugen nun aber an der Erdoberfläche von allen Seiten her die Luft an sich, und die so entstehenden Luftströmungen bewegen sich (nach dem bekannten Buys Ballot'schen Gesetze) in der Art, dass man auf der nördlichen Halbkugel den niedrigen Luftdruck etwas zur linken vor sich liegen hat, wenn man dem Winde den Rücken zukehrt. Dies ist einfach eine Folge der Achsendrehung der Erde. Der niedrige Luftdruck bei Island lenkt in solcher Weise die Südwestwinde über das nordatlantische Meer hinauf, und da jenes Minimum sich das ganze Jahr hindurch behauptet, ist die Folge wiederum die, dass der Südwestwind in diesem Meere, sowohl im Sommer als im Winter, als der herrschende Wind auftritt.

Nun aber ist es eine Meinung, welche von den größten Autoritäten in diesem Fache geteilt wird, dass eben die Winde es sind, welche die wichtigste Ursache für die Strömungen des Meeres darbieten. Croll und Zöppritz haben die Gründe entwickelt, welche für diese Ansicht sprechen, und ihren Anschauungen schließen sich Meteorologen wie Mohn, Hann und Wojeikoff an. Man darf sagen, dass diese Ansicht so allgemeine Zustimmung gefunden hat, dass dieselbe bereits in die Lehrbücher übergegangen ist. Die Erklärung der Meeresströme mit Hilfe der Winde ist ja auch eine so natürliche und ungezwungene, dass man sich nur darüber wundern muss, dass dieselbe nicht längst schon allgemein erkannt worden ist.

Ein Wind, der über das Meer hinwegweht, setzt das Wasser in Bewegung. Durch die Friktion teilt sich, wie Zöppritz¹⁾ nachgewiesen, die Bewegung den tiefern Schichten mit. Von der Stärke

1) Zeitschrift der Oesterr. meteor. Gesellschaft. Wien. 1876 Nr. 2.

1) Wiedemann's Annalen, Neue Folge III. (1878) S. 582—607.

und Dauer des Windes hängt es ab, bis wie tief die Wirkung sich erstreckt. Der Hauptstrom geht in der Richtung des herrschenden Windes und seine Bewegung ist abhängig von der mittlern Geschwindigkeit der Oberfläche. Winde von kurzer Dauer sind freilich wohl im stande, vorübergehend die Stromrichtung an der Oberfläche zu alterieren, aber durch die Ueberlegenheit gewisser Winde während einer Reihe von Jahrtausenden entstehen jene gewaltigen Strömungen, deren Stärke wohl wechseln kann, deren Richtung aber von den wechselnden Winden unabhängig ist. Für das oberste Stromsystem — demjenigen, welches allein Einfluss auf das Klima hat, und welches nach Mohn sich bis in eine Tiefe von mehreren hundert Faden erstreckt, — ist immer die Windrichtung und Windstärke des letzten großen Zeitabschnittes bestimmend.

Eine dieser mächtigen Strömungen ist der warme nordatlantische Strom. Derselbe mildert den Winter selbst unter hohen Breiten. In dem Maß, als die Oberfläche Wärme an die Luft abgibt, wird die verlorene Wärme von den tiefern Schichten her ersetzt und, daher wird die Strömung ununterbrochen erwärmend auf die Luft wirken, so lange noch ein unaufgebrauchter Wärmefonds in der Tiefe sich vorfindet.

In solcher Weise verdankt Norwegen dem warmen nordatlantischen Strome ein mildes Klima. Die Richtung desselben ist die der herrschenden Südwestwinde und diese Richtung hat er seit Jahrtausenden eingehalten. So lange als das nördliche atlantische Meer nach Süden hin offen gewesen ist und Meer und Land ungefähr dieselbe Verteilung gehabt haben wie in der Gegenwart, — so lange muss nach den allgemeinen Gesetzen für Wind- und Stromverhältnisse¹⁾ der genannte Strom auch schon bestanden haben.

Nachdem, was oben gesagt wurde, ist es somit klar, dass wirklich die Abkühlung der großen Festlande als die wesentliche Bedingung für unser mildes Klima anzusehen ist.

Ich glaube indess viele und gute Gründe für die Meinung angeführt zu haben, dass der eben erwähnte nordatlantische Strom nicht immer gleich stark fließt, sondern dass er im Lauf der Zei-

1) In den Mooren der dem Sturm ausgesetzten Gegenden des Fenlandes (Ostengland) liegen (nach Skertchley) die umgestürzten Stämme, sogar in den ältern Torfschichten in der Richtung SW—NE, d. h. in der Richtung des dort immer noch vorherrschenden Windes. In den geschütztern Thalmulden derselben Gegend liegen dagegen die Stämme der Torfmoore in keiner bestimmten Richtung. In den Stürmen ausgesetzten Gegenden haben alle Bäume eine der herrschenden Windrichtung entsprechende Neigung. Sterben nun solche Stämme im Adler ab und stürzen um, so fallen sie natürlich in der Richtung, nach welcher sie bereits überhängen. Wir haben so in jenen Stämmen der Fenmoore einen handgreiflichen Beweis dafür, dass der Südwestwind bereits vor Jahrtausenden im Fenlande der herrschende Wind gewesen ist.

ten abwechselnd zunimmt und abnimmt. Es gilt nun den Versuch, einen natürlichen Grund für ein derartiges Verhalten der Stromstärke zu ermitteln.

Wie bekannt ist die Erdbahn eine Ellipse. Der Abstand der Erde von der Sonne ist darum in den verschiedenen Jahreszeiten ein verschiedener. In der Sonnennähe befindet sich die Erde, während wir auf unserer nördlichen Halbkugel Winter haben. Je näher die Erde der Sonne kommt, desto rascher bewegt erstere sich in ihrer Bahn und unser Winter ist demgemäß kürzer als der Sommer. Der Unterschied beträgt 7—8 Tage. Auf der südlichen Halbkugel ist dagegen der Winter um 7—8 Tage länger als der Sommer.

Die Nachtgleichenpunkte stehen aber nicht fest, sondern vollziehen in ungefähr 21000 Jahren einen vollständigen Umlauf. Dieser Umstand bewirkt, dass die eben erörterten Verhältnisse vor 10500 Jahren grade das umgekehrte Bild von denjenigen der Gegenwart darboten, und ebenderselbe Fall wird in der Zukunft nach 10500 Jahren wieder eintreten. Der Winter der nördlichen Halbkugel wird dann um die Zeit der Sonnenferne eintreten und länger sein, als der Sommer, während die Verhältnisse auf der südlichen Halbkugel stets die entgegengesetzten sein werden.

Nun ist aber auch die Exzentrizität der Erdbahn periodischen Schwankungen unterworfen, infolge deren die Bahn unseres Planeten zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene Abweichung von der Kreisgestalt aufweist. Durch das Wachsen der Exzentrizität wird der Unterschied zwischen der Sommer- und Winterlänge vermehrt und diese Differenz kann einen Wert von über 30 Tage erreichen.

Der Gefälligkeit des Herrn Observator Geelmuyden verdanke ich folgende Tabelle, aus welcher man für die verschiedenen möglichen Werte der Exzentrizität (e) die Differenz zwischen der Anzahl der Sommer- und Wintertage in je einer Halbperiode von 10500 Jahren entnehmen kann, und zwar bezeichnet δ' den größtmöglichen Wert, den diese Differenz bei der betreffenden Exzentrizität erlangen kann, d. h. den Wert, der sich in dem Jahre einstellt, wo das Aphel und Perihel mit den Solstitien zusammenfallen, während δ die mittlere Differenz von Sommer- und Winterlänge während der ganzen Halbperiode angiebt¹⁾. Multipliziert man letzteren Wert (δ) mit 10500, so

1) Herr Geelmuyden hat mir gütigst folgende Mitteilung gemacht:

Wenn die Linie der Nachtgleichen in bezug auf die Apsidenlinie einen Viertelumlauf ausgeführt hat, in der Art, dass der Winkel zwischen diesen beiden Linien mit 0° (Frühlingsäquinocium im Aphel) anfängt und mit 90° endet, so ist der durchschnittliche Wert der Zeitdifferenz, um welche das Sommerhalbjahr das Winterhalbjahr übertrifft, innerhalb des zur Ausführung dieser Veränderung erforderlichen Zeitraumes zu bestimmen durch den Ausdruck:

$$\frac{8e}{\pi^2} \Delta \left(1 + \frac{e^2}{18} + \frac{17e^4}{600} + \dots \right).$$

erhält man demgemäß die Gesamtanzahl der überschießenden Sommer- (resp. Winter-) tage in der betreffenden Halbperiode:

e	δ	δ'
0,01	2,960 Tag	4,65 Tag
0,0168	4,973	7,81
0,02	5,921	9,3
0,03	8,882	13,9
0,04	11,843	18,6
0,05	14,805	23,2
0,06	17,767	27,9
0,07	20,729	32,5

Die Dauer von Winter und Sommer auf jeder Halbkugel wechselt also nach Verlauf von 10500 Jahren. Während 10500 Jahren ist der Winter bei uns länger als der Sommer, und während der folgenden 10500 Jahre kehrt dies Verhältnis sich um. Der Unterschied der beiden Jahreshälften wächst aber in beiden Fällen mit der Exzentrizität. In den gesamten 10500 Jahren, während welcher der Winter den Sommer an Dauer übertrifft, ergibt sich also ein Gesamtüberschuss von vielen tausenden von Wintertagen; in der andern Halbperiode aber ein ebenso großer Ausfall solcher Tage. Sogar bei der dermaligen geringen Exzentrizität (0.0168) beläuft sich der Ueberschuss an Winter-, resp. Sommertagen in jeder Halbperiode auf 52214 Tage, und bei der größtmöglichen Exzentrizität würde dieser Ueberschuss auf 217674 Tage (oder beinahe 600 Jahre) steigen.

Da es nun aber die Wärmestrahlung gegen den Weltraum in den kalten Gegenden ist, welche den geringern Luftdruck über den Meeren, und dadurch auch die herrschenden Winde und die von letztern abhängigen Meeresströmungen bedingt, so müssen diese herrschenden Winde (z. B. die Südweste des atlantischen Ozeans) im Winter am stärksten sein. Dies ist aber auch der Fall. Die Windverhältnisse sind nämlich im Sommer und Winter nicht die gleichen. Sind auch die südwestlichen Winde im nördlichen Atlantermeere das ganze Jahr hindurch die häufigsten, so gilt dies doch im ver-

Hier bezeichnet A die Länge des Jahres, π das Verhältnis zwischen der Peripherie und dem Diameter des Kreises und endlich e den Mittelwert der Exzentrizität, welcher für die 5 - 6000 Jahre, die ein solcher Viertelumlaufr in Anspruch nimmt, anzunehmen ist. Für diejenigen Werte, welche die Exzentrizität der Erdbahn thatsächlich erreichen kann, wird schon das zweite Glied der eingeklammerten Reihe sich erst in der 3. Dezimale geltend machen; das 3. Glied lässt sich ohne Schaden ganz vernachlässigen.

Für den nächsten Viertelumlaufr gilt derselbe Ausdruck nur mit einem andern Wert der Exzentrizität, wenn letztere sich mittlerweile verändert hat. Ebenso für die beiden folgenden Viertelumläufe, da aber natürlich mit verändertem Vorzeichen, d. h. der Ausdruck bezeichnet den Ueberschuss des Winterhalbjahres über das Sommerhalbjahr.

stärkten Grade vom Winter. Dasselbe ist der Fall im nördlichen stillen Ozean. In den südlichen mittelwarmen Meeren ist der Nordwest, der dort unserm Südwest entspricht, gleichfalls häufiger, wenn diese Halbkugel ihren Winter hat.

Aus den Zöppritz'schen Untersuchungen geht hervor, dass die Winde, welche auf die Meeresströmungen einwirken, infolge der Friktion zwischen den Wasserschichten einen Einfluss auf die Stromstärke ausüben, der noch lange nach dem Aufhören des Windes sich spüren lässt. Zöppritz warnt nachdrücklich vor der Auffassung, als ob die Friktion bald die Nachwirkungen eines Windes aufheben werde und spricht sogar die Meinung aus, dass die tiefen Meeresströmungen noch als Zeugnis für die Richtung der Winde dienen können, welche vor Jahrtausenden geweht haben. Die Wirkung der Winde summiert sich nämlich die Jahrhunderte hindurch, und das gesammelte Resultat dieser Einwirkungen liegt in den dermaligen Meeresströmungen vor. Die hier angezogenen Untersuchungen sind unstreitig von großer Bedeutung für unsere Theorie und liefern vielleicht den Schlüssel zur Erklärung der angenommenen periodischen Aenderung der Meeresströmungen. Da wir nämlich nun wissen, dass die Windverhältnisse des Winters von denjenigen des Sommers sich unterscheiden, und dass die Wirkung eines Windes mit dem Aufhören des Windes nicht verschwindet, sondern lang nachdauernde Spuren in den Meeresströmen hinterlässt, so kann es ja doch wohl kaum gleichgiltig sein, ob jene obenerwähnten überschießenden tausende von Tagen während der 10500jährigen Halbperiode auf die Seite des Sommers oder des Winters fallen. In der Halbperiode, wo der Winter das Uebergewicht hat, müssen die Südwestwinde im Verhältnis zu andern Winden sich stärker geltend machen; aber diese Herrschaft der genannten Windrichtung wird weniger hervortreten, wenn jener Ueberschuss an Tagen dem Sommer zufällt. Danaeh ist es aber auch nur natürlich, dass auch die Meeresströme je nach der jedesmaligen Lage der sich verrückenden Nachtgleichenlinie eine Zu- und Abnahme zeigen werden. Wenn der Winter mit der Sonnenferne zusammenfällt, wird der Strom wahrscheinlich zunehmen, und wenn der Winter mit der Sonnennähe zusammenfällt, wird der Strom ein wenig einschwenden¹⁾. Für die Gegenwart und für das nordwestliche Europa müssten wir demgemäß einen verhältnismäßig schwachen Strom, weniger Regen und einen größern Unterschied zwischen Winter und Sommerwärme voraussetzen, wie dies ja auch den Anforderungen der Theorie entspricht.

In andern Gegenden mit andern Windverhältnissen würde die

1) Croll kommt zum entgegengesetzten Resultat, indem er, meiner Meinung nach, von unrichtigen Voraussetzungen ausgeht.

Art jener periodischen Einwirkungen sich auch anders gestalten. Das östliche Nordamerika z. B. hat Winter mit vorherrschend nordwestlichen und Sommer mit wesentlich südwestlichen Winden. Winter in der Sonnenferne würden hier die nordwestlichen Winde verstärken, und man hätte demnach Grund zu glauben, dass diese Gegenden unter solchen Umständen ein strengeres Klima erhalten würden. Ebenso herrschen in Ostasien während des Winters nordwestliche und während des Sommers südöstliche Windrichtungen. Auch hier würden die Verhältnisse sich anders gestalten als bei uns, wo südwestliche Winde das ganze Jahr hindurch vorwalten. Aus derartigen Betrachtungen scheint sich ergeben zu müssen, dass die Aenderungen des Klimas nicht an allen Orten der nördlichen Halbkugel zu gleicher Zeit die gleiche Richtung aufweisen werden. Dasselbe gilt natürlich auch von der südlichen Halbkugel.

Kein größerer Meeresstrom kann jedoch eine Veränderung erleiden, ohne dass dies seinen Einfluss auf den ganzen großen Kreislauf äußert, und es lässt sich daher kaum in Zweifel ziehen, dass die Verrückung der Nachtgleichenlinie zu allen Zeiten und an allen Orten der Erdoberfläche eine periodische Aenderung des Klimas hervorrufen wird.

Wir wollen nun den Versuch machen, den Einfluss, welchen die Verrückung der Nachtgleichen auf das Klima ausübt, einer Art von Berechnung zu unterwerfen. Zu dem behuf stellen wir die Frage: welchen Zuwachs erleidet die Kraft, welche auf die Oberfläche des warmen nordatlantischen Stromes wirkt, während der Halbperiode, wo der Winter in die Sonnenferne fällt?

Je größer die Exzentrizität der Erdbahn ist, desto größer wird auch jener Zuwachs an Kraft ausfallen. Ist die Exzentrizität verschwindend klein, so dass die Bahn fast kreisförmig wird, so wird auch die periodische Aenderung des Klimas unmerkbar werden. So verschwindend klein ist die Exzentrizität jedoch nur äußerst selten. Die Berechnungen von Croll und Mc. Farland zeigen, dass dieses Element in der Regel einen Wert hat, der 0,01 übertrifft und im allgemeinen so groß ist, dass die klimatische Periode deutlich zum Ausdruck kommen muss.

In der Halbperiode von 10—12000 Jahren, in welcher die Erde während des Winterhalbjahres durch das Perihel geht, sei die durchschnittliche jährliche Anzahl der Sommertage ausgedrückt durch D , die Anzahl der Wintertage durch d ; ferner die durchschnittliche tägliche Windstärke, welche antreibend auf die Oberfläche des warmen Stromes einwirkt, während der Sommerhälfte des Jahres durch k und während der Winterhälfte durch αk ; so ist die jährliche Wirkung des Windes

$$S = Dk + \alpha dk.$$

Hat in entsprechender Weise während der nächsten Halbperiode,

44 Axel Blytt, Ursache d. Veränderungen in d. Stärke d. Meeresströmungen.

wo die Erde im Sommerhalbjahr den sonnennahen Theil ihrer Bahn durchwandert, der Sommer durchschnittlich d' Tage mit der Windstärke k' , und der Winter D' Tage mit der Windstärke $\alpha'k'$, so wird die jährliche Wirkung in diesem Fall

$$S' = d'k' + \alpha'D'k'.$$

Ist die Exzentrizität für beide Halbperioden die gleiche, so ist $D = D'$ und $d = d'$, also:

$$S' - S = D(\alpha'k' - k) - d(\alpha k - k')$$

und
$$\frac{S' - S}{S} = \frac{D(\alpha'k' - k) - d(\alpha k - k')}{(D + d)k}$$

oder, wenn man der Kürze wegen $\frac{k'}{k} = \beta$ setzt:

$$\frac{S' - S}{S} = \frac{D(\alpha'\beta - 1) - d(\alpha - \beta)}{D + \alpha d}.$$

Von den 3 Größen α , α' und β lässt sich nur α aus den Beobachtungen der Gegenwart ermitteln; wenn man aber zum Behuf eines annähernden Ueberschlages über die Wirkung, welche die wechselnde Länge der Jahreszeiten ausübt, vorläufig $\alpha' = \alpha$ setzt, d. h. von der Annahme ausgeht, dass das Verhältnis zwischen den mittlern Windstärken des Sommers und derjenigen des Winters in beiden Halbperioden ungefähr das gleiche ist, und außerdem $k' = k$, also $\beta = 1$ annimmt, so ergibt sich:

$$\frac{S' - S}{S} = \frac{(D - d)(\alpha - 1)}{D + \alpha d}.$$

Durch α bezeichneten wir das Verhältnis zwischen der mittlern Windstärke des Sommers und derjenigen des Winters. Der für das nordatlantische Meeresgebiet in der Gegenwart geltende Wert von α lässt sich aus den von Prof. Mohn entworfenen, aber noch nicht veröffentlichten Karten über die Isobaren für die verschiedenen Monate des Jahres in diesem Meere ableiten. Diese Karten sind mir von Prof. Mohn in der zuvorkommendsten Weise zur Benutzung überlassen gewesen. Misst man die Unterschiede des Luftdruckes in Millimetern, so findet man dieselbe für je 5 Breitgrade ¹⁾:

Oktober	4	April	1
November	5	Mai	1
Dezember	4	Juni	2,5
Januar	5,5	Juli	2
Februar	5	August	1,5
	23,5		8

Da die Windstärke von den Gradienten abhängig ist, so verhält sich demgemäß die mittlere Windstärke des Winters zu der des

1) Die Monate September und März habe ich auf Prof. Mohn's Rat bei der Rechnung ausgelassen. Das Resultat würde sich jedoch durch Mitberücksichtigung dieser Monate nicht wesentlich ändern.

Sommers ungefähr wie 24 zu 8, oder wie 3 zu 1, und es ist also $\alpha = 3$.

Setzen wir letzteren Wert in obigen Ausdruck ein, so erhalten wir:

$$\frac{S'-S}{S} = 2 \frac{D-d}{D+3d}$$

Für die Exzentrizität der Gegenwart (0,017) ist nach der oben gegebenen Tabelle $D-d = \delta = 5$, und $d = 180$, also

$$\frac{S'-S}{S} = \frac{10}{725} = 0,014,$$

d. h. die treibende Kraft, welche Jahr um Jahr während der Halbperiode, in welcher die Erde im Sommer das Perihel passiert, auf die Oberfläche des warmen Meeresstromes einwirkt, ist um 1,4 Prozent größer als die entsprechende Kraft, welche zur Wirkung kommt, wenn die Sonnennähe, wie jetzt, im Winter eintrifft.

Wenn die Exzentrizität ihren größtmöglichen Wert erreicht hat, steigt die Mehrwirkung während der Zeit, wo der Winter mit der Sonnenferne zusammenfällt, sogar bis auf 5—6 Prozent der jährlichen Gesamtwirkung, welche bei sonnennahen Wintern sich geltend macht.

Sollte die Exzentrizität während der beiden Halbperioden so sehr sich verändert haben, dass man auf diesen Umstand Rücksicht nehmen müsste, so wird die Ausführung der Berechnung dadurch nicht unmöglich gemacht, da die Größen D , d , D' und d' sich für jeden besondern Fall berechnen lassen.

Die eben ausgeführte Rechnung berücksichtigt allein den Einfluss der verschiedenen Länge der Jahreszeiten und ruht auf der Voraussetzung, dass die mittlere Windstärke dieselbe ist, mag die Erde sich im Perihel oder Aphel befinden. Letztere Annahme ist aber kaum genau zutreffend, und wir werden demzufolge weiter zu untersuchen haben, welche Veränderungen in dem oben erlangten Resultat sich daraus ergeben dürften, wenn wir auch den verschiedenen Abstand der Sonne mit in betracht ziehen könnten.

Die Temperatur auf der Erdoberfläche ist wesentlich abhängig von den beiden Faktoren: der Abkühlung durch Strahlung gegen den Weltraum und der Erwärmung durch die Sonne. Während des Winters spielt die Abkühlung die größte Rolle, im Sommer behauptet die Erwärmung den Vorrang.

Die winterliche Abkühlung erzeugt hohe atmosphärische Pressionen über den Kontinenten, als deren weitere Folge, wie oben genauer entwickelt wurde, der niedrige Luftdruck über den Meeren anzusehen ist. Im Sommer dagegen verursacht die Sonnenwärme einen niedrigeren Luftdruck über dem Festlande. Der aufsteigende Luftstrom breitet sich dann aber in den höheren Luftschichten nach den Seiten hin aus, was wieder zur Entwicklung höhern Luftdruckes über den weniger erwärmten Meeren Veranlassung gibt ¹⁾. Da die Festlande

1) Nach Peschel-Leipoldt's „Physische Erdkunde“ II Leipzig 1880.

die Wärme leichter annehmen, aber auch leichter abgeben, als die Meere, wird somit während des Winters die Abkühlung, während des Sommers die Erwärmung des Festlandes der Faktor sein, welcher die wichtigste Triebkraft für die Bewegung der Luftschichten abgibt, und aus diesem Grunde glaube ich auch, dass die Verschiebung der Nachtgleichenlinie eine klimatische Periode veranlassen muss.

Die im nördlichen Atlantermeere herrschenden Südwestwinde und der von letzteren bedingte warme Meeresstrom beruhen auf dem Unterschied zwischen dem niedrigen Luftdruck über dem Meere um Island und dem hohen Luftdruck, der auf dem Meeresgebiete zwischen etwa 20° und 40° n. Br. ruht. Ersterer hat seinen Grund in der Abkühlung des Festlandes und ist im Winter am stärksten, hält sich aber (wahrscheinlich infolge der Vereisung des innern Grönlands) den Sommer hindurch; letzterer ist hauptsächlich auf die Erwärmung des Meeres in den Kalmen und vielleicht auch auf die etwas höhere Erwärmung der Festlande zurückzuführen, und zeigt sich im Sommerhalbjahr etwas stärker ausgeprägt, weshalb auch die Windstärke in der warmen Jahreszeit etwas größer ist, als im Frühling und Herbst¹⁾.

Es ließe sich nun einwenden, dass unsere bisherigen Betrachtungen über den Einfluss der Verschiebung der Nachtgleichenpunkte sich der Einseitigkeit schuldig gemacht hätten, weil wir von dem verschiedenen Abstand der Sonne im Perihel und Aphel abgesehen haben. Wir wollen daher noch schließlich zu ermitteln suchen, in welcher Richtung dieser Einfluss sich aller Wahrscheinlichkeit nach geltend machen wird.

In unsern Formeln finden sich verschiedene unbekannte Größen. Um den Einfluss der verschiedenen Länge der Jahreszeiten berechnen zu können, hatten wir uns die willkürliche Annahme erlaubt, dass die durchschnittliche tägliche Windstärke des Winterhalbjahres die gleiche bleibe, ob der Winter in Sonnennähe oder in Sonnenferne falle. Die Abkühlung spielt im Winter die bedeutsamste Rolle, und die Winternacht hat dieselbe Länge, mag die Erde im Aphel oder Perihel sich befinden. Ueibt der Abstand der Sonne einigen Einfluss aus, so muss die Abkühlung und die mittlere Windstärke sogar größer werden, wenn der Winter in die Sonnenferne fällt. Nach unserer Annahme war $\alpha'k' = \alpha k$; in der Wirklichkeit jedoch dürfte $\alpha'k'$ größer sein als αk .

Wir haben ferner für die tägliche mittlere Windstärke des Som-

S. 148 hat Prevost gemeint, dass die Verrückung der Nachtgleichenlinie eine klimatische Periode verursachen würde, da die Ausstrahlung in den langen Wintern größer sein müsse, als in den kurzen. P eschel meint dagegen, dass auch dies keinen Einfluss haben könne, da, wie er sagt, die Ausstrahlung das ganze Jahr über stattfindet.

1) Siehe die obige Mohn'sche Tabelle.

mers in Sonnennähe und Sonnenferne den gleichen Wert vorausgesetzt; aber auch diese Annahme kann nicht durchaus richtig genannt werden. Die Summe der Sonnenwärme, welche eine Halbkugel während ihres Sommerhalbjahres empfängt, ist nämlich zu allen Zeiten dieselbe, mag der Sommer mit der Sonnennähe oder Sonnenferne zusammenfallen. Ist es aber nun die Sonnenwärme, welche im Sommer vorzugsweise in betracht kommt, so muss die mittlere tägliche Windstärke etwas schwächer werden, wenn der Sommer in die Sonnenferne fällt und die Anzahl der Sommertage größer wird. Anstatt unserer Annahme: $k = k'$, und $\frac{k'}{k} = \beta = 1$, werden wir wohl vielmehr zu setzen haben: $k' > k$, und $\frac{k'}{k}$ oder $\beta > 1$.

Eine eigentliche Berechnung des Einflusses, den die Verschiebung der Nachtgleichen in Wirklichkeit in bezug auf das Klima ausübt, lässt sich demgemäß nicht ausführen, weil wir die Werte von α' und β nicht kennen, dass aber der Wert dieses thatsächlich zur Geltung kommenden Einflusses größer sein muss, als der oben berechnete Wert für den Einfluss der wechselnden Länge der Jahreszeiten, erhellt aus den Relationen:

$$k' > k, \beta > 1 \text{ und } \alpha'k' > \alpha k.$$

Welchen Einfluss die hier bezeichneten Wertverhältnisse auf das Resultat der Rechnung ausüben werden, fällt nämlich unmittelbar ins Auge, sobald wir einen Blick auf folgende Ausdrücke werfen:

$$\frac{S' - S}{S} = \frac{D(\alpha'k' - k) - d(\alpha k - k')}{(D + \alpha d)k} =$$

$$\frac{D\alpha'k' - Dk - d\alpha k + dk'}{(D + \alpha d)k} \text{ und}$$

$$\frac{S' - S}{S} = \frac{D(\alpha'\beta - 1) - d(\alpha - \beta)}{D + \alpha d} =$$

$$\frac{D\alpha'\beta - D - d\alpha + d\beta}{D + \alpha d}.$$

In diesen Formeln treten die unbekanntten Größen bloß in den Zählern der Brüche und bloß mit positivem Zeichen auf. Da wir nun in unserer oben angestellten Berechnung aller Wahrscheinlichkeit nach für alle diese unbekanntten Größen zu niedrige Werte benutzt haben, so ist es einleuchtend, dass der Zuwachs der treibenden Kraft des warmen Stromes für den Fall, wo der Winter in die Sonnenferne fällt, in Wirklichkeit eine noch höhere Prozentzahl darstellen wird, als diejenige, welche wir mit Benutzung der gegenwärtigen meteorologischen Werte erhielten.

Die Wärmemenge, welche der warme Strom täglich dem Norden zuführt, beträgt nach Croll's Angabe: $154^3 959 300^2 000 000^1 000 000$ Fußpfund. Mag nun Croll's Berechnung auch, wie Peschel behauptet, vielleicht das doppelte des wirklichen Belaufes ergeben

haben, so gibt obige Zahl doch jedenfalls eine Vorstellung von der ungeheuern Wärmemenge, die der Strom mit sich führt.

Nach allem, was hier besprochen ist, erscheint es mir demnach als eine in hohem Grade wahrscheinliche Annahme, dass die Verschiebung der Naechtleichenpunkte eine periodische Veränderung des Klimas zur Folge haben muss, und dass die Amplitude dieser klimatischen Periode groß genug ist, um alle die Thatsachen zu erklären, auf welchen die Theorie der periodischen Aenderungen sich aufbaut¹⁾. Doch werde ich willig einräumen, dass die hier berührten Verhältnisse verwickelt und schwierig sind. Wenn ich es gewagt habe, meine Betrachtungen der Oeffentlichkeit vorzulegen, so war mein Zweck wesentlich der, die Aufmerksamkeit der Meteorologen, Physiker und Geologen aufs neue hinzulenken auf die oft besprochene Möglichkeit einer Einwirkung astronomischer Perioden auf die irdischen Dinge. Die bisher gemachten Versuche zur Aufweisung eines derartigen Einflusses haben Einwendungen hervorgerufen. Die vorliegende Zusammenstellung der einschlagenden Thatsachen ist indessen neu und scheint mir einer genaueren Erwägung nicht unwert zu sein.

Bemerkungen über *Coelopeltis insignitus* Wag. ²⁾

Von G. Peracca und C. Deregibus.

Coelopeltis insignitus (Grubennatter) ist eine in der Provence, Ligurien und Dalmatien ziemlich häufig vorkommende Schlange. Da sie mit Furchenzähnen bewaffnet ist, welche im hintern Teil des Oberkiefers stehen, so wurde sie seither zu den Suspecta oder Trugnattern gerechnet. Zahlreiche Versuche mit lebendem Material aus der Gegend von Nizza haben nun die Giftigkeit des Bisses dieser *Coelopeltis*-Art aufs unzweideutigste bewiesen. Die Einzelheiten der Experimente sind bereits in einer Mitteilung in Giornale della R. Accademia di Medicina di Torino. fase. 6. Juni 1883 veröffentlicht worden.

Wir haben den Giftapparat dieses Reptils, i. e. den Furchenzahn und die Giftdrüse beschrieben. Jener trägt, wie bekannt, auf seiner konvexen Seite, ein wenig nach auswärts, eine so scharf ausgebildete kanalartige Rinne, dass der Zahn aus zwei Stücken zu bestehen

1) Die Exzentrizität der Erdbahn ändert sich so schnell, dass dieselbe in zwei aufeinanderfolgenden halben Perihelumläufen in der Regel nicht dieselbe bleibt. Deshalb wird die Aenderung der Stromstärke in der einen Halbperiode in der folgenden nicht ganz ausgeglichen werden. In solcher Weise dürften vielleicht sogar größere und nachhaltigere Klimaänderungen bewirkt werden.

2) Gleichbedeutend mit *Coelopeltis lacertina* Fitz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1884-1885

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Blytt Axel Gudbrand

Artikel/Article: [Ueber die wahrscheinliche Ursache der periodischen Veränderungen in der Stärke der Meeresströmungen. 33-48](#)