

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.

III. Band.

15. September 1883.

Nr. 14.

Inhalt: Axel Blytt, Ueber Wechsellagerung und deren mutmaßliche Bedeutung für die Zeitrechnung der Geologie und für die Lehre von der Veränderung der Arten (Mit 1 Tafel). — De Candolle und Asa Gray, Die Urheimat der gemeinen kultivirten Bohne und der Kokospalme. — Barfurth, Der phosphorsaurer Kalk der Gastropodenleber. — Olivier und Richet, Mikroben in der Lymphe der Fische. — Gegenbaur, Lehrbuch der menschlichen Anatomie. — Lannois und Lépine, Resorptionsvermögen des Dünndarms. — v. Lendenfeld, Die Larvenentwicklung von *Phoxichilidium Plumulariae*.

A. Blytt, Ueber Wechsellagerung und deren mutmassliche Bedeutung für die Zeitrechnung der Geologie und für die Lehre von der Veränderung der Arten.

Der Gesellschaft der Wissenschaften in Christiania vorgelegt am 4. Mai 1883.

Die geschichteten Gebirgsmassen sind überall auf der Erde aus Schichten von wechselnder Beschaffenheit aufgebaut. Ein solcher Wechsel der Gebirgsarten zeigt sich im ganzen Umfang der geologischen Schichtenreihen, von den ältesten uns bekannten, den laurentischen, an bis zu den losen Bildungen der Gegenwart. Konglomerat wechselt mit Sandstein, Sandstein mit Schiefer, Schiefer mit Mergel, Mergel mit Kalk u. s. w. Die wechselnden Schichten sind von äußerst verschiedener Dicke. Von mächtigen Flötzen, die nach vielen Metern messen, sehen wir dieselben einschwinden bis zu fast unmerkbar dünnen Schichten von wenigen Millimetern.

Wenn man den Versuch macht, sich Rechenschaft zu geben über die Ursachen, welche diesen Wechsel hervorgerufen, so erkennt man, dass derselbe wesentlich auf dem Umstand beruhen muss, dass die ablagernden Strömungen bald stärker, bald schwächer gewesen sind, und dass infolge davon die Beschaffenheit der Ablagerung in den verschiedenen Zeiten sich verschieden gestaltet hat. Fragt man aber weiter nach dem Grunde für einen solchen Wechsel in der Kraft der Strömungen, so wird man zu der Annahme geleitet, dass hier verschiedenartige Ursachen sich geltend gemacht haben. War die Zufuhr

sehr groß, so werden bereits örtliche Verhältnisse und schnell vorübergehende Veranlassungen eine Wechsellagerung von Schichten verschiedener Beschaffenheit haben hervorrufen können. An Orten aber, wo die Zufuhr langsamer vor sich ging, z. B. in größerer Entfernung von den Flussmündungen oder in weiterem Abstand vom Lande, werden derartige Verhältnisse sich nicht in der Schichtenfolge abspiegeln können, und wir werden uns hier, um den Erklärungsgrund für die Wechsellagerung zu finden, nach Perioden von längerer Dauer umzusehen haben.

Bei der Betrachtung von Uebersichtsprofilen geologischer Schichtenreihen erkennt man bald, dass das Verhältniss zwischen Meer und Land zu allen Zeiten periodischen Aenderungen unterworfen gewesen ist, und dass dieser Umstand sich im Wechsel der Schichten abgespiegelt hat. Süßwasserbildungen und Landformationen wechseln mit Brackwasser- und Meerwassergebilden, und unter den letztern begegnet man wieder einer Abwechslung von Strandbildungen und solchen, die tieferes Wasser voraussetzen. Je nach dem Vorrücken oder Zurückweichen der Uferlinie musste die Bildungsstätte der Schichten bald über dem Meerespiegel liegen, bald in seichem, bald in tiefem Wasser.

In den Uebersichten ganzer Schichtenreihen findet man Namen wie: Oxford- und Kimmeridge-Thon, bunter Sandstein, Eisenoolith, Portlandkalk u. s. w. Durch dergleichen Namen werden Schichtengruppen bezeichnet, welche wesentlich aus den durch die Namen angedeuteten Gebirgsarten bestehen, und dieser Wechsel ist bedingt durch die oben erwähnten Aenderungen im Verhältniss zwischen Land und Meer.

Außerdem findet sich aber noch durch alle geologischen Schichtenfolgen hindurch ein Wechsel im Kleinen. Denn genauere Durchschnitte zeigen oft innerhalb jeder der besprochenen Schichtengruppen eine weitere Wechsellagerung, insofern untergeordnete Schichten einer andern Art sich wechsellagernd in die Bergart einschalten, welche die Hauptmasse der Schichtengruppe ausmacht.

Auch diese Wechsellagerung kann, wo es um Meeresbildungen sich handelt, zuweilen einer Verschiebung der Uferlinie zugeschrieben werden; ebenso mag hier vieles auf die Rechnung örtlicher Verhältnisse zu setzen sein. Vom größten Teil dieser Wechsellagerung im Kleinen glaube ich jedoch, dass derselbe seinen Grund in einer nach längern Zeiträumen wiederkehrenden klimatischen Periode hat.

In mehreren Abhandlungen und zuerst in meiner „Theorie¹⁾ der Einwanderung der norwegischen Flora“ habe ich nachzuweisen ge-

1) Vorgetragen in der Ges. d. Wissensch. in Christiania 1875, gedruckt in: *Nyt Magaz. for Naturv.* 1876 und englisch: *Essay on the Immigration of the Norwegian Flora during alternating rainy and dry periods.* Chria. 1876.

sucht, dass das Klima periodischen Aenderungen unterworfen ist, weil die Meeresströme im Lauf längerer Zeiträume abwechselnd an Stärke ab- und zunehmen. Wenn der warme nordatlantische Strom zunimmt, muss nämlich das Küstenklima tiefer ins Binnenland eindringen und infolgedessen die Regenmenge daselbst wachsen. Ich habe versucht nachzuweisen, dass diese Theorie gestützt wird nicht nur durch die Verbreitung der Pflanzen (denen ich immerhin auch die der Tiere noch hätte zufügen können), sondern auch durch den Bau der Torfmoore, sowie durch das Auftreten der Moränen des Binnenlandeises in aufeinander folgenden Reihen; ferner, dass dieselbe die Erklärung liefert für das stufenweise Auftreten der Terrassen und Strandlinien und das Fehlen der Muschelbänke in gewissen Höhen, ohne dass man dabei zu Unterbrechungen in dem sogenannten Steigen des Landes seine Zuflucht zu nehmen braucht¹⁾; und endlich dass ein solcher Wechsel des Klimas auch in den Kohlschichten der Vorwelt sich erkennen lässt. Seitdem hat v. Richthofen in seinem Werk über China²⁾ den Nachweis geliefert für eine periodische Aenderung der Regenmenge in der Zeit, in welcher sich der Boden der asiatischen Steppen, das sogenannte „Löss“, bildete. Für ähnliche Aenderungen des Klimas sprechen auch Geikie's Untersuchungen über die Gebilde der Eiszeit. E. Tietze³⁾ hat diese Theorie benutzt, um die Wechsellagerung von Gips und Salz zu erklären, und meint, dass man bisher möglicherweise die klimatischen Ursachen zur Erklärung der geologischen Phänomene zu wenig herbeigezogen habe. Wenn man dies alles zusammenfasst, wird man kaum länger an der Tatsache solcher Perioden zweifeln können.

In unsern Bildungen aus der postglacialen Zeit tritt diese Periode deutlich hervor in dem Durchschnitt der Landbildungen, welche ich an mehreren Orten mitgeteilt habe⁴⁾. In niedersteigender Reihe findet man hier folgende Schichten:

Gegenwart (trockne Mooroberfläche mit moosüberwachsenen Wurzelresten), Torf, Wurzelschicht, Torf, Wurzelschicht, Torf, Wurzelschicht, Torf, Dryasthon, Grundmoräne.

In den höher gelegenen Gegenden trifft man diese Reihe der Landbildungen vollständig; in den niedriger liegenden sind die tiefern Schichten durch Meeresbildungen ersetzt. Es ruhen z. B. viele Torfschichten nicht auf Süßwasserthon, sondern auf Mergelthon, einer arkti-

1) Forhandlingar i Chria. Vid. Selsk. 1881 Nr. 4.

2) China I Berlin 1877.

3) Die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Lemberg in Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1882.

4) Siehe Tidsskrift for populære Fremstillinger af Naturvidenskaberne Kjöbenhavn 1878. — Engler: Pflanzengeographische Jahrbücher 1881. — Chria. Vid-Selsk. Forh. 1882 Nr. 6.

sehen Meeresbildung, und in noch größerer Nähe des Meeres findet man statt der ältern Torfschichten einen jüngern Meeresthon mit *Ostrea* u. s. w. unter dem Torfe. Wir erschen hieraus, dass Meeresbildungen an die Stelle der Süßwasserbildungen eintreten.

Kjerulf hat unsere postglacialen Meeresbildungen beschrieben. Er unterscheidet von oben nach unten folgende Thonschichten: Ziegelthon, Muschelthon und Mergelthon, welcher letztere auf der Grundmoräne ruht.

Der Mergelthon mit seinen arktischen Muscheln ist deutlich dem Dryasthon gleichzeitig; aber die Schalthiere des Muschelthons deuten auf ein milderes Klima. Kjerulf spricht von „Ueberschwemmungszeiten“ („flomtider“) und meint, dass eine solche der Bildung des Mergelthons gefolgt und dann wieder eine neue nach der Bildung des Muschelthons eingetreten ist, und dass in beiden eine Menge Sand durch die Thäler herabgeführt wurde¹⁾.

In einer Abhandlung über die postglacialen Bildungen im mittlern Schweden stellt G. de Geer²⁾ in Anknüpfung an die frühern Untersuchungen H. v. Post's folgende Schichtenreihe auf:

Oberer Heidesand („Mosand“)

Oberer grauer Thon („Grålera“).

Unterer grauer Thon („Grålera“).

Unterer Heidesand.

Mergelthon.

Grundmoräne.

Wir haben hier Verhältnisse, welche den norwegischen gleichen und sehen Sand und Thon miteinander wechseln. Wo ein solcher Wechsel sich findet, liegt die Ansicht nahe, dass der Sand während der Regenzeiten herabgespült wurde, der Thon dagegen sich unter ruhigem Verhältnissen abgelagert hat. Der Thon tritt jedoch bisweilen auch in Bänken ohne zwischengelagerte Sandschichten auf, wie dies bei Foss in der Nähe von Christiania der Fall ist. Hier war die Strömung offenbar zu schwach, um den Sand mitführen zu können, und die Grenzen zwischen den Thonbänken dürften unter solchen Umständen auf Unterbrechungen der Ablagerung in den trocknen Zeiten zurückzuführen sein. Es ist nämlich einleuchtend, dass die Bildung von Sand- und Thonschichten zu allen Zeiten stattfindet; nur der jedesmalige Ort der Ablagerung ist es, welcher nach der Regenmenge sich ändert.

Bei Foss (in der Nähe von Christiania) liegt nach Kjerulf zu-

1) S. Kjerulf: Com Skurings marker, Glacialformationen og Terrasser. Univ. Progr. Chria. 1871 S. 40.

2) Geol. För. i Stockh. Förh. 1882 S. 74. De Geer nimmt an, dass die Wechsellagerung auf Hebungen und Senkungen des Landes beruht. Eine bessere Erklärung gewähren vielleicht die Wechsel der Regenmenge.

oberst Ziegelthon, darunter Muschelthon in drei dicken Bänken (zusammen 20 Fuss) und zumterst Mergelthon und Sand. Der Ort liegt nur wenige Fuss über dem Meere und liefert eine vollständige Reihe unserer postglacialen Meeresbildungen. Wir haben hier, wie es mir scheinen will, eine Thonablagerung, die sowol nach der Art ihrer Schattiere, als nach der Zahl der Schichten ein gleiches Alter mit den vorerwähnten Süßwasserbildungen haben muss, wie dies aus nachfolgender Zusammenstellung hervorgehen dürfte:

Ziegelthon	Torf
Muschelthon	Torf
Muschelthon	Torf
Muschelthon	Torf
Mergelthon	Dryasthon.

Der Wechsel trockner und regnerischer Zeiten scheint sich somit auch in den Meeresbildungen abzuspiegeln, und ich sehe es als wahrscheinlich an, dass eine genauere Durchforschung unserer postglacialen Sand- und Thonschichten zu dem Ergebniss führen würde, dass die Uebereinstimmung, welche zwischen den Torfmooren und den Meeresbildungen bei Foss sich nachweisen ließ, von durchgehender Geltung ist.

Dieser periodische Wechsel von trocknen und feuchten Zeiten muss aber auch in den ältern Meeresbildungen zu spüren sein, ja durch alle geologischen Formationen hindurch sich nachweisen lassen. Man weiß nämlich heute nach den Untersuchungen der Challenger-Expedition, dass Land und Meer im großen Ganzen immer einigermaßen dieselbe Verteilung gehabt haben. Die Bildungen, welche man in den Abgründen des Meeres weit vom Lande entfernt aufgefunden hat, waren bis daher den Geologen vollständig unbekannt. Die Schichten, aus welchen die uns bekannten geologischen Formationsreihen sich aufbauen, sind demgemäß in der Nähe des Landes gebildet, so dass die periodischen Variationen der Regenmenge Einfluss auf ihre Bildung gehabt haben müssen.

Wenn das Klima regnerischer wird, schwellen die Flüsse an. Große Flüsse liefern aber dem Meere mehr Ablagerungsmaterial als kleine. Der Schlamm unserer großen Flüsse lässt sich noch mehrere hundert Kilometer vom Lande ab verspüren. Wenn nun demgemäß die Wassermenge der Ströme im Lauf der Zeit abwechselnd sich vermehrte oder verminderte, so mussten während der Regenzeiten sich auskeilende Schichten gröberer Stoffe zwischen den feinem sich einlagern. Wenn der Fluss zeitweise Sand bis zu seiner Mündung mitführte, so musste hier Sand mit Thon wechsellagern, und weiter von der Mündung entfernt Thon mit Mergel u. s. w.

Eine Schicht, welche sich zu einer fast unmerklichen Dicke auskeilt, wird eine Bankbildung in den Schichten veranlassen, mit wel-

chen sie wechsellagert. So rührt die Bankbildung der Kalksteine von einer fast unmerklichen Schicht mechanisch gefällter Stoffe her, die sich zwischen die auf chemischem Wege niedergeschlagenen Kalkbänke eingeschaltet hat¹⁾. Bankbildung kann auch entstehen durch eine zeitweilige Unterbrechung der Schichtenbildung, wie dies bei vielen bankartigen Torflagern der Fall ist und auch beim Löss vorkommt, bei welchem letztern die Grenze zwischen den Bänken durch lagenweise geordnete Mergelknollen angedeutet wird. Während dieser zeitweiligen Unterbrechung wurde den ältern Schichten Zeit gegeben, wenigstens auf der Oberfläche eine Aenderung einzugehen, ehe die Bildung der neuen Schicht begann, und diese Abänderung der Oberfläche gab später den Anlass dazu, dass Mergelknollen u. dgl. sich gerade in diesen, für das durchsickernde Wasser weniger durchlässigen Schichten bildeten. Sollten vielleicht auch die Feuersteinlagen in der Kreide auf Aenderungen des Klimas während der Kreidebildung hindeuten?

Diese abwechselnden Schichten, welche, wie ich wol glauben möchte, sich auf den Wechsel von trocknen und regnerischen Zeiten zurückführen lassen, sind an Stellen, wo große Flüsse sich ins Meer ergossen haben, oft sehr mächtig und können eine Dicke von vielen Metern erreichen. Es gibt aber daneben an andern Stellen, wo die Zufuhr gering gewesen, auch Schichten, welche nur eine geringe Mächtigkeit erreichen, oft nur von einigen Zentimetern und weniger noch, während ich doch annehmen möchte, dass auch diese denselben klimatischen Schwankungen ihren Ursprung verdanken. Ich glaube nämlich, dass man den Beweis liefern kann, dass auch die Bildung vieler dieser dünnen Schichten lange Zeiten in Anspruch genommen hat.

Aus der Dicke der Schichten darf man überhaupt nicht auf die Länge der Zeit schließen, die zu ihrer Bildung gebraucht wird. Eine Schicht mit einer Mächtigkeit von mehreren Metern kann sich unter sehr günstigen Umständen in wenigen Jahren gebildet haben, während an andern Orte vielleicht ein Jahrtausend vergeht, ehe eine Schicht von einigen Zentimetern zu stande gekommen ist. Die Versteinerungen ändern sich oft sehr schnell beim Aufwärtssteigen in Schichtenfolgen von geringer Mächtigkeit, und unter solchen Verhältnissen ist der Schluss berechtigt, dass die wechselnden Schichten trotz ihrer geringern Dicke lange Zeiten zu ihrer Bildung bedurft haben.

Es geschieht ferner nicht selten, dass da, wo dünne Schichten von verschiedener Beschaffenheit miteinander wechsellagern, die eine Gebirgsart eine andere Zusammenstellung von Versteinerungen einschließt, als die andere. Dies beruht nun kaum darauf, dass gewisse Schichten besonders geschickt sind für die Erhaltung gewisser Tiere,

1) Pfaff: Sitzungsberichte der Akad. der Wissensch. Math. phys. Kl. München 1882. S. 551 fgg.

denn das Tierleben des Meeres ändert sich (nach O. Sars) mit der Beschaffenheit des Meeresbodens. Die Versteinerungen sind oft Reste von Tieren, welche an Ort und Stelle gelebt haben. Hieraus bereits ersieht man, dass die Schichten, mögen sie auch nur dünn sein, sich doch nicht sehr schnell haben bilden können, da ja eben doch ein so langer Zeitraum verstreichen musste, um das Tierleben am Ablagerungsort nach der Natur des Meeresbodens sich verändern zu lassen, und da ja doch oft viele Generationen von Tieren während der Bildung jeder Schicht aufeinander gefolgt sind; denn die Schichten sind ja bekanntlich oft mit Versteinerungen überfüllt.

Es kommt sogar vor, dass Schichten mit durchaus verschiedenen Tieren, die verschiedenen der sogenannten geologischen Zeitabschnitte angehören, miteinander wechsellagern. So wechsellagern in den südöstlichen Alpen zwischen dem Perm und Trias permische Kalkschichten und triassische Schiefer miteinander, (Bellerophon-Kalk mit Werfener Schiefer) ¹⁾. Ebenso wechsellagern in der Karstgegend bei Triest die obersten Kalkschichten der Kreidezeit mit den ältesten eocänen Gebilden ²⁾. Hier dürfte auch der Ort sein, um an Barrande's ³⁾ sogenannte „Kolonien“ zu erinnern. Er hat nachgewiesen, dass in Böhmen Kalkknollenschichten mit einer obersilurischen Tierwelt wechsellagernd sich zwischen die untersilurischen Schiefer und Quarzite einschalten. Im Gegensatz zu der von andern ausgesprochenen Vermutung, dass diese merkwürdige Wechsellagerung spätern Schichtenstörungen ihre Entstehung verdanke, hält Barrande mit Bestimmtheit daran fest, dass diese Schichtenfolge die ursprüngliche sei. Sowol die Gebirgsart der „Kolonien“, als die Art ihrer Versteinerungen ist somit verschieden von den Gebirgsarten und den Versteinerungen, mit welchen sie wechsellagern. Wo Schiefer und Kalk miteinander abwechseln, dürften die Schieferschichten auf ein wärmeres Meer, ein regnerisches Klima und größere Schlammzufuhr der Flüsse hindeuten. In solchem Fall müssen die Tiere, deren Einwanderung mit der Ablagerung des Kalkes zusammentraf, ein nördlicheres Gepräge tragen, als die Fauna der Schiefer. Barrande bemerkt aber auch ausdrücklich, dass die obersilurische Tierwelt der Kalkknollen eine Einwanderung von Nordosten her vorauszusetzen scheint, während die untersilurischen Tiere der Schiefer von Südwesten her kamen. Man hat versucht, die „Kolonien“ durch Aenderungen in der Verteilung von Wasser und Land sich begreiflich zu machen. Es will mir jedoch scheinen, dass eine Wechsellagerung wie die eben beschriebene ihre naturgemäße Erklärung durch die Annahme fin-

1) Siehe Mojsisovics, Die Dolomitriffe Süd-Tyrols und Venetiens. Wien 1879. S. 36.

2) Siehe v Hauer, Die Geologie und ihre Anwendung. Wien 1875. S. 515.

3) Siehe Barrande, Système Silurien de la Bohême. I. S. 73. — v. Hauer l. c. S. 208—209.

Fig. 1. Kurve der Erdbahne exzentrizität für die letzten 3. Millionen
Time S. 313). Zwischen je zwei senkrechten Strichen liegt ein Zeitraum von

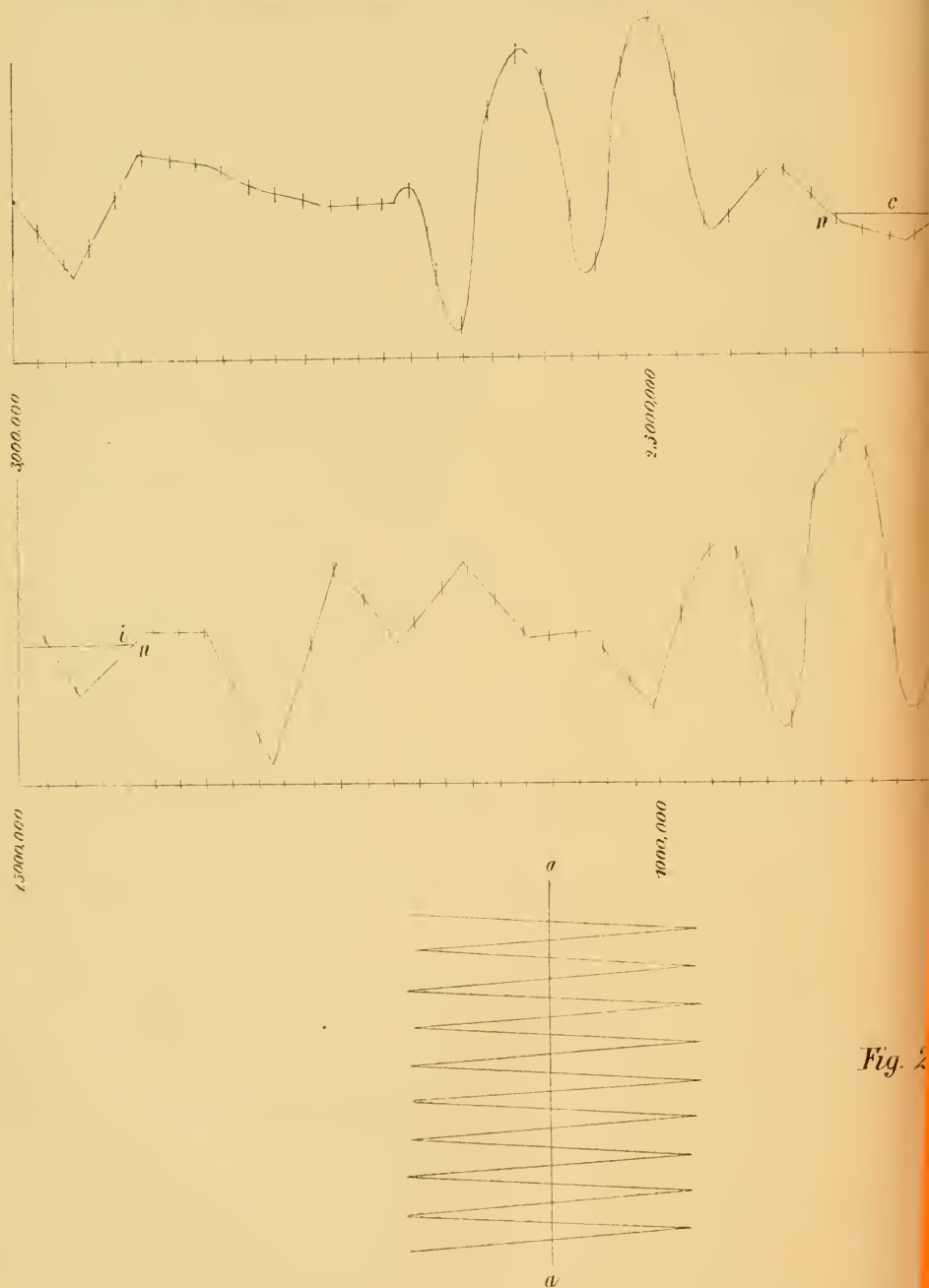


Fig. 2

Fig. 1. Kurve der Erdbahnezentrirität für die letzten 3. Millionen Jahre von Croll berechnet (vergl. Climate and Time S. 33). Zwischen je zwei senkrechten Strichen liegt ein Zeitraum von 21000 Jahren oder der Mittelwert eines Periheliumlaufs.

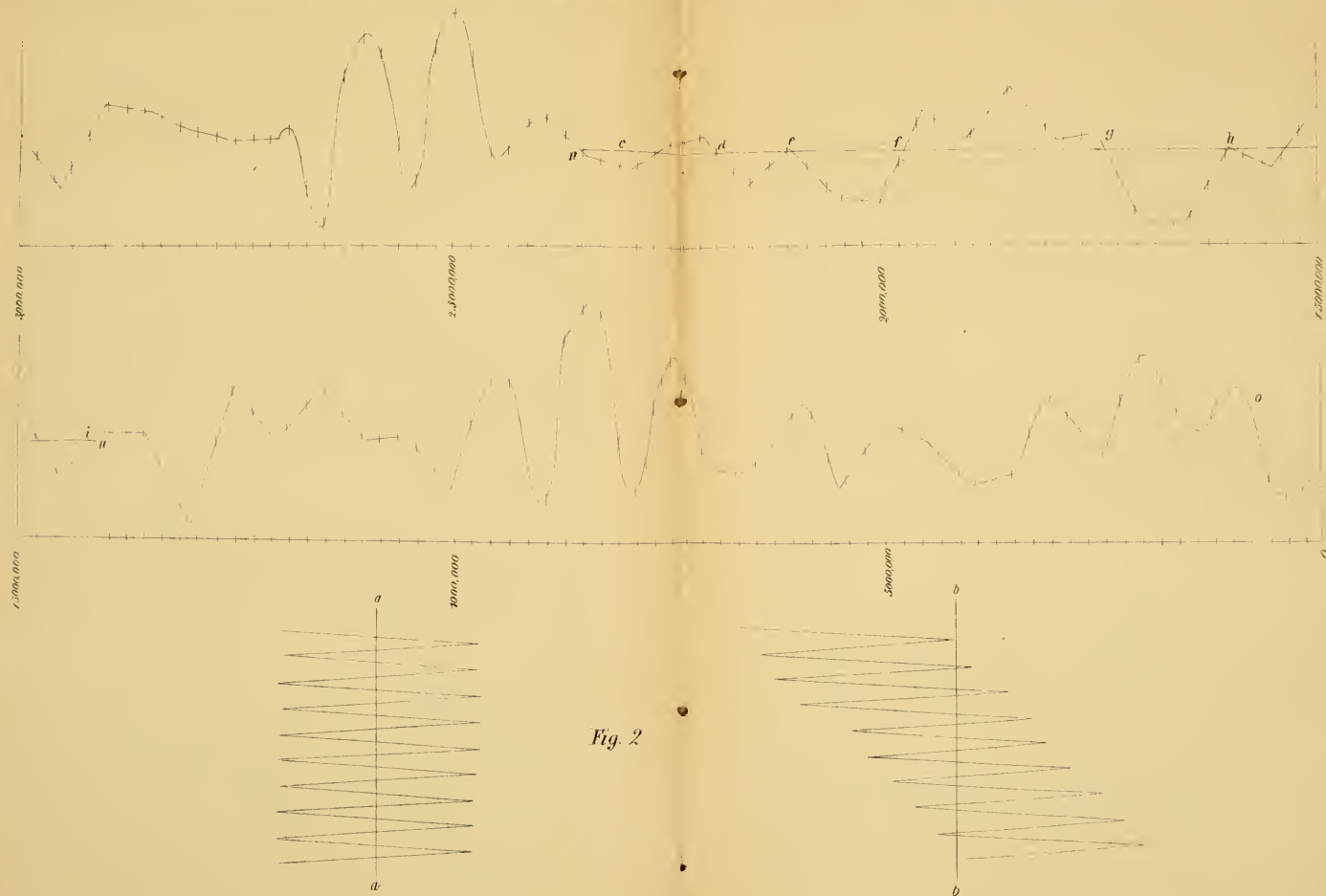


Fig. 2

det, dass lange klimatische Perioden der Grund gewesen sind für die periodisch wechselnde Beschaffenheit sowohl der Gesteinschichten, als auch der sie bevölkernden Tierwelt.

Außer der Verschiebung der Küstenlinie und dem Wechsel trockener und regnerischer Zeiträume gibt es aber auch noch andere Ursachen, die eine Wechsellagerung veranlassen können. Ich denke dabei an die früher schon erwähnten mehr örtlichen und vorübergehenden Aenderungen der Verhältnisse. In den Terrassen, welche sich unter dem sogenannten Aufsteigen Norwegens an den Flußmündungen bildeten, findet man oft eine Wechsellagerung von Sand und Grus in dünnen Schichten. Jede Terrasse entspricht einer der genannten klimatischen Perioden, und die Wechsellagerung innerhalb der einzelnen Terrassen ist daher auf periodische Ursachen kürzerer Dauer zurückzuführen, wie z. B. auf Eisgänge, Hochwasser und Aehnliches. In den Bildungen der Eiszeit findet man oft Wechselagerung von Grus und Sand; aber der Wechsel ist auch an ziemlich benachbarten Punkten ein verschiedener, da linsenartige Sandmassen sich hie und da eingelagert finden. Solche Wechsel müssen aus lokalen Ursachen erklärt werden. Der Mergelthon bildete sich während des Abthauens der binnenländischen Eisdecke. Die Zufuhr war damals eine sehr reiche, und die Thonlager zeigen eine Wechselagerung von Sand und Thon von verschiedner Farbe in dünnen Schichten, welche oft kaum die Dicke von einigen Millimetern erreichen. Es kann niemand in den Sinn kommen annehmen zu wollen, dass eine derartige Wechsellagerung eine lange Periode zu ihrer Bildung in Anspruch nimmt. Solche schnell gebildete Schichten bestehen gern aus größerem Stoff, besonders Konglomerat und Sand, und pflegen gar keine oder doch nur wenige Versteinerungen zu enthalten, jedenfalls keine von solchen Pflanzen und Tieren, die an Ort und Stelle lebten. Der heftige Strom kann natürlich Pflanzen und Tierreste von andern Orten herangespült und sie in den betreffenden Schichten abgelagert haben, aber derartige Reste treten zufällig auf, und ihr Vorkommen ist kein Zeugniß für eine ruhige langsame Bildung der Schicht, wie dies bei jenen Versteinerungen von Tieren der Fall ist, welche an Ort und Stelle gelebt und gestorben ¹⁾ sind.

Wechsellagerungen der eben besprochenen Art bildeten sich nur

1) In den Bildungen der Steinkohlenzeit findet man jedoch aufrecht stehende, bis 15 Fuß hohe Baumstämme, welche von Sand und Thon umgeben sind, wobei letztere sogar bisweilen wechsellagern. Es ist augenscheinlich, dass eine derartige Wechsellagerung Verhältnissen lokaler Natur ihren Ursprung verdankt, und dass die Zufuhr sehr reichlich gewesen sein muss, denn sonst wären die Stämme gefault, ehe sie begraben werden konnten. Gerade diese reiche Zufuhr ist wol auch der Grund dafür, dass die Kohlenlager sich bis auf unsere Tage erhalten haben.

an Orten, wo die Zufuhr reichlich war, also auf dem Lande oder in der Nähe desselben. Solche Ablagerungen werden deshalb aber auch der Zerstörung besonders ausgesetzt sein, wenn die Uferlinie sich verschiebt. Wo ein großer Strom viel Material in das Meer hinausführt, werden sich freilich mächtige Schichten in kurzer Zeit bilden können; wenn aber diese Schichten über das Meer gehoben werden, sind sie durch ebendenselben Strom, der sie gebildet, einer raschen Zerstörung ausgesetzt. Sobald die Hebung der Terrasse ihren Anfang nimmt, beginnt der Strom mit der Verwüstung seines eignen Werkes, und es gibt wol kaum viele unserer Flussterrassen, welche bis in entfernte Zeiten ausdauern werden.

Schichten, welche in weiterer Entfernung von den Flussmündungen und ferner vom Lande abgelagert wurden, haben bedeutend größere Aussicht auf Erhaltung für spätere Zeiten. Ebe sie aus dem Meere auftauchen, werden sie nämlich bereits von andern Schichten bedeckt und dadurch besser gegen zerstörende Einflüsse geschützt sein. Es ist demgemäß nur eine wahrscheinliche Annahme, dass es besonders derartige langsam gebildete Schichten sind, aus welchen die Hauptmasse der geologischen Schichtenreihen sich aufbaut, und dass demgemäß die Wechsellagerung in der Regel einer an längere Zeiträume gebundenen Periode ihre Entstehung verdankt.

Aus meinen Untersuchungen der Torfmoore, welche mich zuerst auf diese Annahme wechselnder Klimate geführt haben, scheint es sich zu ergeben, dass die Perioden einigermaßen regelmäßig nach Verlauf einer bestimmten Zeit zurückkehren. Es trifft nämlich allzuhäufig ein, dass die Torfschichten aus den verschiedenen Regenzeiten in demselben Moor gleich mächtig sind, als dass man sich hier auf ein Spiel des Zufalls berufen dürfte¹⁾.

Demgemäß könnte man vielleicht die Erwartung hegen, auch in den Meeresbildungen eine ähnliche Abwechslung von ungefähr gleichen Schichten anzutreffen. Dies pflegt indess nicht der Fall zu sein. An den Mündungen der Flüsse wird die Bildung von Bänken und die wechselnde Strömung leicht die Regelmäßigkeit stören und, wenn die Schichten sich langsam bilden, haben auch die Verschiebungen der Küstenlinien Einfluss auf die Dicke der Schichten. Wenn der Meeresspiegel längere Zeit hindurch unverändert bleibt, oder wo die Küste sehr steil abfällt, kann zwar der Wechsel auch in den Meeresschichten regelmäßig sich gestalten; aber in der Regel ist eben doch der Stand des Meeres veränderlich, und die meisten Küsten fallen flach ab. Moseley nimmt an, dass der Abfall der Festländer gegen die große Meerestiefe durchschnittlich nur einem Neigungswinkel von zwei Grad

1) S. Jagttagelser over det sydøstl. Norges Torvmyre in Chria. Vidensk. Selsk. Forh. 1882. Nr. 6. S. 23—35.

entspricht. Deshalb rücken die Küstenlinien selbst bei geringern Höhenveränderungen vor und zurück, und mit jenen auch die Grenze, bis zu welcher Flüsse und Meeresströme Stoffe von einer gegebenen Beschaffenheit ins Meer hinauszuführen vermögen.

In Süßwasser- und Landbildungen, bei welchen ein solches beständiges Sichverschieben der Küste nach einer gewissen Richtung nicht hat einwirken können, wird eine regelmäßige klimatische Periode eine regelmäßige Bankbildung oder Abwechslung von Schichten gleicher Dicke veranlassen können (wie im Durchschnitt aa auf der Zeichnung Fig. 2).

Im Meere aber ist dies anders. Durch die Verrückung der Küste entstehen auch unter regelmäßigen klimatischen Wechselformen doch sehr unregelmäßige Schichtenwechsel, wie der Durchschnitt bb (Fig. 2) dies erläutern kann. Derselbe geht von unten durch eine größere oder geringere Mächtigkeit einer bestimmten Gebirgsart. Nach oben hin schalten sich immer dicker und dicker werdende Schichten einer andern Gebirgsart ein. Die Schichten der letztern nehmen an Dicke zu, während die Schichten der ersten abnehmen; zum Schluss verschwindet die erste ganz, und der Durchschnitt zeigt eine reine Mächtigkeit der zweiten. Wechsellagerungen ähnlicher Natur habe ich in der Silurformation bei Christiania gesehen, und dass dieselbe in den Schichtenreihen häufig vorkommt, ersehe ich daraus, dass dieselbe auch in den Lehrbüchern angeführt wird ¹⁾. Ich glaube, dass eine derartige Schichtenfolge ihre beste Erklärung in der Annahme findet, dass dieselbe ein Produkt aus der gesammelten Wirkung der Uferverschiebung und der Wechselfolge trockner und regnerischer Zeiten ist.

Änderungen in der Verteilung von Land und Meer können durch Faltungen der Schichten selbst herbeigeführt werden. Auf solche Weise sind große Gebirgsketten gebildet und Meerwasserschichten Tausende von Fußern emporgehoben worden. Es dürfte sich aber auch zeigen, dass kleinere Veränderungen in dieser Beziehung durch Schwankungen des Meeresstandes bewirkt werden können. E. Suess hat die Aufmerksamkeit auf letztgenannten Umstand, als möglichen Erklärungsgrund, hingeleitet ²⁾. Er weist nach, dass Terrassenland, d. h. Gegenden mit Terrassenbildungen, die von einem höhern Meeresstand in der Vorzeit herrühren, sowol in der alten, wie in der neuen Welt, und ebenso auf beiden Seiten des Aequators wesentlich in den höhern Breiten sich vorfindet. Ebenso

1) Siehe Credner, Elemente der Geologie. Leipzig 1872. S. 236. A. Geikie, Textbook of Geology. London 1882. p. 490.

2) S. E. Suess, Ueber die vermeintlichen säkularen Schwankungen einzelner Teile der Erdoberfläche. Verhandl. d. K. K. Geol. Reichsanstalt. Wien 1880. S. 171.

ersieht man aus den ältern Schichtenreihen, dass auch damals gleichzeitige Verschiebungen der Küstenlinien über verschiedene Teile der Erdoberfläche hin in gleicher Richtung stattgefunden haben, was sich am leichtesten durch Aenderungen des Meeresstandes erklären lässt. Suess glaubt, dass das Meer zeitenweise in den niedrigeren Breiten steigt, während es gleichzeitig unter den höhern sinkt, um dann später wieder den Polen zuzuströmen. Er nimmt aber auch an, dass dieses Steigen und Fallen in zahlreichen kleinen Oscillationen sich vollzieht, eine Annahme, welche er zweifelsohne durch das Auftreten der Terrassen und Strandlinien begründet, welche aber mir überflüssig zu sein scheint, da ich gezeigt habe, wie diese Stufen durch den Wechsel trockner und regnerischer Zeiten sich erklären lassen.

Diese Verschiebung der Küsten infolge der Veränderlichkeit des Meeresstandes wäre demnach auch eine periodische, so dass wir zwei Perioden anzunehmen hätten, welche durch die ganze Reihe der geologischen Formationen sich hindurchziehen: die Schwankungen des Meeresstandes und die Aenderungen der Regenmenge. Die erste Periode erfordert längere Zeit und umschließt mehrere der letztern. Die kleinere Periode scheint an einigermaßen regelmäßig zurückkehrende Zeiträume geknüpft zu sein, aber die große ist unregelmäßig, denn sie umfasst nicht immer eine gleiche Anzahl der kleinern.

Diese beiden Perioden gelangen aber nicht allein in dem Wechsel der Schichtenfolge durch die Reihe der geologischen Formationen hinauf zum Ausdruck, sondern sie zeigen sich auch im Wechsel der Versteinerungen. Denn jene Perioden sind es ja doch gewesen, welche schon seit den ältesten Zeiten die Wanderungen der Tiere und der Pflanzen bedingt haben. Und da die Wanderungen wieder Aenderungen der Formen hervorgebracht haben, liefern jene Perioden eine der wichtigsten Ursachen zur Bildung neuer Arten und Weiterbildung der lebenden Wesen auf der Erde.

Unter den langsamen Aenderungen des Klimas wandern ganze Gruppen von Tieren und Pflanzen langsam von Ort zu Ort, jenachdem die klimatischen Grenzen sich verlegen. Diese langsame Wanderung trägt nun aber zunächst dazu bei, die Formen lange Zeit hindurch unverändert zu bewahren, was ich in einer frühern Abhandlung schon hervorgehoben habe ¹⁾. Die Artgruppen wandern mit dem für sie passenden Klima, und solange dies der Fall ist, ist ja an den Lebensbedingungen derselben nichts geändert. Witterungsverhältnisse und Nebenbuhler bleiben dieselben. Es wird demgemäß nur geringe Veranlassung zur Bildung

1) Engler's Jahrbücher 1881. II. 4. S. 47.

neuer Formen sich ergeben, außer insofern, als die Arten derselben Gruppe an verschiedenen Orten sich etwas verschieden gruppieren können; aber selbst da, wo einzelne Aenderungen entstehen sollten, werden dieselben doch durch Kreuzung mit der Hauptform wieder zu letzterer zurückkehren, da ja die langsame Wanderung immer mit Massen von Einzelwesen derselben Art gleichzeitig vor sich geht. Hierin sehe ich den Grund dafür, dass so viele noch lebende Arten in den präglacialen Schichten sich finden, und dass seit der Eiszeit unter den nach Skandinavien eingewanderten Pflanzen kaum eine einzige Form sich gebildet hat, welche von allen andern so abweicht, dass sie von allen als das anerkannt wird, was man „eine gute Art“ nennt.

Zufällige und plötzliche Wanderung eines vereinzelt Samenkorns oder Eies nach einer entfernten Gegend bewirkt dagegen oft die Bildung neuer Arten, wie dies aus dem Pflanzen- und Tierleben auf den ozeanischen Inseln zu ersehen ist ¹⁾. Diese Inseln, welche nie durch Landverbindungen mit den großen Kontinenten verknüpft waren, haben ihre Tiere und Pflanzen durch zufällige Wanderungen erhalten, durch welche einmal dies, ein andermal jenes Ei oder Samenkorn den Weg dorthin fand. Die Einwanderung kann nicht ganze Artgruppen und jedenfalls auch nur ausnahmsweise Mengen von Individuen umfasst haben. Die eingewanderten Formen kamen somit in neue Gesellschaft und unter neue Lebensbedingungen, aus welchen Aenderungen folgen mussten. Da die Einwanderung nur einige wenige oder einzelne Eier und Samen betroffen hatte, war auch die Kreuzung mit der Hauptform ausgeschlossen. Deshalb sind denn auch diese ozeanischen Inseln so reich an eigentümlichen Pflanzen und Tieren. Die Pflanzen der Galápagosinseln zeigen durch ihre Verwandtschaft mit Amerika, dass sie aus diesem Lande eingewandert sind; im neuen Vaterlande haben sie sich jedoch in so großem Maßstabe geändert, dass von den 310 Phanerogamen der Inseln nicht weniger als 174 denselben eigentümlich sind und sonst nirgends in der Welt sich wiederfinden. Einige dürften vielleicht alte Formen sein, welche andern Orts im Kampf ums Dasein unterdrückt und ausgestorben sind; aber da dasselbe Geschlecht bisweilen auf den verschiedenen Inseln mit verschiedenen Arten auftritt, sieht man deutlich, wie die Arten auf jeder Insel je nach den dort grade obwaltenden Verhältnissen sich abgeändert haben. Die Sandwichinseln haben 669 wildwachsende Gefäßpflanzen. Von diesen sind 500 (oder 74,6%) diesem Fundort eigentümlich ²⁾ und sonst nirgends

1) S. Wagner, Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig 1868. — Hooker, Lecture on insular Floras. London 1866. — Darwin, Origin of Species.

2) S. Engler, Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt II. Leipzig 1882. S. 126.

in der ganzen Welt wiedergefunden worden. Nähere oder fernere Verwandte finden sich jedoch auf den entfernt liegenden Festländern, von welchen die Einwanderung vor sich gegangen ist. Zufällige Wanderungen geben somit zur Bildung neuer Arten Veranlassung.

Wenn man die Listen über die verschiedenen Artgruppen der norwegischen Flora durchmustert, wie ich dieselbe in der vorerwähnten Abhandlung in Engler's Jahrbüchern gegeben habe, so wird man eine doppelte Bemerkung machen: einmal, dass ein sehr häufiger Fall der ist, dass man nahestehende Arten oder Formen findet, welche zu verschiedenen Gruppen gehören; dann aber auch, dass man ebenfalls oft nahestehende Arten sieht, welche zu derselben Gruppe gehören. Nur ein paar Beispiele aus der großen Menge derselben mögen hier angeführt werden, da ein Aufzählen sämtlicher zu weitläufig werden würde. So ersetzen folgende Formen in der Küstenflora die entsprechenden der Binnenlandsflora entweder ausschließlich oder teilweise:

Küste.	Binnenland.
<i>Quercus sessiliflora</i>	<i>Q. pedunculata</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>A. incana</i>
<i>Centaurea nigra</i>	<i>C. Jacea</i>
<i>Lonicera Periclymenum</i>	<i>L. Xylosteum</i>
<i>Primula acaulis</i>	<i>P. veris</i>
<i>Heracleum australe</i>	<i>H. sibiricum</i>
<i>Polygala depressa</i>	<i>P. vulgaris</i>
<i>Circaea lutetiana</i>	<i>C. alpina</i>

Bei den Wanderungen kann es leicht geschehen, dass einzelne Formen in neue Gesellschaft kommen. Aber ebenso, wie die Einwanderer nach den ozeanischen Inseln sich änderten, weil sie unter neue Verhältnisse kamen, ebenso werden auch die Arten einer Gruppe sich ändern können, wenn dieselben ihre Genossen an einem bestimmten Ort überleben und in die Gesellschaft neuer Einwanderer kommen. Wenn eine Art dem Aussterben nahe ist, die Verhältnisse aber im letzten Augenblick noch sich zu bessern anfangen, entweder z. B. weil die Art beugsam ist und sich nach den Verhältnissen richten kann, oder weil das Klima und andere Verhältnisse wieder anfangen sich günstiger zu gestalten, so wird die Art eine neue Art werden können, weil nun die Lebensbedingungen andere geworden sind, als früher, und die Kreuzung mit der Hauptform ausgeschlossen ist ¹⁾. So, glaube ich, lässt sich das Vorkommen nahestehender Arten in verschiedenen Gruppen erklären. Wenn nun eine so geänderte Form bei einem neuen Umschlag des Klimas später wieder mit ihren alten

1) In Kerner's Abhandlung über die Arten des Genus *Tubocytisus* findet man vielleicht hierher gehörige Beispiele.

Kameraden zusammenkommt, wird dieselbe kaum wieder auf ihre alte Form zurückgeführt werden können, wenigstens dann nicht, wenn die Umwandlung in der Zwischenzeit eine so tiefgehende gewesen, dass sie die Kreuzung mit der Hauptform unmöglich gemacht hat¹⁾; es werden aber doch Aenderungen in andern Beziehungen eintreten, und so erhalten wir nahestehende Arten, welche derselben Gruppe angehören.

Dass Veränderungen der Witterungsverhältnisse schon für sich allein die Bildung neuer Formen einleiten kann, scheint aus einer Abhandlung von F. Hildebrand²⁾ hervorzugehen, in welcher dieser über den Einfluss berichtet, den ein ungewöhnlich kühler und feuchter Sommer mit darauffolgendem mildem Winter auf die Pflanzenwelt bei Freiburg in Baden ausgeübt hat. Pflanzen, welche die Blätter abwerfen und im Frühling vor der Blattentfaltung Blüte ansetzen, und welche vorzugsweise dem Binnenland angehören, wie *Daphne Mezereum*, behielten ihre Blätter weit länger als sonst. Die Blätter wurden dicker und saftvoller und würden sich wahrscheinlich bis zur Entwicklung der neuen Blätter gehalten haben, wenn nicht eine Frostnacht sie endlich getötet hätte. Auch die Blumen öffneten sich im Spätherbst, ehe die alten Blätter abgefallen waren. Man hat ja auch immergrüne *Daphne*-Arten, und es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass eine laubwechselnde Art allein durch den Wechsel von trocknen und regnerischen Zeiten nach und nach in eine immergrüne übergehen kann, und umgekehrt.

Lonicera tatarica zeigte nach Hildebrand in jenem feuchten Sommer eine merkwürdige Abweichung von dem Gewöhnlichen. Die Blüten dieser Pflanze sitzen gewöhnlich je zwei und zwei zusammen, wie bei *L. Xylosteum*. Unter jenen ungewöhnlichen Witterungsverhältnissen trieb dieselbe einige Schösslinge, auf welchen die Blüten sich in kopfartigen Blütenständen entwickelten, grade wie bei *L. Periclymenum*. Es besteht somit auch eine Möglichkeit dafür, dass *Lonicera*-Arten mit gepaarten Blüten, wie *L. tatarica*, *L. Xylosteum* u. s. w., in einem feuchten Klima zu Arten mit in einen Kopf zusammengestellten Blüten, wie *L. Periclymenum*, *L. Caprifolium* u. s. w. sich umgestalten könnten. Es würde gewiss von hohem Interesse sein, wenn jemand in einem Treibhaus, in welchem man den ganzen Winter über die Luft feucht und mild erhalten könnte, Versuche anstellen wollte über die Aenderungen, welche unsere inländischen Pflanzen möglicherweise erleiden könnten.

Ich glaube somit, dass jene beiden Perioden zur Bildung von

2) Im entgegengesetzten Falle werden sich Kreuzungsformen bilden. So ist vielleicht *Veronica media*, *Geum intermedium* entstanden; möglicherweise auch *Centaurea decipiens*, *Primula elatior*, *Circaea intermedia* u. a. m.

3) Engler's Jahrbücher IV, 1. S. 1.

neuen Arten beitragen. Und da die zufällige Wanderung in die Ferne doch immer nur zu den Ausnahmen gehört, glaube ich auch, dass die erwähnten Perioden eine der wichtigsten Ursachen für die Aenderung der Formen abgeben. Diese Aenderungen erfordern aber Zeit. Bei jedem Umschlag des Klimas werden immer nur einzelne Arten an den geeigneten Orten in neue Gesellschaft geraten und sich dadurch ändern. Seit der Eiszeit hat sich unter den nach Skandinavien eingewanderten Arten kaum etwas mehr gebildet, als neue Abarten. Aber diese Einwanderer haben auch, seit sie dorthin gelangten, nur einen, oder höchstens einige wenige Wechsel zwischen trocknen und regnerischen Zeiten erlebt, so dass wir darum auch nicht erwarten können, jetzt schon eine große Veränderung zu spüren. Räumt man aber nur hinreichend lange Zeit ein, so werden auch bei langsamer Wanderung durch den Einfluss einer längern Reihe aufeinander folgender und abwechselnd trockner und regnerischer Zeiten doch schließlich ganze Gruppen von Pflanzen sich ändern, einmal die eine Art, ein andermal die andere, bis endlich alle umgewandelt sind. Daher finden wir denn auch, wenn wir z. B. bis zur Mioocänzeit zurückgehen, freilich wol immer noch die in der Gegenwart lebenden Geschlechter, aber eine Vertretung derselben durch größtenteils andere Arten, obwol die Wanderung der Hauptsache nach die ganze Zeit hindurch eine langsame gewesen ist, an welcher ganze Gruppen teilgenommen haben, und bei welcher die Arten mit Massen von Individuen von Ort zu Ort vorgerückt sind.

Was hier gesagt wurde über den Pflanzenwuchs des Landes, gilt aber ebenso gut von allem Pflanzen- und Tierleben. Denn auch die Formen des Meeres sind ähnlichen Perioden unterworfen mit den daraus folgenden Wanderungen und Wandlungen.

Eine Bestätigung der letzten Behauptung sehe ich darin, dass, wie G. O. Suess erzählt, die Tierwelt des Meeres in der Regel bei seichterem Wasser und in der Nähe des Landes am reichsten an Formen ist, wie denn auch die Formen in dieser Region die größte Veränderlichkeit zulassen. In den tiefen Meeresgründen trifft man eine an Formen ärmere Fauna, aber festere Formen, von welchen einige sogar uralten Typen angehören. Bei den Untersuchungen der großen Meerestiefen in den letzten Jahren hat man Formen gefunden, die Gruppen angehören, welche man längst für ausgestorben gehalten hatte. Aehnliche Formen aus ältern Zeiten hat man (nach Suess) auch in den alten Tiefwasserbildungen gefunden, welche in den Alpen gehoben und gefaltet wurden. Der Grund jener Eigentümlichkeiten in den Formen des Tiefseelebens ist wol der, dass jene mehrfach besprochenen Perioden in den tiefen Meeresgründen nur eine schwache Wirkung äußern; und sofern es nun wirklich jene Perioden sind, welche die Aenderung der Formen bedingen, so ist es ja ganz in der Ordnung, dass letztere in großen Meerestiefen sich

auch längere Zeit hindurch unverändert erhalten müssen, als dies in der Nähe des Landes und überhaupt an seichtern Punkten der Fall sein kann¹⁾.

(Schluss folgt.)

Die Urheimat der gemeinen kultivirten Bohne (*Phaseolus vulgaris*) und der Kokospalme.

Linné hatte Indien für die Heimat der gemeinen Bohne erklärt, und diese Angabe ist in die Lehrbücher und noch in die Flora von British Indien vom Jahre 1879 übergegangen. Aber schon in seiner *Géographie botanique raisonnée* vom Jahre 1855 hatte Alphonse de Candolle darauf hingewiesen, dass dieser Annahme der Umstand entgegenstände, dass ein Sanskritname für die Pflanze fehlt, und dass sich nicht erweisen lässt, dass die Bohne in früher Zeit in Indien oder weiter im Osten kultivirt worden wäre. Er selbst hielt den *Dolichos* oder *Phaseolus* der Griechen und Römer der Kaiserzeit für unsere Bohne und suchte die Heimat derselben irgendwo im nordwestlichen Asien. Neuerdings hat man indess Früchte und Samen der gemeinen Bohne, zusammen mit Samen und andern vegetabilischen Substanzen ausschließlich amerikanischen Ursprungs in Gräbern des alten Totenfeldes von Ancon in Peru aufgefunden. Dies veranlasst denn auch De Candolle zu einer Aenderung seiner Ansichten. In seinem neuesten Werke: *Origine des plantes cultivées* (Bibl. sc. internat. tom. XLIII. Paris. Bailliére Co. 1883.) setzt er auseinander, dass wir kein sicheres Zeugniß dafür haben, dass die Pflanze vor der Entdeckung Amerikas in Europa bekannt gewesen wäre, und dass unmittelbar nachher dieselbe gleich in mehreren Varietäten in den Gärten erscheint und von den Autoren erwähnt wird. Er führt ferner an, dass die meisten der verwandten Arten der Gattung in Südamerika einheimisch sind, und dass tatsächlich mehrere Sorten Bohnen vor der Ankunft der Spanier in Amerika kultivirt wurden. Trotzdem kann er sich nicht entschließen, unsere Bohne als amerikanisch zu bezeichnen und führt dieselbe vielmehr unter den drei Kulturgewächsen auf, bei denen er es unentschieden lässt, ob ihre Heimat in der alten oder neuen Welt zu suchen sei. In einer Besprechung von De Candolle's Werk in dem ersten Wochenheft der neuen Zeitschrift „Science“ (Cambridge Mass. U. S. A.) weist Asa Gray darauf hin, dass die von De Candolle angeführten Gründe doch sehr entschieden für einen amerikanischen Ursprung unserer Bohne sprechen. Mais, Bohnen und Kürbisse seien

1) Hier ist jedoch zu bemerken, dass Neumayr neuerdings sich dahin ausgesprochen hat, dass die Behauptung von dem größern Reichtum des tiefen Meeres an alten Typen, in Vergleich mit den Küstengegenden, bisher noch nicht als bewiesen angesehen werden darf.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1883-1884

Band/Volume: [3](#)

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

Artikel/Article: [Ueber Wechsellagerung und deren mutmassliche Bedeutung für die Zeitrechnung der Geologie und für die Lehre von der Veränderung der Arten. 417-434](#)