

Werk

Titel: Die mikroseismische Bewegung

Autor: Meißner , Otto

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006 | LOG_0041

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

hergestellten Bastard zusammengespannt sind, hat auch mitunter die Folge, daß die Pollenkörner, die mit ungleichem Erbgut ausgestattet sind, also ungleiche haploide Genotypen darstellen, verschiedene Keimungs- und Wachstumsgeschwindigkeit oder verschiedene Ausgiebigkeit des Wachstums besitzen, trotzdem sie aus dem gleichen Pollensack, ja aus der gleichen Pollentetrade hervorgehen. Der durchschnittlich rascher oder weiter wachsende Pollenschlauchtypus hat dann natürlich mehr Aussicht zur Befruchtung zu gelangen als der durchschnittlich trägere oder schwächere, und dieser Umstand führt zu einer Störung der Mendelzahlen. Es leuchtet ein, daß die Zahlenverhältnisse zwischen den die Befruchtung ausführenden Pollentypen z. B. von der Menge der Pollenschläuche abhängen müssen, weil bei spärlicher Bestäubung auch die trägeren Pollenschläuche zur Befruchtung zugelassen werden. Die weitgehende Inkonsistenz der Zahlenverhältnisse, die bei Önotherenzüchtungen immer wieder auffällt, ist damit entwicklungsphysiologisch erklärt und die Abweichung von den Mendelschen Gesetzen als scheinbar erkannt.

Schluß.

Der Aspekt des Önotherenproblems hat sich mit den referierten Erkenntnissen wesentlich verschoben. Die Mutabilität hört auf, die wichtigste Erscheinung in dieser an Vererbungsanomalien so reichen Pflanzengruppe zu sein. Viel bedeutsamer erscheint uns jetzt im Gegenteil gerade die weitgehende Konstanz der als vielfache Heterozygoten erkannten Formen. Das Rätsel der auch sonst beobachteten Konstanz von Artbastarden hat wenigstens hier eine ganz unerwartete, aber für den Mendelianer recht befriedigende Lösung gefunden: durch Faktorenkoppelung herbeigeführte Zweizahl der Keimzelltypen trotz vielfacher Heterozygotie; von Generation zu Generation immer neu wiederholte Bastardbildung; Beseitigung der Homozygoten nach ihrer Bildung, oder Verhinderung der Homozygotenbildung durch geschlechtsbegrenzte Vererbung; kurz, praktische und auch in diesem eingeschränkten Sinn nur angenäherte Konstanz (Mutabilität!) der zur vollen Entwicklung gelangenden Zygoten, nicht Gleichförmigkeit der Keimzellen, wie sie eine im Mendelschen Sinn konstante Sippe auszeichnet. Ob dieses Verhalten ein seltenes Kuriosum ist, oder ob es den gewöhnlichen Vererbungsmodus der noch wenig studierten Artmischlinge darstellt, werden zukünftige Forschungen ans Licht bringen. Um ein beträchtliches Stück zeigt sich jedenfalls schon jetzt der Geltungsbereich der Mendelschen Gesetze erweitert, und es wird immer wahrscheinlicher, daß es eine andere Vererbungsweise nach Kreuzung als die Mendelsche nicht gibt, wenn auch von den klaren Verhältnissen der klassischen Fälle häufig nur noch ein vielfach getrübt Bild sich erhält: Die Würfel werden nicht immer auf eine Art ge-

mischt und geworfen, die keine andre Macht als den Zufall wirken läßt, sondern der Wurf wird oft so gelenkt, daß dem Zufall nicht mehr viel Spielraum bleibt, im äußersten Fall so, daß von einer Vielzahl möglicher Kombinationen nur eine einzige Alternative übrig ist. Aber ohne Würfelspiel, ohne entweder oder geht es wahrscheinlich bei der Keimzellenbildung keines Wesens ab, das als Mischling erzeugt ist und unter Beibehaltung der Reduktionsteilung auf geschlechtlichem Weg weiterzeugt. Sobald natürlich z. B. Zeugungsverlust als Folge einer Kreuzung sich einstellt, haben die Mendelschen Gesetze ihre Rolle ausgespielt und hat die Konstanz nichts Auffallendes mehr.

Für das Studium der Mutationserscheinungen, der genotypischen Veränderung der Lebewesen von innen heraus, sind die Önotheren jetzt als die ungeeignetsten Objekte erkannt, die man nur finden kann. Denn wenn einmal eine Abänderung im Erbanlagenbestand eines Individuums — ohne grobe Störung der Chromosomenverhältnisse — vor sich gehen sollte, so haben wir kein Mittel, die echte Mutation als solche zu erkennen und von den gewöhnlichen Spaltungserscheinungen, den Pseudomutationen, zu unterscheiden. Daß echte Mutationen bei den verschiedensten Lebewesen gelegentlich vorkommen, unterliegt kaum einem Zweifel. Aber sie sind sicher recht selten, was das eingehende Studium sehr erschwert, und deshalb ist es höchst bedauerlich, daß wir uns von dem Glauben, bei den Önotheren reichliches und durchsichtiges Material von Mutationserscheinungen dauernd zur Verfügung zu haben, trennen müssen.

Literatur.

- H. de Vries, Die Mutationstheorie, 1. Bd. 1901. 2. Bd. 1903.
H. de Vries, Gruppenweise Artbildung. 1913.
H. de Vries, Halbmutanten und Zwillingsbastarde. Berichte der Deutsch. Botan. Gesellsch. 1917.
B. M. Davis, Oenothera Neo-Lamarckiana, hybrid of O. Franciscana Bartl. $\times$ O. biennis L. American Naturalist 1916, vol. 50.
N. Heribert-Nilsson, Die Variabilität der Oenothera Lamarckiana und das Problem der Mutation. Zeitschr. f. induct. Abstammungs- u. Vererbungslehre 1912. Bd. 8.
N. Heribert-Nilsson, Die Spaltungserscheinungen der Oenothera Lamarckiana. Lunds Universitets Årsskrift 1915, Bd. 12.
O. Renner, Befruchtung und Embryobildung bei Oenothera Lamarckiana und einigen verwandten Arten. Flora 1914, Bd. 107.
O. Renner, Versuche über die gametische Konstitution der Önotheren. Zeitschr. f. Abat. u. Vererbungslehre 1917, Bd. 18.

Die mikroseismische Bewegung.

Von Otto Meißner, Potsdam,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter am Kgl. Geodät. Institut.

§ 1. Einleitung.

Während die großen, als Erdbeben bezeichneten Bewegungen der festen Erde begreiflicher

weise schon seit den ältesten Zeiten infolge ihrer oft verheerenden Wirkungen die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen haben, hat man erst in den letzten Jahrzehnten, besonders seit der Einführung des Horizontalpendels durch von Rebeur-Paschwitz¹⁾, erkannt, daß auch in seismisch ganz ruhigen Gegenden der „feste“ Erdboden so gut wie niemals in vollkommener Ruhe verharret, sondern beständigen, wenn auch sehr geringen und eben nur durch empfindliche Apparate meßbaren Schwankungen unterliegt. Solche Störungen, wenn sie ganz langsam und allmählich erfolgen, bezeichnet man als „bradyseismisch“²⁾; sie haben oft ihren Grund in Sackungen des lokalen Untergrundes, in welchem Falle sie eine allmähliche Verlagerung des Nullpunktes des Apparates bewirken, zum Teil sind sie auch periodischer Natur und beruhen auf einer Ebbe und Flut des festen Erdkörpers, worüber kürzlich von Professor Schweydar in dieser Zeitschrift berichtet worden ist. Außer diesen Bewegungen nun und den Aufzeichnungen ferner und naher, sich aber der direkten Beobachtung durch den Menschen infolge ihrer Kleinheit entziehender Erdbeben verzeichnen die Erdbebeninstrumente Störungen von kürzerer Periode, die oft mit großer Gleichmäßigkeit, oft auch rhythmisch an- und abschwellend, lange Zeit hindurch anhalten und ganz bestimmt nicht auf Erdbeben zurückzuführen sind; man bezeichnet sie allgemein als „mikroseismische Bewegungen“. Natürlich verzeichnen die Instrumente auch von Menschen oder Menschenwerk herrührende Störungen der verschiedensten Art: jeder in der Nähe des Apparates vorüberfahrende Lastwagen versetzt das Instrument in Schwingungen von sehr kurzer Periode, ebenso wirken die durch industrielle Betriebe hervorgerufenen Störungen. Alle diese „künstlichen“, durch ihre charakteristische Gestalt meist ohne weiteres als solche erkennbaren Störungen, zu denen auch die Explosionen von Pulver- und ähnlichen Fabriken gehören, die die Erdbebenapparate noch auf mehrere hundert Kilometer hin in Bewegung zu setzen vermögen, sind von unseren folgenden Betrachtungen ausgeschlossen.

§ 2. Die Tagesunruhe.

Die eigentlichen mikroseismischen Bewegungen, die, wie gesagt, meistens mit sehr großer Sicherheit sowohl von den ferneren Erdbeben (bei ganz nahen Beben fällt die Trennung oft ziemlich schwer wegen der Übereinstimmung der Perioden beider Erscheinungen) wie von den künstlichen Störungen zu unterscheiden sind, zerfallen je nach der Länge ihrer Periode in verschiedene, verhältnismäßig leicht auseinander zu haltende Klassen.

Die mikroseismischen Bewegungen mit einer Periode von weniger als etwa 3 Sekunden be-

¹⁾ Vgl. Prof. Schweydar, Über die Elastizität der Erde. Die Naturw. 1917, Heft 38.

²⁾ βραδύς = langsam.

zeichnet man mit Hecker als „allgemeine Tagesunruhe“; man nimmt meist an, daß es sich hier noch um „künstliche“, durch die Zunahme des menschlichen Verkehrs bei Tage herrührende Störungen handelt, so daß sie also streng genommen nicht hierher gehörten. Indes halte ich es aus verschiedenen Gründen nicht für ausgeschlossen, daß ein Teil dieser ganz kurzperiodischen Störungen auf nicht mit dem Verkehr zusammenhängende Bewegungen zurückzuführen ist, womit die Bezeichnung mikroseismische Bewegung auch für diese Klasse von Störungen gerechtfertigt wäre.

§ 3. Die kurzperiodische mikroseismische Bewegung.

Die mikroseismische Bewegung mit Perioden zwischen etwa 3—4 und 8—10 Sekunden ist schon mehrfach eingehend studiert worden. Sie zeigt einen ausgesprochenen jährlichen Gang, indem sie im Sommer fast verschwindet, im Winter dagegen oft eine bedeutende Stärke erreicht. Dieser Umstand sowie die bemerkenswerte Übereinstimmung der Periode dieser Klasse mikroseismischer Bewegung mit der der Meereswellen veranlaßte Wiechert zu der Annahme, daß die Brandung die Ursache der mikroseismischen Bewegung sei, für Mittel- und Nordeuropa im besonderen die Brandung an der Südküste von Norwegen. Gutenberg glaubt dies auch nachgewiesen zu haben. Untersuchungen von Hecker und neuere von mir ließen zwar auch einen Parallelismus beider Erscheinungen erkennen, der aber doch nicht so weitgehend ist, wie es bei einem ursächlichen Zusammenhang zwischen Seegang in Norwegen und mikroseismischer Bewegung zu erwarten wäre; es kommt z. B. vor, daß in Norwegen starker Seegang, in Mitteleuropa dagegen keine oder nur sehr schwache mikroseismische Bewegung herrscht, und umgekehrt. Allerdings sind diese Fälle nicht häufig; im großen und ganzen ist, wie bereits eben bemerkt, ein paralleler Gang erkennbar, so daß ein, wenn auch indirekter Zusammenhang jedenfalls vorhanden ist.

Die Stärke dieser mikroseismischen Bewegung ist von der Größenordnung eines tausendstel Millimeters, kann aber in Perioden starker Unruhe bis auf mehr als ein hundertstel Millimeter steigen. Die Periode der einzelnen Wellen wächst, von einigen Ausnahmen abgesehen, mit der Stärke der Bewegung. Bei größerer Intensität findet fast stets im Verlaufe einiger Minuten ein rhythmisches Anschwellen und Abflauen der Bewegung statt, was den Aufzeichnungen ein charakteristisches Aussehen gibt.

Oft schwillt, und zwar in ganz Mitteleuropa, im Verlauf weniger Stunden die mikroseismische Bewegung zu bedeutender Stärke an; hält sich einige Zeit, oft mehrere Tage, annähernd auf gleicher Höhe und nimmt dann ab; gewöhnlich aber weniger schnell, als sie gewachsen ist. Solche Fälle kommen von September bis April vor; im

Sommer ist, wie gesagt, die Erscheinung wenig auffallend, und etwa 25 Tage der Sommermonate sind überhaupt frei von meßbarer mikroseismischer Bewegung der in Frage kommenden Periode, die, wenn sie zu dieser Jahreszeit überhaupt auftritt, meist 4 Sekunden beträgt, während sie im Winter bei großer Unruhe bis auf 8, ja 10 Sekunden steigt.

Auch ein *täglicher* Gang dieser mikroseismischen Bewegung ist vorhanden, natürlich nur im Winter. Er beträgt allerdings nur einige zehntausendstel Millimeter, ist doch aber meist schon auf den Registrierbögen ohne weiteres erkennbar. Dabei ist zu bemerken, daß die übliche Vergrößerung ungefähr 200fach ist: freilich hängt sie noch von der Dämpfung und der Eigenperiode der Pendel ab, doch braucht hier wohl nicht näher darauf eingegangen zu werden.

Nun habe ich kürzlich in einer in den „Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie“ erscheinenden Arbeit auch die mikroseismische Bewegung an mehreren *russischen* Stationen, nämlich Pulkowa, Taschkent und Irkutsk, untersucht. Dort hatte der unlängst verstorbene, als Theoretiker wie als Praktiker gleich hervorragende Fürst *Galitzin* in den letzten Jahren vor Kriegsausbruch moderne Apparate, nach einer von ihm selbst erfundenen Konstruktion mit aperiodisch gedämpften Pendeln und galvanometrischer Registrierung (bei sehr großer Registriergeschwindigkeit) aufstellen lassen. Aus ihren Aufzeichnungen geht hervor, daß überall, auch in Irkutsk, also tief im Innern von Sibirien, die mikroseismische Bewegung dieselbe Jahresperiode mit einem Maximum im Winter und einem Minimum im Sommer besitzt wie in Mitteleuropa. Dafür kann man aber doch unmöglich noch den Seegang in Norwegen verantwortlich machen wollen! Allerdings nimmt die Intensität der mikroseismischen Bewegung von Pulkowa bei Petersburg nach Sibirien hin stark ab, aber der jährliche Gang bleibt, wie gesagt, genau derselbe.

Da nun dieselbe jährliche Periodizität an allen von mir untersuchten Stationen, von Upsala in Schweden bis Graz in den Alpen, von Hamburg an der Nordsee bis Irkutsk in Sibirien auftritt, an eine ursächliche Beeinflussung durch die Meeresbrandung nach dem bereits Ausgeführten aber nicht zu denken ist, bleibt nur übrig, die *Unruhe des Luftmeeres* als Erklärungsursache heranzuziehen. Tatsächlich fand ich denn auch, daß an den Tagen mit starker mikroseismischer Bewegung in Potsdam zwischen Nord- und Südeuropa große Luftdruckdifferenzen bestanden, während sie an mikroseismisch ruhigen Tagen sehr viel kleiner waren. Zu ähnlichen Ergebnissen sind auch andere Forscher, wie *Folie* in Brüssel, gelangt. Zwar ist die Luft 770-mal leichter als das Wasser, aber der Einfluß des

lions von Quadratkilometern, während die Brandung zwar mit unvergleichlich viel größerer Gewalt, aber nur linear, an der Küste, arbeitet. Daß unmittelbar an der Küste die mikroseismische Bewegung von der Brandung stark beeinflusst wird, ist selbstverständlich: aber weit ins Innere kann dieser Einfluß nicht gehen. — In welcher Weise die Luftdruckänderungen den Erdboden in Schwingungen von so regelmäßiger Art, wie sie beobachtet werden, versetzen, ist bisher noch nicht mit Sicherheit festzustellen gewesen. Die Zukunft muß hier Aufklärung bringen. Vielleicht handelt es sich um Eigenschwingungen großer Teile des eurasiatischen Kontinents: daß die Periode dieser Schwingungen nicht konstant ist, sondern mit der Intensität zunimmt, kann damit immerhin vereinbar sein.

§ 4. Windstörungen.

Bei der oben behandelten Art mikroseismischer Bewegung ist die Stärke des örtlichen Windes nicht von maßgebendem Einfluß. Nur *Pechau* erklärt sie als durch die Windverhältnisse der Station hervorgerufen, aber dann bliebe die gleichmäßige Zu- und Abnahme über weite Ländergebiete völlig unerklärt. Tatsächlich verhält es sich damit ebenso wie mit dem Seegang: es ist ein ungefährender Parallelismus zwischen mikroseismischer Bewegung und Windstärke vorhanden, wie das auch gar nicht anders sein kann, da große Luftdruckunterschiede zwischen Nord- und Südeuropa in der Mehrzahl der Fälle bei uns auch lebhaftere Luftbewegung zur Folge haben, aber ein direkter Zusammenhang besteht nicht, und es herrscht sogar z. B. in Potsdam bei starker mikroseismischer Bewegung oft ganz ruhiges Wetter, wenn nämlich die Station im Bereiche eines barometrischen Maximums über Südosteuropa liegt, während über den britischen Inseln der Luftdruck tief ist. Da bei dieser Wetterlage bei uns im Winter in der Regel Frostwetter herrscht, hat man auch wohl den Bodenfrost als Ursache der mikroseismischen Bewegung angesprochen, aber gleichfalls zu Unrecht, denn es kommen selbst im Winter Zeiten vor, wo trotz starker mikroseismischer Bewegung ganz Mitteleuropa nahezu frostfrei ist, wie eine schon 1905 von *Hecker* unter meiner Mitwirkung ausgeführte Untersuchung gezeigt hat.

Mikroseismische Bewegungen mit Perioden von 10 bis 20 Sekunden sind sehr selten. Dagegen zeichnen Instrumente mit dafür geeigneter, nämlich nicht zu kleiner Eigenperiode und bei passender Registriergeschwindigkeit mit großer Deutlichkeit Wellen mit Perioden von etwa 25 bis 40 Sekunden, deren Intensität in unzweideutiger Weise mit der Windstärke auf der Station zusammenhängt. Sie sind nach *Hecker* „als eine Folge der Reibung des bewegten Luftmeeres an der Erdoberfläche“ aufzufassen. Die Ab- und Zunahme dieser Klasse mikroseismischer Bewegung mit der Windstärke tritt sogar bei einer