

auf, und es ist so erreicht, daß das Schreibgerät in unmittelbarer Nähe des zu untersuchenden Objektes betrieben werden kann, trotzdem eine etwa 30000fache Spannungsverstärkung vorhanden ist. Dem zu untersuchenden Objekt wird nur eine sehr geringe Leistung entzogen, weil parallel zum Eingang des Verstärkers nur ein Schutzwiderstand von 1 Megohm liegt. Auf diese

schiedenen Werte der verwendeten Verstärker-
röhren.

Der Apparat befindet sich seit einiger Zeit für die oben angedeuteten Untersuchungen am lebenden Gehirn im praktischen Betrieb. Er ergibt gegenüber dem bisher von uns verwendeten EINTHOVENschen Saitengalvanometer eine außerordentlich verbesserte Arbeitsmöglichkeit dadurch, daß

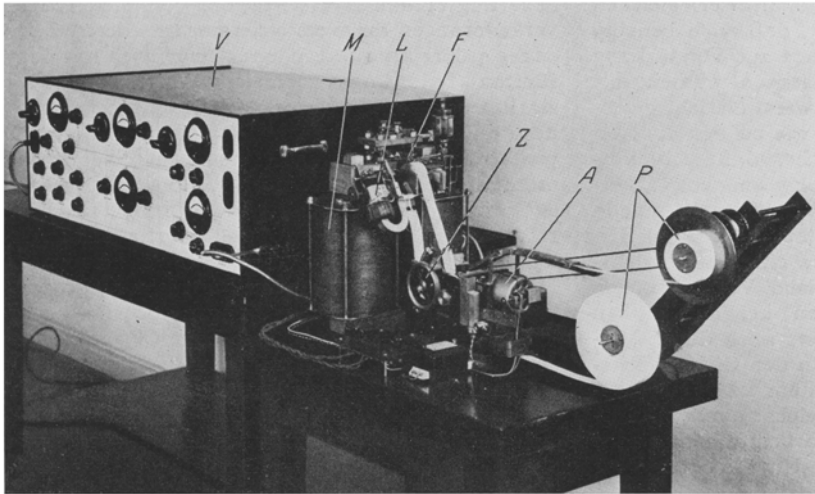


Fig. 2. Ansicht der ganzen Apparatur. *V* = Verstärker, *M* = Magnet des Schreibers; *A* = Antriebsmotor für die Papierstreifenförderung; *Z* = auswechselbare Zahnräder; *F* = Sitz der Schreibfeder; *P* = Papierrollen; *L* = Lautsprecher-system für die Zeitschreibung.

Weise wird die Leistung in dem Verstärker etwa auf das Billionenfache gesteigert.

Nur die Endröhren mit ihren Anodenkreisen werden aus einer Akkumulatorenbatterie gespeist. Diese Batterie kann in einem abseits liegenden Akkumulatorenraum Aufstellung finden, von wo aus der Strom zum Verstärker durch nicht besonders geschützte Leitungen zugeleitet wird. Die Batterie kann auch durch einen netzgespeisten Gleichrichter ersetzt werden.

Fig. 2 zeigt eine Photographie der gesamten Anordnung in ihrem jetzigen Aufbau. Von den vielen vorhandenen Bedienungsknöpfen brauchen während des Betriebes nur ein Schalter zur Inbetriebsetzung der Papierbeförderung und ein Regulierwiderstand zum Einstellen der Gittervorspannung bedient werden. Die anderen Knöpfe dienen zur Abgabe von Eichspannungen, zur Überwachung der Batteriespannungen und zur einmaligen Einstellung auf die jeweils etwas ver-

wegen jedenfalls nicht durchgeführt worden.

Ein geringer Nachteil liegt allerdings noch darin, daß Ströme mit Frequenzen über 100 Hertz nur mit verminderter Amplitude wiedergegeben werden, aber die bioelektrischen Vorgänge sind nur selten von höherer Frequenz, und die meisten photographisch registrierenden Apparaturen sind in diesem Punkte auch nicht leistungsfähiger. Auf Grund der großen Leistung des Verstärkers läßt sich aber bei besonderen Untersuchungen dieser Nachteil dadurch völlig ausgleichen, daß über eine Oscillographenschleife von 10000 Hertz Eigenschwingung eine photographische Registrierung auch der schnellsten Vorgänge naturgetreu vorgenommen werden kann. Der Betrieb dieser Oscillographenschleife ist auch möglich, wenn die mit Tinte schreibende Apparatur gleichzeitig arbeitet; eine Beeinflussung findet dadurch nicht statt.

Die beschriebene Apparatur ist von mir „Neurograph“ genannt worden.

Zur Analyse der Formvariationen.

II. Einige Gesetzmäßigkeiten in der Variabilität der Fleckenform bei *Epilachna chrysomelina* F. (Coleopt. Coccinellidae.)

Von S. R. ZARAPKIN und H. A. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY, Berlin-Buch.

(Aus der Genetischen Abteilung des Kaiser Wilhelm-Instituts für Hirnforschung.)

1. *Einleitung.* Bei der Analyse und dem Vergleich von Körperkonstitutionen spielen Indexe,

die die Form gewisser Merkmale und Körperteile charakterisieren, eine große Rolle. Gewöhnlich

werden außer den absoluten Größenmaßen nur die Durchschnittsindexe verglichen, wobei die Abhängigkeit der Form (des Indexes) von der Größe des Merkmals, anders gesagt, die Tendenz oder Gerichtetheit der Formveränderung, außer acht gelassen wird. Es ist aber leicht, die drei Elemente der Variabilität eines zweidimensionalen Merkmals (z. B. Breite und Länge des Kopfes oder eines Fleckes) graphisch zu charakterisieren, indem man Kurven aufzeichnet, wo auf der Abszisse die Klassen der einen Dimension (z. B. Breite) und auf den Ordinaten die Abweichungen des Index dieser Klassen von einem angenommenen Index (z. B. Breiten-Längen-Verhältnis 1:1) aufgetragen werden. Solche „Formtendenzkurven“ ergeben neben Größe und Form des betreffenden Merkmals auch ein gutes Charakteristikum der Gerichtetheit der Formveränderung in dem untersuchten Material. Die Methode der Aufzeichnung von „Formtendenzkurven“ wurde an anderer Stelle beschrieben (TIMOFÉEFF-RESSOVSKY und ZARAPKIN 1932); hier wollen wir einige Ergebnisse der Untersuchung an variierenden Elytrenflecken von *Epilachna chrysomelina* F. bringen, die den analytischen Wert dieser Methode zeigen.

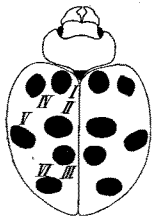


Fig. 1.
Schematische Zeichnung einer *Epilachna chrysomelina* mit den 6 Elytrenfleckenpaaren.

2. *Zeichnungsmuster der Epilachna.* *Epilachna chrysomelina* hat je sechs schwarze Flecke auf hellrotbraunen, manchmal mit diffusem schwarzen Pigment versehenen Elytren (Fig. 1). Jede Rasse zeigt eine konstante Lage, typische, aber innerhalb gewisser Grenzen schwankende Größe und Form und eine typische Richtung der Längsachse jedes Fleckes, was auf gewebliche Determiniertheit des Fleckenmusters schließen läßt. Das Fleckenmuster kann sowohl durch Erbfaktoren als auch durch Milieubedingungen beeinflusst werden.

3. *Analyse der Fleckenvariabilität bei Epilachna chrysomelina.* Es wurden von uns Flecke bei Käfern aus drei verschiedenen Rassen (aus Split, Korfu und Palästina) und in Kulturen, die bei verschiedener t° gezüchtet wurden, analysiert. Es wurde die Länge und die Breite jedes Fleckes gemessen. Die Form der Flecke jeder Breitenklasse (bzw. Längenklasse) wurde bestimmt, ihre Abweichung von der runden Form (Breiten-Längen-Verhältnis 1:1) berechnet, in Standardabweichungen (σ) ausgedrückt und so als „Formtendenzkurve“ gezeichnet.

Auf Fig. 2–5 sind „Formtendenzkurven“ der Flecke II, III, IV und VI der Korfu- (ausgezogen) und der Palästinarasse (punktiert) angegeben.

Fleck II (Fig. 2) zeigt bei den zwei Rassen geringe Unterschiede in Größe und „Formtendenz“ und einen ziemlich bedeutenden Unterschied der Durchschnittsform („querovaler“ bei der Korfurasse).

Fleck III (Fig. 3) zeigt bei den beiden Rassen einen ganz anderen Unterschied. Die „Formtendenzkurve“ der Korfurasse ist einfach eine Verlängerung der Palästinakurve. Die Gerichtetheit der Variation des Fleckes III ist bei beiden Rassen genau die gleiche, die Größe und die Durchschnittsindexe sind aber verschieden.

Fleck IV (Fig. 4) zeigt wieder ein anderes Bild: Größe, Form und Gerichtetheit sind verschieden bei den zwei Rassen. Die „Formtendenzkurven“ sind aber nicht geradlinig wie auf Fig. 2 bis 3: die Palästinarasse zeigt eine Verlangsamung und die Korfurasse eine Beschleunigung der Abweichung von der runden Form bei Zunahme der Größe.

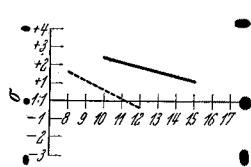


Fig. 2.

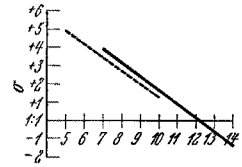


Fig. 3.

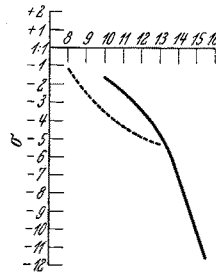


Fig. 4.

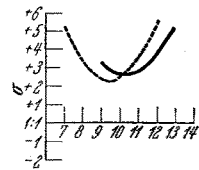


Fig. 5.

Fig. 2–5. „Formtendenzkurven“ des II. (Fig. 2), III. (Fig. 3), IV. (Fig. 4) und VI. (Fig. 5) Fleckes der Palästina- (punktiert) und Korfurasse (ausgezogen) von *Epilachna chrysomelina*. Auf der Abszisse sind Längenklassen der Flecke aufgetragen, und die Ordinaten zeigen Abweichungen der Flecke der betr. Längenklasse von der runden Form in der Richtung zu queroval (nach oben) oder zu längsoval (nach unten von der Abszisse), ausgedrückt in Standardabweichungen der betr. Variationsreihen.

Die Gerichtetheit der Formveränderung des Fleckes VI (Fig. 5) ist besonders auffallend: die kleinsten Flecke sind stark queroval, die mittelgroßen werden rundlicher und die größten sind wieder stark queroval. Ebenso wie in Fleck II haben die beiden Rassen genau die gleiche „Formtendenz“ und unterscheiden sich voneinander nur in Größe und, im Zusammenhang damit, der Durchschnittsform des Fleckes VI.

Die Kurven der Flecke I und V werden nicht angeführt, da Fleck I im Prinzip wie Fleck III und Fleck V wie Fleck II variiert.

Auf Fig. 6 ist die Variabilität des Fleckes III in drei ingezüchteten Kulturen, die aus den Palästina-, Korfu- und Splitrassen stammen, angegeben. (Die Kurven sind hier und auf den

weiteren Figuren anders als auf Fig. 2 bis 5 gezeichnet: auf den Abszissen sind Breitenklassen aufgetragen, und Abweichungen von der runden Form sind in Richtung zu queroval nach unten und zu längsoval nach oben von der Abszisse angegeben.) Die Palästina- und Korfukulturen zeigen

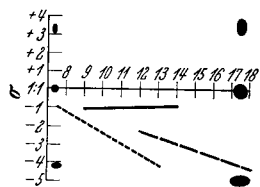


Fig. 6. „Formtendenzkurven“ des III. Fleckes bei drei ingezüchteten Kulturen: aus Palästina (punktiert), Korfu (ausgezogen) und Split (gestrichelt). Auf der Abszisse sind Breitenklassen aufgetragen, und die Abweichungen der Flecke

dieser Klassen von der runden Form sind in Richtung zu queroval nach unten und zu längsoval nach oben von der Abszisse (in Standardabweichungen) angegeben.

bei ungefähr gleicher Größe deutliche Unterschiede sowohl in Form als auch in der Gerichtetheit der Formveränderungen des Fleckes III. In der Splitkultur ist der Fleck III viel größer, hat eine intermediäre Form und eine „Formtendenz“, die der der Palästina- und Korfukulturen ähnlich ist.

Die angeführten Beispiele genügen, um zu zeigen, daß durch erbliche (Rassen-) Unterschiede alle drei Elemente der Fleckenvariabilität (Größe, Form- und Gerichtetheit der Formveränderung) beeinflußt werden können. Wir können folgende drei „Unterschiedstypen“ antreffen: 1. Es besteht nur ein Größenunterschied, die Gerichtetheit der Formveränderung ist die gleiche, und ein eventueller Unterschied der Durchschnittsform ist sekundär dadurch bedingt, daß die eine Kurve eine Verlängerung der anderen ist; als Beispiele können die Flecke III und VI der Palästina- und Korfurasse dienen (Fig. 3 und 5). 2. Die Ausgangsform ist verschieden bei gleicher Größe und „Formtendenz“. Als Beispiel kann Fleck II dienen (Fig. 2). 3. Die Gerichtetheit („Tendenz“) der Formvariation ist verschieden, die Größe und die Ausgangsform können gleich sein. Beispiele: Fleck IV der Palästina- und Korfurassen und Fleck III der ingezüchteten Kulturen aus Palästina und Korfu (Fig. 4 und 6). Diese drei Typen von Unterschieden können selbstverständlich auch kombiniert vorkommen.

Um den Einfluß eines Milieufaktors auf die „Formtendenzkurven“ der Elytrenflecke festzustellen, wurden Temperaturversuche mit zwei ingezüchteten Epilachnakulturen (aus Palästina und aus Split) durchgeführt. Die Elytrenflecke reagieren stark auf t° (wenn letztere im Praepupastadium einwirkt), und zwar so, daß die Pigmentmenge (Fleckengröße) umgekehrt proportional der Temperatur sich verändert. Auf Fig. 7 bis 9 sind „Formtendenzkurven“ der Flecke I, II und III der Palästina- (punktiert) und Splitkultur (ausgezogen) bei 35° (jeweils die linken Kurven) und bei 20° (die rechten Kurven) angegeben. Alle drei Figuren zeigen im Prinzip das gleiche: die „Formtendenzkurven“ der zwei Kulturen weisen

(wie auch in allen oben angeführten Beispielen) klare Unterschiede auf; innerhalb jeder Kultur ruft aber die Temperaturerhöhung nur eine Verschiebung der entsprechenden Kurve nach links hervor, ohne an ihr etwas zu ändern. Die Flecke IV, V und VI zeigen genau dasselbe, und die entsprechenden Kurven werden deshalb, um Platz zu sparen, nicht angeführt. Es handelt sich hier

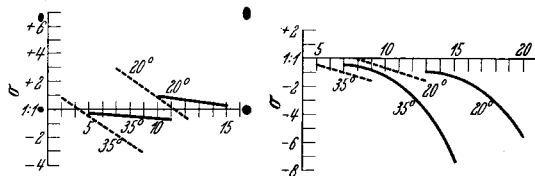


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 7—9. „Formtendenzkurven“ der Flecke I, II und III in einer Palästina- (punktiert) und einer Splitkultur (ausgezogen) unter Einfluß von hoher (35°) und tiefer (20°) Temperatur.

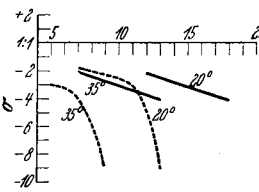


Fig. 9.

also bloß um eine Größenänderung der Flecke, ohne Beeinflussung der Form oder Gerichtetheit der Formvariation. Diese Fälle sind aber deutlich zu unterscheiden von solchen, in denen erbliche Unterschiede die Pigmentmenge eines bestimmten Fleckes ändern (z. B. Fig. 2) und dadurch eine „Verlängerung“ der Formtendenzkurve hervorrufen: bei den Temperaturmodifikationen wird das ganze Muster des betreffenden Fleckes in einen anderen Maßstab „transponiert“. Diese Art der Reaktion scheint typisch für milieubedingte Unterschiede zu sein.

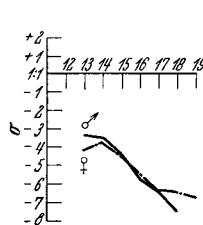


Fig. 10.

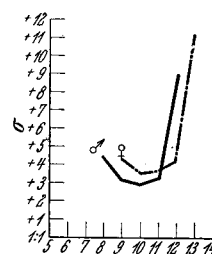


Fig. 11.

Fig. 10—11. „Formtendenzkurven“ der Flecke VI (Fig. 10) und IV (Fig. 11) bei Weibchen und Männchen aus einer ingezüchteten Epilachna chrysolina-Kultur.

Zum Schluß bringen wir noch auf Fig. 10—11 Formtendenzkurven zweier Flecke (VI und IV) bei ♀♀ und ♂♂ aus einer ingezüchteten Kultur. Fleck VI (Fig. 10) zeigt keine Geschlechtsbegrenzttheit, und die Kurven der ♀♀ und ♂♂ sind (abgesehen von geringen fluktuativen Unterschieden) identisch. Fleck IV ist bei den ♀♀ etwas größer

(Geschlechtsbegrenztheit der Fleckengröße), und die Kurven (Fig. 11) zeigen genau das gleiche wie im Temperaturversuch: ohne Veränderung ist die φ -Kurve nach rechts (in einen „größeren Maßstab“) verschoben.

4. *Schlußbemerkungen.* Das oben analysierte Material hat gezeigt, daß der Variationsmodus jedes Fleckes aus drei Elementen: Größe, Form und Gerichtetheit der Formvariation besteht. Um richtig die Art von Faktoren, die einen Unterschied in einem bestimmten Merkmal hervorrufen, zu bestimmen, müssen alle drei Elemente, vor allem aber die Gerichtetheit der Formvariation, berücksichtigt werden. Letzteres deswegen, weil, wie auch in anderen Fällen gezeigt wurde (TIMOFÉEFF-RESSOVSKY 1931; ZARAPKIN 1930), die Variationsrichtung (die Spezifität der Manifestierung) vorwiegend, wenn nicht ausschließlich, erblich bedingt ist und gegenüber Milieueinflüssen, die die „Intensität“ (das Quantitative) der Merkmalsmanifestierung gewöhnlich stark beeinflussen, sehr resistent ist.

Es muß zum Schluß noch einmal betont werden, daß nur bei Mitberücksichtigung (neben Größe und Durchschnittsform des Merkmals) auch

der Variationsrichtung der Form man die Art der Faktoren, in denen sich zwei Rassen oder Populationen bezüglich eines bestimmten Merkmals unterscheiden, richtig erkennen kann. Ein gutes Beispiel dafür ist Fleck III bei den Palästina- und Korfurassen (Fig. 3): hätten wir die „Formtendenzkurven“ dieses Fleckes nicht gekannt, so würden wir gewiß annehmen, daß die zwei Rassen sich in Faktoren, die die Form des Fleckes III beeinflussen, unterscheiden (da die Durchschnittsindexte verschieden sind); tatsächlich sind aber, wie wir gesehen haben, nur Größenunterschiede zwischen den zwei Rassen bezüglich dieses Fleckes vorhanden.

Literatur:

1. W. JOHANNSEN, Elemente der exakten Erblchkeitslehre. Jena: G. Fischer 1926. — 2. N. W. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY, Gerichtetes Variieren in der phänotypischen Manifestierung einiger Genovariationen von *Drosophila funebris*. Naturwiss. 19 (1931). — 3. N. W. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY u. S. R. ZARAPKIN, Zur Analyse der Formvariationen. Eine graphische Darstellungsmethode der Abhängigkeit zwischen der Variabilität zweier Größen. Biol. Zbl. 52 (1932). — 4. S. R. ZARAPKIN, Über gerichtete Variabilität bei *Coccinelliden*. I u. II. Z. Morph. u. Ökol. Tiere 17 u. 18 (1930).

Über das Co-Fermentsystem der Milchsäurebildung.

Von O. MEYERHOF und K. LOHMANN, Heidelberg.

(Aus dem Institut für Physiologie am Kaiser Wilhelm-Institut für medizinische Forschung.)

Nachdem das Co-Ferment der Milchsäurebildung im Muskel in letzter Zeit chemisch weitgehend aufgeklärt ist (1) und sich auch über den Wirkungsmechanismus gewisse Annahmen machen lassen (2), soll im Zusammenhang hierüber berichtet werden.

A. Historische Übersicht.

Die Entdeckung eines an der Kohlehydrat-spaltung beteiligten Co-Ferments verdankt man bekanntlich HARDEN und YOUNG (3), die den BUCHNERSCHEN Hefepreßsaft durch Ultrafiltrieren in einen eiweißhaltigen Rückstand zerlegten, der das thermolabile Ferment enthält, die „Zymase“, und eine ultrafiltrierbare und kochbeständige Fraktion, das „Co-Ferment“. Sie wiesen gleichzeitig nach, daß die von ihnen entdeckte Hexosediphosphorsäure, die sich im Verlauf der zellfreien Gärung anhäuft, mit dem Co-Ferment nicht identisch ist. Eine Fraktion, die als Co-Ferment der alkoholischen Gärung wirken kann, ließ sich nun auch in allen tierischen Organen nachweisen, in höchster Ausbeute in der Muskulatur, in geringster in Zellsekreten, wie der Milch, während sie im Blutserum fehlt (4). Gleichzeitig ließ sich mittels einer verschärften Methode zum Nachweis des Co-Ferments zeigen, daß keines der von verschiedenen Autoren angegebenen chemischen Individuen das Co-Ferment ersetzen kann.

Hinsichtlich der Funktion dieses Co-Ferments der alkoholischen Gärung in tierischen Organen fiel zunächst der weitgehende Parallelismus auf, der zwischen der Reaktivierung der Atmung aus-

gewaschener Muskulatur durch Gewebskochsäfte und ihrem Gehalt an Gärungskoferment bestand. Eine Identität dieser als „Atmungskörper“ bezeichneten Fraktion des Kochsaftes mit dem Gärungskoferment ließ sich allerdings infolge ungenügender Isolierung der Substanzen nicht beweisen (5). Späterhin ergab sich, daß der Muskelkochsaft ein Co-Ferment der Milchsäurebildung enthält und es erschien nunmehr einleuchtend, daß die erste Phase der anaeroben Kohlehydrat-spaltung in der Hefe und in tierischen Zellen, die nach allem, was wir wissen, nahe übereinstimmt, eines wenn auch vielleicht nicht chemisch identischen, so doch mindestens verwandten und ähnlich wirkenden Co-Ferments bedürfte (6).

Nach den genannten Untersuchungen begann EULER (7) mit einer Reihe von Arbeiten über das Co-Ferment der Gärung. Hinsichtlich der Gleichsetzung der Co-Fermente der alkoholischen Gärung, Milchsäurebildung und Atmung ging EULER in seinen Annahmen noch weiter, als in den bisher genannten Veröffentlichungen geschehen war. Auf der anderen Seite führte ihn die weitere, schon von HARDEN begonnene Reinigung des Co-Ferments zu der Ansicht, daß es sich um ein Nucleotid handeln müßte, der Adenylsäure verwandt, aber mit keiner der bisher bekannten Adenylsäuren identisch.

B. Fermentextrakt aus Kaltblütermuskeln.

Gleichzeitig mit diesen letztgenannten EULERSCHEN Untersuchungen wurde in unserem Institut