

# Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

**Dr. K. Goebel**      und      **Dr. R. Hertwig**  
Professor der Botanik      Professor der Zoologie  
in München,

herausgegeben von

**Dr. J. Rosenthal**

Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut einzusenden zu wollen.

---

**Bd. XXIX.**

**15. Mai 1909.**

**№ 10.**

---

Inhalt: Bateson, Methoden und Ziel der Vererbungslehre. — Werner, Gibt es phylogenetisch bedeutungsvolle Bewegungen? — Tigerstedt, Handbuch der physiologischen Methodik. — Ferienkurse.

---

## Methoden und Ziel der Vererbungslehre<sup>1)</sup>.

Von W. Bateson.

Vorbemerkung: Die Professur für Biologie an der Universität Cambridge wurde 1908 für einen Zeitraum von 5 Jahren gegründet, teils durch die Stiftung eines nicht genannten Wohltäters, teils durch die Universität. Der Zweck der Stiftung war die Förderung von Untersuchungen über die Vorgänge der Vererbung und Variation, ein Gegenstand, den man in England jetzt als „Genetics“ bezeichnet.

Es steht nunmehr fest, dass ein Fortschritt auf diesem Gebiete vor allem von der Anwendung experimenteller Methoden abhängt, namentlich der auf Mendel's Entdeckung begründeten. Der Zweck dieser Antrittsvorlesung ist die Ziele dieser Bestrebungen in einer allgemein verständlichen Weise darzustellen.

---

1) Mit Genehmigung des Verfassers und des Verlegers geben wir eine Übersetzung von „The methods and scope of genetics, an inaugural lecture delivered 23. October 1908 by W. Bateson, professor of biology in the University of Cambridge (Cambridge at the University Press 1908). Der Verfasser hat einige Anmerkungen (mit W. B. bezeichnet) hinzugefügt. Besonders sei hier darauf hingewiesen, wie wichtig die Gründung besonderer Professuren für diese Disziplin auch in Deutschland sein würde.

Selten ist es einem Mann der Wissenschaft vergönnt, vor solchen Mitstrehenden zu sprechen, welche auf einem anderen Gebiete tätig sind, als er selbst. Eine dieser seltenen Gelegenheiten bietet sich dar durch die Gründung der Professur, auf die zu berufen werden ich die Ehre hatte. Obwohl diese Professur kurz als die für „Biologie“ bezeichnet ist, ist sie gegründet mit der Absicht, dass ihr Inhaber sich einer besonderen Klasse von physiologischen Problemen, wie sie in der Vererbungslehre gegeben sind, widmen soll. Die Bezeichnung „genetics“ ist neu, und obwohl die Fragen, um die es sich dabei handelt, zu den ältesten unter denen gehören, welche sich dem Menschengenote aufgedrängt haben, sind die Methoden, durch welche sie erfolgreich in Angriff genommen werden können, ebenfalls jüngsten Ursprungs. Es scheint deshalb angemessen, wenn diese Gelegenheit benützt wird, um die Ziele der Vererbungslehre und die Methoden, durch welche wir diese Ziele zu erreichen hoffen, zu erläutern.

Sie werden sehen, dass diese Ziele hoch gesteckt sind, aber ich hoffe zeigen zu können, dass wir dazu ein Recht haben. Jeder, der sich in der Jugend dem Suchen nach natürlicher Wahrheit widmet, hat den Ehrgeiz durch seine Arbeit sich in der Richtung zu beteiligen, in der der Fortschritt vor allem stattfindet. So lange als er etwas von der unbegrenzten Hoffnung, mit der er seine Entdeckungsreise begann, behält, dauert auch sein Mut und seine Lust. Den Augenblick fürchten wir vor allem, in welchem es zutage kommen mag, dass wir schließlich doch unsere Kräfte der Erforschung nur eines kleinen Nebenflusses, oder, was noch schlimmer ist, eines Altwassers des Hauptstromes gewidmet haben. Da aber die Vererbungslehre noch in dem ungeteilten Hauptstrom der Biologie vorwärts dringt, so erscheint es mir nicht als eine Anmaßung, wenn wir kühn erklären, dass die, welche mit uns marschieren, so viele Schwierigkeiten ihnen auch beschieden sein mögen, doch eine Enttäuschung oder eine Verschwendung ihrer Arbeit auf Nebensächliches nicht zu befürchten brauchen.

In der Wissenschaft wie bei jeder Entdeckungsreise kommen dann aufregende Zeiten, wenn plötzlich eine neue Gegend durch Auffindung eines neuen Schlüssels erschlossen ist. Dann ist die Eroberung leicht und jedem winkt ein Preis. Es traf sich für uns glücklich, dass in unserer Zeit nicht wenige solcher „Neuländer“ dem Auge der Menschen enthüllt worden sind. Ich möchte nicht behaupten, dass das Feld der Vererbungslehre an Größe und Glanz mit dem nun in der Physik und der Astronomie erschlossenen verglichen werden kann, denn der Ruhm des Himmlischen ist ein anderer als der des Irdischen. Ich möchte aber sagen, dass für den Menschen von gewöhnlicher Begabung, der sich nicht in jene aus dem Bereiche seiner Kraft liegenden Höhen wagen kann,

Mendel's Weisung den Weg zu einem Reich der Natur gezeigt hat, das an überraschender Neuheit und Abenteuerlichkeit kaum zu übertreffen ist.

Es ist keine übertriebene Redensart, wenn ich sage, dass Mendel's Entdeckung uns in eine neue Welt führt, deren Existenz man vorher nicht einmal ahnte.

Der Weg dahin ist einfach und leicht zu finden. Wir gehen aus von einer gewöhnlichen, wohl bekannten Tatsache, dass alle unsere bekanntesten Tiere und Pflanzen ihr Einzelleben mit der Vereinigung zweier Zellen, einer männlichen und einer weiblichen beginnen. Diese Zellen sind als „Gameten“ bekannt.

Nun muss die Formverschiedenheit zwischen den einzelnen Tieren und Pflanzen offenbar irgendwie in den Gameten vorhanden sein, denn sie sind es, welche in jeden Organismus alles das hineinbringen, was er enthält. Es ist zwar eine Wechselwirkung zwischen dem Organismus und den Bedingungen, unter denen er aufwächst, vorhanden, und unter Umständen kann eine „Entwicklungsmöglichkeit“ verwirklicht werden, die ohne einen speziellen Anlass latent geblieben wäre. Aber wenn wir auch beiläufig zugeben, dass diese Frage nach speziellen Anlässen eine Wichtigkeit besitzt, die eines Tages sich geltend machen kann, so bleibt doch eines sicher: dass alle physischen und psychischen Fähigkeiten, welche ein Lebewesen besitzt, von einer oder beiden Keimzellen stammen, mit deren Vereinigung seine Existenz begann.

Dass zwei Zellen bei der Entstehung der gewöhnlichen Lebewesen beteiligt sind, ist seit langem bekannt, und die Kenntnis dieser Tatsache gehört zu dem Vorrat an elementaren Kenntnissen bei allen Gebildeten. Die vollständigen Folgerungen aus dieser Doppelnatur scheint aber vor Mendel niemand gezogen zu haben. So einfach die Tatsache ist, so habe ich doch gefunden, dass manche sie nicht leicht sich ganz zu eigen machen. Wir sind gewohnt, einen Menschen, einen Schmetterling oder einen Apfelbaum als etwas Einheitliches zu betrachten. Wenn wir aber die Bedeutung des Mendelismus verstehen wollen, müssen wir uns durchaus mit der Tatsache vertraut machen, dass jene Wesen Doppelwesen sind, doppelt in jedem Teile ihres Aufbaues.

Vielleicht gibt es keine bessere Vorbereitung für Untersuchungen über Vererbungslehre, als die Leute, denen man im täglichen Leben begegnet, zu prüfen und im Groben die zwei Eigenschaftsvereinigungen auseinanderzuhalten, die in ihnen vereinigt sind. Dass wir Vereinigungen oder Gemische unserer elterlichen Eigenschaften sind, ist klar. Jedermann weiß, dass jemand das Haar seines Vaters, die Farbe seiner Mutter, die Stimme des Vaters, die Unempfindlichkeit der Mutter für Musik haben kann u. s. w., aber das ist nicht genug.

Eine solche Unterscheidung ist wichtig, soweit die verschiedenen

Eigenschaften unabhängig voneinander vererbt werden, aber sie trifft nicht den Hauptpunkt. Denn in jeder dieser Beziehungen ist das Individuum doppelt; und um ein getreues Bild der Zusammensetzung des Individuums zu erhalten, müssen wir uns vorstellen, wie jede der zwei ursprünglichen Gameten ausgerüstet war in Hinsicht auf Körpergröße, Haar, Farbe, Anlage für Mathematik, Gestalt der Nägel und die anderen Eigenschaften, die den Menschen, den wir kennen, charakterisieren. Der Beitrag jeder Gamete in jeder Hinsicht muss so gesondert in Betracht gezogen werden. Könnten wir ein Verzeichnis aller der Eigenschaften, die zusammen einen Menschen ausmachen, aufstellen und feststellen, wie er hinsichtlich jeder von diesen beschaffen ist, so würde eine Wertribrik für diese Eigenschaften nicht ausreichen, sondern wir müssten zwei Rubriken machen, eine für das Ei und eine für das Spermatozoon, welche sich bei der Befruchtung zur Entstehung dieses Menschen vereinigt haben, und in jeder Rubrik müssen wir darstellen, wie diese Gamete rücksichtlich jeder der Bestandteile in unserer Liste ausgerüstet war. Stellen wir das Problem der Vererbung so dar, so müssen wir auf den ersten Blick eine der Hauptfolgerungen entdecken, zu denen die Untersuchungen über Vererbung geführt haben. Denn es ist einleuchtend, dass die Beiträge der männlichen und der weiblichen Gameten rücksichtlich irgendeines Bestandteiles entweder gleich oder verschieden sein können. Jedesmal wenn der von jeder der zwei Zellen stammende Beitrag derselbe ist, ist der entstehende Organismus — in unserem Beispiel der Mensch — für diese Eigenschaft rein (pure-bred) und in jeder Beziehung, in welcher der Beitrag von den zwei Elternseiten verschieden ist, ist der Organismus gekreuzt (cross-bred). Es ist nicht leicht, eine leichtverständliche Darstellung des nächsten Schrittes in der Analyse zu geben, ohne teilweise Kunstausdrücke anzuwenden.

Wir sind gelangt bis zu der Anschauung, wonach das Individuum sich aufbaut aus einer großen Zahl von einzelnen Eigenschaften, die von zwei Quellen stammen und es kann betreffs jeder dieser Eigenschaften zwei ähnliche oder zwei unähnliche Anteile erhalten haben. Wir gehen nicht weit fehl, wenn wir unser Bild folgendermaßen ausdehnen und ausarbeiten. Stellen wir uns den Inhalt jeder Gamete als eine Flüssigkeit vor, die entstanden ist, indem man einen Tropfen von je einer in bestimmter Zahl in einem Schrank befindlichen Flaschen nimmt, welche Tinkturen der einzelnen Eigenschaften enthalten. Es ist ein Schrank vorhanden, welcher das Material für die männlichen Gameten liefert, ein ähnlicher mit einer entsprechenden Anzahl von Flaschen liefert die weiblichen. Aber in jedem Schrank können eine (oder mehrere) Flaschen leer sein, dann wird kein Vertreter dieser Eigenschaft abgegeben, und wenn entsprechende Flaschen in beiden Schränken leer sind, dann

enthält das Individuum, welches aus Vermischung der zwei Tropfensammlungen entstanden ist, die fehlende Eigenschaft überhaupt nicht.

Es folgt daraus, dass ein Individuum „rein“ (d. h. nach beiden Seiten seiner Zusammensetzung betreffs jeder Eigenschaft) sein kann, auf doppelte Weise: indem es entweder die Eigenschaft von dem männlichen und dem weiblichen Schrank oder von keinem erhalten hat. Umgekehrt kann es betreffs irgendeines Bestandteils „Kreuzungsprodukt“ (cross-bred) sein, insofern es das Vorhandensein desselben von der einen Gamete und das Fehlen desselben von der anderen erhielt.

Der zweite Begriff, der uns nunmehr ganz geläufig werden muss, ist der eines Individuums zusammengesetzt aus was wir Anwesenheiten und Abwesenheiten aller hierin möglichen Bestandteile nennen. Dieser Begriff bildet die Grundlage allen Fortschrittes in der die Vererbungslehre betreffenden Analyse. Erlauben Sie mir, Ihnen zwei Erläuterungen davon zu geben. Blaue Augen haben ihren Grund in der Abwesenheit eines Faktors, welcher Farbstoff auf der Vorderseite der Iris bildet. Zwei blauäugige Eltern erzeugen daher, wie Hurs t bewiesen hat, keine dunkeläugigen Kinder. Dunkle Augen verdanken ihren Ursprung entweder einer einfachen oder einer doppelten Dosis des bei blauen Augen fehlenden Bestandteiles. Dunkeläugige Personen können daher ganz dunkeläugige Nachkommen haben, oder solche, die aus dunkeläugigen und helläugigen Kindern nach gewissen, im Durchschnitt festen Verhältnissen zusammengesetzt sind.

Zwei Exemplare von *Oenothera*, welche ich Ihnen hier vorlege, veranschaulichen denselben Sachverhalt. Eines derselben ist die gewöhnliche *Oenothera Lamarckiana*. Ich biege den Stengel, er bricht nicht oder nur mit Schwierigkeit, wegen der zähen Fasern, die er enthält: der Stengel des anderen Exemplars, eine der berühmten Mutationen, die wir de Vries verdanken, bricht sofort wie Blätterteig-Gebäck, weil er nicht den zur Faserbildung notwendigen Bestandteil enthält. Solche Pflanzen können Geschwisterpflanzen sein, die durch Selbstbefruchtung von einer Elternpflanze entstanden sind und dennoch sind sie verschieden in ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften, eine Verschiedenheit, die von dem Dasein oder Nichtdasein von Elementen abhängt, die als selbständige Wesenheiten behandelt worden waren, als die Bildung der Keinzellen geschah. Wenn wir von solchen Eigenschaften, wie Farbstoffbildung in einem Auge oder Fasernbildung in einem Stengel als durch die Übermittlung von Elementen oder Bestandteilen veranlasst, sprechen, werden Sie vielleicht fragen, ob wir uns irgendeine Idee über die wirkliche Natur solcher Faktoren gebildet haben. Was mich anbetrifft, so gestehe ich ein, dass ich geneigt bin, meiner Einbildungskraft betreffs solcher fernliegender Frage die Zügel stramm zu

halten. Es kann nicht lange dauern, dann werden wir wissen, was einige dieser Faktoren sind und bis dahin können wir auf Raten verzichten. Mittlerweile kann es keinen Schaden tun, wenn wir zugeben, dass mehrere derselben sich wie Fermente verhalten, andere, als ob sie die Substanzen aufbauten, auf welche die Fermente wirken.

Man darf jedoch keinen Augenblick annehmen, dass das Ferment oder die Substanz, auf die es wirkt, als solche (erblich) übermittlelt werden. Was übermittlelt wird, ist nur die Kraft oder die Fähigkeit, das Ferment oder die Substanz, auf die es wirkt, zu erzeugen.

Somit haben wir nur unser Augenmerk auf die Zusammensetzung des Individuums aus Bestandteilen gerichtet, welche die beiden Gameten ihm zugeführt haben. Bei dem nächsten Schritte unserer Betrachtung kehren wir den Prozess um und fragen, wie die Bestandteile, aus welchen es ursprünglich zusammengesetzt war, auf die Gameten, die sich schließlich von ihm ablösen, verteilt sind.

Lassen Sie uns zuerst den Fall mit bezug auf die Komponenten nehmen, betreffs welcher es als „rein“ zu betrachten ist. Erwarten würde man natürlich, dass alle von ihm stammenden Keimzellen, was diese Bestandteile anbetrifft, einander gleich sind und die Beobachtung bestätigt die Richtigkeit dieser Erwartung mit einigen seltenen Ausnahmen, in denen es sich um die Bildung von Variationen handelt, deren Ursachen noch im Dunkeln liegen.

Soweit widerspricht im ganzen nichts der allgemeinen Erwartung, obschon niemand ohne die experimentale Bestätigung sicher sein konnte, dass die Tatsachen wirklich so sind, wie ich sie beschrieben habe.

Wenn wir aber nun ferner fragen, wie die Keimzellen zusammengesetzt sind, wenn das Individuum, von dem sie stammen, in irgendeiner Hinsicht Kreuzungsprodukt (cross-bred) ist, d. h. einen Bestandteil nur von einem, aber nicht von dem anderen der Eltern hat, so erhalten wir eine Antwort, die allen vorgefassten Ideen über Vererbung, seien dieselben auf der Wissenschaft oder dem gesunden Menschenverstand basiert, vollständig widerspricht. Wir finden nämlich definitive experimentelle Beweise in beinahe allen Fällen, die untersucht worden sind, dafür, dass in von solchen Individuen stammenden Keimzellen der Bestandteil vorhanden oder nicht vorhanden ist, je nachdem er in den ursprünglichen Gameten vorhanden oder nicht vorhanden war.

Falls bei den Gameten eine gewisse Eigenschaft mitbrachten, haben alle Tochtergameten dieselben, wenn keine sie mitbrachten, dann hat sie auch keine der Töchter. Falls sie von der einen Seite, aber nicht von der anderen kam, dann wird sie in durchschnittlich der Hälfte der von ihnen abstammenden Gameten vorhanden und in

der Hälfte nicht vorhanden sein. Diese letztere Erscheinung, welche man Spaltung nennt, bildet den Kern der Mendel'schen Entdeckung.

Wir können nun, indem wir zu dem Gleichnis des durch Mischung von Tinkturen dargestellten Menschen zurückkehren, die Wiederverteilung seiner Eigenschaften unter den Keimzellen durch ein Zurücksortieren der Tinkturen in die doppelte Reihe von Flaschen veranschaulichen, wobei je ein Paar von Flaschen einer Eigenschaft entspricht und jede der Keimzellen, wie sie damals gemacht wurden, aus einem Tropfen aus der einen oder der anderen Flasche jeden Paares; und in unserm Bilde können wir das Phänomen Spaltung in primitiver Weise dadurch veranschaulichen, dass wir annehmen, die Flaschen, die keine Tinktur enthielten, seien nicht leer, sondern enthielten eine nicht wirksame Flüssigkeit, z. B. Wasser, mit welchem die Tinkturen sich nicht vermischen. Wenn die neuen Keimzellen gebildet werden, trennen sich die Flüssigkeiten, anstatt einander zu verdünnen, einfach wieder. Es ist diese Tatsache, die uns erlaubt, von der Reinheit der Keimzellen zu sprechen. Diese sind rein insofern sie einen Bestandteil besitzen oder nicht besitzen und diese Bestandteile oder Faktoren, wie wir sie gewöhnlich nennen, sind Einheiten, weil sie als solche in den Bildungsprozess der neuen Gameten so auftreten und weil sie bei dem Prozesse der Spaltung in demselben Zustand ausgeschieden werden, in welchen sie bei der Befruchtung eingetreten sind.

Aus diesen Tatsachen lässt sich folgern, dass, wie kompliziert auch der Ursprung von zwei gegebenen Eltern sein mag, die Zusammensetzung der Nachkommenschaft, die sie erzeugen können, beschränkt ist. Nur eine begrenzte Anzahl von Typen kann durch eine neue Wiederausstellung der elterlichen Bestandteile (Eigenschaften) gebildet werden und die relative Anzahl, in welcher jeder Typus auftreten wird, lässt sich oft nach sehr einfachen arithmetischen Regeln vorausbekimmen.

Z. B. wenn weder Vater noch Mutter einen gewissen Faktor besitzen, wird auch keiner der Nachkommen ihn besitzen. Wenn beide je zwei Dosen des Faktors besitzen, werden auch alle Kinder ihn haben. Wenn eines von den Eltern eine Dose davon hat und das eine keine, dann wird im Durchschnitt die Hälfte der Familie ihn besitzen und die andere Hälfte nicht.

Zu wissen, ob von den Eltern eins den Faktor besitzt, mag zuweilen aus sogleich anzugebenden Gründen schwer sein; manchmal jedoch ist es ganz leicht und kann sofort festgestellt werden, weil es viele Eigenschaften gibt, die ein Individuum nicht besitzen kann, ohne es zu verraten. Ich möchte die Vererbung eines solchen Faktors bei einer Familie erläutern, in welcher eine besondere Art von Nachtblindheit existierte. Die daran leidenden Mitglieder, welche Personen heirateten, die davon frei waren, hatten eine

Mischung von affizierten und nichtaffizierten Nachkommen, jedoch die nichtaffizierten Kinder derselben können den Faktor, den sie nicht besitzen, auch nicht vererben<sup>2)</sup>.

In einer solchen Untersuchung sind zwei Punkte in auffälliger Weise durch Beispiele klargelegt, nämlich 1. die Tatsache der Fortdauer der Einzeleigenschaft (unit), 2. die Tatsache, dass das Vorhandensein von einer Mischung von Typen in einer Familie bedeutet, dass eins oder das andere der Eltern in irgendwelcher Hinsicht Kreuzungsprodukt (cross-bred) ist und Gameten von mehr als einem Typus abgibt.

Das Vererbungsproblem ist demnach in erster Linie ein analytisches. Wir müssen die Faktoren auffinden und aufzählen, aus welchen die Tier- oder Pflanzenkörper aufgebaut sind und ebenso die Gesetze ihrer Verteilung auf die Keimzellen ermitteln. Alle die von mir erwähnten Vorgänge vollführen sich durch Zellteilungen und durch die einmalige Zellverschmelzung, welche bei der Befruchtung stattfindet. Wenn wir die Faktoren, während sie sich bei der Zellteilung voneinander scheiden, beobachten könnten oder wenn wir wenigstens die sehr mannigfache Verschiedenheit, welche in der Zusammensetzung der Keimzellen aller gewöhnlichen Individuen sicherlich existieren muss, mikroskopisch wahrnehmen könnten, so würden die mit dem Studium der Vererbungslehre verbundene Arbeit weit einfacher sein wie sie ist.

Bisher jedoch ist eine solche direkte Methode der Beobachtung noch nicht entdeckt worden. Statt dessen müssen wir daher die Zusammensetzung der Keimzellen durch künstliche Züchtung ermitteln und zwar so, dass jede Paarung so angeordnet ist, dass sie die Zusammensetzung eines Individuums in einer oder mehr vorher gewählten Richtungen prüft, d. h. wir müssen die Keimzellen dadurch erproben, dass wir die Zahl aller Arten von Nachkommenschaft ermitteln, die sie produzieren können. Wie beschwerlich eine solche Methode auch notwendigerweise sein muss, sie erlaubt uns dennoch an die Natur Fragen zu richten, die zuvor niemals an sie gerichtet worden sind. Sie ist, wie man gesagt hat,

2) Die Untersuchung dieser bemerkenswerten Familie wurde zuerst von Cunier vorgenommen. Die Tatsachen wurden dann von Nettleship verifiziert und der Stammbaum bedeutend erweitert. Die numerischen Resultate sind etwas unregelmäßig, doch ist die Sache besonders deswegen interessant, weil wir hier den größten Stammbaum einer menschlichen Krankheit oder eines menschlichen Gebrechens haben, der jemals angefertigt worden ist. Er umfasst 2121 Personen und erstreckt sich auf zehn Generationen. Unter dieser Zahl sind 135 Personen, von denen wir wissen, dass sie nachtblind waren. In keinem einzigen Falle wurde diese Eigentümlichkeit von einem Mitgliede übertragen, das sie nicht selbst besaß. Es muss erwähnt werden, dass für Nachtblindheit ein derartiges System von Vererbung eigentümlich ist. Gewöhnlich folgt sie dem für Farbenblindheit beschriebenen Plan. Wom die Eigentümlichkeit dieser Familie begründet ist, ist nicht bekannt.

ein unwilliger Zeuge, und unsere Fragen müssen so formuliert werden, dass ein direktes „ja“ oder ein direktes „nein“ die einzige mögliche Antwort sein kann. Durch in dieser Weise gestellte Fragen haben wir erstaunliche, sehr tief unter die Oberfläche gehende Antworten erhalten. So erstaunlich aber auch diese Antworten sein mögen, sie sind trotzdem wahr; denn wenn unsere Zeugin auch Ausflüchte machen mag, lügen kann sie nicht.

Bei der Zusammenstellung dieser Antworten, beim Verstehen der Andeutungen von diesem und jenem Versuche ergründen wir nach und nach, was in dieser verborgenen Welt der Gameten vorgeht. Indem wir in dieser Weise fortschreiten, erhalten wir zuweilen, wie es ja auch unseren Genossen in anderen Wissenschaften geht, unverständliche oder sogar einander widersprechende Antworten. Nach und nach jedoch kann ein genügendes Beweismaterial zusammengetragen werden, welches zeigt, was die Regel ist und was die Ausnahme. Heute muss meine Absicht sein, mehr von dem Regelmäßigen als von dem Unregelmäßigen zu sprechen.

Eine klare Ausnahme jedoch kann ich wohl erwähnen. Castle findet, dass bei einer Kreuzung zwischen dem Kaninchen mit langen herabhängenden Ohren und dem kurzohrigen Typus Nachkommen mit Ohren von mittlerer Länge geboren werden, und dass diese Mittelformen annähernd gleiche Nachkommenschaft haben.

Ausnahmen im allgemeinen müssen an anderer Stelle erörtert werden. Nichtsdestoweniger möchte ich Anfängern als ein Wort des Rates zurufen: Schätzen Sie Ihre Ausnahmen besonders hoch! Wenn es solche nicht gibt, wird die Arbeit so langweilig, dass niemand Lust hat, sie noch weiter fortzusetzen. Halten Sie die Ausnahmen stets ungedeckt und wo man sie sehen kann: Ausnahmen sind wie offenes Backsteinmauerwerk in einem im Bau begriffenen Gebäude; sie deuten an, dass noch mehr kommt und wo die nächste Bauarbeit einsetzen muss.

Sie werden leicht begreifen, dass die hier gegebene Darstellung der Erscheinungen nur die einfachst möglichen Umrisse gibt. Einige Einzelheiten können wir nunmehr einschalten. Ich habe z. B. von den charakteristischen Merkmalen des Organismus, seiner Farbe, Gestalt u. s. w. gesprochen als ob diese von je einem Bestandteile oder Faktor abhängig seien. Mit bezug auf einige davon ist diese Darstellung sicher richtig; wir kennen jedoch bereits zahlreiche körperliche Eigentümlichkeiten, zu deren Zustandekommen das Zusammenwirken mehrerer Faktoren notwendig ist. Nichtsdestoweniger, obschon die Eigentümlichkeit erst dann zutage tritt, wenn alle die zu diesem Zusammenwirken notwendigen Bestandteile gleichzeitig vorhanden sind, folgt doch ein jeder dann an und für sich und unabhängig, was seine Übertragung betrifft, den einfachen Regeln, welche ich beschrieben habe.

Diese gegenseitig ergänzende Tätigkeit kann durch einige bemerkenswerte Resultate illustriert werden, welche Herr Punnett und ich, als wir Experimente mit bezug auf die Höhe der spanischen Wicke (*Lathyrus odoratus*) unternahmen, erreicht haben. Es gibt zwei Zwergvarietäten dieser Wicke; die eine ist die am Boden liegende „*Cupido*“, die andere ist die halbzwerghafte oder „Busch“-Spielart. Wenn man diese Spielarten kreuzt, so entsteht ein Kreuzungsprodukt, das die volle Höhe hat. Es muss daher ein Element in der „*Cupido*“-Spielart sein, das, wenn es mit dem ergänzenden Element in der „Busch“-Spielart zusammentrifft, die charakteristische Höhe der gewöhnlichen spanischen Wicke erzeugt. Es mag hierbei häufig darauf aufmerksam gemacht werden, dass diese Tatsachen gleichzeitig die Natur der Variation und Reversion klar machen. Die Reversion tritt ein, weil die bei den zur Erzielung der Höhe der ursprünglichen spanischen Wicke notwendigen Faktoren, nachdem sie getrennt waren, wieder zusammen kommen: und die Variationen, durch welche eine jede der Zwergwicken erstand, muss dem Ausfallen des einen oder des anderen dieser Faktoren zugeschrieben werden.

Umgekehrt gibt es auch Faktoren, welche durch ihre Gegenwart das Entfallen und Auftreten neuer Faktoren, die vorhanden aber nicht wahrnehmbar sind, verhindern oder hemmen.

So z. B. können alle zur Färbung nötigen Faktoren in einem Tier oder in einer Pflanze gegenwärtig sein, aber die gleichzeitige Gegenwart eines anderen Faktors bewirkt, dass das Individuum weiß oder nahezu weiß bleibt.

Es gibt Fälle, in welchen die wirksamen Faktoren sozusagen übereinander geschichtet sind, d. h. einer auf dem andern ruht — und nicht eher als bis einer dieser Faktoren nach dem andern beseitigt wird, macht sich der Effekt des darunter liegenden Faktors bemerkbar. So ist z. B. das Haarkleid der Maus, wenn kein anderer die Färbung bestimmender Faktor gegenwärtig ist, schokoladenfarbig. Wenn der nächste Faktor in der Serie vorhanden ist, wird es schwarz. Wenn noch ein anderer hinzukommt, tritt die braungraue Färbung der gewöhnlichen wilden Maus ein. Umgekehrt entstand durch Variation, bei welcher der oberste Faktor fortfiel, eine schwarze Maus. Durch den Verlust des schwarzfärbenden Faktors entstand die schokoladenfarbige Maus, und es ist nicht ausgeschlossen, dass noch andere Möglichkeiten tiefer unten verborgen sind.

Zur Entwirrung des Knäuels von Eigenschaften und des Aufeinanderwirkens dieser elementaren Faktoren ist die Wissenschaft, welche wir zu Hilfe rufen müssen, die physiologische Chemie. Die Beziehungen der Vererbungslehre zu anderen Zweigen der Biologie sind enge. Eine solche Arbeit kann nur von Personen durchge-

führt werden, die das Glück haben, auf die fortwährende Hilfe und den Rat von Spezialisten in den verschiedenen Zweigen der Zoologie, Physiologie und Botanik rechnen zu können. Oft haben wir Fragen zu lösen, mit denen sich nur ein Zytologe befassen kann, und oft auch müssen wir die Erfahrung eines Systematikers um Beistand anrufen. Das Institut für Vererbungslehre in Cambridge beginnt insofern unter günstigen Auspizien, als wir um uns Kollegen haben, die dazu qualifiziert und wie wir oft erfahren haben, auch bereitwillig sind, uns den nötigen Beistand unverkürzt zu leisten. Mit chemischer Physiologie aber stehen wir in noch engerer Beziehung, und nach dem Wenigen, das ich mit bezug auf die Wirkung und das Aufeinanderwirken der Faktoren zu sagen wagte, ist es augenfällig, dass für die Entwirrung dieser Probleme dereinst eine enge und dauernde Verbindung {mit physiologischen Chemikern notwendig werden wird.

Da nun der ganze komplizierte Prozess, durch welchen die verschiedenen Elemente unter die Gameten verteilt werden, innerhalb weniger Zellentrennungen, oder vielleicht in nur einer einzigen, durchgeführt werden muss, so ist es nicht überraschend, dass zuweilen ein Aufeinanderwirken von Faktoren stattfindet, welche ganz verschiedene Rollen zu spielen haben. Dieses Aufeinanderwirken ist wahrscheinlich mannigfaltiger Art. Eine dieser Arten, die ich sofort beschreiben will, kann vielleicht als eine gegenseitige Abstoßung zwischen zwei Faktoren gekennzeichnet werden. Eine Folge davon ist es, dass bei der Verteilung der verschiedenen Faktoren unter die Gameten, wenn das Individuum Kreuzungsprodukt mit bezug auf die beiden Faktoren ist, die einander abstoßen, d. h. wenn es nur eine Dose von jedem der beiden Faktoren hat, — die Gameten so aufgebaut werden, dass eine jede nur einen der gegenseitig sich abstoßenden Faktoren, aber nicht beide aufnimmt.

Gegenseitige Abstoßungen dieser Art spielen wahrscheinlich eine bedeutungsvolle Rolle in Vererbungserscheinungen. Ein einziger konkreter Fall, welchen Herr Punnett und ich mehrere Jahre lang studiert haben, wird mehrere dieser Prinzipien erläutern.

Wir kreuzten eine reine weiße spanische Wicke mit aufrecht stehender Fahne mit einer anderen weißen Wicke, die aber eine kapuzenförmige Fahne trug. Das Resultat ist, wie Sie sehen, eine violette Blüte mit aufrecht stehender Fahne. Die Farbe kommt von dem Zusammenwirken ergänzender Elemente. Eine Dosis eines gewissen Bestandteiles von einem der Eltern übernommen kommt mit einer Dosis eines andern von dem andern der Eltern zusammen und beide vereint erzeugen Farbstoff in der Blume. Von anderen Experimenten wissen wir, dass die violette Farbe des Farbstoffes von einer Dosis eines dritten Bestandteiles stammt, welcher von

dem mit kapuzenförmiger Fahne versehenen Individuum des Elternpaares herrührt und dass in Abwesenheit dieses blauen Faktors, wie wir ihn nennen wollen, die Blüte rot sein würde. Die Fahne ist aufrecht, weil sie eine Dosis von dem aufrecht stellenden Faktor des Elternindividuum mit aufrechter Fahne erhalten hat und das mit kapuzenförmiger Fahne versehene Elternindividuum verdankt, wie leicht bewiesen werden kann, dem Fehlen dieses Elementes seine eigentümliche Gestalt. —

Unsere violette Pflanze ist demnach Kreuzungsprodukt (cross-bred) mit bezug auf vier Faktoren, von welchen sie nur je eine Dosis enthält.

Wir lassen sie sich selbst befruchten und finden unter ihrer Nachkommenschaft alle die Kombinationen, welche mittelst dieser vier Faktoren und deren Abwesenheiten infolge der genetischen Konstitution dieser Pflanze möglich sind.

Beachten Sie aber, dass eine der Kombinationen, die wir zu finden erwarten, fehlt. Wir finden weiß-aufrechte und weiß-kapuzenförmige Exemplare (weiß, weil der eine oder der andere der zur Ergänzung von Pigment nötigen Bestandteile fehlt. Wir finden violett-aufrechte und violett-kapuzenförmige, von denen die violett-aufrechten notwendigerweise alle vier Faktoren und ebenso die violett-kapuzenförmigen alle mit der Ausnahme desjenigen, welcher das Aufrechtstehen erzeugt, enthalten müssen. Wenn wir jedoch zu den roten Exemplaren kommen, finden wir zu unserem Erstaunen alle aufrecht und keines kapuzenförmig. Eine der möglichen Kombinationen fehlt also. Wenn Sie diese Reihe von Tatsachen untersuchen, werden Sie sehen, dass nur eine einzige Deutung dieser Erscheinung möglich ist, nämlich dass derjenige Bestandteil, der die violette Färbung bestimmt — wir können ihn vielleicht Alkalinität nennen — niemals in dieselbe Keimzelle tritt, in welcher sich der Bestandteil befindet, welcher das Aufrechtstehen der Fahne bewirkt. Auf vielerlei Weise ist die Richtigkeit dieser Erklärung zu prüfen. So z. B. muss die Folge sein, dass die violettfarbenen aufrechtstehenden Exemplare einer solchen Familie für alle Zeiten als Nachkommen haben werden: ein violett-kapuzenförmiges, zwei violett-aufrechtstehende und ein rotes aufrechtstehendes Exemplar; und ferner, dass alle weiß-kapuzenförmigen mit reinen roten gekreuzt violette Nachkommen haben werden u. s. w. Diese Experimente sind gemacht worden; es entsprach das Resultat in jedem Falle der Erwartung.

Zwischen den beiden Faktoren, dem, welcher Violettfärbung und dem, welcher Aufrechtstellen der Fahne bewirkt, muss ein Antagonismus, eine gegenseitige Abstoßung bestehen. In irgendwelcher Weise müssen daher chemische und geometrische Eigentümlichkeiten in der Vererbung Beziehungen zueinander haben.

Es wird vielleicht jemand sagen, dass alle diese Sachen ganz schön und gut als wissenschaftliche Kuriositäten sind, aber dass sie mit praktischem Leben nichts zu schaffen haben. Die rechte Antwort auf eine derartige Kritik ist natürlich die stolze Erwiderung, dass die Wissenschaft und ihre Anwendung verschieden sind, dass der Forscher seinen Blick einzig und allein auf den Weg zur Wahrheit wendet, und dass seine Aufmerksamkeit nicht durch die Trivialitäten der Anwendung gestört werden darf. Obschon wir jedoch diese Antwort geben und wenigstens versuchen, in dem Geiste, dem sie entspringt, zu arbeiten, wissen wir doch in unserem Innern, dass dieses vom Standpunkt der Vollkommenheit aus sprechen heisst.

Ich habe den Verdacht, dass sogar der Astronom, der mittelst seines Spektroskops die Zusammensetzung der Vega oder der Capella analysiert, zuweilen dennoch ein Auge frei hat für die Angelegenheiten unseres Planeten, oder, dass wenigstens die Tatsache, dass seine Entdeckungen Licht auf unsere Bestimmungen werfen können, seinen Ehrgeiz, noch weitere Entdeckungen zu machen, nicht vermindert. Und unter den Wissenschaften ist es freilich gerade die Vererbungslehre, von der wir Aufklärung über die Bestimmung des Menschen erwarten dürfen. Es wäre lauter Heuchelei, dieses zu bestreiten. Vorläufig will ich also dies Recht der Verteidigung von dem höheren Gesichtspunkte aus vorbehalten und als Antwort sagen: dass bei unseren Experimenten wir in der Tat immer wieder aufs neue menschlichen Angelegenheiten sehr nahe kommen. Kein praktischer Hunde- oder Samenzüchter kann von den Resultaten der Mendel'schen Rekombination hören, ohne sich zu sagen, dass das ein Stück von Wissenschaft ist, das er sofort zur Anwendung bringen kann. Kein Soziologe kann seinen Blick auf die Stammbäume werfen, welche die Übertragung einer Verunstaltung oder angeborenen Krankheit auf die Nachkommenschaft illustriert, ohne zu sehen, dass dieser neue Kenntniszweig eine solide Basis für ein praktisches Vorgehen liefert, welches Modifikationen in der Zusammensetzung einer Rasse herbeiführen würde, falls die menschliche Gesellschaft dieses gestattet. Und mehr noch als dieses.

Wir wissen aus einer Arbeit von Professor Biffen, dass die Fähigkeit, einer Krankheit Widerstand zu leisten, welche durch das Eindringen eines pathogenen Organismus (Weizenrost) verursacht wird, der Abwesenheit eines jener einfachen Faktoren oder Bestandteile zu verdanken ist, von dem ich gesprochen habe. Und was wir in diesem einen Falle als richtig wissen, fangen wir an als ebenso richtig mit bezug auf Widerstandsfähigkeit auch gegenüber anderen Krankheiten als richtig zu vermuten. Kein Pathologe kann ein solches Experiment wie das von Professor Biffen gemachte beobachten ohne zu begreifen, dass wir es hier mit

einem Beitrage ersten Ranges zur Physiologie der Krankheit zu tun haben.

Es fehlt nicht an Nützlichkeit und direkter Anwendbarkeit bei dem Studium der Vererbungslehre. Ich habe auf einige durchaus praktische Resultate hingewiesen. Wenn wir Mangold bauen wollen, der nicht in Samen schießt, oder eine Kuh züchten wollen, die mehr Milch in kürzerer Zeit gibt, oder Milch mit mehr Butter und weniger Wasser, können wir uns an die Vererbungslehre mit Zuversicht wenden, dass etwas für die Verwirklichung dieser lobenswerten Absichten geschehen kann. Hier jedoch möchte ich für etwas plaidieren, das ich nicht umhin kann als eine höhere Nützlichkeit unserer Arbeit zu betrachten. Die betreffs der Vererbungslehre angestellten Untersuchungen haben das Ziel, Gewissheit in eine Region menschlicher Kenntnisse und Begriffe zu bringen (und ich glaube, sie werden dieses Ziel erreichen), von denen man annehmen möchte, dass sie auf Jahrhunderte hinaus in das Gebiet des Visionärs gehören würden. Man hat lange gewusst, dass gewisse Schulen glaubten, dass unsere Fähigkeiten und unsere Handlungsweise von unserer physischen Beschaffenheit abhängig seien und dass andere Schulen behaupteten, dass nach Galton's Antithese „nurture not nature“ (Erziehung und nicht Geburt) den überwiegenden Einfluss auf unsere Karriere haben. Sobald es jedoch zum Allgemeinwissen wird — (d. h. nicht nur philosophische Spekulation, sondern Gewissheit), dass Empfänglichkeit für oder Widerstandsfähigkeit gegen Krankheit, Hang zu einem besonderen Laster oder zum Aberglauben von der Anwesenheit oder Abwesenheit eines gewissen Bestandteiles in uns abhängt und schließlich, dass diese Charaktereigenschaften nach bestimmten und vorher bestimmbareren Regeln auf unsere Nachkommen übertragen werden, müssen die Ansichten des Menschen über seine eigene Natur, seine Ideen über Gerechtigkeit, kurz seine gesamte Weltanschauung eine weitgehende Änderung erfahren. Was jedoch die mehr auf der Hand liegende dieser physischen und geistigen Charaktereigentümlichkeiten anbelangt, kann kein Zweifel darüber herrschen, dass, ehe viele Jahre verflossen sein werden, die Gesetze ihrer Übertragung sich in einfachen Formeln werden ausdrücken lassen.

Die tölpische Grausamkeit, die wir Kriminaljustiz nennen, wird dann der natürlichen Sanktion entkleidet vor uns stehen, als ein Überbleibsel der raubgierigen Erfindungen der Wilden. Wohl darf eine solche Justiz blind genannt werden. Wer könnte sagen, ob es die Verbrechen oder Strafen seien, die größere Leiden in die Welt gebracht haben? Wir mögen es noch erleben, zu wissen, dass sich in der tiefsatirischen Vision Sam Butler's auf den lieblichen Bergen von Erewhon nicht nur eine mildere, sondern auch eine weisere Einrichtung offenbarte, wie

das grimmige Gesetz, das Moses aus den Flammen des Sinai verkündete<sup>3)</sup>.

Wenn es menschliche Gesellschaften gibt, die dies neue Wissen anzuwenden sich weigern, so kann dieser Fehler nicht der Vererbungslehre zur Last gelegt werden. Ich glaube, es bedarf nur einer geringen Beobachtung der neuen Zivilisationen, um zu erkennen, dass sie jedes Stücklein wissenschaftlicher Kenntnis zur Anwendung bringen werden, das ihnen in dem Existenzkampfe helfen kann oder von dem sie glauben, dass er es tun kann, und ich bin ein zu guter Anhänger der natürlichen Zuchtwahltheorie, um nicht zu glauben, dass wenn der Tag dazu kommt, das Schicksal der sich weigernden Gemeinwesen besiegelt sein wird. Die Exstase des Entdeckungseifers wird nicht geschwächt durch den Umstand, dass die Entdeckung anwendbar ist. Es schadet dem Forscher nicht, wenn er nur der Versuchung, von seinem Ziel abzuweichen, widerstehen kann. Mit sehr wenig Ausnahmen sind diejenigen Entdeckungen, welche zur Basis physischen Fortschrittes geworden sind, keinem anderen Gedanken entsprungen als dem, die Wissensbegierde zu befriedigen. Für diese Tatsache liefern wenige Beispiele einen besseren Beweis wie diejenigen, welche Mendel's Arbeit uns bietet. Ungestört von irgendeinem Gelüste, größere Kartoffeln zu ziehen oder das Brot billiger zu machen, ging er in der Abgeschlossenheit eines Klostersgartens an die Aufgabe, die Gesetze der Bastardierung zu entdecken, und er traf dabei einen Schatz von Wahrheit, der an Glanz und Wert uner schöpflich ist.

Ich möchte nun hervorheben, dass es durchaus nicht unwahrscheinlich ist, dass sogar bei einer so weit abliegenden Untersuchung, wie die oben beschriebene, in bezug auf die spanische Wicke, wir einem Geheimnis auf der Spur sein können, welches uns alle auf das Allernächste angeht, nämlich das Problem des physiologischen Charakters des Geschlechts. Wenn ich die Auffassung der Verschiedenheit der Geschlechter, welche durch unsere Experimente uns nahe gelegt wird, als praktisch bedeutsam bezeichnen, so will ich nicht damit sagen, dass, wie in den anderen von mir erwähnten Fällen unsere diesbezügliche Kenntnis voraussichtlich unserer Spezies sofort zum Nutzen gedeihen wird, sondern nur, dass, wenn sie richtig ist, sie zu dem Ideenschatz der Menschheit einen Beitrag liefert, den niemand als unbedeutend betrachten kann.

In dem Lichte Mendel'schen Wissens heisst es, dass, wenn

3) Das oben erwähnte Buch (S. Butler, *Erewhon or over the Range*, London 1872) ist in England weit bekannt. In diesen Utopien (*Erewhon* = *Nowhere*) werden körperliche Krankheiten gesetzlich untersagt und streng bestraft, während das Verbrechen im Krankenhaus ärztlich behandelt wird. W. B.

eine Familie aus mehr als einem Typus besteht, die Keimzellen des einen oder des andern der Eltern von mehr als einer Art sein müssen. Mit bezug auf Geschlecht sind die Familienmitglieder zweierlei Art und es sind überwältigende Gründe für die Richtigkeit der Annahme vorhanden, dass dieser Unterschied einem Unterschiede in den Keimzellen entspricht. Ferner, da man für alle praktischen Zwecke die Zahl der Nachkommen für jedes Geschlecht als die gleiche annehmen kann, so bietet das Geschlechtsproblem den Fall, in welchem eine Familie aus zwei Typen besteht, die an Zahl gleich sind, einem männlichen und einem weiblichen. Nun habe ich aber Ihre Aufmerksamkeit auf die Tatsache gelenkt, dass Gleichheit der Typen dann sich ergibt, wenn eines der Eltern (cross-bred) Kreuzungsprodukt mit bezug auf den betreffenden Charakter war, d. h. wenn es nur eine Dose von dem Faktor, von welchem er abhängt, erhalten hat. Wir dürfen daher ziemlich sicher sein, dass der Unterschied zwischen den Geschlechtern von der Anwesenheit eines ungepaarten Faktors in dem einen oder dem andern von ihnen abhängt. Diese Schlussfolgerung scheint mir sich so direkt aus allem, was wir über genetische Physiologie gelernt haben, zu ergeben, dass wir es mit vollem Vertrauen als dem wahren Verhalten der Dinge entsprechend aneignen können.

Die Frage, welches der beiden Geschlechter den ungepaarten Faktor enthält, ist nicht so leicht zu bestimmen, doch gibt es mehrere konvergierende Beweislinien, welche zu dem Schlusse führen, dass unter den Wirbeltieren wenigstens und auch unter einigen neuen Typen es das Weibliche ist, und ich habe nur geringen Zweifel, dass es uns gelingen wird, zu beweisen, dass in diesen Typen Weiblichkeit ein bestimmter Mendel'scher Faktor ist, welcher dem Männlichen fehlt, und den gewöhnlichen Mendel'schen Regeln folgt.

Ehe ich Ihnen erkläre, wie das Resultat der Experimente mit der spanischen Wicke uns in dieser Forschung hilft, muss ich Ihnen noch das Resultat einiger anderer Experimente mitteilen.

Das erste derselben betraf den gewöhnlichen Stachelbeerfalter *Abraaxas grossulariata*. Es gibt davon auch eine bestimmte hellfarbige Spielart, welche man *lacticolor* nennt. Mit diesen beiden Arten hat Doncaster eine bemerkenswerte Reihe von Experimenten veranstaltet.

Als er diese begann, war *lacticolor* nur weiblich bekannt. Diese wurde mit der männlichen *grossulariata* gekreuzt, und die Nachkommenschaft bestand ausschließlich aus *grossulariata*, was beweist, dass die männliche Form „rein“ als Typus war. Die Hybriden untereinander hatten als Nachkommenschaft sowohl männliche wie weibliche *grossulariata*, aber nur weibliche *lacticolor*. Die männlichen Hybriden brachten mit weiblichen *lacticolor* alle vier der

möglichen Kombinationen hervor: männliche und weibliche *grossulariata*, sowohl wie männliche und weibliche *lacticolor*. Als man alsdann die männlichen *lacticolor* mit den *grossulariata*-Weibchen verband, sei es, dass die letzteren Hybriden waren oder wild aus einer Gegend kamen, wo es *lacticolor* nicht gibt, ergab sich, dass alle männlichen Nachkommen *grossulariata* und alle weiblichen *lacticolor* waren! Es ist schwierig, das Resultat dieser Experimente bei einmaligem Hören zu würdigen, und was ich Sie im Gedächtnis zu behalten bitte, ist nur: erstens dass wir hier eine Reihe von Verbindungen haben, welche sehr merkwürdige Verteilungen der Typen- und Spielartcharaktere unter den beiden Geschlechtern zeigen. Und ferner, was vielleicht das Bemerkenswerteste von allem ist, dass das wilde *grossulariata*-Weibchen, wenn es mit *lacticolor*-Männchen gekreuzt wird, lauter weibliche *lacticolor*-Nachkommen zeugen kann. Diese Tatsache kann, wie wir wissen, nur eine Bedeutung haben, d. h. dass diese wilden Weibchen in Wirklichkeit Hybriden von *lacticolor* sind; eine Tatsache, welche, da die Männchen reine *grossulariata* sind, in dem natürlichen Lauf der Dinge niemals zu unserer Kenntnis gelangt wäre.

Wenn wir einer solchen Reihe von Erscheinungen begegnen, ist es unsere Pflicht, einen symbolischen Ausdruck zu finden, welcher alle dabei in Betracht kommenden Faktoren repräsentiert und zeigt, wie sich ein jeder bei der Vererbung verhält.

Solch ein System oder Schema haben wir schließlich entdeckt und ich bin geneigt anzunehmen, dass es das richtige ist. Wenn Sie diesen Fall studieren, so werden Sie finden, dass es neun verschiedene Arten der Zuchtvereinigung gibt, welche zwischen der Spielart, dem Typus und dem Hybriden gemacht werden können, und dass das Schema für die ganze Gruppe der Resultate passt. Es gründet sich auf zwei Annahmen:

1. Dass das Weibchen Kreuzungsprodukt ist, oder, wie wir es nennen, heterozygotisch für den Weiblichkeitsfaktor ist, der dem Männchen fehlt. Die Eier sind daher von Anfang an prädestiniert entweder männlich oder weiblich zu werden, aber die Spermatozoen gleichen alle einander insofern sie nicht weiblich sind.

2. Dass eine Abstoßung zwischen dem Weiblichkeitsfaktor und dem *grossulariata*-Faktor besteht.

Eine solche Abstoßung zwischen zwei Faktoren sind wir gerechtfertigt als möglich anzunehmen, weil wir den Beweis für eine ähnliche Repulsion mit bezug auf die beiden Faktoren in den spanischen Wicken hatten.

Wenn der Fall betreffs dieses Falters allein stünde, würde er schon interessant sein, aber seine Wichtigkeit wird sehr erhöht durch die Tatsache, dass wir zwei Fälle für Vögel kennen, die eine sehr nahe Vergleichung gestatten. Der einfachere Fall, auf

welchen ich allein hinweisen will, betrifft den Kanarienvogel. Wie bei dem Stachelbeerfalter gibt es bei ihm eine Art Albino, den Zimtkanarienvogel, und Männchen dieser Abarten erzeugen mit Weibchen des gewöhnlichen grünen Kanarienvogels dunkle Männchen und Zimtkanarienvögel, die alle Weibchen sind; während das grüne Männchen mit dem Zimtweibchen eine weibliche und eine männliche Nachkommenschaft hat, die alle grün sind.

Dieser Fall, welcher von Miss Durham experimentell studiert worden ist, bietet einige Verwickelung, ist aber in seinen großen Umrissen genau derselbe, wie der des Falters und beide gestatten dieselbe Deutung.

Die Erklärung<sup>4)</sup> mag im einzelnen unvollkommen oder zum Teil sogar falsch sein, aber dass wir überhaupt nun endlich in stande sind, eine anwendbare Hypothese für derartige Erscheinungen zu formulieren, ist eine ermutigende Tatsache. Wenn wir recht haben, wie ich sehr geneigt bin zu glauben, erhalten wir eine Ahnung von der Bedeutung der populären Idee, dass in gewissen Beziehungen Töchter dem Vater und Söhne der Mutter zu gleichen pflegen, eine Erscheinung, welche sicherlich zuweilen beobachtet werden kann.

Es gibt einige weitere Anzeichen dafür, dass wir mit unserer Theorie über Geschlechtsbestimmung auf dem richtigen Wege sind. Eines davon, das sich auf die besondere Vererbbarkeit von Farbenblindheit bezieht, ist besonders interessant. Diese Krankheit findet sich häufig beim männlichen, selten beim weiblichen Geschlecht. Männer mit Farbenblindheit können diese vererben, Männer mit normalen Augen nicht. Frauen dagegen, welche augenscheinlich normal sind, können farbenblinde Söhne haben, und farbenblinde Frauen haben, soweit wir wissen, nur farbenblinde Söhne<sup>5)</sup>.

Mendelsche Analyse dieser Tatsachen zeigt, dass Farbenblindheit nicht, wie man annehmen könnte, auf dem Fehlen irgendeines Bestandteiles im Körperbau beruht, sondern auf dem Vorhandensein von etwas, welches das Sehen beeinflusst.

Ebenso wie Nikotinvergiftung den Farbensinn paralisieren kann, kann es ein Sekret im Körper geben, das dieselbe Wirkung hat. Wenn Frauen verhältnismäßig verschont sind, so heisst das also,

---

4) Die Vermutung, dass Weibchen ♀♂, und Männchen ♂♂ sind, beschränkt sich natürlich bis jetzt auf die hier erwähnten Fälle. Wahrscheinlich ist das Geschlecht nicht gleich bei allen Tieren gebildet. Bei den Insekten von E. B. Wilson und T. H. Morgan untersucht, wo die Spermatozoen, die das akzessorische Chromosom enthalten, die Weiblichkeit offen verursachen, müssen die Weibchen ♀♀, und die Männchen ♂♂ sein, oder Mendelisch gesagt, sind die Weibchen DD und die Männchen DR. Wie Correns gezeigt hat, ist dies auch vielleicht die einfachste Darstellung der Tatsachen von *Bryonia dioica*. W. B.

5) Wir kennen jetzt sieben farbenblinde Frauen, die im ganzen 17 Söhne — alle farbenblind — haben. Die meisten dieser Fälle hat Nettleship gesammelt.

dass bei ihnen ein positiver Faktor vorhanden ist, welcher dem Farbenblindheitsfaktor entgegenwirkt, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieser entgegenwirkende Faktor nichts anderes ist als der Weiblichkeitsfaktor selbst.

Ich glaube genügend bewiesen zu haben, dass schließlich alle diese bei spanischen Wicken und Kanarienvögeln beobachteten Kuriositäten eine nicht gerade fernliegende Wichtigkeit für einige sehr bezaubernde Probleme des Menschenlebens haben.

Schließlich brauche ich wohl kaum hervorzuheben, dass sie für das Entwicklungsproblem von Bedeutung sind. Die Tatsachen der Vererbung und der Variabilität liefern das Material für den Aufbau aller Entwicklungstheorien. Endlich erhalten wir durch die experimentellen Untersuchungen über Vererbung unanfechtbare Tatsachen, frei von den Schattenseiten, die bei den älteren Zusammenstellungen unvermeidlich waren. Überblicken wir diese Materialien, so können wir die Änderungen einigermaßen beurteilen, welche zu ihrer Einfügung in dem orthodoxen Gebäude gemacht werden müssen. Aber es hieße voreilig sein, wenn man jetzt schon einen Neubau vornehmen wollte. Die Ergebnisse der Versuche über Vererbungslehre sind so überraschend neu, dass wir Zeit brauchen, und eingehendes Studium ihrer gegenseitigen Zusammenhänge, ehe wir sie in ihrem ganzen Werte und ihrer vollen Bedeutung würdigen können. Wer hat bei all den Erörterungen über Konstanz und Anpassung der Arten die Möglichkeit erwogen, dass je bei einer wilden Art eines der Geschlechter beständig hybriden Charakters sein könne? Wenn ich von Abenteuern sprach, denen man beim Studium der Vererbungserscheinungen begegnen könnte, dachte ich an so erstaunliche Entdeckungen wie diese. Es gibt andere, nicht weniger überraschende. Wer würde für möglich gehalten haben, dass die Pollenzellen einer Pflanze alle einem, die Eizellen aber zwei Typen angehören? Miss Saunders' Experimente beweisen, dass dies bei gewissen Levkoien zutrifft, bei denen die Pollenkörner alle Füllung der Blüten übertragen, während von den Eizellen die einen „einfach“, andere „gefüllt“ sind. Wir können noch nicht daran denken, diese verwickelten Verhältnisse auf ein Schema zurückzuführen. Was wir wissen ist nur, dass für unsere Forschung jetzt eine Welt von mannigfaltigen, gesetzmäßigen und eigenartigen Wundern sich öffnet, in welche wir bis jetzt nur einen Blick geworfen haben. Positive Anschauungen über den Ursprung und den Zusammenhang der Arten im allgemeinen darzulegen, würde ein Versuch sein nicht minder aussichtslos als der eines Chemikers, welcher die Verwandtschaft der Elemente feststellen wollte, ehe ihre Eigenschaften untersucht sind.

Zum erstenmal haben jetzt die Begriffe „Variation“ und „Rückschlag“ (Reversion) einen bestimmten, greifbaren Sinn, bisher waren

sie bei allen Erörterungen über Entwicklung bequeme Geister, die gefällig genug waren, so viel oder so wenig auszuführen, als der Beschauer wünschte. Dieser Nebelzustand ihrer Existenz ist vorüber, wir sehen Variationen sich zu einem bestimmten physiologischen Vorgang gestalten, die Hinzufügung oder den Ausfall eines oder mehrerer bestimmter Bestandteile; und Rückschlag zu der besonderen Addition oder Subtraktion, welche die Gesamtheit der Bestandteile zu dem Bestand zurückbringt, der früher in der Geschichte der betreffenden Rasse vorhanden war.

Die Zeit für allgemeine Erörterungen über das Evolutionsproblem ist vorüber. Wir treten diesem Problem jetzt entgegen als einem, welches durch peinlich genaue Analyse zu entscheiden ist. Lord Acton sagte in seiner Antrittsvorlesung, dass wir beim geschichtlichen Studium im Beginn der dokumentären Aera stehen. Niemand wird mich mangelnder Ehrerbietung vor dem großen Manne zeihen, dessen Zentennarfeier wir dieses Jahr begehen, wenn ich diese Worte auf die Geschichte der Evolution anwende. Darwin hat uns zuerst gezeigt, dass die Arten eine lesbare Geschichte haben. Wenn sich bei einer neuen Lektüre dieser Geschichte Abweichungen von dem von ihm zuerst festgestellten Text ergeben — seinem furchtlosen Geiste werden sie nichts anhaben.

---

## Gibt es phylogenetisch bedeutungsvolle Bewegungen?

Von Dr. F. Werner-Wien.

Nachstehende Betrachtungen stellen einen kleinen Anhang zu dem von Darwin in den ersten Kapiteln seines Werkes „Der Ausdruck der Gemütsbewegungen“ mitgeteilten Fällen vor, in denen gewisse, namentlich von Haustieren ausgeführte, uns gegenwärtig sinnlos erscheinende Bewegungen — wie das Umkreisen des Lagerplatzes vor dem Niederlegen bei Hunden, das Verscharren der Exkremente bei Katzen — auf ethologisch bedeutungsvolle Handlungen ihrer wilden Stammformen zurückgeführt werden können.

Jedem, der zahlreichere Arten lebender Tiere, sei es in freier Natur oder in geeignet eingerichteten Behältern, längere Zeit beobachtet hat, fällt es auf, dass sich gewisse Arten der Bewegung in verschiedenen Gruppen derselben Kategorie wiederholen, Bewegungen oder Stellungen, die nicht notwendigerweise mit der Art und Weise des Nahrungserwerbes, der Fortpflanzung und Ausscheidung etc. zusammenhängen. Wo sich solche Bewegungen oder Stellungen ohne weiteres als Schutzeinrichtungen oder Anpassung an bestimmte gleichartige Lebensverhältnisse erkennen lassen, da ist es naheliegend und sicherlich auch richtig, anzunehmen, dass in jeder der Tiergruppen, bei denen sie beobachtet werden, selbst

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Bateson W.

Artikel/Article: [Methoden und Ziel der Vererbungslehre 299-318](#)