Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 88 (1905)

Artikel: Über die Mendelschen Gesetze, Art- und Varietätenbildung, Mutation und Variation, insbesondere bei unsern Hain- und Gartenschnecken

Autor: Lang, Arnold

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90131

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

a) Zoologischer Teil.

Über die Mendelschen Gesetze, Art- und Varietätenbildung, Mutation und Variation, insbesondere bei unsern Hain- und Gartenschnecken

von ARNOLD LANG.

Prof. *Arnold Lang (Zürich)* berichtet über einzelne vorläufige Resultate seiner bald 10-jährigen Untersuchungen über Vererbung, Bastardierung, Art- und Varietätenbildung bei den Arten des Heliciden-Subgenus *Tachea,* zu denen unsere gemeinen einheimischen *Garten-, Hain- und Waldschnecken T. hortensis* Müll., *T. nemoralis* L. und *T. sylvatica Drap.*, sowie noch eine Anzahl anderer paläarktischer Arten gehören. Die ausgedehnten Untersuchungen werden erst in einigen Jahren zu einem gewissen Abschluß kommen. Das Material ist für solche Forschungen insofern ungünstig, als es immer mindestens 2 Jahre, meistens 3 Jahre und oft 4 Jahre dauert, bis eine junge Schnecke fortpflanzungsfähig ist. Erschwert wird auch die experimentelle Untersuchung dadurch, daß, wie der Vortragende nachgewiesen hat, das von einer Kopulation herrührende Sperma jahrelang im receptaculum seminis lebens- und befruchtungskräftig bleibt. Findet man also beispielsweise in der freien Natur ein interessantes, seltenes Exemplar, so kann man es, falls es erwachsen ist, nicht ohne weiteres für ein einwandfreies Zuchtexperiment verwenden, denn es ist unter Umständen schon auf Jahre hinaus „befruchtet“ und wird in Einzelhaft befruchtete, entwicklungsfähige Eier legen, deren Vater immer unbekannt bleiben wird.

Wenn der Vortragende trotzdem das Subgenus Tachea für seine Untersuchungen gewählt hat, so liegen die Gründe dafür erstens darin, daß die Untergattung Arten enthält, die zum Teil spezifisch scharf getrennt, zum Teil aber auch so nahe verwandt sind, daß ihr spezifischer Rang zweifelhaft erscheinen könnte. So wurden und werden immer wieder die Formen T. hortensis und T. nemoralis als „gute" Arten angefochten. Zweitens erschien eine Untersuchung der Tachea-Formen deshalb verlockend, weil innerhalb gewisser Arten, hauptsächlich bei T. hortensis und T. nemoralis die Variabilität mit Bezug auf gewisse Merkmale eine außerordentlich große ist. Drittens läßt sich die Schale, welche Trägerin solcher Merkmale ist, leicht aufbewahren und lassen sich die Merkmale außerordentlich präzis beschreiben und zu jeder Zeit verifizieren. Viertens ist die geographische Verbreitung der Gruppe ziemlich gut bekannt. Da die Gattung auch fossil vorkommt, so läßt sich fünftens erwarten, daß auch das Studium der paläontologischen Urkunden in einigen Punkten willkommenen Aufschluß geben wird. Und schließlich läßt sich die Zucht mehrerer Arten ohne erhebliche Schwierigkeiten in größerm Maßstabe sowohl im Freien, wie in geschlossenen Räumen durchführen. Der Vortragende hat in seinen Kellerräumlichkeiten mehrere hundert Kulturen.

Der Vortragende teilt zunächst mit, daß er bei seinen *Kreuzungsversuchen* von Bänder- und Farbenvarietäten von T. hortensis und T. nemoralis die *Mendelschen Gezetze* vielfach bestätigen konnte, und er versucht im ersten Teile seines Vortrages, diese Gesetze, besser Regeln, anschaulich zu demonstrieren. Diese Regeln, deren Bedeutung in der Vererbungs- und Bastardierungslehre eine außerordentlich große ist, wurden im Anfang der Sechziger-Jahre von dem katholischen Priester *Gregor*

Mendel, damals Professor der Naturwissenschaften an der Oberrealschule in *Brünn,* 1868 Abt des dortigen Augustiner-Stiftes (geb. 1822, gest. 1884) entdeckt und 1865 in einer Schrift „von klassischer Kürze und Klarheit", betitelt „*Versuche über Pflanzenhybriden*" dargelegt. Die an Erbsen und Bohnen angestellten Untersuchungen Mendels, in einer nicht sehr bekannten Gesellschaftsschrift veröffentlicht, wurden wenig beachtet und gerieten in Vergessenheit, bis sie im Jahre 1900 gleichzeitig von drei Botanikern, *Hugo de Vries* in Amsterdam, *C. Correns* in Leipzig und *E. Tschermak* in Wien wieder entdeckt wurden. Meine eigenen diesbezüglichen Beobachtungen, die ich ebenfalls in vollständiger Unkenntnis der Mendelschen Arbeit machte, datieren bis 1901 zurück. Seitdem sind schon viele wichtige Arbeiten, besonders auf dem Gebiete der Botanik, zum Teil auch auf zoologischem Gebiete, erschienen, welche wertvolle und wichtige Bestätigungen, Erweiterungen und auch Einschränkungen der Mendelschen Regeln brachten. Uebrigens hat Mendel selbst schon 1869 in einem Bericht „*Über einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene Hieraciumbastarde*" die allgemeine Gültigkeit seiner ersten Regeln eingeschränkt.

Der Vortragende weist nun zunächst eine Sammlung von Exemplaren (Gehäusen) von *Tachea nemoralis* vor, an welchen die Mendelsche Regel für einen einfachsten Fall sehr übersichtlich demonstriert wird. Da sich die betreffende Präparatenaufstellung als für die photographische Reproduktion ungünstig erwies, wird sie hier im Referate durch eine ganz analoge Aufstellung von *Tachea hortensis* ersetzt.

A. Die Mendelschen Regeln für Monohybride demonstriert an ungebänderten und fünfbändrigen Varietäten von Tachea hortensis. (Tafel I.)

Die Mendelschen Regeln beziehen sich auf die Erscheinungen, welche bei der Kreuzung (Hybridation, Bastardierung) von zwei verschiedenen Varietäten an den Hybriden der ersten und der darauffolgenden Generationen auftreten. Vorbedingung und Voraussetzung ist, daß die Varietäten mit Bezug auf die zu untersuchenden Merkmale konstant, die Gärtner sagen „samenbeständig" sind. Eine Voruntersuchung ergab für eine ganze Anzahl von Merkmalen der verschiedenen Varietäten, die sich auf die Färbung und Bänderung der Schale beziehen, eine überraschend große Erblichkeit. Es lassen sich zahlreiche verschiedene Rassen züchten, die bei Inzucht konstant sind. Eine weitere Voraussetzung für die Feststellung der Mendelschen Regeln ist die, daß die aus der Kreuzung von zwei Varietäten einer Art hervorgehenden Hybriden unter einander vollkommen fruchtbar sind. Eine Voruntersuchung ergab, daß das in der Tat bei den Varietäten unserer Hain- und Gartenschnecken der Fall ist.

Den einfachsten Fall der Mendelschen Regeln erhalten wir bei *Monohybriden.* Unter einer *Monohybriden-Kreuzung* verstehen wir eine solche, *bei welcher die zur Kreuzung benutzten reinen Varietäten nur in einem einzigen Merkmal verschieden sind,* in unserm Falle etwa in der Grundfarbe der Schale oder in der besondern Form der Bänderung.

Greifen wir einen von mehrern experimentell geprüften Fällen heraus. Wir kreuzen miteinander zwei jungfräuliche (von Jugend auf isoliert gehaltene) Exemplare von Tachea hortensis. Beide Exemplare sollen eine hellgelbe Schale besitzen und sich, soweit die äußere Untersuchung zeigt, nur dadurch unterscheiden, daß das eine Exemplar einer *reinen bänderlosen Rasse* angehört, während das andere Individuum die *reine fünfbändrige Varietät,* und zwar die Form mit *getrennten Bändern,* repräsentiert. Rassenreine Individuen der bänderlosen Varietät zu erhalten, ist —

wir können hier auf die Gründe noch nicht eingehen — mit Schwierigkeiten verbunden. Am besten entnehmen wir sie solchen Kolonien in der freien Natur, in denen ausschließlich bänderlose Individuen vorkommen. Es gibt bei uns derartige Kolonien. Rassenreine Individuen der fünfbändrigen Varietät zu bekommen, ist hingegen sehr leicht, nachdem der Vortragende experimentell festgestellt hat, daß in Kolonien, in denen nur bänderlose und fünfbändrige Individuen vorkommen, und solcher Kolonien gibt es sehr viele, überhaupt alle fünfbändrigen Individuen (nicht die bänderlosen) rassenrein sind, d. h. bei Inzucht lauter fünfbändrige Nachkommen liefern.

Die Merkmale, die wir bei der Kreuzung einander gegenüberstellen, heißen *antagonistische Merkmale.* Bei Monohybriden handelt es sich um ein *einziges Paar antagonistischer Merkmale,* im vorliegenden Falle: *Bänderlosigkeit* und *Fünfbändrigkeit.*

Isoliert man nach erfolgter Paarung jedes der beiden Individuen, so wird jedes ein Nest Eier in die Erde ablegen, und ein jedes Nest wird normalerweise 40—60, eventuell noch mehr, ausschlüpfender Junge liefern. Unsere Lungenschnecken sind ja bekanntlich hermaphroditisch und die Kopulation ist eine gegenseitige. Zahlreiche experimentelle Untersuchungen des Vortragenden haben nun gezeigt, daß nicht nur in diesem, sondern überhaupt in allen Fällen die Kinder des einen Individuums mit denen des andern vollständig übereinstimmen. Wenn man im vorliegenden Falle das bänderlose Individuum mit $\frac{00000}{00000}$, das fünfbändrige mit $\frac{12345}{12345}$ bezeichnet, um durch die Übereinstimmung von Zähler und Nenner lediglich die Rassenreinheit, die reine Abstammung in der väterlichen und mütterlichen Ascendenz auszudrücken, so wird das Gelege des Individuums $\frac{00000}{00000}$ sich in keiner Weise von dem des Individuums $\frac{12345}{12345}$ unterscheiden.

Wer nun erwarten würde, daß die aus den beiden Gelegen sich entwickelnde Nachkommenschaft, die *I. Hybridengeneration*, mit Bezug auf die antogonistischen Merkmale der Eltern eine vermittelnde Stellung einnehme, Zwischenformen darstelle, würde sich vollständig irren. *Alle Individuen beider Gelege ohne Ausnahme schlagen vollständig nach der Richtung des einen Elters, und zwar alle auf die Seite des bänderlosen Elters.* Da, wie weitere Versuche zeigen, die Fünfbändrigkeit nicht vollständig unterdrückt ist, sondern in der nächsten Generation in bestimmter, gesetzmäßiger Weise wieder auftritt, so bezeichnet man das Merkmal, das in der ersten Hybridgeneration in die Erscheinung tritt, manifest wird, über das andere vollständig dominiert, als das *dominierende* Merkmal, das andere, welches vorläufig unterdrückt bleibt, zurücktritt, sich aber in einem latenten Zustand forterhält, als das *recessive.* Die Formel für sämtliche Hybride der ersten Generation würde also lauten $\frac{00000d}{12345r}$. Sie gibt an, daß der Hybride von einem gebänderten und von einem ungebänderten Elter herrührt, d bezeichnet das dominierende, r das recessive Merkmal des antagonistischen Paares.

Wir haben hier einen Fall der *absoluten Dominanz* eines Merkmales über das antagonistische vor uns. Solche Fälle sind sehr häufig. Das absolute Dominieren des einen Merkmales über das andere ist wohl z. T. wenigstens Schuld daran gewesen, daß die Mendelschen Gesetze trotz der massenhaften züchterischen Experimente der Pflanzen- und Tierzüchter nicht früher und nicht allgemein erkannt wurden. Man hielt wohl in solchen Fällen die Weiterzucht für aussichtslos oder man glaubte wohl gar, wie es dem Vortragenden selbst anfänglich passierte, daß bei dem Experiment irgend ein Versehen vorgekommen sei.

(Es gibt auch Fälle der *wechselnden Dominanz,* wo in der ersten Generation zwar beide Merkmalspaare, stets

aber scharf auf verschiedene Individuen verteilt, hervortreten. Man kann sich die Sache symbolisch so vorstellen, daß in solchen Fällen die beiden Merkmale eines Paares sich annähernd das Gleichgewicht halten.)

Die Erscheinung, daß das eine Merkmal dominiert, das andere nicht verschwindet, sondern nur latent bleibt, wird als *Dominanzregel* bezeichnet.

Kreuzt man beliebige zwei Individuen der ersten Hybridgeneration, die alle gelb und bänderlos aussehen, die aber alle durch die Formel $\frac{00000d}{12345r}$ charakterisiert sind, miteinander, *so treten unter den Nachkommen, den Hybriden zweiter Generation, die* **beiden** *Merkmale der Grosseltern wieder hervor,* auch das recessive Merkmal der Fünfbändrigkeit, das in der ersten Generation vollständig unterdrückt zu sein schien. Doch sind beide Merkmale niemals vermischt, sie vereinigen, sie kombinieren sich nicht, sie schließen untereinander keinen Kompromiß; vielmehr entstehen nur rein ungebänderte und rein und scharf fünfbändrige Individuen und zwar, wie eine mit größeren Zahlen operierende Statistik zeigt, in einem ganz bestimmten *Zahlenverhältnisse, die dominantmerkmaligen (bänderlosen) Individuen zu den recessivmerkmaligen (fünfbändrigen) in dem Verhältnis von 3 : 1.* Wenn also jedes zur Kreuzung mit einem andern benutzte Individuum der ersten Hybridgeneration 60 Junge erzeugt, so werden von diesen 60 Jungen durchschnittlich 45 ungestreift und 15 fünfstreifig sein. *Dieses gesetzmäßige Wiederauftreten der unveränderten antagonistischen Merkmale der Großeltern in der Enkelgeneration wird als das Mendelsche Spaltungsgesetz bezeichnet.* Darin liegt eine große Errungenschaft der experimentellen Erforschung der Vererbungserscheinungen, daß sie das Vorhandensein solcher *„einen und unteilbaren“ Vererbungseinheiten* nachgewiesen hat.

Formengruppen, welche sich durch den Besitz solcher Merkmale unterscheiden, die sich als Vererbungseinheiten verhalten, nennt man neuerdings nicht Varietäten, sondern *„kleine Arten“*. Die Merkmale sind oft scharf getrennt, ohne Zwischenglieder. So gibt es sehr viele Kolonien von Helix hortensis, in denen nur zwei „kleine Arten“ vorkommen, beide scharf getrennt, ohne Übergangsformen, nämlich die fünfbändrige und die ungebänderte. Das Experiment hat uns jetzt darüber aufgeklärt, weshalb in solchen Kolonien keine Übergangsformen vorkommen, obschon die durcheinander lebenden Individuen der beiden kleinen Arten sich, wie es scheint ohne Prädilektion, fruchtbar miteinander paaren. Nach berühmten Untersuchungen des holländischen Botanikers *de Vries* können solche Merkmale plötzlich und unvermittelt, gewissermaßen sprungweise, in *Populationen* (d. h. irgendwelchen Beständen, Kolonien, Herden etc.) auftreten, und sie sind meist gleich bei ihrem ersten Auftreten vollkommen erblich. Derartige plötzlich neu auftretende erbliche Veränderungen in den Merkmalen nennt *de Vries* **Mutationen.**

Schon *Mendel* hat sich mit aller Klarheit einen Erklärungsversuch für das Spaltungsgesetz zurechtgelegt. Er zeigte, daß das Auftreten der recessivmerkmaligen Individuen im Verhältnis von 1 : 3 zu den dominantmerkmaligen in der zweiten Hybridgeneration, unter der Voraussetzung verständlich wird, *daß die Hybriden nur reine Gameten* (Fortpflanzungszellen) *liefern*, d. h. solche, in denen nur die Anlage zu einem von zwei antagonistischen Merkmalen enthalten ist. Beispielsweise würde ein Ei oder ein Spermatozoon (aus dem Vereinigungsprodukt *eines* Spermatozoons mit *einem* Ei entwickelt sich ein neuer kindlicher Organismus) eines Hybriden von der Formel $\frac{00000d}{12345r}$ entweder ausschließlich die Anlage zur Bänderlosigkeit oder ausschließlich die Anlage zur Fünfbändrigkeit

enthalten. Die Anlagen würden sich auf das ganze Heer von Gameten, das ein Hybride erzeugt, gleichmäßig verteilen, so daß durchschnittlich die Hälfte der Spermatozoen und Eier die Anlage des dominierenden Merkmales (in concreto der Bänderlosigkeit), die andere Hälfte die Anlage des recessiven Merkmals (der Fünfbändrigkeit) enthalten würde. Wie sich die mit verschiedenen Anlagen ausgerüsteten Gameten bei der Befruchtung treffen und vereinigen, würde vom Zufall abhängen und es würden sich, angenommen es werden im ganzen 120 Eier befruchtet, folgende Kombinationen ergeben, von denen jede die gleiche Wahrscheinlichkeit der Verwirklichung hätte:

120 Eier, davon 60 mit der Anlage zur (recessiven) Fünfbändrigkeit : 12345 r
60 mit der Anlage zur (dominanten) Bänderlosigkeit: 00000 d

würden sich kombinieren mit

120 Spermatozoen, wovon 60 mit der Anlage zur (recessiven) Fünfbändrigkeit, 12345 r
und 60 mit der Anlage zur (dominanten) Bänderlosigkeit, 00000 d

Nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung würden sich im Durchschnitt ergeben:

a) 30	*Zygoten* von der Kombination	12345 r × 12345 r
b) 30	„ „ „ „	12345 r × 00000d
c) 30	„ „ „ „	00000d × 12345 r
d) 30	„ „ „ „	00000d × 00000d

Zygoten = befruchtete Eier.

Betrachtet man diese vier durchschnittlich gleich zahlreichen Kategorien genauer, so erkennt man, daß in den Zygoten der ersten Kategorie *a)* zwei sich deckende Anlagen des recessiven Merkmales (Fünfbändrigkeit) zur Vereinigung gelangt sind. Eine antagonistische Anlage fehlt. Es handelt sich also um eine *reine Rasse* von der Formel

$\frac{12345\,r}{12345\,r}$. Aus diesen Zygoten werden sich lauter fünfbändrige Schnecken entwickeln.

Es ist ferner leicht ersichtlich, daß die Kategorien *b*) und *c*) aus lauter *hybriden* Zygoten bestehen, bei denen sich eine recessivmerkmalige Gamete mit einer dominantmerkmaligen vereinigt hatte. Die Formeln dieser Zygoten sind $\frac{12345\,r}{00000\,d}$ und $\frac{00000\,d}{12345\,r}$. Es ist leicht ersichtlich, daß beide identisch sind. Wie sehen die Schalen der 60 sich aus diesen hybriden Zygoten entwickelnden hybriden Schnecken aus? Offenbar sind sie *alle bänderlos.*

Betrachten wir nun die letzte Kategorie *d*) von Zygoten, entstanden aus der Vereinigung von lauter dominantmerkmaligen Gameten. Ihre Formel ist $\frac{00000\,d}{00000\,d}$. Aus ihnen gehen lauter Individuen einer *reinen dominantmerkmaligen Rasse* hervor. Sie sind alle bänderlos, aber sie erscheinen nicht mehr und nicht weniger bänderlos als die hybriden Individuen der Kategorien *b* und *c*.

Zusammenfassend würden von 120 Individuen der zweiten Hybridengeneration 30, d. h. 1/4 fünfbändrig und zwar reinrassig fünfbändrig sein und 90, d. h. 3/4 bänderlos. Das entspricht aber genau den Resultaten der Kreuzungsexperimente, welche ergaben, daß auf drei dominantmerkmalige Hybride der zweiten Generation ein recessivmerkmaliger kommt.

Die theoretische Berechnung ergibt, daß von den 90 dominantmerkmaligen Individuen der zweiten Generation 30 also 1/4 der ganzen Zucht, rein dominant, also reinrassig dominant sind ($\frac{00000\,d}{00000\,d}$), während 60 die Fünfbändrigkeit latent enthalten.

Das Resultat der weitern Kreuzungsversuche mit den Individuen der zweiten Hybridengeneration bestätigt nun vollständig die theoretische Erwartung. Mit Recht nennt man die aus dieser erneuten Kreuzung hervorgehende dritte Generation die *Probegeneration.*

Kreuzt man fünfbändrige, also recessivmerkmalige Individuen der zweiten Generation miteinander, so entstehen lauter fünfbändrige Tiere, und ebenso bei erneuten Kreuzungen in allen folgenden Generationen. Es handelt sich in der Tat um eine reine Rasse, die bei Inzucht konstant bleibt.

Die Probe auf den innern Wert der dominantmerkmaligen (bänderlosen) Tiere hingegen stößt auf eigentümliche Schwierigkeiten, die aber sehr lehrreich sind. Die Schwierigkeiten rühren daher, daß man die *rein*-dominantmerkmaligen Tiere ($\frac{00000d}{00000d}$) und die dominantmerkmaligen Hybriden äußerlich nicht unterscheiden kann und man deshalb, wenn man zwei solche Tiere kreuzt, nicht wissen kann, mit was für „geheimmerkmaligen" Tieren man operiert. Der Zufall kann zu folgenden drei Kombinationen führen:

a) $\frac{00000d}{00000d} \times \frac{00000d}{00000d}$. In diesem Falle handelt es sich um eine Kreuzung zwischen zwei reindominantmerkmaligen Individuen, die Nachkommen werden alle dominantmerkmalig sein und bei Inzucht alle dominantmerkmalig bleiben. Reine Rasse!

b) $\frac{00000d}{00000d} \times \frac{00000d}{12345r}$. Diese Kombination würde, wie leicht ersichtlich, dominantmerkmalige Nachkommen ergeben, die zur Hälfte reinrassig, zur Hälfte dominantmerkmalige Hybride sein würden.

c) $\frac{00000d}{12345r} \times \frac{00000d}{12345r}$. Diese Kombination ist genau dieselbe wie bei der Kreuzung der Hybriden der ersten Generation, und das zu erwartende Resultat wird auch dasselbe sein: nämlich $^1/_4$ recessivmerkmalige Nachkommen ($\frac{12345r}{12345r}$ reine Rasse, und $^3/_4$ dominantmerkmalige Nachkommen, wovon $^1/_3$ reine Rasse ($\frac{00000d}{00000d}$) und $^2/_3$ Hybride ($\frac{00000d}{12345r}$).

Der Vortragende erzielte bei seinen Kreuzungsversuchen in der Tat bald das eine, bald das andere Resultat

in mehr oder weniger approximativen Zahlenverhältnissen. Der Fall *b*) ist ein „geheimer“ Fall der *Rückkreuzung:* es wird ein Hybride ($\frac{00000d}{12345r}$) mit einer der beiden Stammformen ($\frac{00000d}{00000d}$) gekreuzt. Ein anderer solcher Fall, der sich leicht experimentell einrichten läßt, ist der der Kreuzung eines dominantmerkmaligen, bänderlosen Hybriden ($\frac{00000d}{12345r}$) mit einer recessiymerkmaligen reinen Stammform ($\frac{12345r}{12345r}$). Das vorauszusehende Resultat war annähernd $^1/_2$ dominantmerkmalige (bänderlose) Tiere (die Weiterzucht würde ergeben, daß es Hybride sind) und $^1/_2$ recessivmerkmalige, d. h. fünfbändrige Exemplare.

Die Prüfung auf die Geheimwertigkeit der dominantmerkmaligen Tiere wäre natürlich sehr leicht, wenn bei den Schnecken Selbstbefruchtung vorkäme, was nach des Vortragenden ausgedehnten Untersuchungen wenigstens bei den in Frage kommenden Arten nicht der Fall ist. Käme Selbstbefruchtung vor, so brauchte man bloß jedes einzelne von den oben erwähnten 90 dominantmerkmaligen Exemplaren der zweiten Generation für sich zu isolieren, um Fremdbefruchtung auszuschließen. Dann müßten nach der theoretischen Berechnung zirka 30 (reinrassige) Exemplare durch Selbstbefruchtung ausschließlich reinrassige Nachkommen liefern und 60, von den erstern der Erscheinung nach nicht unterschiedene (dominantmerkmalig-hybride) Exemplare unter ihren Kindern $^3/_4$ dominantmerkmalige (bänderlose) und $^1/_4$ recessivmerkmalige (fünfbändrige) Tiere aufweisen. Die erstern wären wieder zu $^2/_3$ hybrid und $^1/_3$ reinrassig; die letztern ausschließlich reiner Rasse.

Solche demonstrative Zuchtexperimente sind schon von Mendel und in den letzten Jahren wiederholt von andern Botanikern an Pflanzen mit ausschließlicher oder fakultativer Selbstbefruchtung ausgeführt worden.

Die Mendelschen Regeln erklären ohne weiteres folgende Erfahrungen, die man bei Kreuzungsversuchen

mit Schnecken macht, die man in der freien Natur in Kolonien sammelt, in welchen nur fünfbändrige und ungebänderte Exemplare vorkommen. Kreuzt man fünfbändrige untereinander, so erweisen sie sich immer als reiner Rasse und erzeugen nur fünfbändrige Nachkommen. Natürlich! Die Fünfbändrigkeit ist das recessive Merkmal, infolgedessen können gar keine fünfbändrige *Hybride* existieren. Kreuzt man fünfbändrige Exemplare einer solchen Kolonie mit *ungebänderten*, so ist das Resultat ein verschiedenes. Man erhält entweder lauter ungebänderte Junge oder annähernd gleich viele ungebänderte und fünfbändrige. Offenbar war im ersten Falle das zur Kreuzung benutzte bänderlose Exemplar ein reinrassiges Tier ($\frac{00000d}{00000d}$), im letztern Falle ein dominantmerkmaliger Hybride ($\frac{00000d}{12345r}$).

B. Die Mendelschen Regeln für Dihybride, demonstriert an Endosperm-Varietäten von Zea Mays. (Tafel II.)

Man spricht von einer *dihybriden* Kreuzung dann, wenn die beiden Kreuzlinge nicht nur in einem, sondern in *zwei* nachweisbaren Merkmalen verschieden sind. So können zwei Formen von T. hortensis oder T. nemoralis nicht nur in der Bänderung verschieden sein, so daß etwa die eine ungebändert, die andere fünfbändrig ist, sondern sie können sich noch durch ein zweites Merkmal unterscheiden, etwa die Färbung der Schale, die z. B. bei der einen Form gelb, bei der andern rot ist. Gelb und rot bilden also hier ein *zweites antagonistisches Merkmalspaar.* Es ist selbstverständlich, daß dieses zweite antagonistische Merkmalspaar der Dihybriden auch das einzige von Monohybriden sein kann, z. B. zwei bänderlose Formen von Tachea können sich bloß dadurch unterscheiden, daß die eine rot, die andere gelb ist. (In diesem Falle ist nachweislich rot das dominierende, gelb das recessive Merkmal.)

Der Vortragende hat Untersuchungen über dihybride Kreuzungen bei Tachea in beträchtlichem Umfange angestellt;

er verzichtet aber darauf, ihre Resultate an diesem Materiale zu demonstrieren, da er durch die Güte des ausgezeichneten Pflanzenbiologen Prof. *C. Correns* in Leipzig in die Lage gesetzt ist, vielleicht das schönste, übersichtlichste und interessanteste Demonstrationsmaterial vorzuweisen: *Endosperm- oder Xenienbastarde von Zea mays.* Diese Bastarde bieten nach zwei verschiedenen Richtungen hervorragendes biologisches Interesse, einmal was die Bedeutung der „*Xenien*" und sodann was die Erscheinungen der *Bastardierung* selbst anbetrifft.

Die Bezeichnung „*Xenien*", Gastgeschenke, verdanken wir der Scientia amabilis. Es wurde schon lange und vielfach die Beobachtung gemacht, daß bei Kreuzungen verschiedener Pflanzenrassen die befruchtenden männlichen Gameten väterliche Eigenschaften nicht bloß auf die weiblichen Gameten und damit auf den Embryo und die sich daraus entwickelnde Pflanze übertragen, sondern auch auf das das befruchtete Ei und den Embryo umhüllende Gewebe der mütterlichen Pflanze. Als ein solches mütterliches Gewebe wurde auch das *Endosperm* betrachtet, welches in vielen Pflanzenfrüchten den Embryo einschließt und ein *Nährgewebe* darstellt. Durch die schönen Untersuchungen von Correns an Zea Mays ist nun sicher festgestellt, daß solche Xenien wirklich vorkommen. Befruchtet man die Blüten eines Blütenstandes der Maisrasse *Zea mays alba,* deren Körner weissgelb aussehen, weil das weissgelbe Endosperm durch die durchsichtige ungefärbte Schalenhaut durchschimmert, mit Pollen der Rasse *Zea mays coeruleo-dulcis,* deren Endosperm schwarzblau ist, so entwickeln sich aus den Blüten am Maiskolben schwarzblaue Fruchtkörner. Der Pollen hat also auch das mütterliche Gewebe, das Fruchtendosperm beeinflußt.

Das Vorkommen der Xenien war nun vom Standpunkte der modernen Vererbungs- und Befruchtungslehre

eine durchaus unerklärliche Erscheinung, so unerklärlich wie die mystische „Nachwirkung“, „Telegonie“ oder „Infektion“, die immer noch in den Köpfen kleiner, praktischer Tierzüchter spukt, obschon der wissenschaftlich-experimentelle Beweis niemals gelungen ist. (Man versteht unter Telegonie die dauernde Beeinflussung eines weiblichen Tieres durch die erste Paarung, resp. Befruchtung, in dem Sinne, daß auch bei spätern Befruchtungen durch andere Männchen die erste Paarung immer noch einen Einfluß auf die Gestaltung, den Charakter etc. der neuen Nachkommenschaft ausübt.) Es ist nämlich ein gesichertes Resultat der Forschung, daß ein pflanzlicher oder tierischer Organismus bei der geschlechtlichen Fortpflanzung ausschließlich aus einer befruchteten Eizelle (Zygote) hervorgeht, und daß eine Befruchtung nur zwischen Fortpflanzungszellen, nämlich durch Vereinigung *eines* Spermatozoon (Mikrogamete) mit *einer* Eizelle (Makrogamete) zu stande kommt. Fast gleichzeitig nun mit dem Correnssschen sichern Nachweis des wirklichen Vorkommens der Xenien fanden *Nawaschin* und *Guignard* auch die *Erklärung* der Erscheinung und lieferten so eines der schönsten Beispiele für die Zuverlässigkeit wissenschaftlicher Methoden in der Biologie. Sie wiesen nämlich nach, daß durch die Bestäubung der Blüte ein wirklicher *Doppelbefruchtungsvorgang* eingeleitet wird. Der Embryosack enthält zwei Arten von weiblichen Geschlechts- oder Vorkernen, einen Eikern und einen (doppelten) Endospermkern. Der Pollenschlauch bringt aber ebenfalls — wie schon lange bekannt — zwei Kerne in den Embryosack mit, die als männliche Geschlechts- oder Vorkerne bezeichnet werden können. *Nun verschmilzt der eine der männlichen Vorkerne mit dem Eikerne zum befruchteten Kern der Eizelle, aus welcher der Embryo und später die junge Pflanze hervorgehen wird, der andere männliche Vorkern aber verschmilzt mit*

einem der Kerne des Endospermkernpaares zu einem Kerne, welcher die Kerne des ebenfalls befruchteten Endosperms liefert. Die Frucht enthält also gewissermaßen eine *Zwillingsbildung;* der eine Zwilling ist der *entwicklungsfähige Embryo,* der andere der *abortive Endospermembryo,* dessen Bedeutung ganz in der Ernährung des erstern aufgeht. Da auch dieser letztere aus einem Befruchtungsakt hervorgeht, bei welchem der männliche Vorkern aus demselben Pollenschlauche und von derselben väterlichen Pflanze herrührt, wie der die Eizelle befruchtende männliche Vorkern, so wundern wir uns nicht, daß das Endosperm des Fruchtkorns ebenso gut Eigenschaften der Pflanze aufweisen kann, von der der befruchtende Pollen herrührt, wie die Keimpflanze selbst. Es geht aus dem Vorstehenden ohne weiteres hervor, daß es ebensogut Endospermbastarde wie Keimpflanzenbastarde geben kann, und daß mithin erstere ebensogut den Mendelschen Regeln folgen können, wie letztere.

Der Vortragende demonstriert nun solche Bastarde und zwar eben *Dihybride.*

Die zur Kreuzung verwendeten *samenbeständigen Varietäten Zea mays coeruleo-dulcis* und *Zea mays alba* unterscheiden sich durch folgende antagonistische Merkmale des Endosperms: *1. Bei der erstern sind die Körner blau, bei der letztern weissgelb; 2. bei der erstern sind die Körner runzlig, bei der letztern glatt.* Die Merkmale wollen wir der Kürze halber für die Formeln folgendermaßen bezeichnen:

blau = B
weißgelb = w
runzlig = r
glatt = G

Die Formel für die betreffenden Merkmale lautet also für die Varietät coeruleo-dulcis $\frac{Br}{Br}$, für die Varietät

alba $\frac{wG}{wG}$. Kreuzt man nun die beiden Varietäten derart miteinander, daß man die weiblichen Blüten eines Blütenkolbens der Varietät alba befruchtet mit Pollen der Varietät coeruleo-dulcis, so liefern die Blüten des betreffenden Kolbens ausschließlich Körner, die blau und glatt sind. *Es zeigt sich also, daß blau über weiß und daß glatt über runzlig dominiert.* Das wollen wir in den Bezeichnungen dadurch ausdrücken, daß wir blau (dominierend) mit groß B, weiß (recessiv) mit klein w, glatt (dominierend) mit groß G, runzlig (recessiv) mit klein r bezeichnen. Die Formel für sämtliche Hybride der ersten Generation würde also lauten: $\frac{wG}{wG} \times \frac{Br}{Br} = \frac{wG}{Br}$ = Aussehen GB = glatt-blau.

Was das Objekt so demonstrativ macht, ist der Umstand, daß man die ganze Hybrid-Generation an einem und demselben Maiskolben versammelt sieht.

Schon dieser erste Teil des Versuches lehrt ferner:

1. Daß die Merkmale: blau, glatt *durch die Kreuzung unalterierbare Vererbungseinheiten* sind, wie die Bänderlosigkeit und Fünfbändrigkeit bei unsern Schnecken;

2. Daß das Merkmal „runzlig“ mit dem Merkmal „blau“ bei der Varietät coeruleo-dulcis nicht in unauflöslicher Ehe verbunden ist, ebensowenig das Merkmal „weiß“ mit dem Merkmal „glatt“ der Varietät alba, denn in den Körnern der ersten Hybridengeneration ist das Merkmal runzlig reinlich von dem Merkmal blau, das Merkmal weiß reinlich von dem Merkmal glatt geschieden und vorläufig verabschiedet (recessiv). Die Merkmale blau und runzlig, rein und glatt sind nicht innerlich, sondern gewissermaßen zufällig verbunden. Es sei hier gleich bemerkt, daß auch Fälle vorkommen oder vorzukommen scheinen, wo ein innerer Zusammenhang, eine Affinität zwischen zwei Merkmalen verschiedener Merkmalspaare vorkommt. Man spricht dann von

zusammengekoppelten oder konjugierten Merkmalen. Hier sind runzlig und blau, weiß und glatt nicht konjugiert.

3. Der Züchter, der den obigen Versuch angestellt hat, freut sich vielleicht, daß er eine neue Rasse durch Kreuzung gezüchtet hat, mit einer ganz neuen Kombination von Merkmalen; er hat jetzt einen Kolben von glattblauen Körnern, während er vorher nur runzligblaue und glattweiße Körner hatte. Daß alle Körner des Kolbens glattblau sind, erweckt in ihm vielleicht Hoffnungen auf Samenbeständigkeit, vor denen wir aber aus theoretischen Gründen als vor trügerischen von vorneherein warnen müßten.

Säet der Züchter die blauschwarzen Körner seiner ersten Hybridgeneration aus, erzieht er aus ihnen die Hybriden-Maispflanzen und sorgt er dafür, daß sie, wenn sie zur Blüte kommen, nur untereinander bestäubt werden (Inzucht), so sieht er an den reifenden Kolben, vielleicht zu seiner Enttäuschung, daß die vermeintliche neue Rasse nichts weniger als samenbeständig ist. Er konstatiert vielmehr, daß an jedem Kolben vier Sorten von Körnern — diese Körner bilden also die zweite Endosperm-Hybridgeneration — vorkommen, und zwar sind an jedem Kolben in ungefähr demselben Zahlenverhältnis:

1.	zirka	$^{9}/_{16}$	sämtlicher	Körner	blauglatt	= BG
2.	„	$^{3}/_{16}$	„	„	weißglatt	= wG
3.	„	$^{3}/_{16}$	„	„	blaurunzlig	= Br
4.	„	$^{1}/_{16}$	„	„	weißrunzlig	= wr

Daneben kommen allerdings auch Körner vor, die blauweiß gescheckt sind, und intermediäre Körner.

Eine weitere Inzucht der vier Sorten von Körnern ergibt, daß nur die letzte, welche die Minorität bildet, samenbeständig ist, wie dies theoretisch von vorne herein zu erwarten war.

Das hier erwähnte und an dem auf Taf. II unten abgebildeten Zapfen demonstrierte Resultat der Inzucht der Maishybriden der ersten Generation konnte der mit den Mendelschen Regeln für Dihybride Vertraute voraussehen. Es ergeben sich nämlich, vorausgesetzt, daß jede Gamete von einem antagonistischen Merkmalspaar nur das *eine* Merkmal der Anlage nach enthält, für die Gameten der ersten Bastardgeneration folgende vier einzig möglichen Kombinationen, die alle mit Wahrscheinlichkeit gleich häufig sind:

1/4	Gameten	mit	den	reinen	Anlagen	von	runzlig	u. blau	= rB
1/4	„	„	„	„	„	„	„	„ weiß	= rw
1/4	„	„	„	„	„	„	glatt	„ blau	= GB
1/4	„	„	„	„	„	„	„	„ weiß	= Gw

Wenn keine größere Affinität zwischen Gameten der einen oder andern Sorte besteht, so ergeben sich mit ungefähr gleicher Häufigkeit bei der (Endosperm)-Befruchtung (Vereinigung eines männlichen mit je einem weiblichen Gameten) folgende Kombinationen, die man erhält, wenn man jedes Glied der Viererreihe der männlichen Gameten mit jedem Glied der Viererreihe der weiblichen (Endosperm)-Gameten verbindet; also

rB	rB
rw	rw
GB	GB
Gw	Gw

gibt

rB × rB = rB	GB × rB = GBr
rB × rw = rBw	GB × rw = GBrw
rB × GB = rBG	GB × GB = GB
rB × Gw = rBGw	GB × Gw = GBw
rw × rB = rwB	Gw × rB = GwrB
rw × rw = rw	Gw × rw = Gwr
rw × GB = rwGB	Gw × GB = GwB
rw × Gw = rwG	Gw × Gw = Gw

Ordnet man diese 16 Kombinationen, denen ebensoviele Formen von Zygoten entsprechen, indem man die offenbar gleichwertigen addiert, so erhält man

1 rB
2 rBw
2 rBG
4 rBGw
1 rw
2 rwG
1 GB
2 GBw
1 Gw

Man ersieht daraus, daß auf 16 Zygoten nur 4 reine, samenbeständige kommen, solche, die von einem antagonistischen Paar von Merkmalsanlagen nur die eine enthalten, nämlich:

1	Zygote	mit	den	reinen	Anlagen	rB	=	runzlig u. blau
1	„	„	„	„	„	rw	=	runzlig u. weiß
1	„	„	„	„	„	GB	=	glatt und blau
1	„	„	„	„	„	Gw	=	glatt und weiß

Alle andern sind hybride Zygoten, von denen vier alle in Frage kommenden vier Merkmale der Anlage nach enthalten. Gruppieren wir aber die 16 Zygoten nicht nach den gesamten, d. h. sowohl sichtbar werdenden (dominanten) als verborgen bleibenden (recessiven) Anlagen, sondern vielmehr bloß nach dem *Aussehen*, das die aus ihnen hervorgehenden Körner haben werden, also

1 rB = 1 runzlig und blau (rein)
2 rBw = 2 runzlig und blau (hybrid)
2 rBG = 2 glatt und blau (hybrid)
4 rBGw = 4 glatt und blau (hybrid)
1 rw = 1 runzlig und weiß (rein)

2 rwG = 2 glatt und weiß (hybrid)
1 GB = 1 glatt und blau (rein)
2 GBw = 2 glatt und blau (hybrid)
1 Gw = 1 glatt und weiß (rein),

so erhalten wir auf 16 Zygoten durchschnittlich,
3 Zygoten, die runzlig-blaue Körner liefern,
9 „ „ glatt-blaue „ „ ,
1 Zygote, die ein runzlig-weißes, samenbeständiges Korn liefert,
3 Zygoten, die glatt-weiße Körner liefern.

Dieses theoretisch abgeleitete Resultat stimmt mit den oben angegebenen tatsächlichen Befunden durchaus überein.

Man sieht, daß die glattblauen Körner, wenn sie auch die vorherrschenden sind, ganz vorwiegend hybrid sind — von 9 glattblauen Körnern ist durchschnittlich nur eines rein — und da sich dieses von den hybriden äußerlich nicht unterscheidet, so hat die Züchtung einer reinen glattblauen Rasse ihre besondern eigentümlichen Schwierigkeiten. Der Vortragende muß es sich versagen, auf die praktisch eminent wichtige Frage einzutreten, auf welche Weise derartige Schwierigkeiten am rationellsten zu überwinden sind. Es ist aber klar, daß die Kenntnis der *Wertigkeit* der verschiedenen Merkmale für den praktischen Züchter von eminenter Bedeutung ist, und man hat schon begonnen, *Dominanztabellen* für die verschiedenartigen, den Mendelschen Regeln gehorchenden, Merkmale (z. B. der Getreiderassen) aufzustellen. Nur ein Fall sei erwähnt: Zwei Varietäten derselben Art verhalten sich z. B. so, daß die eine ein nützliches Merkmal, die andere ein anderes (selbstverständlich nicht antagonistisches) auch nützliches Merkmal besitzt. Wir wollen z. B. annehmen, die weiße Farbe der Körner der Maisrasse alba sei verglichen mit der

blauen wertvoll oder nützlich; ebenso die runzlige Beschaffenheit der Körner der Rasse coeruleo-dulcis, verglichen mit der glatten der Rasse alba. Der Züchter will nun eine neue Rasse erzielen, welche die beiden nützlichen Merkmale weiß und runzlig miteinander vereinigt. Er versucht sein Ziel durch Kreuzung der beiden Rassen alba und coeruleo-dulcis zu erreichen. Wenn er mit den Mendelschen Regeln vertraut ist, so ist er hocherfreut, wenn er sieht, daß in der ersten Hybridgeneration die beiden gewünschten Merkmale verschwunden sind, wenn sie sich also als recessiv erweisen. Der scheinbare Zeitverlust ist ein Zeitgewinn! Bei der Inzucht der glattblauen Hybriden der ersten Generation wird er zwar unter 16 Körnern der zweiten Generation nur 1 runzligweißes Korn erhalten, aber diese wenigen Körner der Ernte sind wenigstens *alle* rein, samenbeständig, und er kann bei Inzucht leicht einen zahlreichen Bestand reinrassiger Individuen erzielen.

C. Polyhybride. Zwei Varietäten einer und derselben Art können sich durch mehr als zwei Kategorien von Merkmalen unterscheiden. So z. B. können sich zwei Varietäten von H. nemoralis oder hortensis, abgesehen von der Bänderung (resp. Bänderlosigkeit) und von der Färbung des Gehäuses auch noch durch die Größe unterscheiden. Eine bestimmte Größe kann erblich sein und bei Kreuzung den Mendelschen Gesetzen gehorchen, „mendeln“, wie man sich wohl auch ausdrückt. Dann hätten wir den Fall des *Trihybridismus.* Es könnte noch eine weitere Verschiedenheit z. B. in der Form des Nabels hinzutreten, dann hätten wir *Tetrahybriden,* usw. Der Vortragende kann auf diese Fälle nicht näher eintreten. Bei reiner, ausgesprochener Dominanz eines der beiden antagonistischen Merkmale der drei, vier, fünf usw. Merkmalspaare bleibt die erste Hybridform immer *uniform.* Ihr

Aussehen wird durch die Verschiedenwertigkeit der antagonistischen Merkmale bestimmt. Bei der Kreuzung der uniformen Hybriden der ersten Generation erhält man aber eine stark *multiforme* zweite Generation, deren Mannigfaltigkeit bei Tri-, Tetra-, Penta- etc. Hybridismus gewaltig, aber stets gesetzmäßig, zunimmt.

D. Art-Hybride. Der Vortragende demonstriert Bastarde zwischen *Tachea hortensis* und *T. nemoralis*, die er nun wiederholt gezogen hat. Die beiden Arten unterscheiden sich *vornehmlich* durch 1. die Größe (n. ist grösser), 2. die Form des Peristoms (die Mündung ist bei n. größer und weiter als bei h.), 3. die Färbung der Lippe (n. hat eine schwarzbraune, h. eine weiße Lippe, n. hat zugleich eine schwarzbraune Kehle), 4. durch die Form des Liebespfeils, 5. durch den Bau der fingerförmigen Drüse. Da ferner, nach den vom Vortragenden bisher gemachten Erfahrungen, die Bastarde untereinander unfruchtbar sind, so ist jeder Zweifel unzulässig, daß es sich nicht um gute Arten handelt.

Von *Artbastarden* galt bis jetzt der Satz, daß sie im Gegensatz zu den Varietäten, welche „mendeln", nicht mendeln, sondern *Zwischenformen* zwischen den Arten darstellen, die sich teils der einen, teils der andern elterlichen Art nähern, teils ziemlich in der Mitte stehen. Und zwar tritt diese „*Multiformität*" schon unter den Individuen der ersten Generation auf, wo bei mendelnden Varietäten gewöhnlich „Uniformität" herrscht. Das Verhalten in der zweiten Generation läßt sich auf direktem Wege wenigstens bei Tieren nicht ermitteln, da Tierbastarde immer, oder sagen wir vorsichtig fast immer, unfruchtbar sind. Bei Pflanzen hingegen werden, wie es scheint, gelegentlich fruchtbare Bastarde zwischen systematischen Einheiten gebildet, die allgemein für gute Arten gehalten werden. In solchen Fällen konnte man feststellen,

daß die durch Inzucht gleichartiger Bastarde der ersten Generation erzielten Bastarde zweiter Generation uniform ihren Eltern gleichen, während gerade diese zweite Generation bei den Hybriden mendelnder Varietäten spaltet, multiform wird.

Wenn man sagt, daß gewisse Varietäten „*mendeln*", so könnte man sagen, daß die Artbastarde im allgemeinen zwischen den Elternarten hin und her „*pendeln*".

Für die hortensis-nemoralis Bastarde aber hat der Vortragende, für das Tierreich wohl zum ersten Mal, nachgewiesen, daß sie wenigstens mit Bezug auf einige Merkmale recht reinlich mendeln. Ähnliches hat *Correns* schon für Pflanzen gezeigt. Es kommen nun, auch bei einer nur summarischen Darstellung der Bastardierungsverhältnisse von T. hortensis und T. nemoralis, folgende wichtige und interessante Gesichtspunkte in Betracht.

Ein Individuum von T. hortensis kann sich von einem Individuum von T. nemoralis unterscheiden:

a) durch Varietätsmerkmale,

b) durch Artmerkmale.

a) Unterscheidung durch Varietätsmerkmale. Es kommen bei T. nemoralis und bei T. hortensis sehr zahlreiche übereinstimmende Bänderungen und Färbungen vor; ungebänderte, fünfbändrige, ein-, zwei-, drei-, vierbändrige, verschmolzenbändrige, rote, gelbe, braune Formen etc. etc. kommen bei beiden Arten vor.

Kreuzt man nun beispielsweise ein ungebändertes Exemplar von T. hortensis mit einem fünfbändrigen von T. nemoralis, so sind die Bastarde entweder alle ungebändert oder teilweise ungebändert und teilweise fünfbändrig. Offenbar war im letzteren Falle der bänderlose Hortensis-Elter ein dominantmerkmaliger Hybride einer ungebänderten und einer fünfbändrigen hortensis, im erstern Falle eine reine

bänderlose Form. Im zweiten Falle hätten wir die Formel:

hortensis $\frac{00000d}{12345r} \times$ nemoralis $\frac{12345r}{12345r}$ = hybrid $^1/_2\frac{00000d}{12345r} + {}^1/_2\frac{12345r}{12345r}$.

Im erstern Falle wäre die Formel:

hortensis $\frac{00000d}{00000d} \times$ nemor. $\frac{12345r}{12345r}$ = lauter hybride $\frac{00000d}{12345r}$

Die Varietätsmerkmale, welche bei Kreuzung von Varietäten einer und derselben Art mendeln, verhalten sich bei der Kreuzung von Arten ganz ebenso. Des Vortragenden Untersuchungen haben übrigens gezeigt, daß die Dominanzregeln für die Varietätsmerkmale bei T. hortensis und T. nemoralis genau dieselben sind, daß z. B. bei beiden die Bänderlosigkeit über jegliche Form der Bänderung, die rote über die gelbe Farbe dominiert, usw.

b) Unterscheidung durch Artmerkmale. Der Vortragende hat nachgewiesen, daß auch wirkliche Artmerkmale mendeln. Die Hybriden von hortensis und nemoralis sind mit Bezug auf diese Merkmale *uniform,* sie haben die *Form des Peristoms von hortensis* und die *Pigmentirung der Lippe und der Kehle* von *nemoralis!*

Interessant wird die Untersuchung des Pfeiles und der Fingerdrüse werden, für die der Vortragende bis jetzt noch keine selbstgezogenen Hybriden hat opfern wollen. Dagegen hatte der ausgezeichnete Kenner der Anatomie der Lungenschnecken, Herr *P. Hesse* in Venedig, die Güte, ein Tacheaexemplar zu untersuchen, das äußerlich eine sehr weitgehende Ähnlichkeit mit den von ihm gezogenen Bastarden zeigte. *Pfeil und Fingerdrüse waren ganz die von T. hortensis.* Nun läßt sich der Befund in doppelter Weise deuten. Entweder das Exemplar ist eine reine hortensis, eine seltene Hortensisvarietät mit gefärbter Lippe, oder es ist wirklich ein Hybride, dann gehorchen vielleicht auch diese innern Merkmale dem Mendelschen Gesetze. Die Frage, die demnächst ihre Erledigung finden wird, ist von höchstem Interesse.

Der Vortragende frägt sich, ob das Mendeln, wenigstens die reine Spaltung antagonistischer Merkmale, in Wirklichkeit bei Artbastarden nicht viel häufiger vorkomme als man gegenwärtig annimmt. Er exponiert in Kürze folgenden Gedankengang.

Monohybride von komplett mendelnden Varietäten gleichen vollständig der einen elterlichen Varietät, derjenigen, welche Trägerin des dominierenden Merkmales ist.

Dihybride Bastarde können sich zweifach verschieden verhalten. Sie können entweder vollständig der einen elterlichen Varietät gleichen, dann nämlich, wenn die Merkmale der beiden antagonistischen Merkmalspaare so verteilt sind, daß die eine elterliche Varietät die beiden dominierenden, die andere die beiden recessiven Merkmale besitzt. Beispiel: Ich kreuze eine reine bänderlose rote Varietät von T. nemoralis mit einer fünfbändrigen gelben Varietät derselben Art. Alle Hybriden der ersten Generation ohne Ausnahme werden bänderlos und rot sein.

Oder sie gleichen in dem einen Merkmal der einen, in dem zweiten der andern elterlichen Varietät, dann nämlich, wenn jede Varietät sowohl ein dominierendes als ein recessives Merkmal besitzt. Beispiel: Ich kreuze eine gelbe, bänderlose Varietät von T. nemoralis mit einer roten gebänderten. Die ausschließlich roten und bänderlosen Hybriden stimmen in diesem Falle in ihrer roten Farbe mit der einen elterlichen Varietät, in ihrer Bänderlosigkeit mit der andern überein. *Sie sind zwar keine Zwischenformen, aber Mischformen.* So sind auch die oben erwähnten glattblauen Körner der Maishybriden Mischformen zwischen den glattweißen der varietas alba und den runzligblauen der varietas coeruleo-dulcis.

Es leuchtet ein, daß bei Polyhybriden die Mischung der Merkmale, wenn die Dominanzen auf beide Eltern verteilt sind, umso komplizierter wird, je zahlreicher die

Merkmalskategorien werden, in welchen die Kreuzlinge differieren. Bei differenten *Arten* ist die Zahl derselben bei genauerer Untersuchung wohl gewöhnlich recht groß und sie können über den ganzen Körper zerstreut liegen. Nehmen wir den Fall von zwei distinkten, aber nahe verwandten Schmetterlingsarten an. Ist es nicht möglich, daß es sich dabei um Polyhybride handelt, die schon allein in der Färbung und Zeichnung der Flügel sehr viele, vielleicht hunderte von Paaren von einander unabhängiger, antagonistischer, erblicher Merkmalseinheiten darbieten, von denen die dominanten auf beide Arten verteilt sind, vielleicht zwar so, daß die phylogenetisch ältere Art die Mehrzahl aufweist? Ist es nicht denkbar, daß man die genaue Analyse der Zeichnung und Färbung bis zur mikroskopischen Untersuchung der Schuppen in den verschiedenen Flügelbezirken verfeinern müßte? Und welches Bild wäre dann, vom Standpunkte dieser Fragestellung aus, von dem Bastard zu erwarten. Doch wohl das Bild, das durch eine sehr feine Mosaik von einzelnen Steinchen zu stande käme, die in gesetzmäßiger Weise bald der einen bald der andern Mosaikvorlage entnommen würden. *Der Gesamteindruck wäre der einer Zwischenform, während es in Wirklichkeit eine sehr feine, sehr intrikate Mischform wäre.* Stellte man sich ferner vor, daß in vielen antagonistischen Merkmalspaaren die Dominanz nicht ausgesprochen wäre, daß in vielen solchen Paaren die beiden antagonistischen Merkmale so ziemlich im labilen Gleichgewicht sich befänden, so daß die leichteste Verschiedenheit in den Bedingungen der Umgebung. die ja immer bei der Hand ist, den Ausschlag nach der einen oder andern Richtung geben würde, so könnte man sogar auch die Multiformität in der ersten Generation bis zu einem gewissen Grade verstehen. — Bei der Kreuzung scheinen oft phylogenetisch sehr alte Zeichnungsmerkmale aufzu-

treten. Auch diese Erscheinung wäre vielleicht unter der Annahme einer Mosaik von Vererbungseinheiten einer schärfern Analyse zugänglich, wenn man an die interessanten Versuche von *Tschermak* über *Hybridatavismus* oder *Cryptomerie* bei sehr einfachen pflanzlichen Verhältnissen denkt. Es gibt nämlich durchaus samenbeständige Rassen, bei deren Hybriden weder das eine noch das andere konkurrierende Merkmal eines antagonistischen Paares manifest wird, sondern ein ganz „neues" drittes, das sich in vielen Fällen aber als ein ganz altes Stammerkmal erweist, welches bei der Reinzucht der betreffenden Rassen sonst immer latent bleibt. Man denkt unwillkürlich an das Sprichwort: „Duobus militantibus tertius gaudet." Ein Beispiel: Kreuzt man eine rosablühende Rasse von *Pisum arvense* mit einer weißblühenden Rasse von *P. sativum*, so zeigen die Blüten der Mischlinge weder die weiße, noch die rosa Farbe, sondern eine atavistische rote Farbe als dominierendes Merkmal.

E. Varietäten und Arten. Der Vortragende kann diese weitschichtige Frage nur kurz streifen, um die Ansicht über einige Punkte anzudeuten, die er sich gebildet hat. Zunächst die sogenannte *Konstanz der Art gegenüber der Varietät.* Abgesehen davon, daß es sich doch wohl nur um eine relative Konstanz der Merkmale handelt und daß man besser täte, anstatt von einer Konstanz von einer *Erblichkeit der Merkmale* zu sprechen, haben die bisherigen experimentellen Untersuchungen doch das sicher bewiesen, daß auch die Merkmale einer ganzen großen Kategorie von Varietäten, jener nämlich, die man jetzt gewöhnlich als „kleine Arten" bezeichnet, konstant, d. h. *„erblich"* sind. Fast alle Zeichnungs- und Färbungsmerkmale der Tacheaarten z. B. sind erblich. Auch läßt sich das andere Criterium nicht halten, daß ein bestimmtes Maß *morphologischer Unterschiede* vorhanden sein müsse,

um es zu rechtfertigen, eine systematische Einheit auf die Stufe der Art zu erheben. Der Vortragende glaubt überhaupt, daß es verlorne Mühe ist, nach einem natürlichen, innern Criterium der Art zu suchen. Des Artbegriffes kann man aber aus den praktischen Gründen der Ordnung unserer Wissensschätze nicht entbehren. Vielleicht ist jenes alte Criterium doch das passendste, nach welchem zu *einer Art alles gerechnet werden kann, was miteinander fruchtbare Nachkommen erzeugt.* Eine kleine Art wird zu einer Art, wenn sie — gleichgültig durch welche Vorgänge — von den nächst verwandten kleinen Arten oder der Stammform so divergent wird, daß sie mit ihnen in der freien Natur keine fruchtbaren Nachkommen mehr erzeugt. Ist einmal diese Barrière erreicht, so ist ein Rückfall der Form in den frühern Zustand (durch Kreuzung) ausgeschlossen, und sie kann sich selbständig weiter verändern und differenzieren. Freilich läßt uns das Criterium der unfruchtbaren Kreuzung zwischen zwei Arten in außerordentlich vielen Fällen gänzlich im Stich, weil es sehr viele Fälle gibt, in welchen wir den experimentellen Beweis niemals werden antreten können (Organismen mit obligatorischer Selbstbefruchtung, fossile Organismen, Tiefseetiere etc.). Allein dasselbe gilt für irgend ein anderes Criterium, und das hängt eben damit zusammen, daß die Abgrenzung der Art unter allen Umständen eine künstliche ist.

Die Barrière zwischen Fruchtbarkeit und Unfruchtbarkeit ist auch keine absolute, denn es gibt verschiedene Grade der Fruchtbarkeit.

Diese Schranke kann zwischen divergierenden kleinen Arten jedenfalls auf sehr verschiedene Weise errichtet werden. Eine naheliegende Möglichkeit ist die, welche gegenwärtig von den Befruchtungsforschern erörtert und geprüft wird, daß bei zunehmender Divergenz die Zahl der antagonistischen erblichen Merkmalspaare, durch welche

sich kleine Arten unterscheiden, derart wächst, daß bei den Befruchtungsvorgängen die innere Affinität zwischen den materiell vorgestellten Vererbungsträgern in den Geschlechtszellen gestört wird. Die Barrière kann aber auch dadurch zu stande kommen, daß z. B. der Größenunterschied zwischen zwei divergierenden Rassen so beträchtlich wird, daß eine Paarung ausgeschlossen ist (Dachshund, Bernhardinerhund). Hier ist, wie das Experiment der künstlichen Befruchtung zeigt, die erstgenannte Barrière nicht überschritten. Oder es treten anatomische Differenzen im Baue der Geschlechtsorgane auf, welche die Kopulation unmöglich machen. Es genügt auch, daß sie dieselbe erschweren. Von diesem Gesichtspunkt aus ist es sehr lehrreich, sich daran zu erinnern, daß in großen Abteilungen des Tierreichs (Platoden, Tracheaten) eine sichere Bestimmung der Arten oft nur durch die Untersuchung der Geschlechts- und speziell der Kopulationsorgane, möglich ist. Die Bedeutung des Divergentwerdens der Geschlechtsorgane für die Artbildung bei den Insekten ist kürzlich ganz besonders durch Freund *Standfuß* lichtvoll hervorgehoben worden. Auch kleine, in den Augen des Morphologen geringfügige Differenzen in sekundären Geschlechtsmerkmalen können jene Barrière errichten. Unbedeutende Abweichungen in den Lockstimmen, in den Lock- und Unterscheidungsfarben, sicher aber ganz kleine Nuancierungen in Duft und Geruch können eine wichtige isolierende Rolle spielen. Eine kleine Divergenz in der chemischen Beschaffenheit der in den Gonaden oder im Uterus enthaltenen Flüssigkeit oder der von accessorischen Drüsen abgeordneten Sekrete kann eine Befruchtung unmöglich machen, indem die Spermatozoen der fremden Form direkt schädlich beeinflußt werden. *Loeb* hat den Nachweis erbracht, daß die Eier einer Seeigelart bei Veränderung der Zusammensetzung des Meerwassers durch

die Spermatozoen einer Seesternart befruchtet werden, während das seitens der Spermatozoen der eigenen Art nicht mehr der Fall ist. Räumliche Sonderung (geographische Isolierung) und zeitliche Sonderung (verschiedene Zeit der Geschlechtsreife und Fortpflanzung) errichten solche Barrièren und begünstigen das Divergentwerden beginnender Arten. Die Verschiedenartigkeit dieser Barrièren setzt das Künstliche der Artabgrenzung in das denkbar hellste Licht. Die morphologische Differenz kann unter Umständen sehr weit gehen, bis die Barrière der Unfruchtbarkeit erreicht wird, in andern Fällen kann ein unbedeutender Unterschied im Baue eines Kopulationsorganes oder eine kaum nachweisbare Veränderung eines Duftapparates zwei Formen spezifisch trennen, die sonst nicht oder kaum zu unterscheiden sind. Gewiß trat in sehr vielen Fällen zuerst die physiologische Barrière der Unfruchtbarkeit oder diejenige modifizierter Kopulationsorgane auf und erst nach erfolgter Isolierung traten weitere auffälligere morphologische Differenzen hinzu.

F. Variation und Mutation; Continuierliche resp. fluktuierende und discontinuierliche Variation.

Es wurde früher schon mitgeteilt, daß in gewissen Kolonien von T. hortensis (z. B. in der Umgebung von Zürich) nur zwei Varietäten (kleine Arten) vorkommen, gelbe bänderlose und gelbe fünfbändrige. Es wurde gezeigt, daß sie bei der Kreuzung fruchtbare Nachkommen erzeugen und daß sie bezüglich der Dominanz (00000=d, 12345=r) und erblichen Selbständigkeit der divergierenden Merkmale streng den Mendelschen Gesetzen folgen. Zwischenformen gibt es nicht. Eine leichte Divergenz in den Kopulationsorganen und die beiden Formen wären getrennte Arten! Wir hätten hier einen Fall vor uns der sogenannten *discontinuierlichen Variation*. Die discontinuierliche Variation wird gewöhnlich als *Mutation* aufgefaßt.

Wir können uns in der Tat vorstellen, daß die beiden Formen durch Mutation, also plötzlich, aus einer gemeinsamen, vielleicht verschwundenen, Stammform hervorgingen und daß die Merkmale der neuen Formen sofort erblich waren.

Untersuchen wir zahlreiche Individuen der einen Varietät etwas genauer, so sehen wir, daß sie in der Beschaffenheit der Bänder etwas variieren. Die Bänder sind bald breiter, bald schmäler, sie können getrennt bleiben oder, besonders 4 und 5, zusammenfließen, sie können heller oder dunkler pigmentiert sein u. s. w. Eine genaue Statistik ergibt überdies, daß in andern Kolonien alle erdenklichen Übergänge zwischen auch den extremsten Abweichungen vorkommen, und das Experiment zeigt, daß sie in der Deszendenz eines und desselben Elternpaares auftreten. Hier handelt es sich um sogenannte *continuierliche*, *fluktuierende Variation* oder Variation im engern Sinne, gegenüber der Mutation. Die Grenzen dieser fluktuierenden Variation, die *Variationsbreite,* sind in verschiedenen Kolonien verschieden. Nach den Ansichten einiger ganz hervorragender leitender Biologen (*de Vries*, *Correns, Tschermak, Johannsen, Bateson* u. a.), die sich auf sorgfältige und ausgedehnte Untersuchungen stützen, handelt es sich bei der fluktuierenden Variation um Merkmale, die an und für sich nicht erblich sind, ferner um mehr quantitativ als qualitativ verschiedene Merkmale. Sie sollen ihre Entstehung äußern Einwirkungen (Ernährung, Temperatur, Belichtung u. s. w.) verdanken und bei den Nachkommen wieder verschwinden, wenn diese Einwirkungen fehlen. Es sei gestattet, die Sache an einem fingierten Beispiel noch näher zu erläutern. Wir hätten vor uns drei konstante Größenvarietäten irgend einer Organismenart, eine 4, eine 6 und eine 8 Centimeter-Form. Sie würden bei Kreuzung mendeln, wie das

auch schon für Größenmerkmale festgestellt worden ist. Innerhalb jeder Form wäre die Variationsbreite nur gering und durch die Ernährung bedingt. Die am besten ernährten Exemplare würden um 2 mm größer, die am schlechtesten ernährten um 2 mm kleiner als der Durchschnitt sein. In diesem Falle ließen sich die drei Formen auch bei beliebigen Kreuzungen immer scharf von einander unterscheiden. Bei Reinzucht von zwei großen 6,2 cm Exemplaren der 6 cm Form würde aber die Durchschnittsgrösse der Nachkommen nicht beträchtlicher sein als bei den Nachkommen von zwei kleinen Individuen derselben Form. Die Größe der Nachkommen würde eben wieder ausschließlich durch die Ernährung bestimmt. Und man könnte noch so viele Generationen hindurch ausschließlich die größten Exemplare der 4 cm Form zur Zucht auswählen, man würde doch keine größere Rasse, und vor allem keine Rasse erzielen, deren Individuen im Durchschnitt größer als 6,2 cm wären.

Wir müssen aber noch einen andern Fall setzen, der ebenfalls vorkommt und den man als *Transgression* bezeichnet und der dadurch charakterisiert ist, daß die Breite der fluktuierenden Variation einer „kleinen Art“ so beträchtlich ist, daß ihre Grenze die der nächst verwandten kleinen Arten überschreitet. Man spricht dann von Formen, die *„zugleich höchst konstant und höchst variabel sind“*. Nehmen wir in dem oben gebrauchten Beispiel an, daß der Einfluß der Ernährung auf die Größe der Individuen der 4, 6 und 8 Centimeter-Form ein viel größerer sei, so daß die gute Ernährung innerhalb jeder Form wahre Riesen, die schlechte Zwerge hervorbringen würde, von denen die erstern bis 2 cm größer, die letztern bis 2 cm kleiner als der Durchschnitt würden, so wäre es unmöglich, in einem bunt zusammengewürfelten Bestand, in einer gemischten Kolonie, in einer sogenannten *„Population“* die

drei Formen zu unterscheiden, obschon sie in ihr rein und unvermischt als sogenannte *reine Linien* (*Johannsen*) enthalten wären. Man könnte einem 6 cm großen Exemplar nicht ansehen, ob es ein Durchschnittsexemplar der 6 cm Form (Linie) oder ein Riesenexemplar der 4 cm Form oder ein Zwergexemplar der 8 cm Form ist. Nur Zuchtversuche könnten über die Zugehörigkeit zu der einen oder andern „sehr konstanten und zugleich sehr variablen kleinen Art“ entscheiden. Solche Versuche wären sehr leicht anzustellen und würden rasch zum gewünschten Ziele führen, wenn es sich um Formen mit obligatorischer oder fakultativer Selbstbefruchtung handelte. Wären es aber Formen mit obligatorischer Fremdbefruchtung, so wäre die Untersuchung sehr schwer und umständlich und die rasche Erzielung eines Resultates von günstigen Zufällen abhängig, besonders dann, wenn viele „reine Linien“ in einer „Population“ vorhanden wären.

Der Vortragende macht nun darauf aufmerksam, daß, wenn es Kolonien (Populationen) von T. hortensis gibt, wo bloß die zwei erwähnten Varietäten oder kleinen Arten 00000 und 12345 scharf geschieden, als Mutanden, vorkommen, es aber eben auch andere Kolonien gibt, in denen viel mehr, ja sehr zahlreiche Varietäten zu beobachten sind. Von Nemoralis kennt er überhaupt keine Kolonie, wo bloß zwei Varietäten vorkämen, es finden sich bei dieser Art immer mindestens vier, meist mehr, sagen wir Haupt-Varietäten in einer Population. Die Zahl der Varietäten, die überhaupt bei T. hortensis und nemoralis vorkommen, ist bekanntlich eine außerordentlich große. Innerhalb jeder Art sind allein 89 *Bändervarietäten* möglich, die bloß aus den verschiedenen Modalitäten des Ausfallens und der Verschmelzung der einzelnen oder aller 5 Bänder resultieren. Die meisten dieser möglichen Varietäten sind bei jeder Art wirklich schon beobachtet worden, sie sind

aber außerordentlich ungleich häufig. Jede Bändervarietät kann sich aber wiederum mit einer besondern *Farbenvarietät* der Schale kombinieren. Es gibt weißliche, gelbe, orange, rote, braune, aschgraue Farbenvarietäten. Dann kommen verschiedene Größenvarietäten vor. Ferner können die Bänder selbst wieder sehr verschieden aussehen; sie können beispielsweise regelmäßig unterbrochen sein und dann sogenannte *Tüpfelbänder* darstellen. Wenn Tüpfelbänder verschmelzen, so entstehen quere Streifen. Eine Form, die der Vortragende allerdings noch nirgends gesehen hat, wäre die, bei welcher alle fünf Tüpfelstreifen mit einander verschmolzen wären und bei welcher dadurch die Längsbänderung sich in eine Querbänderung verwandelt hätte. Er wird versuchen, eine solche Form zu züchten. Dann kommen verschiedene Bändervarietäten mit *erloschenen* und *durchsichtigen Bändern* vor: es fehlt den Bändern das Pigment, ohne in der Schale durch Kalksubstanz ersetzt zu sein. Jedes der fünf Bänder — sie werden von der apicalen zu der Nabelseite mit 1 bis 5 bezeichnet — hat seinen genau bestimmten Platz an der Schale. Wenn mehr als fünf Bänder entstehen, so erlaubt dieser Umstand in den meisten Fällen den Nachweis, daß es sich um Verdoppelung, eventuell sogar um Verdreifachung bestimmter Streifen handelt. Es wird der eine oder der andere Streifen zu einem *Doppel- oder Dreierstreifen*. Ich habe aber auch ein lebendes Exemplar von T. nemoralis mit *6 deutlichen Bändern* gefunden, bei dem sich die Sechszahl nicht durch Verdoppelung eines Bandes einer fünfbändrigen Form erklären läßt. Die betreffende Schnecke lebt jetzt noch. Ich habe sie zur Zucht benutzt, um festzustellen, ob diese „Mutation“ erblich ist. Die Kreuzung mit einer bänderlosen Form ergab, wie vorauszusehen, bänderlose Hybride. Es bleibt also abzuwarten, wie die Hybriden der zweiten Generation aussehen werden.

Diese erstaunliche Mannigfaltigkeit der Varietäten von H. nemoralis und hortensis, von der man fast sagen kann, daß sie *nach allen „möglichen" Richtungen* geht, hält der Vortragende, bessere Belehrung vorbehalten, mit der Annahme einer *„bestimmt gerichteten Variation"* schlechterdings für *unvereinbar*. Einer solchen Annahme kann er nur kopfschüttelnd gegenüberstehen, da ihm die ganze Systematik, vornehmlich im Lichte der Anpassungsbiologie, ein einziger, großer Beweis dagegen zu sein scheint. Freilich, wenn gesagt wird, daß in einer Gruppe die Variation nach fast allen „möglichen" Richtungen geht, so geht sie doch nicht nach „unmöglichen" Richtungen. Das Variationsfeld wird gejätet durch die Zuchtwahl, eingeengt durch die Existenzbedingungen, umgrenzt durch die Organisation, oder, um mit *Plate*, dem ich in seinen Ausführungen vielfach beipflichte, zu sprechen, durch die Konstitution. Wenn sich bei einem Wirbeltier Flügel entwickeln, so werden sie sicherlich nicht durch cuticulare Chitinhäute gebildet werden.

Wem ein großes Material aus formenreichen Kolonien von T. hortensis und T. nemoralis zur Verfügung steht, dem wird es nicht schwer fallen, eine Reihe von lückenlosen Formenreihen innerhalb jeder Art aufzustellen, auch zwischen den äußersten Extremen. Wenn in gewissen Kolonien von T. hortensis nur die ungebänderte und die fünfbändrige Form, beide scharf geschieden, vorkommen und hier diskontinuierliche Variation herrscht, so lassen sich zwischen diesen beiden Formen in andern Populationen alle erdenklichen Übergänge auffinden, wie sie sonst für die kontinuierliche oder fluktuierende Variation charakteristisch sind. Der Vortragende demonstriert eine Anzahl solcher Übergangsreihen, die er so angeordnet hat, daß sie von einem Extrem ausgehen, um ganz allmählich im Kreise sich aneinanderreihend, mit dem entgegengesetzten

Extrem am Ausgangspunkte zusammenzutreffen. Natürlich kann der gewählte Ausgangspunkt der Reihe an und für sich auch als Endpunkt, der Endpunkt als Ausgangspunkt gewählt werden.

Erste demonstrierte kontinuierliche Übergangsreihe. T. nemoralis. Extreme: ein Exemplar mit so vollständiger Bänderverschmelzung (1 2 3 4 5), dass es ganz schwarz ist, mit Ausnahme des Nabels, der Naht und des Apex, wo eine gelblichweiße Grundfarbe zutage tritt; ihm steht als anderes Extrem den Kreis schließend zur Seite ein vollständig bänderloses Gehäuse von roter Farbe. 31 Gehäuse vermitteln den kontinuierlichen Übergang. Zuerst tritt eine helle Trennungslinie zwischen Band 3 und 4 auf, die sich allmählich verbreitert: Formel: 1 2 3 4 5. Dann trennt sich Band 1 von 2 und wird selbständig: 1 2 3 4 5, es trennt sich 4 von 5 und bald auch 2 von 3: 1 2 3 4 5, das nächste Gehäuse zeigt alle 5 Bänder getrennt: 1 2 3 4 5. Band 1 wird allmählich immer schmäler: $\overset{0}{1}$ 2 3 4 5, ihm folgt Band 2, während 1 verschwindet: 0 $\overset{0}{2}$ 3 4 5; dann wird Band 3 sehr schmal, während Band 2 verschwindet: 0 0 $\overset{0}{3}$ 4 5; so schreitet der Reduktionsprozeß der Bänder gegen den Nabel fort (00045, 000$\overset{0}{4}$5, 00005) bis schließlich nur noch das fünfte Band vorhanden ist. Auch dieses schwindet, und wir haben die bänderlose hellgelbe Form vor uns: 00000. Von dieser aus zeigen 4 Gehäuse den Übergang zu der bänderlosen roten Form.

Eine zweite Aufstellung von Gehäusen von T. nemoralis demonstriert wiederum den *kontinuierlichen Übergang von der fünfbändrigen Form* (mit getrennten Bändern) zu der *bänderlosen,* aber auf einem andern Weg, nämlich durch successives Zurückgehen und Verschwinden der einzelnen Bänder in folgender Reihenfolge: zuerst verschwindet Band 2, dann Band 4, dann Band 1, dann Band 5, zu-

letzt Band 3. Im ganzen 18 Gehäuse. Formeln der Hauptetappen: 12345, $1^{0}_{2}345$, 10345, $103^{0}_{4}5$, $^{0}_{1}03^{0}_{4}5$, 00305, 0030^{0}_{5}, 00300, $00^{0}_{3}00$, 00000.

Eine dritte Demonstration bezieht sich auf *T. hortensis* und zeigt an 32 Schalen den *allmählichen Übergang von der schwarzen Form mit verschmolzenen fünf Bändern zu der bänderlosen Form*, durch successives Zurückgehen und Verschwinden der Bänder 2, 4, 1, 5 und 3. Formeln der Hauptetappen: 12345, 12345, 1 23 45, 12345, $1^{0}_{2}345$, $103^{0}_{4}5$, 10305, $^{0}_{1}0305$, 0030^{0}_{5}, 00300, $00^{0}_{3}00$, 00000.

Taf. 3 (äußerer Kranz) gibt ungefähr eine Idee von dem Charakter der Übergänge von der fünfbändrigen Form mit verschmolzenen Bändern bis zu der bänderlosen Form. Die Darstellung ist dem Reproduktionsverfahren entsprechend etwas schematisch. Das Lichtdruckverfahren eignet sich für das Material nicht; auf andere Verfahren mußte wegen der Kosten verzichtet werden.

Ein viertes Tableau zeigt einen Kreis von 25 Gehäusen von *T. hortensis*, die einen *allmählichen Übergang* demonstrieren *von der Form mit fünf scharfen dunkeln Bändern zu der bänderlosen,* durch ziemlich *gleichzeitiges Verblassen, Durchsichtigwerden, Verlöschen* und *Verschwinden der fünf Bänder*, die sich alle fünf bis zuletzt erhalten.

Das fünfte Tableau enthält folgende Serie von 16 Exemplaren von *T. hortensis:* 12345, 12345, 123 45, 123—45, 12 3 45, 12 3 45, $12_{3}45$, $12^{0}_{3}45$, 12045, $_{12}045$, $_{12}045$, $_{12}045$, $1^{0}_{2}045$, 10045, 10005, 00000. Die Formen 12045 und besonders 10045 und 10005 sind *sehr* selten. (Tafel 3, Mitte.)

Eine letzte Aufstellung zeigt 13 Exemplare von *T. hortensis*, die sich folgendermaßen aneinanderreihen: 12345, $^{00}_{12}345$, 02345, 02345, 02340, $0_{2}340$, $0^{0}_{2}340$,

00340, 00340, 00300, $00\overset{0}{3}00$, $00\overset{0}{3}00$, 00000. Mit diesen Formeln können die feineren Übergänge selbstverständlich nicht ausgedrückt werden. Die Formen 02340, 00340 sind *sehr* selten.

Die Zahl solcher Reihen ließe sich noch vermehren.

Es gibt also Populationen in denen zwei Formen, die sich in gewissen Kolonien wie scharf geschiedene **Mutationen** *gegenüberstehen, durch kontinuierliche Reihen von Übergangsformen verbunden sind, sich also wie* **Variationen** *verhalten, und zwar können zwei Extreme auf ganz verschiedenem Wege kontinuierlich miteinander verbunden sein.*

Des Vortragenden Augenmerk bei seinen experimentellen Untersuchungen war nun besonders auch darauf gerichtet, zu prüfen, wie sich die so außerordentlich verschiedenartigen Merkmale mit Bezug auf ihre Konstanz, resp. Erblichkeit verhalten. Die Aufgabe ist, auch nur in *relativ* kleinem Umfange in Angriff genommen, außerordentlich weitschichtig und zeitraubend. Es hat sich aber bald herausgestellt, daß eine große Anzahl von Varietätsmerkmalen in hohem Maße erblich sind. Erblich sind sehr viele Formen der Bänderung, z. B. 12345, 10305, 00300, 00345, 00045; erblich sind die darauf untersuchten Farben: weißlich, grüngelb, orangegelb, rot; erblich ist die Intensität der Färbung, die Durchsichtigkeit, die Tüpfelstreifigkeit der Bänder. Ja sogar die Breite der Bänder und verschiedene Formen der Verschmelzung der Bänder, z. B. 12345, 12345, 12345 sind erblich. Der Vortragende wird immer mehr zu der Überzeugung gedrängt, daß noch ausgedehntere Untersuchungen, die sich auf sehr formenreiche Populationen erstrecken würden, schließlich ergeben würden, daß es fast keine auch noch so geringfügige Unterscheidungsmerkmale gibt, die nicht erblich sein **können.** Es würde sich nur darum handeln, in dem vielfach ver-

schlungenen Labyrinthgewirr, das eine solche Population darstellt, die betreffenden *reinen Linien* herauszufinden. Schließlich käme man wohl zu dem Ergebnis, *daß fast jedes Merkmal einmal mit dem erblichen Charakter einer Mutation, ein andermal mit dem nicht erblichen Charakter einer Variation auftreten kann.* Wollte man an der Unterscheidung von Mutationen und Variationen festhalten, so *müßte man in der Definition der Mutation auf das Criterium der Discontinuität, des Sprunghaften, auf das so viel Gewicht gelegt worden ist, verzichten und das Hauptgewicht auf die Erblichkeit legen.* -- Der Vortragende muß hier auf die neuerdings auch von *Künkel* bestätigten Resultate seiner Zuchtversuche mit linksgewundenen Exemplaren von *Helix pomatia* hinweisen. Nichts kann sprunghafter sein, als das Auftreten solcher Linksschnecken. Keine Form kann in dieser Beziehung mehr den Charakter einer Mutation an sich tragen, als eine solche Linksschnecke. Und doch ist die Inversion in den untersuchten Fällen durchaus nicht erblich. Daß aber der linksgewundene Zustand auch ein erblicher sein kann, geht ohne weiteres daraus hervor, daß es linksgewundene Arten und vorwiegend linksgewundene Genera gibt, welche Inseln innerhalb größerer Gruppen rechtsgewundener Schneckenformen darstellen.

Der Vortragende hat sich auch die Frage vorgelegt, ob äußere Einwirkungen, z. B. Beleuchtung, Nahrung, u. s. w. einen Einfluß auf die Färbung und Bänderung der Schnecken ausüben, wie das von so vielen Seiten behauptet wird. Er fand, daß bezüglich der Ernährung die einfachste Art, zu einer wenigstens vorläufigen Beantwortung der Frage zu gelangen, die sei, das ganze Zuchtmaterial gleichförmig und in derselben Weise zu ernähren. Es hat sich ergeben, daß die in genau übereinstimmender Weise ernährte Nachkommenschaft von Schneckenvarietäten der verschiedensten

Provenienz, vom Walde und aus Hecken, vom Berg und vom Tal, aus dem Tessin, aus Italien, aus Grenoble, von Paris, vom Genfer See und aus dem Kanton Uri die besondere Art der Bänderung und Färbung ihrer Eltern unverändert oder, vorsichtiger ausgedrückt, wenigstens nicht merkbar verändert, beibehalten. Die schöne gelbe Varietät von Nemoralis mit Tüpfelbinden, die am Genfer See so häufig vorkommt, erzeugt in seinen Kellerräumlichkeiten eine Nachkommenschaft, die, in 2—4 Jahren bei Fütterung mit Macaroni, gelben Rüben und dürren Hopfenblättern aufwachsend, dieselbe schöne Farbe und die nämlichen Tüpfelstreifen zur Entfaltung bringt.

Es folgen kurze Bemerkungen über denjenigen Unterschied zwischen Variation und Mutation, der darin beruhen soll, daß es sich bei der ersteren um quantitative, graduelle, + oder — Veränderungen, bei der letzteren aber um qualitative Abweichungen handle. Der Vortragende hält es für durchaus unmöglich, qualitative und quantitative Modifikationen scharf auseinander zu halten. Bei genauerer Analyse erweisen sich ungeheuer zahlreiche sogenannte qualitative Abänderungen als quantitativer Natur. Der mächtig differenzierende, formerzeugende, qualitätenbildende Faktor der Arbeitsteilung operiert im allgemeinen mit einem ursprünglich gleichartigen Material. Ein Beispiel. In einem Epithelgewebe entstehen qualitativ verschiedene Elemente, indem verschiedene, ursprünglich in allen Zellen gleichmäßig vorhandene Funktionen sich auf verschiedene Zellen so verteilen, daß die eine Gruppe diese, die andere jene Funktion im protenzierten Maßstab kultiviert, die andern Funktionen aber vernachlässigt. So entstehen qualitativ verschiedene Drüsenzellen, Nervenzellen, Muskelzellen etc.

Können wir uns nun damit definitiv zufrieden geben, daß es 1. *erbliche Mutationen* gibt, bei denen die zu Tage

tretenden Veränderungen allerdings oft sehr gering, vom Größenwert einer kleinen individuellen Abweichung, sein können und daß es 2. *nicht erbliche Variationen* gibt, die allerdings unter Umständen von den nächst verwandten Formen durch einen ansehnlichen, unvermittelten Unterschied in den Merkmalen getrennt sind, daß es also nur auf die Erblichkeit und nicht auf das Maß der Divergenz ankommt? Der Vortragende glaubt auch diese Frage — in Übereinstimmung besonders mit *Plate* — verneinen zu sollen. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, daß auch die *Erblichkeit ein höchst variabler Faktor* ist. Zahlreiche Tatsachen und experimentelle Untersuchungen, auch solche von *de Vries* selbst, bestätigen das. Man kann dabei die Erblichkeit von einem doppelten Gesichtspunkt aus betrachten. Man beurteilt das Maß oder den Grad der Erblichkeit nach der prozentualischen Zahl der Descendenten, welche das untersuchte Merkmal der Eltern oder des einen Elters rein und unverändert wieder reproduzieren, oder man prüft den Grad der Abweichung oder Übereinstimmung, den das Merkmal bei den Nachkommen erkennen läßt.

Was den ersteren Gesichtspunkt anbetrifft, so hat der Vortragende schon hervorgehoben, daß er für sehr zahlreiche Merkmale der Färbung und Bänderung experimentell den Nachweis erbringen konnte, daß sie nahezu unverändert, auch durch Kreuzung nicht oder wenig verändert, bei den Nachkommen der ersten oder zweiten Generation wieder in die Erscheinung treten. Er kann seine bisherigen Erfahrungen dahin resümieren, daß alle Merkmale, welche in irgend einer Kolonie bei einer größeren Anzahl von Individuen vorkommen, in hohem Grade erblich sind. Das involviert die Constanz charakteristischer Lokalvarietäten auch außerhalb des lokalen Bezirkes ihres Vorkommens, wenigstens für einige Generationen. *Sehr selten* auftretende Merkmale haben sich aber bis jetzt als nicht oder

sehr wenig erblich erwiesen. Dazu gehört nicht nur der linksgewundene Zustand von Helix pomatia, sondern bei T. nemoralis und hortensis ganz besonders auch sehr seltene und zugleich besonders charakteristische Bänderungsformen, die sonst als Mutationen im Sinne von *de Vries* betrachtet werden könnten, wie Bänderungen von der Formel 10345, 12045, 10005. Leider waren die zur Zucht benutzten, in der freien Natur aufgefundenen, Exemplare schon erwachsen, so daß mit der Fehlerquelle zu rechnen ist, daß sie schon befruchtet waren. Eine Zucht von 2 Ex. von Hortensis 10345 ergab bei den vorgerückteren Exemplaren der Nachkommenschaft lauter 12345. Eine Kreuzung von Hortensis 12045 mit Hortensis 10005 ergab bei den Nachkommen des einen wie des andern Elters schon in früher Jugend das Auftreten des Bandes 3, das beiden Eltern fehlt, sonst aber das häufigste und constanteste von allen Bändern ist und ontogenetisch zuerst auftritt. Diejenigen Exemplare, welche gesund blieben und heranwuchsen, erhielten entweder die Streifung 10305 oder 12345, welche beide Formeln in ihren Stammkolonien sehr häufig sind. Aus der Kreuzung von Hortensis 00000 (von Hortensis 00000 × Hortensis 12345) mit Hortensis 12045 erhielt der Vortragende in diesem Jahre (1905) eine Nachkommenschaft, unter der jetzt schon bei einigen Exemplaren der Streifen 3 auftritt. Eine Kreuzung von Hortensis 12045 mit Hortensis 00300 ergab ihm in der Nachkommenschaft überall den Streifen 3, einige entwickeln die Bänderung 10305. Doch erhielt er bei der wiederholten Kreuzung von 2 Nemoralis 12045 allerdings bis jetzt bloß in zwei Fällen je 1 Ex. von dieser Formel; die Geschwister zeigen die Bänderung 12345.

Die Tatsache, daß es verschiedene Grade der Erblichkeit unverändert wieder auftauchender Merkmale von (Vererbungseinheiten) gibt, *gibt der Vermutung Nahrung, daß sich*

die Erblichkeit im Verlaufe von Generationen steigern oder vermindern kann. Das wäre eine Art erblicher Befestigung eines Merkmals, von der in der Lehre von der Artbildung früher so viel die Rede war. Die Tatsache, daß es Arten von Schnecken gibt, bei denen die linksgewundenen und die rechtsgewundenen Individuen ungefähr gleich häufig vorkommen, andere, bei denen die linksgewundenen dominieren, noch andere, deren Individuen ausschließlich linksgewunden sind, läßt sich vielleicht mit einer solchen Steigerung der Erblichkeit in Zusammenhang bringen, die ursprünglich fast = 0 war. In diesem Falle wurde die zunehmende erbliche Befestigung vielleicht noch dadurch erleichtert, daß der linksgewundene Zustand — wenigstens bei Helix pomatia verhält sich das nach eigenen Beobachtungen so — ein *fast* unüberwindliches Hindernis für die Paarung mit einem rechtsgewundenen Individuum abgibt. Die ganze Organisation, also auch die Lage der Geschlechtsöffnung, ist nämlich bei Linksschnecken invers.

Der Vortragende wird bei seinen experimentellen Untersuchungen der Frage der Steigerung der Erblichkeit seine volle Aufmerksamkeit zuwenden, doch verhehlt er sich nicht, daß sein Untersuchungsmaterial wegen des langsamen Wachstums der Tiere nach dieser Richtung ein recht ungünstiges ist.

Was den zweiten Gesichtspunkt anbetrifft, das Maß der Constanz resp. Veränderlichkeit eines gegebenen Merkmals bei seiner Vererbung auf die Nachkommen, so kann der Vortragende darüber noch keine genaueren Angaben machen, da er das Material noch nicht genügend verarbeitet hat und die experimentellen Untersuchungen noch weiter ausgedehnt werden müssen. Im ganzen aber dürfte bei Tachea nemoralis und hortensis die Variationsbreite der

Merkmale innerhalb der „reinen Linien“ (wenn man hier von solchen sprechen darf) eine relativ sehr geringe sein. Die erblichen Merkmale heben sich im allgemeinen als scharf umgrenzte Vererbungseinheiten am Organismus ab.

Zum Schlusse dieses Abschnittes mag zusammenfassend als ein vorläufiges Hauptergebnis der Untersuchung die starke Mutmaßung hingestellt werden, der auch *Plate* klaren und kräftigen Ausdruck gibt, *daß zwischen Variation und Mutation ein prinzipieller Unterschied nicht besteht.* Hauptaufgabe der Forschung wird sein, experimentell die Wege zu ermitteln, auf welchen neue Merkmale sei es geringfügiger sei es auffälliger, eingreifender Art in die Erblichkeitssphäre hineingelangen.

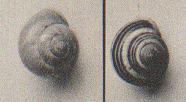
Der Vortragende legt noch weiteres sich auf die Art- und Varietäts-Frage bei Tachea beziehendes Demonstrationsmaterial vor. Er demonstriert u. a. *Bänderungsvarietäten, die für Nemoralis, und solche, die für Hortensis charakteristisch* sind. Die Formeln 00345, 00045, mit und ohne Verschmelzung der Bänder, kommen fast ausschließlich bei Nemoralis, die Formeln 02340 und 10305, 10345 fast ausschließlich bei Hortensis vor. Eine weitere Demonstration bezieht sich auf *Größentransgressionen bei T. hortensis und nemoralis.* Wenn auch Hortensis fast immer und überall kleiner ist als Nemoralis, so gibt es doch Zwergrassen von Nemoralis, die kleiner sind, als die Durchschnittsrassen von Hortensis. Wenn der Durchmesser des letzten Umganges bei der gewöhnlichen Form von Nemoralis ca. 25 mm, bei Hortensis 20 mm beträgt, so ist er bei einem Exemplar der Riesenvarietät *etrusca* 31 mm, bei einer Zwergform 18 mm, bei einer Riesenform von Hortensis 25 mm und bei einer Zwergform 16 mm. — Der Vortragende demonstriert auch Albinos

von Nemoralis mit weißer Lippe und pigmentlosen Bändern. Es gibt aber auch, besonders in Norditalien, Nemoralis mit pigmentierten Bändern und weißer Lippe, die also nicht Albinos sind. Er weist auch Hortensis-Exemplare mit pigmentierter Lippe vor, die aber möglicherweise Hybride sind. Schießlich zeigt er Exemplare der fossilen *Helix tonnensis* Sandb. aus dem Diluvium von Burgtonna, die fast als Sammelform bezeichnet werden könnte, da sie Merkmale von T. nemoralis, hortensis und atrolabiata vereinigt. Vielleicht ist sie eine ziemlich nahe Verwandte einer gemeinsamen Stammform dieser Arten.

Das Mendel'sche Gesetz für Monohybride bei Helix hortensis Müll.

Die zur Kreuzung verwendeten Varietäten unterscheiden sich nur einem Merkmal, Bänderlosigkeit und Fünfbändrigkeit.

Beide Individuen rasserein und bei Reinzucht constant,
hellgelb, das eine von bänderloser Rasse: $\frac{00000}{00000}$
das andere fünfbändrig, Bänder getrennt: $\frac{12345}{12345}$



$\frac{00000}{00000} \times \frac{12345}{12345}$

Die zur Kreuzung benutzten Stammindividuen

Alle Individuen haben die Formel $\frac{00000(d)}{12345(r)}$
Die Bänderlosigkeit dominirt rein und vollkommen = d
Die Fünfbändrigkeit bleibt latent, ist recessiv = r

$\frac{00000(d)}{12345(r)}$ $\frac{00000(d)}{12345(r)}$

I. Hybriden-Generation.

Alle Individuen ohne Ausnahme bänderlos
(keine Zwischenformen!)

Bei der Kreuzung $\left(\frac{00000}{12345} \times \frac{00000}{12345}\right)$
ergeben sich folgende vier Combinationen:
$\frac{1}{4}\,\frac{00000}{00000}$ bänderlos, rein, $\frac{1}{4}\,\frac{00000}{12345}$ bänderlos, hybrid, $\frac{1}{4}\,\frac{12345}{00000}$ bänderlos hybrid, $\frac{1}{4}\,\frac{12345}{12345}$ fünfbändrig, rein.

$\frac{00000}{00000} \times \frac{00000}{00000}$ $\frac{00000}{12345} \times \frac{00000}{12345}$

$\frac{1}{4}\,\frac{00000}{00000}$ $\frac{1}{4}\,\frac{00000(d)}{12345(r)}$ $\frac{1}{4}\,\frac{12345(r)}{00000(d)}$ $\frac{1}{4}\,\frac{12345}{12345}$

$\frac{12345}{00000} \times \frac{12345}{00000}$ $\frac{12345}{12345} \times \frac{12345}{12345}$

II. Hybrid.-Generation.

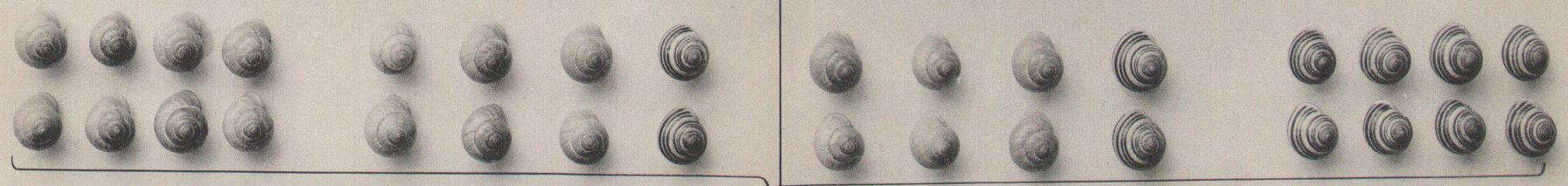
$\frac{3}{4}$ Individuen bänderlos (davon $\frac{1}{4}$ rasserein, $\frac{2}{4}$ hybrid) $\frac{1}{4}$ der Exemplare fünfbändrig, rasserein.

$\frac{00000}{00000}$ Reine Rasse, bei Inzucht constant.

$\frac{1}{4}\,\frac{00000}{00000}$ Reine Rasse. $\frac{1}{4}\,\frac{00000(d)}{12345(r)}$ Hybrid, bänderlos. $\frac{1}{4}\,\frac{12345(r)}{00000(d)}$ Hybrid, bänderlos. $\frac{1}{4}\,\frac{12345}{12345}$ Reine Rasse.

$\frac{1}{4}\,\frac{00000}{00000}$ Reine Rasse. $\frac{1}{4}\,\frac{00000(d)}{12345(r)}$ Hybrid, bänderlos. $\frac{1}{4}\,\frac{12345(r)}{00000(d)}$ Hybrid, bänderlos. $\frac{1}{4}\,\frac{12345}{12345}$ Reine Rasse.

$\frac{12345}{12345}$ Reine Rasse, bei Inzucht constant.



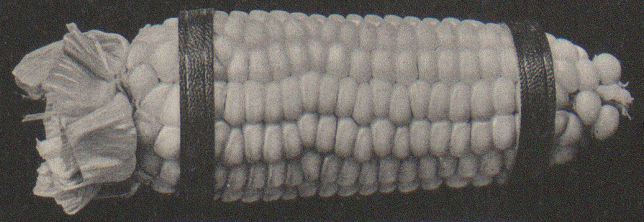
III. Hybriden-Generation (Probe-Generation).

Druck von Brunner & Co., Kunstanstalt, Zürich

Das Mendel'sche Gesetz für Dihybride bei Mais Xenien-(Endosperm-)Bastarde

2 antagonistische Merkmalspaare a) Körner (dominant) – K weiss (recessiv), b) Körner glatt (dominant) – K runzlig (recessiv)

Zea Mais coeruleodulcis
Körner blau, runzlig; samenbeständig ♂



Zea Mais alba
Körner weiss, glatt; samenbeständig ♀

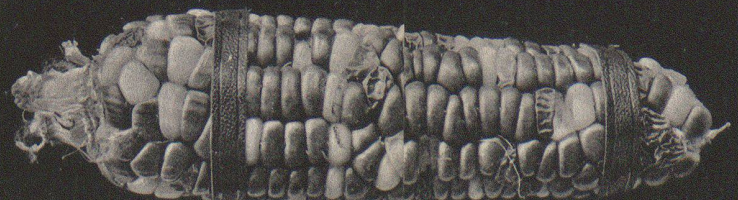
Kzung

Geschenke von Herrn Professor C. Correns Leipzig

Formel: rGBw = Glatt-Blau
- r = runzlig, recessiv } Merkmalspaar
- G = glatt, dominant
- B = blau, dominant } Merkmalspaar
- w = weiss, recessiv

Endosperm-(Xenien-)Barde der I Generation.
Körner mehr weniger blau glatt. Imitation!

Erklärung nach Mendel:
Es werden nur reine Gameten (Pollen, Samenanlagen) gebildet im ganzen vier Sorten nämlich im vorliegenden Falle:
1/4 rB, Anlagen von runzlig-blau
1/4 rw, " " " runzlig-weiss
1/4 GB, " " " glatt-blau
1/4 Gw, " " " glatt-weiss



Bei der Endosperm-Befruchtung ergeben sich folgende Kombinationen:

♂ Gameten		♀ Gameten
rB	×	rB
rw		rw
GB		GB
Gw		Gw

rB × rB = runzl. blau; rw × rB = runzl blau; GB × rB = glatt blau; Gw × rB = glatt blau
rB × rw = runzl blau; rw × rw = runzl weiss; GB × rw = glatt blau; Gw × rw = glatt weiss
rB × GB = glatt blau; rw × GB = glatt blau; GB × GB = glatt blau; Gw × GB = glatt blau
rB × Gw = glatt blau; rw × Gw = glatt weiss; GB × Gw = glatt blau; Gw × Gw = glatt weiss

= 1/16 weiss runzl 3/16 blau runzl, 3/16 weiss glatt 9/16 blau glatt.

Davon sind samenbeständig 1/16 weiss runzl $\frac{rw}{rw}$
1/16 glatt blau $\frac{GB}{GB}$
1/16 runzl blau $\frac{rB}{rB}$
1/16 glatt weiss $\frac{Gw}{Gw}$

Die übrigen sind Hybride!

Endosperm-(Xenien-)Barde der II^ten Generation
1/4 der Körner weiss, 3/4 blau; 1/4 runzlig 3/4 glatt 1/16 weiss runzlig (constant = samenbeständig)
3/16 blau runzlig, 3/16 weiss glatt 9/16 blau glatt. Ein Teil Bastard Körner blau weiss gescheckt oder intermediär

Druck von Brunner & Co., Kunstanstalt, Zürich

Taf. III.

Tachea (Helix) hortensis Müll.
00000
00000
00000
12345
12345
123 45
12345
12345
12345