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)

Rubrik: Vorträge über den Speziesbegriff laut Beschluss des Zentralkomitees in extenso aufgenommen

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: 05.04.2026

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

Vorträge

über den Speziesbegriff

laut Beschluß des Zentralkomitees

in extenso aufgenommen.

Leere Seite
Blank page
Page vide

Der Speziesbegriff.

Einleitender Vortrag von HANS BACHMANN
gehalten in der I. Hauptversammlung.

Meine Herren!

Mit dem Beginne des 20. Jahrhunderts tritt in den Naturwissenschaften wieder die philosophierende Richtung mehr denn je in den Vordergrund. Die Unmenge der einzelnen Beobachtungen, welche in den letzten 50 Jahren gesammelt wurden, mag dazu berechtigen, wieder einmal Abrechnung zu halten. Ein wichtiges Stimulans dieser Naturphilosophie liegt aber auch in dem großen Interesse, welches die Volksmasse den philosophischen Spekulationen entgegenbringt. Gibt es doch solche Abhandlungen, welche den stolzen Titel tragen können „8.–10. Tausend".

Unter den Diskussionsthemata steht oben an die Frage nach der *Entstehung der Arten.* Von berufener und unberufener Seite erhitzt man sich mächtig in einem Kampfe, der so oft nichts weiteres ist als ein Wortgeplänkel. Die Entscheidung der Frage: Wie entsteht ein „etwas"? kann nur derjenige studieren, dem das Objekt bekannt ist. Darum ist der Kardinalpunkt in der obgenannten Diskussion der *Artbegriff.* So mag es von Interesse sein, in einem allgemeinen Ueberblick die verschiedene Taxation des Speziesbegriffes kennen zu lernen. Sie werden heute schon zu der Ueberzeugung kommen, daß dieses Thema nicht so einfach gelöst werden kann, wie es nur zu oft in populären Schriften dagestellt wird. Anschließend an diese allgemeinen Erörterungen, werden Sie morgen von

Fachmännern die Speziesfrage nach verschiedenen Gesichtspunkten beleuchtet finden, so daß ich Sie schon heute auf den viel interessantern 2. Teil, der sich morgen nachmittag in der Turnhalle abspielt, aufmerksam mache.

Die Natur bietet uns in ihrem Organismenreiche Millionen von *Einzelwesen*, deren Entstehung an das Vorhandensein von Eltern, und zwar von gleichen Eltern, gebunden ist. Diese Einzelwesen oder Individuen sind das Reale, welches der Beobachtung zugänglich ist und dessen Entstehung klipp und klar studiert werden kann. Die erste Kenntnis, welche der Mensch von seiner Umgebung schöpfte, war offenbar die Kenntnis von Tier- und Pflanzenindividuen, deren Betrachtungsweise sich aber auf höchst wenige Punkte beschränkte. Das zunächst liegende Individuum war der Mitmensch selber, und zwar diejenigen Individuen, mit denen er in direkte Verbindung trat. Diese mag er extra und einzeln benannt haben. Alle andern Individuen, die seinesgleichen waren und durch kein besonderes Interesse eine individuelle Benennung erforderten, wurden mit einem gemeinsamen Namen belegt. Mit diesem allgemeinen Begriffe „Mensch“ liegt schon eine erste, vielleicht unbewußte philosophische Deduktion vor, die Bezeichnung eines Etwas, das in seiner Allgemeinheit nicht existiert. Auf ähnliche Weise entstanden im Altertum durch die Beobachtung der Tierindividuen, durch deren Bezeichnung und Uebertragung der Namen auf ähnliche Tiere die *Tiernamen*. Je nachdem das Individuum bei dieser ersten Betrachtungsweise genau oder nur oberflächlich ins Auge gefaßt wurde, je nachdem kam der Begriff einer wirklichen Realität näher oder entfernte sich von derselben immer weiter. So deutet das Vorkommen der Ausdrücke: Kuh, Ochs, Stier im Sanskrit daraufhin, daß diesen Individuen eine ausgedehnte Aufmerksamkeit geschenkt wurde, während

der Ausdruck „Vieh“ den realen Wert, der ihm zu Grunde liegt, kaum mehr erkennen läßt. Auch der Ausdruck „Wurm“ ist sehr alt und zeugt dafür, wie oberflächlich die Beobachtung der Tierformen war, welche zum Menschen in ein entfernteres Verhältnis traten.

Die *Pflanzennamen* haben die nämliche Entstehungsweise. Die Befriedigung des Ernährungsbedürfnisses führte den Menschen mit der Pflanzenwelt zusammen. Das Hervortreten besonders geeigneter Individuen gab Veranlassung zur genauern Besichtigung der formalen Eigentümlichkeiten; es erfolgte die Benennung, die ohne weiteres unter den jedesmal nämlichen Umständen wieder angewendet wurde. Je genauer die erste Beobachtung ausgeführt wurde und auf je mehr Merkmale sie sich erstreckte, umso mehr Realitäten lagen in dem Begriffe. Eine solche Tier- und Pflanzenkunde, die wohl mit der Betrachtung eines Individuums beginnt, allein schon mit einer Verallgemeinerung des Begriffes verbunden ist, finden wir nicht nur bei den ältesten Naturvölkern, sie hat sich bis heute noch erhalten. So gestaltet sie sich gegenwärtig noch beim Gemsjäger in der einsamen Alphütte, wie auf dem bebauten Felde unseres Landmannes.

Neben dieser populären Tier- und Pflanzenkunde finden wir die *wissenschaftliche* Betrachtungsweise der Organismen. Es ist nicht wunderbar, daß bei den Gelehrten des Altertums die Zoologie weit mehr Interesse fand als die Botanik, umfaßt doch die Liste der in der Aristotelischen Zeit bekannten Tierformen die stattliche Zahl von 500. Man blieb aber ganz bei der Betrachtung der individuellen Eigentümlichkeiten, wenn es sich um ein bekanntes Tier handelte, oder man betrachtete nur die oberflächlichsten Merkmale und bildete weit begrenzte Gruppenbegriffe, so daß es dann kaum möglich ist, jetzt noch die Tierform zu erkennen, welche dazu Modell

gestanden. Ich erinnere nur an die Schlangen, Würmer etc. Den Hauptbeweggrund der wissenschaftlichen Zoologie bildete der Vergleich mit dem Menschen, dem Ausgangspunkt alles zoologischen Denkens. Die Möglichkeit des zoologischen Studiums lieferten einerseits die Kriegszüge in fremde Länder, andrerseits die lukullischen Bedürfnisse der vornehmen Welt. So finden wir in den ältesten Zeiten entweder Bezeichnungen *individueller* Eigentümlichkeiten oder aber sehr allgemein gehaltene *Gruppenbegriffe* mit äußerst weiten Grenzen. Ein philosophisches Denken lag dieser Begriffsbildung nicht zu Grunde.

Die Geschichte der Wissenschaften führt uns im Altertum mit 2 Völkern zusammen, die für die Entwicklung der Naturstudien von grundlegender Bedeutung sind, ich meine die *Griechen* und *Römer*. Sie werden es dem Botaniker verzeihen, wenn er bei der folgenden Darstellung namentlich die Kenntnis der Pflanzenwelt berücksichtigt. Wer kennt nicht das feinsinnige Belauschen der Natur durch die an Poesie so reichen Griechen?! Außer dem ästhetischen Betrachten führte auch der praktische Sinn in die Natur hinaus. So bildete sich eine eigene Richtung von Männern aus, welche zu Arzneizwecken Pflanzenkunde trieben, die *Rhizotomen* und *Pharmakopolen* genannt. Thrasias v. Mantinea, Eudemus, Aristophiles aus Platäa etc. waren alle vor Theophrast geboren, also Zeitgenossen des 4. vorchristlichen Jahrhunderts. Sie hatten sich mit denjenigen Pflanzen zu beschäftigen, welche wirksame Eigenschaften besaßen, und waren gezwungen, diese Pflanzen von ähnlichen genau unterscheiden zu lernen. So bezeichneten ihre Pflanzennamen der *Arzneipflanzen* die individuellen Eigentümlichkeiten und können daher sehr leicht identifiziert werden. Sobald aber eine Pflanze ohne praktisches Interesse war, wurden die allgemeinsten

Gruppenbegriffe angewendet. So ist Xiris als Iris foetidissima leicht zu erkennen, während der Ausdruck *ἰτέαι* die Weiden im allgemeinen bezeichnet, ohne auf bestimmte individuelle Eigentümlichkeiten Rücksicht zu nehmen. Ueber Artunterschiede wurde nicht gesprochen, obschon doch zahlreiche Fragen des Pflanzenlebens wenigstens aufgeworfen wurden. Die *Geoponiker* oder *Georgiker* beschäftigten sich mit dem Landbau und waren also gezwungen, nicht nur mit Artunterschieden, sondern mit Varietäten sich abzugeben. Von all den zahlreichen Namen kann einzig *Hippon aus Rhegion* (423 v. Christus) genannt werden, welcher über den Unterschied zwischen wilden und zahmen Pflanzenformen nachdenkt und davon sagt, daß wilde in veredelte Fruchtbäume übergehen. Waren die Bestrebungen dieser beiden Gruppen auf das rein praktische Gebiet gerichtet, so vertieften sich die Philosophen in die große Geistesfrage nach der Welt Anfang und Urgrund. In den griechischen Kolonien jonischen Stammes an der Westküste Kleinasiens herrschte die *jonische* Schule, deren berühmter Stifter *Thales der Milesier* (ca 640 v. Chr. geb.) den Ausspruch tat: „Alles sei voll Götter.“ Die Bildung der Welt, die Rätsel des Lebens, Geburt und Sterben, Entstehen und Vergehen waren die Themata ihres Denkens. Die praktisch-politische Schule der *Pythagoräer* und die *Eleaten* waren durch ihre philosophischen Studien wenig gehalten, der Natur eine größere Aufmerksamkeit zu schenken, als es beim gewöhnlichen Laien der Fall war. Aber nirgends ist eine Andeutung vorhanden von einer Erklärung der verschiedenen Pflanzenformen. Was *Aristoteles,* jener Riesengeist des perikleischen Zeitalters (384—321 v. Chr.), für die biologischen Naturwissenschaften gewesen ist, das ist Ihnen allen bekannt. Schon die folgenden Themata der Fragmente aristotelischer Phytologie geben uns einen Einblick

in das großartige Lehrgebäude aristotelischen Denkens. Sie lauten:

1. Verwandtschaft des Tieres und der Pflanze.
2. Das Leben.
3. Leben und Seele der Pflanzen.
4. Von der eigenen Wärme der Pflanzen und deren Hauptwirkungen.
5. Von den Stufen des Lebens und vom Tode.
6. Von der Organisation und den Organen der Pflanze.
7. Von der Ernährung der Pflanzen.
8. Von der Erzeugung der Pflanzen.

So interessant diese Fragen sind, so ist von systematischen Problemen nichts zu finden, war doch sein Schlußsatz: „Das Werk der Pflanzen ist offenbar kein anderes, als ein ihnen gleiches Anderes hervorzubringen, was durch den Samen geschieht“

Besser unterrichtet sind wir über die botanischenr Kenntnisse des berühmten Schülers des Stagiriten, über *Theophrastos* (372—286 v. Chr.), dessen Pflanzengeschichte das bedeutendste Pflanzenwerk des Altertums ist. Das Pflanzenverzeichnis des Theophrast umfaßt zirka 450 Arten, welche aber der geringen Diagnose wegen schwer zu erkennen sind. So wenig unsere deutschen Namen „Kirsche“ und „Zwetschge“ von einer vergleichenden und dabei Aehnlichkeit herausfindenden Betrachtungsweise Rechenschaft abgeben, so wenig zeugen die Pflanzennamen Theophrasts von einer systematischen Formenvergleichung. Bei den Gemüsen und Getreiden werden die Varietäten und Spielarten nicht anders behandelt als die verschiedenen Arten z. B. der Lilie oder der Eiche. Dagegen ist ein bedeutender Fortschritt in der Unterscheidung der größern Gruppenbegriffe zu verzeichnen: die Unterscheidung von Bäumen, Sträuchern, Stauden und Kräutern.

Schon besser stand es mit der *zoologischen Wissenschaft.* Auch da bildeten sich die individuellen Benennungen und Gruppenbegriffe aus. Die erstern schlossen sich ganz der populären Sprache an, was schon dadurch bewiesen wird, daß für ein Tier verschiedene Benennungen galten, die sich ganz nach den Alterszuständen und ähnlichen Eigentümlichkeiten richteten. Auch die Gruppenbegriffe schlossen sich teilweise den Volksanschauungen an. Dennoch ist nicht zu leugnen, daß *Aristoteles* beim Studium der Tierwelt die Ueberzeugung sich aufdrängte, es existieren im Tierreiche Gruppen von Tieren, deren Uebereinstimmung auf innere Verwandtschaft hindeute.*) Von dieser Ansicht geleitet und als strenger Logiker fand er es für wissenschaftlich, eine Einteilung des Tierreiches durchzuführen wobei er sich der Ausdrücke „γένος“ und „εἶδος“ bediente. Diese beiden Ausdrücke sind nicht identisch mit den gegenwärtig gebräuchlichen Begriffen von „Genus“ und „Species“, sondern sie bedeuten einfach die Ueber- und Unterordnung.

Die *Römer* zeigten in der wissenschaftlichen Auffassung der organischen Welt keinen Fortschritt. Wohl wurde bei ihnen die Landwirtschaft viel intensiver betrieben als bei den Griechen. Dennoch sind die Pflanzenverzeichnisse viel dürftiger als dasjenige von *Theophrast.* So finden wir bei *Cato* (234—149 v. Chr.) bloß 125 Pflanzennamen, bei *Varro* (117—26 v. Chr.) 107 und bei *Vergil* (70—19) 164. Rechnen wir die Pflanzennamen dieser drei bedeutenden Männer zusammen, so ergibt sich bloß die Zahl 245, während *Theophrast* schon 450 Namen lieferte. Von 30 v. Chr. an trat auch die Arzneimittel-

*) Anmerkung: Burckhardt (04) hat nachgewiesen, daß schon vor Aristoteles eine Tiersystematik existierte, welche Anspruch auf wissenschaftlichen Wert machen könne (Koisches Tiersystem).

lehre in Rom auf und veranlaßte eine ausgedehntere Naturkenntnis. So kannte schon *Columella*, einer der berühmtesten Agronomen (ca. 50 v. Chr.) bei 400 Pflanzennamen. Aber überall sind Arten und Varietäten nicht von einander unterschieden. Wo es sich, wie bei den Getreidearten, dem Wein, den Gemüsen etc., um praktisch wichtige Pflanzen handelte, da berechtigten schon die kleinsten Unterschiede eine andere Benennung, während bei weniger wichtigen Pflanzen nur die auffälligsten Merkmale zur Belegung des Namens genügten. Unter den römischen Aerzten ist für die botanische Wissenschaft der hervorragendste *Dioscorides*, wahrscheinlich ein Zeitgenosse Plinius d. Ae. (23—79 n. Chr.). Was Aristoteles schon längst für das Tierreich herausgefunden hatte, das versuchte Dioscorides in der Pflanzenwelt, die *Bildung von Gruppen ähnlicher Pflanzen*. Ihm scheint der logisch denkende aristotelische Geist bei dem Studium der Arzneipflanzen zur Hand gewesen zu sein. Damit war die populäre Gruppenbestimmung der Organismen von der wissenschaftlichen Denkweise mit Beschlag belegt und der erste Schritt zur wissenschaftlichen Systematik ausgeführt, ein Schritt, von dem freilich *Plinius der Aeltere* keine Ahnung hatte, trotzdem sein planlos zusammengetragenes Pflanzenverzeichnis bei 1000 Namen enthält. Hiebei passierte ihm, dem bloßen Encyklopädisten, oft das Mißgeschick, dieselben Pflanzen unter verschiedenen Namen anzuführen.

Es stellen sich die Leistungen des Altertums in der Kenntnis der Organismen so dar: 1. Das Individuum wird je nach seinem praktischen Werte genauer oder oberflächlicher ins Auge gefaßt; ohne Rücksicht auf ein anderes Individuum wird ihm ein Name gegeben. 2. Es zeigt sich das Bestreben, entweder der Bequemlichkeit und Oberflächlichkeit der Beobachtung willen oder aus wissenschaftlichen Gründen Gruppen zu bezeichnen.

Die Zeit des *Mittelalters*, volle 14 Jahrhunderte umfassend, kann kurz behandelt werden. Die Arbeiten der Griechen und Römer waren so sehr in Vergessenheit geraten, daß erst im 13. Jahrhundert man dazu kam, Aristoteles auf Umwegen durch arabisch-lateinische Uebersetzungen kennen zu lernen. Zwar hatte Karl d. Gr. in seinem capitulare de villis et cortis imperialibus ein Pflanzenverzeichnis gegeben, welches von einigem Interesse für die Botanik spricht, allein es läßt sich nicht vergleichen mit Dutzenden von Pflanzenverzeichnissen des Altertums. Auch dasjenige des *Marcellus Empirikus* (Ende des 4. Jahrh) hat, trotzdem es als erste *Flora Gallica* zu bezeichnen ist, wenig Wert für unsere Betrachtungsweise. Als zoologisches Dokument dieser Zeit ist der *Physiologus* zu betrachten, ein Tierbuch, welches ohne Angabe des Verfassers in griechischer, lateinischer, syrischer, armenischer, arabischer, äthiopischer, althochdeutscher, angelsächsischer, altenglischer, isländischer, provençalischer und altfranzösischer Sprache erschien und welches sich namentlich mit den Tieren, welche in der Bibel erwähnt sind, beschäftigt. Soll ich aus dieser Zeit der naturwissenschaftlichen Oede Namen von Gelehrten nennen, welche es über spitzfindige Spekulationen hinausbrachten zu natürlichen Beobachtungen, so dürften *Adelardus Anglicus* (ca. 1100), *Thomas von Cantimpré* (1186—1263) und *Albertus Magnus* (1193—1280) nicht fehlen. Wohl sagt Adelardus, daß die Philosophen die der sinnlichen Betrachtung sich darbietenden Dinge, insofern sie verschiedene Namen haben und der Zahl nach verschieden sind, Individuen nennen. Betrachten sie aber dieselben Dinge nicht nach der Verschiedenheit, sondern insofern sie unter denselben Namen begriffen werden, so nennen sie dieselben Species. (Carus.) Das klingt beinahe ganz modern, und dennoch müssen wir behaupten, daß

weder bei Adelardus, noch in dem Werke de naturis rerum von Thomas, noch in dem Tierbuche von Albertus der Speziesbegriff zur philosophischen oder naturwissenschaftlichen Diskussion gekommen wäre. *Albertus Magnus* kannte die Ausdrücke Species und Genus als rein formale Begriffe der Ueber- und Unterordnung und ist wie Aristoteles im Stande, eine Spezies als Gattung zu bezeichnen, wenn es sich darum handelt, erstere in Unterabteilungen zu gliedern. Wie weit her die systematische Betrachtungsweise von Albertus ist, zeigt das sechste Buch seines Pflanzenwerkes: de speciebus quarundam plantarum, worin er in den einzelnen Kapiteln die alte Einteilung: Bäume, Sträucher, Stauden und Kräuter und die Pflanzen in alphabetischer Reihenfolge bringt.

Mit der Erfindung der *Buchdruckerkunst* bricht auch für die Naturforschung ein neues Zeitalter an. Jetzt ist der Verbreitung naturwissenschaftlichen Denkens keine Grenze mehr gezogen. Aristoteles und Theophrast werden nunmehr rasch bekannt und finden in der Denkweise der Gelehrten allgemein Eingang. Das zweite wichtige Ereignis dieser Zeit, die *Entdeckung Amerikas,* hat ungefähr die nämlichen Wirkungen, wie seinerzeit die Eroberungszüge Alexanders d. Gr., nur noch in erhöhtem Maßstabe. Der Gesichtskreis wird erweitert und die Kenntnis an Naturobjekten mächtig gefördert. Es entstehen Naturaliensammlungen, wenn sie anfänglich auch nichts anderes waren als Raritätenkabinette. Die naturhistorischen Werke wurden mit Abbildungen geschmückt, und dadurch wurde das Auge geschärft, dem Objekte die größte Aufmerksamkeit zu schenken. Die Pflanzen wurden in botanischen Gärten gesammelt und beobachtet. Solche entstanden in Padua 1545, Pisa 1547, Bologna 1567, Leyden 1577, Heidelberg 1593 etc.

Aber auch in der ganzen Geistesrichtung war allmählich eine Änderung eingetreten, welche für das Naturstudium nur Fortschritt bedeutete. Man fing an, sich vom Autoritätenglauben loszutrennen, um durch eigenes Suchen und Beobachten die Natur kennen zu lernen. So verflossen zwei Jahrhunderte, ohne mehr zu bringen als ein Suchen und Tasten nach den noch nebelhaft verschleierten neuen Wegen. Wie sehr die Einzelbeobachtungen zugenommen hatten, das zeigen *Ed. Wotton* (1492—1555) und besonders *Gesner* (1516—1565) auf zoologischem, *Fuchs* (1501—1566) und *Bock* (1448 bis 1554) auf botanischem Gebiete. *Gesners Geschichte der Tiere* gab eine alphabetische Uebersicht über das Tierreich, gebrauchte auch die Namen Genus und Species, ohne über die aristotelische Auffassung einer logischen Über- und Unterordnung hinauszugehen. Fuchs gab in seinem prächtig illustrierten Kräuterbuch *„de historia stirpium“* Einzelbeschreibungen von ca. 500 Pflanzen in alphabetischer Reihenfolge. Wie langsam den Naturbeobachtern die Begriffe der Ähnlichkeit und Verwandtschaft zum Bewußtsein kamen, das beweist gerade der sonst hochintelligente Tübinger Professor Fuchs. So erwähnt er bei dem Namen *„Anthemis“* drei Genera: Chamaemelon Leucanthemon, Ch. Chrysanthemon und den total davon abweichenden Rittersporn, Chamaemelon Eranthemon. Sowie also hier der Gattungsbegriff in rein formal logischer Weise gebraucht wurde, so hatte auch der Speziesbegriff keinen realen Hintergrund. Und wenn auch unsere Paris quadrifolia als Aconitum Pardalianches zum gelben Eisenhut, Aconitum Lycoctonon gestellt wurde, so könnten Beispiele genug angeführt werden, daß die Pflanzen einer strengern Kritik unterworfen wurden, als in vergangenen Zeiten. Auch das *Kreutterbuch* von Bock (1595) war in der Abklärung des Speziesbegriffes nicht weiter gekommen. Seine

Anreihung der Taubnesseln und zahlreicher Labiaten an die Beschreibung der Urtica spricht wohl von dem Aufdämmern eines unbewußten Gefühles der Verwandtschaft im Pflanzenreich, beweist aber anderseits, welchen geringen Wert die Blüte für diese alte Systematik besaß. 1583 erschien das Werk *De plantis libri XVI* von *Andrea Caesalpino* (1519—1603), dem Leibarzte Clemens VIII., einem Manne, der als Philosoph der Pflanzenwelt gegenüber trat. Die Ueberzeugung von der natürlichen Verwandtschaft der Pflanzen faßt immer festern Boden. Diese Tendenzen ziehen z. B. durch den *Prodromus Theatri Botanici* (1620) des Basler Botanikers *Caspar Bauhin* (1550—1624), sowie durch dessen *Pinax*, worin Gattungen und Arten nicht mehr bloße formale logische Begriffe darstellen. *Joachim Jungius* (1587—1657), jener große Gegner der philosophierenden Morphologie, setzte an die Stelle bloßer Namenserklärung eine auf vergleichender Beobachtung beruhende Morphologie und bereitete auf die Linnéschen Darstellungen vor. Im 17. Jahrhundert erfährt nun der Speziesbegriff seine erste Definition durch den englischen Zoologen und Botaniker *John Ray* (1628 bis 1705). In seiner *Historia plantarum* (1686) steht der wichtige Satz: „Wie bei den Tieren die Verschiedenheit der Geschlechter nicht hinreicht, den Unterschied der Spezies zu begründen, weil einmal beide Geschlechter aus dem Samen einer und derselben Spezies, nicht selten von denselben Eltern entstehen (obschon sie in vielen und auffallenden Accidenzien von einander abweichen) und es andrerseits nicht nötig ist, für die spezifische Indentität des Stieres und der Kuh, des Mannes und der Frau ein anderes Argument beizubringen, als daß dieselben von denselben Eltern, ja häufig von derselben Mutter abstammen, so gibt es auch bei den Pflanzen kein anderes sicheres Zeichen der spezifischen Übereinstimmung als der

Ursprung aus dem Samen der spezifisch oder individuell identischen Pflanze. Welche Formen nämlich der Spezies nach verschieden sind, behalten diese ihre spezifische Natur beständig und es entsteht die eine nicht aus dem Samen einer andern und umgekehrt.“ Obschon in dieser Begriffsbestimmung die Konstanz der Spezies hineingelegt ist, gibt Ray doch eine gewisse Veränderlichkeit der Art zu. „Nun ist aber dieses Zeichen der spezifischen Übereinstimmung, obschon ziemlich konstant, doch nicht beständig und untrüglich. Denn daß einige Samen degenerieren und wenn auch selten Pflanzen erzeugen, welche von der Spezies der mütterlichen Form verschieden sind, daß es also bei den Pflanzen eine Umwandlung der Spezies gibt, beweisen die Versuche.“ Damit haben wir *die erste scharfe Umschreibung des Speziesbegriffes.* So ist dem Speziesbegriff ein realer Hintergrund gegeben, während der Gattungsbegriff noch im alten formal logischen Sinne als Begriff der Überordnung gebraucht wird.

An dieser Stelle muß ich auch jenes Luzerner Arztes gedenken, der in rastlosem Fleiße sich mit Conchilien und namentlich mit Versteinerungen beschäftigt hat, der eine wertvolle Sammlung sich angelegt hatte und mit den bedeutendsten Naturforschern seiner Zeit in Verbindung stand. *Carl Nikolaus Lang* (1670—1740) gibt in seiner Methodus nova et facilis Testacea marina in suas debitas classes, genera, et species distribuendi 1722 auch Definitionen der Classis, genera und species, welche den Bedürfnissen entsprungen waren, in das Chaos der Naturgegenstände Ordnung zu bringen. Lang geht vom Gattungsbegriff aus und definiert ihn wie folgt: „Das Genus ist eine Anhäufung (congeries) zahlreicher Spezies, welche durch das nämliche charakteristische Genusmerkmal (nota characteristica generica) ausgezeichnet sind und durch welches sie auch von den Spezies der andern

Gattungen klar und deutlich sich unterscheiden.“ „Diese nota characteristica in genere“, sagt er, „ist ein gewisses sicheres und eigentümliches Kennzeichen, welches durch unsere Sinne wahrnehmbar und den Naturkörpern äußerlich inhärent ist (externe inhaerens et adnatum), durch welches das, was sich ähnlich ist und unter sich zusammengefaßt werden kann, deutlich erkannt wird und von allen übrigen Körpern, zu welchen es nicht gehört, sicher (manifeste) unterschieden werden kann.“ „Die Spezies irgend eines Genus unterscheiden sich nur durch gewisse Accidentien, welche in ihrer eigenen Beschaffenheit oder Struktur gelegen sind und welche auch allen Spezies von andern Genera gemeinsam sind oder sein können, ohne daß die nota characteristica verändert würde und daher auch nicht diejenige der Classe noch des Genus.“ Lang empfindet das Bedürfnis nach philosophischen Prinzipien zur Ordnung der vielen Naturkörper, ist aber nicht im stande, dem Spéziesbegriff irgend welchen realen Wert zu geben. Von der Auffassung Rays scheint ihm nichts bekannt zu sein. Dadurch, daß er den Genusbegriff fest umschreibt und darauf das Hauptgewicht legt, schreitet er den nämlichen Weg wie *Rivinus* (1652—1725) und *Tournefort* (1656 – 1708) und dazu die nota characteristica specifica stellt, arbeitet er, wie noch viele seiner Zeitgenossen, der binären Nomenklatur von Linné vor.

Jener Mann, der das Altertum als Geistesheros erster Größe beherrschte und dem auch das Mittelalter keinen Naturforscher seinesgleichen an die Seite stellen konnte, Aristoteles, gleicht einem plötzlich aufleuchtenden Meteor am dunkeln Abendhimmel. *Carl Linnaeus* (1707—1778) ist dagegen das glänzende Schlußglied einer ganzen Reihe tiefdenkender, tüchtiger Naturbeobachter, von denen ich vorhin nur einige Namen genannt habe. Durch diesen schwedischen Gelehrten erhält der Speziesbegriff eine feste

Formel, eine Umschreibung, die leider mehr als ein Jahrhundert als Dogma die Naturwissenschaft beherrschte. Ueber seine Ansichten belehrt uns hauptsächlich seine *Philosophia Botanica,* worin sein bedeutungsvoller Ausspruch steht: „*natura non facit saltus.*“ Er teilt die Pflanzen in Klassen, Ordnungen, Genera, Spezies und Varietäten. Seite 103 steht der verhängnisvolle Satz: „Species tot numeramus, quod diversae formae in principio sunt creatae.“ Damit war die Konstanz der Art ausgesprochen, die noch in mannigfachen Wendungen wiederkehrt, so wenn er sagt: „Novas species dari in vegetabilibus negat generatio continuata, propagatio, observationes quotidianae, Cotyledones“, oder Seite 105: „Species constantissimae sunt, cum earum generatio est vera continuatio“. Damit ist also klar und deutlich dem Speziesbegriff ein wirklicher realer Wert unterschoben. Diesen zu erkennen, zu bezeichnen, war nun Linnés weitere Aufgabe. „Differentia specifica continet notas, quibus species a congeneribus differt.“ Diesen spezifischen Merkmalen wendet er eine große Sorgfalt zu und bezeichnet als die besten die Blätter, Fulcrum und Hibernaculum, die Blütenstände und die Fruktifikationsorgane. Linné ist auch der erste, der scharf unterscheidet zwischen den gegebenen, feststehenden Arten und den Varietäten. Diese definiert er: „Varietates tot sunt, quot differentes plantae ex ejusdem speciei semine sunt productae.“ Und an anderer Stelle: „Varietates sunt plantae ejusdem speciei, mutatae a causa quacunque occasionali.“ So varierende Werte nennt er: Color, Odor, Sapor, Hirsuties, Crispatio, Impletio, Monstruositas. Entgegen den meisten bisherigen Anschauungen, welche keine scharfe Scheidung zwischen Spezies und Varietät machten, fordert er streng: „Ne varietas loco speciei sumatur, ubique cavendum est“ oder sogar „Varietates levissimas non curat Botanicus.“ Auch der Gattungs-

begriff wird nicht mehr im bloß formal logischen Sinne, sondern als Bezeichnung verwandtschaftlichen Grades gebraucht, wenn er sagt: „Genera tot dicimus, quot similes constructae fructificationes proferunt diversae Species naturales“ oder „Naturae opus semper est Species et Genus; Culturae saepius Varietas; Naturae et artis Classis et Ordo.“ So ergab sich für ihn die *binäre Bezeichnung* der Organismen, welche er freilich bei verschiedenen Gelehrten schon angedeutet fand, die er aber mit aller Begründung zum Durchbruche brachte. Diese binäre Bezeichnung ist so sehr in unsere wissenschaftliche Sprache eingelebt, daß es genügt, darauf hinzuweisen, wie Linné als der erste Naturforscher ausführliche Regeln zur Durchführung der Gattungs- und Artnamen angibt. Auf Linnés vorgezeichnetem Wege entspann sich ein unbeschreibliches Drängen und Streben nach der Auffindung neuer Arten, daß innerhalb eines Jahrhunderts das Beobachtungsmaterial ins Unglaubliche sich häufte. Botanischerseits stand man ganz unter der Herrschaft Linnés. Wohl begegnen wir Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts den Namen der berühmten Systematiker *Antoine Laurent de Jussieu* (1748—1836), *Pyrame de Candolle* (1778—1841) und des Engländers *Robert Brown* (1773—1858), welche mit großem Scharfsinne die Pflanzen in natürliche Gruppen anordneten, so daß jede Gruppe die Illustration einer verwirklichten Schöpfungsidee darstellte. Man war botanischerseits völlig einverstanden mit dem großen Paläontologen *Georges Cuvier* (1769—1832), welcher alle verwandtschaftlichen d. h. stammesgleichen Beziehungen der ausgestorbenen und gegenwärtig lebenden Tierspezies leugnete. So war er Deutscher, nicht nur wegen seines Geburtsortes, des württembergischen Städtchens Mümpelgard, sondern als treuer Anhänger des Linnéschen Ausspruches: Species tot sunt, quod diversas formas ab initium produxit infi-

nitum Ens. Er bezeichnete als Art „die Vereinigung aller von einander oder gleichen Eltern abstammenden, sowie derjenigen organischen Körpern, welche solchen so ähnlich, wie sie einander sind".

De Candolle schreibt 1813 in seiner *Théorie élémentaire:* „On désigne sous le nom d'espèce la collection de tous les individus qui se ressemblent plus entr'eux qu'ils ne ressemblent à d'autres; qui peuvent, par une fécondation réciproque, produire des individus fertiles; et qui se reproduisent par la génération, de telle sorte qu'on peut par analogie les supposer tous sortis originairement d'un seul individu." Diese Definitionen gleichen sich aufs Haar. Neben dieser Stimmenmehrheit und dazu noch von solch einflußreichen Männern mußten Gegner dieser Speziesanschauung verstummen. *Georges Louis Leclerc*, unter dem Namen *de Buffon* bekannt (1707—1788), „nahm schon die Möglichkeit einer Umwandlung der Arten an, wobei die Temperatur, das Klima, die Qualität der Nahrung und die Domestication wirksame Ursachen sein sollten". (Carus.) *Lamarck* (1744—1829) widersprach zum ersten mal in aller deutlichsten Form der Linné-Cuvierschen Annahme von der Artkonstanz. Philosophie-zoologique Cap. III. „Es ist kein unnützes Ding, den Artbegriff positiv festzustellen, zu untersuchen, ob es wahr ist, daß die Arten eine absolute Konstanz besitzen, daß sie so alt sind wie die Natur, und daß sie alle ursprünglich so existiert haben, wie wir sie heute noch beobachten; oder ob sie nicht vielmehr, den wechselnden Umständen unterworfen, wie wohl nur äußerst langsam, im Laufe der Zeiten ihren Charakter und ihre Gestalt verändert haben." Lamarck macht auf die Unmöglichkeit aufmerksam, bei verschiedenen Pflanzen- und Tiergenera eine scharfe Artunterscheidung vorzunehmen, und huldigt in den klarsten Ausdrücken der Annahme fortgesetzter Artänderungen. Sein Schlußsatz lautet: „Um

das Studium und die Kenntnis so vieler verschiedenartiger Körper zu erleichtern, ist es nichts destoweniger von Nutzen, den Namen Art jeder Gruppe ähnlicher Individuen zu erteilen, die sich durch die Fortpflanzung in demselben Zustande erhalten, so lange die Verhältnisse ihrer Wohnorte nicht dermaßen ändern, daß dadurch ihre Gewohnheiten, ihr Charakter und ihre Gestalt geändert werden."

Aus den 30er-Jahren sind noch zu erwähnen: *Etienne Geoffroy-Saint-Hilaire* (1772—1844) und *Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire,* welche beide die Veränderlichkeit der Art annahmen. Ersterer wagt es sogar, den Cuvierschen Anschauungen entgegen, die fortgesetzte Entwicklung der Fossilen in die jetzt lebenden nächst verwandten Formen zu lehren. Das ist die doppelte Auffassung des Speziesbegriffes in der Zeit unmittelbar vor *Darwin* (1800—1882). Material war mehr als genug gesammelt und an fleißigen Beobachtern fehlte es nicht, welche vielleicht unbewußt Tatsachen lieferten, die Diskussion des Speziesbegriffes mit aller Lebhaftigkeit vorzunehmen. Wir halten uns an sein Werk: *„Über die Entstehung der Arten im Tier- und Pflanzenreich."* 1859. Darwin mußte durch sein tiefes Studium der Haustiere und der kultivierten Pflanzen zu der Schwierigkeit geführt werden, Varietäten und Arten zu unterscheiden. So sagt er: „Wenn wir die erblichen Varietäten oder Rassen unserer Haustiere und Kulturgewächse betrachten und dieselben mit einander nahe verwandten Arten vergleichen, so finden wir in jeder zahmen Rasse, wie schon bemerkt worden, eine geringere Übereinstimmung des Charakters, als bei echten Arten." „Oft hat man versichert", sagt er, „daß gepflegte Rassen nicht in Sippencharakteren von einander abweichen. Ich glaube zwar, daß sich diese Behauptung als irrig erweisen läßt; doch gehen die Meinungen der Naturforscher weit ausein-

ander, wenn sie sagen sollen, worin Sippencharaktere bestehen, da alle solche Wertungen nur empirisch sind."

An anderer Stelle sagt er: „Wenn ein junger Naturforscher eine ihm ganz unbekannte Gruppe von Organismen zu studieren beginnt, so macht ihn anfangs die Frage verwirrt, was für Unterschiede die Arten bezeichnen, und welche von ihnen nur Varietäten angehören; denn er weiß noch nichts von der Art und der Größe der Abänderungen, deren die Gruppe fähig ist." Darwin stellt überall die individuellen Abänderungen in den Vordergrund und bezeichnet sie als die Vorläufer der Varietäten, Subspezies und Spezies. „Daher werden die individuellen Abweichungen, welche für den Systematiker nur wenig Wert haben, für uns von großer Wichtigkeit, weil sie die erste Stufe zu denjenigen geringern Varietäten bilden, welche man in naturgeschichtlichen Werken der Erwähnung Wert zu halten pflegt. Ich sehe ferner diejenigen Abänderungen, welche etwas erheblicher und beständiger sind, als die nächste Stufe an, welche uns zu den mehr auffälligen und bleibenderen Varietäten führt, wie uns diese zu den Subspezies und endlich Spezies leiten." Wie Darwin über den Speziesbegriff denkt, das beweisen folgende Worte: „Aus diesen Bemerkungen geht hervor, daß ich den Kunstausdruck „Species" als einen nur willkürlich und der Bequemlichkeit halber auf eine Reihe von einander sehr ähnlichen Individuen angewendeten betrachte, und daß er von dem Kunstausdrucke „Varietät" nicht wesentlich, sondern nur insofern verschieden ist, als dieser auf minder abweichende und noch mehr schwankende Formen Anwendung findet. Und ebenso ist die Unterscheidung zwischen „Varietät" und „individueller Änderung" nur eine Sache der Willkür und Bequemlichkeit." Deutlicher und energischer konnte der Linnéschen Auffassung von der Constanz der Art nicht der Krieg erklärt werden. Wie sehr

aber auch bei den Botanikern der Speziesbegriff Linnés ins Schwanken gekommen war, zeigt uns der akademische Vortrag, den *Karl Nägeli* am 14. März 1853 unter dem Titel *„Systematische Übersicht der Erscheinungen im Pflanzenreich“* gehalten hat und worin er sagt: „Die Pflanzenindividuen treten aber nicht bloß als selbständige Wesen für sich auf; sie sind zugleich auch Teile einer höhern Totalität, Elemente einer allgemeinen Bewegung. Wenn sie neue Individuen erzeugen, wenn diese ihrerseits sich wieder fortpflanzen und der Zeugungsprozeß sich fortwährend in der Nachkommenschaft wiederholt, so entsteht daraus eine unbestimmte Summe von Pflanzen, die nicht als ein loses Aggregat zu betrachten ist, sondern, von einer gemeinsamen Idee zusammengehalten, ein unteilbares Ganzes, die Art bildet.“ Dann macht er darauf aufmerksam, daß wir nur einen kleinen Abschnitt aus diesem Bewegungsreiche der Art kennen und namentlich über Anfang und Ende derselben nicht unterrichtet seien. Und er fährt dann fort: „Denn wie von der Zelle an aufwärts jedem individuellen Wesen der Pflanzenwelt die Möglichkeit innewohnt, neue gleichartige Wesen zu erzeugen, so sprechen alle Erscheinungen des ganzen Reiches dafür, daß die Arten aus einander hervorgegangen sind, daß somit eine Art unter bestimmten Verhältnissen eine andere erzeugen kann.“

Auch im Jahre 1863 steht *Nägeli* noch auf demselben Standpunkte, daß er der Spezies einen realen Hintergrund als den einer Reihe mit gemeinsamen Ursprunge gibt, dafür aber die Entstehung aus andern Spezies verlangt.

Damit verlasse ich die chronologische Übersicht und fasse den gegenwärtigen Stand der Frage in einzelnen Punkten zusammen. Die Neuzeit der Forschung seit Linné ist nicht nur gekennzeichnet durch die enorme Zahl der neuen Tier- und Pflanzenspezies, welche durch das Heer

von Systematikern jährlich den schon bestehenden zugefügt wurden, sondern man wandte dem *Individuum* eine ausdauernde Aufmerksamkeit zu. Die *Entwicklungsgeschichte* war es, welche den Gedanken rief, wie unberechtigt der Ausdruck „Individuum" ist. Oder gibt es nur zwei Tage im Leben des Einzelwesens, wo letzteres konstant, unverändert blieb? Ist das Einzelwesen „unteilbar", Individuum, eine einzige mathematische Wertsetzung oder nicht vielmehr die Aufeinanderfolge verschiedener Realitäten, eine mathematische Reihe mit Anfangs- und Endglied? Und ist nicht das Anfangsglied dieser Reihe zugleich ein losgelöster Wert einer andern Reihe? Diese Frage stellen, heißt, sie auch beantworten. Sind diese Werte, diese Qualitäten, welche das Individuum durchläuft, schon in der Anfangszelle vorhanden, d. h. einen gegebenen Begriff bildend, d. h. konstant, oder können nicht im Laufe der Entwicklung des Individuums neue Qualitäten hinzukommen? Meine Herren, dieses in Abrede stellen, hieße jegliche Kenntnis der individuellen Entwicklung eines Organismus leugnen. Bietet uns die Verfolgung des Einzelindividuums schon so viele Schwierigkeiten, so wird die Sache noch schwieriger, wenn wir die Abkömmlinge eines Elternpaares verfolgen. Untersuchen wir eine große Zahl von Individuen, von denen wir wissen oder annehmen können, daß sie Kinder derselben Eltern sind, auf einzelne Qualitäten, z. B. auf ihre Größe oder die Größe eines Organes, auf die Zahl eines Organes, so besitzen diese Qualitäten nicht bei allen Individuen einen nämlichen Wert. Diese Tatsache wurde von den Anthropologen *Quetelet und Galton* aufgegriffen und mathematisch verfolgt. Dabei zeigte es sich, daß die Werte der Qualität eines bestimmten Organes bei vielen Individuen eines Elternpaares um einen bestimmten Mittelwert schwanken. Auf einem Stück Wiese von zirka 10 m^2 sammelte

ich eine Kolonie Bellis perennis, deren gemeinsame Abstammung keinen Zweifel aufkommen läßt. Ich ließ nun bei jedem von ca. 500 Individuen die Anzahl der Strahlenblüten zählen. Ich errichte nun ein rechtwinkliges Coordinatensystem und zeichne auf der horizontalen Abscisse in gleichen Abständen die Maßzahlen der Strahlenblüten. Im vorliegenden Falle liegen dieselben zwischen 20 und 60 (Fig. 1). Auf diesen Maßzahlen errichte ich die Ordinaten, deren Größe nach der Anzahl Individuen, welche der betreffenden Strahlenblütenzahl entspricht, gewählt wird. Verbindet man nun die Endpunkte der Ordinaten, so erhält man eine Kurve, deren Hauptgipfel bei 42 liegt, das heißt die Bellisindividuen mit 42 Strahlenblüten sind vorherrschend. Die übrigen Werte der Zählung reihen sich in bestimmter Gesetzmäßigkeit um diesen Mittelwert, und zwar so, daß noch mehrere Nebengipfel entstehen.*) Mit andern Worten: Die Werte, welche die Anzahl der Strahlenblüten in Bellis perennis bezeichnen, sind nicht zufällige, sondern innerhalb eines, wenn auch zusammengesetzten, mathematischen Ausdruckes gelegen. *Weldon* hat diese Untersuchungen in die Zoologie und *de Vries* hat sie in die Botanik eingeführt. *Bateson, Ludwig* und *Duncker* haben diese Studien fortgesetzt. In einer Unmenge von Fällen hat das Studium der Variation irgend eines

*) Anmerkung: Ludwig hat für Randblüten von Bellis perennis drei Hauptgipfel bei 34, 39 und 42 und Nebengipfel bei 21, 24, 47, 55, 63, 65, 68 erhalten. Auch bei meinen Zählungen sind die Hauptgipfel bei 34, 39, 42 gelegen. Die Nebengipfel liegen dagegen bei 31, 46, 50, 52, wovon bei größerer Individuenzahl die Gipfel 31 und 50 wahrscheinlich verschwinden würden. Nun hat *Ludwig* darauf hingewiesen, daß bei vielen Variationskurven die Fibonaccizahlen (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89 etc.), sowie deren Multipla eine Rolle spielen. Im vorliegenden Beispiele wären die Hauptgipfel 34 und 39 bei Fibonaccizahlen, der Hauptgipfel 42 bei einem Multiplum (2.21).

Organes eine viel einfachere Kurve als die obgenannte ergeben, eine Gaußsche Wahrscheinlichkeitskurve nach der Formel $(a+b)^n$.

So ist nun auch die *Variation* zum Gegenstand wissenschaftlichen Denkens geworden, die Frage der

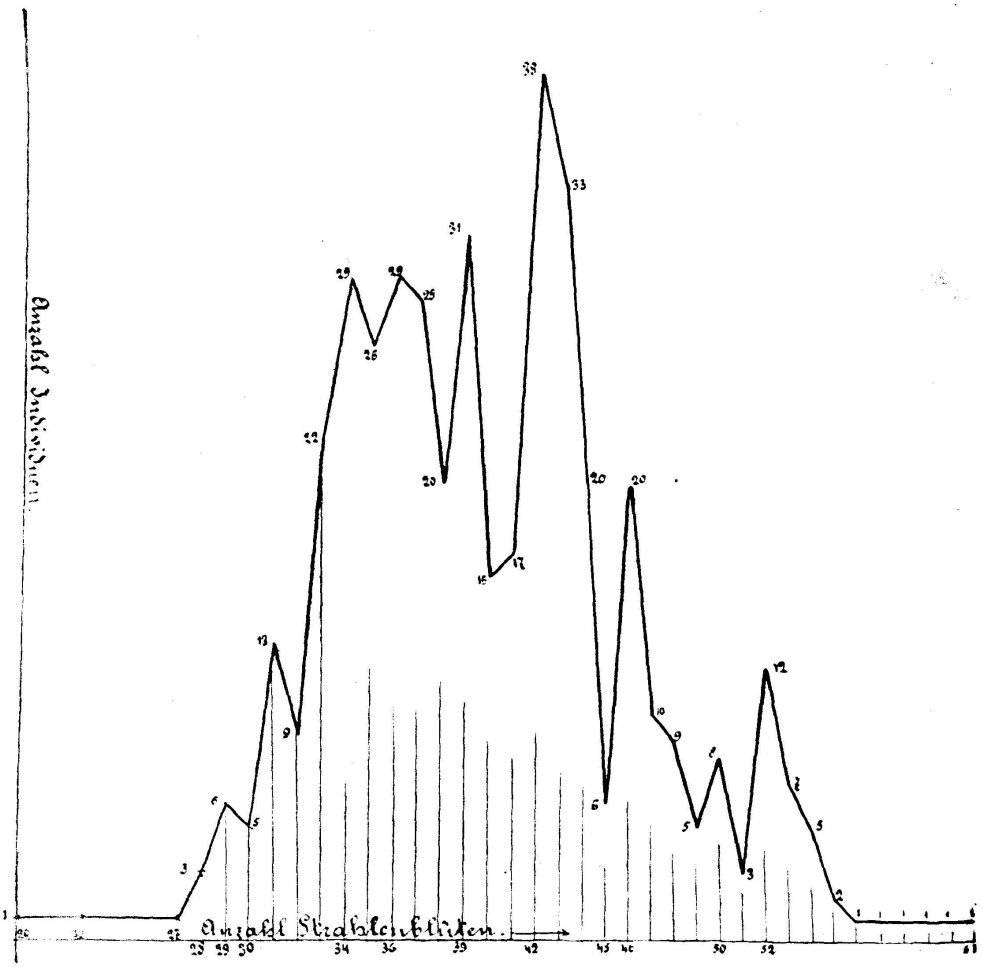


Fig. 1.

Konstanz von einer neuen Seite angefaßt worden. *Duncker* definiert diese *individuelle Variation* folgendermaßen: „Unter individueller oder spontaner Variation verstehe ich einen hypothetischen Vorgang, dessen Resultat innerhalb der Spezies individuelle Verschiedenheiten der einzelnen Merkmale sind, welche weder auf pathologische Prozesse,

in erster Linie Entwicklungsstörungen (Exzeß-, Defektbildungen, Verlagerungen) zurückgeführt, noch mit Veränderungen der äußern Lebensbedingungen (klimatische, Saisons-, Standortsvarietäten) in zeitlichen oder kausalen Zusammenhang gebracht werden können, noch endlich bemerkbaren konstitutionellen Verschiedenheiten (Geschlechts-, Entwicklungsstufen) entsprechen. Reine individuelle Variation wird also nur unter morphologisch gleichwertigen Individuen innerhalb einer «Formeinheit» beobachtet."

Die Darstellung des Ordinatensystems nach den vorhin erwähnten Fällen nennt man das *Variationspolygon*. Das betreffende *Quetelet-Galtonsche Gesetz* definiert Duncker folgendermaßen: „Die Eckpunkte eines eingipfligen Variationspolygons liegen auf einer inhaltsgleichen Gaußschen Fehlerkurve von gleicher mittlerer quadratischer Abweichung, wie das Variationspolygon sie aufweist, und mit einer Symmetrieordinate, welche mit der Schwerpunktsordinate des Variationspolygons zusammenfällt und deren Länge eine Funktion des Flächeninhalts und der mittlern quadratischen Abweichung des Variationspolygons ist." Diese Kurve ist eingipflig und entspricht dem Binom $(^1/_2 + ^1/_2)^c$. Neben dieser Kurve hat *Ludwig* im Pflanzenreich noch eine zweite Variationskurve getroffen, deren Mittelgipfel bedeutend höher gelegen ist und die er *Hyperbinomialkurve* nennt. Bei einer dritten Kurvenart, der *Parabinomialkurven* oder den *halben Galtonkurven* von *de Vries* liegt der Mittelgipfel neben demjenigen der Gaußschen Kurve. Diese Untersuchungen haben für den Speziesbegriff das neue Moment ergeben, daß auch für diejenigen Merkmale, welche sehr variabel erscheinen, ein realer, mathematischer Wert gefunden worden ist. Nun knüpfen wir aber wieder an die Nägelische Denkweise an, wo er sagt: „Denn von allen gleichzeitig lebenden und

im Laufe der Zeiten aufeinanderfolgenden Individuen, welche zusammen die Spezies darstellen, ist uns nur ein kleiner Teil zugänglich", und fügen wir bei, dieser Teil ist mit demjenigen verwandter Spezies gemengt. Bietet uns dann diese Variationsstatistik ein Mittel, das Zusammengehörige einer Art herauszufinden? *Schröter* und *Vogler* haben für die Planktondiatomee Fragilaria crotonensis (Edw.) Kitton die Variationskurve aufgestellt und dabei drei Gipfel erhalten. Das würde also darauf hinweisen, daß in diesem Falle drei Formeinheiten vorliegen. Und *de Vries* macht darauf aufmerksam, daß auch die Kurve für Chrysanthemum segetum einen Doppelgipfel besitze, also zwei Formeneinheiten feststelle, welche durch Kultur getrennt werden können. Diese Formeneinheiten nannte man bisher *Varietäten* oder *Rassen*.

Über diesen Punkt spreche ich später und frage noch einmal: Gibt diese Variationsstatistik uns ein Mittel an die Hand, die Qualitäten einer Spezies als etwas Begrenztes, Konstantes zu bezeichnen? *Vogler* hat für Primula farinosa die Variationskurven studiert und kommt zu dem bedeutungsvollen Satze: „Lage nnd Frequenz der Gipfel sind für die Art nicht charakteristisch, sondern bedingt durch klimatische und Standortsveränderungen." Wenn aber diese Variationskurven verschoben werden können, dann hat Nägeli recht: Wir kennen weder den Anfang noch das Ende der Spezies, oder mit andern Worten: Der Speziesbegriff enthält viel weniger als der Begriff des Individuums an abgeschlossenen Realitäten.

Die Entwicklungsgeschichte des verflossenen Jahrhunderts hat uns aber noch mit einem neuen wichtigen Faktum bekannt gemacht, mit der *Vererbung*. Dieselbe besteht darin, daß eine Reihe wichtiger Merkmale von den Eltern unverändert auf die Kinder übergehen. So entstand eng anschließend an die Cuviersche Auffassung

die gegenwärtig noch übliche Definition: „Unter Spezies bezeichnen wir den Inbegriff aller Lebensformen, welche die wesentlichsten Eigenschaften gemeinsam haben, von einander abstammen und fruchtbare Nachkommen erzeugen.“ (Claus.) Die Kenntnis dieser *wesentlichsten, unverändert von den Eltern auf die Kinder übergehenden Eigenschaften,* war ein neues Ziel der Speziesforschung. Wie *Standfuß, Fischer* und andere in der zoologischen Wissenschaft gearbeitet haben, so gebührt *Klebs* das Verdienst, durch zielbewußtes und rastloses Experimentieren die Merkmale eines Pflanzenkörpers zu analysieren und damit die Frage über den Speziesbegriff auf das Gebiet der *Physiologie* verlegt zu haben. In seinem Werke über „*Willkührliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen*“ unterscheidet er die spezifische Struktur, die innern und die äußern Bedingungen. Geht man von einer einzelnen Zelle oder von einem Vegetationspunkte aus, so kommen im Laufe der Entwicklung des Individuums gewisse Fähigkeiten oder Potenzen zum Ausdrucke, welche die Spezies bezeichnen und offenbar an diese Zelle oder Zellgruppe gebunden waren. Das Substrat ist von komplizierter chemischer und physikalischer Zusammensetzung und mit den vorgenannten Potenzen ausgerüstet. Diese Gesamtheit nennt Klebs die spezifische Struktur und ihr schreibt er eine gewisse Konstanz zu. Sie wird unsern Sinnen erst zugänglich durch bestimmte Ursachen oder Bedingungen. Als äußere Bedingungen bezeichnet er die chemischen, photischen, thermischen und mechanischen etc., mit einem Worte, die von außen wirkenden. Als innere Bedingungen nennt er die auslösenden Fermente, die physikalischen Eigenschaften des Protoplasmas, Zellsaftes, der Zellwand etc. und hält auf einer scharfen Scheidung derselben und der spezifischen Struktur. Die zwei variablen Größen sind die innern und die äußern Bedingungen, und der

Ausdruck dieser beiden variablen Größen ist die Galtonkurve oder das *Queteletsche Gesetz.* Das ist die erste wichtige Schlußfolgerung der Klebschen Versuche, die den klaren Beweis liefern, daß unter ganz bestimmten äußern Bedingungen, ganz ohne Rücksicht auf den vorhin erwähnten Mittelwert und auf das Queteletsche Gesetz eine bestimmte Potenz zum Ausdruck kommt. Unter-

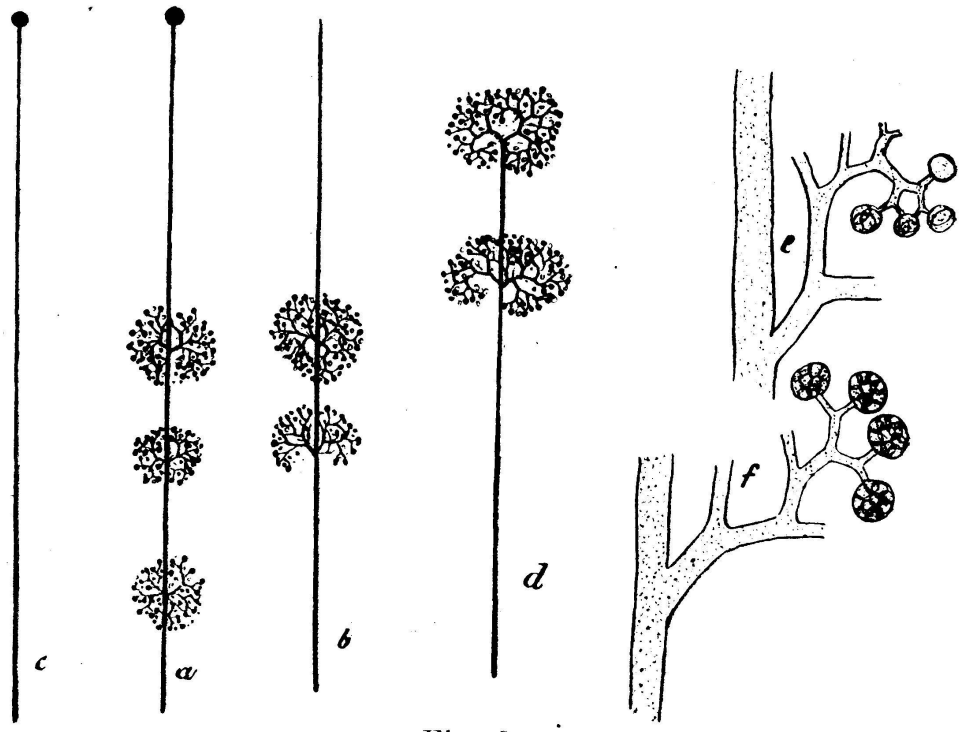


Fig. 2.

suche ich z. B. eine Pilzkultur von Thamnidium elegans auf dem gewöhnlichen Standorte, dem Pferdemist, so konstatiere ich als Mittelwert, als Gipfelpunkt der Formenkurve die Pflanze mit Endsporangium und wenigsporigen Sporangiolen (Fig. 2 a, e) und als Endpunkte diejenigen Formen mit bloßem Endsporangium (Fig. 2 c) oder diejenige mit sterilem Ende und mit bloßem Sporangiolen (Fig. 2 b). Dazwischen treten vereinzelte Individuen auf mit vielsporigen Sporangiolen (Fig. 2 f). Sobald ich aber *bestimmte*

äußere Bedingungen herstelle, erhalte ich Kulturen, deren Individuen z. B. nur die Endsporangien tragen oder nur mit dem Sporangiolenastwerk abschließen (Fig. 2 d).

Fig. 3. **Ajuga reptans.** $^6/_7$ nat. Grösse.
Ein stark behaartes Exemplar aus der Umgebung von Jena. Die Inflorescenz am 9. Juni 1901 als Steckling in 0,2 Knoplösung, in feuchter Luft in einem nach Norden gelegenen Gewächshäuschen; die Spitze in eine Rosette übergehend; gez. 19. Sept.
(Aus Klebs Entwicklungsänderungen.*)

---

*) Anmerkung. Die Figuren 3, 4, 5, 6 sind nach gütiger Erlaubnis des Verlegers dem Werke „Klebs, Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen, Verlag von Gust. Fischer in Jena 1903“, entnommen.

Unter ganz bestimmten Bedingungen treten alle Sporangiolen mit zahlreichen Sporen auf. Würde ich auf diese Kulturen die statistische Methode anwenden, dann würde

Fig. 4. **Ajuga reptans.** 6/7 nat. Grösse.
Inflorescenzsteckling seit 27. Mai 1902 im Wasser gestellt, im Thermostaten bei 27°, am 9. Juni feucht und hell. Die Spitze in einem Ausläufer ausgehend, der durch das Gewicht seiner Endrosette abwärtsgeneigt war. Am Ausläuferteil Wurzeln aus den Knoten; an den alten Inflorescenzknoten kleine Seitenrosetten.. Am 2. Sept. 1902 gezeichnet ohne den wurzeltragenden untern Teil.

der Mittelwert der Kurven ein ganz anderer sein. Klebs hat dann nachgewiesen, daß bei gewissen äußern Bedingungen Qualitäten auftreten, von denen die Queteletschen

Fig. 5. **Ajuga reptans.**
6/7 nat. Grösse.

Fig. 6. **Ajuga reptans.**
5/6 nat. Grösse.

(Fig. 5.) Orthotroper Trieb, aus einer Rosette entstanden; vom 19. Sept. bis 24. Sept. 1902 bei 27° im Thermostat kultiviert, dann in feuchtem Gewächshaus. Trieb mit Hochblättern, aber ohne Blütenanlagen, an den Knoten zum Teil Wurzeln, oben in einen Ausläufer ausgehend. Am 16. Januar 1903 gez.

(Fig. 6.) Ausläufer aus einer Rosette entstanden, die seit Mai hell und trocken kultiviert war, direkt in einen blühenden Trieb übergehend; an einem noch mit Wurzeln versehenen Knoten eine einzelne Blüte in der Achsel eines Blattes.

Gesetze uns keine Ahnung geben. Von den vielen nur ein Beispiel: Ajuga reptans, eine bekannte Lippenblüte unserer Wiesen, hat folgenden Entwicklungsgang: Die Pflanze überwintert in Form der sog. Rosetten. Aus ihrem Vegetationspunkte entsteht im Frühjahr ein gestreckter, aufrechter Stengel, welcher Blüten bildet und im Herbste abstirbt. Aus den Achseln der Rosettenblätter sind lange Ausläufer gewachsen, die an ihrer Spitze wieder Rosetten erzeugen. Durch sinnreiche Versuche hat Klebs folgende Fälle der Entwicklung festgestellt:

„I. Die Spitze eines Ausläufers
1. wird zu einer Rosette (Typus),
2. wird zu einem Blütentrieb (Fig. 6),
3. bildet einen fortwachsenden Ausläufer (Fig. 5).

II. Die Spitze einer Rosette (früher eines Ausläufers)
1. wird zu einem Blütentrieb (typischer Fall),
2. wird zu einem Ausläufer,
3. bildet eine fortwachsende Rosette.

III. Die Spitze eines Blütentriebes (früher einer Rosette)
1. stirbt nach der Fruchtreife ab (typischer Fall),
2. wird zu einer Rosette (Fig. 3),
3. wird zu einem Ausläufer (Fig. 4),
4. bildet einen fortwachsenden Blütentrieb."

Aus Wurzeln, die aus Blütentrieben entstanden sind, kann eine ganze Reihe von Rosetten gezogen werden Damit ist der sichere Beweis geleistet, daß durch äußere Bedingungen die innern Bedingungen verändert und also auch der Entwicklungsgang auf andere Bahnen geleitet werden kann, und zwar auf Wege, welche durch die Variationsstatistik in keiner Weise erkannt werden können. So kann Klebs den Satz aussprechen: „Es gibt wohl kein einziges Merkmal, das nicht variationsfähig ist. Eine Konstanz ist stets gebunden an eine Konstanz der Bedingungen; mit der Veränderung dieser ist eine Variation

verbunden.“ Diese Variation, wenn sie auch weite Grenzen aufweist, wird aber geleitet durch die Potenzen oder die spezifische Struktur. Die Zahl der Potenzen ist eine sehr große, aber begrenzte und daher die spezifische Struktur eine relativ konstante; diese spezifische Struktur ist das Konstante, durch Vererbung von den Eltern auf die Kinder übergehende. Daß bei dieser Fassung des Begriffes „spezifische Struktur“ der Speziesbegriff nur die kleinen Arten betreffen kann, ist selbstverständlich und ebenso selbstverständlich für Klebs ist die bloß relative Konstanz der spezifischen Struktur.

Schon seit vielen Jahren ist es bekannt, daß von Zeit zu Zeit unerwartet und unvermittelt Varietäten auftreten, welche sich durch besondere Eigenschaften scharf auszeichnen und konstant sich erhalten. *Darwin* nannte sie *single variations*. Andere Namen waren: *Spontane Variation, heterogene Zeugung* (Kölliker), *Heterogenesis* (Korschinsky), und von *de Vries* wurden sie neuerdings mit dem Namen *„Mutationen“* belegt. So wurde 1791 von einem gewöhnlichen Schafe ein Lamm geboren, welches den Ursprung der Anconer-Rasse lieferte. 1590 gliederte sich Chelidonium laciniatum ab; 1715 entstand aus Mercurialis annua eine Form mit linealen Blättern, 1811 aus Fragaria semperflorens eine Pflanze ohne Ausläufer etc. In all diesen Fällen, welche noch um zahlreiche Beispiele vermehrt werden könnten, traten plötzlich neue Qualitäten auf, welche man alle auf eine Änderung der spezifischen Struktur nach Klebs erklären müßte. Wie verhält es sich mit den berühmten *Oenothera*-Mutationen von *de Vries?* In der Nähe von Hilversum wurde schon seit den 80-er Jahren *Oenothera Lamarckiana,* eine von Amerika eingewanderte Pflanze beobachtet, die sich durch eine starke individuelle Variation auszeichnet. Beim genauern Studium ließen sich scharf begrenzte single variations oder Muta-

tionen herausfinden, welche konstante Eigenschaften beibehielten und von de Vries mit neuen Speziesnamen: Oenothera gigas, O. albida, O. rubrinervis, O. oblonga, O. nanella, O. lata, O. scintillans belegt wurden.

Man mag über die Bedeutung der De Vriesischen Untersuchungen denken wie man will, den Gedanken der Großzügigkeit können wir ihnen nicht absprechen. Das große Verdienst teilt er mit Klebs, den Speziesbegriff auf experimentellem Wege behandelt zu haben. Wenn man aufrichtig sein will, so muß man zugeben, daß auch denjenigen Forschern, welche von einer Konstanz der Art sprechen, der Konstanzbegriff nur mehr einen beschränkten Wert besitzt, temporär begrenzt ist. *Korschinsky* hat die beiden herrschenden Auffassungen über die Konstanz so ausgedrückt:

1. Transmutationstheorie. „Allen Organismen ist eine Veränderungsfähigkeit eigen, hervorgerufen teils durch innere, teils durch äußere Ursachen, durch Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe etc. Diese Veränderungsfähigkeit findet beständig ihren Ausdruck im Auftreten von geringfügigen und unmerklichen individuellen Unterschieden."
2. Heterogentheorie. „Allen Organismen ist eine Veränderungsfähigkeit eigen, und ist diese Veränderungsfähigkeit ihre fundamentale innere, von äußern Bedingungen unabhängige Eigenschaft, welche zwar von der Vererbungsfähigkeit gewöhnlich im latenten Zustande bewacht wird, doch hin und wieder in plötzlichen Abänderungen zum Ausdruck kommt."

Nach der ersten Theorie wären die organischen Formen in einem beständigen Flusse begriffen, und die Begrenzung eines Stadiums, einer Art, wäre eine ganz willkürliche. Nach der zweiten Theorie ist der Fluß des

Organismus ein ruckweiser, und jeder Ruck wäre gleichbedeutend mit der Schöpfung einer neuen Art. Damit erhebt sich aber die weitere Frage: Wie groß ist dieser Ruck? Wir stehen vor der Diskussion der *großen* und der *kleinen Art*. Ein kleines Pflänzchen, Draba verna, hat im Jahre 1853 *Jordan* veranlaßt, den Linnéschen Speziesbegriff experimentell anzusehen. Ihm fiel es auf, daß diese Art deutlich unterschiedene Formen aufweise, welche durch die Kultur sich erhalten. Im Jahre 1873 hatte Jordan über 200 Formen von Draba verna in Kultur. Draba verna hatte sich also als Sammelbegriff einer Menge von Formen herausgestellt, die man gewöhnlich als kleine Arten oder *Jordansche Arten* bezeichnet. *De Bary und Rosen* haben diese Studien fortgesetzt und bestätigt, und auch auf zoologischem Gebiete haben diese Ansichten wichtige Vertreter gefunden; ich erinnere nur an *Bateson*, On progress in the study of variation, 1897—1898. Diese kleinen Arten unterscheiden sich in mehreren Merkmalen von einander und sind, *nach De Vries*, besonders dann gut zu unterscheiden, wenn sie in größerer Individuenzahl vertreten sind. Für die Beurteilung dieser Jordanschen Arten ist eine Arbeit von *Hackel* über *Festuca* (1882) von großem Interesse. Auf einem kleinen Gebiete zeigten sich wohl unterschiedene Festuca-Arten. Je größer das Untersuchungsmaterial wurde und je weiter die Grenzen des Gebietes gezogen wurden, desto mehr Zwischenformen schoben sich zwischen den bekannten Arten ein. „Ich fand aber bald, daß in gewissen Gruppen die Verkleinerung der Arten mit mehr zunehmender Kenntnis keine Grenzen haben würde, und wenn ich schon auf einer recht niedrigen Stufe des Artbegriffs angelangt war, dann fand ich, daß diese «Art», welche ich anfangs nur in 1—2 Exemplaren von ebenso vielen Standorten erhielt, wiederum zu variieren begann und sich mir sozusagen

unter den Fingern zerbröckelte. Ich kam dadurch endlich zu der Überzeugung, daß keine, auch nicht die kleinste Jordansche Art ein wirklich in der Natur existierendes Ding sei, sondern immer schon eine Gruppe Individuen, die unter einander sich mehr gleichen, als den Individuen

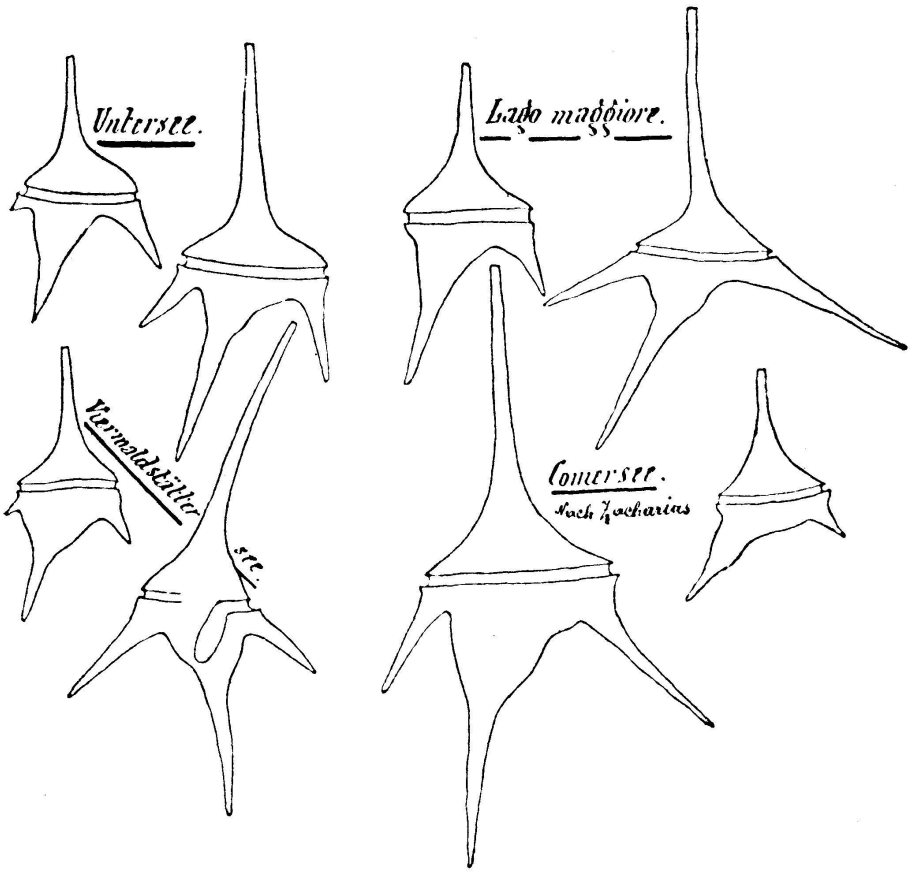


Fig 7. **Ceratium hirundinella.**
Kleine und große Form in einem und demselben See gleichzeitig auftretend.
Vergrößerung 1 : 250.

einer andern Gruppe.“ An dieser Stelle erlaube ich mir, auf ein Beispiel meiner *Planktonstudien* aufmerksam zu machen. Ein Kosmopolit im Phytoplankton ist die Peridineenspezies Ceratium hirundinella, schon seit vielen Jahren durch ihre Variabilität bekannt. *Zacharias* besuchte im Jahre 1904 den Comer See und fischte dort zwei

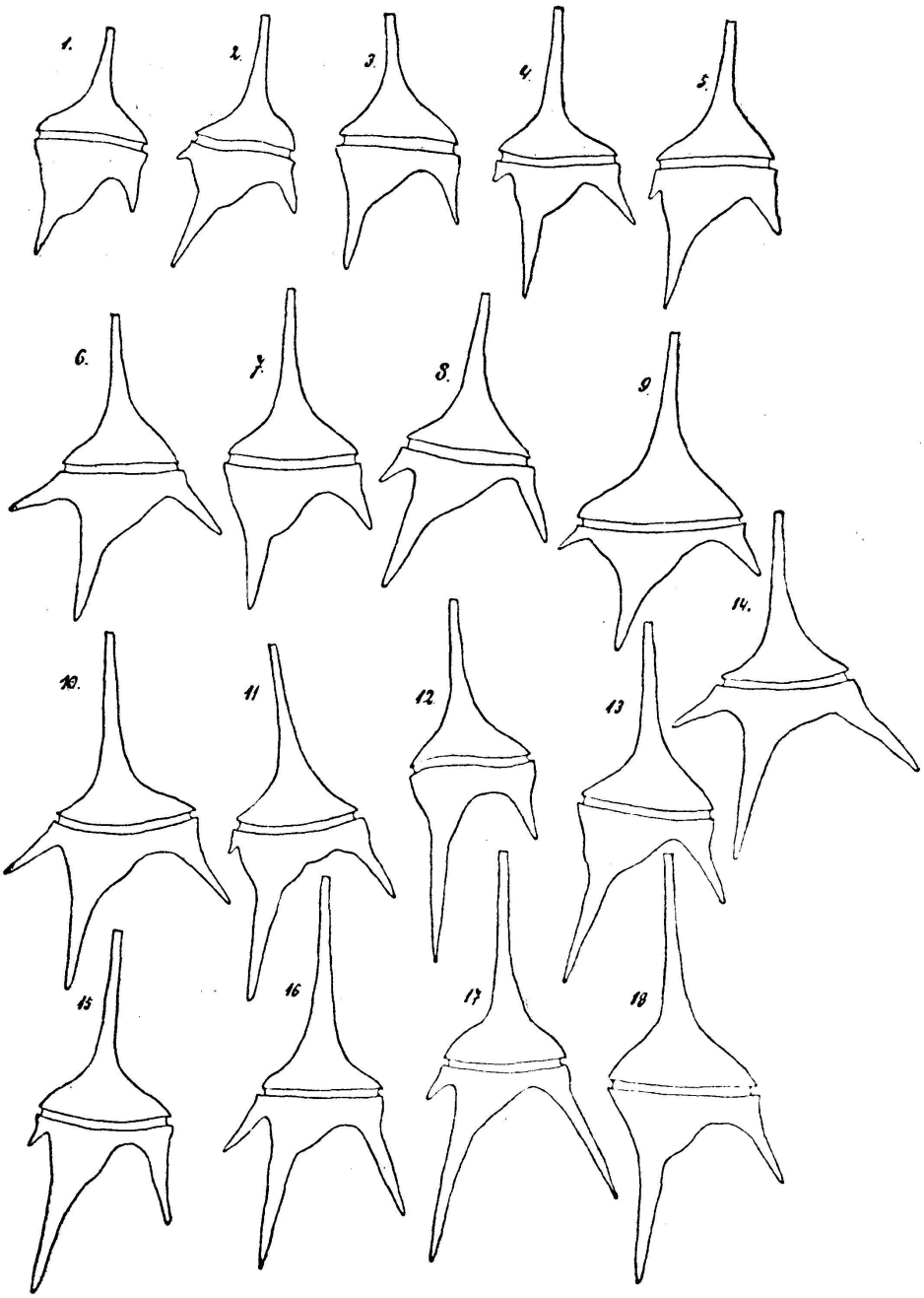


Fig. 8. **Ceratium hirundinella.**

Formenreihe von der kleinen, kurzhörnigen Gestalt bis zu der langgehörnten schlanken Form:

Nr. 1 Comer See	Nr. 7 Murtensee	Nr. 13 Sempacher See
2 Vierwaldstätter S.	8 Zuger See	14 „
3 Bodensee	9 Sarner See	15 Greifensee
4 „	10 Hallwiler See	16 Murtensee
5 Bieler See	11 „ „	17 Comer See
6 Thuner See	12 Vierwaldstätter S.	18 Thuner See

Vergrößerung 1 : 230.

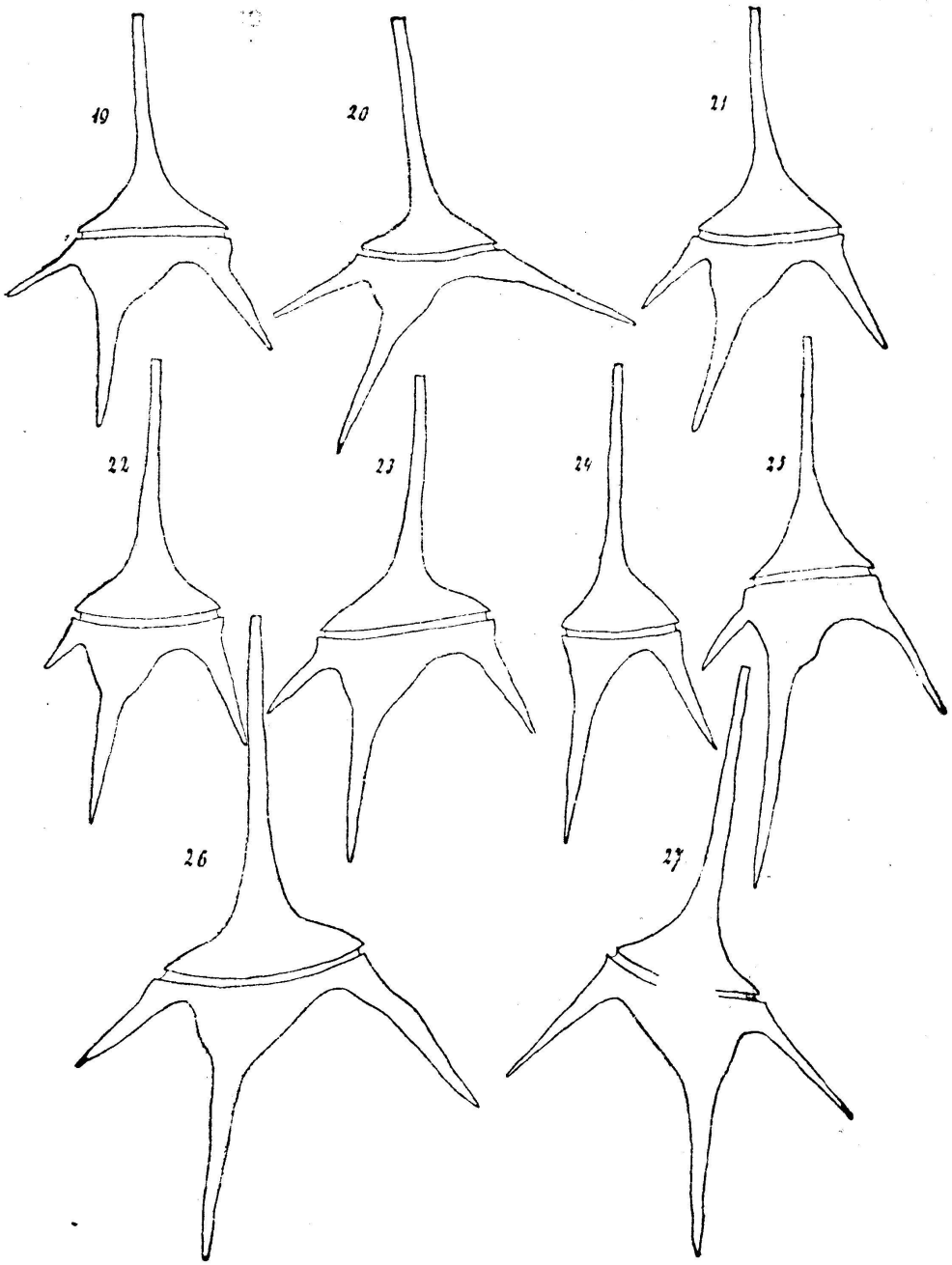


Fig. 9. **Ceratium hirundinalla.**

Formenreihe von der kleinen, kurzhörnigen Gestalt bis zu der langgehörnten schlanken Form:

Nr. 19 Jouxsee	Nr. 22 Brienzer See	Nr. 25 See von Brenets
20 Lago maggiore	23 Lungern-See	26 Lago maggiore
21 Bieler See	24 Zürichsee	27 Luganer See

Vergrößerung 1 : 230.

deutlich unterschiedene Ceratien, welche er als *Ceratium leptoceras* und *Ceratium pumilum* bezeichnete. Diese voreilige Speziesbenennung erinnert mich an den Ausspruch Hackels betreffs den Festuca-Arten. Hätte ich das Beispiel von Zacharias und andern Planktologen befolgt, dann hätte ich schon lange z. B. für den Langensee, Luganer See, Murtner See, Brienzer See, Vierwaldstätter See, Untersee etc. je zwei Ceratiumspezies aufstellen können, eine leptoceras- und eine pumila-Form. In obenstehender Figur sind diese extremen Formen aus dem Untersee, Lago maggiore und Vierwaldstätter See gezeichnet und dazu in der nämlichen Vergrößerung die Figuren von Zacharias beigegeben.

Wenn ich aber meine Ceratienstudien auf ein möglichst großes Gebiet ausdehne, dann schieben sich immer mehr Mittelglieder zwischen die extremen Formen hinein, und ich erhalte eine ganze Reihe von konstanten, nur wenig differenter kleiner Jordanscher Arten, deren Endglieder so stark abweichen, daß bei der Unkenntnis der Zwischenformen man die Endglieder als zwei verschiedene Arten bezeichnet.

In der beigegebenen Tafel habe ich eine Formenreihe von der kleinen, kurzhörnigen Gestalt bis zur langgehörnten schlanken Form dargestellt. Auf ähnliche Weise hätte ich auch eine Formenreihe darstellen können von dem unentwickelten bis zum großen spitzen Hinterhorn, sowie eine Reihe von den parallelen bis zu den stark gespreizten Hinterhörnern. *Zederbauer* hat recht, es gibt Seen, welche einen eigenen Typus von Ceratienformen besitzen. *Lemmermann* hat schon darauf aufmerksam gemacht. Auch meine demnächst erscheinenden vergleichenden Planktonstudien werden diese Tatsachen betreffs der Schweizer Seen bestätigen. Man mag diese kleinen Formen als geographische Formen sogar mit eigenen

Namen belegen, wie es *Zederbauer* getan hat, allein diesen Benennungen den Wert von Speziesnamen beizulegen, ist vom praktischen Standpunkte aus entschieden zu verurteilen.

Hackel sagt darüber: „(Ich) habe als Art zunächst jene Formengruppen aufgefaßt, welche in sich ziemlich homogen sind und sich von dem nächst verwandten durch *mehrere* konstante, nicht durch Zwischenglieder verwischte Charaktere unterscheiden; dann habe ich aus den zahllosen Formen von geringer Differenz Gruppen gebildet, Collectiv-Spezies, deren gegenseitige Differenz weit größer ist, als die der einzelnen Glieder der Gruppe untereinander, wenn man dieselben Schritt für Schritt untersucht, und nicht bloß die Extreme herauswählt.“ Auf diese Weise werden einzelne Arten *homogen,* andere dagegen *heterogen*, wozu im vorliegenden Beispiele Ceratium hirundinella gerechnet werden müßte. Die Einzelglieder dieser heterogenen Art werden mit den Ausdrücken: *Subspecies* und *Varietät* bezeichnet, ohne daß man bisher zu einer Einigung über die Bedeutung dieser Begriffe gekommen wäre. Man hat auch die kleinen Jordanschen Arten als Spezies bezeichnet und dann als Varietät diejenigen Formen, welche nur durch ein konstantes Merkmal sich unterscheiden, während man die Kollektivspezies als *Stirps* oder *Sippe* benannte. Mir fehlt die Zeit, an dieser Stelle die Nomenklatur der Spezies zu berühren; aber Zeit wäre es, wenn die Systematiker sich darüber einigen könnten, die Begriffe „Sippe“, Spezies“, „Varietät“ und „Forma“ nach einheitlichen Grundsätzen anzuwenden.

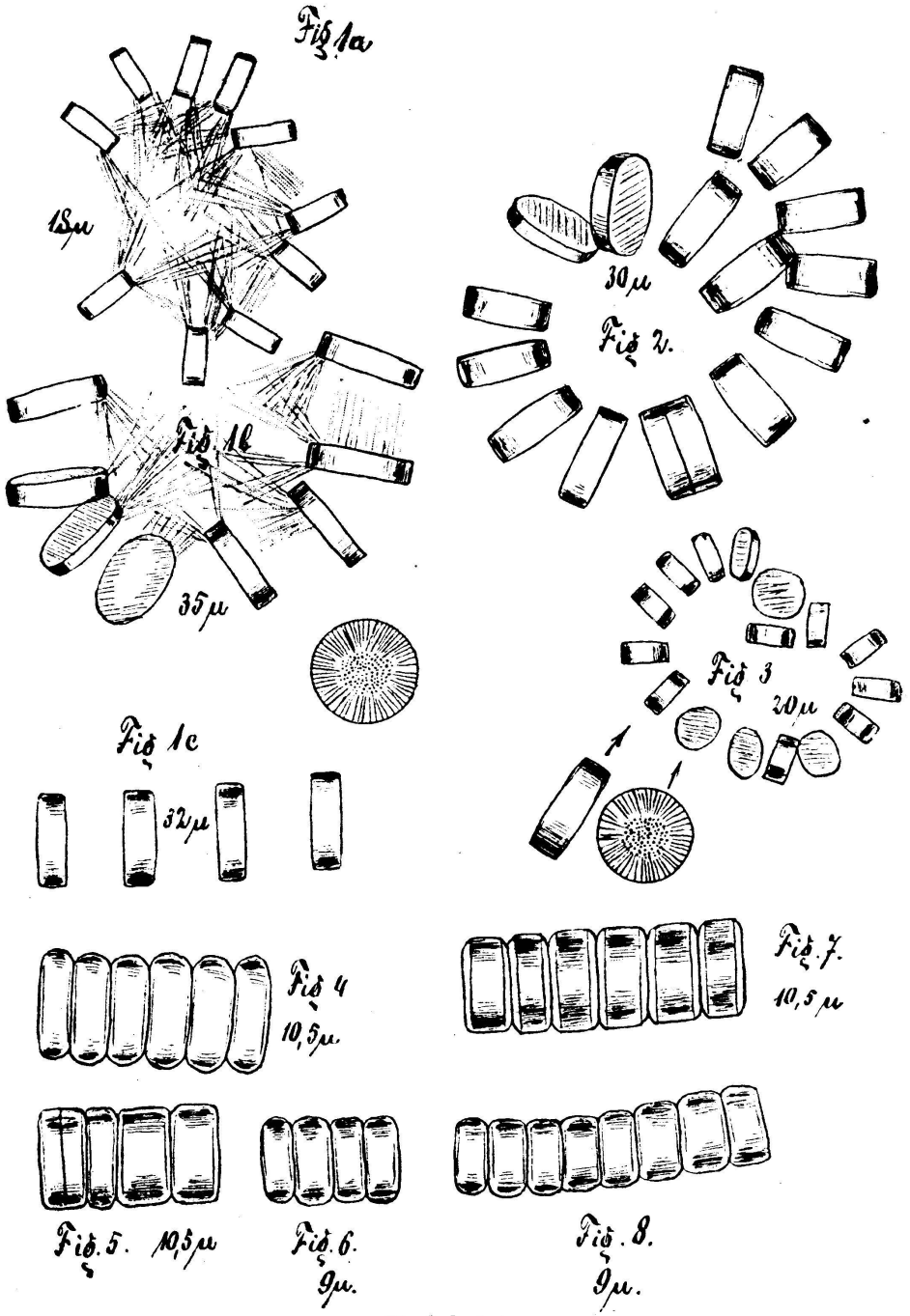
Die Linnésche Schule, welche in den biologischen Wissenschaften noch viel länger nachwirkt, als man zugeben will, faßt das Stadium des Organismus als das Gegebene, ohne Rücksicht auf Vergangenheit und Zukunft, auf und fühlt ihre größte Befriedigung in der Verleihung eines neuen Speziesnamens. Das beweist z. B. die Plankton-

forschung der letzten Jahre. Die vergleichenden Studien eines und desselben Organismus während einer bestimmten Entwicklungszeit und an total differenten Wohnplätzen haben aber noch zwei wichtige Beobachtungen gezeitigt: diejenigen des *Saisondimorphismus* und der *geographischen Rassen*.

Der Saisondimorphismus ist eine Erscheinung, welche im Tierreiche schon längst bekannt ist, die Erscheinung nämlich, daß eine Spezies im Frühjahr und im Herbst verschiedene Formen aufweist. *Wettstein* hat diese Erscheinung auch im Pflanzenreiche nachgewiesen. „In den Gattungen Gentiana, Sect. Endotricha, Euphrasia und Alectorolophus findet sich mehrfach diese Erscheinung, daß Arten in je zwei gegliedert sind, in eine im Jahre frühblühende und in eine spätblühende. Die frühblühenden Arten besitzen alle denselben morphologischen Bau, nämlich unverzweigte oder schwach verzweigte Stengel mit wenigen verlängerten Internodien und stumpfe Stengelblätter; andrerseits ist wieder ein bestimmter morphologischer Bau, zahlreiche kurze Internodien, verästelte Stengel, spitze Stengelblätter für die spätblühenden Arten charakteristisch.“ Auch die Planktologen haben die Erscheinung des Saisondimorphismus konstatiert.

M. Wagner (1868 und 1870) machte besonders darauf aufmerksam, daß in benachbarten Gebieten nahe verwandte Arten oder Rassen von Tieren vorkommen. Daraufhin gründete er seine berühmte Migrationstheorie. Diesen Gedankengang acceptierte *Wettstein* für die botanische Systematik und betonte den gemeinsamen Ursprung ähnlicher Pflanzenspezies, deren Areale entweder in horizontaler oder vertikaler Gliederung aneinander grenzen, aber scharf sich abgrenzen. Diese Arten hat man vicarisierende Arten genannt; man könnte sie auch als *geographische Spezies* bezeichnen. Solche wären z. B.

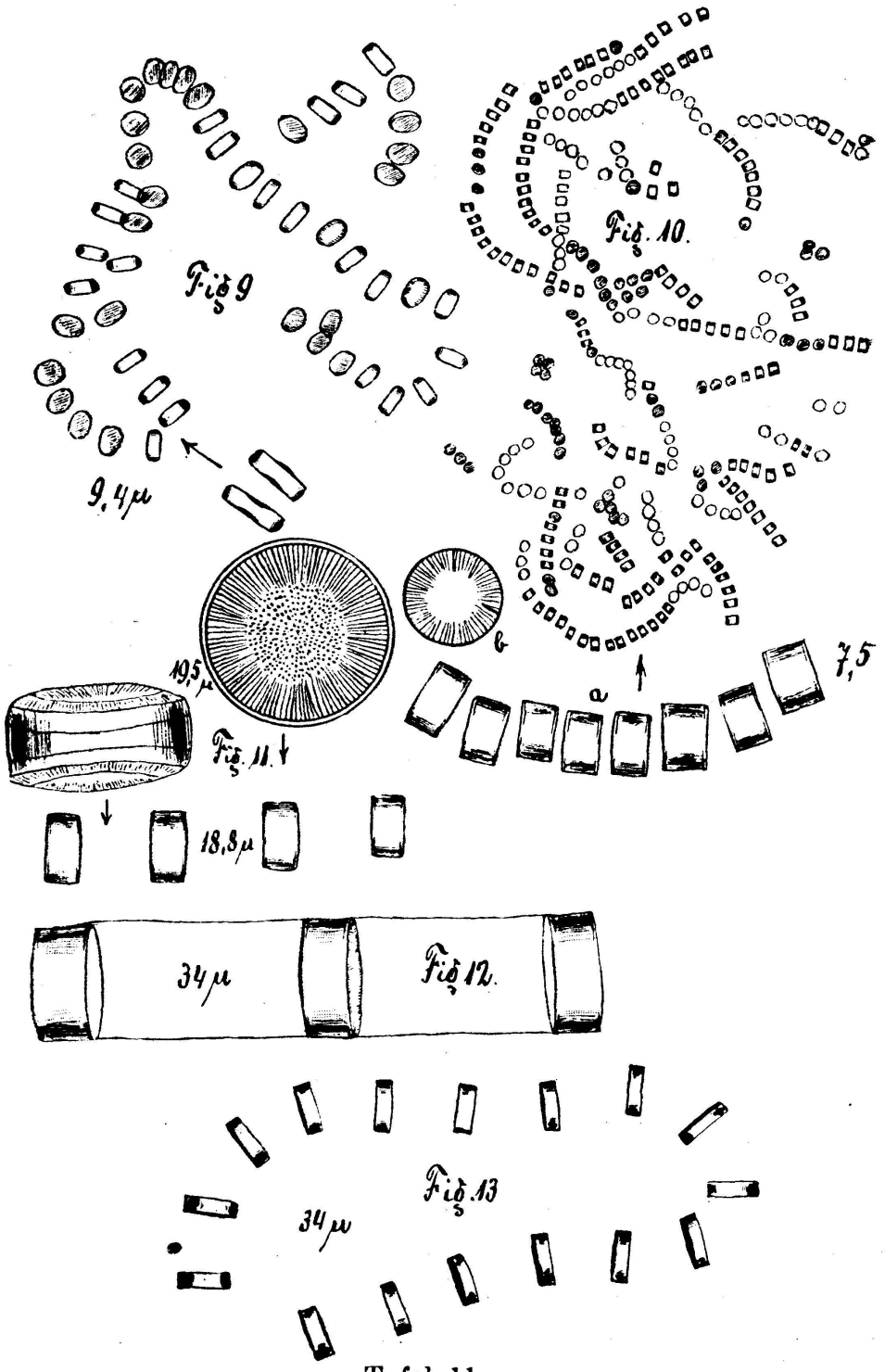
Anthyllis vulneraria und A. alpestris, Juniperus communis und J. nana etc. Meine Studien über *Cyclotella* wären geeignet, mit diesen Ideen über geographische Arten sich zu befreunden. Es gibt eine kleine Cyclotella, deren Zellen zu einer Kette verbunden sind. Diese Cyclotella zeigt in den verschiedenen mir bekannten Seen gut und scharf umschriebene Formen. So beschrieb *Kirchner* zum ersten mal die scheibenförmigen Kolonien von Cyclotella comta var. radiosa Grun. *Schütt* nannte diese Form Cyclotella socialis. Daneben erwähnt *Kirchner* fadenförmige Gallertkolonien von derselben Cyclotella-Form, wobei die Zellen in unterbrochenen Reihen liegen, wobei ihre Schalenseiten senkrecht zur Fadenaxe stehen. Ich habe diese Form in Übereinstimmung mit *Lemmermann* als Cyclotella Schroeteri bezeichnet. Nun erschienen diese Cyclotellen im Vierwaldstätter See, Ägerisee und Zuger See in ganz charakteristischen Formen, welche viele Systematiker als eigene Arten bezeichnen würden. Die Socialis-Formen (Fig. 1, 2 und 3) des Boden-, Vierwaldstätter und Ägerisees weichen so von einander ab, daß man sie als geographische Rassen bezeichnen könnte. In der Fig. 13 hat die Socialis-Form die Scheiben- oder richtiger Spezialform verlassen und ist zur Gallertfadengestalt übergegangen. Und in Fig. 9 wird dieser Typus ganz im kleinen kopiert. Bei all diesen Socialis-Formen haben die Zellen eine schmale Gürtelseite, während bei Cyclotella Schroeteri die Gürtelseite im Verhältnis zum Schalendurchmesser breiter ist. Auch die Cyclotella Schroeteri zeigt Lokalformen im Vierwaldstätter und namentlich im Zuger See. Sogar Cyclotella catenata Brun, bisher nur vom Genfer See bekannt und von C. melosiroides Kirchner scharf begrenzt,scheint im Vierwaldstätter See durch Lokalformen vertreten zu sein. Im übrigen verweise ich auf meine vergleichenden Planktonstudien.



Tafel 10.

Kolonien bildende Cyclotella aus verschiedenen Schweizer Seen.

Fig. 1 Cyclotella comta Ktz. var. radiosa Grun. = Cyclotella socialis Schütt. Bodensee. 1 a Kleine Form. 1 b Große Form, nach der Auxospore entstanden. 1 c Dito in Kette.
Fig. 2 Dito. Vierwaldstätter See.
Fig. 3 Dito. Ägerisee.
Fig. 4 Cyclotella comta Ktz var. melosiroides Kirchner. Baldegger S.
Fig. 8 Dito. Vierwaldstätter See.
Fig. 7 Cyclotella catenata Brun. Genfer See.
Fig. 5 Cyclotella C. var. melosiroides Kirch, übergehend zu C.
Fig. 6 catenata. Vierwaldstätter See.



Tafel 11.

Kolonien bildende Cyclotella aus verschiedenen Schweizer Seen.

Fig. 9 Cyclotella socialis Schütt var. minima mihi. Vierwaldstätter See.
Fig. 10 Cyclotella Schroeteri Lemmerm. var. Zuger See.
Fig. 11 Cyclotella Schroeteri Lemm. Zuger See.
Fig. 12 Dito Vierwaldstätter See.
Fig. 13 Cyclotella socialis Schütt in langen Ketten. Vierwaldstätter S.

In den letzten Jahren ist besonders durch *Klebahn* und *Fischer* auf parasitische Pilze aufmerksam gemacht worden, welche durch morphologische Merkmale sich kaum unterscheiden, aber entweder hinsichtlich ihres Entwicklungsganges oder hinsichtlich der Auswahl der Wirte scharfe Unterschiede aufweisen. Diese Arten hat man als *biologische* bezeichnet und dadurch dokumentiert, daß die spezifische Struktur zweier Organismen total verschieden sein kann, ohne einen großen Formenunterschied zu zeigen. Sie werden morgen Gelegenheit haben, über dieses Thema nähere Auskunft zu erhalten.

Seit zirka 5 Jahren ist man noch auf einem andern experimentellen Wege den Qualitäten einer Spezies auf den Leib gerückt. Ich meine die *Bastardierung.* Wenn zwei verschiedene Rassen oder Arten durch geschlechtliche Fortpflanzung Nachkommen erzeugen, so nennt man die letztern Bastarde. In seiner Abhandlung: „*Versuche über Pflanzen-Hybriden*" hat *Mendel* (1866) wichtige Gesetze gefunden über Rassenbastarde, welche *Correns* (1900) nach Mendelschen Regeln folgendermaßen formuliert:

1. Prävalenzregel. „Der Bastard gleicht in den Punkten, in denen sich seine Eltern unterscheiden, immer nur dem einen oder dem andern der Eltern, nie beiden zugleich." Diese „Punkte, in denen sich die Eltern unterscheiden", das sind eben die Rassenunterschiede. Nehme ich also einen Rassenunterschied, z. B. die Blütenfarbe des einen Elter und die analoge, aber total verschiedene Qualität (also auch wieder die Blütenfarbe) des andern Elter, so bilden diese zwei Qualitäten ein Merkmalspaar. Von diesem Qualitätenpaar geht nur eine Qualität auf den Bastard über; sie heißt *dominierend;* die zurückgebliebene heißt *recessiv.* Nun kann der Bastard nur Qualitäten des einen Elter zeigen; er ist *einseitig.* Oder er besitzt mehr Qualitäten von dem einen Teil als vom

andern; er ist *goneoklin.* Oder er besitzt von beiden Eltern gleichviel Qualitäten; er ist *intermediär.*

2. *Spaltungsregel.* „Der Bastard bildet Sexualkerne, die in allen möglichen Kombinationen die Anlagen für die einzelnen differierenden Merkmale der Eltern vereinigen, von jedem Merkmalspaar aber immer nur **eine**; jede Kombination wird gleich oft gebildet." Diese Regel wird aus den Resultaten der zweiten Generation gebildet, welche durch Selbstbefruchtung erzogen wurde. Bezeichne ich z. B. zwei Qualitäten des ersten Elter mit A und B und die analogen, aber verschiedenen Qualitäten des andern Elter mit a und b, so entstehen viererlei Sexualkerne im Bastard, nämlich (Ab, AB, Ba, ab). Das heißt in der zweiten Generation entstehen aus dem Bastarde:

a) Individuen mit der dominierenden einen und recessiven andern Qualität;
b) Individuen mit beiden dominierenden Qualitäten;
c) Individuen mit der dominierenden zweiten und recessiven ersten Qualität;
d) Individuen mit beiden recessiven Qualitäten.

Daraus ergibt sich, daß die Nachkommen der Bastarde durch eine gesteigerte Variabilität ausgezeichnet sind, welcher aber durch das Spaltungsgesetz Grenzen gezeichnet sind. Sollte sich die Annahme bewähren, daß die dominierenden Merkmale die phylogenetisch ältern, die recessiven die jüngern sind, dann verdienen die Bastardierungsversuche in der Tat die hohe Bedeutung, welche ihnen zuerkannt wird; dann sind sie eine wichtige Analyse der spezifischen Qualitäten. Ich kann an dieser Stelle die gewaltige Literatur nicht einmal andeuten, welche über die Bastardierungsversuche entstanden ist. Ich begnüge mich mit der Angabe des Hauptresultats: Bei Rassenbastarden sind die Merkmalspaare heterodynam, d. h. zwei analoge Merkmale sind ungleichwertig und gehorchen bei ihrer

Kombination den Mendelschen Regeln oder umgekehrt, wenn durch Bastardierungsversuche die Mendelschen Regeln hervortreten, so sind die gekreuzten Eltern nur als Rassen einer Spezies aufzufassen. Für Speziesbastarde, bemerkt Correns, gelten die Mendelschen Regeln nicht, da seien die Merkmale eines Paares homodynam, sie machen sich in der Bastardierung gleichzeitig geltend und pflegen sich gegenseitig mehr oder weniger abzuschwächen. Aber bei diesen Kreuzungen von verschiedenen Arten können durch das gegenseitige Einwirken zweier Merkmale neue Eigenschaften entstehen, welche als konstante Merkmale sich auf die Nachkommen vererben. So haben die Speziesbastarde eine Unmenge von Formen für die praktische Gärtnerei geliefert. Die Bastardierung ist zum Faktor der Artenbildung geworden.

Die Bastardierungsversuche haben auch den zweiten Punkt der Speziesdefinition genauer untersucht: Die Fertilität der Nachkommen. Es ist kein Zweifel mehr, daß auch Artbastarde nicht nur fruchtbar sind, sondern auch fruchtbare Nachkommen erzeugen; aber ebenso sicher scheint der Ausspruch von *Standfuß* zu sein, die Merkmale einer Art sind:

1. morphologisch,
2. biologisch und
3. physiologisch in der Weise, daß nur Vertreter einer Art unter sich eine erdgeschichtlich erhaltungsfähige Brut erzeugen.

Überblicken wir zum Schlusse die Entwicklung des Speziesbegriffes noch einmal, so können wir folgende Übersicht feststellen:

1. Gattung und Spezies bedeuten nur eine Über- und Unterordnung, ohne eine bestimmte Realität zu bezeichnen. Diese beiden Begriffe sind nur der Ausdruck eines formalen logischen Denkens, welches die Einzelbeobachtungen zu

systematisieren sucht. Diese Auffassung herrscht das ganze Altertum, das ganze Mittelalter und in der Neuzeit bis Ray (18. J.).

2. Die Fülle von Einzelbeobachtungen, der ungeheure Aufschwung der Naturstudien führen zur schärfern Definition der verwandtschaftlichen Zusammengehörigkeit.

a) Linné- und Cuviersche Speziesbezeichnung. Der Speziesbegriff bezeichnet eine konstant bleibende Gruppe von Organismen, welche sich durch Fortpflanzung konstant erhält, bis sie aus der Schöpfung verschwindet.

b) Lamarck-Darwinische Auffassung. Die Spezies sind künstliche Begriffe und bedeuten eine willkürlich abbegrenzte Etappe im Werdeprozeß der Organismen. Diese Auslegung des Speziesbegriffes ist der Ansporn gewesen, daß man die Speziesfrage von allen Seiten anzugreifen und aufzuklären suchte. Es entstand daraus

c) Die entwicklungsgeschichtliche Auffassung des Speziesbegriffes.

Und welches ist der gegenwärtige Schlußsatz dieser Studien?

Da muß ich wieder an eine mathematische Reihe mit zahlreichen Gliedern denken, an eine Reihe von aufeinanderfolgenden Werten mit Anfangs- und Endglied. Es ist kein Zweifel mehr, daß die Spezies eine solche Reihe von Gliedern ist, die unter sich differieren, aber doch in einzelnen Faktoren mit einander zusammenhängen. Die zweite Frage ist nur noch die: Ist die Reihe von Anfang an durch eine mathematische Formel, wie oben durch $(a+b)^n$, vorgeschrieben, oder mit andern Worten, ist eine zielstrebige Idee schon im ersten Gliede tätig, wodurch das 2., 3. etc. Glied bedingt werden? *Dann ist die Reihe vorgeschrieben, die Spezies ist konstant.* Um diese Konstanz

erhitzen sich heute noch die Geister, ohne daß der Schlußsatz gesprochen wäre. Jedenfalls hat die Linnésche Auffassung der Konstanz einem viel plastischern Begriffe weichen müssen.

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 × 00000 d
c) 30 „ „ „ „ 00000 d × 12345 r
d) 30 „ „ „ „ 00000 d × 00000 d

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 Correnssehen 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

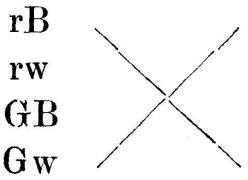
Daneben kommen allerdings auch Körner vor, die blauweiß gescheckt sind, und intermediäre Körner.

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



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: $^{0}_{1}$ 2 3 4 5, ihm folgt Band 2, während 1 verschwindet: 0 $^{0}_{2}$ 3 4 5; dann wird Band 3 sehr schmal, während Band 2 verschwindet: 0 0 $^{0}_{3}$ 4 5; so schreitet der Reduktionsprozeß der Bänder gegen den Nabel fort (00045, 000$^{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, $_{12}045$, $_{12}045$, $_{1\,2}045$, $1^{0}_{2}045$, 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, $00^{0}_{3}00$, $00^{0}_{3}00$, 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.

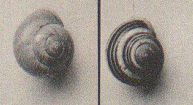
Der Vortragende legt noch weiteres sich auf die Art- und Varietäts-Frage bei Tachea beziehendes Demonstrationsmaterial vor. Er demonstriert u. a. *Bänderungsvarietäten, die für Nemoralis, und solche, die für Hortensis charakteristisch* sind. Die Formeln 00345, 00045, mit und ohne Verschmelzung der Bänder, 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 $\frac{00000(\delta)}{12345(\varrho)}$
Die Bänderlosigkeit dominirt rein und vollkommen = δ
Die Fünfbändrigkeit bleibt latent, ist recessiv = ϱ

$\frac{00000(\delta)}{12345(\varrho)}$ $\frac{00000(\delta)}{12345(\varrho)}$

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.

$\frac{1/4}{00000}$ $\frac{1/4}{00000(\delta)}$ $\frac{1/4}{12345(\varrho)}$ $\frac{1/4}{12345}$

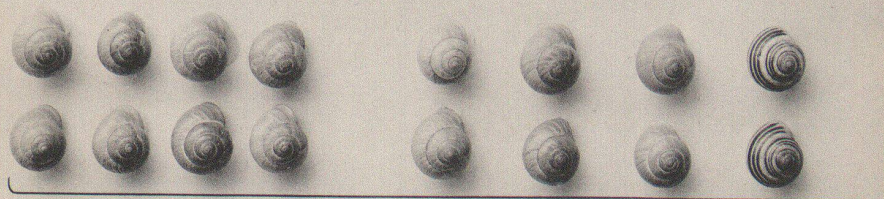
$\frac{00000}{00000} \times \frac{00000}{00000}$ $\frac{00000}{12345} \times \frac{00000}{12345}$ $\frac{12345}{00000} \times \frac{12345}{00000}$ $\frac{12345}{12345} \times \frac{12345}{12345}$

II. Hybrid.-Generation.

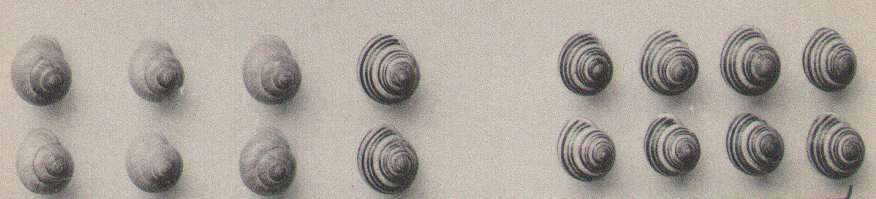
3/4 Individuen bänderlos (davon 1/4 rasserein, 2/4 hybrid) 1/4 der Exemplare fünfbändrig, rasserein.

$\frac{1/4}{00000}$ Reine Rasse, bei Inzucht constant.

$\frac{1/4}{00000}$ Reine Rasse. $\frac{1/4}{00000(\delta)\ 12345(\varrho)}$ Hybrid, bänderlos. $\frac{1/4}{12345(\varrho)\ 00000(\delta)}$ Hybrid, bänderlos. $\frac{1/4}{12345}$ Reine Rasse.



$\frac{1/4}{00000}$ Reine Rasse. $\frac{1/4}{00000(\delta)\ 12345(\varrho)}$ Hybrid, bänderlos. $\frac{1/4}{12345(\varrho)\ 00000(\delta)}$ Hybrid, bänderlos. $\frac{1/4}{12345}$ Reine Rasse. $\frac{12345}{12345}$ Reine Rasse, bei Inzucht constant.



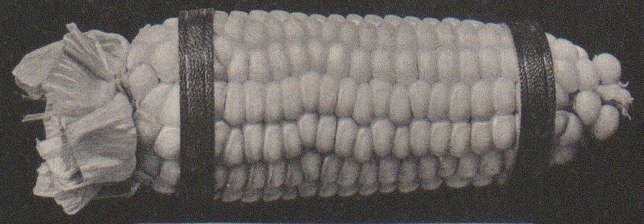
III. Hybriden-Generation (Probe-Generation).

Druck von Brunner & Co., Kunstanstalt, Zürich

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

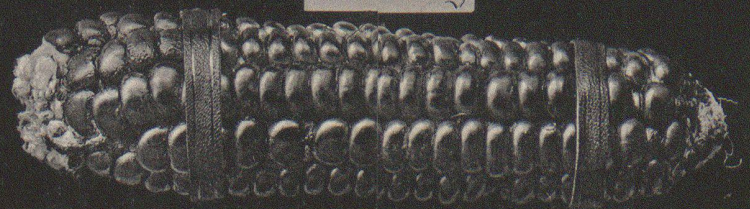
2 antagonistische Merkmalspaare a) Körner (dominant) – K. weiss (recessiv), b) Körner glatt (dominant) – K. runzlig (recessiv)

Zea Mays coeruleodulcis
Körner blau, runzlig; samenbeständig ♂



Zea Mays alba
Körner weiss, glatt; samenbeständig ♀

Kreuzung



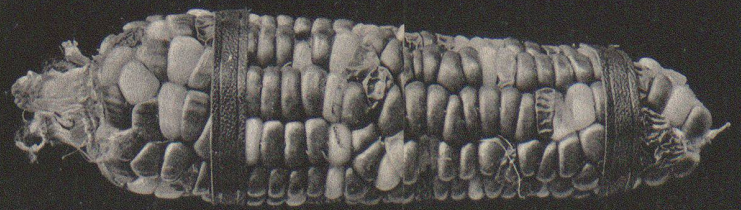
Geschenke von Herrn Professor C. Correns Leipzig

Formel: rGBw = Glatt-Blau

- r = runzlig, recessiv } Merkmalspaar
- G = glatt, dominant }
- B = blau, dominant } Merkmalspaar
- w = weiss, recessiv

Endosperm-(Xenien-)Bastarde 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
- 3/4 rw, " " " runzlig-weiss
- 3/4 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 glatt	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 rw/rw
1/16 glatt blau GB/GB
1/16 runzl blau rB/rB.
1/16 glatt weiss Gw/Gw

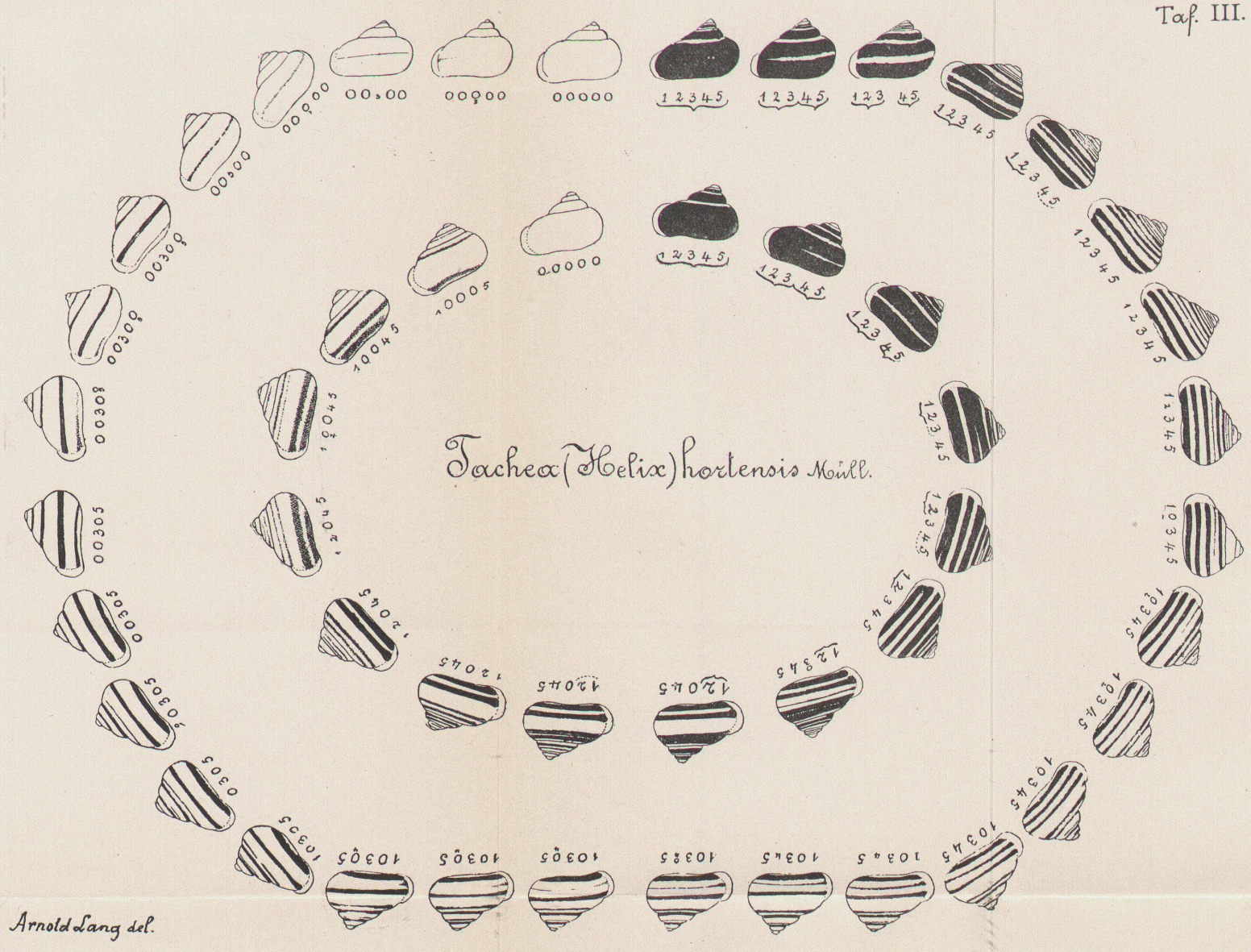
Die übrigen sind Hybride!

Endosperm-(Xenien-)Bastarde 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.



Contribution à l'étude de la Variation des Papillons

par ARNOLD PICTET.

La question de la variation des Papillons, qui touche au problème si compliqué de l'espèce, et les phénomènes qui la régissent ont été plusieurs fois traités à la Société Helvétique des Sciences naturelles. Si je me permets d'y revenir, c'est pour montrer non seulement combien multiples sont les facteurs qui peuvent intervenir, mais aussi combien il est difficile souvent de les apprécier à leur juste valeur.

M. le Prof. Standfuss vient de nous exposer les résultats de ses patientes et magnifiques recherches, et de nous montrer comment, par hybridisme et par l'influence de la température sur les chrysalides, la coloration et la forme des Papillons se modifient. Après ces expériences du plus haut intérêt, Fischer, Ruhmer et Standfuss lui-même, ont établi que, chez certaines espèces, principalement les Vanesses, le froid, agissant sur les chrysalides, se comporte, au point de vue de la coloration des adultes, de la même façon que la température élevée. Plus récemment, au dernier congrès international de Zoologie, Mlle de Linden a démontré que l'acide carbonique, respiré pendant quelques heures par des chrysalides fraîchement formées de Vanesses, produit des variations de l'adulte qui se rapprochent d'assez près de celles créées par la chaleur, et par conséquent aussi par le froid. En soumettant ces mêmes chrysalides

à l'influence de l'oxygène, elle a obtenu encore d'autres variations très caractéristiques. Il ne sera pas superflu d'ajouter que Weismann obtint, avec une espèce dont les chrysalides furent soumises à la trépidation d'un voyage en chemin de fer, les mêmes variations de l'adulte que celles produites par les basses températures *(Pieris napi)*.

L'alimentation des chenilles et l'humidité agissant sur l'insecte aux différents stades de son cycle évolutif sont des facteurs puissants dans la création de variations parfois très marquées, dont beaucoup se rapprochent, par des caractères communs, des variations obtenues par les autres moyens qui viennent d'être cités. Ainsi que je l'ai montré, ces variations se rangent sous deux types bien distincts: le mélanisme et l'albinisme des couleurs, le premier indiquant une surproduction de pigment noir, accompagné de coloration intense, le second une insuffisance de pigmentation, accompagnée de pâleur. Mais ces modifications dans la teinte des Papillons ne peuvent guère être étudiées au point de vue du problème de l'espèce, que nous traitons à cette séance, si ce n'est pour montrer un des multiples facteurs qui jouent un rôle dans la pigmentation. On sait, en effet, qu'après un certain nombre de générations d'élevage de chenilles avec une nourriture étrangère, il y a accoutumance à ce changement de régime et que les variations ainsi créées cessent, les sujets retournant au type primitif. Il en est de même pour les variations créées par l'humidité lesquelles cessent par accoutumance après un petit nombre de générations.

Il ne m'est pas possible, vu le temps qui m'est accordé, de refaire l'historique de cette question de la variation des Papillons; il me suffira de rappeler que, en ce qui concerne la chaleur seulement, Standfuss a obtenu un grand nombre de variétés et d'aberrations se rapportant les unes au dimorphisme saisonnier, d'autres à des

formes locales ou qui existent dans des pays de climat différent, quelques unes enfin à des formes phylogénétiques, et que ces variations peuvent être classées en deux catégories A et B.

Mlle de Linden, en soumettant des chrysalides fraîchement formées à une atmosphère d'acide carbonique, a vu éclore des Papillons dont quelques uns *(Vanessa urticae* et *V. io)* peuvent, par certains caractères, se rapprocher de ceux de Standfuss classés dans la catégorie B. Sous l'influence de *l'oxygène*, ces mêmes Papillons prennent des formes différentes, que nous classerons, pour la démonstration du sujet, en C.

Sous l'influence d'une chaleur moyenne de 35° centigrades, les chrysalides de *Vanessa urticae*, *V. io V. polychloros* etc. produisent des variations de l'adulte très pigmentées de noir, dont quelques unes se rencontrent dans les Alpes ou dans les pays méridionaux, et qui trouveront place dans la catégorie D. Enfin, lors de mes dernières expériences sur l'influence de l'humidité, [1]) j'ai obtenu, par l'humidité froide agissant sur les chrysalides, quelques formes aberrantes de *Vanessa urticae* qui avaient également certains caractères communs avec les variations de Standfuss. J'ajouterai qu'ayant enfermé des chrysalides de cette espèce dans une atmosphère de naphtaline (C_{10} H_8), je remarquai que les Papillons issus de ces chrysalides possédaient des caractères voisins de ceux créés par l'humidité froide (ailes transparentes par place, coloration rose, transport du pigment noir vers le bord des ailes). Il sera donc tout naturel de grouper les produits de ces deux dernières expériences sous une même rubrique E.

---

[1]) *Arnold Pictet, Influence de l'alimentation et de l'humidité sur la variation des Papillons;* Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève, 1905. vol. 35.

De tous ces résultats en apparence contradictoires, mais en réalité se touchant de très près, il fallait pouvoir discerner la liaison, le facteur commun, inconnu jusqu'à présent, qui permettrait de les relier, et c'est dans ce but que j'ai entrepris les quelques expériences dont je vais vous entretenir.

En ce qui concerne la ressemblance qui existe entre les variations B de l'acide carbonique et de la chaleur, on pourrait supposer que la flamme productrice de la chaleur dégage suffisamment d'acide carbonique pour créer ces variations. Il se pourrait aussi que la respiration des chrysalides qui, par suite de l'introduction de l'oxygène dans les trachées et de là dans le sang et les nervures, amène la coloration pigmentaire des ailes de l'adulte, se fasse de façon différente suivant que la température est plus ou moins élevée. Or nous allons voir qu'il n'en est rien et que la cause de l'analogie entre les résultats de Mlle de Linden et ceux de Standfuss semble devoir être cherchée dans une toute autre direction.

Je me suis servi d'une étuve de grandes dimensions (1 m 50 × 1 m 20 × 60 cm); la paroi gauche, à l'un des angles inférieurs, et la paroi droite, à l'angle supérieur opposé, possèdent chacune un grand guichet d'aération qui, au moyen d'une porte charnière, peut s'ouvrir plus ou moins: l'air atmosphérique du dehors se renouvelle entièrement en circulant dans cette étuve par un courant qui la traverse en diagonale. Sur le plancher de l'étuve se trouve la lampe à alcool destinée à produire une température pouvant atteindre 60 à 65 centigrades.

1° — Dans une première expérience, toutes les chrysalides qui furent placées *dans le sens du courant d'air,* et qui furent soumises à une température de 35° pendant les trois premiers jours de leur formation, donnèrent des

Papillons appartenant aux variations de la catégorie D *(Vanessa urticae* et *V. io.)*

2° — Dans une deuxième expérience, toutes les chrysalides qui furent placées également *dans le sens du courant d'air,* mais soumises pendant les 4 à 5 premiers jours à une température de 45° à 50° (plus que suffisante pour produire les variations A et B) produisirent des variations qui ne furent pas plus accentuées que celles de l'expérience précédente *(Vanessa urticae* et *V. polychloros).*

3° — Les chrysalides placées en haut, dans le coin de l'étuve opposé au guichet supérieur d'aération, c'est-à-dire *en dehors du courant d'air,* et qui furent soumises également à une température de 45° à 50° pendant les premiers jours de leur formation, donnèrent des Papillons dont une petite quantité appartiennent aux variations A, B et C *(Vanessa urticae, V. io.* et *V. polychloros).*

Les expériences 2 et 3 semblent donc montrer que le dégagement d'acide carbonique constitue l'unique facteur agissant et que, dans le premier cas, mélangé de suite dans l'atmosphère du courant d'air, l'acide carbonique n'a pas d'influence, tandis que dans le second cas il atteint les chrysalides qui sont placées en dehors de ce courant d'air. Quant aux variations de l'oxygène, obtenues également dans l'expérience 3, il faut chercher l'explication de leur création dans une récente découverte du Mlle de Linden qui, ayant étudié avec soin l'air respiré par les chrysalides, a montré que, sous ce rapport, elles se comportent comme les plantes, et qu'après avoir absorbé l'air atmosphérique et avoir fixé le carbone, elles mettent en liberté l'oxygène. Les chrysalides restées le plus longtemps dans l'étuve auraient donc produit les variations de l'oxygène?

4° — Dans une quatrième expérience, les chrysalides furent placées dans le bas de l'étuve: elles ne furent par conséquent soumises qu'à une température de 30° à 35°,

alors que la chaleur, dans les parties supérieures, atteignait 50° à 55°, et furent atteintes par l'acide carbonique, ce gaz étant plus lourd que l'air. Les Papillons issus de quelques unes de ces chrysalides appartiennent aux catégories B et D *(Vanessa urticae* et *V. io.)*

5° — Pour terminer, il s'agissait d'étudier l'influence de la température en l'absence de toute production d'acide carbonique. Pour cela je plaçai les chrysalides fraîchement formées dans un grand verre fermé, placé lui-même en haut de l'étuve; elles étaient donc soumises aux mêmes variations de température, mais étaient à l'abri de tout dégagement d'acide carbonique; j'avais même soin, toutes les deux heures, de sortir le verre et de l'aérer légèrement, pour éviter la présence d'acide carbonique produit de la respiration des chrysalides. Les Papillons provenant de cette expérience furent, en petit nombre, ceux des catégories A et B *(Vanessa urticae* et *V. io).*

Il semble donc résulter de ces recherches que l'acide carbonique sans élévation de température et la température élevée sans dégagement d'acide carbonique produisent, pour des chrysalides de Vanesses, les mêmes variations de l'adulte.

Le facteur commun, comme vous le voyez, n'est donc pas encore trouvé!

Il restait à étudier l'influence des gaz respirés par les chrysalides, et c'est dans ce but que j'ai enfermé des nymphes fraîchement formées de *Vanessa urticae* et *V. io* dans de petits tubes de verre, hermétiquement clos, dans lesquels elles se trouvaient soumises à une atmosphère restreinte; le peu d'air atmosphérique contenu dans ces tubes était vite respiré par les chrysalides et remplacé par de l'acide carbonique, ou par de l'oxygène. Les résultats n'ont pas été très nombreux, car ces expériences sont difficiles à mener à bien. On conçoit, en effet, que, si la chrysalide reste trop longtemps enfermée, elle est intoxiquée.

Cela a lieu après une incubation de 12 heures: l'animal, vivant encore à la sortie du tube, meurt avant l'éclosion du Papillon. D'un autre côté, une incubation de moins de 12 heures n'est guère suffisante pour amener une modification de la pigmentation. Cependant, par ce moyen, quelques unes des chrysalides qui sont arrivées à bien ont donné des Insectes parfaits appartenant aux catégories B, C, D et E.

Les expériences qui viennent d'être décrites ont été faites dans les mêmes conditions, avec des chrysalides de plusieurs Hétérocères (*Lasiocampa quercus, L. pini, Abraxas grossulariata, Urapterix sambucaria* et *Ocneria dispar*), mais sans donner le moindre résultat. Or, si l'on tient compte de ce que les chrysalides de Vanesses sont recouvertes d'une couche d'une substance graisseuse que ne possèdent généralement pas les Hétérocères, nous sommes amenés à formuler l'hypothèse suivante: Sous l'influence de la température élevée, cette substance graisseuse se fond et envahit les stigmates, qu'elle bouche plus ou moins complètement, de sorte que l'animal se trouve enfermé dans l'enveloppe de sa chrysalide et livré à sa propre respiration, tout comme les chrysalides enfermées par moi dans des petits tubes de verre.

Dans cette hypothèse, un des facteurs communs reliant les résultats de Standfuss à ceux de Mlle de Linden apparaît; on s'expliquerait ainsi pourquoi un certain nombre des variations produites sous l'influence de la température se retrouvent, à l'état naturel, dans certains pays chauds, où la chaleur solaire ne dégage pas d'acide carbonique.

Cependant nous nous heurtons encore à bien des contradictions. Nous avons vu que les basses températures, qui ne semblent pas pouvoir fondre la substance graisseuse des chrysalides, la trépidation, l'humidité, et, dans quelques cas, la respiration des gaz dégagés par la naphtaline, sont des facteurs qui agissent de la même façon et

produisent des résultats semblables. Il n'est pas inutile d'ajouter aussi que Cholodkovsky a obtenu, par l'action de la lumière monochromatique sur les chenilles de *Vanessa urticae,* des Papillons ressemblant beaucoup à ceux dont nous venons de parler, et que Standfuss a créé des sujets fortement aberrants à l'aide de la température agissant sur les chrysalides de quelques Hétérocères (qui, comme nous le savons, ne possèdent pas la couche de substance graisseuse des Vanesses). Mais on ne saurait trop multiplier les investigations dans un domaine où tout semble contradiction et où il y a encore tant à élucider. C'est pour cela que je n'ai pas hésité à publier mes récentes expériences.

Die Resultate dreissigjähriger Experimente mit Bezug auf Artenbildung u. Umgestaltung in der Tierwelt.

Zur Orientierung über die Hauptergebnisse dieser Experimente wurden gegen tausend von dem Vortragenden gezüchteter Falter, sowie eine grössere Anzahl farbiger von Herrn Kunstmaler L. Schröter in Zürich ausgeführter Abbildungen vorgelegt.

Von Prof. Dr. M. STANDFUSS.

Für die Frage: *sind zwei einander nahestehende Pflanzen- oder Tierformen getrennte, distincte Arten oder nicht? kann aus der äußeren Gestaltung dieser Formen, aus ihren morphologischen Unterschieden, im allgemeinen wenigstens, eine endgültige Beantwortung nicht abgeleitet werden.*

Man denke einerseits an die Erscheinung des Generationswechsels bei gewissen Pflanzen- und Tierformen, an eine Anzahl Fälle des sogenannten Saisondimorphismus, ja sogar als Aberrationen finden sich so stark verschiedene Formen im Rahmen einer und derselben Art vereinigt, daß wir, ohne genaue Kenntnis der Wirklichkeit, sicher spezifisch getrennte Typen vor uns zu haben meinen würden.

Man denke andererseits an die nicht seltene Tatsache, daß verwandte Pflanzen- und Tierformen, ja ganze Reihen von Formen nach ihrer äußeren Erscheinung auch bei großer Sorgfalt in sicher umgrenzte Arten nicht geschieden werden können, während wir gewisse Anhaltspunkte haben, häufig die Biologie dieser Formen betreffend, welche es überaus wahrscheinlich machen, daß es sich in diesen Formen in Wirklichkeit um getrennte Arten handelt.

Das ausschlaggebende Merkmal, das Fundamentalmerkmal, für die endgültige Entscheidung jener Frage ist vielmehr ein physiologisches. Es kommt darauf an, ob die geschlechtsreifen Stadien der vorliegenden Tier- oder Pflanzenformen mit einander gepaart eine dauernde, eine erdgeschichtlich erhaltungsfähige Brut zu zeugen vermögen, oder nicht.

Im ersteren Falle gehören sie in den Rahmen derselben Art, im letzteren aber nicht.

Unter ihren morphologischen Charakteren besitzt wohl jede Art auch solche von specifischem Werte, d. h. solche, auf Grund deren sie stets von den nächstverwandten Arten unterschieden werden kann. Allein es gibt kein körperliches Merkmal, welches in der gesamten Welt der Organismen von specifischem Werte wäre. Dieselben morphologischen Eigentümlichkeiten, welche sich bei gewissen Organismen für die Unterscheidung verwandter Arten als durchaus brauchbar und zuverlässig zeigen, erweisen sich bei anderen Organismen für die Lösung der gleichen Frage als nicht stichhaltig, ja vollkommen wertlos.

Es bleibt nichts anderes übrig, als in jedem Falle zu prüfen, welche körperlichen Eigenschaften sich für die gerade untersuchten Arten als specifische herausstellen.

Immerhin werden körperliche Merkmale fast durchweg die unsere Auffassung in der Frage der Artunterscheidung bestimmenden Charaktere sein müssen, weil das Experimentum crucis der Kontrolle durch Hybridation in den seltensten Fällen angewendet werden kann.

Es werden aus der Tierwelt (gewisse Salmoniden und Leporiden etc.) wie aus der Pflanzenwelt (einige Kompositen, Gramineen etc.) einzelne Ausnahmen von jenem Fundamentalgesetz genannt, in denen sicher distincte Arten eine fortpflanzungsfähige Bastardbrut mit einander zeugen sollen. *Gesetzt, es handelt sich in diesen Mischlingen um wirklich*

dauernd erhaltungsfähige Individuengruppen, so können diese sehr vereinzelten Ausnahmen doch den prinzipiellen Wert jenes physiologischen Merkmales „der Art" — denn es gilt nicht nur für diese oder jene Art, sondern für „die Art" schlechthin — nicht beeinträchtigen.

Bezüglich der gesamten Pflanzen- und Tierwelt, einschließlich derjenigen Organismen, welche sich, soweit unsere Kenntnis derselben heutzutage reicht, nur ungeschlechtlich vermehren, kann gesagt werden, daß nahestehende Formen dann distincten Arten angehören, wenn der eine Typus den andern nicht direkt hervorzubringen vermag.

Der Sprechende hat sich über die Zuverlässigkeit des genannten Fundamentalmerkmales der Art und damit eng verknüpfte Dinge auf Grund eigener dreißigjähriger Experimente mit Lepidopteren zu vergewissern versucht.

Im ganzen wurden seit 1873 für diese Kreuzungsexperimente 55,600 Individuen von über dreißig Arten verbraucht. Das Ergebnis derselben war folgendes:

Wurden Arten gekreuzt, welche verschiedenen Familien angehörten $\left(\frac{\text{Phragmatobia fuliginosa L. } ♂}{\text{Saturnia pavonia L. } ♀};\ \frac{\text{Endromis versicolora L. } ♂}{\text{Aglia tau L. } ♀}\right)$,

so erwiesen sich die nach der Paarung abgelegten Eier stets als vollkommen unbefruchtet.

Auch die Kreuzung von Arten aus verschiedenen Gattungen $\left(\frac{\text{Aglia tau L. } ♂}{\text{Saturnia pavonia L. } ♀}\right.$ *und umgekehrt;* $\left.\frac{\text{Saturnia pavonia L. } ♂}{\text{Actias luna L. } ♀}\right)$ etc. etc.

lieferte im allgemeinen keine Brut.

Saturnia pavonia L. ♂ (Zürich) und Graëllsia isabellae Graëlls ♀ (Castilien, Arragonien) gepaart zeugten 1—7% Räupchen (cfr. Standfuß; Handb. 1896 p. 99—100; Taf. III. Fig. 6. Auch Exper. zoolog. Studien 1898 aus Neue Denkschr. d. allgem. schweizer. Gesellsch. f. d. gesamt. Naturw. p. 47).

Im günstigsten Falle glückte es, dieselben bis nach der zweiten Häutung zu erziehen, dann starben sie ab.

Ganz neuerdings gelang es dann endlich auch, Bastardbrut, welche aus der Kreuzung zweier, verschiedenen Gattungen angehörender Arten hervorging, bis zur Imaginalform zu erziehen, nämlich von Dilina tiliae L. ♂ und Smerinthus ocellata L. ♀. Es wurden im ganzen rund 5000 Individuen der beiden Grundarten zusammen für dieses Experiment verbraucht, welche nur 20 wohlentwickelte Exemplare des Gattungsbastards ergaben, *ohne Ausnahme männliche Individuen.*

Aus Kreuzungen von Arten gleicher Gattung resultierte bei umfassend ausgeführtem Experiment meist Brut.

Zwei von diesen Kreuzungen

$$\left(\text{Smerinthus } \frac{\text{populi L. } ♂}{\text{ocellata L } ♀};\ \text{Malacosoma } \frac{\text{neustria L. } ♂}{\text{franconica Esp. } ♀}\right)$$

lieferten nur männliche Individuen, zwei andere

$$\left(\text{Malacosoma } \frac{\text{franconica Esp. } ♂}{\text{castrensis var. veneta Stdfs. } ♀};\ \frac{\text{neustria L. } ♂}{\text{castrens. var. veneta Stdfs. } ♀}\right)$$

nur weibliche, sexuell verkümmerte Falter.

Drei weitere Hybridationen

$$\left(\text{Smerinthus } \frac{\text{ocellata L. } ♂}{\text{populi L. } ♀};\ \frac{\text{ocellata var. atlantica Aust. } ♂}{\text{populi L. } ♀};\ \text{Pygaera } \frac{\text{anachoreta F. } ♂}{\text{curtula L. } ♀}\right)$$

wiesen als Nachkommen viele männliche und sehr wenige weibliche Imagines auf, letztere stets von so kümmerlichem Gesamtgepräge, daß sie wohl sicher nicht fortpflanzungsfähig waren.

Zwei fernere Kreuzungen

$$\left(\text{Saturnia } \frac{\text{pavonia L. } ♂}{\text{spini Schiff. } ♀};\quad \frac{\text{pavonia L. } ♂}{\text{pyri Schiff. } ♀}\right)$$

brachten männliche und weibliche Individuen in normaler Verhältniszahl hervor, aber die Ovarien des einen Mischlings enthielten niemals auch nur Eikeime, die des andern

$$\left(\text{Sat. } \frac{\text{pavonia L. } ♂}{\text{spini Schiff. } ♀}\right)$$

wiesen öfter in geringer Zahl verkümmerte und mißgebildete Eier auf, welche indes, wie viele Versuche bewiesen, sich in keinem einzigen Falle als entwicklungsfähig zeigten.

Bei diesen zehn verschiedenen Bastardformen war also eine Fortpflanzung derselben in sich vollkommen unmöglich und ausgeschlossen.

Schließlich wurden doch aber auch bei diesen Experimenten sechs weitere verschiedene Blendlinge

$$\left(\text{Zygaena } \frac{\text{trifolii L. } ♂}{\text{filipendulae L. } ♀};\quad \text{Drepana } \frac{\text{curvatula Bkh. } ♂}{\text{falcataria L. } ♀};\right.$$

$$\frac{\text{falcataria L. } ♂}{\text{curvatula Bkh. } ♀};\quad \text{Pygaera } \frac{\text{pigra Hfn. } ♂}{\text{curtula L. } ♀};$$

$$\left.\frac{\text{curtula L. } ♂}{\text{pigra Hfn. } ♀};\quad \frac{\text{curtula L. } ♂}{\text{anachoreta F. } ♀}\right)$$

erzogen, bei denen männliche und weibliche Individuen nicht nur der Zahl nach — die letzte Kreuzung, bei der nur sehr wenige Weibchen auftraten, ausgenommen — in normalem Verhältnis erschienen, sondern bei denen die Weibchen auch eine große, hinter dem regulären Eierquantum der Grundarten teilweise kaum zurückstehende Eiermenge in ihren Ovarien enthielten.

Bei drei von diesen sechs verschiedenen Bastarden (Drepana $\frac{\text{curvatula Bkh. ♂}}{\text{falcataria L. ♀}}$; Pygaera $\frac{\text{pigra Hfn. ♂}}{\text{curtula L. ♀}}$; $\frac{\text{curtula L. ♂}}{\text{pigra Hfn. ♀}}$) konnte eine Paarung der Bastarde in sich in einer ganzen Anzahl von Fällen herbeigeführt werden. Die Weibchen legten darauf zumeist zahlreiche, anscheinend ganz normal gebildete Eier ab, allein von diesen Eiern schlüpften in den günstigsten Fällen nur 5—11% an Räupchen aus, und eine Aufzucht derselben glückte in keinem einzigen Falle. Die Räupchen gingen sämtlich bald wieder zu Grunde, offenbar gebrach es ihnen an genügender Lebensenergie.

Fassen wir die aus diesen langjährigen Versuchen bezüglich der verfolgten Fragen sich ergebenden Tatsachen kurz zusammen, so wäre etwa zu sagen:

Wir haben da eine ganze Stufenleiter der inneren Wahlverwandtschaft, der physiologischen Affinität zwischen den experimentell controllierten Artenpaaren feststellen können.

***Zunächst** fanden wir solche, die sich wohl zur Kreuzung bringen lassen, ohne indes irgendwie fähig zu sein, Nachkommenschaft mit einander zu zeugen.*

***Weiter** zeigten sich Verwandtschaftsverhältnisse, denen zwar hybride Brut, aber anscheinend keine recht lebensfähige Brut entsprang. Es starb dieselbe stets jung, oder doch vor Erreichung der halben Größe wieder ab.*

***Ferner** eruierten wir dann mancherlei Stufen einer sich mehr und mehr steigernden physiologischen Affinität zwischen den verschiedenen daraufhin controllierten Artenpaaren bis hinab:*

***schliesslich** zur Erzeugung von, wenn auch nicht in hohem Grade, so doch tatsächlich in sich fortpflanzungsfähigen, bruterzeugenden Mischlingsformen.*

Indes es war diese Brut der Blendlinge niemals so weit lebensfähig, daß eine Aufzucht derselben möglich gewesen wäre.

Das *Schlußresultat* einer *dreißigjährigen mühvollen Arbeit lautet mithin:*

Es war in keinem einzigen Falle möglich, aus der Kreuzung genuiner, der Natur direkt entnommener Arten eine in sich irgendwie erhaltungsfähige Mischlingsform zu erziehen.

Indes damit war offenbar die vorliegende Frage nicht bis zu ihrem Ende durchgeführt. Stellten auch alle die gezüchteten primären Bastarde keine in sich erhaltungsfähige Formen dar, so *waren* ja *vielleicht* mit ihnen durch Paarungen in anderer Richtung *secundäre oder tertiäre Hybriden erreichbar, welche möglicher Weise erdgeschichtlich erhaltungsfähige Formen darstellten?*

Auch in dieser Richtung wurden sehr umfassende, vielfach äußerst anstrengende und zeitraubende Experimente vorgenommen.

Das am consequentesten mit Saturnia spini Schiff. pavonia L. und pyri Schiff. durchgeführte beanspruchte allein 14 Jahre und lieferte sieben verschiedene sekundäre und tertiäre Hybridformen.

Allein auch bei diesen Experimenten, mochten nun die primären Hybriden durch sogenannte Anpaarung mit ihren Grundarten

$$\text{Saturnia } \frac{\left(\frac{\text{pavonia L.}\,\sigma}{\text{spini Schiff.}\,\varphi}\right)\sigma}{\text{spini Schiff.}\,\varphi};\qquad \frac{\left(\frac{\text{pavonia L.}\,\sigma}{\text{spini Schiff.}\,\varphi}\right)\sigma}{\text{pavonia L.}\,\varphi};$$

$$\frac{\left(\frac{\left(\frac{\text{pavonia L.}\,\sigma}{\text{pyri Schiff.}\,\varphi}\right)\sigma}{\text{pavonia L.}\,\varphi}\right)\sigma}{\text{pavonia L.}\,\varphi};$$

$$\frac{\left(\frac{\text{pavonia L.}\,♂}{\text{pyri Schiff.}\,♀}\right)♂}{\text{pavonia L.}\,♀}; \qquad \frac{\left(\frac{\text{pavonia L.}♂}{\text{pyri Schiff.}\,♀}\right)♂}{\text{pyri Schiff.}\,♀};$$

$$\text{Pygaera}\ \frac{\left(\frac{\text{anachoreta F.}♂}{\text{curtula L.}\,♀}\right)♂}{\text{curtula L.}\,♀}; \qquad \frac{\left(\frac{\text{curtula L.}\,♂}{\text{anachoreta F.}\,♀}\right)♂}{\text{anachoreta F.}\,♀};$$

$$\frac{\left(\frac{\left(\frac{\text{curtula L.}\,♂}{\text{anachoreta F.}\,♀}\right)♂}{\text{anachoreta F.}\,♀}\right)♂}{\text{anachoreta F.}\,♀};$$

$$\text{Drepana}\ \frac{\text{curvatula Bkh.}♂}{\left(\frac{\text{curvatula Bkh.}♂}{\text{falcataria L.}\,♀}\right)♀}$$

oder durch Kreuzung mit einer dritten Art

$$\text{Saturnia}\ \frac{\left(\frac{\text{pavonia L.}♂}{\text{spini Schiff.}\,♀}\right)♂}{\text{pyri Schiff.}\,♀}$$

combiniert werden, oder mochten endlich abgeleitete Bastarde mit einander gepaart werden,

$$\text{Saturnia}\ \frac{\left(\frac{\left(\frac{\text{pavonia L.}\,♂}{\text{spini Schiff.}\,♀}\right)♂}{\text{pavonia L.}\,♀}\right)♂}{\left(\frac{\left(\frac{\text{pavonia L.}\,♂}{\text{spini Schiff.}\,♀}\right)♂}{\text{pavonia L.}\,♀}\right)♀};$$

$$\text{Drepana}\ \frac{\left(\frac{\text{curvatula Bkh.}♂}{\left(\frac{\text{curvatula Bkh.}♂}{\text{falcataria L}\,♀}\right)♀}\right)♂}{\left(\frac{\text{curvatula Bkh.}♂}{\left(\frac{\text{curvatula Bkh.}♂}{\text{falcataria L.}\,♀}\right)♀}\right)♀}$$

niemals gelang es, einen in sich erhaltungsfähigen Typus zu erreichen.

Auf die Spitze getrieben endeten die Experimente stets als Ergebnis mit einigen wenigen Männchen.

Allein „Natura non facit saltus." Wo waren wohl die weiteren Sprossen der Leiter nach unten zu noch größerer physiologischer Affinität als sie jene sechs vorgenannten, der Natur direkt entnommenen Artenpaare bei der Kreuzung aufgewiesen hatten, zu suchen?

Wo liegen die Anfänge der Divergenz zur Herausgestaltung neuer Species?

Es schienen *drei verschiedene Formengruppen* zur experimentellen Controlle nach dieser Richtung hin ins Auge gefaßt werden zu müssen:

1. Kleine, schwankende, scheinbar spontan unter der Art auftretende Neubildungen, individuell fluctuierende Variationen unbekannten Ursprungs, wie wir sie vielleicht bezeichnen können.

2. Constant auftretende Neubildungen von meist charakteristischem Gepräge, im allgemeinen wohl sich deckend mit den durch die Arbeiten von De Vries, Correns, A. Lang, Bateson, Davenport etc. etc. und die wieder aufgefundenen Mendelschen Arbeiten unter dem Namen „Mutationen" neuerdings ganz allgemein bekannt gewordenen Formen.

3. Die Lokalrassen, die klimatischen Varietäten.

An die sub 1. genannten Formen bin ich erst in den letzten Jahren mit Zuchtexperimenten fleißiger herangetreten. Zumal controllierte ich gewisse Neubildungen des Lindenschwärmers (Dilina tiliae L.) mit schwindender oder sich verbreiternder Mittelbinde der Vorderflügel, welche mit der Normalform gepaart wurden. Diese Neubildungen erlöschen bei den Experimenten unter der Nachkommenschaft ganz oder doch fast ganz wieder dadurch, daß sie bei einer nur sehr geringen Zahl der Nachkommen wieder

erscheinen, und auch nur bei einer geringen Zahl in einem Übergang zur Hauptform auftreten.

Es dürfte den in diese 1. Kategorie gehörenden Formen nur dann eine Bedeutung als artbildende Factoren zukommen, wenn ihr spontaner Charakter ein scheinbarer ist; sie vielmehr in Wirklicheit durch eine wiederkehrende Einwirkung der Außenwelt hervorgerufen, dadurch festgehalten und allmählich gesteigert werden.

Auf die 2. Gruppe, welche jetzt als „Mutationen" — denn als solche möchte ich auf Grund der gewonnenen Resultate die hier gedachten Formen auffassen — *ein großes aktuelles Interesse gewonnen haben, stieß ich zuerst; bereits im Jahre 1876.* Es handelte sich damals um ein Zuchtexperiment, mit Boarmia repandata L., welche mit ihrer constanten Aberration ab. conversaria Hb. gepaart wurde. Von 1885 ab zog ich dann auch Brut aus der Paarung von Aglia tau L. mit ab. lugens Stdfs, sowie von Lymantria monacha L. mit ab. eremita O.

Mit der Gattung Aglia wurden die Experimente neun Jahre nach einander durchgeführt.

Die Nachkommenschaft zerfiel bei allen drei Arten *stets scharf geschieden wieder in die Normalform und in die Mutation (Aberratio),* von einem einmaligen, eigenartigen Ergebnis bei Lymantria monacha L. abgesehen (cfr. Standfuß; Handbuch 1896 p. 308).

Ein constantes Verhältnis zwischen der nach der gegenwärtig üblichen Benennung dominierenden und recessiven Form habe ich bei jenen Zuchten nicht gefunden, obwohl einige derselben sehr hohe Prozente an wohlentwickelten Faltern lieferten.

Die von vorn herein hier stets sich zeigende reinliche Scheidung zwischen den verschiedenen Formen, der constant sich erhaltende Abstand zwischen Mutation und Normalform oder Mutation und Mutation, hat De Vries und seine

Nachfolger dazu geführt, in diesen Mutationen elementare Arten, oder wie wir dafür wohl auch sagen können, beginnende, noch unfertige Arten zu sehen, also gerade das, was wir suchten.

Indes eben der Umstand, daß die Mutationen ein ganz anderes Bild der Vererbung aufweisen, nämlich ein vollkommenes Fehlen von Zwischenformen, während Art mit Art gekreuzt stets Übergangsserien zwischen den zeugenden Species, in ihrer morphologischen Erscheinung pendelnde Formen ergeben, muß uns daran zweifeln lassen, daß wir in den Mutationen tatsächlich elementare Arten vor uns haben.

Man könnte diesem Einwurf entgegenhalten, daß der Unterschied von Art zu Art natürlich nicht als eine Einheit, sondern als eine Summe von vielen Summanden zu fassen sei, von denen jeder durch Mutation entstanden gedacht werden könne. Bei dem einen Bastarde wären dann gewisse dieser Summanden (Mutationen) als auftretend, andere als ausgeblieben zu betrachten, bei einem weiteren Bastarde aus gleicher Kreuzung wären wieder andere Mutationen (Summanden) dominant oder recessiv geworden.

Selbst diese Auffassung als richtig vorausgesetzt, was sie indes wohl nicht ist, so ist doch zu antworten, daß oft genug ein kleines, artunterscheidendes Merkmal, welches jener Auffassung entsprechend nur als *ein* Summand zu denken ist, bei den verschiedenen Bastarden einer Brut in verschiedenem Grade vorhanden ist, nicht aber, wie es das Wesen der Mutation fordert, bei dem einen fehlt und bei dem andern voll ausgesprochen vorliegt. Kurz von dieser Anschauungsweise her dürfte die Mutationstheorie eine haltbare Stütze nicht gewinnen können.

Weiter wäre zu sagen, daß in der ganz besonders artenreichen Insektenwelt Mutationen, das heißt in constantem Abstande von etwelchen Formen der Art auftretende

Abweichungen, durchaus *keine Seltenheiten sind.* Ganz neuerdings habe ich solche in Anzahl bei gewissen Schwärmerarten (braunrote Formen von Dilina tiliae L. und Smerinthus austauti Obr.) erzogen. *Allein es wird von allen diesen Mutationen nicht eine genannt werden können, für welche die Herausgestaltung zu einer distincten Art auch nur mit einem höheren Grade von Wahrscheinlichkeit dürfte vorausgesagt werden können.*

Wohl mag mit der Artbildung die Herausgestaltung von Mutationen nicht selten zusammenhängen, nicht aber dürften umgekehrt die Mutationen sich zu Arten herausgestalten.

Als *Mutationen* werden dann auch eine sehr große Anzahl nur in *einem* Geschlecht bei einer ganzen *Reihe von Arten* an gleichem Orte des Vorkommens *auftretender Formen angesehen werden müssen.* Man spricht dann von einem *Dimorphismus, bisweilen sogar Trimorphismus des männlichen* oder *weiblichen Geschlechtes dieser Arten.* Zumal in den Gattungen Papilio, Colias ist diese Erscheinung eine häufige. Sehr oft finden sich in solchen Fällen bei verwandten Arten ganz analoge Mutationen oder sogar analoge Reihen von Mutationen.

Wie soll in diesen Fällen die Herausgestaltung neuer Arten erfolgen? Soll jede der Mutationen schließlich zur distincten Art werden und so zwei Artenreihen neben einander entstehen, von denen sich je ein Paar äußerlich in hohem Grade entspricht?

Anmerkung. Ich stehe auf Grund meiner Experimente und langjähriger Beobachtung der lebenden Tierwelt bezüglich meiner Auffassung der Mutationen im wesentlichen durchaus auf dem Standpunkte von Kollege L. Plate (Berlin), wie er diesen in kurzen, klaren Ausführungen in seiner Arbeit „Die Mutationstheorie im Lichte zoologischer Tatsachen“ (erschienen in dem Bericht über den sechsten internat zoolog. Kongreß in Bern 1904) niedergelegt hat.

Dafür gibt es doch wohl keine Beispiele in der Natur?

Es sei endlich die Bemerkung nicht unterlassen, daß *es mir bisher nie möglich gewesen ist, eine physiologische Divergenz zwischen Mutation und Normalform bei den Zuchtexperimenten zu beobachten.* Weder versagten jemals Eier, noch erwies sich die Brut weniger fortpflanzungsfähig als die zeugenden Typen.

Wären dergleichen physiologische Divergenzen zu konstatieren, dann läge die Sache bei den betreffenden Mutationen allerdings anders.

Die 3. zu prüfende Gruppe waren die Lokalrassen. Im Laufe der Jahre wurde eine große Menge Brut aus Paarungen von Arten, deren männliche und weibliche Individuen teilweise von weit getrennten Örtlichkeiten stammten [Dilina tiliae L. ♂♂ von Zürich — ♀♀ von Wien, Breslau, Berlin; Saturnia pavonia L. ♂♂ von Zürich — ♀♀ von Zara (Dalmatien), Monterotondo (Rom), Neapel; Epicnaptera ilicifolia L. ♂ von Bolkenhein (Schlesien) — ♀ von Riga etc. etc.] meist zur Verwendung bei den Hybridations-Experimenten von mir erzogen.

Stets wiesen diese Lokalrassen bei den betreffenden Arten geringere oder deutlichere morphologische Unterschiede auf. *Die erhaltenen Mischlingsbruten bildeten regelmäßig eine individuell zwischen jenen Ursprungsrassen pendelnde Zwischenserie.*

Eine physiologische Divergenz, welche bei der Zeugung zum Austrag gekommen wäre, habe ich in den vorgenannten Züchtungen nicht beobachtet. Weder schienen mir Eier aus den vorgenommenen Rassenpaarungen sich nicht entwickelt zu haben, noch zeigte sich der Rassenmischling greifbar weniger fruchtbar als die Ursprungsformen. Lagen solche Divergenzen dennoch in Wirklichkeit vor, so müssen sie sehr geringgradige gewesen und mir dadurch entgangen sein.

Anders stellte sich das Ergebnis aus der Paarung zwischen Spilosoma rustica Hb. (Bergell, Calabrien, Rumaenien etc.) und ihrer Lokalrasse Spilosoma rustica var. mendica Cl. (Nordhang der Alpen, Frankreich, Deutschland etc.) Hier zeigte die Mischlingsbrut in ihrer äußeren Erscheinung ein gleiches individuelles Schwanken zwischen den beiden elterlichen Lokalrassen, und aus der Paarung zwischen Spil. rustica Männchen und rustica var. mendica Weibchen schlüpften wie bei jenen vorgenannten Rassenmischlingen alle Eier aus. Hingegen ergab bei der umgekehrten Paarung, also der zwischen Spilos. rustica var. mendica Männchen und rustica Weibchen, ein individuell stark schwankender Prozentsatz der nach der Paarung abgelegten Eier keine Räupchen (cfr. Standfuß; Handbuch 1896 p. 223—226) *und die aus beiden Kreuzungen nachmals aufgezogene Brut war geringer an Zahl und erwies sich weniger fruchtbar als die beiden Ursprungsformen. Im allgemeinen entsprechende Verhältnisse wies die Paarung zwischen Callimorpha dominula L. (Nordhang der Alpen, Frankreich, Deutschland etc.) mit ihrer Lokalrasse Callimorpha dominula var. persona Hb. (Toscana, Calabrien) auf* (cfr. Standfuß; Handbuch 1896 p. 220 – 222). Bei diesen Callimorphen konnte ferner auch durch Experiment nachgewiesen werden, daß der Duft, den die weiblichen Individuen zum Anlocken und Stimulieren der Copulationslust der männlichen hervorbringen, bei den beiden Rassen in sichtlicher Divergenz begriffen ist (cfr. Standfuß; Handbuch 1896 p. 107.)

Diese Dinge alle werden doch wohl richtig so gedeutet, daß bei diesen Spilosoma- und Callimorpha-Formen gewisse Schritte des Herausgestaltungsprozesses neuer Arten zu unserer Beobachtung gelangen.

Wir haben in Spilosoma rustica var. mendica Cl. und Callimorpha dominula var. persona Hb. — denn diese

beiden Rassen sind als die erdgeschichtlich jüngeren Formen zu fassen — in Bildung begriffene, noch unfertige Arten vor uns. Die Herausgestaltung dieser spezifischen Divergenz ist gewiß sehr dadurch begünstigt worden, daß sich beide Rassen von ihren Grundformen mehr oder weniger örtlich geschieden in der Natur vorfinden.

Das Ergebnis der Kreuzung zwischen den jüngeren Rassen und ihren Grundformen ist nur graduell, nicht aber fundamental verschieden von dem Kreuzungsergebnis jener vorgenannten sechs Artenpaare aus den Gattungen: Zygaena, Pygaera, Drepana.

Wohl fehlen noch eine Reihe Sprossen in der Stufenleiter der physiologischen Affinität zwischen jenen Rassenpaarungen und diesen Artenkreuzungen in unseren Experimenten, allein bei genügendem Suchen werden auch solche Zwischensprossen noch aufgefunden werden können.

Wir werden schon jetzt mit gutem Recht annehmen dürfen, daß ein Hauptweg, den Mutter Natur für die Bildung neuer Arten anweist, von den Lokalrassen durchlaufen wird. Ein Hauptweg, vielleicht der einzige Weg.

Ist es nun *vielleicht auch möglich,* einen kleinen *Einblick in die Quellen der Neu- und Umgestaltung der organischen Welt zu gewinnen, auch etwa in diejenigen Umgestaltungen, welche wir mit der Bildung neuer Arten verknüpft sehen?*

Schon von dem Anfange der Siebziger-Jahre ab begann ich dieser Frage durch Versuche näher zu treten.

Zunächst durch **Fütterungs-Experimente,** wie wir wohl kurz und doch verständlich sagen können.

Nicht weitgehende, aber doch unbestreitbare Umgestaltungen des Farbenkleides erfuhren dabei die Falter der Spilosoma menthastri Esp. lubricipeda L. und Callimorpha dominula L., indem ich Brut der Grundformen dieser Arten vom Ei auf mit Nährpflanzen erzog, welche

ich abgeschnitten zunächst abwelken ließ und dann in Wasser einfrischte, in welchem Kochsalz reichlich gelöst war.

Nach diesem Erfolge glaubte ich damals, in der Beschaffenheit der Nahrung einen für das Gepräge des Faltergewandes ausschlaggebenden Faktor gefunden zu haben, mußte mich aber durch weitere, ausgedehnte Fütterungsexperimente (cfr. Standfuß, Handbuch 1896 p. 207 u. 208; 211—215) *sehr bald überzeugen, daß dies irrtümlich sei. Bei allen weiteren dergleichen stark variierten Versuchen ließ sich wohl oft genug eine Verkümmerung in Größe und Färbung nachweisen, nicht aber eine nennenswerte Umgestaltung der Zeichnung.*

Von den neuerdings in gleicher Richtung von anderen Seiten — M. von Linden, A. Pictet u. a. m. — ausgeführten Experimenten haben namentlich diejenigen der Gräfin von Linden einige neue, bemerkenswerte Tatsachen zu Tage gefördert.

Im allgemeinen aber sind gerade bei der Auslegung der Resultate dieser Versuche sehr reichlich Irrtümer untergelaufen, welche fast durchweg auf nicht genügend allseitiger Kenntnis der untersuchten Arten beruhen.

So wurde denn sehr bald von mir mit *Temperatur-Experimenten* begonnen, und zwar in zweifacher Weise:

1. **in Dorfmeister-Weismannschem Sinne lediglich der Puppenphase gegenüber.** Indes die Versuche wurden, nachdem ich bereits 1885 mit Araschnia levana var. prorsa L. und 1887 mit Argynnis lathonia L. experimentiert hatte, von 1893 ab im Gegensatz zu jenen beiden ebengenannten Forschern einmal auf eine große Anzahl von Arten ausgedehnt und zweitens in den angewendeten Graden nach der Plus- und Minusseite hin bedeutend erweitert.

2. *Wurde, schon von 1879 ab, eine Reihe von Arten* **vom Ei auf bei constanter Einwirkung erhöhter Temperatur** (+ 20° bis + 30° C.) **bis zur Imaginalentwicklung erzogen.**

Für beide Reihen kamen bis zum gegenwärtigen Zeitpunkte 48,500 Individuen von gegen 70 Arten zum Verbrauch.

1. Aus den **Ergebnissen der Temperatur-Einwirkung auf das Puppenstadium sei hervorgehoben:**

a) Es läßt sich bei *gewissen Arten,* welche die *Erscheinung des Saison-Dimorphismus zeigen, durch Temperatur-Einwirkung erreichen, daß die Falterform der wärmeren Jahreszeit mit dem äußeren Gepräge der Form der kühleren Jahreszeit aus der Puppe schlüpft und teilweise auch umgekehrt: die Form der kühleren Jahreszeit das Gepräge der in der warmen Jahreszeit fliegenden Falter erhält.* Araschnia levana L. kann in ihre generatio aestiva prorsa L.; Polygonia c. album L. in gen. aest. hutchinsoni Robs.; Chryophanus amphidamas Esp. in gen. aest. obscura Rühl. etc. etc. und umgekehrt verwandelt werden.

b) *Viele Arten haben an verschiedenen Orten ihres Vorkommens,* wie wir schon bei den Hybridations-Experimenten zu erwähnen Gelegenheit hatten, *ein verschiedenes Gewand.*

Auch diese Lokalrassen lassen sich in einer Anzahl von Fällen durch das Experiment bisweilen in täuschender Ähnlichkeit, öfter aber doch annähernd herstellen.

Dabei verändern sich die experimentell behandelten Tiere nicht nur in Färbung und Zeichnung, sondern der Einfluß erstreckt sich in vielen Fällen auch auf die Gestalt der Flügel.

Ferner liegt es, um zwei verschiedene, spezielle Beispiele herauszuheben, nicht etwa so, daß unsere Züricher Sommerform des Schwalbenschwanzes (Papilio machaon L.) — denn Puppen dieser Form wurden verwendet — die hier im Juli von einer Durchschnittstemperatur von + 18,4° C. getroffen wird, durch constante Behandlung mit 24,5° C. d. h der Durchschnittstemperatur des Julis

in Jerusalem, in die palaestinensische Sommerform verwandelt werden könnte. Keineswegs! Dies gelingt vielmehr erst bei einer constanten Einwirkung von + 37° bis + 38° Celsius.

Es würde wahrscheinlich die Einwirkung von 24,5° C. auf die Züricher Schwalbenschwanzpuppen einer außerordentlich hohen Zahl von Generationen gegenüber wiederholt werden müssen, um das Gewand des Jerusalemer Typus zu erreichen.

Auch liefern umgekehrt Puppen des interessanten Doritis apollinus Hbst. von Aintab (Syrien), selbst im März bei uns im Freien zum Ausschlüpfen gebracht, keineswegs Falter, die einer nördlichen Lokalform, etwa von Amasia, oder entsprechend nördlicher Gegend sich irgendwie annähern würden.

Vielmehr erwiesen sich diese wie alle anderen untersuchten Lokalformen als relativ sehr fest, sie sind erblich fixiert, übertragen also ihre Charaktere durchaus auf ihre Nachkommenschaft, wie Zuchtexperimente zeigen, und konnten erst durch Temperaturen, welche von den sie normaler Weise treffenden wesentlich und dauernd abweichen, greifbar umgestaltet werden.

c) *Eine große Menge von Arten treten in der freien Natur dann und wann in einem von dem Normaltypus stark verschiedenen Kleide, als sogenannte Aberrationen auf.*

Diese Formen, welche an keinen bestimmten Ort und keine bestimmte Jahreszeit gebunden sind, finden sich allerdings in der Natur sehr selten.

Auch diese Aberrationen ließen sich durch bestimmte Temperatur-Einwirkungen herstellen und zwar von dem Sprechenden zuerst auch durch solche Temperaturen, welche die betreffenden Arten sehr wohl gelegentlich in ganz gleicher Weise in der freien Natur treffen können, ja sicher treffen müssen.

Es konnten somit die **Entstehungsgründe dieser bisher durchaus rätselhaften und viel umstrittenen Formen in der freien Natur zur Evidenz an ihnen nachgewiesen werden.**

Dergleichen experimentell herzustellende Aberrationen finden sich in der freien Natur noch am zahlreichsten in den Gattungen: Apatura, Limenitis, Pyrameis, Vanessa, Polygonia, Araschnia, Melitaea, Argynuis, Chrysophanus, Lycaena und diesen verwandten Formen.

In weiterer Fortführung des Versuches, welcher zur Verwandlung des kleinen Fuchses (Vanessa urticae L.) in eine Aberration führte, durch Zuchtexperiment mit extrem veränderten Individuen *gelang es dem Sprechenden dann noch, das künstlich veränderte Kleid auf einen Teil der Nachkommen dieser Tiere übertragen zu sehen und* **damit diese Experimente auch für die viel diskutierte Frage der Vererbung erworbener Eigenschaften nutzbar zu machen.**

d) *Eine weitere Umgestaltung des Faltergewandes durch Temperatur-Einwirkung auf die Puppenphase betraf die Erscheinung des sogenannten sexuellen Färbungsdimorphismus. Es konnte dieser durch die Versuche in einigen Fällen aufgehoben oder doch auf ein Minimum reduciert werden;* so bei Rhodocera rhamni L., dem Zitronenfalter, und bei Parnassius apollo L., dem Apollo unserer Alpen.

e) *Schließlich wurden durch diese Temperatur-Einwirkungen auch eine ganze Reihe von Arten so verändert, daß sich ihr Falterkostüm demjenigen anderer verwandter Arten sehr sichtlich annäherte.*

Durch Kälteeinwirkung z. B. Parnassius apollo L. aus der Schweiz, dem Parnassius discobolus Stgr. von Ala Tau, Fergana u. s. w. Durch gleiches Experiment Chrysophanus dispar. var. rutilus Wernbr. von Brandenburg an Chrysophanus hippothoë L. von Zürich etc., umgekehrt durch Wärme die eigentümliche Schwalben-

schwanzart der Hochgebirge Corsikas und Sardiniens (Papilio hospiton Géné) in der Richtung nach dem Gepräge unseres gewöhnlichen schweizerischen Schwalbenschwanzes (Papilio machaon L.) hin etc. etc. etc.

So war es diesen Experimenten vorbehalten, in der Natur zur Zeit festgelegte Artenunterschiede teilweise aufzuheben und durch künstlich erzeugte Formen Brücken zu schlagen zwischen heute spezifisch getrennten Typen.

2. **Die experimentell untersuchten Arten wurden vom Ei auf bis zum Falter in erhöhter Temperatur erzogen.**

Die so behandelten Tiere verhielten sich den Arten nach verschieden: Bei der Ueberzahl derselben wurde durch die erhöhte Temperatur die Zeit der Ernährung und des Wachstums der Raupe stark abgekürzt, und diese Formen so durch das Experiment bezüglich ihrer Größe wesentlich reduziert, sowie auch sonst verändert. Im äußersten Falle wurde das Gewicht auf den siebenten Teil des normalen verringert.

Eine kleinere Anzahl von Arten behielt in dieser erhöhten Temperatur die normale Zeit ihrer Ernährung bei. Diese Arten wurden durch die Behandlung, welche sie erfuhren, erheblich vergrößert und wie jene erste Reihe ebenfalls noch anderweitig umgestaltet.

Gewisse dritte Arten endlich reagierten in einer Anzahl Individuen im Sinne der ersten, in anderen Individuen wieder im Sinne der zweiten Artengruppe und zeigten dann auch in den beiden Individuenserien eine gegensätzliche Gestaltung.

Bemerkenswert ist das Ergebnis dieser Versuche darum, weil wir eine ganze Auswahl verwandter Artenpaare in der Natur haben, welche sich biologisch in bestimmter Richtung ebenso zu einander verhalten wie die untersuchten Arten zu ihren experimentell umgestimmten Formen.

Ein Beispiel: Die große Pappelglucke (Gastropacha populifolia Esp.) wächst während der kühlen Jahreszeit im Herbst und Frühjahr langsam in etwa 25 Wochen zu einem großen Typus heran. Die sehr nahe verwandte kleine Glucke (Epicnaptera tremulifolia Hb.) hingegen wächst als Raupe während der wärmsten Jahreszeit in 11 Wochen heran und ergibt eine sehr viel kleinere Form.

Versetzen wir künstlich die Brut der großen Glucke in die Lebensbedingungen der kleinen, so lieferte die Brut dieser großen Art sofort einen Falter, der in mehrfacher Beziehung der kleinen Art angenähert ist.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind danach geeignet, ein Licht auf die Ursachen der Differenzierung und Herausgestaltung gewisser verwandter Formen- und Artenpaare in der Natur zu werfen.

Es dürften diese Ursachen in Veränderungen der Temperaturverhältnisse zu suchen sein, welche die Vorfahren der in Frage kommenden Insektentypen trafen. Stets müssen wir uns, wie die Experimente und viele Beispiele aus der freien Natur zeigen, mit diesen Vorgängen eine mehr oder weniger ausgesprochene zeitliche Scheidung zwischen dem geschlechtsreifen Stadium der auf die Temperaturveränderungen reagierenden Individuengruppe und dem unveränderten Grundstocke der Art Hand in Hand gehend denken. Diese zeitliche Scheidung konnte das Selbständigwerden der in Divergenz begriffenen Individuengruppe nur begünstigen (cfr. Standfuß; Handbuch 1896 p. 141—153).

Und nun noch wenige Worte zum Schluß:

Aus den Kreuzungs-Experimenten konnten wir nachweisen, daß bei der Paarung gewisser Lokalrassen, also klimatischer Varietäten, einiger Arten Resultate auftreten, welche sich nur graduell, nicht aber fundamental von den Ergebnissen unterscheiden, die wir als Resultate der

Kreuzung nahe verwandter, aber sicher distinkter Arten zu registrieren hatten.

Wir sahen danach, doch wohl mit Recht, jene von ihren Grundformen sich abspaltenden klimatischen Varietäten als in Bildung begriffene Arten an.

Mit *Hilfe der Temperatur-Experimente* vermochten wir neben mancherlei anderen *Umprägungen* auch *solche* herbeizuführen, welche *eine Lokalrasse in eine andere der gleichen Spezies annähernd oder ganz umwandelte, ja auch solche, welche eine Art einer anderen mehr oder weniger annäherte.*

Wir konnten, kurz gesagt, vielerlei morphologische Umgestaltungen durch Wärme-Einwirkungen in unseren Versuchen hervorrufen.

Allein nicht nur Veränderungen der äußeren Erscheinung wurden durch den Faktor der Temperatur experimentell erreicht, sondern auch physiologische Umwandlungen.

Wenn wir bei der Einwirkung extremer Temperaturen entstandene Neubildungen ihre neu erworbenen Eigenschaften im Zuchtexperiment auf einen Teil ihrer Nachkommenschaft übertragen sehen, so handelt es sich um physiologische Dinge, um eine Beeinflussung der sexuellen Sphäre im Sinne einer Vererbungsfähigkeit jener neu erworbenen Eigenschaften.

Die schwerwiegende Bedeutung der Temperatur für diese sexuelle Sphäre geht auch aus zwei bei den Hybridations-Experimenten beobachteten Tatsachen hervor.

1. Bei regulärer Weise als Falter ungleichzeitig erscheinenden Arten ist, wenn die Kreuzungs-Experimente gelingen sollen, natürlich Sorge dafür zu tragen, daß diese Spezies sich gleichzeitig aus der Puppe zur Imago entwickeln. Diese Entwicklung muß stets unter Temperaturverhältnissen vor sich gehen, welche für die in Frage

kommenden Species annähernd normale sind. Geschieht dies nicht, so büßen männliche, wie weibliche Individuen ihre Fortpflanzungsfähigkeit teilweise oder ganz ein.

Arctia aulica L. entwickelte sich z. B. bei + 33° C. nach achttägiger Puppenruhe — nur die Puppen wurden in dieser Temperatur gehalten — zu sterilen Imagines, obwohl eine Paarung und Eiablage dieser Falter sehr leicht zu erreichen war. So erhaltene Männchen und Weibchen erwiesen sich auch steril bei der Paarung mit normal entwickelten Individuen ihrer Art.

Hingegen ergaben Puppen von Arctia aulica, welche 28—40 Tage im Eisschranke (+ 4° C.) gelegen hatten, bei + 21° C. nach weiteren 14—17 Tagen Falter, welche in beiden Geschlechtern eine nahezu normale Fruchtbarkeit zeigten.

2. Bei den Hybridations-Experimenten mit Dilina-tiliae L. Smerinthus ocellata L. und populi L. konnte ich beobachten, daß die hybriden Paarungen nur bei Temperaturen eintreten, welche zwischen + 10° und + 17,5° C. lagen.

Dabei erfolgte der Flug zur Paarung bei jeder dieser Arten in der freien Natur während ganz bestimmter Zeit in der Nacht, welche fast auf die Minute genau abgegrenzt werden konnte.

Die Männchen von Dilina tiliae L. flogen zwischen $^1/_2 9 - 10^1/_4$ Uhr, die Männchen von Smerinthus ocellata von $^1/_2 11 - ^1/_2 2$ Uhr und diejenigen von Smerinthus populi von 12—3 Uhr morgens. Auch bei anderen Arten, welche ich bei den zahlreichen Experimenten auf diese Verhältnisse hin beobachtete, zeigte sich eine gleich scharf abgegrenzte Paarungszeit.

Es sei hier nur angedeutet, daß diese Zeit wohl unzweifelhaft mit einem Temperaturoptimum für den Zustand des Fluges der betreffenden Arten zusammenhängt.

Bisher sind zumeist, gewiß mit Recht, von den Einflüssen der Außenwelt, welche im Gang der Erdgeschichte nicht nur für die äußere Umwandlung der Organismen, sondern auch für die **Herausgestaltung neuer selbständiger Arten** *von Bedeutung gewesen sind, klimatische Einflüsse als die schwerwiegendsten angesehen worden. In dem komplizierten Total des Klimas aber ist wiederum die* **Temperatur** *als der* **maßgebendste Faktor für diese Differenzierungen der Lebewelt zu betrachten.**

Wir können mit ihm weitgehende morphologische und nachweisbar auch physiologische Umgestaltungen experimentell hervorrufen.

Luzern, den 12. September 1905.

b) Botanischer Teil.

Der Speziesbegriff bei den Bakterien *)

von Dr. MAX DÜGGELI.

(Mit 5 Tafeln)

Unter Bakterien verstehen wir eine sehr große, morphologisch recht einfache und einförmige, biologisch aber außerordentlich differenzierte Gruppe niederster Organismen. Viel Zeit und Mühe wurde zur Beantwortung der Frage aufgewendet: Sind diese Mikroorganismen Pflanzen oder Tiere, eine Frage, die wir heute als müßige bezeichnen, indem die Bakterien einen Typus organischen Lebens darstellen, bei dem sich eine Differenzierung in Pflanze und Tier noch nicht vollzogen hat. Wir bewegen uns in der Bakteriologie auf einem Gebiete, in welchem die Kennzeichen der beiden Naturreiche noch nicht auseinander gehalten werden können.

Längere Zeit, nachdem für die höher organisierten Wesen die Nichtnachweisbarkeit der Urzeugung dargetan worden war, galten die Bakterien noch als klassische Beispiele für durch generatio-spontanea entstehende Or-

*) Vortrag, gehalten an der gemeinsamen Sektionssitzung der Zoologen und Botaniker über den Speziesbegriff am 12. September 1905 anlässlich der Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft in Luzern. Die Ausführungen sind hier inhaltlich ungekürzt wiedergegeben, nur die Redeform wurde weggelassen. Bei der zur Verfügung stehenden Zeit war es nicht möglich, das umfangreiche Vortragsthema auch nur einigermaßen erschöpfend zu behandeln, und bitten wir deshalb um Nachsicht gegenüber der fragmentarischen Behandlung des Stoffes.

ganismen. Doch Pasteur zeigte auch für sie experimentell, daß Lebendes nur aus Lebendem hervorgeht.

Solange man an der Urzeugung der Bakterien festhielt, konnte nicht an eine Einteilung derselben in Gattungen und Arten gedacht werden, denn unsere Mikroben waren danach Zufallsprodukte mit all' den verschiedenen Eigenschaften, die der Zufall ihnen geben konnte. Der Annahme des weitgehendsten *Pleomorphismus,* wie er durch *Nägeli, Wiegand* und andere Forscher vertreten wurde, war Tür und Tor geöffnet. Als man dann noch die außerordentlich mannigfaltigen Wirkungen näher kennen lernte, die von den winzigen, morphologisch so gleichartigen Bakterien in der Natur hervorgebracht werden, da schien es manchem, als ob die Bakterien Wesen ganz besonderer Art seien. Sie erschienen erhaben über die Regeln und Gesetze, die für alle andern Organismen gelten. Den Bakterien gegenüber schien jede Ansicht, auch die absurdeste, erlaubt zu sein. In der extremsten Form wurde die Behauptung ausgesprochen, daß beispielsweise der Kokkus sich zum Stäbchen strecke, das nach Belieben Schraubengestalt annehmen und auf den Menschen toxisch wirken könne. Heute erscheint uns dieser Pleomorphismus vom reinsten Fahrwasser so unannehmbar, daß wir mit einem Forscher unserer Zeit in humoristischer Weise sagen können: „Wenn ich solche Äußerungen lese, krümme ich mich auch und werde giftig."

Zwar schienen zahlreiche experimentelle Untersuchungen zu gunsten der Pleomorphisten zu sprechen. Allein mit der Auffindung des Plattenkulturverfahrens durch *Koch* wurden die Bakterien ihres Pleomorphismus entkleidet. Durch diese Kulturmethode, welche die absolute Reinkultur eines Mikroorganismus ermöglicht, wurden jene Untersuchungen so gründlich widerlegt, daß sie

heute in der Bakteriologie nur noch von historischem Interesse sind.

Doch auch hier berührten sich die Extreme, denn die *Cohnsche* Lehre von der absoluten Konstanz der Bakterienarten, wie sie eine Zeit lang von *Koch* und seinen Schülern in strengster Form vertreten wurde — wird heute in immer weiterem Umfange unhaltbar. Die heutige tiefergehende Forschung hat überraschend gezeigt, daß viele Eigenschaften einer wohlumgrenzten Art mehr oder weniger stark schwanken.

Zur Freude des Systematikers lassen sich in gewissen Gruppen des Pflanzenreiches die vorhandenen Individuen leicht in eine Anzahl scharf charakterisierter, durch keine Übergänge verbundene Arten scheiden, die sich ihrerseits zu natürlichen Gattungen und Familien gruppieren. Dabei bezeichnen wir nach *Lehmann* als Repräsentanten einer Art oder Spezies alle Individuen, die bei sorgsamer Untersuchung unter sich als gleich sich erweisen und ihre Eigenschaften konstant auf ihre Nachkommen vererben. Doch schon bei den Phanerogamen gibt es Gruppen, beispielsweise bei den Rosaceen, wo die Mannigfaltigkeit der Spezies eine so große ist, daß kaum zwei Systematiker in dem Bestreben, Übersicht in das Chaos zu bringen, zu genau der gleichen Einteilung kommen.

Schwerer noch als in irgend einer andern Gruppe des Pflanzenreiches scheint eine strenge Systematik bei den Bakterien aus folgenden Gründen, die wir in Anlehnung an K. *Lehmann* hier anführen:

1. Die Bakterien bieten durch ihre Kleinheit und ihren einfachen Bau sehr wenig morphologische, für die Systematik geeignete Merkmale dar.

2. Die Beschreibung der einzelnen, in der Literatur aufgeführten Bakterienarten ist vielfach eine absolut unge-

nügende gewesen, ja auch in neuerer Zeit wird in dieser Hinsicht vielfach gesündigt.

3. Es gibt eine große Anzahl gelegentlich beschriebener Bakterienarten, die nirgends mehr in Kultur zu haben sind, bei denen also jede Möglichkeit fehlt, sie mit einer als neu erscheinenden Art zu vergleichen. Zudem ist zu bemerken, daß die längere Zeit in Kultur gehaltenen Bakterienarten, welche stets nur auf künstlichen Nährböden weiter gezüchtet werden, leicht ihre charakteristischen Eigenschaften teilweise einbüßen und degenerieren.

4. Eine ganze Reihe von Autoren neuer Arten hat sich gar nicht die Mühe genommen, die Leistungen der Vorgänger zu berücksichtigen, was nach dem Gesagten leicht entschuldbar ist.

5. Die größte Schwierigkeit für eine korrekte Artdefinition bei den Bakterien liegt aber in der mehr oder weniger stark ausgeprägten Variabilität ihrer Eigenschaften.

Die morphologische Eintönigkeit der Kugel- und Stäbchenbakterien macht eine Charakteristik der Art nur nach der äußern Gestalt ganz unmöglich. Jedem Bakteriologen ist es ein leichtes, aus der Natur morphologisch vollständig übereinstimmende Bakterienarten zu isolieren, die sich bei der Kultur aber als biologisch weit auseinander stehend erweisen. Es gibt beispielsweise unter den Kurzstäbchen einen Universaltypus, Zylinder von 2—3 μ Länge und $^3/_4$ μ Breite, der physiologisch sehr verschieden arbeitende Organismen umfaßt. Man hat daher behufs charakteristischer Artdiagnose auch zu physiologischen Merkmalen gegriffen und benutzt neben der Form auch noch folgende Eigenschaften: Wachstum auf verschiedenen Nährsubstraten und Anforderungen an die Ernährung; spezifische Produkte wie: Farbstoff, Licht, Granulose und Schwefel; spezifische Leistungen wie: Fäulnis, Gärung,

Pathogenität; das Verhalten zum Sauerstoff etc. Die sog. biologischen Arten sind in der Bakteriologie unentbehrlich und es müssen unter Umständen experimentelle Pathologie, physiologische Chemie und Botanik zusammenwirken, um eine zuverlässige Artbeschreibung zu ermöglichen.

Beide Arten von Eigenschaften aber, morphologische sowohl wie physiologische, sind bei den Bakterien mehr oder weniger stark variabel, woraus die große Schwierigkeit einer richtigen Abgrenzung der Bakterienspezies resultiert. Es muß betont werden, daß die verschiedenen Bakterienarten in ihren Eigenschaften verschieden variabel sind und daß ein und dieselbe Eigenschaft bei den verschiedenen Arten verschieden stark variiert.

Die beigegebenen Tafeln I bis V geben eine Anzahl von Beobachtungen wieder über die Variabilität von morphologischen und physiologischen Eigenschaften einiger Bakterienarten, welche wir bei unsern Untersuchungen wahrzunehmen die Gelegenheit hatten.

Vorausschickend müssen wir bemerken, daß es sich bei den vorliegenden Tafeln nicht um die mikrophotographischen Reproduktionen von Dauerpräparaten handelt, sondern um die Wiedergabe von Photographien der im Formate 85 mal 120 cm ausgeführten Tafeln, welche wir anläßlich des Vortrages demonstrierten. Jene Original-Tafeln waren, soweit es sich um die Darstellung mikroskopischer Einzelwesen handelt (also exklusive der angegebenen Kulturröhrchen), im Maßstabe 1.000 000 : 1 ausgeführt nach Dauerpräparaten oder nach Skizzen, die bei den entsprechenden Beobachtungen sofort angefertigt worden waren. Das Versuchsmaterial, um das es sich bei vorliegender Publikation handelt, ist größtenteils, trotz häufigen Überimpfens auf entsprechende Nährböden, wieder eingegangen.

Die Tafeln I, II und III demonstrieren die Variabilität der morphologischen Eigenschaften bei einigen Bakterienarten, die je nach dem dargebotenen Nährmedium und der herrschenden Temperatur ihre äußere Form ändern. Auf Tafel I zeigen die beiden äußersten Figuren links den *Streptococcus agalactiae* Adametz, den Erreger einer infektiösen Euterkrankheit bei den Kühen, des

sog. *gelben Galtes.* Wenn etwas Galtmilch, die den Krankheitserreger noch lebend enthält, auf gewöhnliche Agarplatten bei 30° verarbeitet wird, so erscheinen auf denselben nach 2—3 Tagen gelbweiße punktförmige Kolonien, die den Schädling in Form von kleinen Kugeln enthalten. (A der Tafel.) Diese Kokken sind einzeln oder zu kurzen Ketten vereinigt und haben nur einen Durchmesser von 1 μ. Eine Spur der Agarplattenkolonie in Fleischwasserpepton-Bouillon übertragen, ruft dort bei 30° schon nach 1—2 Tagen die Bildung von grauen Flöckchen in der klar bleibenden Flüssigkeit hervor. Wird ein solches Flöckchen mikroskopiert, so besteht es aus Kugeln von 1.2 μ Durchmesser, die zu langen Ketten, oft bis zu 200 Einzelindividuen hintereinander, angeordnet sind (B).

Die beiden mittleren Figuren links stellen das *Bacterium aerogenes* L. et N. dar, welches in der Natur als gasbildende Stäbchenart weit verbreitet ist, besonders in Milch und Milchprodukten. Die obere Zeichnung vergegenwärtigt das Bild, das *Bact. aerogenes* auf Agar-Strich bei 30° bietet. Die Stäbchen sind kurz, gedrungen, öfters vollständig kugelförmig, von Kokken aber dadurch unterscheidbar, daß im Präparat neben ausgesprochenen Kugeln auch deutlich ausgeprägte Kurzstäbchen vorkommen, obwohl es sich um die Reinkultur einer Art handelt. Das untere Bild zeigt die deutliche Stäbchennatur dieses *Bact. aerogenes,* wie sie auf Molkengelatine-Platten bei 20° beobachtet werden kann. Auffallend ist, daß sich nie zwei getrennte Stäbchen berühren zufolge Verquellung der Zellmembran.

Die zwei mittleren Figuren rechts demonstrieren den *Bacillus Megatherium* De Bary, ein in Erde häufig zu treffender Sporenbildner, der oft in pasteurisierter Milch unerwünschte Veränderungen mit hervorrufen hilft. Im Traubenzuckeragar-Stich wächst dieser aerobe Bazillus in sehr gedrungenen Formen (obere Figur), deren Nachkommen auf Fleischpeptongelatine-Platten bedeutend längere Dimensionen annehmen (untere Figur).

Die beiden äußern Figuren rechts auf Tafel I endlich stellen einen *Mikroorganismus aus Mazun* dar, eine in Armenien häufig hergestellte saure Milch, welche sich durch das Vorhandensein von aromatischen Geschmacks- und Geruchsstoffen auszeichnet. In Milch wächst diese Mikrobe meist zu zweien und zeigt an den Enden der einzelnen Zellen deutliche Spitzchen, also den Typus des auf das Minimum seiner Länge reduzierten Kurzstäbchens (obere Zeichnung). In Peptonschotte dagegen (untere Figur) wächst der nämliche Organismus in langen Ketten, wobei die Zellen kugelrund oder öfter sogar etwas flachgedrückt sind. Wir sind uns vorläufig nicht klar darüber, ob dieser Mikroorganismus zu den Kurzstäbchen oder zu den Streptokokken gestellt werden soll.

Es muß aber hervorgehoben werden, daß wenn die in der untern Querreihe dargestellten Formen in die gleichen Bedingungen bezüglich Nährboden und Temperatur versetzt werden, wie sie bei der Züchtung der in der obern Reihe gezeichneten Formen inne gehalten wurden, so wachsen ihre Nachkommen auch entsprechend den neuen äußern Verhältnissen, mit andern Worten: Die durch Züchten bei veränderten Kulturbedingungen erhaltenen morphologischen Variationen sind in die alten Bedingungen zurückversetzt keineswegs „samenbeständig", d. h. übertragen die neu erworbenen Eigenschaften nicht auf die Tochtergeneration.

Die Tafeln II und III sollen die morphologische Variabilität von *Azotobacter chroococcum* Beijerinck darstellen. Dieser Organismus ist eine in der Natur sehr verbreitete stickstofffixierende Mikrobe, welche bei reichlichem Zutritt von Luftsauerstoff und beim Vorhandensein einer geeigneten kohlenstoffhaltigen Energiequelle den freien atmosphärischen Stickstoff zum Körperaufbau zu verwenden vermag. Das Material wurde durch folgende Versuchsanordnung gewonnen: Drei verschiedene Erdproben, nämlich Wiesenerde (W der Tafeln II und III), Weinbergerde (R) und Gartenerde (G) wurden in zwei verschiedenen Quantitäten (10 gr und 1 gr) mit verschiedenen Mengen mannithaltiger Nährlösung in flachen Erlenmeyer-Kolben (FS) oder in weiten Reagensgläsern (HS) übergossen und zu vier verschiedenen Temperaturen gestellt, nämlich zu 37°, 30°, 20° und in den Eisschrank (4—5°). Die an der Oberfläche der Flüssigkeitschicht erscheinende erst zarte, später recht derbe Bakterienhaut wurde mikroskopiert und gleichzeitig auch Ausstriche auf Glukoseagar-Platten angelegt. Wie sich in der Folge zeigte, entwickelte sich im Eisschrank *Azotobacter* nicht, weshalb diese Versuchsreihe unberücksichtigt blieb. Ebenso konnten wir im Reagensglas, welches mit Gartenerde beschickt und zu 37° gestellt worden war, keine Entwicklung von *Azotobacter* nachweisen, aus welchem Grunde jener Platz auf der Tafel leer bleiben musste. Ob mit 10 oder nur mit 1 Gramm Erde Mannitlösung-Kulturen angelegt wurden, ergab keine Unterschiede in der äussern Form der sich entwickelnden Azotobacterzellen. Die angelegten Striche auf Glukoseagar-Platten bei 30° überzeugten uns, dass in den einzelnen Fällen wirklich *Azotobacter chroococcum* vorlag, denn es entstanden überall (ausgenommen in H 37 G) die charakteristischen Auflagerungen, die sich in vorgerückteren Wachstumsstadien braun färbten und Formen enthielten, die vollkommen übereinstimmend das Bild von FS 30° W boten. Ein weiterer erläuternder Kommentar zu beiden Tafeln II und III ist wohl überflüssig, da die reproduzierten Zeichnungen deutlich genug die Veränderlichkeit der äußern Gestalt von *Azotobacter chroococcum* nach den Verhältnissen der Umgebung zeigen.

Die Tafeln IV und V zeigen die Variabilität bestimmter physiologischer Eigenschaften bei einigen Bakterienarten. Auf Tafel IV ist oben das *Bacterium Güntheri* L. et N. in seinem variablen Verhalten zum Luftsauerstoff dargestellt. Dieses Kurzstäbchen, welches der regelmäßige Erreger der spontan säuernden Milch ist, verhält sich normal dem Sauerstoff gegenüber vollständig indifferent; es ist fakultativ anaerob, d. h. wächst gleich gut bei Zutritt wie bei Abschluß des Sauerstoffes. Die beiden äußersten Reagensgläser links auf der Tafel zeigen das gewöhnliche Wachstum dieses *Bact. Güntheri.* Im Milchzuckeragar-Stich tritt von oben bis unten gleich kräftiges Wachstum ein, das Agar wird zufolge Säurebildung getrübt und an der Oberfläche des Agars findet keine Ausbreitung statt. In Milchzuckeragar-Schüttelkultur entwickeln sich die eingesäeten Keime in allen Höhenlagen der Agarschicht gleich gut. Aus jungem Emmentaler-Käse isolierten wir nun aber eine Bakterienart, die sowohl in ihren morphologischen wie physiologischen Eigenschaften mit dem typischen *Bacterium Güntheri* L. et N. vollständig übereinstimmte und sich von demselben nur dadurch unterschied, daß sie obligat aerob war, d. h. sich nur bei ungehindertem Zutritt des Sauerstoffs zu entwickeln vermochte. Die 3 mittleren Figuren sollen dieses auffallende Verhalten des Kurzstäbchens zur Darstellung bringen. Links die hohe Schicht-Kultur von Milchzuckeragar, wie sie aus dem Emmentaler-Käse erhalten wurde, in der Mitte der daraus angelegte Milchzuckeragar-Stich und rechts die entsprechende Schüttelkultur. Es fällt gegenüber dem normalen Verhalten von *Bact. Güntheri* sofort wieder auf, daß im Stich das Wachstum von oben nach unten sehr rasch abnimmt und in der Schüttelkultur nur im obersten Zentimeter Kolonienbildung eintritt, obwohl lebensfähige Keime in der ganzen Agarmasse verteilt worden waren. Gerade den entgegengesetzten Fall, nicht eine Vorliebe, sondern Abneigung gegen den Sauerstoff konnten wir bei einer Kurzstäbchenart konstatieren, die aus Sauerkäse isoliert worden war. Dieselbe stimmte ebenfalls in ihren Eigenschaften mit dem typischen *Bact. Güntheri* überein, wuchs aber obligat anaerob, d. h. entwickelte sich nur bei Sauerstoffabschluß. Von den drei rechts außen gezeichneten Reagensgläsern, zeigt das eine (links) die aus dem Sauerkäse erhaltene hohe Schicht-Kultur mit Milchzuckeragar, während die beiden andern den daraus gewonnenen Stich resp. die Schüttelkultur darstellen. Überall haben wir nur in den Agarschichten Wachstum, welche von der luftumspühlten Oberfläche mindestens ein Zentimeter entfernt sind.

Ganz entsprechend dem letzterwähnten Falle isolierten wir aus der Rinde von jungem Emmentalerkäse ein langstäbchenförmiges Milchsäurebakterium, das sich von dem *Bacillus casei* ε v.

Freudenreich in seinem morphologischen und kulturellen Verhalten einzig dadurch unterschied, daß es obligat anaerob war, also nur bei Luftabschluß wuchs, während dieses Langstäbchen normalerweise fakultativ anaerob ist. Diesen Fall der Variabilität einer physiologischen Eigenschaft, nämlich des Verhaltens zum Sauerstoff, haben wir auf der Tafel IV ebenfalls zur Darstellung zu bringen versucht (unten rechts).

Auf Tafel IV sind auch noch zwei Vorkommnisse dargestellt (bei K und A), bei denen eine Eigenschaft, die einem Mikroorganismus beim Gewinnen der Reinkultur aus dem natürlichen Verbreitungsmaterial in hohem Maße innewohnte, durch das Züchten auf künstlichen Nährböden aber in kurzer Zeit verloren ging. Es handelt sich in beiden Fällen um das Vermögen, Milchzucker unter Abspaltung von Gas (Kohlensäure und Wasserstoff) zu zersetzen. Aus geblähten Milchgärproben isolierten wir einen *Kokkus* (K), der auf Milchzuckeragar-Schüttelkultur verarbeitet schon nach 12—14 Stunden bei 37° den Milchzucker so intensiv zersetzte, daß die Agarmasse zersprengt und z. T. oben zum Reagensglas heraus gepreßt wurde. Nach dreimaligem Übertragen der Reinkultur des Kokkus auf gewöhnlichen Agar-Strich hatte derselbe das Gasbildungsvermögen vollständig eingebüßt und wächst seither als nicht mehr gasbildende Rasse. Entsprechende Erfahrungen machten wir mit einem dem *Bacterium aerogenes* L. et N. nahestehenden *Kurzstäbchen* (A), das wir aus einer fehlerhaften Milchprobe isolierten, welche durch deutlichen Schabzieger-Geschmack und -Geruch ausgezeichnet war. Auch diese Mikrobe verlor das frisch nach dem Isolieren wohl ausgeprägte Gasbildungsvermögen in kurzer Zeit vollständig.

Die Tafel V endlich soll die Variabilität zweier wichtiger physiologischer Eigenschaften der Bakterien dartun, nämlich des Schleimbildungs- und des Gelatineverflüssigungs-Vermögens. Unter den beiden Titeln *Bacterium Güntheri* L. et N. und *Bacillus casei* ε v. Freudenreich sind zwei Fälle verzeichnet, wo zwei Bakterienarten die Fähigkeit, rohe Milch in der Gärprobe bei 38° schleimig zu machen, vollständig einbüßten. Aus jungen Emmentalerkäsen, aus deren Kaseïnmasse die Molke zufolge schleimiger Beschaffenheit nicht austreten konnte, welcher Umstand das Heranreifen fehlerhafter Käse bedingte, isolierte mein verehrter Chef, Herr Professor Dr R. *Burri* in Zürich, in einem Falle einen Organismus, der sich vom *Bact. Güntheri* nur dadurch unterschied, daß er Milch fadenziehend zu machen vermochte, in einem andern Falle den *Bacillus casei* ε, der aber ebenfalls fadenziehende Milch hervorrief. Wenn das aus der Milch ausgepreßte ganz klare und sehr stark fadenziehende Serum zu dünnen Fäden ausgezogen rasch um ein Deckglas gewickelt und gefärbt wird, so sind die

betreffenden Stäbchen in einer sich gut abhebenden Schleimschicht eingebettet. Als wir aber die beiden fadenziehenden Bakterienarten im Laboratorium in sterilisierter Milch stets weiter züchteten büßte erst das Langstäbchen, später auch das Bact. Güntheri die Fähigkeit ein, rohe Milch bei 38° schleimig zu machen und aus dem Serum angelegte Präparate ließen nichts mehr von einer Schleimhülle um die Stäbchen herum erkennen.

Der *Bacillus Megatherium* De Bary verflüssigt in Gelatine-Stich gebracht den Nährboden ziemlich rasch, wie es im Reagensglas links unten auf Tafel V zur Darstellung gelangte. Wird aus der verflüssigten Gelatine ein gefärbtes Ausstrichpräparat hergestellt, so erhalten wir unter dem Mikroskop betrachtet ein Bild, wie es neben jenem halb verflüssigten Gelatine-Stich gezeichnet ist Die Stäbchen sind einzeln oder zu zwei in kurzen Ketten und liegen unregelmäßig im Gesichtsfelde. Aus einer längere Zeit im Eisschrank aufbewahrten Flasche pasteurisierter Milch züchteten wir eine Stäbchenart rein, die mit dem typischen *Bacillus Megatherium* alle Eigenschaften teilte, aber die Gelatine wenigstens in den drei ersten Tagen der Kultur auf Platten bei 20° nicht erweichte. Wenn in ein mit Gelatine beschicktes Reagensgläschen ein Stich mit diesem Mikroorganismus ausgeführt wurde, so entwickelte sich derselbe gut im Stich, die Wachstumsintensität im Stichkanal nahm von oben nach unten ab, während an der Oberfläche starke Ausbreitung stattfand, also eine aerobe Stäbchenart, welche aber die Gelatine nicht durch die Abscheidung eines peptonisierenden Enzyms verflüssigte. Wenn man von den jungen Gelatineplatten-Kolonien sog. Klatschpräparate anfertigte, indem ein sorgfältig gereinigtes Deckgläschen vorsichtig auf die Kolonien gelegt, dann abgehoben und mit wässerigem Fuchsin gefärbt wurde, so ergaben dieselben ein auffallend zierliches Bild (Präparat rechts unter dem Titel Bacillus Megatherium auf Tafel V.) Die Einzelindividuen waren zu mehr oder weniger langen Ketten angeordnet, die nebeneinander gelagert in vielfachen Windungen das Gesichtsfeld durchquerten. Aber schon am vierten Tage bildeten die Kolonien dieses *Bacillus Megatherium* auf der Gelatinplatte kleine Mulden und verflüssigten in der Folge den Nährboden sehr rasch. Die späteren Generationen verhielten sich hinsichtlich des Gelatineverflüssigungsvermögens vollkommen normal, so daß wir es also hier mit einer Variation zu tun hatten, die nur schwach ausgeprägt sich auch sehr rasch wieder verlor.

Anders verhielt es sich bei einem letzten Falle der Variation einer physiologischen Eigenschaft des *Bacterium fluorescens* L. et N. eines im Erdboden auf pflanzlichem Material etc weit verbreiteten Kurzstäbchens. Wir isolierten aus Gartenerde genannte

Bakterienart, die einen grünen fluoreszierenden Farbstoff bildet, und verbrachten dieselbe, nachdem wir uns versichert hatten, daß eine Reinkultur vorlag und daß die Gelatine rasch verflüssigt wurde, auf Agar-Strich. Nach zweimaligem Überimpfen auf frischen Nährboden zeigte sich zu unserm Erstaunen nach 6 Wochen ungefähr die Hälfte der auf Gelatineplatten ausgesäeten Keime als nicht mehr Gelatine verflüssigend, obwohl der grün fluoreszierende Farbstoff noch gebildet wurde. Eine die Gelatine noch rasch verflüssigende Kolonie wurde durch mehrmalige Plattenpassage abermals rein gezüchtet und verlor nach vierwöchentlichem Aufenthalt auf Agar-Strich die Eigenschaft der Gelatineverflüssigung vollständig, während alle andern Kulturmerkmale erhalten blieben. Im Gelatine-Stich beobachteten wir von oben nach unten abnehmendes Wachstum mit oberflächlicher kräftiger Ausbreitung und intensiver Produktion eines grün fluoreszierenden, in den Nährboden hinaus diffundierenden Farbstoffes (vide Tafel V rechts unten bei F.) Nach unserer heutigen Nomenklatur hatte sich also die Überführung einer Art in eine andere vor unsern Augen vollzogen, indem das gelatineverflüssigende *Bacterium fluorescens* zum nicht gelatineverflüssigenden *Bacterium putidum* wu de. Wir werden also gut tun diese beiden Kurzstäbchen nicht mehr als zwei verschiedene Arten auseinander zu halten, sondern sie nach dem Vorschlage von *Lehmann,* welcher über ähnliche Erfahrungen bezüglich der Verflüssigung berichtet, unter der Spezies *Bacterium fluorescens* L. et N. zusammen zu fassen und zwei Varietäten zu unterscheiden, nämlich *liquefaciens,* die verflüssigende und *non liquefaciens,* die nicht verflüssigende Varietät. Trotz vielfachen Bemühungen ist es uns nicht gelungen die nicht gelatineverflüssigende Varietät in die verflüssigende überzuführen.

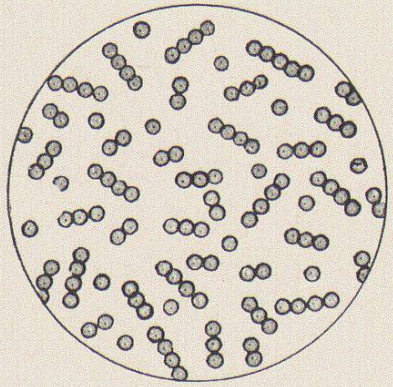
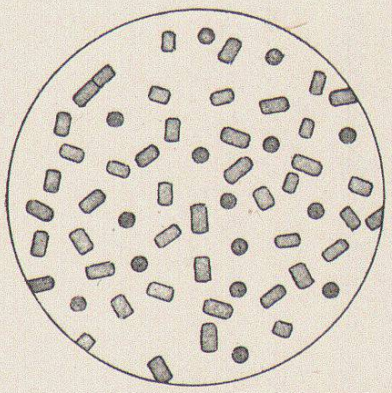
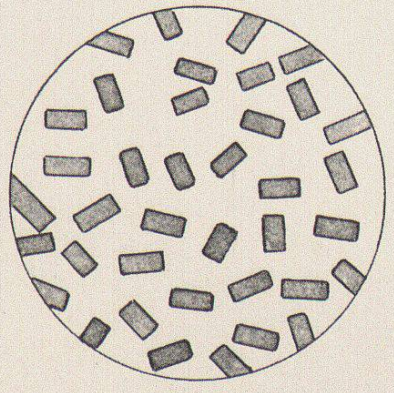
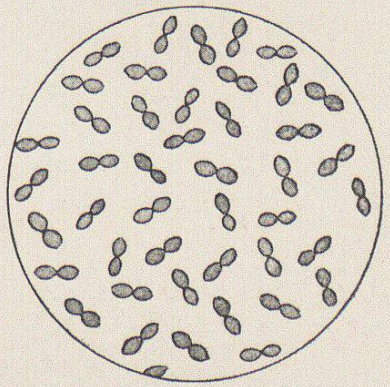
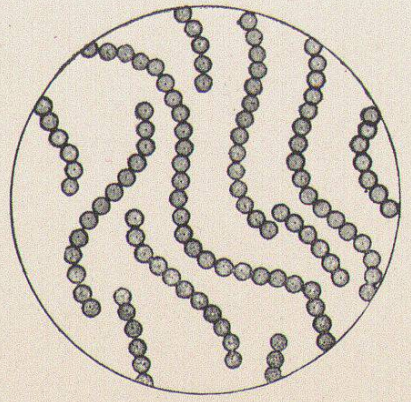
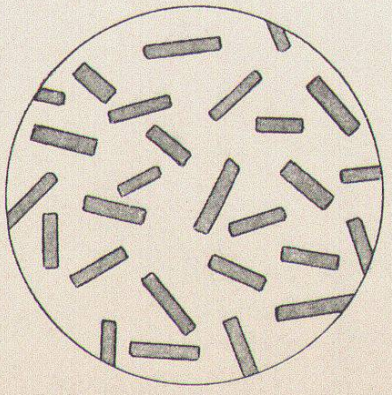
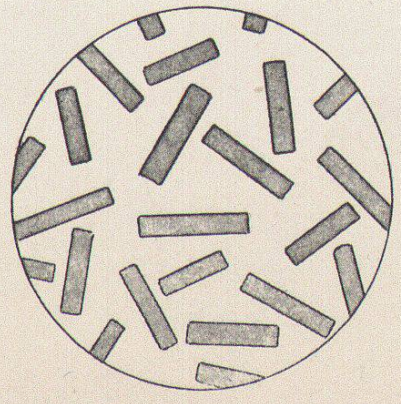
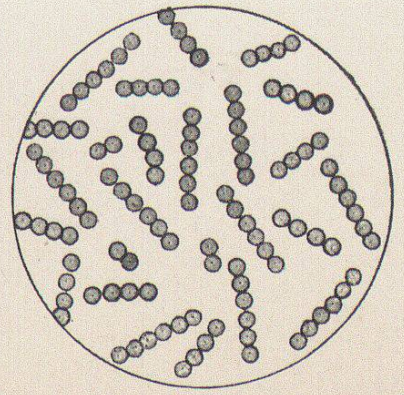
Aus dem in den beigegebenen Tafeln demonstrierten Materiale geht wohl deutlich hervor, daß sowohl morphologische wie physiologische Eigenschaften der Bakterien bis zu einem gewissen Grade der Veränderlichkeit unterworfen sind. Über den Grad der Veränderlichkeit einer Eigenschaft bei einer bestimmten Bakterienspezies, die sog. *Variationsbreite,* sind wir aber noch völlig im unklaren, und dieser Umstand ist es, welcher nach unserer Ansicht den heutigen Wirrwarr in der Bakteriensystematik heraufbeschwor. Es ist für den Forscher heute eine Strafe, wenn er, am Ende einer bakteriologischen Untersuchung angelangt, in den systematischen Werken

nachschlagen soll, ob eine vorliegende Bakterienart schon beschrieben wurde oder nicht. Nach stundenlangem geisttötendem Nachsuchen wird der Autor, wenn es sich nicht um eine der gewöhnlichsten Spezies handelt, meist zu dem Schlusse kommen: Ich weiß nicht, ob die vorliegende Art schon beschrieben ist oder nicht, auf jeden Fall sind die Merkmale der beschriebenen Arten nicht in der Vollständigkeit angegeben, daß ich zu identifizieren vermöchte. Es arbeiten in der bakteriologischen Systematik recht verschiedenartig geschulte Forscher. Neben den medizinisch ausgebildeten Bakteriologen wetteifern in der Art- und Gattungsfabrikation die Untersucher der technischen Gärungen und der biochemischen Prozesse in der Landwirtschaft, neben einer großen Anzahl anderer Forscher.

Um einen Einblick in das heute vollständig ungenießbare Sammelsurium der Bakteriensystematik zu gewähren, wollen wir nur mitteilen, daß beispielsweise *Migula* in seinem Sammelwerk nicht weniger als 50 Bakterienspezies, die einen grünfluoreszierenden Farbstoff produzieren, auseinanderhält, obwohl sie oft morphologisch kaum von einander zu unterscheiden und nur durch geringe physiologische Unterscheidungsmerkmale schwer zu trennen sind. Bei einigen vermag man bei bestem Willen in der Artdiagnose keine trennenden Unterschiede zu erkennen, und sie werden nur deshalb nicht in der gleichen Spezies untergebracht, weil der Autor, der sie isolierte, oder das Medium, dem sie entnommen wurden, in den einzelnen Fällen nicht die gleichen sind. Auf solcher Grundlage weiterfahrend, müssen wir uns in wenigen Jahren schon deshalb in der Artfabrikation einschränken, weil die Sprache nicht mehr imstande sein wird, die nötigen Namen zu liefern.

Wie kommen wir aus diesem Chaos heraus? Es wird von Jahr zu Jahr unwahrscheinlicher, daß durch

TAFEL I.

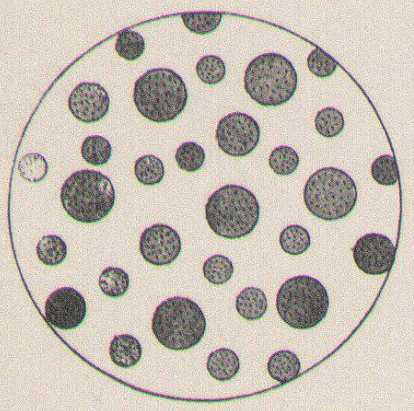
STREPTOCOCCUS AGALACTIAE ADTZ.	BACTERIUM AEROGENES L.ET N.	BACILLUS MEGATHERIUM D. BJ.	MICROORGANISMUS AUSMAZUM.
A	A	T	M
			
B	G	G	P
			

Dr. Max Düggeli: Der Speziesbegriff bei den Bakterien.

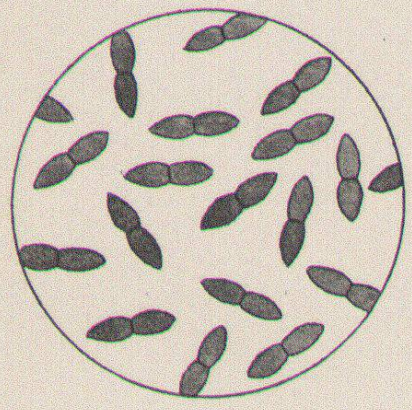
Maßstab 1200 : 1

AZOTOBACTER CHROOCOCCUM BEJ.

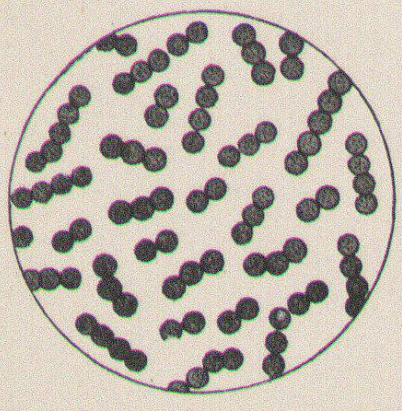
F. 5. 37°



W

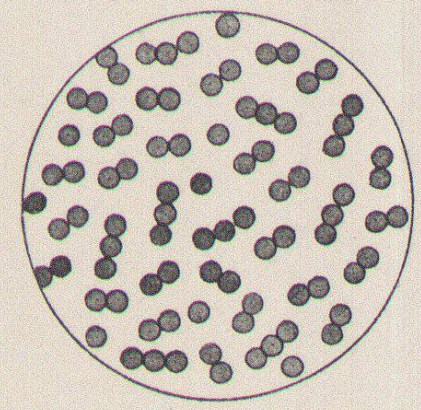


R

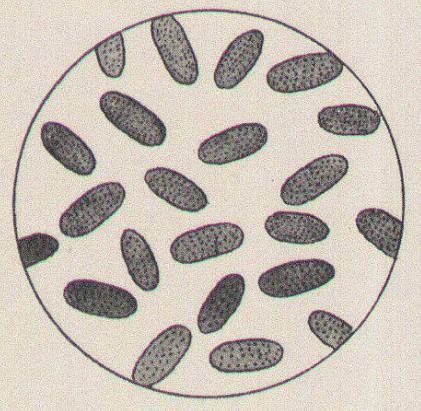


G

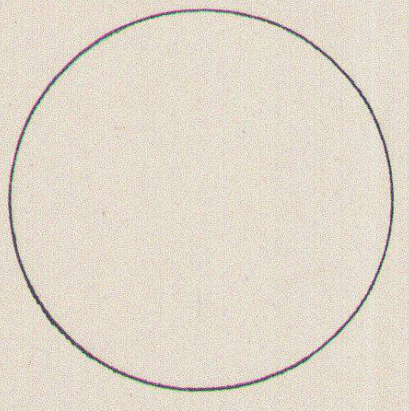
H 5. 37°



W

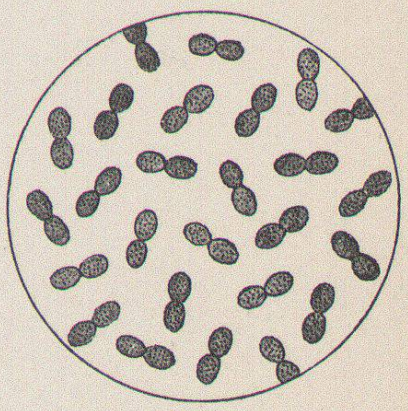


R

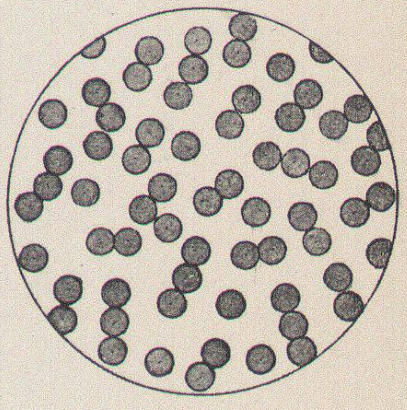


G

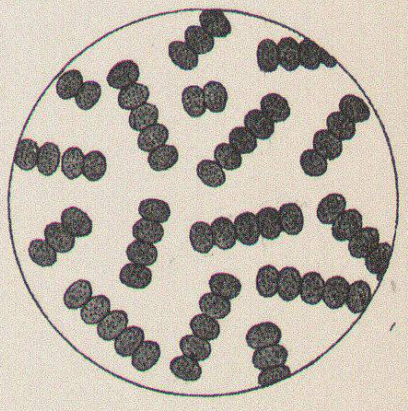
F. 5. 30°



W



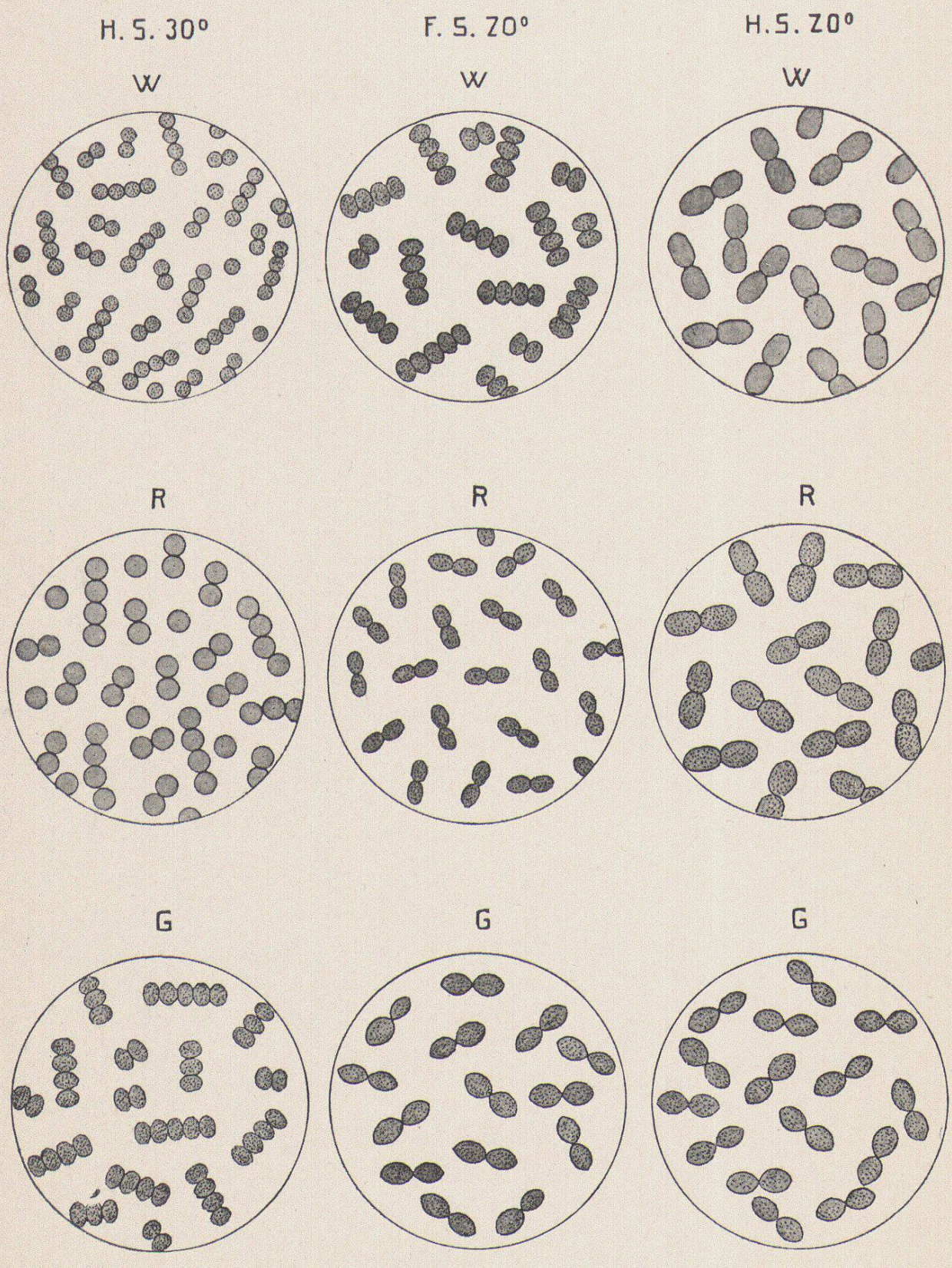
R



G

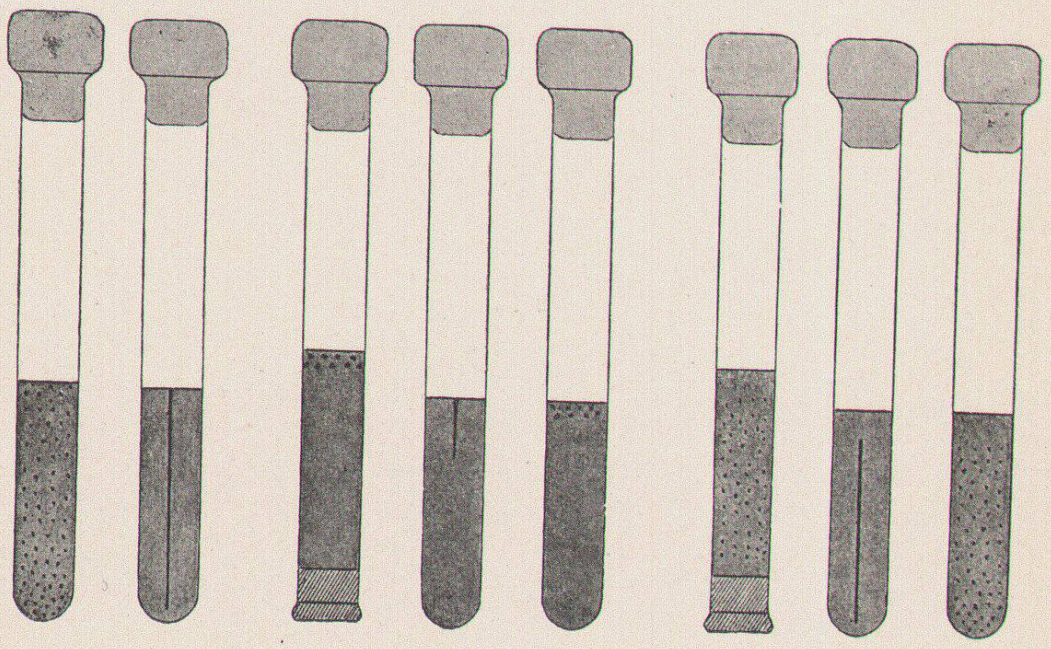
Dr. Max Düggeli: Der Speziesbegriff bei den Bakterien. Maßstab 1200 : 1

AZOTOBACTER CHROOCOCCUM BEJ.

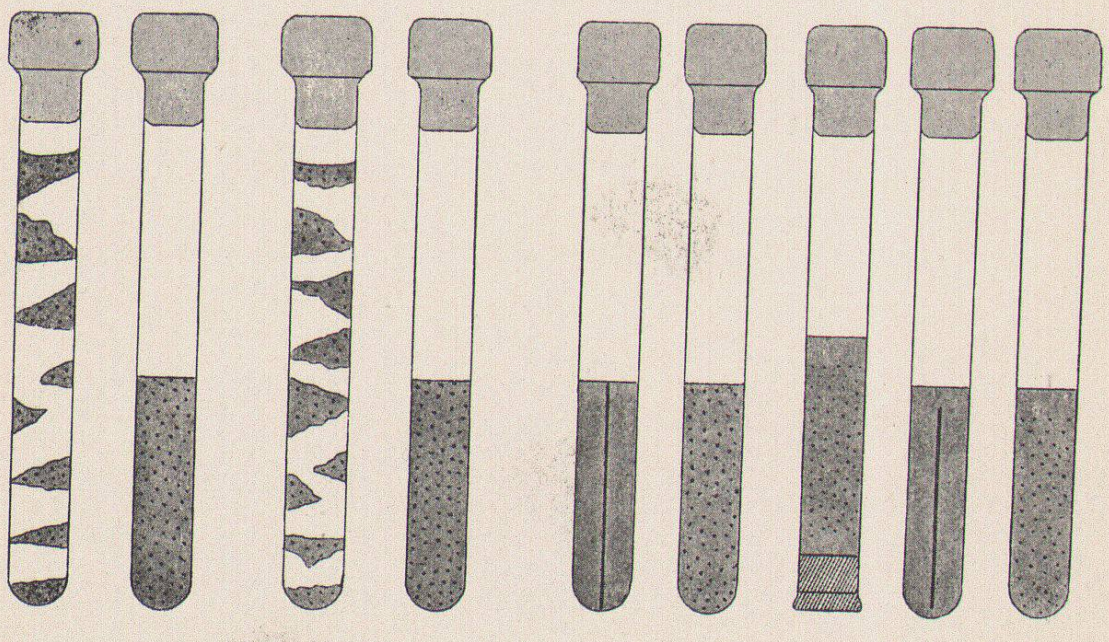


Dr. Max Düggeli: Der Speziesbegriff bei den Bakterien. Maßstab 1200 : 1

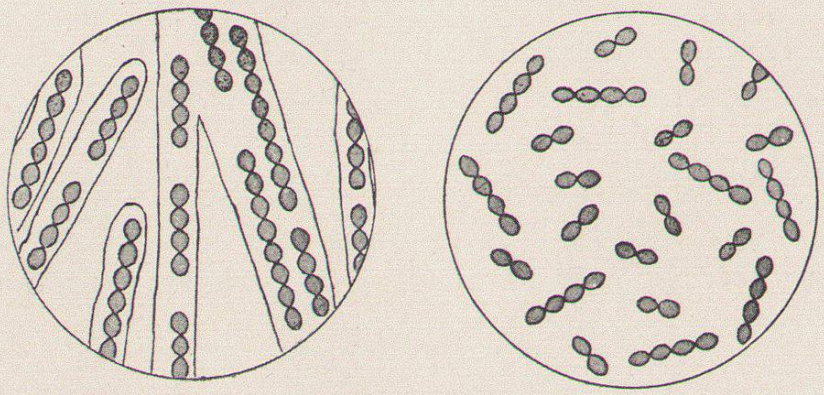
BACTERIUM GÜNTHERI L. ET N.



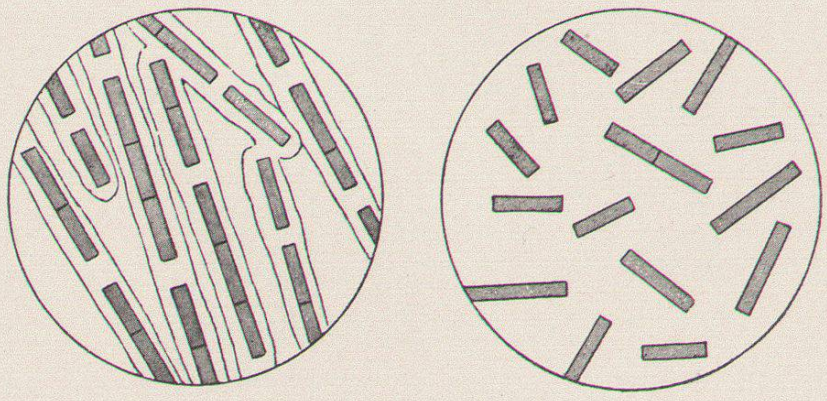
K A BACILLUS CASEI (FREUD.



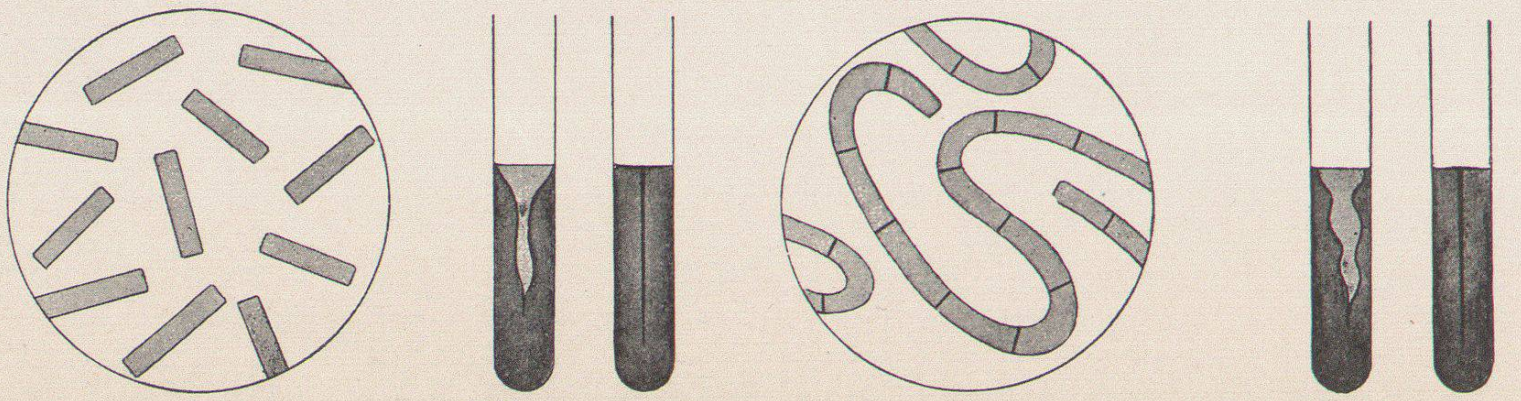
BACTERIUM GÜNTHERI L.ET N.



BACILLUS CASEI ‹FREUD.



BACILLUS MEGATHERIUM DE BARJ.



Maßstab 1200 : 1

neue Forschungen neue diagnostische Hilfsmittel sich erschließen, die, konsequent angewendet, uns die ersehnte Konstanz und scharfe Trennbarkeit der Arten enthüllen werden.

Ist es bei dieser Sachlage nicht zweckmäßig nach dem Vorschlage von *Lehmann* die Prinzipien, die sich bei den polymorphen Phanerogamen bewährt haben, möglichst vorsichtig auch auf die Bakterien anzuwenden? Wir müssen eine Anzahl besonders auffallender und weit verbreiteter Formen als *Arten* herausheben und sie genau und allseitig charakterisieren. Dann gilt es aber namentlich auch die Variationsbreite ihrer morphologischen und physiologischen Eigenschaften festzustellen. Um diese vollständig charakterisierten Arten, die wir auch *Typen* nennen könnten, würden wir die andern als Unterarten, Formen, Varietäten und Übergänge dieser Hauptarten gruppieren.

Zum Schlusse wollen wir an einem Beispiele kurz diesen Vorschlag erläutern. Angenommen, das *Bacterium Coli* Escherich sei ein solcher vollständig charakterisierter Bakterientypus. Nun isolieren wir aus Erde eine Bakterienart, die in ihren Eigenschaften mit dem typischen Bact. Coli in allem konstant übereinstimmt, ausgenommen nur die Zusammensetzung des aus Traubenzucker gebildeten Gases, indem die Menge des gebildeten Wasserstoffes sich zur Kohlensäure nicht verhält wie 2 : 1, sondern wie 1 : 1. Wir würden das aus Erde isolierte Bakterium bezeichnen als: Zur Gruppe des typischen Bact. Coli gehörend, vom Typus aber sich durch die Zusammensetzung des aus Traubenzucker gebildeten Gases unterscheidend. Durch diese Angabe kann jeder einigermaßen mit der Bakteriologie Vertraute sich eine genaue Vorstellung von dem neuen Mikroorganismus machen.

Der Speziesbegriff bei den parasitischen Pilzen

von ED. FISCHER.

Ein besonderes Interesse für die Beurteilung des Speziesbegriffes kommt den parasitischen Pilzen zu und zwar deßhalb, weil hier zur Unterscheidung der einzelnen Formen nicht nur morphologische Verschiedenheiten in Betracht gezogen werden müssen, sondern auch das biologische Verhalten. Untersuchungen aus neuerer Zeit[1]) haben nämlich immer zahlreichere Fälle zu Tage gefördert, in welchen zwei oder mehrere Formen bei völliger Übereinstimmung ihrer morphologischen Charaktere in Bezug auf die Wahl ihren Nährpflanzen scharfe und konstante Verschiedenheiten zeigen. Solche Formen hat man biologische Arten, Spezies sorores oder Formae speciales genannt. Es seien zur Illustration derselben nur zwei Beispiele herausgegriffen: Der bekannte Schwarzrost des Getreides, *Puccinia graminis,* lebt in seiner Äcidiengeneration bekanntlich auf der Berberitze, in seiner Uredo- und Teleutosporenform auf Gramineen. Er ist in morphologischer Hinsicht eine durchaus einheitliche Spezies, aber er zerfällt in eine Reihe von biologischen Arten, die in ihrer Uredo- und Teleutosporenform je an bestimmte Gräser gebunden sind: so läßt sich z. B. der Schwarzrost des Roggens nicht auf Weizen und Hafer, derjenige des

[1]) Untersuchungen von Plowright, Eriksson, Klebahn und andern; auch eine Reihe von Arbeiten aus dem botanischen Institut in Bern.

Hafers nicht auf Roggen übertragen. *Claviceps purpurea*, das Mutterkorn, muß ebenfalls in mehrere biologische Arten zerlegt werden: die auf *Lolium* lebende Form geht nicht auf Roggen über und umgekehrt, und doch lassen sich zwischen diesen beiden Formen morphologische Verschiedenheiten nicht auffinden.

Der Vortragende hat bei einer frühern Jahresversammlung unserer Gesellschaft diese biologischen Arten eingehender besprochen[1]). Es wurde dabei besonders die Bedeutung derselben für die Frage nach der Entstehung neuer Formen im Pflanzenreiche erörtert und gezeigt, daß wir sie als werdende Arten bezeichnen können. Heute soll nun dieser letztere Satz durch einige Abbildungen illustriert, und untersucht werden, wie sich die biologischen Arten zum Speziesbegriff verhalten.

Eines der günstigsten Beispiele zur Klarlegung der Beziehungen zwischen morphologisch distinkten und biologischen Arten bieten die *Puccinia*-Arten, welche auf Umbelliferen leben. Dieselben sind durch Lindroth[2]) in sehr eingehender Weise vom morphologischen und durch O. Semadeni[3]) vom biologischen Gesichtspunkte aus bearbeitet worden. Sie zeigen alle möglichen Abstufungen von morphologisch gut unterscheidbaren Spezies bis zu biologischen Arten. Die untenstehenden, mit dem Zeichenapparat entworfenen Bilder stellen eine kleine Auswahl

---

[1]) Die biologischen Arten der parasitischen Pilze und die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreich. Atti della Società Elvetica delle Scienze Naturali adunata in Locarno 1903. — Vergl. auch Ed. Fischer, Die Uredineen der Schweiz (Bd. II Heft 2 der „Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz") pag. L—LIX.

[2]) Die Umbelliferen-Uredineen. Acta societatis pro Fauna et Flora Fennica 22 No. 1. 1902.

[3]) Beiträge zur Kenntnis der Umbelliferen bewohnenden Puccinien (Dissertation Bern) Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten II. Abt. Bd. XIII 1904.

von Formen aus dieser Gruppe in 620facher Vergrößerung dar[1]).

Schon bei ganz oberflächlicher Untersuchung lassen sich die Arten, von denen hier die Rede ist, in 3 Typen einteilen: solche mit glatten oder wenig unebenen Teleutosporen (Fig. 1—4), solche mit netzig skulptierten Teleutosporen (Fig. 5) und solche mit warzigen Teleutosporen (Fig. 6). Lindroth unterscheidet sie als *Bullatae*, *Reticulatae* und *Psorodermae*. Genauere Untersuchung läßt nun aber innerhalb dieser Typen weitere Formen scharf auseinanderhalten.

Nehmen wir zunächst die *Bullatae* so zeigt z. B. der Keimporus der unteren Teleutosporenzelle in Bezug auf seine Lage konstante Verschiedenheiten: bei *Pucc. Libanotidis* (Fig. 1) befindet sich derselbe nahe bei der Querwand, während er bei andern Arten tiefer herabgerückt ist. Diese andern Arten, von denen wir nebenstehend *Puccinia Petroselini* (Fig. 2), *Puccinia Angelicae* (Fig. 3) und *Puccinia bullata* (Fig. 4) abbilden, differieren dann aber wieder von einander durch noch „kleinere" Merkmale: die Sporenwand ist bald etwas dicker bald dünner, das Verhältnis von Länge und Durchmesser der Teleutosporen wechselt innerhalb enger Grenzen u. s. w. Das sind nun alles Unterschiede, die nur auf ein „mehr oder weniger" hinauslaufen, sie sind so gering, daß, wie aus den Figuren hervorgeht, oft die individuellen Unterschiede zwischen den Sporen derselben Art auffälliger sind als die Speziesunterschiede. — Nach morphologischen Merkmalen lassen sich diese Arten nun nicht mehr weiter zerlegen. Aber Semadeni zeigte, daß einige derselben in biologische Arten zerfallen: Die *Puccinia Petroselini*, welche auf *Aethusa Cynapium* lebt, kann von der-

[1]) Dieselben sind aus meinen „Uredineen der Schweiz" entnommen.

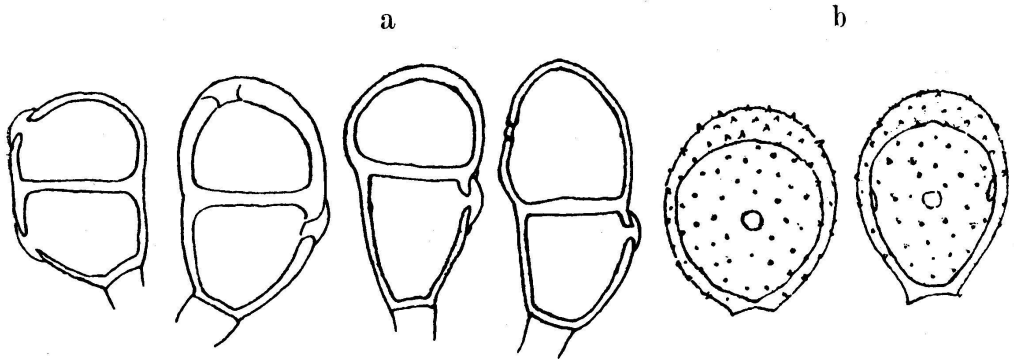


Fig. 1. Puccinia Libanotidis auf Libanotis montana.
a Teleutosporen, b Uredosporen.

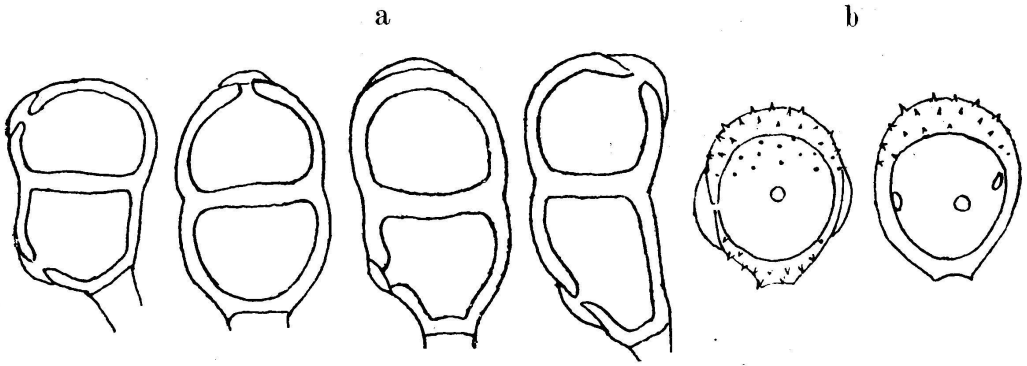


Fig. 2. Puccinia Petroselini auf Petroselinum sativum.
a Teleutosporen, b Uredosporen.

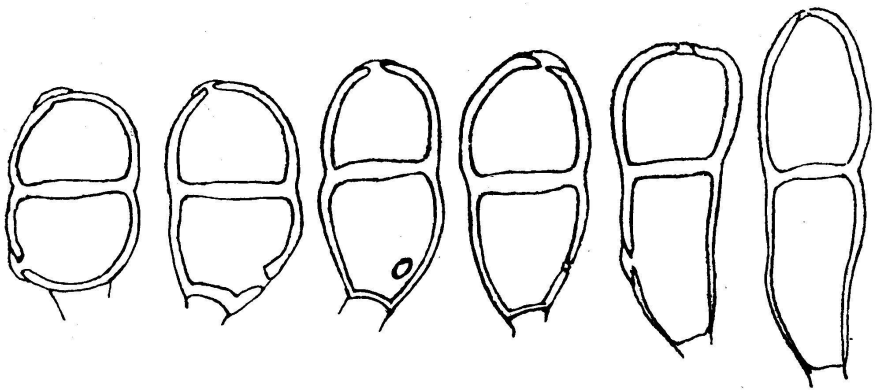


Fig. 3. Puccinia Angelicae auf Archangelica officinalis.
Teleutosporen.

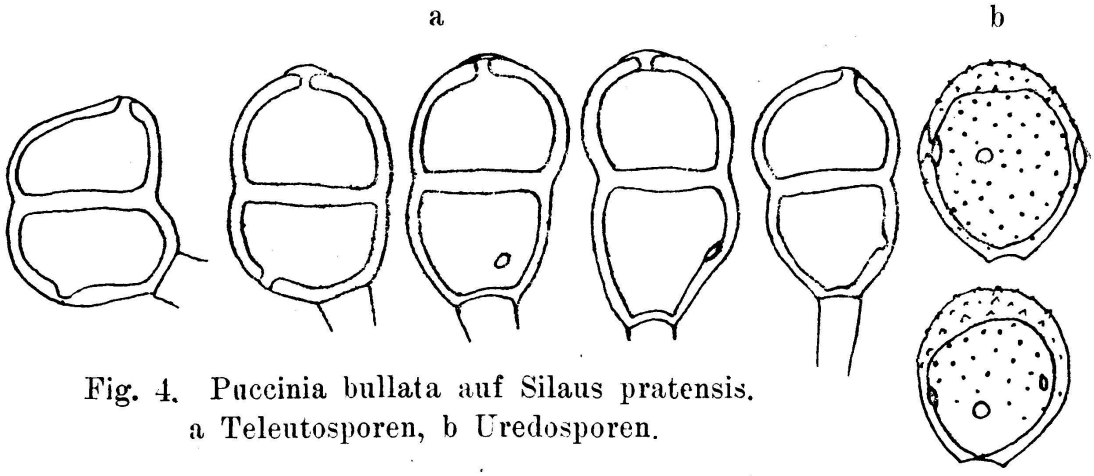


Fig. 4. Puccinia bullata auf Silaus pratensis.
a Teleutosporen, b Uredosporen.

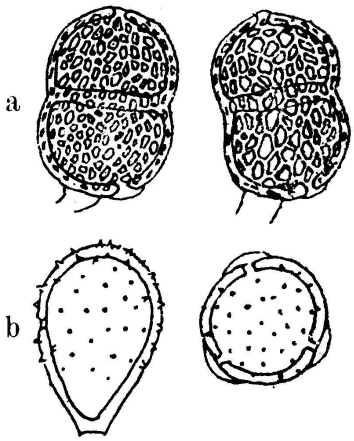


Fig. 5. Puccinia Chaerophylli auf Anthriscus silvestris.

a Teleutosporen,
b Uredosporen von der Seite und von oben.

In letzterer Ansicht sind die 3 Keimporen sichtbar.

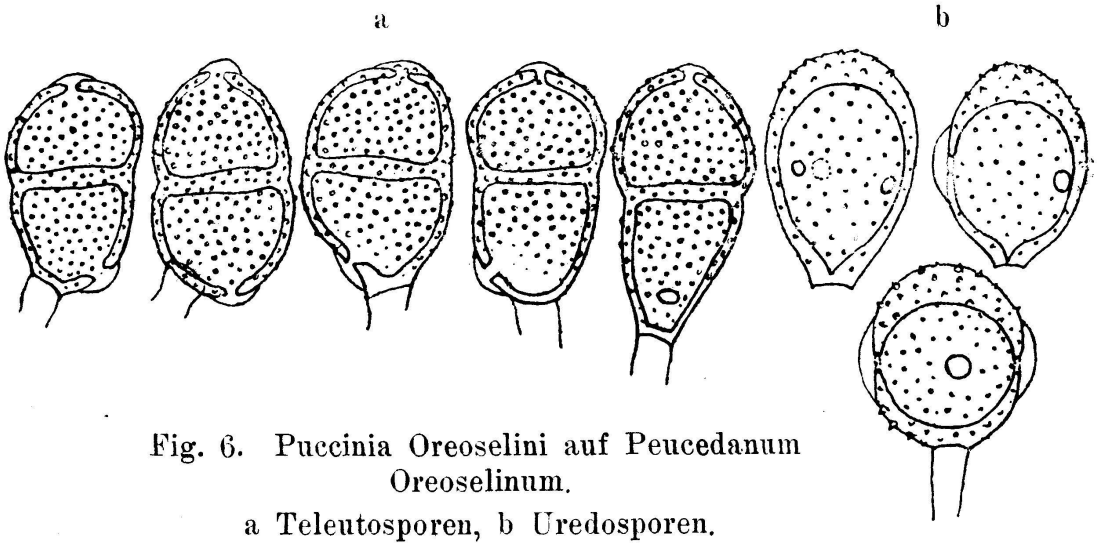


Fig. 6. Puccinia Oreoselini auf Peucedanum Oreoselinum.
a Teleutosporen, b Uredosporen.

jenigen auf *Petroselinum sativum* nicht unterschieden werden und doch läßt sich erstere nicht auf *Petroselinum* übertragen. Ebenso müssen die *Puccinia bullata* auf *Silaus pratensis* und auf *Thysselinum palustre* als besondere biologische Arten auseinandergehalten werden.

Ähnlich liegt die Sache für den Typus der *Reticulatae*. Derselbe umfaßt ebenfalls mehrere unter einander sehr ähnliche Arten, zwischen denen aber doch scharfe, wenn auch kleine Verschiedenheiten festgestellt werden können. Wir haben da z. B. *Puccinia Pimpinellae,* deren Uredosporen meist 2 Keimporen zeigen und *Puccinia Chaerophylli* mit 3 Keimporen (Fig. 5). Auch hier gelang es Semadeni, eine dieser Arten, nämlich *P. Chaerophylli,* bei experimenteller Untersuchung in zwei biologische Arten weiter zu teilen: die eine lebt auf *Chaerophyllum aureum* und geht nicht auf *Anthriscus* und *Myrrhis* über, die andere befällt *Anthriscus silvestris, A. Cerefolium* und *Myrrhis odorata*, aber nicht *Chaerophyllum aureum.*

Wenn wir diese Verhältnisse überblicken, so finden wir also eine kontinuirliche Abstufung von morphologisch auffällig verschiedenen Arten zu solchen, deren Verschiedenheit nur gering ist oder nur noch in einem „mehr oder weniger" besteht, bis schließlich zu den biologischen Arten. Könnte ich Ihnen statt der obigen kleinen Auswahl von Formen alle Arten dieser Gruppe vorführen, so würden Sie diesen Eindruck in noch viel höherem Grade gewinnen.

Zu dem was bisher gesagt wurde kommen noch Unterschiede verschiedener Formen in Bezug auf den Entwicklungsgang hinzu, in dem Sinne, daß einzelne Arten dieser Gruppe alle für die Uredineen bekannten Sporenformen aufweisen, während andere einen mehr oder weniger weitgehenden Verlust von Sporenformen zeigen,

ohne daß mit dieser Verschiedenheit auch morphologische Unterschiede Hand in Hand zu gehen brauchen.

Die Verhältnisse, welche wir für die Umbelliferen-Puccinien kennen gelernt haben, kehren nun in derselben oder in ähnlicher Form bei andern parasitischen Pilzen wieder und auch hier sind die Abstufungen zwischen morphologischen und biologischen Arten vielfach so geringe, daß es mir z. B. bei meiner monographischen Bearbeitung der schweizerischen Uredineen oft schwer fiel zu entscheiden, ob wir gewisse Formen als morphologisch verschiedene oder nur als biologische Arten ansehen sollten[1]). Eine scharfe Grenze besteht zwischen morphologisch distinkten und biologischen Arten nicht. Vom phylogenetischen Standpunkte aus kann man sich unter diesen Umständen der Schlußfolgerung kaum entziehen: es seien die biologischen Arten werdende Spezies, Spezies im status nascendi. Bei dieser Auffassung fallen natürlich die biologischen Arten ebensogut wie die morphologisch verschiedenen unter den Begriff der Spezies.

Eine andere Frage ist nun die, wie man sich in der systematischen Praxis mit diesen biologischen Arten abfinden soll.

Man könnte ja — und das wäre theoretisch durchaus zu rechtfertigen — alle Arten, die biologischen wie die morphologischen, auf eine Linie stellen, wie dies Klebahn in seiner Bearbeitung der wirtswechselnden Rostpilze[2]) tut, indem er jeder biologischen Art einen

[1]) So z. B. die Carexbewohnenden Puccinia-Arten, welche ihre Aecidien auf Ribes bilden.

[2]) Die wirtswechselnden Rostpilze, Versuche einer Gesamtdarstellung ihrer biologischen Verhältnisse. Berlin 1904.

besondern, allerdings dreifachen Namen gibt, z. B. *Melampsora Larici-epitea*, *Pucciniastrum Abieti-Chamaenerii*. Dagegen erheben aber die Systematiker energischen Protest, da sie von einer Beiziehung biologischer Merkmale in die Systematik nichts wissen wollen. Und sie haben auch insofern Recht, als eine solche Gleichstellung von biologischen und morphologischen Arten in praxi Unzukömmlichkeiten hat: Es kommen auf diese Weise Arten von gar zu ungleichem Verwandtschaftsgrade auf gleiche Linie zu stehen. Zudem besteht noch die weitere Schwierigkeit, daß nicht alle biologischen Arten gleich scharf von einander abgegrenzt sind: wie bei den morphologischen Arten, so gibt es nämlich auch bei den biologischen verschiedene Abstufungen in Bezug auf die Schärfe der Unterscheidung; so finden wir z. B. Formen, die nur dadurch von einander abweichen, daß eine bestimmte Nährpflanze von der einen leichter befallen wird als von der andern. Wo soll man unter solchen Umständen nach unten mit der Spaltung aufhören? Man wird sich daher willkürlich auf eine andere Abgrenzung einigen müssen und da ist eigentlich die einzig logische diejenige, welche an der Stelle den Strich macht, wo die morphologischen Unterschiede beginnen: Alle diejenigen Formen, welche in irgend einer Weise greifbare und konstante morphologische Verschiedenheiten zeigen, unterscheidet man als Arten[1]). Formen, deren Unterschiede nur sehr kleine sind, könnte man dann zu Collectivarten vereinigen, und innerhalb der Spezies würde man die biologischen Arten als Unterarten oder als Formae speciales[2]) auseinanderhalten[3]). Die Sache liegt also für die Praxis der Systematik so, daß man sich willkürlich auf einen bestimmten Speziesbegriff einigen muß. In Wirklichkeit gibt es aber hier genau genommen keinen Speziesbegriff, sondern wir finden Formen des verschiedensten Grades natürlicher Verwandtschaft. Und

etwas anderes ist ja wohl auch auf dem Boden der Descendenztheorie kaum zu erwarten.

Schärfere Grenzen findet man eher zwischen größeren Gruppen; so bilden z. B. die Gattungen *Puccinia* und *Uromyces* zusammen, dann *Gymnosporangium* und *Melampsora* gut begrenzte Formgruppen. Für solche wendet Wasmann [4]) den Begriff der natürlichen Art an.

---

[1]) Damit sind freilich für die Praxis die Schwierigkeiten nicht völlig beseitigt: wir haben oben gezeigt, daß man mitunter darüber im Zweifel bleiben kann, ob zwei Formen nur biologisch oder auch morphologisch von einander abweichen.

[2]) Bei heteroecischen Arten müsste man aber wieder Formae speciales verschiedenen Grades unterscheiden, je nachdem beide Nährpflanzen oder nur eine derselben verschieden sind.

[3]) Ich kann also dem Satz, den mir P. Hennings in seiner Besprechung meiner „Uredineen der Schweiz" entgegenhält (Hedwigia Band XLIV 1905 p. (105) zustimmen. Er sagt: „Es dürfte zweckmäßiger und in systematischer Beziehung richtiger sein, die Arten nur auf Grund morphologischer Merkmale abzugrenzen und die in biologischer Beziehung abweichenden Formen lediglich als solche der betreffenden Art einzuschließen ohne einen besondern Speziesnamen zu geben." Wenn ich in genannter Uredineen-Bearbeitung von dieser Norm abgewichen bin, so geschah es, wie ich l. c. auf p. LIX ausgeführt habe, deßhalb, weil ich in einer lokalen Monographie nicht Formen, die von alters her als Arten auseinandergehalten wurden, vereinigen konnte. Nach den hier dargelegten Gesichtspunkten hätten z. B. sämtliche oder doch die meisten schweizerischen Coleosporien in eine Spezies vereinigt werden müssen, da sie sich morphologisch gar nicht oder kaum unterscheiden lassen, und das wäre nicht wohl angegangen! Es mußte daher ein Kompromiß zwischen den oben dargelegten Grundsätzen und der Tradition geschlossen werden.

[4]) Die moderne Biologie und die Entwicklungstheorie. Freiburg i. B. 1904.

Demonstrationen zur Speziesfrage

von Dr. M. RIKLI (Zürich).

Das vom Referenten vorgelegte Demonstrationsmaterial sollte der Frage der Variabilität der Spezies von einigen **pflanzen-geographischen Gesichtspunkten** aus näher treten und zwar nach folgenden vier verschiedenen Richtungen.

I. Die **Variabilitätsamplitude** *einer Pflanze wird festgestellt durch eine eingehende monographische Bearbeitung dieser Art, unter Berücksichtigung eines möglichst reichhaltigen Vergleichsmaterials aus ihrem gesamten Verbreitungsgebiet.*

Das Demonstrationsmaterial veranschaulichte dies an Hand von zwei Beispielen aus der Gattung Dorycnium*).

a) ***Dorycnium (Bonjeania) hirsutum (L) Ser.*** zeigt gegen das südliche Mittelmeergebiet die Neigung allmählich zu verkahlen und zwar zunächst Stengel und Blätter, im südlichsten Teil jedoch auch die Kelchbehaarung; als Ersatz tritt in den Blättern eine reichliche Produktion von Gerbstoffen auf.

Auf Grund dieser abnehmenden Behaarung erfolgte die Unterscheidung von sechs, pflanzengeographisch allerdings nicht gleichwertigen Abarten. Vergleichen wir Nr. 1 und Nr. 6 miteinander, so ist der Unterschied ein so gewaltiger, daß ohne Kenntnis der Zwischenglieder die

*) Siehe RIKLI M., *Die Gattung Dorycnium* mit 4 Tafeln Engler's bot. Jahrb. Bd. XXXI Heft 3 (1901) pg. 314—404.

beiden Pflanzen leicht als selbständige, gute Arten erklärt werden könnten; in Wirklichkeit sind aber alle sechs Varietäten durch gleitende Mittelformen miteinander verbunden.

1. ***var. incanum (Loisl.) Ser.*** Pfl. mit ± anliegender dicht wollig-zottig filzig, weißlicher Behaarung. — Typisch nur an der Riviera di Ponente und im nördlichen Korsika; Annäherungsformen auch in Dalmatien (Insel Lacroma, Lissa.)

2. ***var. tomentosum Rikli.*** Pflanze mit kurzen Filzhaaren und dazwischen ± langen Borstenhaaren. Viel verbreiteter, reichlich in Italien, nördlich bis ins Südtirol und österreichische Litoralgebiet, in Korsika, Sardinien und Dalmatien.

3. ***var. hirtum Rouy.*** Pflanze mit zerstreuter bis reichlicher ± abstehender Behaarung, jedoch ganz ohne kurz anliegende Filzhaare. Ist der durch das ganze Mittelmeerbecken von Portugal bis nach Syrien allgemein verbreitete Typus.

4. ***var. ciliatum Rikli.*** Wie vorige, aber Haare der Blätter kürzer, besonders am Blattrande und auf dem Mittelnerv ± dicht borstig wimperig, Behaarung auf der Blattfläche dagegen spärlich bis fehlend. -- Nur im südlichen Spanien und auf den Bergen Griechenlands.

5. ***var. glabrescens Rikli.*** Unterer Teil der Pflanze ganz kahl; obere Blätter am Rande und auf dem Mittelnerv zerstreut wimperig, Blattfläche aber kahl. — Mogador (Marokko) leg. Broussonet. Belegpflanzen im Herb. Helv. des eidg. Polytechnikum.

6. ***v. glabrum Rikli.*** Ganze Pflanze vollständig kahl, selbst die Kelche ohne jegliche Behaarung. Diese Varietät ist nur in einem einzigen Belegexemplar im herb. der Kgl. bayrischen Ludwigs-Maximilians Univer-

sität in München vertreten. Die Originaletiquette von Schnitzlein trägt den Vermerk: Bonjeania hirsuta affinis, sed omnino glabra. — Graecia.

b) ***Dorycnium herbaceum Vill.*** *Als Beispiel für die Variabilität einer Art an der Grenze ihres Verbreitungsareals.* R. v. Wettstein in Wien hat an Hand von morphologischen Bearbeitungen der Gattungen Gentiana Sect. Endotricha und Euphrasia gezeigt, wie eine ganze Reihe von Arten dieser beiden Genera an der Grenze ihres horizontalen oder vertikalen Verbreitungsareals ein größeres Variationsvermögen zeigen*). Dies gilt auch für D. herbaceum Vill.

Als Typus bezeichnen wir die unter dem Namen ***var. genuinum Rikli*** beschriebene Pflanze mit kurzen dreieckigen Kelchzähnen die nur $^1/_3$—$^1/_2$ so lang als die Kelchröhre sind, Kelch mit zerstreuter, kurz angedrückter Behaarung. Diese Pflanze gehört dem Zentrum des Verbreitungsgebietes von D. herbaceum Vill. an; sie umfaßt den mittleren Teil des Mittelmeerbeckens: Südfrankreich, Italien, (mit Massenzentrum im nördlichen und mittlern Teil der Halbinsel), Süd-Schweiz, Dalmatien bis Bosnien.

Von diesem Typus lassen sich nun je ein eine *nördliche, östliche* und *südliche Grenzform* unterscheiden und zwar:

1. ***f. septentrionale Rikli.*** Blätter schmaler. Kelche locker-langhaariger mit länglich-lanzettlichen Kelchzähnen. Frankreich (Franche Comté) und Südtirol.

2. ***f. intermedium (Ledeb.) Rikli.*** Blätter breiter, hauptsächlich am Rande wimperig und obere Stengelteile stark abstehend behaart. Östliche Form von Ungarn und Dalmatien durch Macedonien, Siebenbürgen,

*) Wettstein. R. v. Grundzüge der geographisch-morphologischen Methode der Pflanzensystematik. Jena. G. Fischer 1898.

Krim, Kaukasien bis Russisch-Armenien; z. T. jedoch neben dem Typus.

3. ***f. glabratum Aschers.*** Pflanze oft beinahe kahl, selbst die Kelche zeigen zuweilen nur noch an ihrem Rande eine kurz wimperige Behaarung. — Verbreitung:

Formenkreis von Nasturtium palustre (Leysser) DC.

Süd-Italien, Griechenland, griechische Insel und südliches Dalmatien.

II. **Einfluss des Standortwechsels einer Art.** Unter diesen Gesichtspunkt fällt auch eine bisher viel zu wenig beobachtete und verfolgte Erscheinung, der **Apophytismus**, d. h. der Vorgang, daß einzelne ursprüng-

lich autochtone Bestandteile unserer einheimischen Pflanzenwelt in folge des Eingehens ihrer natürlichen Standorte Neigung zeigen zu mehr oder weniger ausgesprochenen Anthropochoren zu werden, d. h. sich den Kunstbeständen und den durch Kultur geschaffenen Standorten anzugliedern, womit sehr oft auch morphologische Umformungen verbunden sind.

Als Beispiel wird der Formenkreis von ***Nasturtium palustre (Leysser) DC.*** erörtert. Die Brunnkressenarten sind in der mitteleuropäischen Flora fast nur durch ausgesprochene Sumpfpflanzen vertreten. Dies gilt ganz besonders auch für N. palustre, welche an Seeufern, Torfgräben, an Bächen und in Sumpfwiesen ihre natürlichen Standorte hat. Nun zeigt aber diese Pflanze vielfach das Bestreben auf das feste Land überzugehen. Aus dem Straßengraben gelangt sie als Ruderalpflanze auf die Straße selbst; aus dem See auf dessen künstliche oder natürliche Verlandungszone. Mit diesem Standortswechsel geht eine habituelle Umformung Hand in Hand; sodaß Nasturtium palustre in eine Sumpf- und in eine Landform zerfällt. Von jeder dieser Formen kennen wir wieder, aus dem oberen Grenzgebiet ihres vertikalen Verbreitungsareals, je eine alpine Kümmerform.

Der Formenkreis von N. palustre zeigt somit folgende Gliederung:

a) ***f. laxa Rikli.*** Sumpfform. — Ausgezeichnet durch den schlaffen Wuchs, des öfters niederliegend-aufsteigenden Stengels. Blätter größer und dünnlaubiger, ihre Abschnitte breiter. Besonders groß ist der Endabschnitt. Fruchttraube stark verlängert, Fruchtstiele ± abstehend bis herabgeschlagen. (Fig. 1).

subf. alpestris Rikli. — Alpenform von a). (Fig. 2). Wuchs gedrungener, Blätter derber, fast nur grundständig, Stengel wenig verzweigt, höchstens $1^1/_2$—2 mal so

lang als die Basalblätter. Kt. Graubünden 1500—1700 m. Ober-Engadin, Lenzerheide.

b) ***f. erecta Brügger.*** Landform. — Stengel steif aufrecht, 20—80 cm hoch. Blätter kleiner, derbsteiflich. Abschnitte entschieden schmaler, Endabschnitt nur wenig größer als die oberen Seitenabschnitte. Fruchttrauben gedrängter mit mehr aufrecht bis wagrecht abstehenden Fruchtstielen. (Fig. 3).

subf. alpestris Rikli. — Alpenform von b). (Fig. 4). Kleinwüchsiger, nur 10—15 cm hoch, durch Fehlschlagen öfter wenig schotig; 1450—2000 m., Verlandungszone von Gebirgsseen.

Gegenüber diesen Standortsformen wird noch eine *var. pusillum* DC. unterschieden, doch ist die biologische Deutung dieser Pflanze heute noch nicht abgeklärt. (Fig. 5).

III. Vergleichung derselben Art aus zwei oder mehreren vollständig von einander losgelösten Verbreitungszentren.

Diese Vergleichung ergibt fast immer, daß diese Pflanzen nicht vollständig übereinstimmen: kleine aber konstante, morphologische Abweichungen lassen die Ausbildung von mehr oder weniger lokal begrenzten *„petites espèces“* erkennen, oder es sind doch zum mindesten biologische Unterschiede wahrnehmbar, sodaß man von *„biologischen Rassen“* sprechen kann. Hierher gehören auch viele *Konvergenzerscheinungen,* d. h. ähnliche vom Typus abweichende Formen sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen, sie sind daher nicht gleichwertig, sondern von verschiedener systematischer Wertschätzung.

Für die mitteleuropäische Flora kommen in erster Linie die Arten in Betracht, welche gleichzeitig alpin und nordisch sind, im Zwischengebiet aber fehlen.

Als Beispiel wählen wir die **Arve.**

Es sind zunächst zweierlei Arven zu unterscheiden:
a) *Die Baumarven.* b) *Die Legarven.*
Betrachten wir zunächst die Letzeren.

Die Legarven. Im Nordosten von Asien, östlich von Werchojansker Meridiangebirge, ist Pinus cembra nur in einer knieholzartigen, an unsere Legföhre erinnernden Form vorhanden. Diese legföhrenartige Arve dürfte wohl als *besondere Unterart* aufzufassen sein. Dafür sprechen:

1. Übergänge zu der Baumarve lassen sich weder an Herbariummaterial nachweisen, noch werden solche von den Forschungsreisenden jener Gebiete erwähnt.

2. Auch in Kultur behält diese Legarve ihren Charakter unverändert bei.

3. Die Straucharve Ostasiens ist hauptsächlich ein Gebirgsbaum, der, in tieferen Lagen trotz klimatisch und edaphisch günstigeren Verhältnissen, plötzlich verschwindet, anstatt besser zu gedeihen und sich zur Baumarve zu erheben.

4. Zwischen den Gebieten der Strauch- und Baumarve scheint wenigstens im nördlichen Sibirien, westlich von der Lena, ein Areal eingeschaltet zu sein, in dem die Arve ganz fehlt. So ist die Legarve gegenüber der Baumarve des nördlichen Eurasiens auch pflanzengeographisch schärfer abgegrenzt, als man früher vielfach anzunehmen geneigt war.

Im alpinen Verbreitungsgebiet der Arve war die Legarve bisher unbekannt. Zur Zeit mit einer monographischen Bearbeitung der Arve beschäftigt, habe ich in einem, besonders an das schweizerische Forstpersonal gerichteten Zirkular, auch die Frage aufgenommen: „Gibt es in Ihrem Gebiet legföhrenartige Arven.“ Diese Frage ist nun von verschiedener Seite bejat worden. Zuerst wollte ich diesen Angaben keinen rechten Glauben

schenken; als aber auch photographische Aufnahmen und Skizzen eingingen, und als ich im vergangenen Juni im Hintergrund des Turtmanntales selbst Gelegenheit hatte, solche knieholzartigen Arven zu beobachten, da mußte mein Zweifel als unberechtigt dahinfallen. Immerhin lehrt das vereinzelte Auftreten, besonders in Lawinenzügen und Steinschlägen, oder in ganz windoffenen Lagen, daß die nordische und alpine Legarve offenbar nicht dasselbe sind. Die alpine Legarve möchte ich als **Pseudolegarve** bezeichnen; es ist nur eine korrelative Katastrophenform. Der Hauptsproß ist immer kurz über dem Boden abgebrochen; oft ist der Stummel zwischen Steinen und Moos ganz versteckt — eine Reihe von Seitenzweigen entwickeln sich dann annähernd gleichstark niederliegend aufsteigend. Fruktifizierend sind solche Pseudolegarven bisher nicht bekannt. Typische Pseudolegarven finden sich nach Forsttechniker Peterelli jun. im Val Tuors im Bergün und nach Angabe von Konservator Bächler von St. Gallen am Sardona im St. Galler Oberland. Ich kenne sie außerdem aus dem hintersten Turtmanntal und aus der Kampfzone des Grächener-Bergwaldes im Nikolaital.

Die Baumarven. Sehr lange wurde die alpin-karpathische Arve mit der nordrussisch-westsibirischen Arve für identisch gehalten. Eine genauere Vergleichung ergibt jedoch einige Unterschiede, die allerdings meistens biologischer Natur sind.

a) *Morphologische Unterschiede.* Die Samenschale der nordischen Arve ist viel dünner, sodaß dieselbe von einer kräftigen Hand zerdrückt werden kann.

Von besonderem Interesse ist eine Korrelationserscheinung, auf die wir auch an dieser Stelle hinweisen möchten. Arvennüßchen sind eine Lieblingsnahrung des Tannenhähers **(Nucifraga caryocatactes).** Nun gibt es nach Nehring zwei Rassen dieses Vogels *var. leptorhynchus*

mit viel schwächerem, dünneren Schnabel und *var. pachyrhynchus* mit kräftigem Schnabel; ersterer lebt im Norden, letzterer in den Alpen und in Mitteleuropa.

b) *Biologische Unterschiede.* Die biologischen Unterschiede weisen darauf hin, daß die nordische Arve noch lebenskräftiger ist, indem alle Wachstums- und Entwicklungsvorgänge viel rascher verlaufen. Nämlich:

1. Raschere Keimung, meist schon im ersten Jahr nach der Samenreife; bei der Alpenarve keimen dagegen die Samen, wenn sie sich ganz selbst überlassen werden, zum größeren Teil erst im zweiten Jahr.

2. Keimpflänzchen zunächst zarter, kleiner. Nadeln freudiger grün.

3. Jahrestriebe jedoch später, bald kräftiger und länger werdend.

4. Mittlere Lebensdauer der Kurztriebe $3^1/_2$ Jahre (*May*), der alpinen Arve dagegen meist 5—6 Jahre.

5. Sibirische Arve wird bis 42 m hoch, während als Maximum der alpinen Arve nur eine Höhe von 24 m bekannt ist.

Unter Ausschaltung der Korrelationsformen kommen wir daher zu folgender systematischer Gliederung von Pinus cembra L.

I. P. cembra L. s. sp. **typica.** — Baumarve.

a) *v. subarctica.* Nordische Arve: Nord-Rußland, Ural, Westsibirien bis Altai.

b) *v. alpina.* Alpen und Karpathen.

II. P. cembra L. s. sp. **pumila (Regel)** Rikli. Legarven. Ostasien, östlich von der Lena, vom Altai und vom Baikalsee.

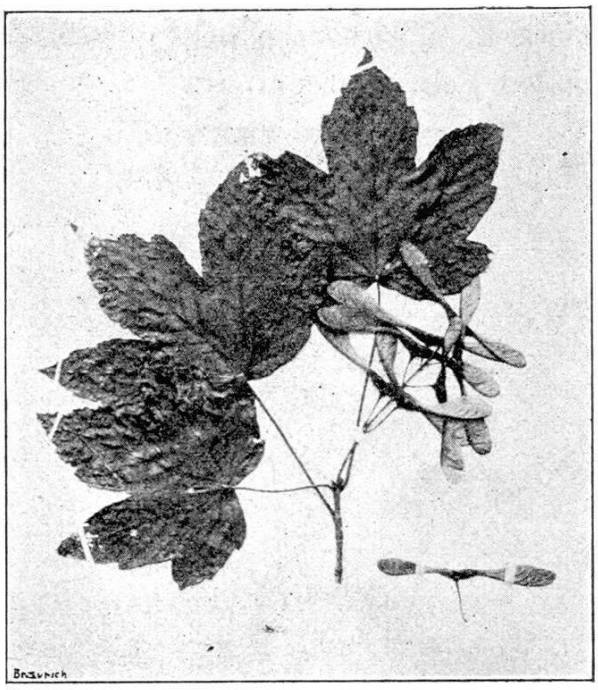
IV. Studium der Abnormitäten.

Früher sehr vernachläßigt beginnt man, seit dem *Hugo de Vries* seine Mutationstheorie aufgestellt hat, denselben erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Die ab-

normen Abweichungen zerfallen übrigens in zwei Kategorien, die aber oft nur sehr schwer auseinander zu halten sind, nämlich in die **Mißbildungen** und in die **Mutationen**; erstere tragen einen krankhaften Charakter, letztere dagegen könnten, wenn wir nicht Kenntnis vom Typus hätten, für ganz normal entwickelte Pflanzen gelten. Für beide ist bezeichnend, daß sie verhältnismäßig selten und sporadisch, oft nur in einem oder in wenigen Exemplaren auftreten. Unter Mutation versteht H. de Vries bekanntlich eine erbliche, sprungweise Abänderung. Oft sind solche Mutationen Atavismen, d.h. es sind gewissermaßen frühere Stadien aus der Entwicklungsreihe der betreffenden Spezies. Dies ist z. B. der Fall für die vorgewiesene, nicht gerade besonders seltene Abänderung der Esche mit einfachen Blättern: *Fraxinus excelsior L. v. monophylla Desf.* Dieselbe findet sich in 2 Exemplaren gegen das Westende der Lägern bei Baden (Kt. Aargau) leg. C. Schröter und M. Rikli; auch vom Zürichberg ist uns seit einigen Jahren ein Baum bekannt. Hin und wieder sieht man in Parkanlagen diese Spielart auch angepflanzt, so z. B. in Luzern leg. Dr. Markus.

Im Jahre 1901 fand ich im Bergwald ob der Axenstraße bei Brunnen, in der Nähe der Abzweigung der Fahrstraße nach Morschach, bei c 490 m. Meereshöhe, mitten unter normal entwickelten Sträuchern von Coronilla emerus L. ein einziges stattliches Exemplar, bei dem die Laubblätter fast ausnahmslos nur aus dem auffallend stark entwickelten Endblättchen bestanden. Die seitlichen Fiederblättchen waren meistens ganz unterdrückt. Diese Mutation benannte ich **Coronilla emerus L. var. monophylla Rikli.** Auf wiederholten Exkursionen hatte ich in den folgenden Jahren Gelegenheit, diese Pflanze immer wieder zu beobachten. Schon im Jahre 1902 traten nun an dem langen, das Endblättchen tragenden Blattstiel,

öfters aber meist unregelmäßig einzelne Seitenfiederchen auf. Am 28. Juli 1903 sammelte ich vom gleichen Exemplar wieder Material; fast alle Blättchen sind nun 3 oder 5 zählig, kein einziges aber 7 oder 9 zählig wie bei der normalen Pflanze. Und endlich als ich die Stelle wieder im Juli dieses Jahres (1905) besuchte, konnte ich den Strauch nicht mehr erkennen, denn die Blätter waren ganz normal entwickelt. Aus der Literatur sind mir keine analogen Fälle einer *spontan individuell-temporären Abänderung* bekannt. Diesem Fall schließt sich ein zweiter an; es betrifft dies den von mir beschriebenen und auf nebenstehender Figur dargestellten Bergahorn: *Acer pseudoplatanus f. distans. Rikli lus. nov. (1903.)* Dieser Baum zeigt sehr abweichende Früchte; die beiden Teilfrüchte stehen vollständig horizontal ab. Die Carpiden sind zudem nur schmal geflügelt und an ihrer Basis stielartig zusammengezogen. Dieser Baum fand sich als einziges Exemplar bei Seewis im Prättigau (Kt. Graubünden) bei 1200 m und wurde uns von Herrn Dr. O. *Amberg* im August 1901 zugeschickt. Das eine Merkmal der Mutation, sprungweise Abänderung, war gegeben; ob das andere auch zutrifft, wird erst nach Jahren zu entscheiden sein, wenn einst die aus den



Acer pseudoplatanus lus. distans.

Samen gezogenen Sämlinge zu stattlichen Bäumen herangewachsen, selbst wieder fruktifizieren. So lange brauchen wir aber nicht zu warten, denn durch Herrn Dr. O. Amberg erfahre ich, daß derselbe Baum in diesem Jahre (1905) wieder ganz normale Früchte entwickelt hat. Man könnte vielleicht solche Fälle, die wahrscheinlich gar nicht so selten sind, als *individuelle Temporärmutationen* bezeichnen. Aus Seewis erhielten wir vor einigen Jahren durch Herrn Major *Hohl* grünlich weißfrüchtigen Hollunder **(Sambucus nigra L. v. virescens Desf.)**, gewachsen mitten unter normalen Schwarzfrüchtlern.

Über die Mutationen der Hirschzunge

von C. SCHRÖTER (Zürich).

Der Referent demonstriert eine Sammlung von Mutationen der Hirschzunge (*Scolopendrium vulgare*), aus den Kulturen des Herrn Mertens, Landschaftsgärtner in Zürich stammend. Dieses Farnkraut zeichnet sich durch einen ungeheuren Formenreichtum aus; die extremsten Abweichungen lassen kaum noch die Zugehörigkeit zur Stammform erkennen. *Lowe**) beschreibt 375 differente Abänderungen, von denen 228 in England vereinzelt wild aufgefunden, die übrigen aus Sporen erzogen wurden**). Sie tragen durch ihr sprungweises, vereinzeltes Auftreten und durch ihre Samenbeständigkeit den Charakter von Mutationen. Nach den Angaben englischer Züchter soll die Erblichkeit in der Art lokalisiert sein, daß die Sporen von normalen Blatteilen normale Pflanzen erzeugen, die Sporen von abnormen Teilen desselben Blattes aber abnorme Formen; eine wissenschaftliche Prüfung dieser Angaben liegt aber nicht vor.

Die Abänderungen des Blattes lassen sich etwa folgendermaßen gruppieren: (vgl. Tafel); Fig. 1 zeigt die Normalform.

---

*) *E. J. Lowe*, Our native ferns. vol. II. London 1867. — Vergl. ferner *Th. Moore*, Nature printed ferns, II. Bd. London 1859; *E. J. Lowe*, New and rare ferns, London 1870. — Ich verdanke d. Mitteilung dieser Bücher der Freundlichkeit der Hrn. Dr. *Christ* in Basel und Dr. *Wirtgen* in Bonn.

**) Ein irischer Pflanzenzüchter, *Patrick B. O'Kelly* in Ballyvaughan, Clare, Irland, bietet in seinem Katalog nicht weniger als 540 verschiedene Varietäten von Scolopendrium an, von denen er 368 in der Umgebung seines Wohnortes wild gefunden hat.

Größe (normal: 6—60 cm): sehr kleine Blätter (3 cm).

Umriß (normal: zungenförmig, breit-lineal) breit-elliptisch, herzförmig, Fig. 2, rundlich, Fig. 3, schmallineal Fig. 7, 8, 10, (depauperate Formen).

Rand (normal: glatt, und ganz) gekerbt, gezähnelt, Fig. 5, mehr oder weniger gewellt, Fig. 11, (undulate Formen) oder kraus, Fig. 15, (crispate Formen).

Fläche (normal: ganz, eben) mit flügelartigen Auswüchsen parallel dem Rande, Fig. 4 (marginate Formen),

mit zahlreichen hornartigen Auswüchsen auf der Fläche, Fig. 8, (muricate Formen),

mit vortretenden Seitenrippen (lineate Formen),

mehr oder weniger fiederteilig, Fig. 7, 10, 14 (fissile Formen) korkzieherförmig gedreht.

Basis (normal: herzförmig) pfeilförmig, Fig. 13.

Mittelrippe aus der Fläche sich loslösend und als hornförmiges Anhängsel endigend, Fig. 5 (cornute Formen).

Seitennerven (normal: gegabelt und nicht anastomosierend) netzförmig anastomosierend.

Spitze (normal: spitz) breit, abgerundet, Fig. 2, 9; bleibend eingerollt, Fig. 10.

Farbe (normal: gleichmäßig grün) bunt gestreift, mit gelblichen und weissen Streifen.

Sori (normal: länglich, mit Schleier, nur auf der Unterseite) nackt, ohne Schleier; auf beiden Seiten ausgebildet, Fig. 6*), breit und zusammen-

---

*) Diese Sori der Oberseite entstehen entweder so, daß ein randständiger Sorus von der Unterseite herübergreift, oder aber sie sind völlig unabhängig von den Sori der Unterseite innerhalb des Randes. Diese Anomalie ist bei Farnen äußerst selten, sie wurde bis jetzt außerdem nur noch bei Polypodium anomalum Hook., bei Asplenum trichomanes und Cionidium Moorii gefunden (siehe *Moore*, Nature printed british ferns, II p. 135).

Tafel über Mutationen von Scolopendrium vulgare Sm.

Sämtliche Figuren stammen aus: Lowe, Our native ferns, vol. II, London 1867. Fig. 1, 2, 6 und 15 sind in halber Naturgröße, bei den andern fehlt die Angabe.

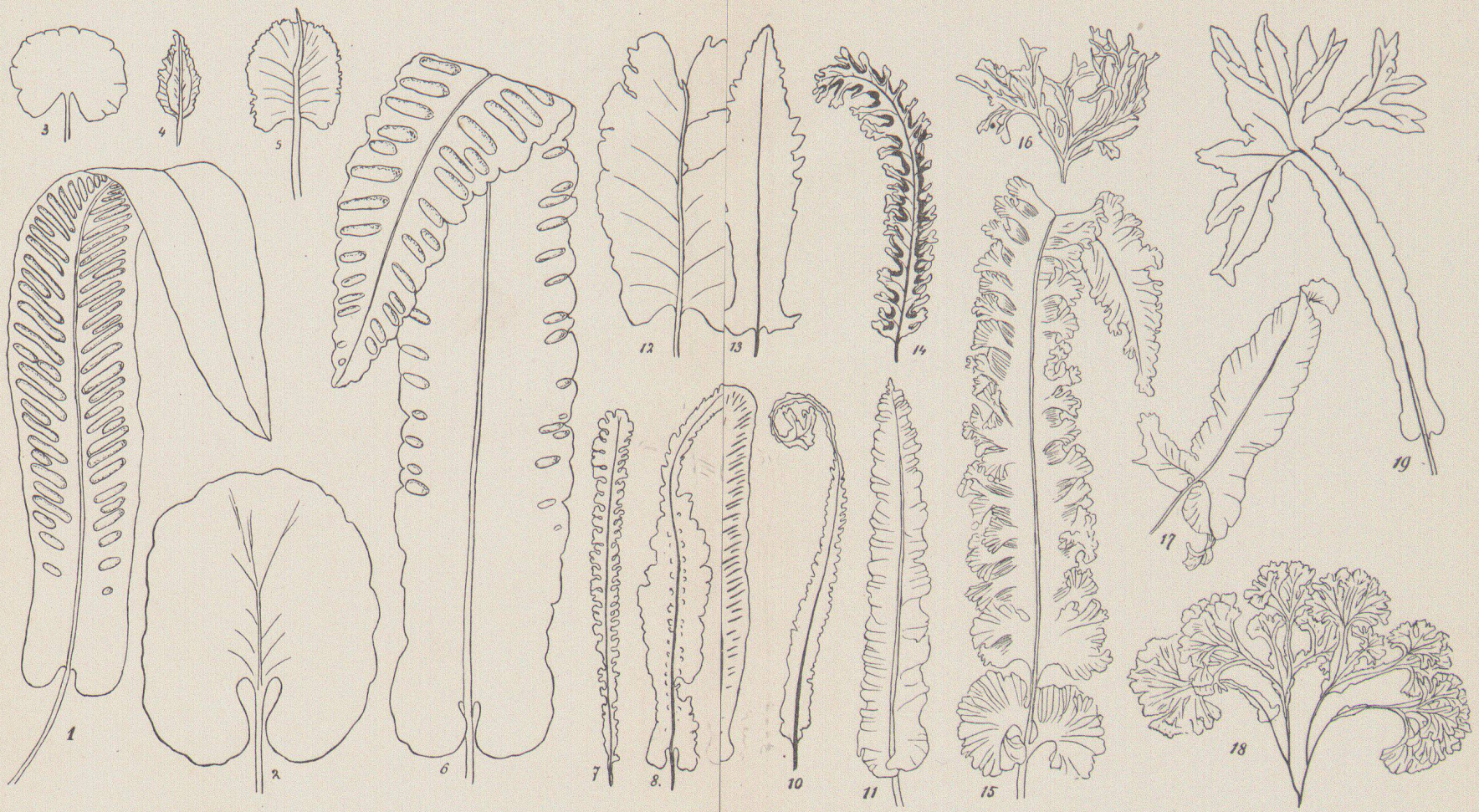


Fig. 1, Normalform
„ 2, lusus *reniforme,* Williams (Taf. L, B, s. 237)
„ 3, „ *rotundifolium,* Lowe (Fig. 666, s. 277)
„ 4, „ *subcornuto-marginatum,* Ivery (Fig. 753 s. 346)
„ 5, „ *cornuto-superbum,* Lowe, (Fig. 754, s. 346)
„ 6, „ *suprasoriferum,* Lowe (Taf. LVI, A, s. 329)
„ 7, „ *pinnatifidum,* Moore (Fig. 762, s. 351)

Fig. 8, lusus *marginato-sum,* Moore (F. 746, s 339)
„ 9, „ *hebetatum* (Fig 713, s. 311)
„ 10, „ *circinnatu-e* (Fig. 683, s. 291)
„ 11, „ *undulatu-e* (Fig. 654, s. 270)
„ 12, „ *latum,* Lo-g. 721, s. 319)
„ 13, „ *sagittatu-in* (Fig. 722, s 321)

Fig. 14, lusus *omnilacerum,* Lowe (Fig. 741, s. 335)
„ 15. „ *crispo-latum* Moore (Fig. 596, s. 234)
„ 16, „ *Glavei,* Lowe (Fig. 672, s. 281)
„ 17, „ *sagittato-cristatum,* Clapham (Fg. 604, s. 239)
„ 18, „ *constellatum,* Lowe (Fig. 716, s. 315)
„ 19, „ *acrocladon,* Lowe (Fig 600, s. 237)

C. Schröter: Über die Mutationen der Hirschzunge.

fließend; längs der Ränder der Seitenlappen verlaufend, Fig. 14.

Verzweigung. Alle diese Abänderungen können kombiniert sein mit einer mehr oder weniger weit gehenden Verzweigung des Blattes: von einfacher bis vielfacher Gabelung, nur an der Spitze oder die ganze Fläche umfassend, bis zur fast blumenkohlartig krausen vielfachen fiederigen Zerteilung finden sich alle Übergänge; auch der Blattstiel kann verzweigt sein: Fig. 15—19.

Übersicht über die Fichtenformen

von C. SCHRÖTER (Zürich).

Der Referent bespricht an Hand eines reichen Demonstrationsmaterials von Herbarobjekten, Photographien und Zeichnungen die Vielgestaltigkeit der Fichte*). Wir können bei derselben unterscheiden:

A. Morphologisch differente Formen.
   I. Varietäten, nach dem Zapfenbau.
      var. obovata Ledeb, die sibirische F.
      var. fennica Regel, die finnische F.
      var. europaea Tepluchoff, die europäische F.
      var. acuminata Beck, die Dornfichte.
   II. Saisondimorphe Subvarietäten.
      subvar. erythrocarpa Purkinye, d. rotzapfige F.
      „ chlorocarpa „ d. grünzapfige F.
   III. Spielarten (lusus).
      1. Nach dem Wuchs.
         a) Nach der Richtung der Äste und Zweige. Hängefichte (viminalis), Zottelfichte (Übergangsform), Trauerfichte (pendula), Beugefichte (Übergangsform), Vertikalfichte (erecta).
         b) Nach der Reichlichkeit oder Armut der Verzweigung.

*) Näheres in: *C. Schröter,* Die Vielgestaltigkeit der Fichte. Vierteljahresschrift d. naturf. Gesellschaft in Zürich. 43. Jahrg. 1898.

α) Oligoclade Formen: Schmucktannenfichte (araucarioides), Schlangenfichte virgata), astlose Fichte (monstrosa), mit Übergangsformen.

β) Polyclade Formen (Hexenbesenformen). Pyramidenfichte (pyramidata), Säulenfichte (columnaris), Kugelfichte (globosa), Zwergfichte (nana).

2. Nach dem Bau der Rinde.
Lärchenrindige Fichte (corticata), Zizenfichte (tuberculata).

3. Nach dem Zapfenbau.
Lappenschuppige Fichte (triloba).

IV. Wuchsformen.

1. Korrelationsformen (Reaktion auf Triebverlust).

α) Triebverlust durch mechanische Schädigung. Verbißfichte, Zwillingsfichte, Garbenfichte, Schneitelfichte, Kandelaberfichte, Harfenfichte.

β) Triebverlust durch klimatische Faktoren. (Klimatische Grenzformen!)
Strauchfichte, Polsterfichte, Mattenfichte, Spitzfichte, Kegelfichte.

2. Bodenformen.
Sumpffichte, Senkerfichte, Stelzfichte.

B. Physiologisch differente Formen.

Aus den Versuchen *Cieslars* und *Englers* (Zürich) geht hervor, daß Samen der Hochgebirgsfichten in der Ebene Pflanzen liefern, welche ihre Hochgebirgseigenschaften beibehalten (langsamer Wuchs, anatomische Differenzen in Rinde und Nadel). Wir können also zwei physiologisch differente Rassen unterscheiden, eine Ebenenrasse und eine Gebirgsrasse, von denen die letztere, nach der Einwanderungsgeschichte der Fichte

zu beurteilen, wohl die ursprünglichere ist; den langsamen Wuchs hat sie wohl aus ihrer nordischen Heimat mitgebracht, die Anpassungen der Nadelanatomie aber an die Faktoren des Alpenklimas sind erworbene Eigenschaften.