

in etwa elf Gattungen offenbar in der Gegenwart in hoher Blüte stehen, so verdanken sie die Möglichkeit dazu aller Wahrscheinlichkeit nach ihren eigenartigen Spezialisierungen, vermöge deren sie den Kampf ums Dasein mit den im ganzen weiter fortgeschrittenen Physostomen- und den anderen, noch komplizierter gewordenen Teleostierfamilien immer noch siegreich bestehen.

Sie sind damit ein lehrreiches Beispiel für die Bedeutung, die im einzelnen Falle hochgradige Spezialisierungen erlangen können, und zugleich ein Beweis für die hohe Bedeutung, die im allgemeinen dem phylogenetischen Fortschreiten zu höherer Ausbildung des Ganzen zukommt.

Über die sogenannten „Erbsubstanzen“ und ihre Lokalisation in der Pflanzenzelle.

Von G. Tischler.

Bei der Vorarbeit für meine „Allgemeine Pflanzenkaryologie“, die als besonderer Teil des Linsbauer'schen Handbuches der Pflanzenanatomie erscheinen soll, stieß ich wiederholt auf eine sehr verschiedenartige Beurteilung der morphologischen und physiologischen Phänomene, die wir um jene Fragen gruppieren, welche mit den sogen. „Erbsubstanzen“ zusammenhängen. Ich möchte in den nachfolgenden Zeilen einige Sätze von prinzipieller Tragweite erneut zur eventuellen Diskussion der Fachgenossen stellen. Denn die vorliegenden Angaben scheinen mir jetzt schon zu einer schärferen Präzision der Probleme zu genügen, als das im allgemeinen üblich ist. Habe ich doch zu finden geglaubt, daß einem vielleicht übertriebenen Optimismus der Morphologen ein vielfach zu weit gehender Pessimismus mancher Physiologen gegenüber steht.

Die landläufige Ansicht der Morphologen pflegt dabei dahin zu gehen, daß man in dem Chromatin des Kernes die Erbsubstanzen *κατ' ἐξοχήν*, etwa das Nägeli'sche Idioplasma (1884) zu sehen hätte. Wollte der geniale Münchner Forscher noch die ganze Zelle an dessen Lokalisation beteiligt sein lassen, so schien die karyologische Erfahrung der letzten Jahrzehnte einen Schritt weiter gekommen zu sein: nur ein Teil der lebenden Substanz, nämlich der Zellkern, wurde noch damit betraut. Abgesehen von den Anhängern der Plastosomentheorie wie Meves (1918) etwa, welcher auch die zahlreichen unter bestimmten Umständen färbbaren „Mitochondrien“, „Chondriokonten“ etc. als „Träger“ des Idioplasmas bezeichnet, einer Theorie, die wohl in botanischen Kreisen jetzt als ganz und gar gefallen angesehen wird, setzte sich immer mehr die Überzeugung fest, daß das Chromatin, oder wie kritische Betrachter sagten, das Chromatin zusammen mit dem Linin, das „Karyotin“ Lundegårdh's (1910 b) die „Erbsubstanz“ bedeute. Wie wir noch in der schönen Zusammen-

fassung unseres Altmeisters Kossel (1911) für seinen Nobelvortrag lesen können, schien aber das Karyotin (resp. das Chromatin) aus phosphorreichen Eiweißverbindungen zu bestehen, die sich außerhalb des Kerns nirgendwo vorfinden, nämlich der Nucleoproteide. Diese geben nach Behandlung mit Pepsin und Salzsäure einen unlöslichen Rückstand, das Nuclein, in welchem der Gesamtphosphor enthalten ist. Bei dem Abbau des Nucleins werden die Nucleinsäuren frei, aus denen wieder als typische Stoffe u. a. Thymin, Guanin, Cytosin und Adenin, daneben noch Xanthin, Hypoxanthin, Uracil u. s. w. isoliert werden. Die weitere Zersetzung haben wir hier nicht zu erörtern. Es mag genügen, darauf mit Nachdruck hinzuweisen, daß sich hier ein Zusammenhang zwischen Mikro- und Makrochemie zeigte. Denn auch mikrochemisch glaubte man vielfach durch spezifische Reaktionen die Nucleoproteide resp. Nucleine erkennen zu können. Aber wie auch Czapek (1905) in seiner Zusammenfassung gesteht, eine einigermaßen einwandfreie Strukturformel irgendeiner Nucleinsäure oder gar eines Nucleins ist vorläufig absolut nicht zu geben. Schwanken doch selbst die Meinungen noch darüber, ob diese Verbindungen eisenhaltig seien oder nicht. (So Czapek 1905 und Zacharias 1909 gegenüber v. Tschermak 1916.)

Nun hatte andererseits morphologische Forschung gezeigt, daß zum mindesten für gewisse Blütenpflanzen wie *Pirola* (Juel 1907), *Adoxa* (Lagerberg 1909) oder *Urtica* (Strasburger 1910) selbst mit den schärfsten uns zur Verfügung stehenden Mitteln nicht konstatiert werden kann, daß Cytoplasma durch die männliche Sexualzelle ins Ei übertragen wird und daß in anderen Fällen, in welchen Cytoplasma bei der Kopulation in den Zygotenkern hinein gelangt wie bei *Gagea* (Němec 1912) dieses aufgelöst und zur Ernährung des Kerns gebraucht wird. Trotzdem muß, wie die Nachkommenschaft allgemein bei Hybriden zeigt, der Vater genau die gleichen Mengen von Idioplasma übermittelt haben wie die Mutter.

Experimentelle Darlegungen von Correns (1909), Baur (1909) u. a. hatten erwiesen, daß die einzigen bekannten Eigenschaften, für die „Träger“ nicht im Kern gelegen sein können, nichtmendelnde sind. Daraus wurde dann der Schluß gezogen, daß die mendelnden im Kern resp. in seinen bis zu gewissem Grade selbständigen Teilen, den Chromosomen, lokalisiert sein müssen. Dazu kommt, daß auch einige Befunde der Zoologen über Verschiebung der Erblichkeitsrichtung kaum anders zu deuten sind, als daß sich die Mendelgene in den Chromosomen befinden. (Zusammenfassung bei Tischler 1915.) Daß Reduktionsteilung und Mendelspaltung aber allgemein zusammenfallen, war noch vor gar nicht langer Zeit von sehr scharfsinnigen Forschern wie z. B. von Driesch (1906) durchaus bekämpft worden. Andere wie Johannsen (1909) wollten am liebsten beiderlei Arbeitsrichtungen bis auf weiteres getrennt lassen und hielten eine nahe Inbezugnahme der entsprechenden Resultate nur für verwirrend.

Und doch ist durch Burgeff's (1915) Versuche bei *Phycomyces*-, durch Pascher's (1916) bei *Chlamydomonas*-, durch Renner's (1919) bei *Oenothera*-Bastarden jetzt für die Haplonten niederer wie höherer Pflanzen bewiesen¹⁾, daß mit dem Augenblick der Chromosomenreduktion auch die Scheidung der zuvor vereinigten Eigenschaftsträger, der Gene, vorgenommen wird. Schon vor 10 Jahren hatte übrigens Strasburger (1909) für das Lebermoos *Sphaerocarpus* gezeigt, daß hier gleichzeitig mit der Tetradenteilung die Spaltung in die beiden Geschlechter durchgeführt wird, - und Él. u. Ém. Marchal (1907) fanden, daß bei normal diöcischen Laubmoosen durch Unterdrückung der Reduktionsteilung auch die Geschlechtstrennung verhindert wird. Nur war man sich damals noch nicht darüber so klar wie heute, daß die primären Geschlechtsmerkmale in derselben Weise mendelistisch zu deuten sind, wie die meisten anderen Außeneigenschaften.

Neuerdings ist dann für Pflanzen eines ganz anderen Verwandtschaftskreises, nämlich für verschiedene Rassen des Brandpilzes *Ustilago violacea* von Kniep (1919) ebenfalls sehr wahrscheinlich gemacht worden, daß hier bei der Reduktionsteilung, die der Bildung der Sporidien vorausgeht, eine Geschlechtertrennung stattfindet. Nur handelt es sich bei den zweierlei „Gameten“, die hier entstehen, um Zellen, welche keinerlei morphologische, sondern nur physiologische Unterschiede aufzuweisen haben.

Es scheinen also die letztgenannten Ergebnisse mit unseren obigen sehr gut zusammenzupassen: die Gene werden hinfort von vielen Autoren im Karyotin enthalten gesucht. Ja man konnte wohl selbst lesen, das Karyotin und damit die Nucleoproteide seien die „Erbsubstanz“ schlechtweg. Je mehr man in der popularisierenden Literatur sich umsieht, desto mehr begegnet man dieser Zuspitzung. Freilich zeigten sich die Physiologen diesem ganzen Gedankengang gegenüber oft sehr skeptisch, sagte doch ein so gerecht abwägender Forscher wie Czapek (1905): „Man begegnet ernstem Bedenken, hinsichtlich der Bedeutung des Zellkernes als „Organ der Vererbung“ . . . beim Befruchtungsvorgange.“

Auch ich muß die eben vorgetragene Auffassung, daß mit den Nucleoproteiden der Anschluß zwischen Erblichkeitsforschung und Chemie schon hergestellt ist, verwerfen. Denn die Prämissen, auf die sich dieser Schluß stützt, sind nicht einwandfrei, wenigstens insoweit nicht, als wir wissen, daß die Nucleine resp. Nucleinsäuren auch außerhalb des Kerns in der Zelle vorhanden sein können. Es ist uns noch immer unbekannt, wo und wie das Chromatin gebildet wird. Aus morphologischen Daten können wir hier keine Schlüsse ziehen. Und selbst Bilder, welche in gewissen lebhaft funktionieren-

1) Um auch ein zoologisches Beispiel anzuführen (s. die Zusammenstellung bei Hartmann 1918) vergl. man damit den Beweis, den Newell in seinen Kreuzungsversuchen mit ♂ Haplonten („Drohnen“) der Honigbiene erbracht hat.

den Zellen „chromatische“ Substanz in bestimmten Teilen innerhalb oder außerhalb des Kerns lokalisiert erscheinen lassen, beweisen gar nichts. Denn wir wissen nicht, wie weit wir aus gleicher Färbung auf gleiche chemische Zusammensetzung schließen dürfen. Das erwähnte schon Heine (1896) und ist seitdem von kritischer Seite immer wieder gegenüber gewissen Cytologen betont worden. Auch zeigt uns makrochemische Forschung, daß der Gehalt gefurchter und ungefurchter Eier, in dem doch die Kernmassen große quantitative Differenzen aufweisen müssen, an Nucleinphosphor ungefähr gleich ist (s. die Zusammenfassung bei Brüel 1915). Mikrochemische Studien, von denen ich namentlich die von Arthur Meyer (1904) und seinen Schülern über das Volutin anführen möchte, weisen weiter darauf hin, daß nucleinsäure Verbindungen als Reservesubstanz im Cytoplasma genau so wie im Kern lokalisiert sein können²⁾. Übrigens hatte das schon Pfeffer (1897) in seiner Pflanzenphysiologie betont, es war nur noch nicht von den Karyologen genügend beachtet worden. Physiologen wie Zaleski (1911), v. Bezssonoff (1919) u. a. sind davon überzeugt, daß auch im Plasma Nucleoproteide sind, und daß man höchstens davon sprechen könne, daß „der Kern die größte zu einem zusammenhängenden Komplex vereinigte Anhäufung von Nucleaten in der Zelle“ vorstelle. Ja van Herwerden (1913) benutzt auch die enzymatische Lösung der Nucleine durch Nucleasen, um den Charakter zahlreicher plasmatischer Granula als auf Nucleinsäureverbindungen beruhend zu erweisen. Der Ausschließlichkeit der Lokalisation der Gene in den Chromosomen steht keineswegs die Ausschließlichkeit der Lokalisation der Nucleinverbindungen gegenüber.

Die Summe der Gene ist aber überhaupt nicht ohne weiteres als identisch mit dem Worte „Erbsubstanz“ zu betrachten. Denn Erbsubstanzen sind doch auch alle jene Stoffe, welche andere Charaktere als die auf Mendelgenen beruhenden übertragen. Denken wir nur an manche Eigenschaften, welche allein mit den Plastiden zusammenhängen oder an die, welche von dem Zustand des Cytoplasmas bedingt sind. Sie treten zwar an Bedeutung hinter der erstgenannten Kategorie zurück, dürfen aber doch keineswegs vergessen werden. Ein guter Teil der Opposition der Physiologen gegen Lokalisationsversuche der „Erbsubstanzen“ hängt sicherlich nur mit dieser zu weiten Begriffsbildung zusammen. Um Missverständnisse in Zukunft zu vermeiden, sollte man für exakte Formulierungen lieber überhaupt das Wort Erbsubstanz nicht mehr gebrauchen. Und wir würden dann sehen, wie so oft in der modernen Erblichkeitsforschung, daß früher viel gebrauchte Termini jetzt anfangen obsolet zu werden. Der Fortschritt der neuesten Zeit scheint mir eben darin zu liegen,

2) Man denke auch an das „Cytochromatin“ M. Heidenhains (1911) in dem „Tigroid“ tierischer Nervenzellen. Hier wird selbst versucht, dieses Chromatin zusammen mit dem Kernchromatin für die Einhaltung der Kernplasmarelation heranzuziehen.

daß wir die „Erbsubstanz schlechthin“ in solche sondern, die durch den Kern, solche die durch die Plastiden und solche die durch das Cytoplasma übertragen wird. Nur für die erste Gruppe schien bisher ein Zusammenhang mit der Chemie möglich, und auch er ist, wie wir sahen, in Frage gestellt.

Will man nun diese Beziehungen, etwa in Form einer Arbeitshypothese, doch aufrecht erhalten, so bleiben m. E. nur die drei folgenden Möglichkeiten zu diskutieren:

1. entweder kann man annehmen, daß die Nucleoproteide des Kerns andere sind, als die des Cytoplasma, oder
2. daß die Nucleoproteide im Kern irgendwie so beeinflußt werden, daß sie allein die Gene produzieren, oder endlich
3. daß die Gene die Nucleoproteide des Kerns nur als „ergastische Substanz“ (Arthur Meyer 1915) benutzen, aber im übrigen von ihnen ganz unabhängig sind, und unverändert von Zelle zu Zelle, von Generation zu Generation, im Kern übertragen werden.

Nach der extremsten Ansicht wäre dabei eine echte „Epigenese“ ausgeschlossen. Morphologen wie Physiologen arbeiten praktisch auch stets mit einer Art von „Neoevolution“, wenn sie ihre Erbformeln anwenden. Es erscheint mir aber durchaus nicht absolut sicher, daß alle Gene bereits als gesonderte chemische Verbindungen in den Gametenkernen vorhanden sind³⁾. Sie könnten sich ja auch, wenigstens zum Teil, aus gewissen „Progenen“ im Laufe der Ontogenese erst herausbilden, genau wie wir das ja auch von den echten Enzymen annehmen (Czapek 1905).

Unsere erstgenannte Alternative ist uns deshalb unwahrscheinlich, weil selbst die einzelnen chemisch isolierten Nucleinsäuren aus ganz verschiedenen Organismenklassen bemerkenswerte Übereinstimmung zeigen (Haecker 1912), wengleich, wie wir hörten, eine definitive Strukturformel noch nirgends bekannt ist, und auch bei gleichen oder ähnlichen Radikalen größere Differenzen in deren Stellung zueinander im Gesamtmolekül vorhanden sein könnten. Vorläufig liegen jedenfalls kaum ernstere Anhaltspunkte dafür vor, daß der ungeheuren Fülle der verschiedenen Gene eine ähnliche Fülle von Nucleoproteiden entspräche. Des weiteren scheint auch die Menge der Nucleoproteide allein nach dem Alter der Zelle stark zu wechseln, was für die Menge der Gene keinesfalls möglich sein könnte (Oes 1908).

Bei der Annahme, daß allein die Nucleoproteide des Kerns die Gene produzieren, würden wir etwa zu der Vorstellung kommen, diese müßten ähnlich wie die Enzyme auftreten. Der enzymatische Charakter der Gene ist seit Driesch (1906) oft genugsam betont worden. v. Prowazek (1911) sprach z. B. ganz anschaulich von

3) Auch Freundlich (1919) sieht übrigens in den „Genen der Keimzellen“ nicht bereits fertige Stoffe, sondern nur „bestimmte Gruppen von Reaktionen, die zu einander abgestimmt neben- und nacheinander verlaufen“. Dabei sollen natürlich die beteiligten Moleküle „in bestimmter begrenzter Menge“ vorhanden sein. (Anm. b. d. Korrekt.)

„Funktionsfermenten“, welche „nach und nach freiwerdend in den Differenzierungsprozeß eingreifen und die Zellen in bestimmte Differenzierungsbahnen lenken“.

Mit den Enzymen hätten die Gene jedenfalls gemeinsam, daß sie katalytisch wirken müßten, d. h. offenbar nur in Spuren vorhanden sind und immer wieder während der chemischen Umsetzungen aus der „Endformel“ ausfallen, sich also nicht zu verändern scheinen. Dabei sind sie höchstens mit gewissen Endoenzymen zu vergleichen, welche mit dem Leben der Zelle normal untrennbar verbunden sind. Auch kann man noch weniger als bei den Enzymen von der Möglichkeit einer Isolierung und damit der Annäherung an chemische Analyse sprechen. Vor allem müßten die Gene in erster Linie synthetisch wirken. Das kennen wir ja auch von den echten Fermenten. Aber bei den Genen würde das Vorwiegen der Synthese gegenüber der Analyse so sehr ins Auge fallen, daß darin schon ein grundsätzlicher Unterschied liegen dürfte. Will man die Ähnlichkeit mit Enzymen betonen, so dürfte man höchstens von den Genen als von „Enzymoiden“ sprechen.

Dafür, daß gerade in den Kernen besondere Enzyme produziert werden, hätten wir auch sonst schon Anhaltspunkte, wenn auch vorläufig wohl nur schwache. Ich erinnere an die Hypothese J. Loeb's (1906), daß der Kern ein Oxydationszentrum darstelle, ja daß die Produktion der „Chromatine“ aus dem Cytoplasma heraus durch seitens des Kerns ausgeschiedene Oxydasen vor sich ginge. Und wir wissen, daß in manchen kernlos gemachten Zellen, wie bei *Spirogyra* (Gerassimow 1901) in der Tat die Verbrennung der Kohlehydrate sistiert werden kann. Andererseits stimmen die mikrochemischen Angaben durchaus nicht zu der Vorstellung, daß der Kern der bevorzugte „Sauerstoffort“ in der Zelle ist (Schneider 1913, 1914). Doch könnten unsere Indikatoren eine wirkliche Lokalisation vielleicht überhaupt noch nicht anzeigen. Die Hypothese Loeb's ist jedenfalls z. Zt. nicht als widerlegt zu betrachten, um so mehr als dieser Forscher weniger an oxydativen Abbau als an oxydativen Aufbau denkt. Damit hätten wir aber eine Art Anschluß an die eben betonte synthetische Wirkung der Gene.

Die dritte Möglichkeit endlich, daß die Gene die Nucleoproteide höchstens als ergastische Substanzen benutzen, würde von uns im Grunde ein resigniertes Zugeständnis verlangen, „daß wir nichts wissen können“. Wir müssen mit ihr rechnen, aber nur, wenn wir mit den beiden anderen nicht weiter kommen sollten. An eine Isolierung der Gene von den Nucleoproteiden und den Versuch, ihre Natur chemisch zu erforschen, wäre dann erst recht nicht zu denken. Selbstverständlich bliebe die Möglichkeit, daß auch hier zunächst „Progene“ in den Gameten wären, die während der Entwicklung erst die Gene produzieren, in gleicher Weise wie oben bestehen.

Wie dem auch sei, wir haben jedenfalls guten Grund, uns die Gene in die Chromosomen gelagert zu denken⁴⁾. Und seitdem Boveri (1902) durch seine klassischen Seeigelkreuzungen die qualitative Verschiedenheit der Einzelchromosomen zum erstenmal wahrscheinlich machte, haben wir eine Fülle von Anzeichen dafür, daß das zum mindesten für alle höheren Organismen überall der Fall ist. Näheres kann darüber an dieser Stelle nicht gesagt werden. Ich verweise für die botanischen Daten auf meine Zusammenfassung im *Progressus rei bot.* (Tischler 1915).

Nur sei die Frage berührt, wie weit wir über die Lokalisation der Gene innerhalb eines und desselben Chromosoms etwas durch die bei den Mendelspaltungen beobachteten Koppelungen aussagen können. Morgan und seine Schule haben ja bei ihren bewunderungswürdigen Arbeiten mit der Gattung *Drosophila* schon eine direkte Topographie der Chromosomen gegeben (Zusammenfassung bei Nachtsheim 1919). Für pflanzliche Forschung besitzen wir noch kein gleich günstiges Objekt. Baur (1918) beabsichtigt in den nächsten Jahren die Analyse für *Antirrhinum* durchzuführen, von dem er schon zirka 110 Gene kennt (briefl.). An Baur'schem Material habe ich bei *Antirrhinum maius* sowie den nahe verwandten *Anth. hispanicum* und einer *Anth. spec.* von Cordoba als Haploidzahlen 8 bestimmt. Die Zählungen waren wegen der Kleinheit der Kerne und der Chromosomen nicht leicht. Diakinesen, Ana- und Telophasen sowie Interkinesen wurden aber schließlich mit Erfolg benutzt. Und mehr als 60mal konnte ich die Zahl 8 finden, nur einige relativ wenige Male zählte ich 7 oder 9. Wenn Frau Breslawetz (1916) recht hätte, die nur vegetative Mitosen studierte, so müßten wir bei *A. maius*, *A. latifolium* und *A. tortuosum* diploid 18, haploid also 9 Chromosomen wahrnehmen. Die Differenz von einem Chromosom wird sich sicherlich durch weitere Studien aufklären. Möglich wäre es, daß getrennte Chromosomen der somatischen Mitosen bei den meiotischen Teilungen zusammenhängen. Wir kennen dafür ja Analogien bei den sogenannten Trabantenchromosomen (Nawaschin 1912, Tschernoyaroff 1914). Möglich ist ferner auch, daß entweder sich Frau Breslawetz oder ich selbst mich um eine Einheit verzählt haben. Wer selbst Chromosomen zählt, weiß, wie ungemein leicht das vorkommen kann⁵⁾.

4) Wenn Lotsy (1919a) den Begriff des „Gens“ für überflüssig hält und die Tatsachen durch die höhere Einheit der Chromosomen allein erklären will, so kommt er doch nicht um die Notwendigkeit herum, bestimmte chemische Stoffe anzunehmen, mit denen die Chromosomen „wirken“. So handelt es sich im Grunde um keine wesentlich verschiedene Auffassung. (Anm. b. d. Korrekt.)

5) Ich erinnere an ein Beispiel, das in der letzten Zeit von sich reden machte: Bei *Triticum sativum* haben fünf Beobachter (E. Overton 1893, Goliński 1893, Koernicke 1896, Nakao 1911 und Bally 1912, 1919) 8 Chromosomen gezählt, bis Sakamura (1918) und Kihara (1919) feststellten, daß es in der Tat 21 sind. Wahrscheinlich haften hier bestimmte Chromosomen so nahe aneinander, daß Einheiten vorgetäuscht werden, wo es sich in Wahrheit um Vielheiten handelt.

Für die 8-Zahl bei *Antirrhinum* würden auch die Angaben sprechen, welche bei anderen Scrophulariaceen bisher gemacht sind. Schmid (1906) und Perino (mitgeteilt von Tischler 1915) haben für *Verbascum* 16, Frau Haase-Bessell (1916) für *Digitalis* 24 und 48 Chromosomen gezählt. Diese Zahlen sind durch 8 teilbar. Und nach meinen eigenen (1915), Ishikawa (1916), Winges (1917) und anderer Autoren Zusammenstellungen lassen sich bis zu gewissem Grade auch derlei Argumente für oder gegen eine besondere Zahl benutzen. Die Frage, ob wir die bekannten Gene bei *Antirrhinum* mit 8 oder mit 9 Chromosomen in Zusammenhang bringen sollen, hat natürlich nur ganz spezielles Interesse. Und es geht schon jetzt aus den Zählungen hervor, daß *Antirrhinum* viel ungeeigneter für unser Problem ist, als *Drosophila* mit ihren 4 Chromosomen. Baur macht noch darauf aufmerksam, daß z. B. bei *Hordeum* (mit 7 Chromosomen) schon jetzt bei etwas eingehenderer Forschung (v. Ubisch 1918) recht zahlreiche Koppelungen bekannt sind.

Nun weiß man bereits, namentlich wieder von Morgans *Drosophila*-Studien her, daß wir zwischen absoluten und relativen Koppelungen zu scheiden haben. Die ersteren sollen sich zwischen jenen Genen abspielen, welche in einem unteilbaren Abschnitt eines Chromosoms liegen, die letzteren dagegen zwischen zwei auswechselbaren Abschnitten eines und desselben Chromosoms. Damit wäre jedes Chromosom als ein mehr oder weniger loser Verband von „Chromiolen“, „Chromomeren“, oder wie man sonst die Abschnitte nennen will, angenommen. Häufige Einschnürung in gewissen Fällen scheint in der Tat diese Betrachtungsweise zu unterstützen. In den meisten Fällen aber, und das möchte ich als kritischer Morphologe mit Nachdruck betonen, sieht man von dieser Andeutung einer Querteilung in qualitativ verschiedene Abschnitte nichts. Ich möchte mich heute genau so scharf wie in meiner Zusammenfassung im Progressus 1915 dagegen aussprechen, etwa in den bei bestimmter Fixierung auftretenden körnchenförmigen Einheiten diese Abschnitte zu sehen. Alles was über die „Perlstruktur“ gewisser Stadien geschrieben ist, beweist ebenso wie das auch Grégoire (1907) annimmt, bisher gar nichts für die Chromomerenatur ihrer Teile. Hier ist es in der Tat so, daß die physiologische Analyse unbedingt weiter als die morphologische gekommen ist.

Durch die Arbeiten Morgan's und seiner Schule ist mit einem Male die von Janssens (1909) vertretene „Chiasmotypie“ in den Vordergrund des Interesses getreten. Dieser Forscher nahm bekanntlich an, daß während der Diakinese ein Austausch der einzelnen Abschnitte zweier sich umschlingender Chromosomen und damit auch der in ihnen lokalisierten Gene möglich ist. Dieser Austausch würde dann erklären, wieso ein „crossing over“, folglich eine nur relative Koppelung, zustande kommt und warum nicht die Gene eines und desselben Chromosoms immer beisammen bleiben.

Auch hier möchte ich, schon zu Beginn dieser Forschungen, die nun wohl in größerem Umfange einsetzen werden, davor warnen, die morphologischen Bilder zu optimistisch zu betrachten. Es ist wahr, Umschlingungen der Chromosomen in der Diakinese kommen öfters vor, aber sie sind durchaus nicht auf diese Phase beschränkt. Winge (1919) hat neulich für den experimentell gut untersuchten *Lathyrus odoratus* festgestellt, daß die 7 haploiden Chromosomen in der Diakinese sicherlich keine solche Umschlingung zeigen. Und ich kann mich für *Antirrhinum* dem ganz anschließen. Viel eher glaube ich an einen morphologischen Austausch von Chromosomenteilen in den Stadien vorher, etwa in oder kurz nach der Synapsis⁶⁾. Ich habe schon vor 9 Jahren (Tischler 1910), als ich die Pollenbildung von Bananenrassen studierte, meiner Überzeugung Ausdruck gegeben, daß dieses Stadium, dessen Realität jetzt wohl von den meisten Autoren anerkannt ist, am besten dann zu verstehen wäre, wenn bei der post-synaptischen Trennung die beiden Paarlinge eines Chromosoms nicht absolut die gleichen zu bleiben brauchen, wie vor Eingang der Fusion. Ich habe damals kaum irgendwo Zustimmung gefunden; die Möglichkeit „unreiner“ Gameten, die damit gegeben war, schien den experimentellen Mendelforschern zu wenig zu ihren Versuchsergebnissen zu passen. Ich meine, man wird bei Pflanzen, welche wenige und dabei große Chromosomen besitzen, auf diese Frage zurückzukommen haben und dann vielleicht finden, daß die diakinetischen Umschlingungen, deren Unbeständigkeit und Verschiedenheit Lagerberg (1909) für *Adoxa* schon vor 10 Jahren betonte, dem gegenüber weniger von Bedeutung sind. Von vorneherein wird man dabei auch erwarten können, daß nicht alle Pflanzen in absolut dem gleichen Zeitpunkt den Austausch vornehmen, ebenso wie es denkbar ist, daß die Durchführung der Chromosomenpaarung zu verschiedenen Zeiten einsetzt. Lundegårdh (1914) hat für *Trollius* bestimmt angegeben, daß sie schon vor der Synapsis durchgeführt ist, andere ebenso zuverlässige Autoren, so Yamanouchi (1909) für *Fucus*, zählen noch in der Post-synapsis getrennte Chromosomeneinheiten in diploider Zahl. Die wirklich exakten Beobachtungen müssen sich hier noch mehr häufen, ehe die Frage spruchreif wird.

Prinzipiell wäre der Versuch, die als besondere Determinatoren (s. a. Lundegårdh 1910a) erkannten Gene in ihrer Lokalisation kennen

6) Das gleiche nimmt auch Lotsy (1919a) an. Dieser Forscher weist ferner darauf hin (1919b), daß Chromosomenänderungen weiterhin dadurch zu Stande kommen können, daß die hintereinander in „Fadenform“ angehefteten Chromosomen bei ihrer Isolierung vor der Diakinese an anderer Stelle auseinanderbrechen könnten als an den ursprünglichen Grenzen. So würden auch bei Homozygoten „neue“ Chromosomen zustande kommen, die einen mit einer „Erbeinheit“ mehr, die anderen mit der gleichen weniger. Ich möchte noch betonen, daß gerade in der heterotypen Prophase das „kontinuierliche Spirem“ wenigstens vorübergehend vielfach in der Tat ausgebildet ist. In somatischen Teilungen handelt es sich dagegen wohl immer nur um „scheinbar zusammenhängende Fäden“. (Anm. b. d. Korrekt.)

zu lernen und sie chemisch näher zu analysieren, darum von größtem Interesse, weil man so vielleicht unmittelbar in den Streit „Mechanismus oder Vitalismus“ eingreifen könnte. Reinke (1918) hat in seiner letzten Veröffentlichung direkt die Gene als die „Dominanten“ bezeichnet, auf welche er bekanntlich seinen Vitalismus aufbaut. Und Driesch (19.9) betont, daß der autonome Charakter der Lebensvorgänge nicht zuletzt dadurch wahrscheinlich gemacht wird, daß mit Hilfe seiner „Entelechie“ Mannigfaltigkeit aus Einfachem produziert werde, während in der unbelebten Natur umgekehrt aus dem Mannigfaltigen Einfaches hervorgehe. Genau aber das müßten, wie wir oben ausführten, ja die Gene bewirken.

Gegenwärtig ist weder das mechanistische noch das vitalistische Wirken der Gene zu erweisen. Und wir müssen uns als exakte Naturforscher hüten, hier mehr zu sagen, als daß die Entscheidung noch aussteht. Sollte sie einmal nach der Richtung hin fallen, daß eine der beiden ersten von uns oben aufgeführten Alternativen zuträfe, so wäre die Annahme mechanistischen Geschehens bei der Wirkung der Gene bewiesen, während, wenn die von uns genannte dritte Möglichkeit der völligen Selbständigkeit der Gene von den Nucleoproteiden zu Recht bestände, vitalistisches Geschehen noch nicht auszuschließen ist. Ein Schritt vorwärts wäre es in jedem Fall, wenn wir das spezielle materielle Substrat, an dem die Autonomie des Lebens eventuell zu beweisen wäre, aus den übrigen Substanzen des „Protoplasmas“ herauschälen könnten.

Wenn nun die Gene von den Nucleoproteiden des Kerns produziert würden oder wenn sie unabhängig von ihnen wären, so bräuchten sie selbst gar nicht Eiweißkörper zu sein. So weit ich sehe, hat diesen Schluß bisher nur Arthur Meyer (1915, 1917) gezogen und sehr eingehend zu begründen versucht, wenn er für seine „Vitüle“ die gleichen Annahmen macht, wie ich sie jetzt für die Gene als möglich hinstelle. Ebensowenig wie wir letztenfalls von den sonstigen Enzymen wissen, ob ihnen Eiweißcharakter zukommt (man denke z. B. an Biedermann's (1916) Studien über die Produktion von Diastase in reinen Stärkelösungen), so auch hier bei den „enzymoiden“ Genen.

Zum Schluß noch eins: wir betrachten die Gene als *conditio sine qua non* für das (genotypische) Auftreten gewisser Außeneigenschaften, wir wissen aber auch, daß unter Umständen die gleichen äußeren Eigenschaften bei Fehlen dieser Gene (also phänotypisch) sich zeigen können. Ich möchte dabei nicht an solche Beispiele denken, in denen es sich um Gene handelt, welche rein quantitativ auf die Organabildung Einfluß haben, ebensowenig an solche, bei denen für gewisse Eigenschaften nur die Wirkung von „rezessiven“ Genen in Betracht kommt, wie wahrscheinlich bei der roten Blattfarbe von Blutvarietäten gegenüber der grünen Farbe der Normalrassen. Aber ich erinnere daran, daß nach den Untersuchungen von Graf Solms-Laubach (1900) bei *Capsella Hegeri* die Kapselform von *C. bursa pastoris*

auftreten kann, wenn die Pflanze von *Albugo candida* deformiert ist. Nach Shull's (1911, 1914a) und Dahlgren's (1919) Untersuchungen sind bei *Capsella Hegeri* die Gene für die dreieckige Kapselform gar nicht mehr vorhanden, sie sind „mutiert“. Auch können wir darauf aufmerksam machen, daß bei weiblichen Exemplaren von *Melandryum* männliche Sexualcharaktere durch *Ustilago violacea* ausgelöst werden, welche sonst nur bei Gegenwart einer anderen Konstellation von Genen auftreten. (Strasburger 1900, s. a. die Formulierungen der Erbformel bei Shull 1914 b). Die fremden Organismen würden also in beiden Fällen die Fähigkeit⁷ haben, die Gene in den Chromosomen neu erscheinen oder wenigstens in Wirkung treten zu lassen.

Ist es aber auch möglich, Gene hervorzurufen, die gar nicht in der Entwicklungsrichtung der Art liegen? So viele Fragen, so viele Ausblicke in vorläufig unbetretbares Land.

Unsere kleine Studie sollte uns eben nur folgendes zeigen und Fachgenossen, die anderer Ansicht sind, eventuell zu einer Diskussion über folgende Punkte anregen:

1. Das Wort Erbsubstanz wird am besten nicht mehr verwendet, weil es zu vieldeutig ist.
2. Dafür hat man die „enzymoiden“ Gene als Hauptdeterminatoren der Entwicklung zu betrachten. Sie hängen mit dem Zellkern zusammen, übertragen aber nur einen Teil der späteren Außeneigenschaften, während andere durch irgendwelche Innenfaktoren der Plastiden und des Cytoplasmas bedingt sind.
3. Nichts ist darüber ausgesagt, ob Nucleoproteide als solche immer mit den Genen in Verbindung stehen, denn wir finden genannte Eiweißstoffe sicherlich entgegen mancherlei Vorstellungen auch im Cytoplasma.
4. Will man Chemie und Vererbungslehre auch weiterhin miteinander verknüpfen, so könnte man zu einer der ad hoc aufgestellten Hypothesen greifen:
 - a) die Nucleoproteide des Kerns sind andere als die des Plasmas;
 - b) die Nucleoproteide des Kerns produzieren allein die Gene oder wenigstens die Progene, aus denen sich die Gene im Laufe der Ontogenese herausbilden;
 - c) die Gene (resp. die Progene) sind chemisch ganz unabhängig von den Nucleoproteiden des Kerns. Sie benutzen diese nur als ergastisches Material.
5. Analog den Resultaten Morgan's und seiner Schule ist eine spezielle durch das Experiment erforschbare Lokalisation der Gene in den Chromosomen allgemein anzunehmen; damit würde sich dann auch die absolute und die relative „Koppelung“ der experimentellen Vererbungslehre erklären lassen. Entgegen Morgan glauben wir aber nicht an einen Austausch von Chromosomenteilen während der Diakinese. Viel eher scheinen sowohl nach eigenen, wie nach fremden Untersuchungen die Stadien,

die sich um die Synapsis gruppieren, für solchen Austausch geeignet.

6. Durch gewisse äußere Faktoren (Parasiten) scheint die Produktion oder wenigstens die Erregung von Genen möglich zu sein, die normal nicht in der Entwicklung kenntlich werden.
 7. Eine Erkenntnis des chemischen Charakters der Gene würde darum von besonderer Wichtigkeit sein, weil gewisse „Konstanten“ der Vitalisten wie die „Dominanten“ oder die „Entelechie“ genau so wirken sollen, wie die Gene das tatsächlich tun.
- Hohenheim (Württemberg), Botanisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule, den 27. Oktober 1919.

Zitierte Literatur.

1912. Bally W. Chromosomenzahl bei *Triticum*- und *Aegilops*-Arten. Ein cytologischer Beitrag zum Weizenproblem. Ber. D. Bot. Ges. Bd. 30.
1919. Bally W. Die Godron'schen Bastarde zwischen *Aegilops*- und *Triticum*-Arten. Vererbung und Cytologie. Zeitschr. induct. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. 20.
1909. Baur E. Das Wesen und die Erblichkeitsverhältnisse der „varietates albomarginatae hort.“ von *Pelargonium zonale*. Zeitschr. induct. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. 1.
1918. Baur E. Über eine eigentümliche mit absoluter Koppelung zusammenhängende Dominanzstörung. Ber. D. Bot. Ges. Bd. 36.
1919. Bezssonof N. Über die Züchtung von Pilzen auf hochkonzentrierten rohrzuckerhaltigen Nährböden und über die Chondriomfrage. Ber. D. Bot. Ges. Bd. 37.
1916. Biedermann W. Fermentstudien I. Mitt. Das Speichelferment. Fermentforschung Bd. 1.
1902. Boveri Th. Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkerns. Verh. phys. med. Ges. Würzburg. N. F. Bd. 35.
1916. Breslawetz L. On the number of chromosomes and on the dimension of nucleus of some forms of *Antirrhinum*. Bull. of appl. Bot. scientif. Journ. of the bureau of appl. bot. Bd. 9.
1915. Brüel L. Zelle und Zellteilung. Zoologisch. Handwörterbuch der Naturw. Bd. 10. Jena.
1915. Burgeff H. Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erblichkeit bei *Phycomyces nitens* Kuntze. Flora Bd. 107 und 108.
1909. Correns C. Zur Kenntnis der Rolle von Kern und Plasma bei der Vererbung. Zeitschr. induct. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. 2.
1905. Czapek F. Biochemie der Pflanzen. Bd. 2. Jena.
1919. Dahlgren K. V. O. Erblichkeitsversuche mit einer dekandrischen *Capsella bursa pastoris* (L.). Svensk bot. Tidskr. Bd. 13.
1906. Driesch H. Die Physiologie der tierischen Form. Ergebn. d. Physiologie Bd. 5.
1909. Driesch H. Die Philosophie des Organischen. Bd. 1. Leipzig.
1919. Freundlich H. Das Auftreten einer Mutation vom Standpunkt der Wahrscheinlichkeit. Naturwissensch. Bd. 7.
1901. Gerassimow J. J. Über den Einfluß des Kerns auf das Wachstum der Zelle. Bullet. Soc. Imp. naturalist. Moscou Nr. 1 u. 2.
1893. Goliński St. J. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Andröceums und des Gynaeceums der Gräser. Bot. Centralbl. Bd. 55.
1907. Grégoire V. Les fondements cytologiques des théories courants sur l'hérédité mendélienne. Les Chromosomes: Individualité, réduction, structure. Annal. Soc. roy. Zoolog. et Malacologique de Belgique. Bd. 42.
1916. Haase-Bessell G. Digitalisstudien. Zeitschr. induct. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. 16.

1912. Haecker V. Allgemeine Vererbungslehre. 2. Aufl. Braunschweig.
1918. Hartmann M. Theoretische Bedeutung und Terminologie der Vererbungserscheinungen bei haploiden Organismen (*Chlamydomonas*, *Phycomyces*, Honigbiene). Zeitschr. induct. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. 20.
1911. Heidenhain M. Plasma und Zelle I. Eine allgemeine Anatomie der lebendigen Masse Lief. 2. Jena.
1896. Heine L. Die Mikrochemie der Mitose, zugleich eine Kritik mikrochemischer Methoden. Zeitschr. physiol. Chemie Bd. 21.
1913. van Herwerden M. A. Über die Nucleasewirkung auf tierische Zellen. Archiv f. Zellforsch. Bd. 10.
1909. Janssens F. A. La théorie de la chiasmotypie. Cellule Bd. 25.
1909. Johannsen W. Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena.
1916. Ishikawa M. A list of the number of chromosomes. Tokyo Botan. Magaz. Bd. 30.
1907. Juel H. O. Studien über die Entwicklungsgeschichte von *Saxifraga granulata*. Nov. Act. Reg. Soc. Sci. Upsal. Bd. 9.
1919. Kihara H. Über cytologische Studien bei einigen Getreidearten. Mitteil. I. Speziesbastarde des Weizens und Weizenroggenbastard. Tokyo Botan. Magaz. Bd. 32.
1919. Kniep H. Untersuchungen über den Antherenbrand (*Ustilago violacea* Pers.). Ein Beitrag zum Sexualitätsproblem. Zeitschr. f. Botan. Bd. 11.
1896. Koernicke M. Untersuchungen über die Entwicklung der Sexualorgane von *Triticum*, mit besonderer Berücksichtigung der Kernteilungen. Verhandl. Naturhist. Ver. Preuß. Rheinl. u. Westf. Bd. 53.
1911. Kossel A. Über die chemische Beschaffenheit des Zellkerns. Nobelvortrag. Münchner mediz. Wochenschrift.
1909. Lagerberg T. Studien über die Entwicklungsgeschichte und systematische Stellung von *Adoxa moschatellina* L. K. Sv. Vet. Ak. Handl. Bd. 44.
1916. Loeb J. Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen. Leipzig.
- 1919a. Lotsy J. P. Proeven en beschouwingen over evolutie I. Genetica Bd. 1.
- 1919b. Lotsy J. P. Over de mogelijkheid van intranucleaire kruising bij homozygoten. Genetica Bd. 1.
- 1910a. Lundegårdh H. Ein Beitrag zur Kritik zweier Vererbungshypothesen. Über Protoplasmastrukturen in den Wurzelmeristemzellen von *Vicia Faba*. Jahrb. wiss. Bot. Bd. 48.
- 1910b. Lundegårdh H. Über Kernteilung in den Wurzelspitzen von *Allium Cepa* und *Vicia Faba*. Svensk bot. Tidskr. Bd. 4.
1914. Lundegårdh H. Zur Kenntnis der heterotypischen Kernteilung. Archiv f. Zellforschung Bd. 13.
1907. Marchal El. u. Ém. Aposporie et sexualité chez les mousses. Bull. Acad. roy. Belgique Bd. 7.
- ✓ 1918. Meves Fr. Die Plastosomentheorie der Vererbung. Eine Antwort auf verschiedene Einwände. Archiv mikrosk. Anatom. Bd. 92. Abt. II.
1904. Meyer A. Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. Bot. Ztg. Bd. 62.
1915. Meyer A. Die in den Zellen vorkommenden Eiweißkörper sind stets ergastische Stoffe. Ber. D. Bot. Ges. Bd. 33.
1917. Meyer A. Das ergastische Organeiß und die vitilogenen Substanzen der Palisadenzellen von *Tropaeolum maius*. Ber. D. Bot. Ges. Bd. 35.
1919. Nachtsheim H. Die Analyse der Erbfaktoren bei *Drosophila* und deren cytologische Grundlage. Zeitschr. induct. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. 20.
1884. v. Nägeli C. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig.
1911. Nakao M. Cytological studies on the nuclear division of the pollen mother-cells of some cereals and their hybrids. Journ. Coll. Agricult. Tohoku Imp. Univ. Sapporo Bd. 4.

1912. Nawaschin S. (Russisch). Bull. Acad. Imp. Sc. St. Petersburg Nr. 4.
 1912. Némec B. Über die Befruchtung bei *Gagea*. Bull. Intern. Acad. sc. Bohême. Bd. 13.
 1908. Oes A. Über die Autolyse der Mitosen. Bot. Ztg. Bd. 66.
 1893. Overton E. Über die Reduktion der Chromosomen in den Kernen der Pflanzen. Vierteljahrshr. Naturf. Gesellsch. Zürich Bd. 38.
 1916. Pascher A. Über die Kreuzung einzelliger, haploider Organismen: *Chlamydomonas*. Ber. D. Bot. Ges. Bd. 34.
 1897. Pfeffer W. Pflanzenphysiologie. Bd. I. Leipzig.
 1911. v. Prowazek. Zum Vererbungsproblem. Zeitschr. induct. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. 5.
 1918. Reinke J. Bemerkungen über Mannigfaltigkeit und Anpassung. Flora Bd. 111—112.
 1919. Renner O. Über Sichtbarwerden der Mendel'schen Spaltung im Pollen von *Oenotherabastarden*. Ber. D. Bot. Ges. Bd. 37.
 1918. Sakamura T. Kurze Mitteilung über die Chromosomenzahlen und die Verwandtschaftsverhältnisse der *Triticum*-Arten. Tokyo Bot. Mag. Bd. 32.
 1906. Schmid E. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der *Scrophulariaceae*. Beih. Bot. Zentralbl. Bd. 20, Abt. 1.
 1913. Schneider H. Über die Unna'schen Methoden zur Feststellung von Sauerstoff- und Reduktionsorten und ihre Anwendung auf pflanzliche Objekte. Zeitschr. wiss. Mikroskop. Bd. 31.
 1914. Schneider H. Neue Studien zur Darstellung der Reduktions- und Sauerstofforte der Pflanzenzelle. Zugleich eine Antwort an Herrn Professor Unna. Zeitschr. wiss. Mikroskop. Bd. 31.
 1911. Shull G. H. Effective inheritance-ratios in *Bursa hybrids*. Verh. Naturf. Ver. Brünn Bd. 49.
 1914a. Shull G. H. Duplicate genes for capsule-form in *Bursa bursa-pastoris*. Zeitschr. induct. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. 12.
 1914b. Shull G. H. Sex-limited inheritance in *Lychnis dioica* L. Zeitschr. induct. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. 12.
 1900. Graf Solms-Laubach H. Cruciferenstudien I. Bot. Ztg. Bd. 58.
 1900. Strasburger E. Versuche mit diözischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biolog. Zentralbl. Bd. 20.
 1909. Strasburger E. Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts, Apogamie, Parthenogenesis und Reduktionsteilung. Histolog. Beitr. Heft 7. Jena.
 1910. Strasburger E. Sexuelle und apogame Fortpflanzung bei Urticaceen. Jahrb. wiss. Bot. Bd. 47.
 1910. Tischler G. Untersuchungen über die Entwicklung des Bananenpollens I. Archiv f. Zellforsch. Bd. 5.
 1915. Tischler G. Chromosomenzahl, -Form und -Individualität im Pflanzenreiche. Progr. rei botan. Bd. 5.
 1916. v. Tschermak A. Allgemeine Physiologie. Bd. 1. 1. Teil. Berlin.
 1914. Tschernoyarow M. Über die Chromosomenzahl und besonders beschaffene Chromosomen im Zellkerne von *Najas major*. Ber. D. Bot. Ges. Bd. 32.
 1918. v. Ubisch G. Kritische Betrachtungen zur Hypothese der primären und sekundären Koppelung. Zeitschr. induct. Abst.- u. Vererb.-Lehre Bd. 19.
 1917. Winge Oe. Studier over Planteriget's Chromosomtall og Chromosomernes Betydning. Diss. Koebnhavn. 1919.
 1919. Winge Oe. On the relation between number of chromosomes and number of types, in *Lathyrus especially*. Journ. of Genetics. Bd. 8.
 1909. Yamanouchi Sh. Mitosis in *Fucus*. Bot. Gaz. Bd. 47.
 1909. Zacharias E. Die chemische Beschaffenheit von Protoplasma und Zellkern. Progr. rei Bot. Bd. 3.
 1911. Zaleski W. Über die Rolle der Nucleoproteide in den Pflanzen. Ber. D. Bot. Ges. Bd. 29.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Tischler Georg

Artikel/Article: [Über die sogenannten „Erbsubstanzen“ und ihre Lokalisation in der Pflanzenzelle. 15-28](#)