

# Biologisches Centralblatt.

Begründet von J. Rosenthal.

In Vertretung geleitet durch

Prof. Dr. Werner Rosenthal

Priv.-Doz. für Bakteriologie und Immunitätslehre in Göttingen.

Herausgegeben von

Dr. K. Goebel

und

Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München.

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

---

Der Abonnementspreis für 12 Hefte beträgt 20 Mark jährlich.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Menzingerstr. 15, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Werner Rosenthal, z. Z. Erlangen, Auf dem Berg 14, einsenden zu wollen.

---

Bd. XXXVI. 20. April 1916.

N<sup>o</sup> 4.

---

Inhalt: Stomps, Über den Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl bei den Oenotheren. — Goldschmidt, Notiz über einige bemerkenswerte Erscheinungen in Gewebekulturen von Insekten. — Verhoeff, Ist die physiologische Bedeutung der Glomeridentelopoden geklärt? — Popoff, Künstliche Parthenogenese und Zellstimulanten. — Jennings, Die niederen Organismen, ihre Reizphysiologie und Psychologie. — Neuerschienene Bücher.

---

## Über den Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl bei den Oenotheren.

Von Prof. Dr. Theo. J. Stomps (Holland).

### Einleitung.

Es ist gegenwärtig allgemein bekannt, dass einige der Mutationen, die Hugo de Vries in seinen Kulturen aus *Oenothera Lamarckiana* erhalten hat, eine von der Mutterart verschiedene Chromosomenzahl besitzen. Die erste Entdeckung in dieser Hinsicht wurde gemacht von Frl. Lutz<sup>1)</sup>. Sie fand, dass die unter dem Namen von *O. gigas* bekannte Mutation bei ihren Kernteilungen doppelt so viele Chromosomen aufzuweisen hat, als die *O. Lamarckiana*, nämlich 28 statt 14, welche letztere Zahl zuvor von ihr selbst, von Gates<sup>2)</sup>

---

1) Anne M. Lutz, A preliminary note on the chromosomes of *Oenothera Lamarckiana* and one of its mutants *O. gigas*. Science, N. S., Bd. 26, S. 151—152, Aug. 1907.

2) R. R. Gates, Hybridization and germ cells of *Oenothera mutants*. Bot. Gaz., Bd. 44, S. 1—21, 1907.

und Geerts<sup>3)</sup> für die diploide Chromosomenzahl von *O. Lamarckiana* festgestellt worden war. Ihre Angabe wurde durch eine Mitteilung Gates<sup>4)</sup>, der nicht wie Fr. Lutz Wurzelspitzen, sondern Pollenmutterzellen studierte, bekräftigt und führte neuerdings zu der Entdeckung, in Kulturen Bartlett's, von *Gigas*-Mutanten mit 28 Chromosomen bei anderen mutierenden *Oenothera*-Arten, nämlich bei *O. stenomeres* Bartl. sp. nov.<sup>5)</sup>, einer von Bartlett vor kurzem in Amerika entdeckten Form mit cruciaten Blüten<sup>6)</sup>, und bei *O. pratincola*<sup>7)</sup>, einer kleinblütigen, sich selbst bestäubenden Art aus Kentucky. Auf Grund theoretischer Erwägungen bin ich dann zum Schluss gekommen, dass gelegentlich auch Mutanten mit 21 Chromosomen, sogen. *Semigigas*-Individuen, in die Erscheinung treten müssten<sup>8)</sup> und zwar häufiger als die echte *O. gigas*. In der Tat gelang es 1912 Fr. Lutz<sup>9)</sup> und mir<sup>10)</sup>, unabhängig voneinander, die Existenz solcher triploiden Mutanten nachzuweisen. Sowohl *O. Lamarckiana* selbst, als die aus ihr hervorgegangene *O. lata*, zeigten sich imstande, sie hervorzubringen, und dieses Vermögen kommt auch der verwandten *O. biennis* zu, wie ich gleichfalls 1912 dartun konnte<sup>11)</sup>. Fr. Lutz<sup>12)</sup> machte dann die weitere Entdeckung, dass die Mutation *O. lata* nicht wie *O. Lamarckiana* und die meisten übrigen Mutanten über 14, sondern über 15 Chromosomen in den Kernen der diploiden Generation verfügt. Auch dieses wurde durch die Beobachtungen von Gates<sup>13)</sup> bestätigt, der außerdem eine *Lata*-Mutation mit 15 Chromosomen aus *O. biennis* erhielt. Eine von der *O. lata* in einigen Punkten und namentlich durch die höhere Fertilität des Pollens abweichende Mutation aus *O. Lamarckiana*,

3) J. M. Geerts, Über die Zahl der Chromosomen von *Oenothera Lamarckiana*. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 25, S. 191—195, 1907 und Bd. 26 a, S. 608, 1908.

4) R. R. Gates, The chromosomes of *Oenothera*. Science, N. S., Bd. 27, S. 193—195, Jan. 1908.

5) H. H. Bartlett, The mutations of *Oenothera stenomeres*. Am. Journ. of Bot., Bd. 2, S. 100—109, Febr. 1915.

6) H. H. Bartlett, An account of the cruciate-flowered *Oenotheras* of the subgenus *Onagra*. Am. Journ. of Bot., Bd. 1, Nr. 5, Maye 1915.

7) H. H. Bartlett, Additional Evidence of mutation in *Oenothera*. Bot. Gaz., Bd. 59, Nr. 2, Febr. 1915, S. 143.

8) Theo J. Stomps, Kerndeeling en synapsis bij *Spinacia oleracea* L. Amsterdam 1910.

9) Anne M. Lutz, Triploid mutants in *Oenothera*. Biolog. Centralbl., Bd. 32, S. 385—435, 1912.

10) Theo. J. Stomps, Die Entstehung von *Oenothera gigas* de Vries. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 30, S. 406—416, 1912.

11) Theo. J. Stomps, Mutation bei *Oenothera biennis* L. Biolog. Centralbl., Bd. 32, S. 521—535, 1912.

12) Anne M. Lutz, l. c., 1912, S. 416.

13) R. R. Gates und N. Thomas, A cytological study of *Oenothera mut. lata* and *Oen. mut. semilata* in relation to mutation. Quart. Journ. of microsc. science, Bd. 59, S. 523—571, 1914.

die *Semilata* genannt worden war, fanden Gates und Thomas gleichfalls im Besitze von 15 Chromosomen. Die Zahl 15 scheint übrigens noch bei verschiedenen anderen Mutanten vorzukommen. Frl. Lutz sagt nämlich auf Seite 433 ihrer Arbeit von 1912, dass sie „many quite distinct types of mutants with 15 chromosomes and some even with 16“ gefunden hat. Näheres darüber hat sie aber noch nicht mitgeteilt. Schließlich sei noch erwähnt, dass Gates<sup>14)</sup> über eine Mutation aus *O. Lamarckiana gigas* berichtet hat, die ganz sicher 27, statt 28 Chromosomen in den Kernen führte.

Es kommt nun im Pflanzenreiche häufig vor, dass nahe verwandte Typen sich durch eine verschiedene Chromosomenzahl voneinander unterscheiden. Man siehe die Zusammenfassung unserer jetzigen Kenntnisse über Chromosomenzahl, -Form und -Individualität im Pflanzenreiche, welche Tischler<sup>15)</sup> neulich im *Progressus rei botanicae* gegeben hat. Aber die Unterschiede zwischen den *Oenothera*-Mutanten und den Mutterarten erregen unser besonderes Interesse, weil wir genau wissen, wann sie ins Leben gerufen worden sind. Hier darf man also hoffen, die Ursachen des Entstehens solcher Differenzen erforschen zu können. Wenn wir jedoch fragen, ob die bis jetzt unternommenen zytologischen Untersuchungen an *Oenotheren* zu dem Ziele geführt haben, uns eine gut begründete Einsicht in dieses Problem zu geben, so muss die Antwort eine verneinende sein. Zwar haben sie die Entstehung einer Hypothese veranlasst, welche sich gegenwärtig einer gewissen Anerkennung erfreut und jetzt auch ihren Weg in die Lehrbücher gefunden hat, aber unangreifbar ist dieselbe durchaus nicht und manche Einwände kann man gegen sie ins Feld führen, wie aus den folgenden Zeilen hervorgehen soll. Ich meine jene Auffassung, die das Auftreten der Mutanten mit abweichender Chromosomenzahl auf zufällige Unregelmäßigkeiten bei der Chromosomenverteilung zurückführen will, eine Auffassung, die somit die Statur dieser Mutanten als von einer zufällig erworbenen Chromosomenzahl bedingt betrachtet. Der bekannte *Oenothera*-Forscher Gates hat sich wiederholt zu Gunsten dieser Hypothese ausgesprochen. Frl. Lutz neigt weniger dazu, eine unregelmäßige Chromosomenverteilung als direkte Ursache von Mutationen anzunehmen, aber für einen Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl bei den *Oenotheren* spricht sie sich doch wohl einigermaßen aus, wenn sie auf Seite 418 ihrer Arbeit von 1912 sagt: „In my studies of the *Oenotheras* (as repeatedly stated heretofore) I have found no exception to the rule that all

14) R. R. Gates, The mutation factor in evolution, with particular reference to *Oenothera*, S. 217 u. f., 1915.

15) G. Tischler, Chromosomenzahl, -Form und -Individualität im Pflanzenreiche. *Progr. rei botan.*, Bd. 5, S. 164—284, 1915.

plants having the same vegetative characters from the seedling stage to the end of the flowering period, — have identical chromosome numbers.“ Meine eigene Auffassung geht dahin, dass es eine so enge Beziehung zwischen Statur und Chromosomenzahl nicht gibt. Beobachtungen, die ich unten beschreiben werde, beweisen das Gegenteil. Im besondern aber betrachte ich das Bestreben, die Mutanten mit abweichender Chromosomenzahl durch unregelmäßige Mitosen zu erklären, als verfehlt. Ich meine, Tatsachen sind genügend vorhanden, um zu zeigen, dass solches nicht berechtigt sein kann. Sogar wenn man damit rechnet, dass die einzelnen Chromosomen verschiedene Eigenschaften tragen könnten, was, besonders nach den hervorragenden Untersuchungen Morgan's, gegenwärtig immer mehr wahrscheinlich erscheint, würde man noch nicht das Entstehen von Mutanten mit abweichender Chromosomenzahl durch Unregelmäßigkeiten bei den Kernteilungen erklären können. Diesen Punkt werde ich am Schlusse meiner Mitteilung kurz erwähnen und wir werden dort die Argumente kennen lernen, die dafür sprechen, dass eine veränderte Chromosomenzahl angesehen werden muss als Folge der nämlichen Mutationserscheinung, die zu gleicher Zeit die anderen Merkmale des neu aufgetretenen Individuums hervorrief. Vorläufig wollen wir uns darauf beschränken, die Frage zu diskutieren, ob die gegenwärtig häufig anzutreffende Hypothese vom Zusammenhang zwischen der Statur und einer zufällig erworbenen höheren Chromosomenzahl haltbar ist oder nicht, und zwar werde ich in einem ersten Paragraphen die Tatsachen aus der Literatur zusammenstellen, die zu zeigen vermögen, dass diese Auffassung nicht richtig sein kann, in einem folgenden über eigene Beobachtungen berichten, die sich gleichfalls nicht mit ihr vertragen.

#### § 1. Tatsachen aus der Literatur. unvereinbar mit der Hypothese über den Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl.

Wir verfahren zweckdienlich, indem wir die betreffenden Mutanten in zwei Gruppen einteilen, die eine, die Mutanten mit 15 Chromosomen umfassend, die andere die *Semigigas*- und *Gigas*-Mutationen, und jede für sich betrachten.

Was zunächst die erste Gruppe, die *Lata*- und *Semilata*-Mutationen anbetrifft, so ist die Antwort auf unsere Frage schon sehr leicht zu geben. Hier nehmen einige Forscher also an, dass die Zahl 15 dadurch entsteht, dass gelegentlich Keimzellen mit 8 Chromosomen erzeugt werden und zwar infolge Unregelmäßigkeiten bei der Reduktionsteilung von *O. Lamarekiana*, respektive *O. biennis*. Anstatt 7 nach dem einen und 7 nach dem anderen, würden bisweilen 6 Chromosomen nach dem einen und 8 nach dem

anderen Pole der heterotypischen Teilungsspindel wandern. Gates<sup>16)</sup> erwähnt diese Erscheinung für *O. Lamarckiana*, für deren Mutation *O. rubrinervis* und auch für *O. biennis*, Davis<sup>17)</sup> gleichfalls für *O. Lamarckiana* und *O. biennis*. Ob diese Wahrnehmungen vielleicht einer anderen Deutung bedürftig sind, wollen wir vorläufig dahingestellt sein lassen. Uns interessiert hier vor allem die Wahrscheinlichkeit der Annahme, dass „eine *Oenothera*-Pflanze, die infolge irgendwelcher Störungen bei einer Zellteilung 15 statt 14 Chromosomen in ihren Zellkernen hat, deshalb gerade die *luta*-Eigenschaften aufweist“, wofür nach Baur<sup>18)</sup> manches spricht. Nun, es ist klar, dass die Tatsachen diese Wahrscheinlichkeit gegenwärtig auf Null reduziert haben. Die Entdeckung von 15 Chromosomen bei *O. semilata* und die Mitteilung von Fr. Lutz<sup>19)</sup>, dass sie „many quite distinct types of mutants with 15 chromosomes“ gefunden hat, beweisen aufs deutlichste, dass von einem Zusammenhang zwischen einer bestimmten Statur und der Anwesenheit von 15 Chromosomen in einer Pflanze nicht die Rede sein kann.

Wenden wir uns nunmehr unserer zweiten Gruppe von Mutanten, den *Semigigas*- und *Gigas*-Mutationen, zu. Hier könnte man eher geneigt sein, an eine Beziehung zwischen Statur und Chromosomenzahl zu denken. In der Tat ist *O. Lamarckiana semigigas* mit 21 Chromosomen genau intermediär zwischen *O. Lamarckiana* mit 14 und der bekanntlich viel kräftigeren *O. Lamarckiana gigas* mit 28 Chromosomen und auf den ersten Blick hat es den Anschein, als ob die bekannte Regel Boveri's über die Relation zwischen Chromosomenzahl, Kern- und Zellgröße, die durch die wichtigen Untersuchungen von El. und Em. Marchal eine so schöne Bestätigung erhalten hat, sehr gut alle Unterschiede zwischen den drei genannten Typen begrifflich machen könnte. Allein, wir werden sehen, dass auch in diesen Fällen die Statur nicht von der erhöhten Chromosomenzahl verursacht wird. Die Beweisführung ist nicht schwer zu geben und kann sich beschränken auf unser zweites Beispiel, *O. gigas*, wegen des besonderen Verhältnisses, in dem *O. semigigas* und *O. gigas* zueinander stehen. Es scheint mir erforderlich, zu allererst letztere Behauptung zu begründen.

Als die verdoppelte Chromosomenzahl von *O. gigas* von Fr. Lutz entdeckt worden war, ist sehr bald die Meinung ausgesprochen

16) R. R. Gates, The mutation factor in evolution, S. 179 und 181, 1915.

17) B. M. Davis, Cytological studies on *Oenothera*. II. The reduction divisions of *Oenothera biennis*. Ann. of Bot., Bd. 24, S. 631—651, 1910. III. A comparison of the reduction divisions of *Oenothera Lamarckiana* and *O. gigas*. Ann. of Bot., Bd. 25, S. 941—974, 1911.

18) E. Baur, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. S. 300, Berlin 1914.

19) Anne M. Lutz, Triploid mutants in *Oenothera*. Biolog. Centrabl., Bd. 32, 1912, S. 433.

worden, dass sie entweder in der befruchteten Eizelle oder jedenfalls kurz nachher entstanden sein müsse und zwar infolge zufälliger Einflüsse, wie diese in Wurzeln auch oft tätig sind und dort die sogen. syndiploiden Zellen hervorrufen. Gates<sup>20)</sup> verteidigte diese Ansicht in seiner Mitteilung „The Stature and chromosomes of *Oenothera gigas* de Vries“, Strasburger<sup>21)</sup> schloss sich ihm an. Ihnen gegenüber vertrat ich die Meinung<sup>22)</sup>, dass eine so auffällige Verdoppelung der Chromosomenzahl, die sich als konstantes Artmerkmal erweist, unmöglich zufälliger Natur sein kann und dass ihr ebensogut wie dem Entstehen anderer Eigenschaften eine Mutation zugrunde liegen muss. Ich folgerte daraus, dass die *O. gigas* durch das Zusammenkommen zweier Keimzellen, die beide eine verdoppelte Chromosomenzahl führten, entstanden sein müsste. Denn nach meiner Vorstellung konnte eine Verdoppelung nach der Befruchtung nicht stattfinden, wenn nicht wenigstens eine der beiden Keimzellen die Eigenschaft dazu mitgebracht hätte, dann aber selbst wohl schon in den Besitz einer doppelten Chromosomenzahl gelangt war. In dieser Weise kam ich dazu, das Auffinden von Mutanten mit 21 Chromosomen vorauszusagen, die dann natürlich durch die Verschmelzung einer vierzehnychromosomigen Keimzelle und einer normalen zustande kommen müssten. Als nun 1912 von Fr. Lutz<sup>23)</sup> und mir<sup>24)</sup> die Entdeckung solcher triploiden Mutanten erfolgt war, glaubte ich, dass niemand mehr inbetreff des Ursprungs von *O. gigas* aus zwei diploiden Keimzellen Zweifel hegen würde, um so mehr, als ich aus dem Mutationskoeffizienten der triploiden Mutanten einen solchen für in dieser Art und Weise entstandene tetraploide Individuen herleiten konnte, der wenigstens ungefähr mit demjenigen der sehr seltenen *O. gigas* übereinstimmte. Gates jedoch konnte anfänglich meine Ansicht nicht teilen. Er meinte, das Auftreten der triploiden Mutanten beweise nur, dass *O. Lamarckiana* imstande sei, Eizellen mit 14 Chromosomen hervorzubringen, besage aber nicht, dass solches auch für die Pollenkörner zutreffe. Deshalb zog er es vor, für *O. gigas* einen von demjenigen der *O. semigigas* getrennten und meines Erachtens äußerst hypothetischen Ursprung anzunehmen. Nach ihm<sup>25)</sup> „a tetraploid megaspore mothercell (also eine Mutterzelle, die sich typisch geteilt hat ohne nachfolgende

20) R. R. Gates, The Stature and Chromosomes of *Oenothera gigas* de Vries. Arch. f. Zellforsch., Bd. 3, S. 525—552, 1909.

21) E. Strasburger, Chromosomenzahl. Flora. Bd. 100, S. 398—446, 1910.

22) Theo. J. Stomps, Kerndeeling en synapsis bij *Spinacia oleracea* L. Amsterdam 1910, S. 52—64.

23) Anne M. Lutz, Triploid mutants in *Oenothera*, etc.

24) Theo. J. Stomps, Die Entstehung von *Oenothera gigas* de Vries. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 30, S. 406—416, 1912.

25) R. R. Gates, The mutation factor in evolution, S. 214.

Zellwandbildung) might quite conceivably develop aposporously omitting both the meiotic divisions and fertilisation and producing directly a tetraploid mutant“. Jetzt aber ist auch Gates im Begriffe, seinen Standpunkt zu ändern. In seinem neuesten Buche teilt er eigene Beobachtungen mit, die dazu geeignet sind, den Ausschlag zu Gunsten meiner Auffassung zu geben. Ich lasse sie hier folgen. Erstens hat Gates in mikroskopischen Präparaten eine Andeutung davon gefunden, dass sogar *O. gigas* noch imstande ist, für diese Art diploide Pollenkörner, also solche mit 28 Chromosomen, hervorzubringen<sup>26)</sup>. Dies macht es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass das Vermögen, männliche Geschlechtszellen mit verdoppelter Chromosomenzahl zu erzeugen, *O. Lamarekiana* nicht abgeht. Zweitens hat Gates die Form der Pollenkörner normaler diploider Pflanzen studiert und dabei auch vereinzelt viereckige Körner zu Gesicht bekommen, wie sie für *O. gigas* charakteristisch sind<sup>27)</sup>. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese diploid waren. Die Untersuchung der zum Teil 8 Chromosomen in den Kernen führenden Pollenkörner von *O. semilata* hat nämlich gelehrt, dass 8 Chromosomen nicht genügen und wenigstens 9 Chromosomen erforderlich sind, um die viereckige Gestalt der Pollenkörner zum Vorschein zu rufen. An die Zahlen 9 bis 13 braucht man aber hier so lange nicht zu denken, als nicht Mutanten aufgefunden worden sind, bei deren Entstehung diese Zahlen eine Rolle spielen könnten. Kurz, unsere Anschauung über den Ursprung von *O. semigigas* aus einer in *Gigas* mutierten und einer normalen, und von *O. gigas* aus zwei in *Gigas* mutierten Keimzellen erscheint heutzutage berechtigter als je, wie ich übrigens unten (in § 2) noch näher auseinandersetzen werde.

Schreiten wir also jetzt zur Behandlung der Frage, ob *Gigas*-Statur und verdoppelte Chromosomenzahl in kausaler Beziehung zueinander stehen. Drei Argumente werde ich anführen, die zeigen sollen, dass dies nicht der Fall ist.

1. Bekanntlich hat *O. gigas* die Eigenschaft, unter ihren Nachkommen schmalblättrige Individuen hervorzubringen. So weit weichen diese in ihrem Aussehen oft von der normalen *Gigas*-Statur ab, dass Gates sich veranlasst gefühlt hat, die Meinung auszusprechen<sup>28)</sup>, dass sie wohl weniger als 28 Chromosomen in ihren Kernen führen würden. Fr. Lutz berichtet aber auf Seite 423 ihrer Arbeit von 1912, allerdings mit einiger Reserve, doch 28 Chromosomen in 4 schmalblättrigen *Gigas*-Individuen gezählt zu haben. Dies würde

26) R. R. Gates, l. c., S. 216 und 217.

27) R. R. Gates, l. c., S. 215.

28) R. R. Gates, Tetraploid mutants and chromosome mechanisms. Biolog. Centrabl., Bd. 33, 1913, S. 132.

zeigen, dass die Anwesenheit von 28 Chromosomen noch nicht die typische *Gigas*-Statur zu bedingen braucht.

2. Auf Seite 217 seines oben erwähnten Buches sagt Gates, aus einer Rasse von *O. gigas* eine Mutation mit 27 Chromosomen erhalten zu haben. Ihr Auftreten erläutert er mittels Unregelmäßigkeiten, die auch in *Gigas*-Pflanzen bei der Verteilung der Chromosomen in der heterotypischen Teilungsspindel vorkommen würden. Gates behauptet, hier sogar ein Auseinanderweichen der Chromosomen in 2 Gruppen von 12 und 16 konstatiert zu haben. Daher die Annahme, dass die betreffende Mutation aus der Vereinigung einer normalen mit einer dreizehnechromosomigen Keimzelle hervorgegangen sei. In Hinsicht auf unser Ziel interessiert es uns jetzt besonders, etwas über die Statur dieser Mutation zu erfahren. Sollte die Hypothese vom Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl zutreffen, so könnte man erwarten, dass sie in ihrem Aussehen  $\frac{1}{28}$  schwächer als die *O. gigas* sein würde. Nach Gates war dies jedoch nicht der Fall. „The decrease in size is much greater“, was Gates zu sagen veranlasst: „It seems to show, that other changes accompanied the loss of a chromosom. But if the chromosomes are unlike, this conclusion does not necessarily follow.“ Jedenfalls zeigt es, dass die Sache nicht so einfach ist, wie die von uns bestrittene Hypothese sie annimmt.

3. Von höchster Wichtigkeit für unsere Auffassung ist es, dass, ebenso wie in den Versuchen Gregory's<sup>29)</sup> mit *Primula sinensis*, faktisch auch im Beispiel der *O. Lamarckiana* zwei verschiedene *Gigas*-Mutationen ans Licht gekommen sind, eine bivalente Form mit verdoppelter Chromosomenzahl und eine gleichgestaltete univalente mit der gleichen Zahl wie *O. Lamarckiana*. Zwar ist die letztere noch nicht direkt aus *O. Lamarckiana* in die Erscheinung getreten als greifbare Mutation, aber Tatsachen, welche die zytologische Forschung zu Tage gefördert hat, lehren uns, dass sie möglich ist. Es versteht sich von selbst, dass dieses Argument sehr schwer wiegt, denn es zeigt klar die Unabhängigkeit der *Gigas*-Statur von der verdoppelten Chromosomenzahl. Ich werde es darum mit einiger Ausführlichkeit behandeln.

Auf Seite 182 u. f. seines Buches „Gruppenweise Artbildung“ bespricht de Vries die Konstanz der intermediären Bastarde zwischen *O. gigas* und *O. Lamarckiana*. Bekanntlich gelingt es leicht, Bastarde zwischen *O. gigas* und *O. Lamarckiana* herzustellen. Eine zweite Generation zu erzielen ist jedoch schwierig, infolge der Sterilität der Individuen erster Generation. Ein einziges Mal hat de Vries aber ein fertiles Bastardindividuum erhalten und zwar

29) R. P. Gregory, On the genetics of tetraploid plants in *Primula sinensis*. Proc. R. Soc., B, Bd. 87, S. 484—492, 1914.

1907 aus einer 1905 gemachten Kreuzung von *Oenoth. gigas* mit *O. Lamarckiana*. Abgesehen von der Fertilität war es den übrigen Bastarden der ersten Generation durchaus gleich, somit ohne Zweifel *Gigas*  $\times$  *Lamarckiana*. Aus den Samen dieser Pflanze ging 1908 eine zweite Generation hervor. Alle Individuen „waren unter sich gleich und führten genau denselben Typus wie die erste Generation“. Durch 5 Generationen erhielt sich die Rasse darauf konstant. „ohne Änderung in ihren äußeren Merkmalen und in ihrer Fertilität“.

Diesen Mitteilungen fügt nun de Vries in einer Fußnote noch folgende Bemerkung hinzu: „J. M. Geerts berichtet, dass er in den vegetativen Kernen eines Individuums der zweiten Generation dieser fertilen Rasse von *O. gigas*  $\times$  *Lamarckiana* nur 14 Chromosomen gefunden hat. Siehe: Ber. d. D. Bot. Ges. 1911, Bd. XXIX, S. 163. Da diese Generation der ersten äußerlich gleich war, hat die Anfangspflanze meiner fertilen Rasse wohl auch nur 14 Chromosomen in ihren Kernen gehabt.“

Der Zytologe erwartet natürlich, in einem Bastardindividuum erster Generation *O. gigas*  $\times$  *Lamarckiana* als Diploidzahl der Chromosomen 21 zu finden. Deshalb verdient diese Äußerung von de Vries im höchsten Grade unsere Aufmerksamkeit. De Vries gibt damit als seine Meinung zu erkennen, wie aus dem oben über seine fertile Bastardrasse Gesagten sofort einleuchtet, dass *O. gigas* imstande wäre, gelegentlich Keimzellen mit nur 7 Chromosomen, aber übrigens im Besitze von *Gigas*-Eigenschaften zu erzeugen. Diese müssten dann als in Bezug auf die Chromosomenzahl zurückmutiert betrachtet werden. Sie würden einer *Gigas*-Mutation angehören, die man *O. gigas univalens* nennen könnte.

An der Hand von Tatsachen, die wir der Literatur entnehmen, werden wir jetzt sehen, dass zwar einerseits das von de Vries zu Gunsten seiner Annahme angeführte Argument nicht besonders glücklich gewählt ist, dass es aber andererseits weitere Argumente gibt, die geeignet sind, seine Meinung zu stützen und die sogar imstande sind, ihr die Bedeutung eines wissenschaftlichen Ergebnisses zu verleihen. Es ist in der Tat möglich zu beweisen, dass in de Vries' fertiler Rasse von *O. gigas*  $\times$  *Lamarckiana* ein univalenter *Gigas*-Typus eine verborgene Existenz führt. Zu diesem Zwecke muss man sich gewisser Resultate der zytologischen Forschung erinnern.

Als die verdoppelte Chromosomenzahl von *O. gigas* entdeckt war, hat es sehr bald die Zytologen interessiert, wie wohl in einem Bastarde zwischen *O. gigas* und *O. Lamarckiana* oder in irgend einem anderen Bastarde mit 21 Chromosomen die Reduktions- teilung vor sich gehen würde.

Geerts<sup>30)</sup> untersuchte Individuen erster Generation mit 21 Chromosomen aus Kreuzungen von *O. lata* mit *O. gigas* und von *O. Lamarckiana* mit *O. gigas*. Er fand, dass bei der Reduktionsteilung regelmäßig nur 7 Chromosomen zum einen und 7 zum anderen Pole wandern, während die 7 übrigen sich in verschiedener Weise benehmen können. Gewöhnlich gehen 3 von ihnen zum einen Pol, 4 zum anderen. Aber „bisweilen erreichen sie die Pole nicht und treten also, wenn sich um jeden Kern eine Wand ausbildet, nicht in die Kerne ein“<sup>31)</sup>. Oft auch lassen sich in der heterotypischen Teilungsspindel Zeichen der Desorganisierung bei diesen Chromosomen erkennen. Bei der zweiten Teilung tritt Zerstückelung noch deutlicher zum Vorschein. „Zu den 4 Polen gehen also immer 7 deutliche Chromosomen und oft eine Zahl unregelmäßiger Chromosomen oder Chromatinstückchen. Wenn die Tetradenkerne entstehen, wird bisweilen dieses Chromatin in den Kern aufgenommen, aber meistens liegen außerhalb der Kernwand auch Chromatinteilchen. Diese Chromatinstücke, welche außerhalb der Kerne zurückgelassen werden, entwickeln sich oft zu Zwergkernen, in den jungen Pollenkörnern sowie in dem jungen Embryosacke. Beim Auswachsen des Embryosackes verbleichen diese Zwergkerne und verschwinden allmählich“<sup>31)</sup>. Diese interessanten Beobachtungen Geerts' stehen in völligem Einklang mit den Erscheinungen, die Rosenberg<sup>32)</sup> für *Drosera obovata*, den Bastard zwischen *Dr. rotundifolia* und *Dr. longifolia*, beschrieben hat. An deren Genauigkeit braucht man deshalb nicht zu zweifeln. Sie brachten Geerts dazu, anzunehmen, dass ein Bastard zwischen *O. gigas* und *O. Lamarckiana* (oder einer Mutante mit 14 Chromosomen) jedenfalls instande ist, Keimzellen mit 7 Chromosomen und folglich Nachkommen mit 14 Chromosomen hervorzubringen. „In den vegetativen Kernen eines Individuums der zweiten Generation von *O. gigas* × *O. Lamarckiana* wurden denn auch 14 Chromosomen gefunden“<sup>33)</sup>. Wir sind nun zwar eben dabei zu beweisen, dass die Zahl 14 in diesem Individuum, das der fertilen Rasse von de Vries angehörte, nichts mit den Resultaten Geerts' zu tun hatte. Aber seine Annahme, dass ein Bastard mit 21 Chromosomen Nachkommen mit 14 Chromosomen haben kann, ist nichtsdestoweniger bestätigt worden durch spätere Untersuchungen, auf die ich unten noch zurückkommen werde.

30) J. M. Geerts, Cytologische Untersuchungen einiger Bastarde von *Oenothera gigas*. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 29, S. 160—166, 1911.

31) J. M. Geerts, l. c., S. 163.

32) J. Rosenberg, Cytologische und morphologische Studien an *Drosera longifolia* × *rotundifolia*. K. Svensk. Vet. Ak. Handl., Bd. 43, Nr. 11, S. 1—63, 1909.

33) J. M. Geerts, l. c., S. 163.

Neben Geerts hat sich Gates<sup>34)</sup> mit einem Studium der Reduktionsteilung in triploiden Individuen beschäftigt. Anfänglich kam er dabei zu etwas anderen Resultaten als Geerts. Namentlich beobachtete er nicht die von Geerts erwähnten Desorganisationserscheinungen der Chromosomen. Diese sah er meistens in Gruppen von 10 und 11, bisweilen aber auch von 9 und 12, in der heterotypischen Teilungsspindel auseinandergehen. Deshalb meinte er, dass in der Nachkommenschaft solcher Pflanzen am häufigsten Individuen mit 20, 21 und 22, daneben aber auch solche mit 18, 19, 23 und 24 Chromosomen auftreten würden. Den deutlich vorhandenen Unterschied zwischen den Beobachtungen der beiden genannten Forscher suchte Frl. Lutz<sup>35)</sup> schon zu erklären durch die Annahme, dass im Herbst, in welcher Jahreszeit Geerts sein Blütenmaterial fixierte, die Reduktionsteilung einen unregelmäßigeren Verlauf nehme, als mitten im Sommer. Neuerdings hat sich dieser Unterschied aber verflacht, indem Gates ähnliche Erscheinungen beobachtet hat, wie Geerts, namentlich bei der homoiotypischen Teilung. Infolgedessen hält auch er es für möglich, dass in der Nachkommenschaft eines triploiden Individuums Pflanzen mit 14 Chromosomen auftreten, aber er bleibt der Meinung, dass solche mit 20, 21 und 22 Chromosomen jedenfalls die Mehrheit bilden, besonders, wenn die Samen, aus denen die Nachkommenschaft hervorging, im Sommer angesetzt worden waren.

Zwei Forscher sind somit auf Grund zytologischer Studien an den Mutterpflanzen zum Schluss gelangt, dass die Chromosomenzahlen der Nachkommen eines Bastardes zwischen *O. gigas* und *O. Lamarckiana* u. s. w. sehr verschieden werden ausfallen müssen. Dass dem wirklich so ist, hat nun Frl. Lutz durch exakte Zählungen bewiesen. Für 42 solcher Pflanzen hat sie genau und für 11 weitere ungefähr die somatische Chromosomenzahl bestimmt. „Some were observed to have low, some high chromosome numbers<sup>36)</sup>.“ Niedrige Zahlen scheinen besonders häufig vorzukommen. So sagt Frl. Lutz an einer Stelle, nachdem sie an das von Geerts beschriebene Ausschalten von Chromosomen bei der Reduktionsteilung in triploiden Pflanzen erinnert hat, dass dem Anschein nach „this phenomenon is of very common occurrence“<sup>37)</sup>. Nähere von Frl. Lutz in Aussicht gestellte Mitteilungen über ihre Untersuchungen sind bis jetzt noch nicht erschienen. Es darf aber bemerkt werden, dass ihre Resultate sich in ungezwungener Weise vertragen mit der Mitteilung von de Vries<sup>38)</sup>, dass er aus einer Kreuzung von *O. biennis* semi-

34) R. R. Gates, Zuletzt in: The mutation factor in evolution, S. 133 u. f., 1915.

35) Anne M. Lutz, l. c., 1912, S. 405.

36) Anne M. Lutz, l. c., 1912, S. 400.

37) Anne M. Lutz, l. c., 1912, S. 402.

38) Hugo de Vries, The coefficient of mutation in *O. biennis* L. Bot. Gaz., Bd. 59, Nr. 3, S. 169—196, 1915.

*gigas* mit *O. biennis* nur Pflanzen mit 14 und 15 Chromosomen erhalten hat. Dies zeigt nämlich zum mindesten, dass ein *Semigigas*-Individuum — gleich dem Bastarde zwischen der Mutterart und der *Gigas*-Mutation, wie oben auseinandergesetzt wurde — in der Regel Eizellen mit 7 und 8 Chromosomen hervorbringt. Es ist aber wahrscheinlich, dass auch die Pollenkörner meistens solche niedrige Zahlen aufzuweisen haben. Ich erinnere an meine Beschreibung<sup>39)</sup> des Pollens der im Sommer 1911 in meinen Kulturen zum ersten Male entstandenen *O. biennis semigigas*. Zum Teil sind die Pollenkörner steril; die übrigen sind meistens dreieckig, aber ab und zu begegnet man auch der für die Pollenkörner von *O. gigas* charakteristischen viereckigen Form. Daraus darf man wohl mit Gates schließen, dass die meisten gesunden Pollenkörner geringe Chromosomenzahlen in den Kernen führen, dass aber höhere Zahlen gelegentlich auch vorkommen. Kurz, auf diesem Wege allein könnte man zur Einsicht gelangen, dass die meisten Nachkommen eines geselbsteten *Semigigas*-Individuums im Besitze von niedrigen, einige aber auch von höheren Chromosomenzahlen gefunden werden müssen, wie Frl. Lutz es tatsächlich gefunden hat.

Mit völliger Sicherheit wissen wir somit, dass Individuen der zweiten Generation einer Kreuzung zwischen *O. gigas* und *O. Lamarekiana* (oder eventuell deren Mutanten) oder auch Nachkommen einer *Semigigas*-Mutation alle möglichen Chromosomenzahlen von 14—22 oder 24 in ihren diploiden Kernen aufweisen können. Eigene unten zu beschreibende Beobachtungen haben mich weiter gelehrt, dass auch Zahlen bis 28 bei solchen Pflanzen vorkommen.

Nach diesen zytologischen Erörterungen lasse ich jetzt die Argumente folgen, die zu zeigen vermögen, dass de Vries recht hat, wenn er der Ausgangspflanze seiner fertilen Rasse von *O. gigas*  $\times$  *O. Lamarekiana* 14 Chromosomen zuschreibt. Wir erinnern uns, dass damit die Existenzfähigkeit einer univalenten *Gigas*-Rasse erwiesen wird, was wieder die Unabhängigkeit der *Gigas*-Statur von einer verdoppelten Chromosomenzahl ins Licht stellt. Unsere Argumente sind vier an der Zahl.

1. Geerts ist nicht der einzige gewesen, der Chromosomen bei dieser fertilen Rasse gezählt hat. Auch ich habe für mehrere Individuen, namentlich aus der vierten und fünften Generation, die Chromosomenzahl bestimmt. Wie Geerts habe ich dabei nur die Zahl 14 gefunden. Man kann daraus schließen, dass die fertile Bastardrasse von de Vries eine typische vierzehnechromosomige Rasse ist. Aus dem Obenstehenden wissen wir aber, dass die Nachkommen einer triploiden Pflanze durch sehr verschiedene Chromo-

39) Theo. J. Stomps, Mutation bei *Oenothera biennis* L. Biol. Centralbl., Bd. 32, 1912, S. 533.

somenzahlen gekennzeichnet sind. Das gilt auch für spätere Generationen, wie ich unten noch beschreiben werde. Somit muss die Ausgangspflanze der fertilen Rasse wohl auch 14 Chromosomen in ihren Kernen gehabt haben.

2. Fr. Lutz hat von mehreren triploiden Individuen die Nachkommenschaft auf die vegetativen Merkmale hin untersucht. Sie teilt mit, dass sie dieselbe nicht gleichförmig gefunden hat<sup>40)</sup>. Es war deutlich eine Reihe von Typen zu unterscheiden, was Fr. Lutz auf die Anwesenheit von verschiedenen Chromosomenzahlen zurückführt. Professor de Vries hebt aber nachdrücklich die Konstanz seiner fertilen Rasse von *O. gigas*  $\times$  *Lamarckiana* durch mehrere Generationen hervor, und jeder, der das Vorrecht gehabt hat, seine Kulturen zu sehen, hat den Eindruck einer völligen Gleichförmigkeit mitnehmen können. Alle Generationen sahen einander und der Ausgangspflanze durchaus gleich. Auch dies spricht dafür, dass die Ausgangspflanze nicht triploid, sondern diploid gewesen ist.

3. Die Ausgangspflanze der fertilen Rasse von *O. gigas*  $\times$  *Lamarckiana* unterschied sich scharf von den anderen sicher triploiden Individuen der ersten Generation der Kreuzung durch ihre Fertilität. Dieser Punkt allein verdient unsere besondere Aufmerksamkeit. Nach unseren bis jetzt gewonnenen zytologischen Erfahrungen wird nämlich ein triploides Individuum sich nie kennzeichnen durch einen so hohen Grad der Fertilität. Im Zusammenhang mit den beiden vorigen Argumenten ist somit auch diese Fertilität eine Stütze für die Auffassung von de Vries.

4. Fr. Lutz hat für 52 Pflanzen erster Generation der Kreuzung *O. lata*  $\times$  *gigas* genau die somatische Chromosomenzahl bestimmt<sup>41)</sup>. In den meisten Fällen betrug sie 21 oder 22, wie man erwarten konnte, weil die Eigenschaft von *O. lata*, zum Teil Eizellen mit 7, zum Teil solche mit 8 Chromosomen zu erzeugen, vorausgesetzt wurde. Zwei Individuen jedoch zeigten sich merkwürdigerweise im Besitze von 15 Chromosomen. Meiner Meinung nach kann für diese Tatsache nur eine Erklärung in Betracht kommen. Die betreffenden Individuen müssen aus der Vereinigung von *Lata*-Eizellen mit 8 und *Gigas*-Kernen mit 7 (statt 14) Chromosomen hervorgegangen sein. Nötigenfalls würde man an eine apogame Entwicklung von *Lata*-Eizellen denken können. Im Zusammenhang mit allem, was man gegenwärtig über Apogamie weiß, braucht man aber auf die Möglichkeit einer solchen Entwicklung kaum Rücksicht zu nehmen. Gibt man dies zu, dann bleibt nur noch die Annahme, dass *O. gigas* gelegentlich Keimzellen mit

40) Anne M. Lutz, l. c., 1912, S. 396 und 397.

41) Anne M. Lutz, l. c., 1912, S. 413, 421.

7 Chromosomen hervorbringen kann. Jedenfalls darf man den wichtigen Fund von Frl. Lutz betrachten als ein Argument zu Gunsten der Vorstellung, dass die Ausgangspflanze für de Vries' fertile Bastardrasse von *O. gigas*  $\times$  *Lamarckiana* nur 14 Chromosomen in ihren Kernen gehabt hat.

Überblicken wir jetzt unsere gesamte Beweisführung, dann kommt es uns durchaus berechtigt vor, anzunehmen, dass de Vries' fertile Rasse von *O. gigas*  $\times$  *Lamarckiana* aus einer Kreuzung von *O. Lamarckiana* mit einem univalenten und somit diploiden *Gigas*-Typus und nicht mit der gewöhnlichen tetraploiden *O. gigas* hervorgegangen ist. Die Existenz aber einer solchen univalenten *Gigas*-Mutation, die, abgesehen von der halbierten Chromosomenzahl der bivalenten Rasse übrigens ähnlich ist (es sei nochmals daran erinnert, dass eine Kultur der fertilen Bastardrasse von *O. gigas*  $\times$  *Lamarckiana* morphologisch nicht von Kreuzungen zwischen *O. Lamarckiana* und der gewöhnlichen *O. gigas* unterschieden werden konnte), zeigt klar, dass die *Gigas*-Statur nicht als Folge einer verdoppelten Chromosomenzahl betrachtet werden darf.

Nachdem ich also an der Hand von Tatsachen aus der Literatur die Unhaltbarkeit der Hypothese über den kausalen Zusammenhang zwischen einer bestimmten neu erworbenen Chromosomenzahl und einer bestimmten Statur darzutun versucht habe, möchte ich jetzt neue eigene Beobachtungen beschreiben, die ebenfalls für die Unrichtigkeit dieser Auffassung sprechen.

## § 2. Eigene Beobachtungen, welche die Unrichtigkeit der Hypothese über den Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl dartun.

Die eigenen Beobachtungen, die ich hier zur Sprache bringen möchte, beziehen sich einerseits auf die Chromosomenzahl und Gestalt eines Bastards zwischen *O. Lamarckiana gigas* und *O. atrovirens* Shull und Bartlett (der früheren *O. cruciata* Nutt.), andererseits auf eine Anzahl Nachkommen von triploiden Bastardpflanzen.

a) Im Sommer 1912 fixierte ich in der früher beschriebenen Weise Wurzeln eines Individuums der ersten Generation einer 1911 ausgeführten Kreuzung zwischen *O. gigas* und *O. atrovirens*. Durch verschiedene Umstände kam ich erst im vorigen Jahre dazu, dieses Material näher zu studieren. In zahlreichen Kernplatten wurde dann die Anwesenheit von 28 Chromosomen festgestellt. Damit gewann unsere Pflanze eine besondere Bedeutung in mehr als einer Hinsicht.

An erster Stelle verdient bemerkt zu werden, dass sie, obwohl sie 28 Chromosomen in ihren Kernen führte, wirklich sehr genau den anderen — 21 chromosomigen — Bastardindividuen der *Gigas*  $\times$  *atrovirens*-Kultur ähnlich sah und sich namentlich von diesen nicht

durch eine kräftigere Gestalt unterschied. Hieraus geht hervor, dass es für das Zustandekommen einer bestimmten Statur durchaus nicht maßgebend ist, wie viele Chromosomen vorhanden sind. Ein und dasselbe Aussehen ist möglich bei grundverschiedenen Chromosomenzahlen. Diese Erkenntnis stimmt nicht zu einer Auffassung, die die Statur gewisser Mutanten auf eine bestimmte zufällig erworbene Chromosomenzahl zurückführen will.

Unsere *Lamarckiana gigas*  $\times$  *atrovirens*-Pflanze war außerdem noch wegen einer anderen Ursache interessant, wie ich näher auszuführen nicht unterlassen möchte, obwohl ich damit von meinem eigentlichen Thema einigermaßen abschweife. Wie kam diese Pflanze zu ihrer hohen Chromosomenzahl? Einem Bestäubungsfehler konnte sie dieselbe nicht verdanken! Denn, wenn etwa im Jahre 1911 beim Kastrieren einer *Gigas*-Blüte, deren Narbe später mit *Atrovirens*-Pollen belegt werden sollte, ein *Gigas*-Pollenkorn übersehen worden wäre, so wäre in 1912 wohl eine Pflanze mit 28 Chromosomen aufgetreten, aber diese wäre natürlich eine echte *O. gigas* gewesen. Wir haben aber eben gesehen, dass unsere Pflanze sich in keiner Hinsicht von den anderen — triploiden — Bastardindividuen unterschied und somit deutlich *O. gigas*  $\times$  *atrovirens* war. Die Zahl 28 kann deshalb nur erklärt werden durch die Annahme, dass auch *O. atrovirens* das Vermögen hat, in *Gigas* zu mutieren. Unsere Pflanze war eine *Lamarckiana gigas*  $\times$  *atrovirens gigas* und hat den fünften Fall vom Auftreten der *Gigas*-Mutation bei Arten von *Oenothera* ans Licht gebracht. Sie lehrt uns aber noch etwas. Sie ist nämlich im besonderen dazu geeignet, jeglichen Zweifel an dem Ursprung einer *Gigas* aus zwei in *Gigas* mutierten diploiden Keimzellen endgültig zu beseitigen. Denn der Einwand, den Gates gegen die Annahme einer solchen Entstehungsweise erhoben hat, darin bestehend, dass noch nie das Auftreten von diploiden Pollenkörnern festgestellt werden konnte, ist nun natürlich hinfällig geworden.

Die Tatsache, dass auch *O. atrovirens* sich jetzt imstande gezeigt hat, in *Gigas* zu mutieren, macht eine Änderung der Mutationskoeffizienten, wie ich sie früher für *O. Lamarckiana semigigas* und *gigas* abgeleitet habe<sup>42)</sup>, notwendig. Es sei, um dies deutlich zu machen, kurz an die Art und Weise erinnert, in der ich seinerzeit zu Werke gegangen bin, um zu diesen Werten zu gelangen. Wenn man *O. Lamarckiana* mit *O. muricata* (jetzt mit Bartlett<sup>43)</sup> besser *O. syrticola*), *O. Millersii* oder *O. atrovirens* bestäubt, gehen aus den Samen fast ausschließlich gelbliche, bald absterbende Keimlinge hervor. Kreuzt man dagegen *O. gigas* mit diesen Arten, so erhält

42) Theo. J. Stomps, Die Entstehung von *Oenothera gigas* de Vries. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 30, 1912, S. 414.

man eine vollständig grüne erste Generation. Dasselbe wird natürlich der Fall sein, wenn in *Gigas* mutierte Eizellen der *O. Lamarekiana* vom Pollen der genannten Arten befruchtet werden. Um somit zu erfahren, wie oft von *O. Lamarekiana* diploide Eizellen erzeugt werden, hatte ich, wie ich dachte, weil ich das Mutationsvermögen von *O. atrovirens* nicht kannte, nur unter den wenigen grünen Individuen, welche aus den eben beschriebenen *Lamarekiana*-Kreuzungen hervorgehen, die Pflanzen mit 21 Chromosomen auffindig zu machen und deren Zahl mit der Gesamtzahl der Keimpflanzen zu vergleichen. Solche Individuen, die wegen ihrer kräftigen, an *Gigas*-Bastarde erinnernden Gestalt mit dem Namen *Hero* belegt wurden, zeigten sich in den Kulturen von de Vries in einem Verhältnisse von 3 auf 1000. Indem nun angenommen wurde, dass die Pollenkörner ebenso oft diploid werden wie die Eizellen, ließ sich daraus für den Mutationskoeffizienten von *O. semigigas* ungefähr 0,6% und für denjenigen von *O. gigas* 0,0009% berechnen. Es versteht sich von selbst, dass jetzt, wo das Vermögen von *O. atrovirens*, in *Gigas* zu mutieren, bekannt geworden ist, diese Werte etwas niedriger veranschlagt werden müssen.

Nicht uninteressant ist es, schließlich noch darauf hinzuweisen, dass man aus dem, was de Vries S. 327 u. f. in „Gruppenweise Artbildung“ über *Oenothera hybrida Hero* mitgeteilt hat, eigentlich schon auf das Mutationsvermögen von *O. atrovirens* hätte schließen können. Aus Kreuzungen zwischen *O. Lamarekiana* und *O. atrovirens* (sive *O. cruciata*) erhielt er 15 *Hero*-Individuen auf eine Gesamtsumme von 6760 Pflanzen, aus Verbindungen mit *O. syrticola* (*O. muricata*) dagegen nur 4 *Hero*-Exemplare auf im Ganzen 4850 Individuen. Es ist sehr auffallend, dass aus den *Atrovirens*-Kreuzungen so viel zahlreichere Pflanzen mit 21 Chromosomen zum Vorschein kamen, als aus den *Syrticola*-Kreuzungen. Die Annahme, dass *O. atrovirens* wohl, *O. syrticola* dagegen nicht imstande ist, diploide Keimzellen zu erzeugen, gibt hierfür eine offenbar erlaubte und befriedigende Erklärung.

b) Ich werde jetzt weitere Fälle besprechen, in denen die Chromosomenzahl keinerlei Einfluss auf die Statur hatte. Sie beziehen sich auf eine größere Anzahl Nachkommen von *Hero*-Individuen.

In de Vries' „Gruppenweise Artbildung“ lesen wir auf Seite 329 folgendes: „Bastarde von *O. gigas* sind im allgemeinen in sehr geringem Grade fertil, und so verhielten sich auch die hier als *Hero* bezeichneten Pflanzen. Dennoch gelang es mir, in einigen Fällen aus ihnen eine zweite und dritte Generation zu erzielen. Sie wiederholten dann ihren Typus genau und konnten somit zu ein-

43) H. H. Bartlett, Twelve elementary species of *Onagra*. Cybele Columbian, Vol. I, Nr. 1, Wash. 1914.

gehenden Vergleichen und zu weiteren Kreuzungsversuchen dienen. Dabei zeigte es sich, dass die *Hero* stets die Merkmale der *O. gigas* in abgeschwächtem Grade aufwies und sich somit als Zwischenformen zwischen dieser und einer anderen Art verhielten. Je nach dem Vater waren aber kleine Unterschiede selbstverständlich vorhanden. Im Sommer 1912 habe ich neben zahlreichen blühenden *Hero*-Pflanzen verschiedener Herkunft und teils erster, teils zweiter Generation auch die reinen Bastarde von *O. gigas*  $\times$  *cruciata*, *O. gigas*  $\times$  *muricata* und *O. gigas*  $\times$  *Millersi* in zahlreichen blühenden Exemplaren in der ersten Generation kultiviert und mich von deren völliger Identität in allen Merkmalen mit den entsprechenden *Hero*-Pflanzen überzeugt.“

Es ist mir nun vergönnt gewesen, von dergleichen Individuen aus der zweiten, dritten und vierten Generation Material zu fixieren. Als allgemeines Resultat der Untersuchung kann ich von vornherein feststellen, dass sehr verschiedene Chromosomenzahlen vorkamen, welche also nicht von Staturdifferenzen begleitet wurden. Diese Tatsachen sind im Widerspruch mit der hier bestrittenen Hypothese vom Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl.

Die angewandten Methoden waren dieselben, welche früher schon beschrieben wurden. Alle Pflanzen, welche auf die Chromosomenzahl untersucht werden sollten, waren in Töpfe gesetzt worden. In dieser Weise war es leicht, eine größere Anzahl unverletzter Wurzelspitzen für die Fixierung zu bekommen. Ein einziges Mal wurden auch junge Blütenknospen für die Untersuchung benutzt. Die Fixierung wurde immer mit dem Flemming'schen Gemische vorgenommen. Die Schnitte wurden in einer Dicke von 10  $\mu$  hergestellt und mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin gefärbt. Chromosomen zählte ich nur in der Metaphase, im Stadium der Kernplatte. Es versteht sich von selbst, dass ich dabei alle nötigen Vorsichtsmaßregeln getroffen habe. So achtete ich besonders darauf, bevor ich zur Zählung der Elemente einer Kernplatte schritt, ob eine genügend dicke Schicht von Protoplasma ober- und unterhalb dieser Platte bei höherer oder tieferer Einstellung des Mikroskops sichtbar wurde, um sicher zu sein, dass keine Chromosomen fortgeschnitten worden waren. Im allgemeinen wurden so viele Kernplatten für jedes Individuum gezeichnet, als nötig war, um Sicherheit zu erlangen über seine diploide Chromosomenzahl. Bisweilen war dazu die Analyse sehr zahlreicher Metaphasen erforderlich und zwar infolge einer Komplikation, die unten beschrieben werden wird. In einzelnen Fällen gelang es nicht, mit Bestimmtheit die Chromosomenzahl eines Individuums festzustellen, da das fixierte Material hierzu nicht ausreichte. Man wird dann die gefundene Zahl als wahrscheinlich und nicht als sicher erwähnt finden. Ich werde jetzt die untersuchten Pflanzen nacheinander besprechen.

*O. (Lamarckiana*  $\times$  *Millersi*) *Hero*. Von dieser Kreuzung züchtete Professor de Vries eine zweite Generation (aus im Jahre 1911 gewonnenen Samen) im Sommer 1912. Er „verglich sie mit einer benachbarten Kultur von *O. gigas*  $\times$  *Millersi* und fand keine wesentlichen Unterschiede<sup>44)</sup>. Von einem Individuum fixierte ich die Wurzeln. Die Untersuchung lehrte, dass die Pflanze 23 Chromosomen in ihren Kernen führte. Dieses Ergebnis befremdet uns nicht, nach dem, was wir oben über die Nachkommen triploider Pflanzen gehört haben. Ich habe aber bei diesem Individuum noch etwas anderes gefunden, das eher geeignet ist, unsere Verwunderung zu erregen. Unter den 65 gezeichneten Kernplatten kamen auch welche vor mit absolut sicher 22 und 24 Chromosomen. Anfänglich verhielt ich mich dieser Beobachtung gegenüber sehr skeptisch. Wie leicht kann es nicht vorkommen, dass in einer Kernplatte zwei Chromosomen einander vollständig bedecken und infolgedessen ein Chromosom zu fehlen scheint? Falls ein Chromosom zu viel gezählt wird, wird es jedoch schon schwieriger, die Abweichung zu erklären, wenn man an der normalen Zahl festhalten will. Außerdem: meine Beobachtung stand nicht allein. Gates hat schon etwas ähnliches mitgeteilt für die oben erwähnte Mutation mit 27 Chromosomen, die er aus *O. gigas* erhielt, und bei dieser Pflanze auch Teilungen mit 26 Chromosomen gesehen<sup>45)</sup>. Allerdings war auch hier Zweifel erlaubt aus dem eben genannten Grunde. Eine weitere Beobachtung hat es mir dann aber ermöglicht, mich in dieser Sache zu entscheiden. In einer einzigen Wurzel hatte augenscheinlich das gesamte Periblem nur Kernplatten mit 22 Chromosomen aufzuweisen. Damit wurde jeglicher Zweifel am tatsächlichen Vorkommen der Zahl 22 bei unserer Pflanze überflüssig und unbegründet. An die Möglichkeit, dass die Wurzel in allen Kernen 22 Chromosomen hatte und eine Verwechslung mit der Wurzel einer anderen Pflanze — an sich schon äußerst unwahrscheinlich — stattgefunden hat, kann nicht gedacht werden aus dem einfachen Grunde, weil keines der von mir untersuchten Individuen sich im Besitze von 22 Chromosomen gezeigt hat. Vielmehr muss angenommen werden, dass eine Zelle mit 22 Chromosomen entstanden ist, als die Wurzel sich noch in einem jugendlichen Stadium der Entwicklung befand, und durch wiederholte Teilungen, während deren die Chromosomenzahl sich weiterhin nicht mehr änderte, die Entstehung einer größeren Zellgruppe mit 22 Chromosomen in allen Kernen veranlasst hat. Die hier beschriebene Wurzel ist somit aus einem doppelten Gesichtspunkte interessant. Sie beweist nicht nur unzweideutig das gelegentliche Vorkommen einer um eins verringerten Chromosomen-

44) Hugo de Vries, Gruppenweise Artbildung, Berlin 1913, S. 332.

45) R. R. Gates, The mutation factor in evolution. 1915, S. 218.

zahl, sie lehrt außerdem, dass eine abgeänderte Zahl, wenn einmal entstanden, sich durch zahlreiche Zellgenerationen erhalten kann.

Das in dieser Weise erzielte Resultat steht im Widerspruch mit den Erfahrungen von Frl. Lutz. Ungeachtet dessen, dass sie für 228 Pflanzen genau die Chromosomenzahl bestimmt und dazu 8000 Kernplatten studiert hat, kann sie nur sagen, dass „the number has been found constant for the individual in all cells of the root-tips and floral tissues studied“<sup>46)</sup>. Ich führe das darauf zurück, dass Frl. Lutz eben anders geartete Pflanzen untersucht hat als ich, und durchschnittlich weniger Zählungen ausgeführt hat.

Wie muss man die Erscheinung verstehen, dass in einer und derselben Pflanze neben der typischen Zahl 23 auch die Chromosomenzahlen 22 und 24 beobachtet wurden? Paolo della Valle<sup>47)</sup> und andere Forscher, welche gegenwärtig meinen, das Gesetz der Konstanz der Chromosomenzahl habe seine Existenzberechtigung verloren, würden auf diese Frage wahrscheinlich antworten, dass einfach ein neuer Fall von Fluktuation in der Chromosomenzahl vorliegt. In der Tat sieht es so aus, als ob 23 der Mittelwert und 22 und 24 seltene Deviationen einer Variationsreihe wären. Ich vermag jedoch diese Ansicht nicht zu teilen, obwohl ich der Auffassung durchaus nicht abgeneigt bin, dass die Regel der Chromosomenzahl-Konstanz viel an Wichtigkeit eingebüßt hat. Es sei mir gestattet, meinen Standpunkt kurz auseinanderzusetzen.

Die Lehre von der Individualität und der Kontinuität der Chromosomen beruht heutzutage auf soliderer Grundlage als je zuvor. Deshalb wird wohl kaum jemand eine Fluktuation in der Chromosomenzahl in solcher Weise auffassen wollen, dass die gesamte Kernsubstanz in der Prophase einer Teilung unter dem Einfluss geringer Schwankungen in den äußeren Umständen, welche ja Bedingung jeder Fluktuationserscheinung sind, in eine variierende Anzahl Stücke zerlegt wird. Wenn man an einer solchen Fluktuation festhalten will, so kann man nur daran denken, dass einzelne Chromosomen in der Prophase mit den Enden im Zusammenhang bleiben könnten, wodurch die Gesamtzahl verringert wird, oder sich in kleinere zerteilen könnten, was eine zu hohe Chromosomenzahl zur Folge hat, und man muss dabei immer im Auge behalten, dass äußere Umstände die Ursache der Veränderungen sein müssen, soll von fluktuierender Variation die Rede sein können. Ist nun eine derartige Variabilität jemals nachgewiesen worden? Vielleicht, aber mit Sicherheit lässt sich nichts sagen. Jedenfalls haben Ver-

46) Anne M. Lutz, l. c., 1912, S. 420.

47) Paolo della Valle, L'organizzazione della cromatina studiata mediante il numero dei cromosomi. Archiv. zoolog., Bd. 4, S. 1—177, 1909.

suche Koernicke's<sup>48)</sup> über die Wirkung von Radiumstrahlen auf pflanzliche Zellen, Wóycicki's<sup>49)</sup> über die Einwirkung des Äthers auf die Zellteilung und Lundegårdh's<sup>50)</sup> mit hohen Temperaturen gezeigt, dass die Ausbildung der Chromosomen in gewissem Grade von äußeren Einflüssen abhängig ist. Deshalb ist es nicht unwahrscheinlich, dass einige der bekannten Fälle vom Vorkommen einer variablen diploiden Chromosomenzahl innerhalb desselben Individuums wirklich auf Fluktuation beruht haben. Es ist aber zu bemerken, dass dieselbe Erscheinung auch sehr gut von inneren Ursachen bedingt sein könnte. Es könnte m. a. W. möglich sein, dass die erblichen Eigenschaften zu bestimmen vermögen, ob und wo in der Pflanze Chromosomen zusammenkleben oder sich durch Querspaltungen vervielfältigen werden. Ich denke hier im besonderen an jene Fälle, in denen in den Mutterzellen der Geschlechtszellen eine andere Chromosomenzahl als in den vegetativen Zellen konstatiert wurde und in dieser Beziehung u. a. an eine im letzten Sommer erschienene Mitteilung von Kuwada<sup>51)</sup>. Dieser Forscher fand, dass Rassen von Stärkemais als diploide Chromosomenzahl immer die Zahl 20 aufzuweisen haben und in den Pollenmutterzellen werden immer 10 Gemini gezählt. Zuckermaisrassen haben aber die Neigung, die diploide Chromosomenzahl zu vermehren und zwar mittels Querspaltungen der größeren Chromosomen. So findet man Individuen mit 21 Chromosomen in den Kernplatten der Wurzelspitzen, andere zeigen sich im Besitze der Diploidzahl 22 oder 24. Unabhängig von der Chromosomenzahl in den Wurzelspitzen bilden Zuckermaispflanzen in den Pollenmutterzellen immer im Durchschnitt 12 Gemini aus. In einzelnen Mutterzellen ist diese Zahl aber doch geringer, in anderen dagegen noch höher, bisweilen 14, was mit einer vegetativen Zahl von 28 korrespondieren würde. Es ist somit klar, dass die Zuckermaispflanzen die erbliche Tendenz haben, gewisse Chromosomen des Stärkemais in kleinere auseinanderfallen zu lassen und die typische diploide Zahl, die erreicht werden soll, in den Pollenmutterzellen auch meistens erreicht wird, beträgt offenbar 24. Dass viele Pflanzen in den vegetativen Zellen doch nur 21 oder 22 Chromosomen aufzuweisen haben, führt Kuwada darauf zurück, dass sie verschiedenen reinen Linien angehören. Dies heißt mit anderen Worten, dass diese Zahlen 21, 22, 24 jede für sich

48) M. Koernicke, Über die Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf pflanzliche Gewebe und Zellen. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 23, S. 464—415, 1905.

49) Z. Wóycicki, Über die Einwirkung des Äthers und des Chloroforms auf die Teilung der Pollen-Mutterzellen und deren Produkte bei *Larix dahurica*. Bull. Ac. d. Sc. Crac., Cl. d. Sc. math. et nat., S. 506—553, 1906.

50) H. Lundegårdh, Zur Mechanik der Kernteilung. Svensk bot. Tidskr., Bd. 8, S. 161—180, 1914.

51) Y. Kuwada, Über die Chromosomenzahl von *Zea Mays* L. The botanical Mg., Tokyo, Bd. 29, Nr. 342, S. 83—89, 1915.

von bestimmten erblichen Eigenschaften des Individuums bedingt sind. Von großem Interesse ist es schließlich noch, daß Kuwada in dem Bastard zwischen Stärkemais ♀ mit Zuckermais ♂ 12 Gemini zählte. Dies veranlasst ihn zu sagen: „Die Dominanzregel gilt also auch für die Zahl der Gemini.“ Wir können aus seinen Resultaten den Schluss ziehen, dass Veränderlichkeit in der diploiden Chromosomenzahl nicht immer auf einer Fluktuationserscheinung zu beruhen braucht, sondern von erblichen Faktoren verursacht werden kann. Im einen sowie im anderen Falle bestehen Wechselbeziehungen zwischen Zahl und Gestalt der Chromosomen, denn, wie oben bemerkt wurde, in beiden wird eine Verminderung der Chromosomenzahl dadurch hervorgerufen, dass Chromosomen mit den Enden im Zusammenhang bleiben, eine Vermehrung durch Zerteilung einzelner Chromosomen in kleinere.

Wenden wir uns nun einem genauen Studium der 22-, 23- und 24-chromosomigen Kernplatten unserer *Oenothera*-Pflanze zu, so wird es sofort klar, dass hier nicht von einer von äußeren Einflüssen bedingten Fluktuation und ebensowenig von einer von den erblichen Eigenschaften des Individuums verursachten Variabilität die Rede sein kann. In den Kernplatten mit 22 Chromosomen fällt nicht etwa ein Chromosom durch seine besondere Länge auf; es fehlt ein Chromosom, das in den 23-chromosomigen Kernplatten vorhanden ist. Umgekehrt gibt es in Metaphasen mit 24 Chromosomen ein Chromosom zu viel, und zwei kleinere, die durch Querteilung eines Chromosomes der 23-chromosomigen Platte entstanden sein könnten, werden nicht gesehen. Wir müssen uns somit nach einer anderen Erklärung für die von uns beschriebene Erscheinung umschauen und diese ist nicht schwer zu finden. Bekanntlich sind Kernteilungen in Wurzeln sehr empfindlich für allerhand schädliche Einflüsse und der normale Verlauf wird sehr leicht gestört. Die häufig vorkommenden sogenannten syndiploiden Zellen denkt man sich z. B. in dieser Weise entstanden. Es liegt deshalb auf der Hand, in unserem Falle anzunehmen, dass infolge irgendwelcher Ursache gelegentlich ein Chromosom zu dem falschen Pol gezogen wird. Man muss m. a. W. asymmetrische Mitosen für die Erscheinung verantwortlich machen, wie sie schon 1893 von Hansemann<sup>52)</sup> in malignen Tumoren beobachtet und von Strasburger<sup>53)</sup> bei *Pisum* konstatiert wurden, und wie sie auch in Endospermen vorzukommen scheinen. In der Tat stößt man beim Durchsehen der Präparate bisweilen auf vertikal gestellte Telophasen, in denen bei dem einen Pol 24 und nach tieferer Einstellung bei

52) D. von Hansemann, Studien über Spezifität, den Altruismus und die Anaplasie der Zellen. Berlin 1893.

53) E. Strasburger, Über die Individualität der Chromosomen und die Pfropfhybridenfrage. Z. f. w. Bot., Bd. 44, S. 482--555, 1907.

dem anderen 22 Chromosomen gezählt werden. An sich sind solche Figuren natürlich nicht beweisend, aber im Zusammenhang mit dem Obenstehenden werden sie zu einem wichtigen Argumente für die hier verteidigte Auffassung.

Meiner Meinung nach dürfen Fälle von auf erblichen Anlagen beruhender Variabilität oder von durch äußere Einflüsse bedingter Fluktuation in der Chromosomenzahl als Ausnahmen von der Regel der Zahlenkonstanz betrachtet werden. Das gilt aber nicht für die Unregelmäßigkeiten in unserem Beispiele. Im Gegenteil möchte ich behaupten, dass dies eben der genannten Regel neuen Halt gewährt. Ich erinnere an die Wurzel, welche offenbar im ganzen Periblem 22 Chromosomen in den Kernen führte. Hieraus ersieht man, dass eine abweichende Zahl, wenn einmal hervorgerufen, sich weiterhin konstant erhält, wie es das Gesetz der Zahlenkonstanz verlangt.

Der Erscheinung, dass innerhalb derselben Pflanze neben einer typischen auch anormale Chromosomenzahlen vorkamen, bin ich bei meinen Studien an *Oenotheren* noch wiederholt begegnet. Sie war es, auf die ich oben hinzielte, als ich sagte, dass das genaue Feststellen der Chromosomenzahl meiner Pflanzen oft große Schwierigkeiten mit sich brachte. Findet man eine abweichende Zahl, so wird man natürlich glauben, sich bei den vorangehenden Zählungen versehen zu haben, und von neuem anfangen. Ist kein reichliches Material fixiert worden und begegnet man verschiedenen Chromosomenzahlen, so wird man sich eventuell kaum zu Gunsten der einen oder anderen Zahl auszusprechen wagen.

*Oen. (Lamarckiana × syrticola) Hero.* Eine zweite Generation züchtete Professor de Vries 1911 aus Samen, welche 1905 durch Selbstbestäubung eines aus einer Kreuzung von *O. Lamarckiana* mit *O. syrticola* hervorgegangenen *Hero*-Individuums gewonnen worden waren. „Sie umfasste nur drei Pflanzen, von denen nur eine geblüht hat<sup>54)</sup>.“ Von diesem Exemplar fixierte ich junge Knospen und zählte im meristematischen Gewebe die Chromosomen. In Knospen werden die Kernteilungsfiguren niemals so gut festgelegt, wie in Wurzeln. Das ist der Grund, weshalb ich mich hier nicht so sicher über die Chromosomenzahl auslassen möchte, wie im vorigen Falle. Aber meine Figuren erlauben mir doch, 24 als die am meisten wahrscheinliche Zahl zu nennen. Auch hiermit bleiben wir noch im Bereich der Erwartungen, welche von Gates und Frl. Lutz für Pflanzen der zweiten Generation ausgesprochen worden sind.

*Oen. (Lamarckiana × atrovirens) Hero.* Bei weitem die meisten Pflanzen, welche ich untersuchte, gehörten der zweiten, dritten und vierten Generation dieser Kreuzung an. Für Einzelheiten über die

54) Hugo de Vries, Gruppenweise Artbildung, S. 331.

Kulturen wolle man de Vries, Gruppenweise Artbildung, S. 330 u. 331, nachschlagen. Immer fixierte ich nun Wurzelspitzen dem bekannten Verfahren gemäß.

Im Sommer 1912 hatte Professor de Vries eine erhebliche Anzahl Pflanzen zweiter Generation in Kultur. Für im Ganzen 5 Exemplare bestimmte ich die Chromosomenzahl. Zwei waren auf eine *Hero*-Mutter erster Generation mit 21 Chromosomen zurückzuführen, drei auf eine andere. Von den beiden zuerst genannten Individuen hatte eines mit Sicherheit 24 Chromosomen. Bisweilen begegnete ich einer Teilung, in der mit größter Sorgfalt nur 23 Chromosomen gezählt werden konnten. Eine einzelne Kernplatte mag wohl aus 25 Elementen zusammengestellt gewesen sein; über die Chromosomenzahl des anderen Individuums bin ich nicht so ganz gewiss. Von dieser Pflanze habe ich nur ein geeignetes Würzelchen fixieren und schneiden können und folglich nur ein Präparat zu meiner Verfügung. Doch konnte ich mir ein Urteil bilden über die vermutliche Chromosomenzahl, welche 26 beträgt. Zum ersten Male treffen wir hiermit eine ziemlich hohe Zahl an, wie sie wohl bis jetzt von niemand für Nachkommen eines triploiden Individuums für möglich gehalten wurde. Noch höhere Zahlen fand ich aber bei den drei weiteren untersuchten Pflanzen der zweiten Generation. Von zwei Exemplaren hatte ich ein reichliches Material einlegen können. Infolgedessen konnte ich eine größere Anzahl von Präparaten durchmustern und ungefähr 60 Zeichnungen anfertigen. Der Schluss, zu dem ich kam, war, dass beide 28 Chromosomen in den Kernen führten. Abweichungen nach den Zahlen 27 und 29 kamen bei dem einen vielleicht, bei dem anderen aber sicher vor. In einer Wurzel des letzteren Individuums beobachtete ich u. a. eine prachtvolle syndiploide Anaphase, in der 56 scharf zählbare Chromosomen den beiden Polen zustrebten. Weiter notierte ich für diese Pflanze eine Kernplatte, in der glatt 29 Chromosomen gezählt wurden, eine mit vielleicht 29, eine mit 28 Chromosomen und außerdem einigen kleinen verdächtigen Chromatinkörnern, einige Metaphasen mit mehr oder weniger sicher 27 Chromosomen, und schließlich eine Platte, für die ich zum Schlusse kam, dass sicher nicht mehr als 26 Chromosomen anwesend sein konnten. Vom dritten obengenannten Individuum hatte ich leider wieder zu wenig Material fixiert, um zu einem sicheren Resultate gelangen zu können. Jedenfalls war die Chromosomenzahl sehr hoch, aber ob 27 oder 28 Chromosomen vorkamen, wage ich nicht zu entscheiden. Die hier gefundenen hohen Zahlen werden uns weiter unten noch beschäftigen.

Ich will jetzt berichten über 3 Pflanzen der dritten Generation, von denen ich im Sommer 1912 Wurzeln fixierte. Aus einer 1907 gemachten Kreuzung zwischen *O. Lamarekiana* und *O. atro-*

*virans* hatte Professor de Vries auf 300 Keimpflanzen 7 *Hero*-Individuen bekommen, wie man in „Gruppenweise Artbildung“ beschrieben findet, von diesen 7 eine zweite Generation, welche aber nur 2 Exemplare umfasste, und von diesen stammten dann wieder die Pflanzen dritter Generation des Sommers 1912.

Für das erste der 3 fixierten Individuen kam ich an der Hand von 36 Zeichnungen zum Schlusse, dass seine diploide Chromosomenzahl 26 betrug. Eine einzige schöne flache Kernplatte mit 25 Chromosomen wurde beobachtet, gleichfalls eine einzige mit 27. Ebenso sicher führte das zweite Exemplar 25 als diploide Chromosomenzahl. Daneben wurden eine Kernplatte mit 23, eine einzige mit 24, ein Paar mit etwas zweifelhaft 26 und zuletzt eine mit 27 Chromosomen wahrgenommen. Die dritte Pflanze endlich, von der ich weniger Material zur Verfügung hatte, immerhin aber mehrere Wurzeln habe schneiden können, lieferte als Resultat wieder die Zahl 26 mit möglichen Abweichungen nach 25 und 27.

Wieder trifft man also auf hohe Chromosomenzahlen und das nämliche gilt nun zuletzt noch hinsichtlich der beiden Pflanzen vierter Generation, welche ich untersuchte. Diese hatten wieder eine ganz andere Abstammung als die Individuen zweiter und dritter Generation, von denen eben die Rede war. Sie rührten von 2 *Hero*-Individuen her, welche 1905 aus einer Kreuzung zwischen *Oen. Lamarckiana* und *Oen. atrovirens* in die Erscheinung getreten waren. Diese gaben eine zweite Generation, aus nur 3 Pflanzen bestehend, im Jahre 1907, 27 blühende Pflanzen dritter Generation 1908 und 4 Mütter aus dieser Kultur lieferten dann 1912 eine vierte Generation, welche eine große Anzahl blühender sowie nicht blühender Pflanzen umfasst hat. Von einem ersten Individuum studierte ich 9 Präparate und zeichnete etwa 24 Kernplatten von besonderer Klarheit. Es stellte sich heraus, dass die diploide Chromosomenzahl 27 war, mit sporadischen Deviationen nach 26 und 28. Von einem zweiten Individuum war die Menge des fixierten Materials wieder unzureichend zu einem ganz bestimmten Urteil. Jedenfalls habe ich 26 Chromosomen mit Sicherheit gezählt, aber die Tatsache, dass auch eine Kernplatte mit vielleicht 27 Chromosomen sich mir dargeboten hat, und die Unmöglichkeit, in der ich mich befand, durch ein Studium weiterer Wurzeln zu entscheiden, ob 26 oder 27 die häufigere Zahl wäre, müssen mich vom Aussprechen eines definitiven Urteils zurückhalten.

Fassen wir jetzt das über die Chromosomenzahlen der Nachkommen von *Hero*-Individuen mit 21 Chromosomen Gesagte kurz zusammen, so sehen wir, dass sehr verschiedene Chromosomenzahlen bei solchen Pflanzen vorkommen können. Sie variierten in den studierten Fällen von 23 bis 28, wie man in nachfolgender Tabelle noch einmal in übersichtlicher Weise angegeben findet.

Kreuzung	Generation	Individuum Nr.	Chromoso- menzahl	Ob sicher odernurwahr- scheinlich	Vereinzel zur Beob- achtung gelangte Ab- weichungen von der typischen Chromo- somenzahl
<i>O. (Lamarckiana</i> × <i>Millersi</i> ) <i>Hero</i>	2	1	23	sicher	22, 24
<i>O.</i> ( „ × <i>syrticola</i> ) „	2	1	24	ws.	
<i>O.</i> ( „ × <i>atrovirens</i> ) „	2	1	24	sicher	23, 25?
„ ( „ × „ ) „	2	2	26	ws.	
„ ( „ × „ ) „	2	3	28	sicher	27?, 29?
„ ( „ × „ ) „	2	4	28	„	26, 27, 29
„ ( „ × „ ) „	2	5	27 od. 28	„	
„ ( „ × „ ) „	3	1	26	„	25, 27
„ ( „ × „ ) „	3	2	25	„	23, 24, 26?, 27
„ ( „ × „ ) „	3	3	26	„	25?, 27?
„ ( „ × „ ) „	4	1	27	„	26, 28
„ ( „ × „ ) „	4	2	26 od. 27	„	

Ungeachtet dessen konnten keine Staturunterschiede bei den betreffenden Pflanzen konstatiert werden. Ich erinnere an den oben schon erwähnten Versuch von Professor de Vries, der im Jahre 1912 Pflanzen zweiter und vierter Generation der Kreuzung *O. Lamarckiana* × *atrovirens* *Hero*, und solche erster Generation *O. gigas* × *atrovirens* mit sicher 21 Chromosomen dicht neben einander aufwachsen ließ und trotzdem keine Unterschiede auffinden konnte. Wir kommen somit zum Schlusse, dass die Hypothese über den Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl den Tatsachen nicht entspricht und deshalb aufgegeben werden muß. Dies zu zeigen, dient der vorliegende Aufsatz.

### § 3. Bemerkungen anlässlich der eigenen Beobachtungen.

Ganz merkwürdig ist es, dass bei meinen Beobachtungen an Nachkommen von — triploiden — *Hero*-Individuen nur hohe Chromosomenzahlen ans Licht gekommen sind. In Übereinstimmung mit den Funden Gates', Geerts' und Fr. Lutz' an triploiden Mutanten oder, was dasselbe ist, Bastarden zwischen *O. Lamarckiana* und *O. gigas* würde man auch hier Zahlen zwischen 14 und höchstens 24 in der zweiten Generation erwartet haben. Im Gegensatz dazu wurden Zahlen zwischen 23 und 28 beobachtet. Muss man deshalb annehmen, dass Gates Unrecht hat, wenn er auf S. 187 seines oben erwähnten Buches bei der Besprechung der Reduktionsteilung in triploiden Pflanzen sagt: „In the first place it may be said that there is probably no essential difference as regards the behaviour of the chromosomes in triploid mutants or hybrids?“ Wird doch

in dieser Hinsicht ein Unterschied zwischen triploiden Mutanten und Bastarden bestehen? Leugnen kann man diese Möglichkeit nicht, aber ich möchte nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass man noch in anderer Weise das ausschließliche Vorkommen von hohen Chromosomenzahlen bei unseren Bastardnachkommen zu erklären suchen könnte. Oben ist in Erinnerung gebracht worden, dass *O. Lamarckiana* bestäubt mit *O. Millersi*, *O. syrticola* und *O. atrovirens* in der ersten Generation zum größten Teile gelbliche baldabsterbende Keimlinge gibt. *O. gigas* mit dem Pollen dieser Arten befruchtet gibt aber eine vollständig grüne Nachkommenschaft. Wäre es nun etwa erlaubt, sich vorzustellen, dass hier aus irgendeiner komplizierten Ursache eine hohe Chromosomenzahl erforderlich ist, um grüne lebenskräftige Pflanzen herbeizuführen, so würde es sich auch von selbst verstehen, dass bei den Nachkommen unserer *Hero*-Individuen nur hohe Chromosomenzahlen angetroffen wurden. Auch in späteren Generationen müssten dann die niedrigen Zahlen eliminiert werden und die Pflanzen, welche sie aufgewiesen haben würden, im jugendlichen Alter sterben. Tatsächlich gehen in Aussaaten von *Hero*-Nachkommen zahlreiche Individuen im Keimlingsstadium zu Grunde. Es ist deshalb vielleicht nicht als ausgeschlossen zu betrachten, dass, wie die *Hero*-Individuen selbst geeignet sind, leicht die in *Gigas* mutierten Keimzellen von *Oen. Lamarckiana* auffinden zu lassen, das Studium ihrer Nachkommen vorteilhaft wäre im Hinblick auf das Feststellen von hohen Chromosomenzahlen in der Nachkommenschaft triploider Pflanzen. In dieser Weise ließe sich auch das Auffinden von so hohen Zahlen, wie man sie bis jetzt kaum hätte erwarten können, leicht verstehen. Eines wäre hier allerdings noch zu erwägen. Die Chromosomenzahlen der *Hero*-Individuen, welche Anfangspflanzen für die Kulturen waren, aus denen ich mein Material für die zytologische Untersuchung bezog, sind nicht bestimmt worden. Es muss deshalb mit der Möglichkeit gerechnet werden, dass sie der Erwartung — 21 — nicht immer entsprachen und dadurch Einfluss auf die Zahlen in späteren Generationen ausgeübt wurde.

Bevor ich nun mein eigentliches Thema fallen lasse, muss ich noch einen Augenblick verweilen bei der Mitteilung von Fr. Lutz<sup>55)</sup>, dass sie die Nachkommenschaft von triploiden Mutanten nicht gleichförmig gefunden hat. Sie bringt das in Verbindung mit der Anwesenheit von verschiedenen Chromosomenzahlen. Hier kann ich Fr. Lutz nicht beistimmen. Dass durch weitere Untersuchungen ihre Angabe über das Vorkommen von verschiedenen Typen bestätigt werden wird, kann ich für möglich halten, nicht aber, daß man hier einen Zusammenhang zwischen einer immer kräftiger

55) Anne M. Lutz, l. c., 1912, S. 396 u. f.

werdenden Statur und einer allmählich steigenden Chromosomenzahl wird nachweisen können. Eine etwas abweichende Gestalt beobachtete ich auch ein einziges Mal bei den oben beschriebenen *Hero*-Nachkommen. Die Pflanze sah ein wenig schwächer aus, ihre Blätter waren einigermaßen schmaler. Die Chromosomenzahl stellte sich aber als besonders hoch, nämlich als 28 heraus. Hier wäre auch zu erinnern an die Mitteilung von de Vries<sup>56)</sup>, dass er aus einer Kreuzung von *O. biennis semi-gigas* mit *O. biennis* zwei Typen erhalten hat, einen breitblättrigen mit 14 und einen schmalblättrigen mit 15 Chromosomen. Sollte es sich also mit der Zeit zeigen, dass tatsächlich triploide Mutanten Nachkommen von verschiedenem Aussehen hervorbringen, so wird doch kaum ein paralleles Wachsen von Statur und Chromosomenzahl festgestellt werden können.

#### § 4. Schlussbetrachtungen.

Bis hierher haben wir uns nur damit beschäftigt, die Unhaltbarkeit jener Auffassung darzulegen, welche die Statur gewisser Mutanten auf eine durch zufällige Umstände erhöhte Chromosomenzahl zurückführt. Zum Schlusse werden wir jetzt noch die Frage besprechen, ob diese Hypothese sich vielleicht halten kann, wenn man die einzelnen Chromosomen als Träger besonderer erblicher Eigenschaften betrachtet. Es ist nicht zulässig zu sagen, eine gewisse *Oenothera*-Pflanze sei eine *Lata*, weil sie 15 Chromosomen in den diploiden Kernen führt. Vielleicht kann man aber sagen, sie sei eine *Lata*, weil ein bestimmtes Chromosom, mit bestimmten Merkmalen, einmal zu viel anwesend ist? Was die *Gigas*-Mutation betrifft, so kommt es selbstverständlich aufs Gleiche heraus, ob man die Eigenschaften der einzelnen Chromosomen berücksichtigt oder nicht. Hier kann aber noch die Frage besprochen werden, ob eine *Gigas* aufgefasst werden darf als eine Form mit den nämlichen Charakteren, wie die Mutterart, aber bloß in doppelter Quantität.

Was zunächst die 15-chromosomigen Mutanten anbelangt, so lässt sich mit Sicherheit nichts sagen. Die Möglichkeit kann nicht geleugnet werden, dass bei der Reduktionsteilung in einer 14-chromosomigen *Oenothera*-Pflanze ein Chromosom durch zufällige Umstände zum falschen Pole befördert werden kann. Es ist denkbar, dass infolgedessen eine abweichende Form in die Erscheinung treten kann, deren Eigenschaften je nach der Art des übergetretenen Chromosoms wechseln würden. Das Auftreten von wenigstens 7 neuen Typen mit 15 Chromosomen würde man in dieser Weise verständlich machen können. Es passt dies zu den Tatsachen, aber doch vermag ich mich nicht zu der hier gegebenen sehr einfachen

56) Hugo de Vries, l. c.

Anschauung zu bekehren. Ich erinnere in dieser Beziehung an einen Fehler, der in Studien über Heterochromosomen häufig gemacht wird. Oft wird das Heterochromosom als Ursache, als Träger des Geschlechts betrachtet. Tatsächlich weiß man nur, dass seine Anwesenheit Begleiterscheinung vom Auftreten des einen oder des anderen Geschlechts ist<sup>57</sup>). So könnte es auch in unserem *Oenothera*-Beispiele sehr gut sein, dass das Entstehen irgendeiner Mutation mit der Verdoppelung eines bestimmten Chromosoms zusammengehen würde, ohne dass dieses Chromosom als die Ursache der Mutation anzusehen wäre. Studiert man genau alle Tatsachen, welche über die *Gigas*-Mutation bekannt geworden sind, so ersieht man, dass die hier betrachtete Möglichkeit keineswegs zu verwerfen ist, wenn man wenigstens die Vergleichbarkeit der Veränderungen in der Chromosomenzahl in beiden Fällen zulässig erachtet.

Die Frage, ob man sich die *Gigas*-Statur dadurch ins Leben gerufen denken kann, dass die Eigenschaften der Mutterart in doppelter Menge anwesend sind, habe ich früher schon behandelt und in verneinendem Sinne beantwortet<sup>58</sup>). Ich weise jetzt noch darauf hin, dass de Vries in seinem Buche „Gruppenweise Artbildung“ weitere Argumente zu Gunsten dieses Standpunktes genannt hat. Es darf nunmehr als sicher gelten, dass eine *Gigas* nicht infolge einer zufälligen Verdoppelung des Chromosomensatzes der Mutterart in die Erscheinung tritt. Sie ist im Gegenteil als eine richtige Mutation mit wesentlich neuen Eigenschaften zu betrachten und unter diesen Merkmalen ist die erhöhte Chromosomenzahl sogar von nebensächlicher Bedeutung.

Ein interessanter Unterschied zwischen *O. Lamarckiana* und *O. Lamarckiana gigas*, der wohl kaum auf eine Verdoppelung der *Lamarckiana*-Eigenschaften in *O. gigas* zurückgeführt werden kann, ist z. B., dass in *O. gigas* das sogenannte *Laeta*-Pangen sich offenbar nicht mehr im labilen Zustande befindet, wie es in *O. Lamarckiana* der Fall ist, denn *O. biennis* gibt mit *O. gigas* bestäubt in der ersten Generation nicht die bei Kreuzung mit *O. Lamarckiana* auftretende Spaltung in *Laeta* und *Velutina*<sup>59</sup>). Gates bemerkt zu dieser von de Vries zu Tage geförderten Tatsache: „We have here a striking change in hereditary behaviour<sup>60</sup>).“ Vielleicht noch wichtiger ist aber ein Unterschied zwischen *O. gigas* und *O. Lamarckiana*, über den de Vries neuerdings berichtet hat<sup>61</sup>): *O. gigas* gekreuzt mit

57) Siehe z. B. V. Haecker, Allgemeine Vererbungslehre, S. 368, Braunschweig 1912.

58) Theo. J. Stomps, Die Entstehung von *Oenothera gigas* de Vries. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 30, 1912, S. 411.

59) Hugo de Vries, Gruppenweise Artbildung, S. 178, 180.

60) R. R. Gates, The mutation factor in evolution, S. 235.

61) Hugo de Vries, *Oenothera gigas nanella* a Mendelian Mutant. The Bot. Gaz., Bd. LX, Nr. 5, Nov. 1915.

*O. gigas nanella*, zeigt Mendelspaltung, *O. Lamarckiana* bekanntlich nicht nach der Kreuzung mit dem aus ihr hervorgehenden Zwerge<sup>62</sup>).

Es sei weiter nochmals an die Möglichkeit der Existenz einer univalenten *Gigas*-Rasse erinnert. Hierdurch wird wohl am besten bewiesen, dass die Veränderung in der Chromosomenzahl bloß eine Begleiterscheinung und nicht die Ursache der *Gigas*-Mutation ist. Sollte eine durch zufällige Umstände herbeigeführte Verdoppelung der Chromosomenzahl oder der erblichen Eigenschaften die Ursache dieser Mutation sein, so wäre auch nicht einzusehen, weshalb bestimmte Arten sie wohl, andere dagegen, wie offenbar die *O. syrticola* nicht erzeugen. Schließlich zeigt das Auftreten von zwei Typen mit 14 resp. 15 Chromosomen in der ersten Generation der Kreuzung *O. biennis semigigas* × *O. biennis* aufs deutlichste, dass die Chromosomen nicht selbst regeln, sondern durch die erblichen Eigenschaften geregelt werden: offenbar sind es dieselben Chromosomen, welche in allen Pflanzen mit 14 zugegen sind und ist auch das fünfzehnte bei allen Individuen der zweiten Gruppe das Gleiche. Auf die Beweiskraft der schmalblättrigen *Gigas*-Nachkommen, welche Frl. Lutz doch im Besitze von 28 Chromosomen fand, wurde oben schon hingewiesen.

Für die *Gigas*-Mutation können wir somit mit der vollsten Berechtigung annehmen, dass sie nicht infolge einer Unregelmäßigkeit bei der Chromosomenverteilung entsteht. Meiner Meinung nach wäre es nun unlogisch, für die Mutanten mit 15 Chromosomen nicht auch anzunehmen, dass die Veränderung in der Chromosomenzahl eine Folge und nicht die Ursache der Mutation ist.

Ich schließe meine Auseinandersetzung mit einer Bemerkung über die Art der bei den *Oenotheren* beobachteten Abänderungen in der Zahl der Chromosomen. Auch darüber lässt sich etwas sagen auf Grund bekannter Tatsachen. Häufig trifft man in der Literatur die Meinung an, *O. Lamarckiana* bringe gelegentlich unreduzierte Keimzellen hervor und in dieser Weise würde dann die *O. gigas* in die Erscheinung treten. Diese Meinung ist unrichtig, wie bewiesen werden kann. Man soll sprechen von Keimzellen, in denen infolge der Mutation in *Gigas* die Chromosomenzahl verdoppelt worden ist. Wir kommen zu dieser Erfahrung durch eine Mitteilung von Frl. Lutz<sup>63</sup>). Aus selbstbefruchteter *O. lata* erhielt sie eine Mutation mit 21 Chromosomen. Auf die Annahme, dass die *O. lata* gewöhnlich zur Hälfte Keimzellen mit 7, zur Hälfte solche mit 8 Chromosomen erzeugt, wurde oben schon hingewiesen. Muss man sich nun vorstellen, dass die *Semigigas*-Mutation hervorging aus der Vereinigung einer unreduzierten Keimzelle mit 15 und einer anderen,

62) Hugo de Vries, Über amphikline Bastarde. Ber. d. D. bot. Ges., Bd. 33, Heft 8, Nov. 1915.

63) Anne M. Lutz, l. c., 1912, S. 424.

welche infolge einer Unregelmäßigkeit bei der Reduktionsteilung nur 6 Chromosomen führte? Selbstverständlich nicht. Eine Keimzelle mit 6 Chromosomen wird sogar nicht bestehen und lebensfähig sein können. Die Erklärung ist natürlich diese, dass eine normale Keimzelle mit 7 Chromosomen zusammentraf mit einer in *Gigas* mutierten, welche infolge einer Verdoppelung der Chromosomenzahl 14 Chromosomen führte. Auch eine Pflanze mit 22 Chromosomen erhielt Frl. Lutz aus selbstbefruchteter *O. lata*. Diese kann offenbar nicht als Argument für die hier vertretene Auffassung benutzt werden, aber im Zusammenhang mit dem Obigen ist es klar, dass sie aus der Fusion von Keimzellen mit 14 und 8 und nicht von solchen mit 15 und 7 Chromosomen hervorgegangen sein muss. Schließlich sei daran erinnert, dass Frl. Lutz aus einer Kreuzung von *O. lata* mit *O. gigas* in der ersten Generation unter 52 Individuen 4 Pflanzen mit 30 Chromosomen erhielt<sup>64</sup>). Ganz einfach lässt sich dies verstehen durch die Annahme, dass *O. lata* ziemlich häufig in *Gigas* mutiert und damit auch Keimzellen mit 16 Chromosomen erzeugt, und die Erklärung, welche eine unreduzierte *Lata*-Keimzelle mit 15 und eine abnormale *Gigas*-Keimzelle mit gleichfalls 15 Chromosomen zusammenkommen lässt, kommt mir viel weniger wahrscheinlich vor.

Für die Theorie ist es besonders wichtig, dass man berechtigt ist, von einer wirklichen Verdoppelung der Chromosomenzahl in der in *Gigas* mutierten Keimzelle zu sprechen. Es könnte dieser Vorgang nämlich auf einen progressiven Schritt in der phylogenetischen Entwicklung der Reduktionsteilung hindeuten, wie ich hier aber nicht näher ausführen werde.

Nimmt man die Vergleichbarkeit der *Lata*-Mutation und der *Gigas*-Mutation an, so muss auch bei *O. lata* von einer Verdoppelung die Rede sein, aber nur von der Verdoppelung eines einzigen Chromosoms. In dieser Weise kommt man zum Schlusse, dass die Verdoppelung, welche bei der Entstehung von *O. gigas* als untergeordnetes Merkmal der ganzen Mutation auftritt, selbst wieder aus verschiedenen Faktoren gebildet wird, nämlich den Verdoppelungen der einzelnen Chromosomen.

#### Kurze Inhaltsübersicht.

1. Ein genaues Studium der Literatur lehrt, dass die Hypothese, welche die Statur gewisser Mutanten der Oenotheren auf abweichende Chromosomenzahlen zurückführt, die durch zufällige Umstände entstanden wären, unmöglich richtig sein kann.

Von besonderer Wichtigkeit ist in dieser Beziehung die Feststellung der Existenz (und zwar verborgen innerhalb de Vries'

64) Anne M. Lutz, l. c., 1912, S. 413, 421.

fertiler Bastardrasse von *O. gigas*  $\times$  *Lamarckiana*) eines univalenten diploiden *Gigas*-Typus.

2. Auch neuer eigener Beobachtungen, die gegen einen Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl sprechen, wird Erwähnung getan.

a) Ein Individuum erster Generation der Kreuzung *O. gigas*  $\times$  *O. atrovirens* zeigte sich im Besitze von 28 Chromosomen und war äußerlich doch nicht von den übrigen 21-chromosomigen *Gigas*  $\times$  *atrovirens*-Pflanzen zu unterscheiden.

Die Tetraploidie dieses Bastardindividuum kann nur herbeigeführt worden sein durch ein der *O. atrovirens* zukommendes Vermögen, in *Gigas* zu mutieren, bringt somit den fünften Fall vom Auftreten dieser Mutation bei Arten von *Oenothera* ans Licht, und beweist ausserdem die Richtigkeit der Auffassung, welche eine *Gigas* durch das Zusammenkommen von 2 in *Gigas* mutierten Keimzellen entstehen lässt.

b) Für eine größere Anzahl Nachkommen von *Hero*-Individuen (d. h. seltene triploide Pflanzen, welche aus Kreuzungen zwischen *O. Lamarckiana* einerseits und *O. syrticola*, *O. Millersi* und *O. atrovirens* andererseits hervorgehen) stellten sich die Chromosomenzahlen als sehr verschieden, nämlich variierend von 23 bis 28, heraus. Ungeachtet dessen sahen die Pflanzen derselben Kreuzung einander und sicher 21-chromosomigen Vergleichspflanzen von *O. gigas*  $\times$  *O. syrticola*, *Millersi* oder *atrovirens* durchaus ähnlich.

Innerhalb desselben Individuum war die Chromosomenzahl nicht immer konstant: vereinzelt gelangten Kernplatten zur Beobachtung, die eine von der typischen etwas abweichende Chromosomenzahl aufzuweisen hatten, und zwar infolge einer vorangehenden asymmetrischen Mitose, wie leicht bewiesen werden konnte; eine Zelle mit abgeänderter Chromosomenzahl konnte sogar Anlass geben zu der Entstehung einer größeren Zellgruppe, in der die neue Zahl sich konstant erhielt, wie es die Regel der Chromosomenzahlkonstanz verlangt.

3. Die Tatsache, dass die Chromosomenzahlen unserer *Hero*-Nachkommen schon in der zweiten Generation zwischen 23 und 28 variierten, während die Erfahrungen von Geerts, Gates und Fr. Lutz Zahlen zwischen 14 und 24 erwarten ließen, zieht unsere besondere Aufmerksamkeit auf sich. Man darf aus ihr schließen, dass Nachkommen triploider Pflanzen alle möglichen Chromosomenzahlen von 14 bis 28 aufweisen können. Dass die niedrigen Zahlen bei unseren Pflanzen fehlten, muss vielleicht in der Weise verstanden werden, dass die Individuen, welche sie aufgewiesen haben würden, im jugendlichen Alter starben. Sind doch auch die meisten Pflanzen erster Generation der Kreuzungen *Lamarckiana*  $\times$  *syrti-*

*cola*, *Millersi* und *atrovirens* nicht entwicklungsfähig und fast nur die 21-chromosomigen *Hero*-Individuen bleiben am Leben.

4. Auch wenn angenommen wird, dass die einzelnen Chromosomen Träger besonderer erblicher Eigenschaften sind, geht es nicht an, sich die Statur der *Oenothera*-Mutanten mit neuen Chromosomenzahlen durch diese verursacht zu denken. Die bei den *Oenotheren* neu beobachteten Chromosomenzahlen sind vielmehr herbeigeführt worden durch eine Verdoppelung eines einzigen Chromosoms oder des gesamten Chromosomensatzes, welche Begleiterscheinung und nicht Ursache der Mutation war.

Nachschrift. Nachdem mein Manuskript in die Presse gegangen war, gelang es mir, festzustellen, dass auch *Narcissus poeticus* imstande ist, in *Gigas* zu mutieren. Über diesen Fund werde ich an anderer Stelle ausführlicher berichten.

## Notiz über einige bemerkenswerte Erscheinungen in Gewebekulturen von Insekten.

Von Richard Goldschmidt.

(Mit 9 Abbildungen.)

Den Anlass zur Mitteilung der folgenden Notizen gaben Boveri's interessante Erörterungen über die Entstehung maligner Tumoren<sup>1)</sup>. Dort findet sich der folgende Satz: „Wenn ich hier annehme, dass die Zellen der bösartigen Geschwülste sich deshalb immer weiter vermehren, weil sie auf die Einwirkungen der Umgebung, die sonst die Teilung hintanhaltend, nicht mehr richtig reagieren, so liegt der Gedanke nahe, dass eine ebensolche schrankenlose Vermehrung bei normalen Gewebezellen eintreten müsste, falls sie durch Isolierung jenen hemmenden Einflüssen des übrigen Körpers dauernd entzogen wären, natürlich unter normalen Ernährungsbedingungen. Die gewaltige Zellvermehrung, von der Carrel bei der Kultur von Gewebestückchen außerhalb des Körpers berichtet, scheint dieser Vermutung günstig.“ Ich habe nun gelegentlich einer Untersuchung über Spermatogenese in Gewebekultur, die ich in Harrison's gastlichem Institut ausführte<sup>2)</sup>, einige Beobachtungen gemacht, die in jenem von Boveri erörterten Zusammenhang von Interesse sind. Trotz ihres aphoristischen Charakters seien sie hier mitgeteilt, da sie vielleicht jemand, der speziell an diesen Fragen interessiert ist, veranlassen könnten, eine gründliche Untersuchung des Gegenstandes vorzunehmen.

1) Boveri, Th. Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren. Jena 1914, p. 15, Anm.

2) Wird im Arch. f. Zellforschung erörtert werden. Eine kurze Mitteilung erschien in den Proc. Nat. Acad. Sc. 1915.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Stomps Theodoor Jan

Artikel/Article: [Über den Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl bei den Oenotheren. 129-160](#)