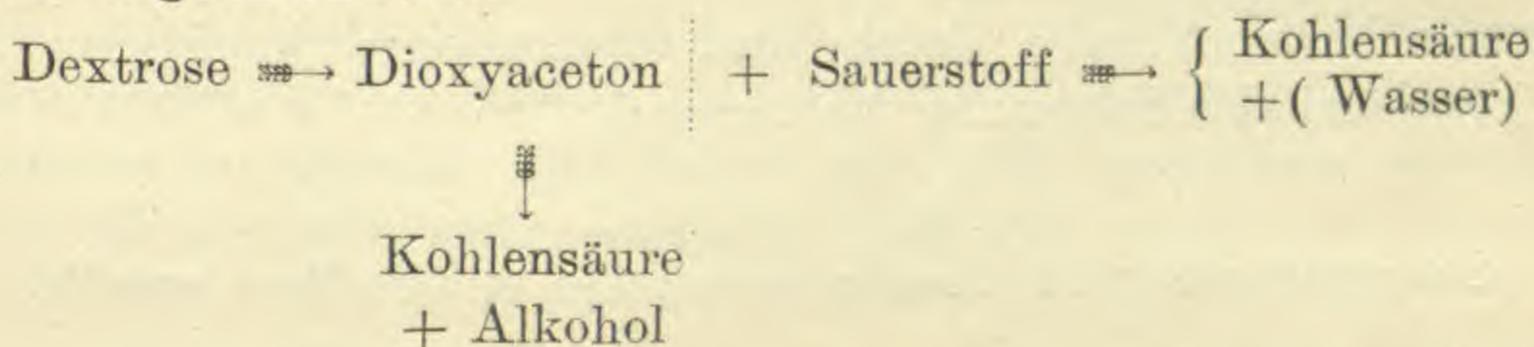


Statt durch Dioxyacetonase konnte ich auch durch Oxydase das Dioxyaceton zersetzen. Es findet dabei eine Aufnahme von Sauerstoff und Bildung von Kohlensäure — aber nicht von Alkohol — statt. Da die Oxydase weder Zucker noch Alkohol angreift, muß man schließen, daß bei der normalen Atmung das Dioxyaceton den Angriffspunkt für den Sauerstoff bildet. Durch Zusatz von Oxydase zu einer gärenden Flüssigkeit konnte ich daher die normale Atmung synthetisch darstellen: Durch die Dextrase der Hefe wird der Zucker in Dioxyaceton zersetzt; das Dioxyaceton aber wird durch die Oxydase bei Aufnahme von Sauerstoff weiter zerlegt. Der Quotient $\frac{J}{N}$, der bei der Alkoholgärung ca. 1 ist, sinkt daher bedeutend, ich konnte ihn bis $\frac{1}{2}$ hinunterbringen.

Die Zersetzung des Zuckers bei der Atmung gestaltet sich daher folgendermaßen:



Pflanzenphysiologisches Laboratorium der Universität Kopenhagen.

79. Hugo de Vries: Über die Zwillingsbastarde von *Oenothera nanella*.

(Eingegangen am 7. November 1908.)

Wenn man *Oenothera Lamarckiana* mit einer verwandten Art kreuzt, so entstehen in manchen Fällen aus derselben Kreuzung zwei verschiedene Bastarde¹⁾. Sie unterscheiden sich von einander namentlich durch die Blätter. Diese sind bei der einen Form, der *Laeta*, breit, glatt und glänzend grün, bei der anderen, der *Velutina*,

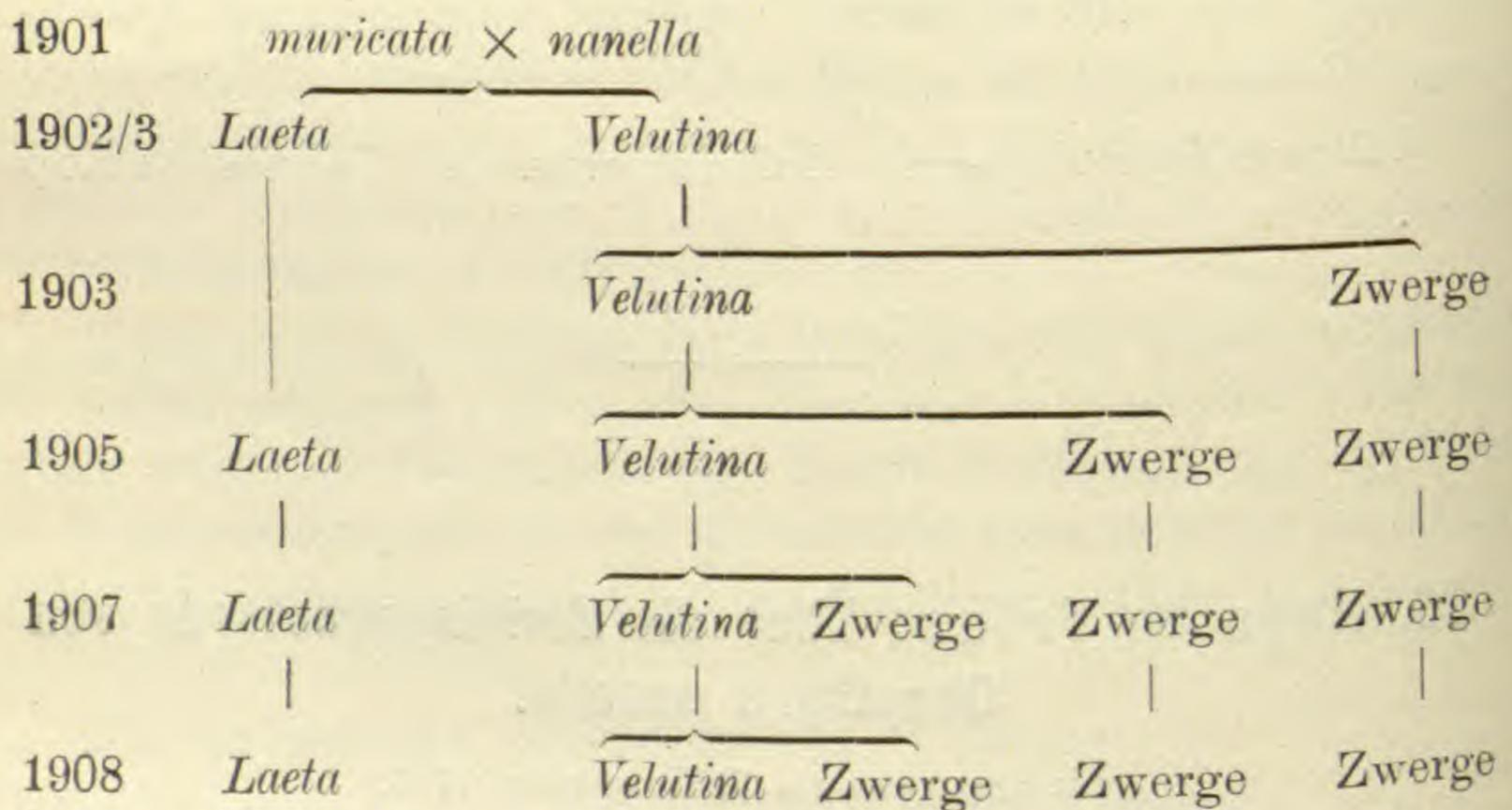
1) On Twin Hybrids. Botanical Gazette, Vol. 44, S. 401, Dez. 1907.

aber schmal, rinnig und graugrün. Die *Laeta* hat gewöhnlich nur spärlichen, oft kaum ausreichenden Blütenstaub, während der Pollen der *Velutina* reichlich ausgebildet zu sein pflegt. Diese Zwillingbastarde entstehen aus einer und derselben Kreuzung in ungefähr gleicher Anzahl. Sie bleiben in ihren Nachkommen konstant, wie denn überhaupt die Bastarde der *Oenotheren* konstant zu sein pflegen. Eine Ausnahme bildet bekanntlich nur die *O. brevistylis*, welche sich nach der MENDELSchen Regel spaltet¹⁾.

Benutzt man für die Kreuzung *Oenothera nanella*, anstatt *O. Lamarckiana*, so entstehen dieselben Zwillinge, während sich das Zwergmerkmal in der ersten Generation latent verhält (Bot. Gaz. l. c. S. 403). In den folgenden Generationen erscheint es aber wieder, und zwar in denen der *Velutina*, nicht aber in den Nachkommen der *Laeta*. Einmal abgespaltet sind die Zwergkonstanten.

Für meinen Versuch wählte ich die *O. muricata* L. und kreuzte sie im Jahre 1901 mit dem Blütenstaub der *O. nanella*. Die Nachkommen habe ich dann durch fünf Generationen kultiviert. Ich erhielt dabei den folgenden Stammbaum:

Stammbaum von *Oenothera muricata* × *Oenothera nanella*.



Dieser Versuch zeigt, daß die *Laeta* in den weiteren Generationen einförmig und konstant bleibt, während die *Velutina* sich alljährlich spaltet. Sie spaltet sich aber nur in Bezug auf das Merkmal der Statur; alle übrigen Merkmale, welche ihren *Velutina*-Charakter ausmachen, bleiben auch in den Zwergen erhalten. Diese

1) Die Mutations-Theorie. Bd. II, S. 151.

sind also keine reinen *O. nanella*; sie haben zwar dieselbe Höhe, sind aber graugrün und haben rinnige Blätter und kleine sich selbst befruchtende Blüten. Sie sollen deshalb mit einem besonderen Namen belegt werden und *Oenothera murinella* heißen. Dieser Name ist nach der auch sonst für Bastarde üblichen Nomenklatur aus *muricata* und *nanella* abgeleitet.

Die für meine Versuche benutzte *O. muricata* ist die in den Dünen Hollands und sonst in Europa allgemein wachsende Form, welche vor etwa zwei Jahrhunderten aus Kanada eingeführt worden ist. Sie ist wahrscheinlich die Form, auf welche LINNÉ seine Beschreibung gegründet hat. Andere Unterarten derselben ziemlich polymorphen Großart sammelte ich in Illinois, Kansas, Indiana und sonst in den Vereinigten Staaten. Die *O. nanella* entnahm ich der im Jahre 1895 durch Mutation in meinem Garten aus *O. Lamarckiana* hervorgegangenen und seitdem konstanten Rasse.

Die im Jahre 1901 gemachte Kreuzung habe ich 1905 und 1907 mit Pflanzen von gleicher Herkunft wiederholt, um die Zusammensetzung der ersten und zweiten Generation eingehender studieren zu können. Die Samen der 1905 gemachten Kreuzung säete ich teilweise 1907, teils aber 1908 aus.

Tabelle I.

Zusammensetzung der ersten Generation der Bastarde von
O. muricata × *O. nanella*.

Kreuzung	Kultur	Anzahl der Exemplare	<i>Laeta</i> in pCt.	<i>Velutina</i> in pCt.	Zwerge
1901	1902	24	25	75	0
1905	1907	59	58	42	0
1905	1908	75	48	52	0
1907	1908	80	51	49	0
Zusammen		238	49 pCt.	51 pCt.	0

Die Anzahl der Exemplare im Jahre 1902 war offenbar eine zu geringe für eine genaue Ermittlung des Prozentsatzes. Es waren 24 blühende Pflanzen, während ich im ganzen 228 junge Individuen erzog, unter denen ich mich überzeugen konnte, daß Zwerge durchaus fehlten.

Aus dieser Tabelle ersieht man, daß die Zwillingsbastarde in annähernd gleicher Anzahl entstehen und daß in der ersten Generation keine Zwerge auftreten.

Wie bereits bemerkt wurde, hat die *Laeta* oft kaum ausreichenden Pollen. Dementsprechend setzten die Pflanzen aus der ersten Kreuzung bei künstlicher Selbstbefruchtung im ersten Jahre überhaupt keine Samen an, und gelang es mir nur, aus einem zweijährigen Exemplare, also 1903, einige Samen zu gewinnen. Von diesen keimten nur drei; zwei von ihnen haben geblüht, während das dritte bis zum Winter eine Rosette blieb. Alle drei waren *Laeta*. Die aus der zweiten Kreuzung im Jahre 1907 hervorgegangenen *Laeta* setzten etwas mehr Samen an, und aus ihnen erhielt ich vierzig blühende Pflanzen der zweiten Generation. Alle waren *Laeta*; Zwerge gab es nicht. Die dritte und vierte Generation kultivierte ich 1907 und 1908 in 57 resp. 120 Exemplaren, von denen die meisten geblüht haben. Alle waren *Laeta* von hoher Statur.

Die Anzahl der kultivierten Exemplare beträgt also für die 2., 3. und 4. Generation $43 + 57 + 120 = 220$. Sie beweisen die völlige Konstanz und Einförmigkeit dieser Linie.

Im Sommer 1908, als die *Laeta*-Pflanzen alle besonders kräftig und schön waren, Hunderte von Blüten entfalteteten und im September eine Höhe von über zwei Meter erreichten, habe ich die erste, zweite und vierte Generation genau miteinander und mit den *Laeta*-Abkömmlingen aus der Kreuzung von *O. muricata* mit *O. Lamarckiana* verglichen. Sie bildeten alle zusammen nur einen Typus, der durch breite, glatte, glänzend grüne, flach ausgebreitete Blätter und Bracteen, durch dünne Blütenknospen, dünne rein-grüne, schwach kegelförmige unreife Früchte mit vier deutlichen Zähnen und durch spärlichen Blütenstaub in den gut ausgebildeten Antheren, scharf und deutlich von der *Velutina* verschieden war. Die letztere ist, sowohl aus *O. muricata* \times *nanella* als aus *O. muricata* \times *Lamarckiana*, stets etwas weniger hoch und stärker behaart, was namentlich auf den jungen Früchten auffällt. Durch diese Behaarung sind die Blätter mehr oder weniger grau grün, doch zeichnen sie sich am meisten durch die rinnige Zusammenbiegung entlang dem Hauptnerven aus. Auch sind sie meist abwärtsgerichtet, statt auswärts. Die Blütenknospen sind dick, rund, rötlich angelaufen; die unreifen Früchte im oberen Teile zusammen gedrückt, wie geschnabelt. Alle diese Merkmale unterliegen einer stark fluktuierenden Variabilität, welche bisweilen transgressiv ist, und so die Entscheidung für die an der Grenze stehenden Individuen erschwert. In Gruppen von 20—30 oder mehr Exemplaren sind die Unterschiede aber stets klar und unzweifelhaft.

Die *Velutina* habe ich aus der 1901 gemachten Kreuzung

während fünf Generationen kultiviert. Mit Ausnahme der ersten traten stets Zwerge auf, trotz der künstlichen Selbstbefruchtung. Die Zwerge haben, abgesehen von der Statur, die Merkmale der *Velutina* und fallen namentlich durch die rinnigen Blätter von grau-grüner Farbe auf. Ihre Blüten sind im Anfang des Sommers von derselben Größe wie diejenigen ihrer hohen Schwester. Die Zwerge fangen aber schon bei 10—15 cm Höhe an zu blühen und erreichen am Schluß der Blütezeit selten mehr als 50 cm Höhe.

Ich fand die folgenden Zahlenverhältnisse:

Tabelle II.

Spaltung der *Velutina* während der zweiten bis fünften Generation.

Generation	Kultur	Anzahl der Samenträger	Anzahl der Exemplare	Exemplare m. hoh. Stat. in pCt.	Zwerge in pCt.
2.	1903	3	106	48	52
3.	1905	2	241	44	56
4.	1907	4	492	36	64
5.	1908	2	116	29	71
Zusammen		11	955	38 pCt.	62 pCt.

Man ersieht aus dieser Tabelle, daß die *Velutina* bei reiner Befruchtung alljährlich Zwerge abspaltet und zwar in einem nur wenig wechselnden Verhältnisse. Etwas mehr als die Hälfte der Individuen werden jährlich zu Zwergen. Die Nachkommen der elf Samenträger wurden jedesmal getrennt untersucht; in allen trat dieselbe Spaltung auf.

Die Zwerge habe ich in zwei Linien auf ihre Konstanz geprüft. In der ersten erhielt ich aus fünf selbstbefruchteten Zwergen des Jahres 1903 zusammen 23 Samen und Pflanzen, und in den beiden folgenden Generationen 137 und 58 Individuen, zusammen also 218 Exemplare, welche ausnahmslos *Murinella* waren. In der zweiten Linie befruchtete ich 1905 und 1907 jedesmal zwei Zwerge und erhielt in der zweiten Generation 269 und in der dritten 59 Individuen, welche gleichfalls alle *Murinella* waren. Im ganzen wurde die Konstanz der Zwerge somit in 536 Exemplaren geprüft.

Zusammenfassend folgere ich aus dem Mitgeteilten:

1. Die erste Generation aus der Kreuzung *O. muricata* ×

- O. nanella* besteht zu annähernd gleichen Teilen aus *Laeta* und *Velutina*.
2. Die *Laeta* bleibt in weiteren Generationen konstant.
 3. Die *Velutina* spaltet alljährlich etwa zur Hälfte Zwerge ab, welche übrigens dieselben Merkmale führen.
 4. Die Zwerge bleiben nach ihrer Abspaltung in den weiteren Generationen konstant.

Es entsteht nun die Frage, durch welche Ursachen die Spaltung der *Velutina* bedingt wird. Um diese zu beantworten, habe ich im Sommer 1905 in der dritten Generation einige Kreuzungen ausgeführt. Ich ging dabei von den folgenden Überlegungen aus:

Bei den MENDELSchen Kreuzungen erhält man ein Verhältnis von je 50 pCt., wenn man einen Bastard mit einem seiner Eltern kreuzt. Es handelt sich um die bekannte, für ein einzelnes Merkmal geltende Formel $(a \times b) \times a$. Obgleich die Oenotheren nun im allgemeinen den MENDELSchen Regeln nicht folgen, dürfte hier dennoch ein analoger Fall vorliegen.

Diese Folgerung ergibt nun, daß in erster Linie als Erklärung anzunehmen ist, dass in unserer *Velutina* die Samenknospen und der Blütenstaub nicht dieselben erblichen Eigenschaften haben.

Die einen müssen sich verhalten wie $a \times b$, d. h. wie Bastarde, die anderen wie a , d. h. als reiner Typus; und zwar muß der reine Typus ein solcher sein, daß er mit dem anderen teils Bastarde von hoher Statur, teils Zwerge gibt. Wir werden dadurch dazu geführt, dem reinen Typus die Eigenschaften der Zwerge zuzuschreiben.

Es fragt sich nun zunächst, welches von den beiden Sexualorganen den reinen und welches den Bastardtypus führt. Es leuchtet ein, daß man die ersteren ohne Änderung des Erfolges durch die entsprechenden Teile der Zwerge, also der *Murinella*, muß ersetzen können. Es handelt sich somit um die Erfolge der reziproken Kreuzungen zwischen der *Velutina* und der *Murinella*.

Vier Exemplare der *Velutina* wurden in der dritten Generation mit dem Blütenstaub der *Murinella* von gleicher Abstammung unter der üblichen Fürsorge befruchtet. Die Aussaat ergab im Jahre 1907:

Tabelle III.

Kreuzung von *Velutina* mit *Murinella*.

Mütter.	Anzahl der Kinder.	pCt. Zwerge.
Nr. 1	129	69
„ 2	134	56
„ 3	132	61
„ 4	113	59
Zusammen 508		61 pCt.

Dieses Ergebnis stimmt genau mit demjenigen der Tabelle II überein. Der Blütenstaub der *Velutina* kann also durch denjenigen der Zwerge ersetzt werden, ohne daß dadurch das Ergebnis der Befruchtung geändert würde. Ich folgere daraus, daß der Pollen der *Velutina* dieselben erblichen Eigenschaften hat, wie derjenige der Zwerge von gleicher Abstammung. Zu erinnern ist, daß beide Typen sich nur in Bezug auf die Statur voneinander unterscheiden; alle übrigen Eigenschaften sind in beiden dieselben.

Die reziproke Kreuzung wurde in derselben Kultur an vier Zwergen ausgeführt. Nach Kastration und Befruchtung mit dem Blütenstaub der *Velutina* erhielt ich 58, 56, 115 und 51, zusammen also 280 Keimlinge, welche sämtlich ausgepflanzt wurden und im Sommer 1907 blühten. Sie waren ausnahmslos Zwerge. Es können also auch in diesem Versuch der Pollen der Zwerge und derjenige der *Velutina* gewechselt werden, ohne Einfluß auf das Ergebnis. Die obige Folgerung findet also hier eine volle Bestätigung.

Die Kreuzung *Velutina* × *Murinella* habe ich 1907 in der vierten Generation wiederholt, sie ergab auf 202 Pflanzen 51 pCt. Zwerge.

Kehren wir jetzt zu der oben vorausgesetzten Analogie mit der Formel $(a \times b) \times a$ zurück, so ergibt sich, daß die Eizellen der hohen *Velutina* Bastardnatur haben $(a \times b)$, während der Pollen die reinen erblichen Eigenschaften der Zwerge trägt. Bei der Selbstbefruchtung entstehen dadurch zur Hälfte die hohen Bastarde und zur anderen Hälfte die reinen, in weiteren Generationen konstanten Zwerge.

Eine Bestätigung dieses Ergebnisses gab mir die Kreuzung der *Velutina* mit *O. nanella*, d. h. also mit Zwergen von reiner Abstammung aus *O. Lamarckiana*. Ich habe in der vierten Generation der Bastarde aus *O. muricata* × *O. nanella*, also im Sommer 1907

die *Velutina* mit meiner reinen Rasse von *O. nanella* gekreuzt und erhielt die folgenden Zahlen:

	Anzahl der Kinder	pCt. Zwerge
<i>O. velutina</i> × <i>O. nanella</i>	253	57
<i>O. nanella</i> × <i>O. velutina</i>	33	100

Aus den mitgeteilten Erfahrungen entstand für mich die weitere Frage, wie sich in dieser Beziehung die konstante *Laeta* verhält; denn in der Formel $(a \times b) \times a$ kann a auch das dominierende Merkmal bedeuten und man würde dann in der nächsten Generation die beiden Typen $a \times b$ und a nicht voneinander unterscheiden können. Wenn dann in den weiteren Generationen der Pollen stets den reinen Typus führen sollte, auch wenn die Eizellen dem Typus $(a \times b)$ entsprächen, so würde bei innerlicher Bastardnatur eine äußerlich konstante Rasse entstehen.

Diese vermutete Bastardnatur der Eizellen muß offenbar bei einer Kreuzung mit dem Blütenstaub der Zwerge ans Licht treten. Sie müssen sich den Zwergen gegenüber entweder verhalten wie die Eizellen der *Velutina* und somit etwa zur Hälfte Zwerge liefern, oder aber es müssen nur Bastarde von hoher Statur entstehen. Es leuchtet ferner ein, daß es gleichgültig sein muß, ob man den Blütenstaub der *Murinella* oder denjenigen der hohen *Velutina*, oder auch denjenigen der reinen *O. nanella* benutzt. Ich habe diese drei Kreuzungen im Sommer 1907 ausgeführt und dazu teils *Laeta* von der ersten, teils aber solche aus der dritten Generation gewählt.

Tabelle IV.

Befruchtung von *Laeta* mit Blütenstaub mit Zwerg-Eigenschaften.

	Anzahl der Mütter	Anzahl der Kinder	pCt. Zwerge
<i>Laeta</i> 1. Gen. × <i>O. murinella</i>	1	114	49
„ 3. „ × <i>O. „</i>	1	300	48
„ 3. „ × <i>O. „</i>	2	630	54
„ 1. „ × <i>O. nanella</i>	1	77	40
„ 3. „ × <i>O. „</i>	1	305	61
„ 3. „ × <i>O. velutina</i>	2	327	50
Summe und Mittel	8	1753	50 pCt.

Die Eizellen der *Laeta* verhalten sich in diesen Versuchen also so, wie diejenigen der *Velutina* und haben somit in Bezug auf das Zwerg-Merkmal gleichfalls Bastardnatur.

Es ergibt sich hieraus die merkwürdige Folgerung, daß äußerliche Konstanz einer Rasse nicht immer ein vollgültiger Beweis für beiderseitige Reinheit der Sexualorgane ist.

Nach den obigen Auseinandersetzungen ist nun anzunehmen, daß der Blütenstaub der *Laeta* in Bezug auf das Statur-Merkmal die erblichen Eigenschaften der hohen Formen führt und bei Kreuzungen über die Bastardnatur der Eizellen dominiert.

Würden diese Kreuzungen den MENDEL'schen Regeln folgen, so läßt sich berechnen, daß in der dritten Generation nur ein Viertel der Individuen Eizellen von Bastardnatur haben sollten. In der obigen Tabelle sind aber sechs Individuen der dritten Generation verzeichnet, welche alle dieselbe Spaltung zeigten.

Daß die Erblichkeits-Verhältnisse trotz der Uebereinstimmung in einigen Punkten hier wesentlich anderer Natur sind¹⁾, läßt sich in einfacher Weise durch Ausführung der reziproken Kreuzungen beweisen. Ich habe diese im Sommer 1907 in derselben Weise ausgeführt, wie die Versuche der Tabelle IV.

Tabelle V.

Befruchtung von Zwergen mit *Laeta*.

	Anzahl der Mütter	Anzahl der Kinder	pCt. Zwerge
<i>O. murinella</i> × <i>Laeta</i> 1. Gen.	5	40	100
<i>O.</i> „ × „ 3. „	2	52	100
<i>O. nanella</i> × „ 1. „	1	134	100
Zusammen	8	226	100

Der Blütenstaub der *Laeta* gibt mit Zwergen also keine Bastarde hoher Statur, sondern nur Zwerge. Er ist also den reinen Sexualzellen der Zwerge gegenüber rezessiv, während er über die Bastardnatur der eigenen Eizellen dominiert.

Zusammenfassend folgere ich aus dem letzten Teile dieses Aufsatzes für die Nachkommen der Kreuzung *O. muricata* × *O. nanella* das Folgende:

1. Die Eizellen der konstanten *Laeta* und der sich spaltenden *Velutina* haben Bastardnatur und geben dementsprechend mit Blütenstaub von Zwergen etwa zur Hälfte hohe Nachkommen und zur Hälfte Zwerge.

1) Vgl. Die Mutations-Theorie, Bd. II.

2. Der Blütenstaub der *Velutina* hat die reinen erblichen Zwerg-Eigenschaften.
3. Der Blütenstaub der *Laeta* hat die erblichen Eigenschaften der hohen Statur. Diese dominieren über die Bastardnatur der eigenen Eizellen, sind aber den Eizellen reiner Zwerge gegenüber rezessiv.

80. Otto Müller: Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. VI.

(Eingegangen am 13. November 1908.)

Eine Marburger Inaugural-Dissertation von OTTO HEINZERLING, Bau der Diatomeenzelle, die als Heft 69 zugleich in der Bibliotheca botanica erschienen ist, veranlaßt mich an dieser Stelle nochmals auf die Frage der Ortsbewegung der Bacillariaceen einzugehen. Schon im Vorwort bemerkt O. HEINZERLING: seine Untersuchungen haben gezeigt, daß meine Bewegungstheorie nicht vollständig für die Erklärung der Bewegungsvorgänge ausreicht. Zugleich aber bekennt er, daß „alle Versuche, Organe aufzufinden, die man außer den bisher als Bewegungsorgane gedeuteten als Bewegungsorgane ansprechen könnte, fehl schlugen.“ Seine Kritik kennzeichnet sich daher von vornherein im wesentlichen als negativ; welche anderen Verhältnisse Platz greifen und wie dieselben mit den sicher zu beobachtenden Tatsachen in Übereinstimmung zu bringen sind, führt er nicht aus.

Meine Bewegungstheorie wurde zunächst für die in meinen verschiedenen Arbeiten genannten Arten aufgestellt. Ich stehe aber nicht an, dieselbe auf alle mit einer echten Rhaphe (Pinnularien- oder Kanalrhaphe¹⁾) ausgestatteten Gattungen und Arten auszudehnen. Auf eine Bezugnahme O. HEINZERLINGs, meine Ansicht über die Atmung betreffend, bemerke ich vorweg: die Vermutung, daß der austretende Plasmastrom die Funktion der Atmung versehen könnte und die Ortsbewegung dann eine Nebenerscheinung sei, habe ich in meiner ersten Arbeit über die Ortsbewegung²⁾

1) O. MÜLLER, Ortsbewegung III. Sitzungsberichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft, 1896. S. 55.

2) O. MÜLLER, Durchbrechungen d. Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung. Sitzungsberichte. 1889. S. 178.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [26a](#)

Autor(en)/Author(s): de Vries Hugo

Artikel/Article: [Über die Zwillingsbastarde von *Oenothera nanella*. 667-676](#)