

BOTANISCHE ZEITUNG.

Redaction: *Hugo von Mohl.* — *A. de Bary.*

Inhalt. Orig.: Hildebrand, Experimente und Beobachtungen an trimorphen Oxalis-Arten. — Prantl, Ueber einen neuen Blütenfarbstoff. — Litt.: Wagner, Illustrierte deutsche Flora. — Neue Litt. — Anzeige.

Experimente und Beobachtungen an einigen trimorphen Oxalis-Arten.

Von

Friedrich Hildebrand.

Als ich vor einigen Jahren in den Monatsberichten der Berliner Akademie *) auf den Trimorphismus, wie er sich in den Blüten vieler Arten der Gattung *Oxalis* zeigt, aufmerksam machte, musste ich bedauern, dass mir nicht von einer oder der anderen der trimorphen Arten alle drei Formen lebend zu Gebote standen, um daran genauere Beobachtungen und Experimente über die Verhältnisse der Fortpflanzung anstellen zu können. Nur an *Oxalis rosea* **), deren langgriffelige Form allein, soviel ich erfahren habe, in unseren botanischen Gärten sich findet, konnte ich einige Experimente anstellen. Inzwischen ist die schön und reich blühende gelbe *Oxalis Valdiviana* in allen ihren drei Formen in die Gärten gekommen, ausserdem hat Fritz Müller aus Brasilien mir Samen mehrerer trimorpher *Oxalis*-Arten geschickt, von denen eine mit weissen Blüten im hiesigen botanischen Garten gut gedieh, während die anderen Arten leider nicht aufgingen; auch die Knöllchen, welche von anderen trimorphen *Oxalis*-Arten und zwar von den drei verschiedenen Formen von Fritz Müller genommen waren, hatten leider durch die Reise ihre Keimkraft verloren. Es standen mir also nur die zwei genannten Arten

zu Gebote, an denen ich nun in den beiden letzten Jahren folgende Beobachtungen anstellte.

1. *Oxalis Valdiviana.*

Die *Oxalis Valdiviana* lässt sich sehr leicht aus Samen ziehen und scheint grosse Neigung zu haben, bei uns ein Unkraut zu werden, indem sich in diesem Jahre im hiesigen botanischen Garten an dem Ort, wo die Pflanze im vergangenen Jahre gestanden, mehrere Exemplare in den Ritzen von Mauerwerk vorfanden und lustig blühten; ihre Samen springen ungeheuer weit bei der Reife aus den Kapseln vermöge der bekannten Einrichtung ihrer Haut fort und geben noch in demselben Jahre eine zweite Generation um die Mutterpflanze herum, die bei günstigem Herbste es noch bis zur Blüthe bringt. Der Fleck, wo eine Anzahl von Pflanzen beisammen im Freien kultivirt wurden, war im September des letzten Jahres rings von jungen Pflanzen umgeben, und zwar in einem Umkreise von über 10 Fuss Entfernung von der Mutterpflanze. — Nachdem im Frühjahr von den jüngeren Pflanzen eine Anzahl in Töpfe gesetzt worden, blieben diese so lange im Freien stehen, bis die ersten Blüten sich entfalteteten, worauf ich dieselben in ein luftiges Gewächshaus stellte und einen Gazekasten darüber deckte, durch den das Licht nicht sehr abgehalten wurde, in welchen hingegen kein Insekt oder ein stärkerer Luftzug einen Zutritt fand. Unter diesem Abschluss von Insekten und Wind blühten die Pflanzen nun üppig weiter, so dass ich wohl mit Recht vermuthen konnte, dass Bestäubungsexperimente mit Erfolg gekrönt sein würden, und ich nun zu diesen überging. Es

*) Monatsber. der Berl. Akad. 1866, p. 352.

**) l. c. p. 372.

sei noch hinzugefügt, dass die *Oxalis Valdiviana*, wenn sie einmal zur Blüthe gekommen und dabei üppig vegetirt, sich in der Blüthe so wenig stören lässt, dass sich, wenn man sie aus dem Böden reisst und nicht gar zu sehr der austrocknenden Sonne aussetzt, noch viele Tage hindurch fort und fort neue Blüthen an diesen ausgerissenen Pflanzen entfalten.

Die zahlreichen und zeitraubenden Bestäubungsexperimente stellte ich an dieser Pflanze nun in der Weise an, dass ich alles zu vermeiden suchte, was die Genauigkeit der Erfolge beeinträchtigen konnte; namentlich wurden die verschiedenen Bestäubungsarten nicht nur alle an jedem einzelnen der zu den Experimenten benutzten Exemplare vorgenommen, um den etwaigen Einfluss der Individualität auszugleichen, sondern auch an den Blüthen eines und desselben Blütenstandes, und hier wiederum in der verschiedensten Reihenfolge, um zu vermeiden, dass ein an einer der ersten Blüthen eines Blütenstandes gebildeter Fruchtsatz als die Ursache davon erschien, dass die folgenden Blüthen bei anderer Bestäubung keine Früchte ansetzten. So wurden namentlich und nachdem sich herausgestellt hatte, dass bestimmte Bestäubungen fruchtbringend waren, andere nicht, diese letzteren immer zuerst an den Blütenständen vorgenommen, die ersteren an den später aufgehenden Blüthen, und das Resultat war, dass an diesen Blütenständen immer die ersten Blüthen abfielen und nur die letzten in der bezeichneten Weise bestäubten Frucht ansetzten. Die verschiedene Art der Bestäubung wurde bei den einzelnen Blüthen mit verschiedenfarbigen Fäden angemerkt und hierdurch jeder Verwechslung vorgebeugt; in dieser Weise war die möglichste Genauigkeit erreicht. Die mühsame und bei den *Oxalis*-Blüthen vielfach schwierige Entfernung der Antheren glaubte ich bei den Experimenten unterlassen zu dürfen, nachdem ich festgestellt hatte, dass bei dem Abschluss der Insekten niemals Pollen aus den Antheren herausgelangte, niemals fand ich unter dem Gazekasten eine Blüthe, die sich selbst bestäubt hätte, und von vier Blüthen, an denen ich keine künstliche Bestäubung vornahm, erhielt ich keine einzige Frucht, ein Beweis, dass hier entweder in der That gar keine Bestäubung statt gehabt hatte, oder doch wenigstens dafür (wenn man den Pollenfall aus den Antheren auf die benachbarten Narben für möglich halten will), dass die hier einzig mögliche Selbstbestäubung, auch hier, wie in den anderen durch Experimente

festgestellten Fällen, zu keiner Fruchtbildung führte.

Die Resultate der künstlich vorgenommenen Bestäubungen mögen nunmehr zuerst in ihren Einzelheiten aufgeführt und dann in einer übersichtlichen Tabelle zusammengestellt werden.

a. Langgriffelige Form.

1) Die Narben von 28 Blüthen der langgriffeligen Form wurden mit den oberen Antheren der kurzgriffeligen Form bestäubt; in Folge davon setzte jede Blüthe Frucht an, und in den so erzeugten einzelnen Kapseln waren gute Samen in folgender Anzahl enthalten:

11. 15. 14. 10. 9. 15. 11. 13. 11. 11.
15. 13. 10. 14. 12. 12. 13. 6. 5. 8.
15. 14. 15. 13. 15. 12. 8. 13.

Die 28 Kapseln enthielten hiernach zusammen 333 Samen, also jede einzelne durchschnittlich davon 11,9.

2) 21 Blüthen der langgriffeligen Form wurden bestäubt mit den oberen Antheren der mittelgriffeligen Form; jede Bestäubung war fruchtbringend. Die erzeugten einzelnen Kapseln enthielten folgende Anzahl guter Samen:

12. 4. 7. 13. 12. 13. 14. 13. 12. 13. 12.
12. 13. 12. 15. 10. 10. 13. 10. 14. 13.

Es waren demnach in den 21 Kapseln 252 Samen enthalten, also durchschnittlich in jeder einzelnen 12 Samen.

3) 21 langgriffelige Blüthen wurden mit dem Pollen ihrer eigenen oberen Antheren bestäubt, und es ergab sich in keiner eine Fruchtbildung, während 2 in gleicher Weise bestäubte Blüthen Kapseln mit 5 und 6 Samen erzeugten. Wenn wir diese beiden letzten Fälle nicht als in Folge eines Versehens von den vorhergehenden 21 abweichend ansehen wollen, so er giebt sich immerhin für den Erfolg der genannten Bestäubungsart bei den 23 Blüthen auf jede einzelne die verschwindend kleine Anzahl von 0,48 Samen.

4) 14 langgriffelige Blüthen, bestäubt mit ihren eigenen unteren Antheren, ergaben alle keine Frucht.

5) 17 langgriffelige Blüthen, bestäubt mit den oberen Antheren von anderen langgriffeligen Blüthen anderer Individuen, brachten keine Frucht.

6) 12 langgriffelige Blüthen, mit den unteren Antheren langgriffeliger Blüthen anderer

Exemplare bestäubt, ergaben gleichfalls keine Frucht.

7) Von 16 langgriffeligen Blüten, die mit den unteren Antheren der kurzgriffeligen Form bestäubt wurden, waren 15 fruchtlos, während eine eine Kapsel mit 1 Samen entwickelte, also kommt hier auf jede Bestäubung als Erfolg die Samenanzahl von 0,006.

8) 9 langgriffelige Blüten, mit den unteren Antheren der mittelgriffeligen Form bestäubt, ergaben alle keine Frucht.

Endlich zählte ich 59 Blüten, die unbestäubt geblieben waren und alle ohne Fruchtbildung abfielen.

Wir sehen hier also bei der langgriffeligen Form, dass von den 8 möglichen Bestäubungsarten fast allein die von Darwin „legitim“ genannten, d. h. diejenigen fruchtbringend waren, bei denen die Vereinigung zwischen verschiedenen Formen und zwar denjenigen Organen vorgenommen wurde, welche bei den drei verschiedenen Formen auf gleicher Höhe stehen; die anderen Bestäubungsarten, die illegitimen, erzeugten meist gar keine Frucht, nur in wenigen, verschwindend geringen Ausnahmen war eine Fruchtbildung bemerkbar — welches Resultat mit demjenigen, wie es Darwin an der langgriffeligen Form von *Lythrum Salicaria* *) erhielt, vollständig übereinstimmt. Die beiden fruchtbringenden Bestäubungsarten erzeugten in jeder Kapsel im Durchschnitt eine fast gleiche Anzahl von Samen, nämlich 12 und 11,9.

b. Mittelgriffelige Form.

9) Es wurden 38 Blüten der mittelgriffeligen Form mit den oberen Antheren von langgriffeligen Blüten bestäubt und setzten alle Kapseln an, welche folgende Anzahl von Samen enthielten:

11. 15. 7. 10. 10. 10. 14. 11. 8. 10. 12.
10. 10. 15. 9. 8. 12. 12. 13. 15. 12. 12.
13. 11. 13. 14. 9. 14. 14. 12. 14. 8.
12. 9. 13. 8. 10. 10.

In den 38 Kapseln waren also 430 Samen enthalten; durchschnittlich war demnach hier der

Erfolg von jeder Bestäubung die Anzahl von 11,3 Samen.

10) 23 mittelgriffelige Blüten wurden mit den unteren Antheren der kurzgriffeligen Form bestäubt, alle setzten Frucht an und die einzelnen Kapseln enthielten die Samenanzahl von:

13. 12. 12. 10. 12. 9. 8. 10. 10. 12. 3.
14. 3. 15. 13. 12. 12. 13. 8. 11. 8. 11. 8.

In den 23 Kapseln waren hiernach zusammen 239 Samen enthalten, also war der Erfolg jeder Bestäubung durchschnittlich die Anzahl von 10,4 Samen.

11) 29 mittelgriffelige Blüten, bestäubt mit ihren eigenen oberen Antheren, gaben alle keine Frucht.

12) Von 21 mittelgriffeligen Blüten, bestäubt mit ihren eigenen unteren Antheren, gaben 20 keine Frucht, nur 1 setzte eine Kapsel mit 6 Samen an.

13) 23 mittelgriffelige Blüten wurden mit den oberen Antheren anderer mittelgriffeliger Blüten bestäubt, aber alle Bestäubungen blieben fruchtlos.

14) 9 mittelgriffelige Blüten, mit den unteren Antheren anderer mittelgriffeliger Blüten bestäubt, ergaben gleichfalls keine Fruchtbildung.

15) 16 mittelgriffelige Blüten wurden mit den unteren Antheren von langgriffeligen Blüten bestäubt und gaben alle keine Frucht.

16) Von 16 mittelgriffeligen Blüten, die mit den oberen Antheren der langgriffeligen Form bestäubt worden, gaben 14 keine Frucht, und nur 2 eine Kapsel mit je 3 und 2 Samen.

Alle von mir ganz unbestäubt gelassenen mittelgriffeligen Blüten setzten keine Frucht an; es wurden deren an den zum Experiment benutzten Exemplaren 159 gezählt.

Auch hier, bei der mittelgriffeligen Form, sehen wir fast ausschliesslich die legitimen, d. h. die beiden Bestäubungen fruchtbar, welche mit den Antheren vorgenommen wurden, die in den beiden anderen Formen mit den Narben der mittelgriffeligen Form auf gleicher Höhe stehen, und zwar sind auch hier die Anzahlen der dabei durchschnittlich erzeugten Samen ziemlich gleich, nämlich 11,3 und 10,4. Die übrigen, illegitimen Verbindungen sind fast ganz unfruchtbar, welches Resultat von demjenigen abweicht, wie

*) Darwin, On the sexual relations of the three forms of *Lythrum Salicaria*; in Journ. of the Linn. Soc. Botany Vol. VIII, p. 181.

es Darwin bei der Bestäubung der mittelgriffeligen Form von *Lythrum Salicaria* *) erhielt, indem hier nur die Verbindung mit den eigenen unteren Antheren ganz unfruchtbar war, während die drei anderen illegitimen Bestäubungsarten (mit den unteren Antheren der langgriffeligen Form, den oberen der kurzgriffeligen und den eigenen oberen mehr oder weniger fruchtbringend sich zeigten.

c. Kurzgriffelige Form.

17) 18 kurzgriffelige Blüten wurden mit den unteren Antheren der langgriffeligen Form bestäubt, in Folge dessen alle Frucht ansetzten und in den einzelnen Kapseln sich folgende Anzahl von Samen ausbildete:

10. 15. 10. 8. 12. 13. 6. 12. 15. 12. 15.
7. 11. 10. 12. 10. 8. 11.

In den 18 Kapseln fanden sich demnach zusammen 197 Samen, so dass jede Bestäubung durchschnittlich 11 Samen hervorgebracht hatte.

18) Die 10 kurzgriffeligen Blüten, welche mit den unteren Antheren mittelgriffeliger Blüten bestäubt wurden, setzten alle Früchte an und die so erzeugten einzelnen Kapseln enthielten folgende Samenanzahl:

14. 9. 8. 10. 8. 8. 14. 13. 14. 15.

Es waren also in den 10 Kapseln zusammen genommen 113 Samen enthalten, so dass hier der Erfolg einer jeden Bestäubung durchschnittlich die Bildung von 11,3 Samen war.

19) Nach Bestäubung von 13 kurzgriffeligen Blüten mit ihren eigenen oberen Antheren bildete sich keine einzige Frucht.

20) Ebensowenig nach der Bestäubung von 17 kurzgriffeligen Blüten mit ihren eigenen unteren Antheren.

21) 8 kurzgriffelige Blüten, mit den oberen Antheren anderer kurzgriffeliger Individuen bestäubt, gaben gleichfalls keine Frucht, ebenso wie

22) bei Bestäubung von 5 kurzgriffeligen Blüten mit den unteren Antheren anderer kurzgriffeliger Individuen keine Fruchtbildung eintrat.

23) 4 kurzgriffelige Blüten mit den oberen Antheren von mittelgriffeligen Blüten bestäubt, gaben auch keine Frucht.

*) Darwin l. c. p. 182.

24) Ein Gleiches geschah nach der Bestäubung an 3 kurzgriffeligen Blüten mit den oberen Antheren langgriffeliger Blüten.

Endlich setzten alle unberührt und daher unbestäubt gelassenen kurzgriffeligen Blüten, deren 76 gezählt wurden, keine Frucht an.

Hiernach ist das Verhältniss bei der kurzgriffeligen Form ganz dasselbe wie bei der langgriffeligen und mittelgriffeligen: nur die legitimen, d. h. die beiden Bestäubungsarten waren fruchtbringend, welche mit den unteren Antheren der mittelgriffeligen und langgriffeligen Form vorgenommen wurden, also zwischen Organen, die in den verschiedenen Formen auf gleicher Höhe sich befinden, während die anderen 6 Bestäubungsarten, die illegitimen, für die Fruchtbildung ganz nutzlos waren. Ein gleiches Resultat erhielt Darwin bei der Bestäubung der kurzgriffeligen Form von *Lythrum Salicaria* *). Die beiden fruchtbringenden Bestäubungen erzeugten in den Kapseln durchschnittlich fast gleiche Samenmengen, nämlich 11 und 11,3.

Um nun aus diesen 24**) Bestäubungsarten das allgemeine Resultat zusammenstellen zu können, wird die Sache durch folgende Tabelle übersichtlicher werden. Zur Vermeidung der langen Worte: langgriffelig etc. ist hier zur Bezeichnung der Bestäubungsweise der Formen untereinander die Lage der Antheren (a) und der Griffel mit den Narben (n) durch die Stellung der Buchstaben a und n angedeutet, und es sind die beiden Buchstaben der zwei zur Bestäubung benutzten Formen fett gedruckt, welche die mit einander in Vereinigung gebrachten Organe bezeichnen, so dass beispielsweise:

| | | |
|----------|----------|----------------------------------------|
| n | a | bedeutet, dass die langgriffelige Form |
| a | c | a mit den oberen Antheren der kurz- |
| a | n | griffeligen bestäubt wurde. |

*) Darwin l. c. p. 183.

**) Genau genommen hätten noch 6 andere Bestäubungsarten, also im Ganzen deren 30, vorgenommen werden können, nämlich an jeder Form mit den oberen und unteren Antheren anderer Blüten eines und desselben Individuums, da aber weder die strenge Selbstbestäubung noch die Bestäubung von Blüten gleichförmiger Individuen untereinander als fruchtbringend sich herausstellt, so würde auch die erstgenannte zwischen letzteren beiden Bestäubungsarten in der Mitte liegende sicherlich das gleiche Resultat geliefert haben.

Tabelle I. Erfolg der Bestäubungen.

| Art der Bestäubung. | Anzahl der bestäubten Blüten. | Anzahl der dadurch erzeugten Kapseln. | Durchschnittszahl der aus jeder Blüte erzeugten Samen. | Art der Bestäubung. | Anzahl der bestäubten Blüten. | Anzahl der dadurch erzeugten Kapseln. | Durchschnittszahl der aus jeder Blüte erzeugten Samen. |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1) $\begin{matrix} n & a & a \\ a & c & a \\ a & & n \end{matrix}$ | 28 | 28 | 11,9 | 14) $\begin{matrix} a & a \\ n & c & n \\ a & & a \end{matrix}$ | 9 | 0 | 0 |
| 2) $\begin{matrix} n & a & a \\ a & c & n \\ a & & a \end{matrix}$ | 21 | 21 | 12 | 15) $\begin{matrix} a & n \\ n & c & a \\ a & & a \end{matrix}$ | 16 | 0 | 0 |
| 3) $\begin{matrix} n \\ a \\ a \end{matrix}$ | 23 | 2 | 0,48 | 16) $\begin{matrix} a & a \\ n & c & a \\ a & & n \end{matrix}$ | 16 | 2 | 0,3 |
| 4) $\begin{matrix} n \\ a \\ a \end{matrix}$ | 14 | 0 | 0 | 17) $\begin{matrix} a & n \\ a & c & a \\ n & & a \end{matrix}$ | 18 | 18 | 11 |
| 5) $\begin{matrix} n & n \\ a & c & a \\ a & & a \end{matrix}$ | 17 | 0 | 0 | 18) $\begin{matrix} a & a \\ a & c & n \\ n & & a \end{matrix}$ | 10 | 10 | 11,3 |
| 6) $\begin{matrix} n & n \\ a & c & a \\ a & & a \end{matrix}$ | 12 | 0 | 0 | 19) $\begin{matrix} a \\ a \\ n \end{matrix}$ | 13 | 0 | 0 |
| 7) $\begin{matrix} n & a \\ a & c & a \\ a & & n \end{matrix}$ | 16 | 1 | 0,006 | 20) $\begin{matrix} a \\ a \\ n \end{matrix}$ | 17 | 0 | 0 |
| 8) $\begin{matrix} n & a \\ a & c & n \\ a & & a \end{matrix}$ | 9 | 0 | 0 | 21) $\begin{matrix} a & a \\ a & c & a \\ n & & n \end{matrix}$ | 8 | 0 | 0 |
| 9) $\begin{matrix} a & n \\ n & c & a \\ a & & a \end{matrix}$ | 38 | 38 | 11,3 | 22) $\begin{matrix} a & a \\ a & c & a \\ n & & n \end{matrix}$ | 5 | 0 | 0 |
| 10) $\begin{matrix} a & a \\ n & c & a \\ a & & n \end{matrix}$ | 23 | 23 | 10,4 | 23) $\begin{matrix} a & a \\ a & c & n \\ n & & a \end{matrix}$ | 4 | 0 | 0 |
| 11) $\begin{matrix} a \\ n \\ a \end{matrix}$ | 29 | 0 | 0 | 24) $\begin{matrix} a & n \\ a & c & a \\ n & & a \end{matrix}$ | 3 | 0 | 0 |
| 12) $\begin{matrix} a \\ n \\ a \end{matrix}$ | 21 | 1 | 0,3 | | | | |
| 13) $\begin{matrix} a & a \\ n & c & n \\ a & & a \end{matrix}$ | 23 | 0 | 0 | | | | |

Aus dieser Tabelle wird es ersichtlich, dass bei *Oxalis Valdiviana* unter den 24 verschiedenen Bestäubungsarten, die an den 3 Formen vorgenommen wurden, alle homomorphen Vereinigungen, sowohl innerhalb einer und derselben Blüte als zwischen gleichformigen Blüten verschiedener Individuen für die Fruchtbildung

von keinem oder doch einem verschwindend kleinen Erfolge waren. Ein Gleiches fand bei der Hälfte der heteromorphen Vereinigungen statt, von welchen letzteren nur diejenigen fruchtbringend waren, die zwischen Organen vorgenommen wurden, welche sich in den verschiedenformigen Blüten auf gleicher Höhe befanden, und welche schon oben nach dem Vorgange Darwin's „legitim“ genannt sind — im Gegensatz zu allen übrigen der „illegitimen“.

In dem Erfolge dieser 6 fruchtbringenden Verbindungen war kein besonders grosser Unterschied bemerkbar, da die Durchschnittszahl der in jeder Kapsel erzeugten Samen

bei der langgriffeligen Form 11,9 und 12,
 bei der mittelgriffeligen „ 11,3 und 10,4,
 bei der kurzgriffeligen „ 11 und 11,3

war. Der Hauptsache nach haben wir hier also dieselben Resultate erhalten, wie Darwin bei seinen Bestäubungen von *Lythrum Salicaria*, nur dass bei letzterer Pflanze ausser den soeben genannten 6 legitimen Bestäubungsweisen auch noch 2 andere der illegitimen bei der mittelgriffeligen Form fruchtbringend waren, und dass überhaupt bei dieser letzteren Form die Anzahl der erzeugten Samen eine grössere war als bei den anderen beiden Formen. Im allgemeinen ist jedoch die grosse Aehnlichkeit in den Bestäubungserfolgen bei *Oxalis Valdiviana* mit denen von *Lythrum Salicaria* einleuchtend, weshalb ich es unterlassen darf, mich noch weiter über diesen Punkt zu verbreiten, indem Darwin in seiner Schrift über *Lythrum* schon näher darauf eingegangen.

(Beschluss folgt.)

Notiz über einen neuen Blütenfarbstoff.

Von

Dr. K. Prantl.

Es wird allgemein angenommen, dass die meisten gelben Blüten ihre Farbe einem an körniges Plasma gebundenen, in Wasser unlöslichen Farbstoffe, dem Anthoxanthin verdanken. Gelegentliche Beobachtungen führten mich nun darauf, dass nicht bloss bei *Dahlia* (s. Hildebrand in Pringsh. Jahrb. III, p. 64) und *Papaver apinum* (s. Rosanoff, Mém. de la Soc. des Sc. nat. de Cherbourg XIII, p. 211) die gelbe Fä-

bung von einem gelösten Pigment herrührt, sondern dass ein ähnliches Vorkommen noch bei einer nicht unbedeutenden Anzahl anderer Pflanzen stattfindet.

Betrachtet man z. B. ein Blütenblatt von *Primula acaulis* oder *elatior*, so findet man, dass die Zellen der beiderseitigen Epidermis homogen gelb gefärbt sind; erhitzt man die Blüten mit Wasser, so geben sie den Farbstoff vollständig (mit Ausnahme des durch Anthoxanthin gefärbten Fleckens an der Basis des Saumes) an dasselbe ab; in Alkohol wird der Farbstoff ebenfalls vollständig ausgezogen und der Verdunstungsrückstand löst sich in Wasser zu einer klaren gelben Flüssigkeit. Gegen das Plasma der Zellen verhält sich der gefärbte Zellsaft genau wie Anthocyan. Durch Glycerin contrahirt sich der Primordialschlauch; nach längerer Einwirkung wird er getödtet und der Farbstoff tritt aus; dasselbe erfolgt sofort auf Zusatz von Alkohol oder verdünnten Säuren. Dieser neue Farbstoff, den ich einstweilen als Anthochlor bezeichnen will, zeigt ganz ähnlich, wie das Anthocyan, Farbenwechsel je nach der sauren oder alkalischen Reaction der Lösung; nur beschränkt sich derselbe hier auf verschiedene Töne von Gelb. Der wässrige Auszug der Primelblüten reagirt neutral; durch Zusatz von Kali wird er bräunlichgelb, durch vorsichtige Neutralisation mit Salzsäure kehrt der ursprüngliche Ton wieder zurück; durch weiteren Säurezusatz wird derselbe noch heller mit einem leisen Stich in's Grünliche. Unter dem Mikroskope lässt sich ein Hellerwerden durch Säure nicht constatiren und ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass der Zellsaft, wenigstens bei *Primula*, sauer reagirt. Starke Schwefelsäure ruft auch einen dunkleren Ton hervor. Ausserdem muss bemerkt werden, dass in den gelb gefärbten Zellen schwache Gerbstoffreaction (mit doppeltchromsaurem Kali braune, mit Eisenchlorid olivengrüne Färbung) eintritt.

Der nämliche Farbstoff findet sich auch in den Blüten der neuholländischen Acacia-Arten, deren eigenthümliche Verhältnisse bereits von Hildebrand l. c. besprochen, aber nicht genügend aufgeklärt wurden.

Bei *Acacia falcata* enthalten die Epidermiszellen der Oberseite der Blütenblätter, sowie die Zellen der Staubfäden jene von Hildebrand beschriebenen, vom übrigen Zelllumen scharf getrennten gelben Massen; dieselben füllen im Querdurchmesser die Zelle ganz aus; in der Längsrichtung aber werden sie bald auf

BOTANISCHE ZEITUNG.

Redaction: *Hugo von Mohl.* — *A. de Bary.*

Inhalt. Orig.: Hildebrand, Experimente und Beobachtungen an trimorphen Oxalis-Arten. — Delpino, Eintheilung d. Pflanzen nach d. dichogamen Befruchtung und Bemerkungen über die Befruchtung bei Wasserpflanzen. Mitgetheilt v. Ascherson. — **Samml.:** Jardin des plantes, Herb. Cosson, Franqueville. — **Neue Litt.** — **Berichtigung.** — **Anzeigen.**

Experimente und Beobachtungen an einigen trimorphen Oxalis-Arten.

Von

Friedrich Hildebrand.

(*Beschluss.*)

Die Fortpflanzung der verschiedenen Formen.

Schon bei meinen Experimenten an der dimorphen *Primula sinensis* habe ich mein Augenmerk darauf gerichtet, zu erfahren, welchen Einfluss die verschiedenen Bestäubungsarten auf die Form der dadurch erzeugten Nachkommen haben möchten, und es stellte sich dort heraus, dass bei den illegitimen Verbindungen, die dort auch zugleich alle homomorph sind, die Nachkommen fast alle zur elterlichen einen Form gehörten, während sie bei den legitimen Vereinigungen etwa zu gleichen Theilen die beiden Formen der verschiedenformigen Eltern zeigten*). Hier bei *Oxalis Valdiviana* konnte

ich bei der fast gänzlichen Fruchtlosigkeit der illegitimen Verbindungen nur mit den legitimen in dieser Richtung experimentiren, was aber auch zu interessanten Resultaten führte, indem hier der Trimorphismus die Sache complicirter machte. Die in der schon angeführten Weise im vorletzten Jahre erhaltenen Samen wurden sorgfältig und getrennt in dem letztvergangenen ausgesät, und von den daraus erwachsenden Pflanzen so viele wie möglich aufgezogen, um zu prüfen, zu welcher Form dieselben gehören würden. Die Resultate dieser Experimente finden sich in der folgenden Tabelle, in welcher die Art der Bestäubung, durch welche die Stammsamen der jungen Pflanzen erzeugt wurden, in der gleichen Art wie in der vorhergehenden Tabelle durch fette Schrift der zur Bestäubung verwandten Organe angedeutet worden ist; die rechts stehenden Zahlen bedeuten die Anzahl der Individuen der 3 verschiedenen, der langgriffeligen l, der mittelgriffeligen m, und der kurzgriffeligen k, Formen. Diese drei Formen sind jedesmal in der Reihenfolge angeführt, dass zuerst die mütterliche, dann die väterliche und endlich die nichtelterliche kommt.

*) Botanische Zeitung 1864, p 5. Auch Darwin hat in seiner reichhaltigen Abhandlung: On the illegitimate offspring of dimorphic and trimorphic plants im Journ. of the Linn. Soc. Bot. Vol. X, pag. 893 in dieser Richtung zahlreiche Experimente veröffentlicht; er neigt sich dort zu der Vermuthung, dass die durch Selbstbestäubung erzeugten Nachkom-

men der einzelnen Formen immer diese elterliche Form allein wiederholen, was im Allgemeinen wohl der Fall ist, von welcher Regel aber auch bei dimorphen Pflanzen Ausnahmen vorkommen dürften, wie die von Darwin selbst angeführten von *Polygonum Fayopyrum*.

Tabelle II. Form der Nachkommen.

| Bestäubungsart, durch welche die Samen-erzeugt. | Form der daraus erwachsenen Nachkommen. |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1) n a a
a c a
a n | 15 l
20 k
18 m |
| 2) n a a
a c a
a a | 15 l
18 m
6 k |
| 3) a n n
n c a
a a | 27 m
24 l
2 k |
| 4) a a a
n c a
a n | 12 m
11 k
2 l |
| 5) a n n
a c a
n a | 13 k
4 l
8 m |
| 6) a a a
a c n
n a | 10 k
4 m
2 l |
| 7) a n n
n c a
a a | 1 m |
| 8)*) n n
a c a
a a | 2 l |

Die Resultate, welche diese 6 Fälle (die beiden letzten können wegen der geringen Anzahl der Nachkommenschaft nicht in Betracht gezogen werden) lieferten, sind nun folgende:

*) Ueber die Nachkommen der übrigen illegitimen Verbindungen ist in obiger Tabelle nichts gesagt, weil aus den wenigen in dieser Weise erzeugten Samen keine Pflanzen sich erziehen liessen; es wird hiernach wahrscheinlich, dass diese Samen schlecht waren, und dass wir hier einen Fall vor uns haben, der ganz zu dem stimmt, was Darwin über die bastardartige Natur der Nachkommen illegitimer Verbindungen festgestellt hat. Es soll mein Augenmerk darauf gerichtet sein, diesen Punkt bei *Oxalis Valdiviana* noch näher zu verfolgen und neue Versuche zur Erzielung illegitimer Nachkommen bei dieser Art anzustellen.

1) In den meisten Fällen gehören die Nachkommen in überwiegender Anzahl zu den beiden elterlichen Formen, so namentlich in dem Falle 3, wo eine Bestäubung der mittelgriffeligen Form mit den oberen Antheren der langgriffeligen 27 mittelgriffelige Nachkommen lieferte, 24 langgriffelige und nur 2 kurzgriffelige; ähnliche Resultate liefern Fall 2, 4 und 6.

2) In dem Verhältniss dieser beiden zu den elterlichen Formen gehörigen Nachkommen zu einander ist keine bestimmte Regel zu erkennen, meist überwiegt die mütterliche Form, Fall 3, 4, 5, 6; in anderen Fällen, 1 und 2, aber auch die väterliche.

3) In allen Fällen finden sich unter den Nachkommen einige, welche weder zur mütterlichen noch zur väterlichen Form gehören; diese nichtelterliche Form steht sogar in Fall 1 und 5 an Zahl in der Mitte zwischen den beiden elterlichen.

Hiernach sind die Resultate (zwar im Allgemeinen derartig, wie man von vorne herein zu erwarten geneigt gewesen wäre; nämlich so, dass die Nachkommen meist zu den beiden elterlichen Formen gehören, es kommen aber doch so offenbare Abweichungen, namentlich dadurch, dass auch stets die nichtelterliche Form unter den Nachkommen sich findet, vor, dass wir für diese Abweichungen eine Erklärung zu suchen haben. Dieselbe scheint sich mit Leichtigkeit aus dem Umstand zu ergeben, dass ja die Eltern der ihrer Form nach untersuchten Nachkommen einen sehr verschiedenen Ursprung haben können; dieselben können auf der einen Seite durch die Bestäubung ihrer beiden Formen untereinander erzeugt sein, und daraus wird es dann erklärlich, dass auch die Mehrzahl der von ihnen zusammen erzeugten Nachkommen wieder diesen beiden Formen angehört; haben aber die Grosseltern dieser nicht beide dieselben Formen gehabt, wie ihre Eltern, so ist es ganz natürlich, dass von diesen Enkeln einige nicht der Form des Vaters oder der Mutter angehören, sondern der abweichenden, sei es nur der Grossmutter oder des Grossvaters. Um ein Beispiel anzuführen, so sind im Falle 3 die Grosseltern wahrscheinlich ebenso wie die Eltern langgriffelig und mittelgriffelig gewesen und erst in einer der vorhergehenden Generationen hat die kurzgriffelige Form bei einer Bestäubung mitgewirkt; während bei Fall 1, wo die nichtelterliche Form an Zahl in der Mitte steht zwischen den dem Vater und den der Mutter gleichen Nachkommen, dieses Verhältniss

dadurch hervorgebracht sein kann, dass einer der Grosseltern nicht wie die Eltern langgriffelig oder kurzgriffelig war, sondern mittelgriffelig. Dass diese Erklärung der Verhältnisse die richtige sein dürfte, deuten diejenigen Fälle an, wo wir bei uns von gewissen *Oxalis*-Arten in der Kultur nur immer eine der 3 Formen haben und aus den Samen dieser immer, Jahr aus Jahr ein dieselbe Form entsteht; von *Oxalis rosea* *) ist solches für die langgriffelige Form bekannt, und bei der im hiesigen Garten gezogenen *Oxalis hedyssaroides*, von der wir nur die mittelgriffelige Form hier haben, zeigten alle Nachkommen, deren ich im vergangenen Jahre 17 erzog, nur dieselbe elterliche mittelgriffelige Form. Es dürfte diese gegebene Erklärung auch ein Licht auf die Ausnahmen werfen, welche die oben erwähnte von Darwin vertretene Regel bei den illegitimen Nachkommen dimorpher Pflanzen erleidet. Auch bei diesen wird wahrscheinlich bei stets auf einander folgender homomorpher Bestäubung die eine Form schliesslich nur immer die eine gleiche Form hervorbringen, während nicht bei jedem beliebigen Individuum einer dimorphen Pflanze die durch homomorphe Bestäubung erzeugten Nachkommen die elterliche Form zu zeigen brauchen, indem einer ihrer Grosseltern, Urgrosseltern etc. zu der anderen Form gehört haben kann.

In der freien Natur wird es leicht erklärlich, dass bei *Oxalis Valdiviana* und anderen trimorphen *Oxalis*-Arten nicht etwa zwei Formen die dritte überwiegen, sondern alle Formen wie bei den dimorphen Primeln, *Pulmonaria officinalis* etc. ungefähr in gleicher Anzahl auftreten. Hier werden nämlich die sehr thätigen Bienen die eine Blüthe nicht allein mit dem entsprechenden Pollen nur einer anderen Form, wie bei meinen Experimenten geschehen, bestäuben, sondern auch von der dritten Form Pollen hinzubringen, so dass die Nachkommen dieser Blüthe, da zu ihrer Erzeugung die 3 Formen zusammenwirkten *), gleichfalls diese 3 Formen zeigen werden.

*) Monatsber. der Berl. Akad. 1866, p. 373.

**) Es ist natürlich dies Zusammenwirken nicht so zu verstehen, dass eine und dieselbe Samenknoepe zugleich von dem Pollen zweier verschiedener Formen beeinflusst werden könnte, sondern die einen Samenknoepen der Form a werden von der Form b, die anderen von der Form c befruchtet werden, so dass in einer und derselben Kapsel die Elemente zur Erzeugung aller 3 Formen gegeben sind.

Mit Recht werden vielleicht Viele anführen, dass man aus der in der oben gegebenen Tabelle II immerhin nicht sehr grossen Anzahl der durch Experimente erzielten Nachkommen der *Oxalis Valdiviana* noch keine bestimmte und sichere Antwort in dieser Frage geben könne, doch kann dieselbe jedenfalls dazu dienen, um, wie geschehen, auf die Regeln bei der Fortpflanzung der Formen einiges Licht zu werfen. Wie gesagt, lässt sich die *Oxalis Valdiviana* sehr leicht in Menge cultiviren und es unterzieht sich vielleicht Jemand der Wiederholung meiner angeführten Experimente. Dabei sei noch bemerkt, dass man wenigstens in einer Richtung mit nicht grosser Mühe zum Ziele gelangen könnte, wenn man frei im Garten nur zwei Formen zöge und fort und fort unter den Nachkommen die dritte Form, so wie sich nur eine Blüthe an derselben öffnete, entfernte; möglicher Weise könnte man es dann im Laufe der Jahre dahin bringen, dass diese dritte Form zuletzt ganz ausbliebe.

Es bleibt noch übrig, einige Worte über die etwaigen Grössenunterschiede der Geschlechtstheile bei den 3 Formen der *Oxalis Valdiviana* hinzuzufügen. Die Grösse der Narben und ihrer Lappen ist bei allen 3 Formen nicht merklich verschieden; an den Griffeln konnte ich, abgesehen von der verschiedenen Länge, nur insofern einen Unterschied finden, dass die der kurzgriffeligen Form ganz glatt waren, während die der mittelgriffeligen und langgriffeligen Form von oben an eine Behaarung zeigten. Grössere Verschiedenheiten zeigten sich in der Grösse der Pollenkörner. Bei der kurzgriffeligen Form betrug der Durchmesser der Pollenkörner aus den oberen Antheren $\frac{8}{182}$ bis beinahe $\frac{9}{182}$ Mm., während die aus den unteren Antheren einen Durchmesser von $\frac{7}{182}$ bis höchstens $\frac{8}{182}$ Mm. hatten. Bei der mittelgriffeligen Form hatten die Pollenkörner der oberen Antheren stark $\frac{8}{182}$ Mm. im Durchmesser, die der unteren gegen $\frac{6}{182}$ Mm.; bei der langgriffeligen Form endlich waren die Pollenkörner der oberen Antheren im Durchmesser $\frac{7}{182}$ Mm., der unteren $\frac{6}{182}$ Mm. Uebersichtlich wird dies Verhältniss durch folgende Zusammenstellung werden, wo die einzelnen Formen in der schon oben gebrauchten Weise angedeutet sind, aber statt der Antheren a das Durchmesserverhältniss der in den betreffenden enthaltenen Pollenkörner angegeben ist:

| | | |
|-----|---|------|
| 8—9 | 8 | n |
| 7—8 | n | 7 |
| | n | 6 6. |

blieb, und endlich in dem anderen Falle (6) die väterliche Form unter den 3 Nachkommen gar nicht vertreten war. Wir haben hier also in den Fällen 2, 3, 4, 5 ein von *Oxalis Valdiviana* abweichendes Verhältniss, indem nur die beiden elterlichen Formen bei den Nachkommen auftraten und wir hier also kein Zurückgreifen zu einem der dritten Form angehörigen Vorfahren finden.

Was endlich die Grössenverhältnisse von Narben, Griffel und Pollenkörnern bei den drei Formen der vorliegenden Oxalis-Art angeht, so liess sich für die ersteren bestimmen, dass die Narben der langgriffeligen Form die grössten sind, die der kurzgriffeligen die kleinsten und in der Mitte stehend die der mittelgriffeligen Form; immerhin war aber der Grössenunterschied kein bedeutender. Der Unterschied in der Griffelbehaarung tritt hier bei den 3 Formen in der Weise auf, dass die Griffel der mittelgriffeligen und langgriffeligen Form sehr stark behaart sind, während die der kurzgriffeligen nur wenige Haare zeigen. In Bezug auf die Grösse der Pollenkörner ergaben sich folgende Verhältnisse: bei der kurzgriffeligen Form hatten die Pollenkörner der oberen Antheren $\frac{9}{182}$ Mm. im Durchmesser, die der unteren $\frac{8}{182}$ Mm.; bei der mittelgriffeligen Form die der oberen Antheren $\frac{9}{182}$ Mm. oder etwas darüber, der unteren $\frac{7}{182}$ Mm. oder etwas darüber; bei der langgriffeligen Form endlich hatten die Pollenkörner der oberen Antheren $\frac{8-9}{182}$ Mm. im Durchmesser, die der unteren $\frac{7}{182}$ Mm. oder etwas darüber. Uebersichtlich liess sich dies Verhältniss in ähnlicher Weise wie bei *Oxalis Valdiviana* folgendermassen darstellen:

| | | | |
|---|---|-----|--|
| 9 | 9 | n | |
| 8 | n | 8—9 | |
| n | 7 | 7 | |

Wir haben danach hier dasselbe Verhältniss, abgesehen von dem überhaupt etwas stärkeren Durchmesser aller Pollenkörner, wie bei *Oxalis Valdiviana*, indem der Durchmesser der in den verschiedenen Formen auf gleichen Höhen befindlichen Pollenkörner mehr oder weniger der gleiche ist, und auch zweitens die Grösse der Pollenkörner von der Höhe, in welcher die Antheren sich befinden, abhängt, so dass die oberen Antheren die grössten Pollenkörner besitzen, die unteren die kleinsten, ein Verhältniss, das, wie schon erwähnt, mit allen

an anderen heteromorphen Blüten angestellten Beobachtungen übereinstimmt*).

Werfen wir einen Rückblick auf die beiden besprochenen Oxalis-Arten zusammengenommen, so sehen wir zwar in den geschlechtlichen Verhältnissen derselben einige kleine Unterschiede, der Hauptsache nach sind aber die Resultate der Experimente dieselben, nämlich:

- 1) Das Statthaben der grössten oder alleinigen Fruchtbarkeit bei den legitimen Verbindungen,
- 2) der vorwiegende Einfluss der beiden Eltern auf die Form der Nachkommen und
- 3) die gleiche Grösse der in gleicher Höhe befindlichen Pollenkörner und die Grössenabnahme von dem Pollen der oberen Antheren zu dem der unteren.

Ich bin nun weit entfernt davon, zu behaupten, dass die an den beiden genannten Oxalis-Arten gemachten übereinstimmenden Beobachtungen ohne Weiteres für alle anderen Oxalis-Arten Geltung finden müssten, doch lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass andere Oxalis-Arten sich ähnlich wie die besprochenen verhalten werden, indem ja diese mit dem im übrigen in der Verwandtschaft doch so entfernt stehenden *Lythrum Salicaria*, nach den Beobachtungen von Darwin schon grosse Aehnlichkeit zeigen. Immerhin bleibt es wünschenswerth, dass noch an mehreren Oxalis-Arten und etwaigen anderen trimorphen Pflanzen Beobachtungen in gleicher Richtung angestellt werden, um zu einem hinreichenden Material zu gelangen, aus denen man allgemeine Regeln für den Trimorphismus ziehen kann. Wenn diese auch schon aus den Beobachtungen Darwin's an *Lythrum Salicaria*, sowie aus den obigen an Oxalis-Arten angestellten hervorleuchten, so unterlasse ich es doch, dieselben anzudeuten, und will nur mit meinen obigen Angaben das Material vermehrt haben.

Freiburg i. B., im Januar 1871.

*) Dieselbe Grössenabnahme zeigen auch nach meinen schon früher gemachten Mittheilungen [Monatsber. der Berl. Akad. 1866, p. 371] alle anderen von mir auf diesen Punkt untersuchten Oxalis-Arten, nämlich: *Oxalis rosea*, *tetraphylla*, *hirta*, *purpurea*, *floribunda*, *Deppei*, *Bowiei* und *Acetosella*.