

# Weitere entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Orchideenblüten.

Von

Hans Fitting.

LIBRARY  
NEW YORK  
BOTANICAL  
GARDEN.

Seit meiner Rückkehr aus den Tropen bin ich bemüht gewesen, meine Untersuchungen über die Beeinflussung der Orchideenblüten durch die Bestäubung fortzuführen. Ich war dabei zunächst auf gelegentliche Beobachtungen und Versuche angewiesen, da der botanische Garten in Straßburg nicht sehr reich an tropischen Orchideen ist und da die meist nur in ganz wenigen Exemplaren vorhandenen Formen zu recht verschiedenen Zeiten blühen. Immerhin genügte dieses Material, die wichtigsten Versuche, über die ich in meiner vorigen Arbeit (1909) berichtet habe, bei gleichen und bei manchen anderen Arten im Warmhause mit positivem Erfolge zu wiederholen und hiermit festzustellen, daß sich in unseren Breiten die Blüten der tropischen Orchideen bei günstigen Kulturbedingungen ganz ebenso verhalten wie in ihrer Heimat. Und endlich konnte ich durch Versuche, die während des Winters im geschlossenen Gewächshause ausgeführt wurden, nochmals und zwar in neuer Weise zeigen, daß meine in den Tropen gewonnenen Ergebnisse durchaus beweiskräftig und nicht auf die übersehene Tätigkeit blumenbesuchender Insekten (nicht auf »Afterbestäubungen«, wie Gärtner gesagt haben würde) zurückzuführen sind.

Die Möglichkeit aber, eine Reihe von Fragestellungen, die mich besonders interessierten, so im besonderen die Natur des in den ungekeimten Pollinien wirksamen chemischen Körpers und den Einfluß der Pollenschläuche auf die verschiedenen Blütenteile, im Zusammenhange weiter zu verfolgen, verdanke ich dem gütigen Entgegenkommen des Besitzers der bedeutendsten Orchideengroßkulturen des Kontinents, Herrn Beyrodt

in Marienfelde bei Berlin, der in der lebenswürdigsten Weise mir sein wunderbar reiches Orchideenmaterial zur Verfügung stellte und mir erlaubte, in seinen Glashäusern während der Monate März und April 1909 zu arbeiten. Dafür möchte ich Herrn Beyrodt auch hier meinen wärmsten Dank sagen. Zu Dank verpflichtet bin ich weiter der Leitung des botanischen Instituts der Universität Berlin für Überlassung eines Arbeitsplatzes und im besonderen Herrn Kollegen Claussen für die gastliche Aufnahme in dem Laboratorium.

Wenn es mir auch durch alle diese Bemühungen gelungen ist, die in den Tropen begonnene Analyse der Postflorationsvorgänge, die bei den Orchideen durch die Bestäubung induziert werden, und der auslösenden Faktoren in mancher Hinsicht weiter zu vertiefen, so habe ich doch auch da, wo sich aussichtsreiche, zur Lösung mancher interessanter Probleme geeignet erscheinende Wege zeigten, zunächst wieder Halt machen müssen, ohne die Untersuchung zu beendigen, teils weil mir die nötige Zahl geeigneter Versuchspflanzen nicht zur Verfügung stand, teils weil das vorhandene Material zu kostbar für solche Versuche schien. Hier Abschließendes zu leisten oder auch die Untersuchung an gutem Materiale weiter zu führen, wird in unseren Breiten nur mit sehr großen Geldmitteln oder in günstigen Tropengebieten möglich sein. In der Aussichtslosigkeit, derartige Arbeitsbedingungen in absehbarer Zeit zu finden, möge man eine Entschuldigung dafür erblicken, daß ich meine neuen Beobachtungen trotz ihrer Lückenhaftigkeit als eine Ergänzung und Erweiterung meiner früheren Mitteilungen veröffentliche.

### Abschnitt I.

#### Einfluß der Bestäubung auf die Blüten.

In meiner früheren Arbeit (1909, S. 71) habe ich folgende Hauptteilvergänge der durch die Bestäubung induzierten Postfloration unterschieden: I. das vorzeitige Abblühen (Schließen und Welken des Perianths), II. das Schließen der Narbe und das Schwellen des Gynostemiums, III. das Schwellen des Fruchtknotens, IV. das Vergrünen des Perianths, und habe ich darauf hingewiesen, daß weder sämtliche vier Vorgänge bei allen Arten vorkommen, noch sich stets in bestimmter Weise kombinieren.

### A. Verlängerung der autonomen Blütendauer.

Die wichtigste Ergänzung, die ich diesen Angaben hinzufügen kann, besteht darin, daß bei einigen Orchideenformen die autonome Lebensdauer des Perianths durch die Bestäubung nicht verkürzt, sondern im Gegenteile bedeutend verlängert wird, und zwar ohne daß die Blütenblätter vergrünen oder sich überhaupt auffällig verfärben und verändern. Diese interessante Erscheinung habe ich zuerst beobachtet bei *Zygopetalum Mackaii* Hook. und *crinitum* Lodd., später noch bei *Lycaste Skinneri* Lindl. und bei *Anguloa uniflora* Lindl. Schon Beer (1863, S. 25) erwähnt sie übrigens für Arten von *Zygopetalum* und Hans Winkler (1905, S. 8ff.) für die dimorphen Blüten von *Renanthera Lowii* Rchb. fil.

Bei *Zygopetalum Mackaii* und *crinitum* sind die Labellen der großen Blüten weiß und violett gefleckt. Die weiße Grundfarbe hat auf der Oberseite nur an der Basis der Lippe einen Stich ins Grünliche. Alle übrigen Petalen sind grün gefärbt mit einem ein wenig ins Gelbliche spielenden Farbenton und mit braunen Flecken bedeckt. Bestäubt man die Blüten mit lebendem Pollen, so halten sie sich ohne wesentliche Farbänderung des Perianths ungefähr dreimal so lange frisch wie die unbestäubten Kontrollblüten! Die Lebensdauer unbestäubter Blüten beträgt etwa einen Monat. Die einzige auffällige Veränderung der Krone, die durch die Bestäubung ausgelöst wird, besteht in einer unvollständigen Schließbewegung. Bestäubungsversuche mit abgetötetem Pollen lehren gleichzeitig, daß die Verlängerung der Lebensdauer des Perianths nur durch die gekeimten, nicht aber durch die ungekeimten Pollinien veranlaßt wird, daß vielmehr der ungekeimte Pollen die Lebensdauer der Blüte bedeutend abkürzt. Einen solchen Einfluß hat auch die Verwundung der Narbe.

Man könnte versucht sein, das eigentümliche Verhalten der *Zygopetalum*blüten damit irgendwie in Zusammenhang zu bringen, daß die Petalen (mit Ausnahme des Labellums) schon zur Blütezeit grün gefärbt sind. Wie falsch das wäre, dafür liefert z. B. das Verhalten von *Lycaste Skinneri* und *Anguloa uniflora* (sowie von *Renanthera Lowii* nach Winklers Beschreibung der Blütenfarben) den besten Beweis.



Die sehr großen Solitärblumen von *Lycaste Skinneri* mit fleischigen, wachsartig glänzenden Blütenblättern sind wegen ihrer zart rosa Farbe, die im Blütengrunde in ein tiefes Blutrot übergeht, als Schnittblumen sehr beliebt. Bei *Anguloa uniflora* sind die ansehnlichen Blumen gelblich weiß gefärbt. Bei beiden wird die Lebensdauer durch den Einfluß des gekeimten Pollens etwa um das Doppelte verlängert, ohne daß die Blüten sich auffällig verfärben. Auch die Schließbewegungen fehlen hier der Krone völlig. Bestäubt man die Narben aber mit totem Pollen, so blühen die Blumen wie bei *Zygopetalum* schon nach wenigen Tagen ab.

Aus allen diesen Beobachtungen ist ersichtlich:

1. daß die Bestäubung sowohl die autonome Lebensdauer der Orchideenperianthien ganz bedeutend verkürzen als auch — bei anderen Formen — sehr namhaft verlängern kann,
2. daß im letzteren Falle bunt gefärbte Perianthe sich nicht bei allen Arten verfärben, und
3. daß mit einer solchen Verlängerung der Lebensdauer des Perianths eine Schließbewegung der Blütenblätter verbunden sein kann.

Durch die Feststellung dieser letzten Tatsache erscheint die Schließbewegung der Krone mit großer Wahrscheinlichkeit als ein Vorgang, der mit dem weiteren Welkprozeß des Perianths garnichts zu tun hat, also als ein Lebensvorgang *sui generis*. Zu Gunsten dieser Auffassung spricht auch die in meiner ersten Arbeit (1909, S. 10) für *Phalaenopsis amabilis* erwähnte Beobachtung, daß das Abwelken des Perianths erst nach Abschluß dieser Schließbewegung einsetzt, die nach meinen orientierenden Messungen durch eine Verkürzung ausschließlich der Aktionszone zustande kommt. Sonach scheint es mir nicht mehr angebracht, wie es in meiner vorigen Arbeit geschah, die Schließbewegungen der Blüten zusammen mit den Welkerscheinungen als einen einheitlichen Teilvorgang der autonomen oder induzierten Postfloration aufzufassen, also die Schließbewegung gewissermaßen als den Anfang des Welkvorganges anzusehen.

In ein richtiges Licht gerückt wird durch meine neuen Beobachtungen auch erst das Verhalten einiger Orchideenarten mit

grünen oder nach der Bestäubung ergrünenden Blüten, das in meiner ersten Arbeit (S. 6ff.) nach meinen Beobachtungen an *Phalaenopsis violacea* beurteilt worden war. Zunächst sei darauf hingewiesen, daß sich *Listera ovata*, wie eine Untersuchung im letzten Sommer zeigte, direkt an *Lycaste* und *Anguloa*, besonders eng an *Zygopetalum* anschließt: auch bei ihr wird die Lebensdauer der grünen Perianthblätter durch die Bestäubung wesentlich verlängert. Schon Hildebrand (1863, S. 340ff.) beobachtete, daß die Petalen noch ganz frisch auf der reifen Frucht sitzen. Die Bestäubung mit lebendem Pollen hat ferner eine geringe Schließbewegung der fünf oberen Petalen, aber keine merkliche Farbenänderung des Perianths zur Folge. Von *Listera* führt eine Reihe über *Dendrobium antennatum* Lindl., *Cleisostoma Koordersii* Rolfe, *Cl. latifolium* Lindl. zu *Phalaenopsis cornu cervi* Bl. et Rchb. fil. und zu *Ph. violacea*, welche letzte Art nun als ein extremes Endglied erscheint. Ausgezeichnet sind alle diese Formen vor den bisher besprochenen dadurch, daß das Perianth nach der Bestäubung mit lebendem Pollen unter wesentlicher Verlängerung der Blütendauer intensiv vergrünt. Bei *Dendrobium* und bei den beiden *Cleisostoma*-arten geht dem Vergrünungsvorgang des zur Blütezeit schon grünlich gefärbten Perianths nur eine sehr geringe (*Dendrobium*) oder fast keine Schließbewegung und kein ausgesprochener Farbwechsel voraus. Anders ist dies bei den lebhaft bunten: grünweiß (oder rein weiß) und violett gefärbten Blüten von *Phalaenopsis violacea*. Hier nehmen die Blüten, wenn man sie bestäubt, nach 2—3 Tagen, wie ich es früher beschrieben, einen gelben Farbenton an, wandelt sich das Violett in rot und schließt sich die Krone langsam fast vollständig. Ganz die gleichen Veränderungen sind für die autonome Postfloration charakteristisch. Ja die Krone der bestäubten Blüte fängt sogar, ganz wie die autonom abblühende, scheinbar an, ein wenig zu welken. Erst nach 5—6 Tagen beginnen die Petalen sich grün zu färben. Sie bleiben, chlorophyllgrün gefärbt, monatelang auf dem schwellenden Fruchtknoten am Leben. *Phalaenopsis cornu cervi*, sowie nach Beobachtungen in Berlin *Epidendrum macrochilum* Hook., vermitteln in ihrem Verhalten zwischen *Ph. violacea* und den

übrigen erwähnten Formen. *Phalaenopsis violacea* ist von allen den hier erwähnten Arten die einzige, bei welcher der Verlängerung der Lebensdauer und der Vergrünung Erscheinungen vorausgehen, die äußerlich den für die autonome Postfloration typischen Verfärbungs- und Welkvorgängen durchaus entsprechen. Deshalb hat man auch nur für diese Art und eventuell für *Ph. cornu cervi* und für das *Epidendrum*<sup>1)</sup> Grund, anzunehmen, daß beim aitionomen Abblühen zwei antagonistisch wirkende Einflüsse sich geltend machen: zunächst ein solcher, der die Blütezeit abkürzt und den Beginn des Welkens auslöst, und danach ein zweiter, der zusammen mit der Vergrünung und Schwellung des Fruchtknotens die Verlängerung der Lebensdauer des Perianths und seine Vergrünung einleitet. Daß von diesen beiden Einflüssen auch der erstere tatsächlich vorkommt, dies wird dadurch offensichtlich, daß die ungekeimten (und toten) Pollinien mittelst des in ihnen enthaltenen »Reizstoffes« Vergilbung und vollständige Verwelkung der Blüte hervorrufen, daß aber erst die Pollenschläuche die Verlängerung der Lebensdauer und Vergrünung des Perianths auslösen. Bei den übrigen Formen aber, bei denen die Lebensdauer der Krone mit oder ohne Vergrünung der Petalen durch die Bestäubung verlängert wird, fehlen alle Anzeichen dafür, daß diese Verlängerung erst dann induziert wird, nachdem die Krone vorher angefangen hat zu welken (wenn man von der Schließbewegung absieht, die ich jetzt als Vorgang *sui generis* auffasse und die übrigens auch nur bei einigen dieser Formen vorkommt). In meiner ersten Arbeit habe ich schon darauf hingewiesen (S. 7), daß sich bei *Dendrobium antennatum* und bei den genannten *Cleisostoma*-arten zwei solche Phasen nicht auseinanderhalten lassen, ohne daran weitere Vermutungen zu knüpfen. Zwei Annahmen liegen nach unseren jetzigen Kenntnissen gleich nahe: Im Hinblick auf *Phalaenopsis violacea*, daß gleichwohl

<sup>1)</sup> Von dieser Form habe ich in Marienfelde nur ein Paar Blüten untersuchen können. Bei zwei Blüten, die am 17. März 1909 bestäubt wurden, begann am 21. März eine Vergilbung des Perianths. Am 14. April, als die Blüten wieder betrachtet wurden, hatten die fünf oberen vor der Bestäubung braunvioletten Petalen der noch immer offenen Krone lederartige Beschaffenheit angenommen und waren vergrünt; das in der unbestäubten Blüte weiße Labellum war dagegen etwas gewelkt und hellgelb gefärbt.



auch bei allen diesen Formen beide Phasen vorhanden sind, sich aber superponieren, oder im Hinblick auf *Lycaste* und *Anguloa*, daß die erste Phase überhaupt fehlt und sich auch nicht in ihren Anfängen geltend machen kann. Eine Entscheidung dieser Alternative scheint möglich durch die Untersuchung des Einflusses, den der ungekeimte oder tote Pollen auf die Blüten dieser Formen hat. Da zeigte es sich nun, daß zwar bei *Lycaste*, *Zygopetalum* und *Anguloa* der tote Pollen genau wie bei *Phalaenopsis violacea* die Blüten vorzeitig verblühen macht, daß aber dazu viel längere Zeit als bei dieser Art nötig ist, und daß bei *Listera ovata* und *Dendrobium antennatum* (die *Cleisostoma*-arten habe ich nicht untersucht) durch solche Bestäubung die Blütendauer überhaupt sehr wenig abgekürzt wird. Infolgedessen wird bei allen diesen Formen der von den Pollenschläuchen ausgehende Einfluß, der die Blütendauer verlängert, sich geltend machen können, ehe überhaupt der »Reizstoff« im ungekeimten Pollen auf die Verkürzung der Blütendauer hinzuwirken vermag.

### B. Verkürzung der Blütendauer.

Außer solchen Formen, bei denen die Blütendauer durch die normale Bestäubung verlängert wird, habe ich im weiteren Verlaufe meiner Untersuchungen noch eine ganze Reihe von Arten kennen gelernt, bei denen die Bestäubung die autonome Blütendauer in auffälliger Weise verkürzt. Da manche von ihnen für Versuche recht geeignet sein dürften, so will ich meine Beobachtungen in aller Kürze mitteilen.

#### 1. Schnelle Schließbewegungen der Krone

gehen dem aitionomen und autonomen Welkvorgang der Blüte weiter voraus bei: *Phalaenopsis Schilleriana* Rchb. f. (2—3 Tage), *Epidendrum ciliare* L. (2 Tage), *Cattleya Trianaei* Lindl. et Rchb. f. (1—3 Tage), *C. Harrisoniana* Hort. (2—3 Tage), *Leptotes bicolor* Lindl. ( $\frac{1}{2}$ —1 Tag) und *Oncidium sphegiferum* Lindl. (4 Tage). Die eingeklammerten Zahlen geben die Zeit an, die nach der Bestäubung verfließt, bis die Blüten völlig oder maximal geschlossen sind: Die letzte Art schließt sich nur halb. Zu beachten ist natürlich bei den Zahlenangaben, daß die Geschwindigkeit aller Veränderungen an den Blüten ganz außerordentlich

von der Temperatur abhängig ist. Wenn an sonnigen Tagen die Temperatur in den Gewächshäusern sehr hoch steigt, so wird der Ablauf der Postfloration wesentlich beschleunigt. Bemerkenswert ist ferner, daß bei *Cattleya Trianaei* und *Harrisoniana* die Blüten sich schließen und zu welken beginnen, ehe das Gynostemium verschwillt, ein neuer Beweis dafür, daß diese Perianthveränderungen mit der Schwellung des Gynostemiums nicht korrelativ verkettet sind.

## 2. Schnelles Abwelken der Krone

nach der Bestäubung habe ich außer bei den unter 1 genannten Formen noch beobachtet bei *Odontoglossum crispum* Lindl. und bei *Angraecum superbum* Thou. Es beginnt bei ersterer Art wie bei jenen mit einer ausgesprochenen Vergilbung und Verfärbung der Kronblätter. Diese Veränderungen machen sich bei *Odontoglossum* und bei *Epidendrum ciliare* schon nach 2 Tagen bemerkbar, bei *Leptotes bicolor* gar schon nach  $\frac{1}{2}$ —1 Tag.

3. Langsames Welken des Perianths, also eine verhältnismäßig geringe Abkürzung der Blütendauer fand ich bei *Oncidium sphacelatum* Lindl., *Coelogyne cristata* Lindl. und vor allem bei unseren deutschen Erdorchideen. Alle diese Formen sind deshalb für Versuche nicht verwendbar. Von den deutschen Orchideen habe ich aus naheliegenden Gründen nur solche prüfen können, die im Straßburger Garten kultiviert werden. Über das Ergebnis gibt die Tabelle Aufschluß. Die Bestäubung wurde geitonogam oder xenogam vorgenommen.

		Je 4 gleich alte Blüten der gleichen Infloreszenz welken	
		Tage nach	
		Bestäubung	unbestäubt
Versuch 1	<i>Orchis Morio</i> . .	a) 6 b) 6	a) 13 b) 10
„ 2	„ <i>latifolia</i> . .	a) 7 b) 8	a) 14 b) 14
„ 3	„ <i>fusca</i> . . .	a) 7 b) 6	a) 16 b) 12
„ 4	„ <i>maculata</i> .	a) 10 b) 6	a) 14—16 b) 13
„ 5	<i>Gymnadenia conopsea</i>	13	16
„ 6	<i>Platanthera bifolia</i> .	15	17



Das Perianth welkt bei allen diesen Formen, ohne vorher sich irgendwie verfärbt zu haben, erst, nachdem der Fruchtknoten stark angeschwollen ist. Gleiches gilt für *Epipactis palustris*; nach gelegentlichen Beobachtungen auf Exkursionen auch scheint, für *Neottia Nidus avis*, *Cephalanthera Xiphophyllum* und *Nigritella angustifolia*. In diesem Zusammenhange sei gleich hervorgehoben, daß ich bisher bei keiner unserer deutschen Orchideen eine irgendwie nennenswerte Verschwellung der Gynostemien oder gar eine Schließbewegung der Narben infolge der Bestäubung gefunden habe.

### C. Verschwellung des Gynostemiums.

Außer den in meiner vorigen Arbeit bereits gelegentlich erwähnten Arten gibt es noch viele andere, bei denen dieser Vorgang eintritt. Er findet sich verbunden mit Verschuß der Narbenfläche z. B. auch bei Arten der Gattung *Odontoglossum*, bei *Epidendrum ciliare*, *Thunia Marschalliana* Rchb. fil.; in ganz ungeheurem Maße, wie ich es zuvor noch nicht gesehen, bei *Anguloa uniflora*, *Zygopetalum* und besonders bei *Lycaste Skinneri*, immer durch Hypertrophie, also durch Volumzunahme der Einzelzellen, hervorgerufen.

Verschwellung des Säulchens ohne Narbenverschuß habe ich bei *Cattleya Trianaei* und *Harrisoniana* gefunden. Diese Formen sind wegen dieser Eigenschaft für manche Fragen vorzügliche Versuchsobjekte.

### D. Vergrünung des Gynostemiums.

Schließlich sei hier noch hervorgehoben, was in meiner früheren Arbeit unterlassen wurde zu erwähnen, daß die Bestäubung bei sehr vielen Orchideenarten auch eine Vergrünung des Gynostemiums, verbunden mit sehr bedeutender Verlängerung seiner Lebensdauer, zur Folge hat (vergl. dazu auch Pfitzer 1889, S. 72 und die dort S. 52 ff. zitierte Originalliteratur). Und zwar finden diese Vorgänge auch bei vielen solchen Spezies statt, deren Perianth nicht durch die Bestäubung vergrünt oder in seiner Dauer verlängert wird. Aber wie die Vergrünung der Krone so wird auch die des Säulchens nach meinen Versuchen nur durch den gekeimten Pollen ausgelöst und zwar erst dann,

wenn die Pollenschläuche in den Fruchtknoten eingedrungen sind und begonnen haben, auf die Fruchtknotenwände ver-schwellend und vergrünend einzuwirken. Eine solche Vergrünung des Gynostemiums verbunden mit Verlängerung seiner Lebens-dauer habe ich z. B. beobachtet bei den Arten der Gattungen *Cattleya*, *Odontoglossum*, *Oncidium*, *Epidendrum*, *Phalaenopsis*, *Lycaste*, *Zygopetalum*, *Vanda*, *Dendrobium* u. a. —

Die wichtigsten Ergebnisse dieses Abschnittes lassen sich dahin zusammenfassen:

1. Es gelang noch eine ganze Anzahl von Orchideenformen zu finden, bei denen die Bestäubung die in meiner ersten Arbeit beschriebenen verschiedenartigsten Einflüsse auf die Blüten äußert.

2. Es gibt auch solche Arten, bei denen durch die Be-stäubung die Lebensdauer des Blütenperianths nicht verkürzt, sondern im Gegenteile verlängert wird und zwar ohne eine Verfärbung, im besondern Vergrünung der Blumenblätter gleich-zeitig auszulösen.

3. Die Schließbewegung, welche bei vielen Formen dem Welken der Krone autonom oder aitionom nach Bestäubung oder Verwundung der Narbe usw. vorausgeht, kann nicht als Teilvorgang dieses Welkprozesses aufgefaßt werden, sondern ist ein Vorgang eigener Art.

4. Nur bei wenigen der Arten (z. B. *Phalaenopsis violacea*), bei denen die Bestäubung eine Vergrünung des Perianths her-vorrufen, hat man nach dem Verhalten der Blüten Grund, anzu-nehmen, daß sich beim aitionomen Abblühen zwei antagonistisch wirkende Einflüsse nach einander geltend machen, nämlich ein solcher, der die Blütezeit abkürzt und den Beginn des Welkens auslöst, und hierauf ein zweiter, der zusammen mit der Ver-grünung und Schwellung des Fruchtknotens auf die Verlänge-rung der Lebensdauer des Perianths und seine Vergrünung hinwirkt.

5. Bei den meisten tropischen Orchideen wird auch die Lebensdauer des, wie der Fruchtknoten, vergrünenden Gynoste-miums wesentlich verlängert.

6. Bei den einheimischen Erdorchideen ist der Einfluß der Bestäubung auf Perianth und Gynostemium sehr gering.

## Abschnitt II.

### Faktoren, welche diese autonomen Postflorationsvorgänge auslösen.

Prinzipiell Neues kann ich meinen früheren Beobachtungen insofern hinzufügen, als es mir gelungen ist, den Einfluß der Pollenschläuche getrennt von dem der ungekeimten Pollinien zu studieren. Darüber werde ich indes erst in Abschnitt IV berichten.

#### A. Verwundung der Narbe

veranlaßt schnelles Schließen der Blüte und Abwelken nach Versuchen in Straßburg und Marienfelde auch bei *Phalaenopsis Schilleriana*, *Zygopetalum Mackaii*, *Epidendrum ciliare*, bei einer *Laeliocattleya* des Straßburger Gartens, bei *Cattleya Trianaei* und *Harrisoniana*. Bei den *Cattleyen* reagieren manche Blüten sehr schnell; bei anderen dauert es tagelang, bis die Verwundung ihren Einfluß geltend macht. Ob diese Verschiedenheiten durch die Art der Verwundung oder durch eine verschieden große Reaktionsfähigkeit der Blüten bedingt werden, bleibt noch zu untersuchen. *Odontoglossum crispum*, *Epidendrum ciliare* und *Oncidium sphegiferum* wurden von den Arten, deren Blüten durch die Bestäubung schnell verändert werden, bisher nicht geprüft.

#### B. Abgetötete Pollinien und Pollenextrakt

rufen entsprechende Veränderung der Blütendauer und Verschwellung des Säulchens, ebenso wie Bestäubung mit lebenden Pollinien, auch bei allen den Arten hervor, die ich darauf noch geprüft habe, so z. B. bei *Phalaenopsis Schilleriana*, *Odontoglossum crispum*, verschiedenen Arten von *Oncidium*, *Zygopetalum*, *Lycaste*, *Cymbidium*, *Cattleya* und bei *Thunia Marschalliana*. Stets war auch art- und gattungsfremder Pollinienextrakt dieser und anderer Spezies bei den genannten Formen wirksam. Es scheint also tatsächlich die Wirkung der Bestäubung bei den Orchideen allgemein oder fast allgemein zunächst auf einem chemischen Körper zu beruhen, der in den ungekeimten Pollinien sich befindet.

Von ganz besonderem Interesse ist die Beobachtung, daß auch die Pollinien einiger unserer deutschen



Orchisarten, z. B. von *Orchis latifolia*, *mascula* und *Epipactis palustris*, lebend oder tot auf den Narben, z. B. von *Oncidium sphacelatum* und *sphagiferum*, Verschwellung des Gynostemiums und Abkürzung der Perianthdauer hervorrufen, während sie die Gynostemien der Orchisarten garnicht beeinflussen! Die Pollinien schließen sich in dieser Hinsicht denen von *Calanthe veratrifolia*, *Spathoglottis filuata*, *Phajus amboinensis* und *Corymbis disticha* an, die, wie in meiner vorigen Arbeit erwähnt (1909, S. 44), lebend oder tot auf die arteigenen Gynostemien garnicht, wohl aber auf die Säulchen von *Aërides odoratum* schwellend wirken. Freilich mit lebenden und toten Pollinien von *Orchis mascula* habe ich bei *Vanda tricolor* keine Schwellung des Gynostemiums hervorrufen können, selbst wenn 5—6 Pollinienpaare auf die Narbe gebracht wurden. Ob *Vanda* gegen geringe Mengen des wirksamen Stoffes verhältnismäßig unempfindlich oder was sonst die Ursache dieses Mißerfolges ist, kann ich zur Zeit nicht sagen.

Auch toter Pollen von *Paphiopedilum callosum* Hort. (sic!) war bei *Phalaenopsis amabilis* und ebensolcher Pollen von *Cypripedium barbatum* Lindl. bei *Oncidium sphacelatum* wirksam, wenn auch die Schwellung der Gynostemien nicht annähernd der entsprach, die nach Bestäubung mit arteigenem, totem Pollen eintritt.

Hervorheben möchte ich endlich, daß ich noch eine Orchidee gefunden habe, bei welcher der tote, auf die Narbe übertragene Pollen nicht nur auf die Gynostemien, sondern auch auf die Fruchtknoten etwas schwellend wirkt, nämlich das in Gewächshäusern weitverbreitete *Odontoglossum crispum*. Der Fruchtknoten verlängert sich und verdickt sich hier gegenüber unbeeinflußten Blüten ganz merklich, ehe er vergilbend abfällt.

### C. Pollen fremder Familien.

In meiner vorigen Arbeit (1909, S. 63) wurde die Frage zwar aufgeworfen, ob auch die Pollinien der Asclepiadaceen auf die Orchideenblüten wirken, aber noch nicht entschieden. Ich habe in Straßburg Versuche in dieser Hinsicht gemacht an Blüten von *Oncidium sphacelatum*, bei welchen schon sehr ge-

ringe Mengen des wirksamen chemischen Körpers Schwellung der Gynostemien auslösen, und an solchen von *Vanda tricolor* mit den Pollinien von *Asclepias curassavica* L. Auf die Narben wurden stets alle Pollinien einer Blüte übertragen. Trotz der öfteren Wiederholung dieser Versuche habe ich niemals irgend eine Wirkung auf die Blüten wahrnehmen können. Man wird berechtigt sein, daraus zu schließen, daß die *Asclepiaspollinien* den »Reizstoff« nicht enthalten. Sonach schließt also die Bildung von Pollinien die Produktion von wirksamen Stoffen nicht notwendig ein.

### Abschnitt III.

#### Weitere Untersuchungen über die Natur des in den Pollinien wirksamen chemischen Körpers<sup>1)</sup>.

Die wichtigste Frage, die ich in meiner ersten Arbeit nicht völlig zu lösen vermocht hatte, ist die nach der Natur des wirksamen »Reizstoffes«. Zwar hatte ich feststellen können, daß der wirksame Körper ein in der Orchideenpflanze sonst nicht vorhandener, in kaltem und heißem Wasser leicht und in absolutem Alkohole schwer löslicher, mit Alkohol aus wässriger Lösung nicht ausfällbarer, der Siedetemperatur des Wassers durchaus widerstehender, stickstofffreier, organischer<sup>2)</sup> Körper ist, der, auch nach Kochen mit Salzsäure, Fehlingsche Lösung nicht reduziert. Eine genauere Ermittlung der Eigenschaften dieses Körpers war mir aber wegen Mangel an genügendem Material bisher nicht möglich gewesen. Die Erlaubnis des Herrn Beyrodt, in seinen Gewächshäusern zu arbeiten, bot mir die Gelegenheit, die Untersuchungen an sehr viel größeren Pollinienmengen zu wiederholen und mit gewissen Erfolgen fortzusetzen. Herr Beyrodt züchtet nämlich einige Arten, wie vor allem

<sup>1)</sup> Mit Rücksicht auf die große Schwierigkeit, während längerer Zeit über sehr große Pollinienmengen zu verfügen, scheint es mir im Interesse der Sache nötig, daß ich über diese chemischen Studien ausführlich berichte. Nur auf diese Weise wird es andern Forschern möglich sein, sich meine Erfahrungen zunutze zu machen und ohne unnötigen Materialverlust den Faden der Untersuchung da aufzunehmen, wo ich ihn leider habe fallen lassen müssen.

<sup>2)</sup> Auf S. 55 meiner ersten Arbeit heißt es infolge eines, übrigens leicht bemerkbaren Druckfehlers, den ich leider übersehen habe, der Körper sei keine »organische« Verbindung. Es muß natürlich heißen, keine anorganische!

*Odontoglossum crispum* und *Cattleya Trianaei* in ganz ungeheuren Mengen, da ihre Blumen als Schnittblumen in den Handel kommen. So dürften dort von *Odontoglossum* vielleicht 5000, von *Cattleya Trianaei* 10—20000 Exemplare zur Zeit in Kultur sein. Die Monate März und April waren für meine Studien deshalb günstig, weil sie die Hauptblütezeit der *Cattleya Trianaei* zu sein scheinen. Von ihr blühten pro Woche im März etwa 200—300 Blüten auf. Die Pollinien sind sehr groß und enthalten, wie schon erwähnt, den wirksamen Körper. Da die Entfernung der Pollinien die Blüten gar nicht schädigt oder unansehnlich macht, so durfte ich mir beliebig große Quantitäten einsammeln. Während der gleichen Zeit blühten von *Odontoglossum* wenigstens so viele Exemplare, daß mir die genügende Zahl von Blumen überlassen werden konnte, um die aus den *Cattleyapollinien* extrahierten Stoffgruppen auf ihre Wirksamkeit zu prüfen. Die *Odontoglossum*blüten sind für diesen Zweck sehr gut geeignet; denn die Gynostemien schwellen auch bei Bestäubung mit totem Pollen sehr stark und die Gegenwart selbst ganz geringer Mengen der wirksamen Substanz läßt sich durch die Schließbewegungen der sehr großen Narbenflächen leicht feststellen.

#### A. Eigenschaften des wirksamen Körpers in den *Cattleyapollinien*.

Zunächst mußte es natürlich meine Aufgabe sein, zu ermitteln, ob der wirksame Körper in den *Cattleyapollinien* die gleichen Eigenschaften hat wie in den früher untersuchten Pollinien der Arten aus anderen Gattungen.

#### Versuch 7.

Schüttelt man die *Cattleyapollinien* heftig mit Wasser, so zerfallen sie (eine sehr wertvolle Eigenschaft!) meist vollkommen oder ziemlich vollkommen in die Tetraden, ohne daß die Pollenkörner platzen oder sonst geschädigt werden. Selbst längeren Aufenthalt im Wasser vertragen viele Körner. Durch Filtration der Pollensuspension erhält man eine trübe Flüssigkeit, in der eine mikroskopische Untersuchung viele winzige Tröpfchen oder Körnchen verschiedenster Größe erkennen läßt. An den Pollenkörnern, die auf dem Filter sich sammeln, bleiben auch nach wiederholter Schüttelung mit neuen Wassermengen in geringer Menge noch körnige Massen haften, ja an denjenigen, die das Pollinium nach außen begrenzten, ist die Außenfläche dauernd durch einen Überzug einer goldgelben kompakten Masse kenntlich.



Wird das Filtrat mehrfach auf dem Wasserbade eingedampft, so flocken die Trübungen aus und lassen sich auf einem Filter sammeln und auswaschen; das Filtrat bleibt etwas trübe. Die Flocken bestehen aus einem in absolutem Alkohol leicht löslichen, fast farblosen, auch bei Zimmertemperatur nicht fest werdenden fetten Öl, das auf Papier einen Fettfleck gibt, und aus einem hellgelben in Petroläther, in Äther, in heißem Alkohol und in Wasser unlöslichen Körper, der vielleicht das Viscin ist. Beide Substanzen haben auf die Blüten von *Odontoglossum* gar keinen Einfluss.

Die von den Flocken befreite wässrige Lösung, bis auf ein kleines Volum eingedampft, gibt mit absolutem Alkohol im Überschusse versetzt, wie der Pollenextrakt anderer Arten, einen Niederschlag in ziemlich großer Menge. Auch er ist, ausgewaschen und in Wasser gelöst, wirkungslos.

Das Filtrat eingedampft und wieder mit Wasser aufgenommen, enthält den wirksamen Körper. Es schmeckt fade, schwach bitter. Setzt man Fehlingsche Lösung zu, so färbt es sich zunächst goldgelb, danach bei weiterem Zusatz grün. Zum Kochen erhitzt entsteht keine Fällung; ebensowenig wenn man die Fehlingsche Lösung erst zugibt, nachdem man das Filtrat lange Zeit mit Salzsäure gekocht und danach alkalisch gemacht hat.

Aus alledem ist deutlich ersichtlich, daß der wirksame Körper in den *Cattleyapollinien* die gleichen Eigenschaften hat, wie ich sie für andere Arten früher ermittelt hatte.

## B. Löslichkeitsverhältnisse des wirksamen Körpers.

Es kam nun weiter darauf an, seine Löslichkeitsverhältnisse genauer zu untersuchen. Ich habe zu dem Zwecke mich der analytischen Methoden bedient, die zur Ermittlung der in Pflanzenteilen vorhandenen organischen Verbindungen verwendet werden, indem ich im wesentlichen von *Dragendorffs* Vorschriften (1882) ausgegangen bin.

### Versuch 8.

Die Pollinien aus 100 Blüten von *Cattleya Trianaei* wurden zunächst auf dem Wasserbade getrocknet, darauf in der Reibschale so fein wie möglich zerrieben, wiederum 3 Stunden auf dem Wasserbade getrocknet, nochmals zerrieben und 3 Stunden im Trockenschränke einer trockenen Wärme von 70° ausgesetzt. Hierauf wurde das Pulver mit Petroläther versetzt. Dazu wurde nicht der im Handel erhältliche Petroläther verwendet, sondern ein von mir selbst durch wiederholte fraktionierte Destillation aus ihm hergestelltes Destillat, dessen Siedepunkt zwischen 30° und 45° lag. Nach 16 Stunden wurde der Petroläther durch Dekantieren von dem Pulver getrennt und das Pulver wieder 16 Stunden lang mit einer neuen Portion Petroläther behandelt. Auch dieser Äther wurde durch Dekantieren getrennt; das Pulver mit einer neuen Petroläthermenge auf einem Filter mehrfach ausgewaschen und getrocknet, nochmals in der Reibschale tüchtig zerrieben und hierauf wieder

mit Petroläther 12 Stunden lang versetzt, auf einem Filter ausgewaschen und getrocknet.

I. Der Petrolätherextrakt ist goldgelb gefärbt. Eingedunstet bleibt sehr viel goldgelbe öartige Masse zurück. Mit kaltem absolutem Alkohol entsteht eine klare goldgelbe Lösung über wenig Rückstand. Nach Abdampfung der alkoholischen Lösung bleibt in ziemlich großer Menge ein Rückstand von goldgelbem Öl, das in Schwefeläther löslich ist und auf Watte gebracht die Gynostemien von *Odontoglossum* nicht verändert, auch nicht, nachdem die Watte angefeuchtet worden ist. Der nach Behandlung des Petrolätherextraktes mit Alkohol zurückgebliebene, mit Alkohol oftmals ausgewaschene Rückstand ist unlöslich in kaltem und heißem Wasser, langsam löslich in Petroläther, leicht löslich dagegen in Schwefeläther. Die Gynostemien beeinflußt auch er nicht. —

Das Pollenpulver wird weiter mit Schwefeläther absolut. puriss. extrahiert, das Pulver nach zweimaliger, je mehrstündiger Extraktion auf einem Filter mit Äther oftmals ausgewaschen und getrocknet.

II. Schwefelätherextrakt: Eingedampft bleibt wenig Rückstand, von dem ein Teil in Petroläther langsam in Lösung geht. Das in Petroläther Unlösliche ist vollständig in kaltem absolutem Alkohol, nicht dagegen in Wasser löslich und beeinflußt die Gynostemien von *Odontoglossum* ebensowenig, wie der in Petroläther lösliche Teil, der offenbar mit demjenigen Stoffe des Petrolätherextrakts der Pollinien identisch ist, welcher sich in Äther leicht, in Alkohol dagegen nicht löste. —

Nun wird das Pollenpulver mit Alkohol absolut. 2 Tage lang unter öfterem Umschütteln extrahiert.

III. Alkoholextrakt: Nach Eindampfung erhält man ziemlich viel Rückstand, der zum größten Teile in Wasser leicht löslich ist. Ungelöst bleiben flockige Massen, von denen die Flüssigkeit durch Filtration getrennt wird. Die flockigen Massen, nach Auswaschen mit  $H_2O$  samt Stücken des Filters auf Narben von *Odontoglossum* gebracht, bringen keine Schwellung hervor. Dagegen ist die wässrige Lösung außerordentlich wirksam. —

Und endlich wurde das Pollenpulver noch mit Wasser ausgelaugt.

IV. Wassereextrakt: Nach Abdampfung bleibt ziemlich viel in Alkohol absolut. unlöslicher Rückstand, der keine schwellende Wirkung hat.

Die Pollinien von *Cattleya Trianaei* enthalten also nach der Löslichkeit in verschiedenen Lösungsmitteln zum mindesten folgende Stoffgruppen, von denen die in besonders großer Menge vorhandenen durch gesperrten Druck hervorgehoben sind:

I. Gruppe: In keinem der Extraktionsmittel löslich.

II. Gruppe: Nur in Petroläther löslich.

III. Gruppe: In Petroläther, Äther und in absolut. Alkohol löslich (fettes Öl).

IV. Gruppe: In Petroläther schwer, in Äther leicht, in absolut. Alkohol und  $H_2O$  nicht löslich.

V. Gruppe: Nicht in Petroläther und  $H_2O$ , wohl aber in Äther und kaltem absolut. Alkohol löslich.

VI. Gruppe: Nur in Alkohol und Wasser löslich; hierin allein befindet sich der wirksame Stoff.

VII. Gruppe: Nur in Wasser löslich.

Der Versuch wurde noch einmal mit ganz gleichem Erfolge wiederholt. Dabei habe ich zugleich festgestellt, daß der wirksame Körper in wasser- und alkoholfreiem Chloroform (pro analysi) ebenfalls unlöslich ist. Behandlung des getrockneten wirksamen Rückstandes wässriger Pollenextrakte mit solchem Chloroform hatte dasselbe Ergebnis. Als ich früher einmal eine geringe Löslichkeit in offizinellem Chloroform beobachtet hatte, dürfte daran also, wie ich vermutete (1909, S. 54 Anm.), der Gehalt dieses Chloroforms an Alkohol (ca. 1%) Schuld gewesen sein.

Sonach kann nun als ganz sicher gelten, daß der wirksame Körper von den üblichen Extraktionsmitteln nur durch Alkohol und Wasser gelöst wird, und zwar in Wasser leichter als in Alkohol. —

### C. Gehalt der nur in Alkohol und Wasser löslichen Körpergruppe an wirksamer Substanz.

Von größter Wichtigkeit für die weitere Untersuchung mußte nun vor allem die Lösung der Frage erscheinen, ob etwa die Gesamtmenge oder nur ein Teil und ein wie großer Teil der nur in Alkohol und Wasser löslichen Substanz aus dem wirksamen Stoffe besteht. Sie gelang nach längeren vergeblichen Bemühungen auf einem Umwege, nämlich im Anschlusse an einige Versuche, durch die ermittelt werden sollte, mit welchen Methoden man die wirksame Substanz möglichst vollständig und bequem aus den Pollinien gewinnen kann. Ich prüfte zunächst absoluten Alkohol.

#### Versuch 9.

Pollinien von 50 Cattleyablüten in wenig  $H_2O$  mit Glasstab zu Brei zerkleinert, eingedampft, hierauf mit absol. Alkohol in reichlichem Übersusse versetzt und bis zur Staubtrockene eingedampft; das Gleiche nochmals wiederholt, die Masse mit heißem Alkohol absolut. aufgenommen, die Lösung abfiltriert, der Rückstand noch mehrfach mit Alkohol auf dem Wasserbad ausgelaugt. Der goldgelbe Alkoholextrakt auf dem



Wasserbad zu einem kleinen Volum eingedampft und erkalten lassen: es scheiden sich brockenförmige Ausscheidungen in geringer Menge ab, die in der Wärme wieder in Lösung gehen. Der Alkohol wird nun ganz verjagt, der Rückstand auf dem Wasserbad mit  $H_2O$  erhitzt: Es bleiben große Mengen einer hellgelblichen opaken Substanz ungelöst, die sich mit einem Glasstab als Flocken vom Uhrglas loslösen lassen (fettes Öl!).

Diese Flocken wurden auf ein Uhrglas übertragen und mehrfach mit heißem  $H_2O$  auf dem Wasserbade ausgewaschen, danach auf dem Wasserbade getrocknet, mit absolut. Alkohol gelöst, der Alkohol abgedunstet, wie vorher wiederum mehrmals mit  $H_2O$  auf dem Wasserbad ausgewaschen und diese ganze Prozedur noch zweimal wiederholt. Schließlich wurde die Substanz getrocknet und mit Watte auf die Narben von *Odontoglossum crispum* gebracht. Die Blüten blieben meist unverändert, wenn die Watte nicht mit  $H_2O$  getränkt worden war; dagegen erfolgte schneller Verschluß der Narbe und sehr bedeutende Gynostemiumverschwellung, wenn die Watte naß auf die Narbe gebracht wurde.

Der Wasserextrakt des eingedampften alkoholischen Pollenausguges wurde auf ein kleines Volum eingeengt und ebenfalls mit Watte auf *Odontoglossum*blüten übertragen: ein deutlicher Einfluß auf die Gynostemien von *Odontoglossum* war kaum zu bemerken; nur eine geringe Schließbewegung der Narben machte sich geltend, während das Öl nach wie vor sehr wirksam blieb.

Aus diesem Versuche, bei dessen mehrfacher Wiederholung manchmal auch eine geringe Schwellung der Gynostemien mit dem Wasserauszug eintrat<sup>1)</sup>, ist ersichtlich, daß sich der wirksame Körper durch Behandlung des alkoholischen Pollenausguges mit Wasser, wenigstens bei *Cattleya*, nur sehr unvollkommen von den in Wasser unlöslichen fetten Ölen trennen läßt. Wie diese Tatsache zu erklären ist, kann ich noch nicht übersehen; möglich, daß das in großer Menge vorhandene fette Öl nach Abdunstung des Alkohols den »Reizstoff« so fest umschließt, daß das Wasser nicht zu ihm dringen kann oder daß der Reizstoff in dem fetten Öle (etwa nach Art der Adsorptionsverbindungen?) leicht löslich ist.

Da also von dem wirksamen Körper nach meinen Erfahrungen ein großer Teil ungelöst bleibt, wenn man den Rückstand des alkoholischen Pollenausguges mit Wasser behandelt, so schien sich folgender Weg zu bieten, um zu ermitteln, ob die ganze, nur in Alkohol und Wasser lösliche Substanz den Reizstoff bildet: Enthält der wässrige Auszug des Ölrückstandes noch solche

<sup>1)</sup> Namentlich wenn eine besonders große Pollinienzahl (z. B. 100) verwendet wurde. Es sei hier noch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Proben, die auf ihre Wirksamkeit geprüft wurden, bei allen Versuchen den zu einem sehr kleinen Volumen eingedampften Lösungen entnommen wurden.

Stoffe, die nicht ausschließlich in Wasser, sondern auch noch in Alkohol löslich sind, ohne auf die Gynostemien schwellend zu wirken, so besteht sicher nicht die ganze in Alkohol und Wasser lösliche Substanzmenge aus dem wirksamen Körper. Es empfiehlt sich nicht, diese Prüfung so vorzunehmen, daß man absoluten Alkohol direkt auf den nach Abdampfung des Wassers verbleibenden Rückstand des fraglichen Wasserauszuges einwirken läßt. Ich habe nämlich immer wieder beobachtet, daß der Alkohol aus diesem Rückstande nur einen kleinen Teil der in Alkohol löslichen Substanzen herauszulösen vermag. Aber gerade darauf kommt es ja an, daß man möglichst quantitativ arbeitet. Denn nur auf diese Weise ist es möglich, ein Urteil darüber zu gewinnen, ein wie großer Teil der nur in Alkohol und Wasser löslichen Substanzen aus dem wirksamen Stoffe besteht. Folgende Methode gab nach mancherlei Versuchen die besten Resultate.

#### Versuch 10.

Die Pollinien von 50 Blüten der *Cattleya* wurden, wie im vorigen Versuche beschrieben, mit absolutem Alkohol extrahiert, der Extrakt eingedampft. Der ölarartige Rückstand mit kaltem, absolut. Alkohol aufgenommen, wurde filtriert und durch erneutes Abdampfen wieder vom Alkohol befreit: Er ist, mit nasser Watte auf Narben von *Odontoglossum crispum* übertragen, sehr wirksam. Dieser Rückstand wurde ebenfalls, ganz wie im vorigen Versuche, mit Wasser behandelt, die abfiltrierte wässrige Lösung auf ein kleines Volum eingedampft. Eine Probe hatte, mit Watte auf die Narben von *Odontoglossum crispum* gebracht, so gut wie keine Wirkung: nur bei einer von drei Versuchsblüten begann die Narbe sich ganz wenig zu schließen.

Dieser wässrige, auf ein kleines Volum eingedampfte Auszug des ölarartigen Alkoholextraktes wurde nun zunächst durch wiederholten Zusatz von absolut. Alkohol und nachfolgender Filtration von allen in Alkohol unlöslichen (also nur in Wasser löslichen) Substanzen befreit, hierauf bis zur Trockne eingedampft, der Rückstand in absolutem Alkohol gelöst, die Lösung filtriert und auf ein sehr kleines Volum eingedunstet.

Diese alkoholische Lösung versetzt man nun mit viel Schwefeläther<sup>1)</sup>: es entsteht in großer Menge ein flockiger weißer Niederschlag. Das Filtrat gibt nach Eindunstung auf ein sehr kleines Volum keinen Niederschlag weiter mit Äther, auch bleibt nach völliger Abdunstung des Äthers keinerlei Rückstand. Der Ätherniederschlag enthält alle in Alkohol und Wasser löslichen Substanzen. Man wäscht ihn mit Äther oftmals auf dem Filter aus, löst ihn in Alkohol und läßt den Alkohol auf einem Uhrglas völlig verdampfen: Der verbleibende glasartige Rückstand beträgt an Masse kaum weniger als derjenige, den man in ähnlicher Weise

<sup>1)</sup> Um etwa vorhandene Stoffe der Gruppen III—V, die durch die Filter gegangen sein könnten, zu entfernen!

aus einem wässrigen Auszug der Pollinien von 100 Blüten dargestellt hat. Eine Probe davon hatte auf die Narben von *Odontoglossum* so gut wie keine Wirkung, ebensowenig auf eine solche von *Phalaenopsis Schilleriana*; doch schloß sich die *Phalaenopsis*-blüte nach 3 Tagen und fiel bald danach ab.

Dieser Versuch, der noch einmal in gleicher Weise und mit ganz gleichem Erfolge wiederholt wurde, zeigt (auch ohne Wägungen, die ich aus Mangel an genügendem Materiale bisher nicht ausgeführt habe), daß nur ein ganz kleiner Teil der ausschließlich in Alkohol und Wasser löslichen Polliniensubstanzen aus dem wirksamen Körper besteht. Diese Tatsache ist unerfreulich; denn sie erschwert es ganz ungeheuer, die wirksame Substanz zu isolieren. Auch weist sie darauf hin, daß für die Beurteilung ihrer Natur nur negative, aber keine positiven Ergebnisse von Gruppenreaktionen verwendet werden dürfen, denen man die in Alkohol und Wasser löslichen Substanzen unterwirft.

#### D. Zweckmäßigste Methode zur Extraktion des wirksamen Körpers aus den Pollinien.

Vor allem kam es nun zunächst natürlich darauf an, die Methoden genau kennen zu lernen, mittelst deren man den wirksamen Stoff möglichst vollständig aus den Pollinien für weitere Untersuchungen gewinnen kann. Dazu war es nötig, die Pollinien einmal direkt mit Wasser zu extrahieren. Der Versuch verlief folgendermaßen:

##### Versuch 11.

Die Pollinien von 100 *Cattleya*-blüten wurden mit Wasser versetzt und durch wiederholtes heftiges Schütteln in die Tetraden aufgelöst. Hierauf wurde das Ganze 10 Minuten auf dem Wasserbade erhitzt und filtriert: Durch das Filter lief eine schwach gelbliche trübe Flüssigkeit. Nachdem die Pollenmasse noch dreimal in gleicher Weise extrahiert worden war, wurde sie mit Wasser sorgfältig ausgewaschen, getrocknet und dreimal mit absolut. Alkohol auf dem Wasserbade extrahiert: Beim Filtrieren ging eine goldgelbe klare Flüssigkeit durch das Filter. Nach Verjagung des Alkohols blieb eine große Menge goldgelben Öles zurück. Sie wurde mit Alkohol wieder aufgenommen; die Flüssigkeit auf ein kleines Volum eingengt; hierauf durch Zusatz von sehr viel Schwefeläther, der keinen Niederschlag erzeugte, festgestellt, daß der alkoholische Pollenextrakt keine in Alkohol und Wasser lösliche Substanz mehr enthielt. Der Äther wurde abgedampft und eine Probe des öligen Rückstandes mit nasser Watte auf zwei Narben von *Odontoglossum crispum* übertragen: eine Reaktion erfolgte nicht.



Aus dem bisherigen Verlaufe des Versuches geht deutlich hervor:

1. daß man die Pollinien mit heißem Wasser vollständig von dem wirksamen Stoffe befreien kann;
2. daß also der wirksame Körper in den Pollinien noch nicht an das Öl »gebunden« ist, das mit Alkohol aus den Pollinien herausgelöst wird.

Der wässrige getrübte Pollinienauszug wurde nun in folgender Weise weiter behandelt. Da ich in vielen früheren Versuchen gefunden hatte, daß es sehr große Schwierigkeiten macht, den wirksamen Körper mit Alkohol vollständig aus dem getrockneten Rückstande wässriger Pollenauszüge zu extrahieren, so wurde die wässrige Lösung auf ein kleines Volum eingedampft, mit Alkohol die allein in Wasser lösliche Körpergruppe ausgefällt, die Fällung durch Filtration entfernt, das alkoholische Filtrat nach vollständiger Eindampfung mit Alkohol aufgenommen, auf ein sehr kleines Volum eingeengt und mit Schwefeläther in großem Überschusse versetzt. Der entstehende flockige Niederschlag wurde auf einem Filter gesammelt und nach sorgfältiger Auswaschung mit Äther getrocknet, danach wieder in Alkohol gelöst, der Alkohol abgedampft, endlich der Rückstand in Wasser aufgelöst und die Flüssigkeit filtriert. Proben davon auf drei Odontoglossumblüten übertragen erwiesen sich als sehr wirksam.

Auf diese, freilich umständliche Weise gelingt es, wie andere Versuche bestätigten, die in Alkohol und Wasser lösliche Stoffgruppe von der ausschließlich in Wasser löslichen aus einem wässrigen Pollenauszug vollständig zu trennen. Die direkte Extraktion der Pollinien mit Alkohol führt, wie schon aus dem Versuche 2 zu ersehen war, zu keinen brauchbaren Resultaten.

Am bequemsten und zweckmäßigsten ist es aber jedenfalls, so zu verfahren, daß man die eingesammelten Pollinien trocknet, zerreibt und zuerst mit Schwefeläther puriss. extrahiert, hierauf mit Alkohol die wirksame Substanz samt den übrigen in Alkohol löslichen Substanzen aus dem Pollenpulver herauslöst. Die geringen Mengen der nur in Alkohol, nicht aber in Wasser löslichen Substanzen lassen sich nach Abdampfung des Alkohols durch Behandlung des Rückstandes mit Wasser und Filtration der Lösung leicht entfernen.

#### **E. Weitere Versuche, den wirksamen Stoff zu isolieren.**

Solche Versuche habe ich an derjenigen Körpergruppe der Pollinien, die nur in Alkohol und Wasser löslich ist, nicht gemacht. Es blieben mir nämlich nach allen bisherigen und

den im folgenden noch mitzuteilenden Versuchen nicht mehr so große Pollinienmengen übrig, um auch nur orientierende Vorversuche zur Auffindung geeigneter Trennungsmethoden anzustellen. Vielleicht ist die Kapillaranalyse berufen, hier weiterzuhelfen. Ausschüttelungsverfahren, wie sie z. B. bei Dragendorff (1882, S. 35 ff.) empfohlen sind, dürften ebenso wie Behandlung mit Bleiacetat wohl kaum zum Ziele führen.

Der Gedanke liegt nahe, ob man zur Isolierung des wirksamen Körpers nicht vielleicht die Tatsache sich zunutze machen könnte, daß aus den ölartigen Rückständen alkoholischer Pollinienauszüge der »Reizstoff« mit Wasser nicht oder nur unvollkommen extrahierbar ist. Man könnte dann zuerst mit Wasser die unwirksamen, in Alkohol und Wasser löslichen Bestandteile möglichst wegschaffen, den Rückstand trocknen und danach versuchen, den wirksamen Stoff von dem Öle zu trennen. Ich habe diese Trennung in folgender Weise angestrebt: Der getrocknete Rückstand wird mit wenig wasserfreiem Alkohol absolut. aufgenommen, zu der Lösung in großem Überschusse Wasser gegeben, wodurch das Öl emulgiert. Die Emulsion ist so fein, daß sie die Filter passiert. Sie wird mehrfach unter Wasserzusatz auf ein kleines Volum eingedampft, um den Alkohol möglichst zu vertreiben. Dabei flockt ein Teil der Öltröpfchen zusammen. Durch Ausschütteln der Flüssigkeit mit Petroläther gelingt zwar eine Entfernung des Öls, aber nicht die beabsichtigte Trennung von dem wirksamen Körper: Auch der Rückstand des Petroläthers erweist sich, mit nasser Watte auf 2 Narben von *Odontoglossum* übertragen, als etwas wirksam.

Aussichtsreicher scheint es, das Öl aus dem gut getrockneten öligen Rückstand alkoholischer Pollenauszüge, der zunächst mehrfach mit Wasser ausgelaugt wird, direkt mit reinem Petroläther zu extrahieren. Da der wirksame Körper in Petroläther nach früheren Versuchen nicht löslich ist, so müßte er ungelöst zurückbleiben. Leider erlaubte mir mein Material nicht, diesen Versuch auszuführen. Gerade für ihn würde man jedenfalls eine sehr große Pollinienmenge zur Verfügung haben müssen. Überhaupt dürften viele Trennungsverfahren daran scheitern, daß der wirksame Körper in sehr geringer Menge neben anderen Verbindungen vorhanden ist.

## F. Verhalten anderer Pollinien.

Ich habe nur so viel feststellen können, daß sich größere Pollinienmengen von *Odontoglossum crispum* gegenüber Alkohol ebenso verhalten wie bei *Cattleya* (es geht also viel Öl in Lösung) und daß bei Extraktion größerer Pollinienmassen von *Odontoglossum* und *Phalaenopsis Schilleriana* mit Wasser eine schwach opaleszierende Flüssigkeit gewonnen wird. Die Opaleszenz beruht auf kleinen Öltröpfchen, die aber in viel geringerer Menge als in dem *Cattleya*-extrakt vorhanden sind. Da für *Cattleya* die Unwirksamkeit dieser emulgierten Substanzen erwiesen werden konnte, wird das gleiche für die anderen Pollinien anzunehmen sein.

## G. Prüfung der Extrakte auf weitere Gruppenreaktionen.

a) Auf Zucker und mit Säuren spaltbare Glykoside: Fehlingsche Lösung wird selbst nach langem Kochen der Extrakte mit Salzsäure nicht reduziert (*Cattleya*).

b) Auf Gerbstoffe: Mit Wasser gelöste Alkoholfällungen der Wasserextrakte aus 1. Pollinien von 30 Blüten der *Phalaenopsis Schilleriana* und 2. Pollinien von 40 Blüten der *Cattleya Harrisoniana* geben mit Eisenchlorid keine auffällige grüne oder blaue Verfärbung, auch entsteht kein Niederschlag. Danach ist also der wirksame Körper kein Gerbstoff. —

Die Ergebnisse dieses Abschnittes lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Eine eingehende Untersuchung mit sehr viel größeren Pollenmassen, als mir früher zur Verfügung standen, hat meine früher mitgeteilten Beobachtungen über die Eigenschaften des wirksamen Körpers bestätigt.

2. Weiter konnte ich zeigen, daß der wirksame Stoff in Petroläther, wasserfreiem Schwefeläther und Chloroform unlöslich ist.

3. Nicht die Gesamtmenge derjenigen in den Pollinien enthaltenen Körpergruppe, die in Alkohol und in Wasser löslich ist, ist der wirksame Körper. Letzterer bildet nur einen kleinen Teil dieser Substanzen.

4. Um eine möglichst große Menge der wirksamen Substanz zu gewinnen, bieten sich zwei Wege: a) man schafft aus den



getrockneten Pollinien mit Äther zunächst alle Öle usw. weg und extrahiert die Pollenmassen danach mit Alkohol, oder b) man zieht die Pollinien mit Wasser aus, entfernt durch Ausfällung mit Alkohol die nur in Wasser löslichen unwirksamen Substanzen. Die emulgierten Öltröpfchen, welche in Wasserauszügen eine schwache Trübung bedingen, beseitigt man, indem man aus der alkoholischen Lösung nach Eindampfung auf ein sehr kleines Volum die nur in Alkohol und Wasser löslichen Substanzen mit Schwefeläther ausfällt.

5. Folgende Methode erlaubt es vielleicht, wenigstens einen Teil der wirksamen Substanz von den übrigen in Alkohol und Wasser löslichen Stoffen zu trennen: Aus den öligen Rückständen eines Alkoholextraktes von lebenden Pollinien löst man nach mehrfacher Auslaugung in Wasser und nachfolgender Trocknung das unwirksame Öl mit Petroläther.

6. Die Eigenschaften des wirksamen Stoffes weisen darauf hin, daß der Reizstoff nicht ist: ein fettes oder ätherisches Öl, Harz, Wachs, Cholesterin, ein Kohlehydrat, ein Glykosid (wenigstens keines von denen, die durch Salzsäure bei Erhitzung unter gewöhnlichem Druck gespalten werden), ein Gerbstoff, ein Pflanzenschleim, ein Enzym, ein Eiweißstoff, eine nur in Wasser, aber nicht in Alkohol lösliche Säure, oder ein solches Salz, höchstwahrscheinlich auch nicht, wie schon in meiner früheren Arbeit hervorgehoben wurde, eine andere stickstoffhaltige Substanz. Es dürfte sich aber wohl empfehlen, noch einmal eine grössere, möglichst von anderen Körpern gereinigte Menge der wirksamen Substanz der Stickstoffprobe von Lassaigne zu unterwerfen.

#### Abschnitt IV.

#### Die Wirkung der Pollenschläuche auf die Blüten.

Ich habe für die Orchideen zeigen können, daß ein sehr großer Teil aller der Einflüsse, welche die Bestäubung auf die verschiedensten Teile der Blüten ausübt, schon auf die noch ungekeimten Pollinien und zwar auf einen in ihnen enthaltenen »Reizstoff« zurückgeführt werden kann. Die Frage ist nun von großem Interesse, in welcher Weise die Pollenschläuche

auf die Blüten und wodurch sie einwirken, ob sie es nur dadurch tun, daß sie den Pollinienreizstoff tiefer in den Griffelkanal und schließlich in den Fruchtknoten hineinschaffen oder ob noch andere Einflüsse von den Schläuchen ausgehen. Die Bearbeitung dieser Frage erscheint nicht aussichtslos. Wenn wirklich der Reizstoff sich nicht im Innern der Pollenkörner befindet, wie ich es in meiner früheren Arbeit wahrscheinlich zu machen suchte (1909, S. 45 ff.), sondern den Körnern nur oberflächlich in den Pollinien anhaftet, so lassen sich vielleicht Arten finden, bei denen man den wirksamen Stoff ohne Schädigung der Keimkraft der Körner vollständig extrahieren kann, und Methoden ersinnen, eine solche Extraktion in entsprechender Weise auszuführen. Nach meiner Rückkehr aus den Tropen habe ich zuerst in Straßburg und dann in Marienfelde diese Probleme verfolgt und nach mancherlei Mißerfolgen das Ziel endlich erreicht. Es kam zunächst darauf an, möglichst viele Polliniensorten in ihrem Verhalten gegenüber Wasser zu untersuchen. Herr Beyrodt war so freundlich, Pollinien einer großen Menge von Arten nach Straßburg schicken zu lassen. Geprüft wurden z. B. die Pollinien von *Dendrobium cavendishianum*, *D. Wardianum* Warn., *D. Phalaenopsis* Fitzg., *Phalaenopsis Schilleriana*, *P. amabilis*, *P. violacea*, *Vanda tricolor*, *Oncidium Rodgersi* Hort., *O. sphacelatum*, *O. splendidum* A. Rich., *O. sphegiferum*, *Odontoglossum crispum*, *Cypripedium callosum*, *Anguloa uniflora*, *Stanhopea insignis* und *Coelogyne cristata*, also von fast allen häufiger kultivierten Arten. Bei allen diesen Spezies quellen die Pollinien zwar in Wasser etwas und geben wirksame Substanz an das Wasser ab, zerfallen aber nicht in die Tetraden, auch nicht, wenn man sie vor der Behandlung mit Wasser mechanisch zerkleinert und sie 24 Stunden mit Wasser in Berührung läßt. Mit dieser Unfähigkeit zu zerfallen, dürfte es wohl zusammenhängen, daß der wirksame Stoff nicht vollständig ausgelaugt wird: Tötet man nämlich den Pollinienbrei nach längerer Extraktion mit Wasserdampf ab, so erweist er sich noch immer als wirksam. Es ist mir bisher nicht gelungen, den wirksamen Körper aus den lebenden Pollinien dieser Arten völlig zu entfernen. Deshalb hat es auch keinen Zweck, auf die kleinen Verschieden-

heiten einzugehen, die ich in der Beeinflussung der Keimfähigkeit durch das Wasser beobachtet habe.

Anders verhalten sich die Pollinien von *Lycaste Skinneri*, von *Cattleya Trianaei* und *C. Harrisoniana*. Bei *Lycaste* quellen die Pollinien in Wasser sehr stark, wobei sie, wenigstens aus eben erblühten Blüten entnommen, sich in einzelne plattenförmige Pollenmassen trennen. Einen völligen Zerfall in die Tetraden konnte ich aber auch bei dieser Art selbst durch Anwendung mechanischer Mittel nicht erreichen; dementsprechend blieb der abgetötete Pollinienbrei noch wirksam. Dagegen zerfallen die großen Pollinien von *Cattleya Trianaei* und *C. Harrisoniana* in Wasser sehr leicht in die Tetraden, entweder von selbst oder wenn man sie, ev. nach zuvoriger Zerdrückung mit einem Glasstab, mehrfach heftig mit Wasser schüttelt. Sehr wertvoll ist ferner die Eigenschaft der Pollenkörner, durch die Behandlung selbst mit destilliertem Wasser sehr wenig geschädigt zu werden: Untersucht man Körner aus zerschüttelten Pollinien, die 24 Stunden in Wasser gelegen haben, so findet man nur einen Bruchteil toter Körner, dagegen viele, die angefangen haben zu keimen. Je kürzere Zeit man die Pollenkörner extrahiert, um so weniger tote lassen sich finden. Dem Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung entspricht das Verhalten nach der Bestäubung: überträgt man einen Teil der auf einem Filter gesammelten und mit Wasser gut ausgewaschenen Pollenmasse auf die Narben von *Cattleyablüten*, so erfolgt die Keimung so gut wie bei normalen Pollinien! Ja, nach einigen Tagen fangen die Fruchtknoten in normaler Weise an zu ergrünen und zu schwellen; ich zweifle nicht daran, daß der mit Wasser behandelte Pollen auch die Befruchtung zur Folge hat. Ein interessanter Unterschied zwischen dem extrahierten und dem normalen Pollen besteht nur insofern, als der erstere leicht austrocknet und dann abstirbt, der normale aber nicht: Man kann also den extrahierten Stoffen, welche die wachsartige, schmierige Beschaffenheit der Pollinien bedingen, biologisch eine Bedeutung als Schutzmittel der Pollinien gegen Austrocknung zuschreiben.

Ehe mit solchem extrahierten Pollen Versuche angestellt werden konnten, blieb natürlich vor allem zu entscheiden, ob



dieser Pollen den wirksamen Stoff noch enthält oder nicht. Versuche, wie der folgende, gaben darüber Aufschluß:

### Versuch 12.

Pollinien aus 100 Blüten der *Cattleya Trianaei* wurden mit Wasser mehrfach heftig geschüttelt. Die Pollinien, die dabei nicht von selbst zerfielen, wurden zerdrückt und zerrieben, bis sie nach öfterer Wiederholung des Schüttelns vollständig in die Tetraden zerfallen waren. Die Caudiculae wurden aufs sorgfältigste sämtlich herausgelesen und entfernt. Nachdem das Pollenpulver sich abgesetzt hatte, wurde das Wasser abgegossen und filtriert, und die Pollenmasse mit einer neuen Wassermenge mehrfach ausgelaugt. Schließlich wurde der Pollen auf einem Filter gesammelt und sorgfältig mit Wasser ausgewaschen. Diese ganze Prozedur nahm 6 Stunden in Anspruch. Der auf ein kleines Volumen eingedampfte wässrige Extrakt erwies sich bei Blüten von *Odontoglossum*, wie zu erwarten war, als sehr wirksam.

Die Pollinien wurden nun auf dem Wasserbad mehrfach mit heißem Alkohol ausgelaugt, die goldgelbe Flüssigkeit eingedampft und das zurückbleibende Öl mit nasser Watte auf 2 Narben von *Odontoglossum crispum* übertragen: die Blüten werden dadurch garnicht beeinflußt!

Dieser Versuch, der durch die weiter mitzuteilenden durchaus bestätigt wird, ist von großem Interesse. Denn er zeigt, daß man, ohne die Pollenkörner abzutöten, den wirksamen Körper vollständig aus den Pollinien extrahieren kann. Er fügt zu den früher beigebrachten Indizienbeweisen (1909, S. 45 ff.) einen sehr wertvollen neuen hinzu, daß der wirksame Körper sich nicht in den Pollenkörnern befindet, sondern den Körnern innerhalb der Pollinien zusammen mit Viscin und anderen Substanzen nur äußerlich anhaftet. Er läßt endlich die Hoffnung nicht unbegründet erscheinen, daß es gelingen wird, Methoden ausfindig zu machen, um auch die Pollinien der anderen Gattungen vollständig von der wirksamen Substanz zu befreien. Alsdann würde aber die Lösung einer ganzen Anzahl höchst wichtiger entwicklungsphysiologischer Fragen möglich erscheinen, die die Blüte uns stellt.

Nach diesen Vorarbeiten konnte nun der Einfluß der Pollenschläuche untersucht werden. Folgende Versuchsanordnung ergab die exaktesten Resultate.

### Versuch 13.

Die Pollinien von 100 Blüten *Cattleya Trianaei* wurden genau so, wie im vorigen Versuche beschrieben, mit Wasser 5 Stunden lang extrahiert. Nach Beendigung der Auslaugung konnte mit dem Mikroskop festgestellt werden, daß kein Pollenkorn

gekeimt hatte und daß noch  $\frac{2}{3}$  aller Körner lebten. Eine Stunde später wurden mit einem Teil des extrahierten Pollen Bestäubungen vorgenommen und dabei je etwa soviel Pollen auf die Narben gebracht, als der Pollinienmasse von 3—4 Cattleyablüten entspricht. Der wässrige Extrakt aus der lebenden Pollenmasse wurde auf ein kleines Volum eingedampft und auf seine Wirksamkeit geprüft, desgleichen der alkoholische Extrakt aus dem Rest der ausgelaugten lebenden Pollenkörner. Zu diesen Versuchen wurden neben Cattleyablüten auch solche von *Odontoglossum crispum* verwendet, weil die Schwellvorgänge des Gynostemiums bei *Odontoglossum* viel auffälliger sind als bei *Cattleya*. Im ganzen wurden also folgende Versuche angesetzt mit folgendem Ergebnis:

A. 2 Blüten von *Cattleya Trianaei* bestäubt mit lebendem, ausgelaugtem Pollen.

A: Die Blüten verhalten sich in allen Stücken ganz wie solche, die normal bestäubt wurden. Untersuchung nach einigen Wochen zeigt, daß der Pollen mächtige Stränge von Schläuchen bis tief in den Fruchtknoten getrieben hat.

B. 2 Blüten von *Cattleya Trianaei* mit in Wasserdampf abgetötetem, ausgelaugtem Pollen.

B: bleiben unverändert.

C. 1 Blüte von *Odontoglossum crispum* mit lebendem, ausgelaugtem Pollen.

D. 1 Blüte von *Odontoglossum crispum* mit totem, ausgelaugtem Pollen.

C und D: Die Gynostemien schwellen nicht, die Narben machen unvollständige Schließbewegungen.

E. 2 Blüten von *Cattleya Trianaei* mit Wasserextrakt aus den lebenden Pollinien, etwa 30—40 Pollinien entsprechend, auf Watte.

E: Die apikale Hälfte der Gynostemien verschwillt etwas, so wie nach Bestäubung mit toten, nicht ausgelaugten Pollinien, aber viel schwächer als mit normalen Pollinien. Die Blüten welken nach 3 Tagen.

F. 1 Blüte von *Odontoglossum crispum* desgl.

F: Die Narbe schließt sich nach 2 Tagen; das Gynostemium verschwillt und der Fruchtknoten vergrößert sich etwas. Danach fällt die Blüte ab.

G. 2 Blüten von *Cattleya Trianaei* mit dem Rückstand des alkohol. Extraktes aus den mit Wasser ausgelaugten Pollinien, etwa 40 Pollinien entsprechend, auf nasser Watte.

G: bleiben unverändert.

H. 2 Blüten von *Odontoglossum* desgl., je etwa 20 Pollinien entsprechend.

H: Die Gynostemien beider Blüten schwellen nicht. Von den Narben bleibt die eine offen, die andere schließt sich halb.

Der Versuch wurde noch einmal wie bei A, B, E und G in gleicher Weise und mit gleichem Erfolge gemacht. Bei den

Blüten B welkte eine drei Tage nach der Bestäubung, ohne daß das Gynostemium verschwoll.

Ich führe noch meinen ersten orientierenden Vorversuch aus Straßburg hier an, weil dazu in Ermangelung von *Cattleyablüten* die von *Coelogyne cristata* verwendet wurden.

#### Versuch 14.

Pollinien von *Cattleya Harrisoniana* wurden 20 Stunden lang in Wasser ausgelaugt und dabei in Tetraden aufgelöst. 24 Stunden nach Beginn der Extraktion (eine Anzahl der Körner hatte angefangen zu keimen) wurden die ausgelaugten und gut ausgewaschenen Pollenmassen auf die Narben von *Coelogyne cristata* übertragen, in folgender Weise:

A. 2 Blüten wurden bestäubt mit lebendem, ausgelaugtem Pollen.

A: Die Gynostemien schwellen bis zur Basis, hierauf fallen die Blüten ab: der Pollen hat lange Pollenschläuche bis zur Basis des Säulchens getrieben.

B. 2 Blüten bestäubt mit in Wasserdampf abgetötetem, ausgelaugtem Pollen.

B: Beide Blüten bleiben unverändert.

C. 2 Blüten bestäubt mit normalem *Coelogyne*pollen.

C: Wie A, außerdem der Fruchtknoten verschwellend. Die Gynostemien sind noch etwas stärker geschwollen als bei A.

D. 2 Blüten mit lebendem, normalem *Cattleya*pollen bestäubt.

D: Beide Blüten wie A.

E. 1 Blüte mit Wasserextrakt der Pollinien von *Cattleya* auf Watte.

E: Das Gynostemium schwillt nur an seiner Spitze, in Nachbarschaft der Narbe.

Auch dieser Versuch wurde, und zwar in Marienfelde, noch mehrfach mit *Coelogyne cristata*-Blüten, aber mit ausgelaugtem Pollen von *Cattleya Trianaei* wiederholt, ohne anderes zu ergeben. Nur schwollen bei einigen *Coelogyne*blüten, die mit lebendem, ausgelaugtem Pollen bestäubt waren, auch die Fruchtknoten an, ehe die verwelkten Blüten abfielen. Pollenschläuche ließen sich in diesen Fällen auch im Fruchtknoten nachweisen.

Alle diese Versuche zeigen in ganz übereinstimmender Weise, daß die Pollenschläuche, die aus den ausgelaugten Pollenkörnern austreiben, ganz dieselben Veränderungen an den Blüten hervorrufen, wie der wirksame Körper, der sich in normalen, ungekeimten Pollinien befindet. Dieses Ergebnis ist aber deshalb sehr merkwürdig, weil das Verhalten der Pollenschläuche den Reizstoff ganz entbehrlich macht, seine Produktion als nutzlos er-



scheinen läßt! Hiermit erhalten Überlegungen, mit denen ich früher von ganz anderen Gesichtspunkten aus die biologische Bedeutungslosigkeit des Reizstoffes zu beweisen suchte (1909, S. 80ff. und besonders 1909a S. 236ff.), eine neue Stütze.

Nachdem somit erwiesen ist, daß die Pollenschläuche den wirksamen Körper der ungekeimten Pollinien nicht brauchen, um alle charakteristischen Veränderungen in den Blütenteilen hervorzurufen, tritt die Frage in den Vordergrund des Interesses, mit welchen Mitteln die Pollenschläuche ihre Wirkungen auf die Blüten ausüben. Wenn dieses Problem bei irgend einer Familie seiner Lösung entgegengeführt werden kann, so ist bei weitem am meisten Aussicht, daß dies bei den Orchideen der Fall sein wird. Auch in dieser Hinsicht sind die Verhältnisse in den Blüten ganz außergewöhnlich günstig. Schneidet man nämlich einige Tage oder Wochen nach der Bestäubung die Gynostemien in der Mediane auseinander, so findet man den Griffelkanal erfüllt von einem zähen, z. B. bei *Cattleya Trianaei* 2—3 mm dicken, zylindrischen Strang miteinander verklebter Pollenschläuche, der sich von der Narbe bis tief in den Fruchtknoten hinein fortzieht, bei *Cattleya Trianaei* in einer Länge von 6—8 cm! Es macht keine Schwierigkeiten, diesen Strang von Pollenschläuchen herauszupräparieren und ihn für Versuche zu verwerten. Von großer Wichtigkeit ist es, daß auch die extrahierten Pollenmassen solche massiven Zöpfe von Pollenschläuchen bilden. Man kann diese Stränge extrahieren, abtöten usw. und dann in ganz ähnlicher Weise wie mit den ungekeimten Pollinien experimentell vorgehen. Leider hat mir das nötige Blüten- und Pollinienmaterial gefehlt, um diese aussichtsreichen Studien aufzunehmen. Ich habe mich mit einigen orientierenden Vorversuchen und mit einer theoretischen Verarbeitung aller meiner Beobachtungen begnügen müssen, die das aufgeworfene Problem irgendwie berühren.

Am nächsten liegt natürlich der Gedanke, daß die Pollenschläuche durch eben denselben chemischen Körper auf die Blüten einwirken, wie die ungekeimten Pollinien. Sie könnten ihn ja während ihres Wachstums produzieren! Doch lassen sich mancherlei Bedenken gegen diese Ansicht schon jetzt vorbringen. Solche tauchen schon auf, wenn man die Wirkung

miteinander vergleicht, die einerseits durch die Pollenschläuche, andererseits durch die abgetöteten Pollinien oder die Pollenextrakte auf die Gynostemien ausgeübt werden: Bei allen meinen Versuchen, so auch bei denen mit ausgelaugten lebenden Pollenmassen, ist es mir immer wieder aufgefallen, daß im allgemeinen die schwellende Wirkung der gekeimten Pollinien viel größer ist als die der toten Pollinien und des Extraktes, selbst dann, wenn die zu den Versuchen verwendete Extraktmenge, wie übrigens gewöhnlich, 50—100 mal so viel wirksamen Stoff enthält, als in einem Pollinium vorhanden ist! Nun könnte ja freilich der »Reizstoff« wirksamer sein, wenn er längere Zeit hindurch in kleinen, immer wieder neu produzierten Mengen auf die Gynostemiengewebe einwirken kann, als wenn er auf einmal in großer Konzentration geboten wird. Es war also notwendig, über diesen Punkt durch Versuche Klarheit zu gewinnen. Solche schienen nur aussichtsreich an solchen Formen, bei denen das Gynostemium nach der Bestäubung ohne Verschuß der Narbenfläche verschwillt. Eine solche Form lernte ich in *Cattleya Trianaei* kennen. Mit zwei ihrer Blüten wurde folgender Versuch gemacht:

#### Versuch 15.

Aus Pollinien von 100 Blüten wurde ein wässriger Extrakt hergestellt. Von diesem Extrakt wurde in 2 Blüten von *Cattleya Trianaei* 10 Tage lang täglich ein Tropfen auf die Narben gebracht, dessen Gehalt an Extraktivstoffen etwa dem der Pollinien aus 10 Blüten entsprach. Gleichzeitig mit dem Beginne dieses Versuches wurden 2 *Cattleyablüten* mit extrahiertem lebendem Pollen bestäubt: Die Gynostemien der letzteren Blüten schwollen sehr viel stärker als die mit dem Extrakt behandelten!

Man sieht, die Pollenschläuche bleiben auch dann viel wirksamer als der Extrakt, wenn man den Extrakt viele Tage lang immer wieder auf die Narbe von neuem einwirken läßt.

Sollten also die Pollenschläuche gleichwohl allein durch Neuproduktion desjenigen Reizstoffes wirken, der in den Pollinien nachweisbar ist, so ließe sich der intensive Einfluß wohl nur dadurch erklären, daß die Schläuche diesen Stoff in ganz ungeheuren Mengen produzieren, in viel größeren jedenfalls, als er z. B. in 100 ungekeimten Pollinien vorhanden ist. Wäre dies aber der Fall, so würde er sich dem Nachweis wohl kaum entziehen können. Deshalb habe ich aus einigen Gynostemien von *Cattleya* die Pollenschlauchstränge herauspräpariert, welche

sich aus extrahierten Pollenmassen entwickelt hatten, und Stücke davon lebend nach Abtötung in Wasserdampf auf die Narben von *Odontoglossum crispum* und *Oncidium graminifolium* gebracht: irgend ein Einfluß auf die Gynostemien wurde nicht bemerkbar. Besonders habe ich die Spitzen dieser Stränge für solche Versuche verwendet; denn allein in ihnen enthalten die Pollenschläuche noch größere Plasmamengen<sup>1)</sup>.

Auch eine Vergleichung der Einflüsse, den auf der einen Seite die Pollenschläuche, auf der anderen die toten Pollinien auf die Fruchtknoten ausüben, bestärkt den Eindruck, daß sie durch verschiedene Mittel erreicht werden. Die toten Pollinien wirken, wie ich schon in meiner früheren Arbeit (1909, S. 65) zeigte, auch dann nicht schwellend auf den Fruchtknoten, wenn man sie tief in den Griffelkanal bis nahe an den Fruchtknoten hinabstößt<sup>2)</sup>. Ebenso wenig schwellen die Fruchtknoten, wenn Pollenextrakt die Griffelkanäle bis zu den Fruchtknoten erfüllt. Ja, selbst innerhalb der Fruchtknoten-  
höhle scheint der Extrakt wirkungslos zu sein. Dorthin gelangt er offenbar, auch ohne daß man ihn injiziert: Ich habe nämlich des öfteren in den Fruchtknotenhöhlen welkender Blüten Narbenzellen gefunden, die dorthin nur durch Einsaugung gelangt sein können. Über den Mechanismus dieses Einsaugungsvorganges weiß ich nichts; möglich, daß dieser Prozeß erst durch Vergrößerung der Fruchtknoten-  
höhle während des Welkens eintritt. Mit den Narbenpapillen muß aber auch ein Teil des Extraktes in den Fruchtknoten eingedrungen sein. In Marienfelde habe ich wenigstens bei *Odontoglossum crispum* nun auch Pollinienextrakt in mehrere Fruchtknoten mit der Injektionsspritze injiziert. Der Versuch verlief folgendermaßen:

<sup>1)</sup> In Straßburg wurde ein Versuch in folgender Weise gemacht: Pollenmassen von *Cattleya Harrisoniana* ließ ich nach Extraktion mit Wasser in 5% Rohrzuckerlösung keimen. Nachdem die Pollenschläuche eine gewisse Länge erreicht hatten, wurde der Pollen durch Hitze abgetötet und auf die Narben von *Vanda tricolor* und *Coelogyne cristata* gebracht: irgend einen positiven Einfluß auf die Gynostemien beobachtete ich nicht.

<sup>2)</sup> bei solchen Formen wie *Phalaenopsis amabilis*, bei denen Bestäubung der Narbe mit toten Pollinien die Fruchtknoten gar nicht beeinflußt. Daß es solche gibt, bei denen dies etwa der Fall ist, wurde 1909, S. 65 ff. und in dieser Arbeit Abschnitt II B gezeigt.



### Versuch 16.

Zur Injektion verwendete ich einen Wassereextrakt aus Pollinien von 100 *Cattleya Trianaei*-blüten. Die Injektion wurde mit einer feinen Platineinstichkanüle von der Dorsalseite des Gynostemiums aus so vorgenommen, daß der Einstich sich etwa in der Mitte zwischen Spitze und Basis des Gynostemiums befand und daß die Kanüle auf möglichst kurzem Wege in den Griffelkanal und durch ihn etwa bis in den mittleren Teil des Fruchtknotens eindrang. Die Einspritzung wurde 2 Tage nach der ersten Injektion in gleicher Weise wiederholt.

1 Blüte von <i>Odontoglossum</i> mit $H_2O$ injiziert	}	alle 3 Blüten verwelken nach 10—12 Tagen etwas früher als gleichalte nicht operierte Blüten, ohne Schwellung der Gynostemien oder Fruchtknoten.
2 Blüten injiziert mit dem Pollen- extrakt		

Ferner habe ich in Straßburg abgetötete Pollinienstücke in Fruchtknoten von *Vanda tricolor* und *Cattleya Harrisoniana* durch Schnittwunden eingeführt, ebenfalls ohne jeden positiven Erfolg.

Diese negativen Ergebnisse sind freilich nur mit Vorsicht zu Schlüssen zu verwenden. Denn es könnte ja sein, daß die Verwundung, die bei diesen Versuchen unumgänglich ist, die Wirkung des Extraktes stört. In Verbindung mit allen anderen Beobachtungen sprechen sie aber, glaube ich, doch für die Ansicht, daß die Pollenschläuche über andere und wirksamere Mittel als die Pollinien verfügen, um die Blüten zu beeinflussen. Diese Ansicht findet schließlich noch darin eine Stütze, daß, wie ich für die Blüte von *Phalaenopsis amabilis* zeigte (1909, S. 68), die Pollenschläuche nur dann auf die Fruchtknoten schwellend wirken, wenn sie Gelegenheit haben, in die Fruchtknoten-  
höhle einzudringen (vergl. auch Hildebrand 1863 und Strasburger 1886). Würde die Wirkung auf der Sekretion des »Reizstoffes« beruhen, so könnte sie zum Teil wenigstens wohl auch dadurch hervorgerufen werden, daß der Reizstoff vom basalen Ende des Gynostemiums in den Fruchtknoten hinein diffundiert. Und endlich, soll man annehmen, daß die Pollenschläuche von *Fritillaria*, die nach Strasburger (1886, S. 52 ff.) bei *Orchis Morio* und *O. mascula* den Fruchtknoten schwellen lassen, den chemischen Körper erzeugen, den man in den Pollinien der Orchideen vorfindet?

Nach allen diesen, freilich nur gelegentlichen Beobachtungen und den daran angeknüpften Überlegungen scheint mir die Annahme die größte Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, daß die

Pollenschläuche auf andere Weise wie die Pollinien auf die Blütenteile einwirken. Es wird besonderer eingehender Untersuchungen bedürfen, um diese Einflüsse der Pollenschläuche klar zu legen, im besonderen, um festzustellen, ob auch die Schläuche durch eine chemische Verbindung die Blüten beeinflussen.

Die Ergebnisse dieses Abschnittes lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Es gibt Orchideenarten, bei denen sich die lebenden Pollinien von dem wirksamen chemischen Körper befreien lassen, so daß man die Wirkung der Pollenschläuche für sich untersuchen kann.

2. Die Pollenschläuche, die auf den Narben aus solchen ausgelaugten Pollenkörnern austreiben, rufen ganz die gleichen Veränderungen an den Blüten hervor, wie der Reizstoff in den ungekeimten Pollinien.

3. Die Produktion dieses Reizstoffes in den Pollinien erscheint somit »nutzlos«.

4. Alle meine Beobachtungen sprechen gegen die Annahme, daß die Pollenschläuche ihre Wirksamkeit auf die Blütenteile durch Neuproduktion desjenigen chemischen Körpers erlangen, der die Pollinien wirksam macht.

5. Der Einfluß der Pollenschläuche bleibt ein Problem für sich, das besonderer Untersuchungen bedarf. Für diese dürften die Orchideen, besonders die Arten der Gattung *Cattleya*, die günstigsten Untersuchungsobjekte bieten.

#### Abschnitt V.

### Verlängerung der Lebensdauer im Absterben begriffener Pflanzenteile.

Das eigentümliche Verhalten der bestäubten Blüten von *Phalaenopsis violacea* ließ noch eine Frage aufwerfen, die mir in physiologischer Hinsicht mit Rücksicht auf das Todesproblem von größtem Interesse zu sein scheint: die Frage nämlich, ob es möglich ist, an einem Organe, bei dem schon die Anzeichen des herannahenden Todes bemerkbar geworden sind, die Prozesse des Absterbens aufzuhalten und rückgängig zu machen, die Lebensdauer also künstlich zu verlängern.

Sollte sich diese Frage in bejahendem Sinne beantworten lassen, so erhebt sich als noch wichtigeres Problem die weitere Frage, bis zum Ablauf welcher Vorgänge eine solche »Regeneration der normalen Lebensvorgänge« möglich ist und veranlaßt werden kann. In der Literatur habe ich diese Fragen nirgends gestellt gefunden, wenn man nicht die Angaben über Verjüngung von Greisen durch »Spermin Pöhl« hierher rechnen will. Nur darüber haben uns bekanntlich die Untersuchungen verschiedener Forscher unterrichtet, daß die Lebensdauer solcher Pflanzenorgane, die in der Vollkraft ihres Lebens stehen, durch allerlei Eingriffe, wie etwa Transplantation, Abtrennung von der Mutterpflanze u. a. wesentlich verlängert werden, eine Tatsache, die aber das Todesproblem nicht so direkt zu berühren scheint, wie jene Probleme.

Die erste der oben aufgeworfenen Fragen wird schon durch das Verhalten der *Phalaenopsis violacea*-Blüten beantwortet, falls meine Interpretation als zutreffend betrachtet wird. Bei diesen Blüten sieht es tatsächlich so aus, als rufe die Bestäubung zunächst die Anfänge der autonomen Absterbevorgänge hervor: nämlich Vergilbung, sonstige Verfärbung der Blüte und Anwelken der Blütenblätter, und veranlasse sie erst danach, gewissermaßen diese Vorgänge paralysierend, die Verlängerung der Lebensdauer und die Vergrünung von Perianth und Gynostemium! Die Blüten dieser Art scheinen also ein ganz vortreffliches Objekt zu sein, die aufgeworfenen Probleme zu bearbeiten. Meine Hoffnung, daß ich von ihr eine größere Anzahl Exemplare in Beyrochts Orchideenkulturen antreffen würde, ist leider nicht in Erfüllung gegangen. Überhaupt scheint diese schöne Spezies in Europa recht wenig häufig zu sein, so daß sie wohl nur in den Tropen für die hier berührte Frage in Betracht kommen kann. Auch sonst habe ich in Marienfelde kein Material zur Bearbeitung dieser Probleme erübrigen können. Ich bin aber überzeugt davon, daß manche Orchideenblüten wie für so viele entwicklungsphysiologische Fragen so auch in dieser Hinsicht ganz hervorragende Objekte sind. In dieser Ansicht werde ich durch einige orientierende Vorversuche bestärkt, die ich in Straßburg anstellen konnte. Eine Verlängerung der Lebensdauer findet



man ja, ganz abgesehen vom Fruchtknoten, nicht bloß am Perianth, sondern bei noch viel mehr Arten, auch im Gynostemium und zwar mit Vergrünung dieses Organes verbunden. Von solchen Formen scheint *Epidendrum ciliare* eine ganz geeignete Versuchspflanze zu sein, wie folgender Versuch zeigen dürfte.

#### Versuch 17.

6 Blüten, die angefangen hatten, autonom zu welken (die Blütenblätter waren vergilbt und bis nahe zur Basis welk, die Gynostemien waren ebenfalls bis zur Basis vergilbt, dagegen noch nicht die Fruchtknoten), wurden xenogam mit normalem Pollen bestäubt. Nach 9 Tagen sind bei zwei der Blüten die unteren Hälften der Gynostemien vergrünt, die oberen Hälften dagegen vergilbt geblieben. Einen Monat nach der Bestäubung sind die Fruchtknoten intensiv grün gefärbt, etwas, aber im Vergleich zu bestäubten Kontrollblüten wenig geschwollen. Die vergrünten basalen Hälften der Gynostemien sind ebenfalls ein wenig, aber ebenfalls nicht so stark wie an den Kontrollblüten geschwollen, lebhaft grün gefärbt. Dagegen sind die apikalen Hälften der Gynostemien verschrumpft, abgestorben und vertrocknet. Mikroskopische Untersuchung zeigte, daß verhältnismäßig wenige Pollenschläuche gekeimt hatten, die aber bis zu den Samenanlagen vorgedrungen waren. Die 4 übrigen Blüten hatten nicht mehr angesetzt, nur bei einer wurden noch gekeimte Pollenschläuche gefunden.

Man sieht aus diesem Versuche, dass tatsächlich noch solche Gynostemien zur Verlängerung der Lebensdauer angeregt werden können, bei denen die autonomen Abblühvorgänge schon begonnen haben. Offenbar aber muß der Einfluß, der die Lebensdauer verlängert, bald nach Beginn dieser ersten Abblühprozesse eingreifen; denn die apikalen Hälften der Gynostemien, an denen übrigens in den Säulchen die Vergilbung beginnt, konnten durch die Bestäubung der angewelkten Blüten nicht mehr gerettet werden<sup>1)</sup>. Im übrigen lehrt der Versuch, daß schon bald nach Beginn des autonomen Abblühens die Narben solche Veränderungen erleiden, daß sie die Keimung des Pollens nur noch mangelhaft oder garnicht mehr anregen.

Einige Versuche, die ich weiterhin noch mit *Stanhopea*

<sup>1)</sup> Nachträgliche Anmerkung. Im Februar 1910 habe ich diese Versuche an welkenden Blüten von *Epidendrum ciliare* in einem entsprechenden Stadium wiederholt: von 6 Blüten bei 4 mit positivem Erfolge. Es ist mir dabei auch gelungen, an 3 dieser Blüten die ganzen, zuvor vergilbten Gynostemien durch die Bestäubung zur Vergrünung zu bringen. Diese Spezies ist für solche Versuche offenbar recht gut geeignet.

tigrina-Blüten angestellt habe, zeigten hauptsächlich, daß sich nicht alle Arten zu solchen Untersuchungen eignen: hier wurde die Keimung der Pollinien schon inhibiert, ehe die Gynostemien anfangen, autonom abzublühen. Letzteres geschah erst nach dem Verwelken der fünf oberen Petalen.

Ich fühle mich hauptsächlich deshalb veranlaßt, diese Versuche hier zu erwähnen, weil sie geeignet sind, darauf hinzuweisen, daß meine Beurteilung des Verhaltens der bestäubten *Phalaenopsis violacea*-Blüten berechtigt ist.

Im übrigen glaube ich leider nicht, daß ich Gelegenheit finden werde, bei den Orchideenblüten das angeschnittene Problem weiter zu verfolgen. Ich möchte deshalb auf eine ganz elegante Versuchsanordnung hinweisen, welche die exaktesten Resultate darüber verspricht, wie lange Zeit nach Beginn der Abwelkvorgänge die Bestäubung noch das Leben mancher Blütenteile zu retten vermag: Man macht sich dazu die Eigenschaft der Blüten zunutze, infolge Verwundungen der Narbe oder anderer Teile der Gynostemienspitze schnell abzublühen, indem man an einem größeren Blütenmateriale in Intervallen von einem halben oder ganzen Tag nach der Operation immer wieder einige Blüten bestäubt.

Jedoch läßt sich das aufgeworfene Problem nicht nur an den Blüten der Orchideen, sondern auch an solchen anderer Familien wahrscheinlich mit Erfolg bearbeiten und nicht nur an Blüten, sondern auch an Laubblättern, Internodien und anderen Organen. Hier möchte ich mir selbst die weitere Untersuchung vorbehalten. Die Interpretation der dabei gewonnenen Tatsachen dürfte freilich wie bei den Epidendrumblüten schwierig sein, weil dann unsere völlige Unkenntnis der Teilvorgänge der Absterbeerscheinungen und ihrer Ursachen recht empfindlich sich geltend machen wird.

## Abschnitt VI.

### Schlußbetrachtungen.

Es erschien zweckmäßig, die theoretischen Folgerungen, zu denen die neuen Tatsachen in Verbindung mit den früher ermittelten Anlaß gaben, in den Text der einzelnen Abschnitte einzuflechten, so daß mir hier nichts weiter übrig bleibt, als

einen ganz kurzen Blick auf meine gesamten Untersuchungen an den Orchideenblüten zurückzuwerfen<sup>1)</sup>. Da dürfte der Haupt-  
eindruck auch beim Leser meiner Mitteilungen wohl der sein,  
daß, wie gewöhnlich bei physiologischen Vorgängen, so auch  
bei der Beeinflussung der Blüten durch die Bestäubung, alle  
Vorgänge viel mannigfaltiger und verwickelter sind, als es sich  
voraussehen ließ. Das gilt sowohl für die Veränderungen, die  
durch die Bestäubung an den Blüten hervorgerufen werden,  
wie auch für die Anlässe, welche diese Veränderungen auslösen<sup>2)</sup>.  
Charakteristisch aber scheint für beides, für die induzierten  
Postflorationsvorgänge so gut wie für die vom Pollen aus-  
gehenden induzierenden Anlässe, zu sein, daß sie aus einzelnen  
Teigliedern bestehen, die ziemlich unabhängig nebeneinander  
bestehen.

Fassen wir zunächst noch einmal die Postflorationsvor-  
gänge kurz ins Auge, so gewinnen wir den besten Überblick,  
wenn wir die beobachteten Teilprozesse nach ihrer Kombination,  
die ich bisher gefunden habe, in folgendes Schema bringen.

Folgende Veränderungen werden in den Orchideenblüten  
durch die Bestäubung und ihre Folgen induziert.

<sup>1)</sup> Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung findet man wenigstens am  
Schlusse der längeren Abschnitte zusammengestellt.

<sup>2)</sup> Die Schlußsätze eines Referates von Diels über meine erste Orchideenarbeit  
(Bot. Jahrb. f. System. usw. 1909. 43, 24 des Literaturberichtes) geben mir hier  
zu folgenden Bemerkungen Anlaß. »[Denn] daß sehr verwickelte, auf eigenartigen  
Reizen beruhende Beziehungen bei dem Verlaufe des Blühens vorliegen, so viel steht  
ja lange fest, und reine Beobachtungstatsachen dazu gibt es in Menge«. Habe ich  
dies jemals bezweifelt oder nicht genügend hervorgehoben? Gerade darauf kam es  
mir ja doch an, diese »verwickelten Beziehungen« und die »eigenartigen Reize«, auf  
denen sie beruhen, einmal zu ermitteln und entwicklungsphysiologisch zu analy-  
sieren! »Unter der von Fitting benutzten Literatur fehlt Kerner; daß man in  
seinem Pflanzenleben gerade zur Anthobiologie mancherlei findet, scheint also nicht  
überall bekannt zu sein«. Diese Bemerkung zeigt, wie wenig vertraut Diels mit  
der einschlägigen Literatur ist. Sonst wäre es ihm wohl nicht entgangen, daß in  
meinem Literaturverzeichnisse, das übrigens die Überschrift »Zitierte Literatur« trägt,  
auch die Werke von Gärtner fehlen, obwohl sie die wichtigsten und zahlreichsten  
Angaben über den Einfluß der Bestäubung auf die Blüten wie überhaupt über die  
Anthese enthalten. Sonst würde Diels übrigens auch wohl wissen, mit wieviel Vor-  
sicht der blütenbiologische Teil von Kerners Pflanzenleben benutzt werden muß,  
der nebenbei bemerkt 40 Jahre nach Gärtners Büchern erschienen ist!



### A. Im Perianth:

1. Verkürzung der autonomen Lebensdauer
  - a) sehr unauffällig und unbedeutend z. B. bei einheimischen Orchis-, Gymnadeniaarten u. a.
  - b) sehr auffällig und bedeutend z. B. bei *Phalaenopsis amabilis*, *Rhynchostylis retusa*, *Cattleya* u. a.

Dem Welkvorgang geht voraus:
    - a) ausschließlich die Verfärbung der Krone z. B. bei *Odontoglossum crispum*, *Aerides odoratum* und vielen anderen.
    - β) eine mehr oder weniger vollständige Schließbewegung und danach Verfärbung z. B. bei *Phalaenopsis amabilis*, *Cattleya Trianaei*, *Epidendrum ciliare* u. a.
2. Verlängerung der autonomen Lebensdauer und zwar
  - a) ohne sonstige Veränderung z. B. bei *Anguloa uniflora*, *Lycaste Skinneri*.
  - b) nach zuvoriger geringerer oder größerer Schließbewegung z. B. *Zygopetalum Mackaii*, *Listera ovata*.
  - c) verbunden mit Vergrünung ohne sonstige Veränderungen z. B. *Cleisostoma Koordersii*.
  - d) mit Vergrünung nach zuvoriger Schließbewegung und Vergilbung z. B. *Phalaenopsis cornu cervi*, *Epidendrum macrochilum*.
  - e) mit Vergrünung nach zuvoriger Schließbewegung und Vergilbung und mit Verschwellung der basalen Kronblattteile (Beispiel vgl. bei Beer 1863, S. 25 *Promenaea*).
  - f) mit Vergrünung, nach zuvoriger Schließbewegung, Vergilbung und nach dem Beginne des Welkens, *Phalaenopsis violacea*.
3. Teils Verkürzung, teils Verlängerung der autonomen Lebensdauer. *Phalaenopsis amabilis*: der größte Teil der Kronblätter welkt wenige Tage nach der Bestäubung; die ganz basalen Teile verschwellen, vergrünen und bleiben länger als autonom am Leben.

### B. Im Gynostemium:

1. Keine auffällige Veränderung, z. B. deutsche Orchideen.

2. Verschwellung des Gynostemiums ohne Narbenverschluß, aber verbunden mit Vergrünung und Verlängerung der autonomen Lebensdauer, z. B. die *Cattleyaspezies*.
3. Verschwellung mit Narbenverschluß, Vergrünung und Verlängerung der autonomen Lebensdauer, Mehrzahl der tropischen Orchideen.

### C. Im Fruchtknoten:

Verlängerung der autonomen Lebensdauer mit Verschwellung und Vergrünung, bei allen beobachteten Formen.

Verfolgt man dieses Schema, so kommt man unter Berücksichtigung der von mir erwiesenen Tatsache, daß die Lebensdauer des Gynostemiums und des Fruchtknotens durch gewisse Anlässe, wie z. B. Verwundung der Narbe, Belegung der Narbe mit totem Pollen u. a. auch wesentlich abgekürzt werden kann, zu einem ganz interessanten Ergebnis. Man sieht dann nämlich, daß es sich bei den induzierten Veränderungen in allen drei Hauptblütenteilen, dem Perianth, dem Gynostemium und dem Fruchtknoten, immer nur um dieselben, und zwar höchstens sechs Prozesse handelt: 1. Verkürzung, 2. Verlängerung der autonomen Lebensdauer, 3. Schließbewegungen, 4. Verschwellungsvorgänge, 5. Verfärbung und 6. Vergrünung. Von diesen Teilvorgängen der Postfloration kann wohl jeder für sich allein oder mit einem oder mehreren anderen in mannigfaltigster Weise kombiniert auftreten.

Betrachten wir nun die Anlässe, die nach der normalen Bestäubung diese mancherlei Vorgänge auslösen, so sehen wir, daß auch sie sich schon jetzt in Gruppen gliedern lassen. Solche Gruppen gibt es mindestens zwei: die eine besteht aus solchen Anlässen, die von den ungekeimten Pollinien ausgehen, die andere aus solchen, welche von den gekeimten Pollenschläuchen ausgeübt werden. Unterschiede zwischen beiden bestehen in ihren Wirkungsbereichen, in ihren Angriffspunkten und in ihrer Natur. Während die im ungekeimten Pollinium wirksame Gruppe von den sechs sich in allen Blütenteilen kombinierenden Teilprozessen der induzierten Postfloration nur vier: nämlich die Verkürzung der autonomen Lebensdauer, die Schließbewegungen,

die Verschwellungsvorgänge und die Verfärbung (Vergilbung) hervorrufen kann, habe ich in dieser Arbeit zu zeigen vermocht, daß die in den Pollenschläuchen wirksame Gruppe seltsamer Weise zwar ebenfalls diese vier Teilvorgänge, außerdem aber auch die Verlängerung der autonomen Lebensdauer und die Vergrünung auszulösen vermag. Trotzdem aber die zweite Gruppe den Wirkungskreis der ersten völlig umfaßt, spricht doch vieles dafür, daß beide ihrem Wesen nach verschieden sind.

Darauf weist schon die Tatsache hin, daß ihre Angriffspunkte nicht ganz gleich zu sein scheinen. Die von den ungekeimten Pollinien ausgehenden Anlässe können ja alle ihre Wirkungen auf die Blüten, ähnlich wie Wundreiz und andere Anlässe, schon von der Narbe aus, wohl durch eine Art Reizleitungsvorgang, ausüben. Die gekeimten Pollenschläuche dagegen lösen wenigstens die Verlängerung der Lebensdauer, die Verschwellung und die Vergrünung der Fruchtknoten erst dann aus, wenn sie in die Fruchtknoten eingedrungen sind.

Für die ungekeimten Pollinien kann kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß das Wirksame eine oder mehrere im Pollinium präformierte chemische Verbindungen ist. Hier haben wir es augenscheinlich zu tun mit einem von der Pflanze produzierten Reizstoff, der sich, wie ich in einem früheren Aufsatz (1909a) ausgeführt habe, an die im Tierkörper bisher nachgewiesenen Reizstoffe anschließt. Starling, dem wir auf tierphysiologischem Gebiete grundlegende Untersuchungen über diese so interessanten Körper verdanken, hat für das Tier vorgeschlagen, alle derartigen Stoffe, die im eigenen Stoffwechsel des Organismus erzeugt, ohne Nahrungsstoffe zu sein, als Reizstoffe die Entwicklung oder die sonstige Lebenstätigkeit des Organismus beeinflussen, mit dem Namen Hormone (von ὁρμάω ich reize, rege an) zu bezeichnen. Ich möchte vorschlagen, diesen Terminus auch für die Pflanzen zu verwenden. Doch empfiehlt es sich vielleicht, bloß solche Reizstoffe Hormone zu nennen, welche die Entwicklungsvorgänge beeinflussen, also entwicklungsphysiologisch von Bedeutung sind. In diesem Sinne also wären wohl die Reizstoffe der ungekeimten Pollinien echte Hormone. Wo sonst bei der Pflanze noch Hormone vorkommen, wissen wir zur Zeit nicht. Doch ist es nicht unwahr-



scheinlich, daß sie in nicht oder schwer diffusibler Form vielleicht eher als in leicht diffusibler auch bei der Pflanze weiter verbreitet sind. Es läge sehr nahe, anzunehmen, daß auch die Pollenschläuche ihre Wirkungen auf die Blüten durch ein solches Hormon ausüben. Doch scheint mir einiges gegen diese Annahme zu sprechen, wie ich im vierten Abschnitte dieser Arbeit zu zeigen vermochte. Sind doch gar viele Einflüsse anderer Art denkbar, die von den Pollenschläuchen ausgehen können! Geeignetes Material gerade bei Orchideen und die Richtlinien für eindringende Versuche scheinen mir, worauf ich dort schon hinwies, vorhanden, um diese wichtige entwicklungsphysiologische Frage als bearbeitbar bezeichnen zu können.

Straßburg i. Els., Botanisches Institut, im November 1909.

---

### Zitierte Literatur.

- 1863. Beer, J. G., Beiträge zur Morphologie und Biologie der Familie der Orchideen. Wien 1863.
  - 1882. Dragendorff, G., Die qualitative und quantitative Analyse von Pflanzen und Pflanzentheilen. Göttingen 1882.
  - 1909. Fitting, H., Die Beeinflussung der Orchideenblüten durch die Bestäubung und durch andere Umstände. Zeitschr. f. Bot. 1909. **1**, 1 ff.
  - 1909a. Fitting, H., Entwicklungsphysiologische Probleme der Fruchtbildung. Biolog. Centralbl. 1909. **29**, 193 ff.
  - 1863. Hildebrand, F., Die Fruchtbildung der Orchideen, ein Beweis für die doppelte Wirkung des Pollen. Bot. Ztg. 1863. **22**, 329 ff.
  - 1889. Pfitzer, E., Orchidaceae. Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien 1889. II, 6, 52 ff.
  - 1886. Strasburger, E., Über fremdartige Bestäubung. Jahrb. f. wiss. Bot. 1886. **17**, 50 ff.
  - 1905. Winkler, H., Botanische Untersuchungen aus Buitenzorg I. Annales du jard. bot. de Buitenzorg 1906, sér. 2. **5**, 1 ff.
-

## Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	225
<b>Abschnitt I. Einfluß der Bestäubung auf die Blüten</b>	226
A. Verlängerung der autonomen Blütendauer . . . . .	227
B. Verkürzung der autonomen Blütendauer . . . . .	231
C. Verschwellung des Gynostemiums . . . . .	233
D. Vergrünung des Gynostemiums . . . . .	233
<b>Abschnitt II. Faktoren, welche diese autonomen Post- florationsvorgänge auslösen</b>	235
A. Verwundung der Narbe . . . . .	235
B. Abgetötete Pollinien und Pollenextrakt . . . . .	235
C. Pollen fremder Familien . . . . .	236
<b>Abschnitt III. Weitere Untersuchungen über die Natur des in den Pollinien wirksamen chemischen Körpers</b>	237
A. Eigenschaften des wirksamen Körpers in den Cattleyapollinien . . .	238
B. Löslichkeitsverhältnisse des wirksamen Körpers . . . . .	239
C. Gehalt der nur in Alkohol und Wasser löslichen Körpergruppe an wirksamer Substanz . . . . .	241
D. Zweckmäßigste Methode zur Extraktion des wirksamen Körpers aus den Pollinien . . . . .	244
E. Weitere Versuche, den wirksamen Stoff zu isolieren . . . . .	245
F. Verhalten anderer Pollinien . . . . .	247
G. Prüfung der Extrakte auf weitere Gruppenreaktionen . . . . .	247
<b>Abschnitt IV. Die Wirkung der Pollenschläuche auf die Blüten</b>	248
<b>Abschnitt V. Verlängerung der Lebensdauer im Ab- sterben begriffener Pflanzenteile</b>	258
<b>Abschnitt VI. Schlußbetrachtungen.</b>	261
Zitierte Literatur	266



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Botanik](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Fitting Hans Theodor Gustav Ernst [Johannes]

Artikel/Article: [Weitere entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Orchideenblüten. 225-267](#)