

Zur Physiologie des Pollens.

VON

Y. Tokugawa

Bungakushi, Rigakushi.

Mit 2 Textfiguren u. 18 Tabellen.

EINLEITUNG.

Es ist ein wichtiges und interessantes Problem zu untersuchen, warum die Pflanzen in der Natur nicht häufiger zur Bastardierung kommen als das tatsächlich der Fall ist. Die Erklärung, dass die Ursache davon in dem Mangel der Sexualaffinität zu suchen sei, scheint mir nicht zu genügen. Jost (8) fand bei den selbststerilen Pflanzen, dass die Pollenkörner derselben auf den Narben solcher Blüten nicht auskeimen. Selbst wenn wir mittelst Zerstörung der Narbengewebe die Pollenschläuche in den Griffel eindringen lassen, so vermögen diese Pollenschläuche dennoch nicht bis an den Fruchtknoten zu wachsen. Jost führte diese Erscheinung auf den Mangel der chemischen Reizwirkung zurück, d. h. die Pollenschläuche haben nach ihm, selbst bei sehr nahe verwandten Pflanzenarten, mannigfaltige Schwierigkeiten zu überwinden, bevor ihre männliche Geschlechtszellen den Eiapparat erreichen.

Demgegenüber steht die wohlbekanntere Erscheinung einer fremdartigen Bestäubung von STRASBURGER (18), bei der das

Wachstum der Pollenschläuche auf der Narbe von systematisch weit entfernten Pflanzen stattfinden kann, d. h. dass die Pollenkörner von einer monokotylen Pflanze z. B. ihre Pollenschläuche in den Griffel einer dikotylen Pflanze hineinwachsen lassen kann und umgekehrt. Natürlich hat dieses Wachstum der Pollenschläuche seine Grenze und bei einigen Pflanzenarten schrumpfen die Pollenschläuche ab, ehe sie die Eizelle erreichen können. Durch welche Hindernisse wird nun diese Erscheinung hervorgerufen?

Dieses Problem ist schwierig und erfordert zu seiner Lösung eine ausführliche Kenntnis der Physiologie und der Biologie der Pollenkörner. Wenn unsere Kenntnisse in dieser Beziehung in den letzten Jahren infolge der gründlichen Untersuchungen von STRASBURGER (18) MOLISCH (16), MIYOSHI (13), JOST (7, 8), LIDFORSS (9–12) und CORRENS (3, 4) auch einen grossen Fortschritt gemacht haben, so ist doch noch nicht alles als vollkommen erklärt zu betrachten. Die vorliegende Untersuchung hat den Zweck diesen bisher noch unerklärten Teil unserer Kenntnisse nach Möglichkeit aufzuklären und so zur Physiologie der Pollenkörner beizutragen.

ÜBER DIE REIZERSCHEINUNGEN DER POLLENSCHLÄUCHE.

Betreff der Reizbewegungen der Pollenschläuche sind bereits zahlreiche Untersuchungen angestellt worden. Die Auffassung, dass die auskeimenden Pollenschläuche infolge der anlockenden Wirkung des Ovularsekrets durch den Griffel durchwachsen, die Mikropyle auffinden, und schliesslich in die Samenanlage gelangen, wurde schon früher von STRASBURGER (18) vertreten. MOLISCH (16) erbrachte den experimentellen Beweis dafür, dass die Pollenschläuche an den Schnittflächen der Narben und Griffel angezogen werden. Er führte dabei diese Bewegung teils auf den negativen

Aerotropismus und teils auf die anlockende Wirkung des Sekretes des weiblichen Organs zurück.

Er bewies dabei auch, dass diese chemotropische Bewegung der Pollenschläuche gegen die Narbe einer fremdartigen Blüte stattfinden kann. MIYOSHI (13) bewies, dass ausser dem Griffel und der Narbe auch die Samenanlage eine starke Anziehungskraft auf die Pollenschläuche ausübt, und dass diese Reizbewegung sich nach dem WEBER'schen Gesetz vollzieht. Er entdeckte ferner, dass die Pollenschläuche auch von Zucker u. s. w. stark angezogen werden. LIDFORSS (10, 12) bewies, dass ausser Zucker auch Eiweisskörper auf die Pollenschläuche eine kräftige Anlockungswirkung ausüben, und er stellte genauere Untersuchungen darüber an.

Mit Bezug auf den negativen Aerotropismus liegen die Untersuchungen von MOLISCH (16) und LIDFORSS (9) vor, welche uns lehren, dass diese Eigenschaft einigen Arten gar nicht zukommt. JOST (8) machte in dieser Beziehung Versuche mit Sauerstoff und Kohlendioxyd. MIYOSHI (13) stellte auch Versuche bezüglich des Hydrotropismus und des Kontaktreizes der Pollenschläuche an.

Wie oben angeführt worden ist, ergab sich aus den Untersuchungen von MIYOSHI (13), dass Zuckerarten, insbesondere Rohr- und Traubenzucker, eine anlockende Wirkung auf die Pollenschläuche ausüben, und dass diese Wirkung auch einigen Kohlenhydraten wie z. B. Dextrin zukommt. Nach LIDFORSS (12) soll ein grosser Teil der Proteinstoffe, Proteide, Albuminoide und Fermente ebenfalls ein kräftiges Lockmittel für die Pollenschläuche bilden.

Ich habe in dieser Beziehung viele Versuche angestellt und fast immer dasselbe Resultat gewonnen. Die Methode war die LIDFORSS'sche, ausser dass die Zuckerarten, die er in einer Lösung von verschiedenen Konzentrationen gebrauchte, im festen Zustande benutzt wurden. Als Materialien wurden nur frische Pollen benutzt.

Die Resultate sind in der Tabelle I. zusammengestellt. Das Zeichen + bedeutet die positive Ablenkung des Pollenschlauches, — die negative und ? die zweifelhafte Ablenkung.

Überblickt man diese Tabelle, so wird man erkennen, dass sich die Pflanzen obgleich in einigen Fällen die Versuche negativ ausfielen, in dieser Beziehung, wie LIDFORSS (12) das zuerst zeigte, in eine saccharochemotropische und eine proteochemotropische Gruppe einteilen lassen. Ich habe dann Versuche

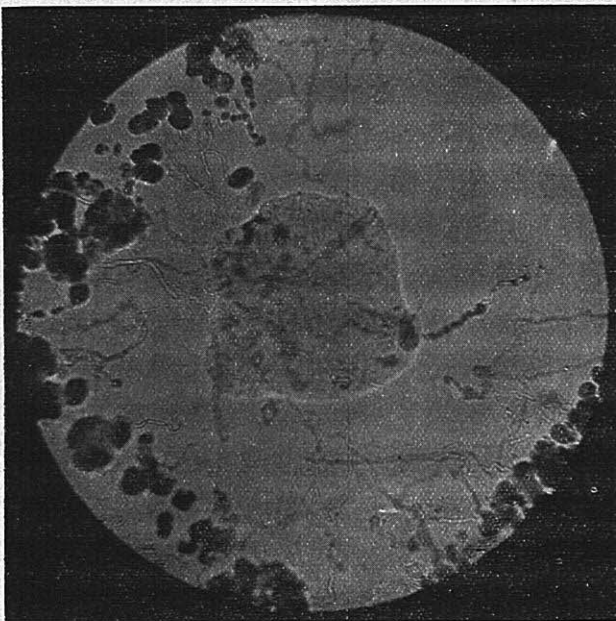


Fig. 1. Pollenschläuche von *Narcissus tazetta* in 10 proz. Rohrzuckergelatine mit Blutalbumin gereizt. Aufgenommen mit ZEISS Achromatischem Objectiv B und Ocular 2.

angestellt, um zu bestimmen, welche Zucker- oder Eiweissarten diese Narben als Lockmittel enthalten. Ich habe die Kulturböden nach der Vorschrift von MIYOSHI (13) hergestellt, indem ich dem 2 % Agar-Agar oder 5 % Gelatine Rohrzucker von 1–30 %, andere Zuckerarten je 15 %, oder 3–10 % Eiweisskörper zusetzte.

Auf die Kulturböden wurden etwa 3 mm dicke Querschnitte von Narben, Samenanlage oder Griffel von *Narcissus*, *Camellia* oder *Prunus* gebracht, und dann wurden in Entfernungen von 1–2 mm von diesen Querschnitten die Pollenkörner der betreffenden Pflanzenarten ausgesät. Nach einiger Zeit konnte man beobachten, dass die auskeimenden Pollenschläuche ausnahmslos durch diese Gewe-

bestückchen angelockt wurden. JOST sagt diesbezüglich: „Ist einmal erst die Herkunft der nötigen Nährstoffe aufgedeckt, so macht die Erklärung des Verlaufes des Pollenschläuches bis zur Samenknospe keine Schwierigkeiten mehr,“ und setzt dann hinzu, dass die Pollenschläuche durch den Nährstoff, welcher sich allein in dem Leitgewebe befindet, festgehalten werden, d. h. dass sie durch diese Substanz allein chemotropisch angelockt werden (8).

In meinen Versuchen haben die Narben von *Prunus jama-sakura* sowohl die eigenen Pollenschläuche als auch die von *Narcissus* angelockt. Wenn man z. B. einige Narben von *Prunus jamasakura* auf einer Gelatineplatte einschält und 24 Stunden stehen lässt, so wird der Reizstoff der Narben in dem Gelatine diffundieren und ihm das Vermögen verleihen, die eigenen Pollenschläuche und die von *Narcissus* an sich zu locken. Ein Gelatinestück davon zeigte aber bei der nachträglichen Erhitzung mit FEHLINGScher und MILLONScher Lösung keine Veränderung. Die gleiche Erscheinung wurde auch bei *Narcissus* beobachtet.

Das Sekret scheint gegen Wärme eine ziemlich grosse Widerstandsfähigkeit zu besitzen. Das erklärt sich daraus, dass die Narben beim Erwärmen auf 100° C. ihre Anlockungskraft gegen Pollenschläuche noch nicht einbüßen. Nach MOLISCH (16) sollen gründlich ausgekochte Narben ihre Anlockungsfähigkeit gegen die Pollenschläuche einbüßen, und er wollte diese Tatsache mit dem negativen Aerotropismus erklären. Bei meinen Untersuchungen ging die Anlockungsfähigkeit der Narben verloren, wenn sie hinreichend lange ausgekocht wurden, während mit Dampf sterilisierte Narben ihre ursprüngliche Anlockungskraft beibehielten, allerdings nur in beträchtlich geringerem Masse. Dies wird sich vermutlich darauf zurückführen lassen, dass die regulatorische Fähigkeit, welche die lebende Narbe auf die Sekretion des Reizstoffes ausübt, den

ausgekochten Narben verloren geht und eine zu schnelle Diffusion des Reizstoffes herbeiführt. Dass die ausgekochten Narben vollständig ihre Anziehungskraft einbüßen, wird auch vielleicht dadurch verursacht, dass das Narbensekret durch Wasser restlos ausgezogen wird.

Man sieht also, dass die Substanz, welche durch das Leitgewebe als Lockmittel für die Pollenschläuche ausgeschieden wird, eine sehr komplizierte Verbindung sein muss, deren Erklärung nicht leicht fällt.

Bei meiner Untersuchung habe ich sehr oft beobachten können, dass fast alle Pollenschläuche bei Gegenwart von Eiweissstoffen sehr kräftig wachsen, und dass das Wachstum dann bisweilen mehr als doppelt so gross ist wie im Rohrzucker allein. Gleichzeitig wurde beobachtet, dass ein grosser Teil der saccharochemotropischen, sowohl wie der proteochemotropischen Pollenschläuche, welche letztere gegen Rohrzucker sonst ganz indifferent sind, den Rohrzucker invertieren und ihn als Nährstoff aufnehmen. Daraus ist leicht ersichtlich, dass die Nährsubstanz des Leitgewebes Zucker oder Einweissstoff nicht allein enthalten darf, sondern dass sie aus diesen beiden Substanzen zusammengesetzt werden muss. Die spezifische Vorliebe, welche die Pollenschläuche für Eiweiss oder Zucker zu haben scheinen, wird wahrscheinlich nur durch eine besondere Eigenschaft der Pollenschläuche bedingt. Die auf den Narben auskeimenden Pollenschläuche haben vielleicht die Eigenschaft, erworben sich von den Eiweiss- oder Zuckerarten anziehen zu lassen. Diese Eigenschaft ist für die Pollenschläuche deswegen von Vorteil, weil sie vermittels derselben ihre Nahrung finden und sicher zur Samenanlage gelangen können. Es handelt sich hier also vielleicht gleichzeitig um den Trophotropismus und Chemotropismus STRASBURGER'S (18).

Zunächst habe ich meine Aufmerksamkeit dem Verhalten der Pollenschläuche gegen fremdartige Narben oder Samenanlage zugewendet.

STRASBURGER (18) entdeckte, dass die Pollenkörner von *Agapanthus* auf den Narben von *Achimenes*, *Nicotiana*, u. s. w. auskeimen. MIYOSHI (13) berichtet, dass die Pollenschläuche von *Scilla patula* von den Samenanlagen von *Diervilla rosea* angezogen werden und die von *Agapanthus* von den Samenanlagen von *Antirrhinum*. Die Resultate, welche ich bei einigen monokotylen und dikotylen Pflanzen experimentell erzielt habe, sind in der Tabelle II. zusammengestellt. Dabei bedeutet das Zeichen +++ die Paare, bei denen die Anziehung mehr als 80 %, ++ bei denen sie mehr als 50 %, und + bei denen sie weniger als 50 % betrug.

Daraus ergibt sich, dass zwischen den monokotylen und dikotylen Pflanzen noch eine starke Anlockung der Narben und Pollenschläuche bestehen kann, und man sieht gleichzeitig, dass die Narben oder Samenanlage von *Prunus* die Pollenschläuche von *Narcissus* stark anziehen, während im umgekehrten Falle eine so enge Beziehung nicht besteht.

Ohne Zweifel sind die Sekrete, welche von dem Leitgewebe ausgeschieden werden, je nach den Pflanzenarten verschieden.

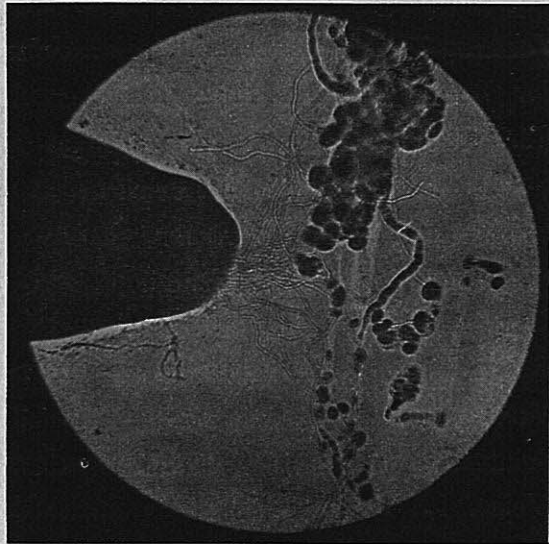


Fig. 2. Pollenschläuche von *Narcissus jonquilla* in 5% Rohrzuckeragar durch die Samenanlage von *Prunus jamasalcara* angelockt. Aufgenommen mit ZEISS' Achromatischem Objectiv B und Ocular 2.

Wenn die Pollenschläuche also gegen die Nährstoffe eine ziemlich hohe Spezifität zeigen, so schwankt ihre Reaktionsfähigkeit gegen den Reiz in einem verhältnismässig weiten Umfang, so dass sie sich durch Eigelb, Blutalbumin, oder auch durch tierischen Eiweiss reizen lassen. Im Licht dieser Kenntnis ist es nicht auffallend, dass sich die Pollenschläuche einiger Pflanzen durch fremdartige Narben anlocken lassen. Diese Tatsache beweist wieder die Anschauung von MIYOSHI (13), die wie folgt lautet „dass das Zuwachsen der Pollenschläuche nach fremden Ovula durch die Anlockungswirkung der zuckerhaltigen Ausscheidung ein allgemeines Phänomen ist, welches stets zu Stande kommt, wenn den formalen Bedingungen Genüge geleistet ist.“ Was aber hier unsere besondere Aufmerksamkeit beansprucht sind die Tatsachen, dass selbst unter sehr nahe verwandten Pflanzenarten diese Beziehung manchmal nicht besteht, und dass, während die Pollenschläuche einer Pflanze von der Narbe einer anderen angezogen werden, das umgekehrte Verhältnis oft nicht besteht. Die Ursache davon ist vermutlich in der Reizbarkeit der Pollenkörner, und nicht in den Sekreten der Narben oder Samenanlage zu suchen.

Soviel über die chemischen Reize gegen die Pollenschläuche. Ich wende mich nun zu den Reizen anderer Art. Ich habe bei meiner Untersuchung über den Chemotropismus feststellen können, dass die Pollenschläuche die Agar- oder Gelatineböden manchmal tief durchbohren. Dies tun besonders die Pollenschläuche von *Narcissus* und *Prunus*, welche in 3–10 % Agar- oder 6–15 % Gelatineböden 70–1500 μ , tief eindringen. Über die Art und Weise, in der diese Pollenschläuche den Nährboden durchbohren, herrscht natürlich viel Mannigfaltigkeit. Einige Pollenschläuche dringen senkrecht durch den Nährboden, andere erst senkrecht und später quer, und noch andere wachsen gleich von Anfang an schief

in den Nährboden. Aber die Durchbohrungsfähigkeit scheint im ersten Falle stärker zu sein als in den beiden letzten Fällen. Sie ist bei *Prunus*, *Primula*, *Narcissus*, *Viola* u. s. w. stärker und bei *Camellia*, *Pirus*, *Lilium* u. s. w. schwächer.

Ich habe nach der Methode von FERMI (5) die Ursache des Eindringens der verschiedenartigen Pollenschläuche in den Kulturboden untersucht. Da die Pollenschläuche Gelatine verflüssigenden Fermente ausscheiden, ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Pollenschläuche ihren Weg in den Boden infolge der Verflüssigung der Gelatine finden. Bei dem Agarboden liegt aber die Sache ganz anders. Hier handelt es sich unzweifelhaft nur um eine mechanische Wirkung.

Die Kraft, welche zur Durchbohrung des 10 % Agars erforderlich ist, kann keinesweges gering sein. Nach Untersuchungen von MIYOSHI (15) besitzen die Mycelien von Schimmelpilzen die Fähigkeit selbst Goldblätter zu durchbohren. Eine derartige Durchschlagskraft wird von den Schimmelpilzen infolge ihrer starken Anhaftungsfähigkeit, die ihr Haftorgan den Mycelien verleiht, erreicht. Da die Pollenschläuche ein solches Haftorgan natürlich nicht besitzen, haften sie an der Oberfläche des Agars nur so fest wie die Spuren ihrer Mycelien es ihnen erlauben.

Wie können dann aber die Pollenschläuche den starken Widerstand überwinden und in den Agarboden eindringen? Wir müssen hier zunächst an den negativen Aerotropismus der Pollenschläuche denken, welcher von MOLISCH (16) und MIYOSHI (13) experimentell bewiesen worden ist und daraus schliessen, dass die Pollenschläuche in den Kulturboden eindringen, um sich der Wirkung des Luftsauerstoffes zu entziehen. Wenn das nun wirklich der Fall wäre, so musste man vermuten, dass die Pollenschläuche im Abschluss von Sauerstoff nie in den Kulturboden eindringen,

während sie bei einer reichlicheren Zufuhr desselben dementsprechend stärker in den Kulturboden eindringen müssten. Um dies zu konstatieren, habe ich den folgenden Versuch angestellt.

Auf einem 2 % Agarboden, welcher etwa 10 % Rohrzucker enthielt, säte ich die Pollenkörner von *Prunus*, *Narcissus*, *Camellia* und *Primula* und züchtete sie in verschiedenen Atmosphären. In der Atmosphäre von Kohlendioxyd kam kein Pollenkorn zur Auskeimung. Im Sauerstoff waren eine gewisse Auskeimung sowie ein geringes Wachstum der Pollenschläuche vorhanden, aber es wurde nicht beobachtet, dass sie besonders tief in den Boden eindringen.

Im Wasserstoff verhielten sich die Pollenkörner fast wie in der Luft, während sie in der Atmosphäre von Stickstoffoxydul keine besonders auffällende Verschiedenheit zeigten, ausser dass ihre Entwicklung etwas schlechter war. Ferner habe ich die auf einem Agar- Kulturboden ausgekeimten Pollenkörner mit Deckgläsern bedeckt und beobachtet, dass sie ebenso kräftig in den Kulturboden eindringen, wie wenn sie der Luft ausgesetzt wurden. Bei meinem Versuche, bei dem ein Agar-Stückchen an Stelle der Deckgläser angewendet wurde, habe ich auch gefunden, dass die Pollenschläuche sich in allen Richtungen erstreckten, d. h. dass sie in die obere Schicht ebensogut wie in die untere eindringen. Nur die Pollenkörner von *Camellia* bildeten eine Ausnahme. Man kann diesen letzten Fall mit dem negativen Aerotropismus erklären. Da aber in den übrigen Fällen die Pollenschläuche auch unter Luftabschluss in den Agarboden eindringen, so bedarf diese Erscheinung einer anderen Erklärung. Es ist natürlich undenkbar, dass die Pollenschläuche ohne jeden Reiz in den Kulturboden eindringen, welcher einen so grossen Widerstand bietet. Aus diesen Versuchen geht klar hervor, dass die Entstehung des grossen Druckes seitens der

Pollenschläuche nicht auf den negativen Aerotropismus allein zurückzuführen ist.

STRASBURGER behauptet, dass die Art des Eindringens der Pollenschläuche in die Narben durch den Bau der Narbe und sonstige chemisch-physikalische Faktoren beeinflusst werde (18). Bei der Untersuchung betreff der Art und Weise, wie die Pollenkörner auf den Narben keimen, in die Griffel eindringen und schliesslich die Samenanlage erreichen, muss man also zunächst sein Augenmerk auf den Bau der Narben und des Griffels lenken. In dieser Beziehung lassen sich die Griffel der verschiedenen Pflanzen in zwei Hauptgruppen einteilen, d. h. in hohle Griffel, wie z. B. die von *Lilium*, und in Griffel, bei denen der innere Teil mit Zellen ausgefüllt ist. Untersucht man genau die Narben der ersteren Gruppe, so wird man finden, dass sie an ihrer Oberfläche mit Papillen oder Sekretionsorganen von Schleim versehen sind, um das Festhalten von Pollenkörnern zu erleichtern. An einer Stelle der Narbe ist der Griffelkanal geöffnet, dessen anderes Ende bis zur Mikropyle der Samenknospe reicht. Die Wand des Griffelkanals ist mit Drüsenzellen versehen. Die auf die Narben fallenden Pollenkörner keimen schnell aus und werden durch den Reiz des Sekretes der Kanalöffnung angelockt. Sind die Pollenschläuche erst einmal in die Kanalöffnung eingedrungen, so werden sie durch die von den Drüsenzellen ausgeschiedenen Nährstoffe ernährt und wachsen bis zum Fruchtknoten. Bei den Griffeln der zweiten Gruppe sind die Gewebezellen der Länge nach angeordnet und gehen oben in das Narbengewebe und unten in das Knospengewebe über. Die Pollenschläuche, die auf diesen Narben zur Keimung gelangen, dringen in dieses Gewebe ein, und bahnen sich ihren Weg durch den interzellulären Raum, indem sie die Gewebezellen auseinander drängen und gleichzeitig aus denselben ihre Nahrung entnehmen.

Die Längenanordnung der Gewebezellen ist dabei vortrefflich für die Leitung der Pollenschläuche bis zur Samenknospe hin geeignet.

Nach den Untersuchungen von MIYOSHI (13) unterliegt die Reizempfindlichkeit der Pollenschläuche auch dem WEBER'schen Gesetz. Wenn die auf der Narbe keimenden Pollenschläuche durch den Chemotropismus in die Samenknospe gelockt werden, so muss der Griffel in seinem unteren Teil stärkere Anziehungskraft besitzen als in dem oberen Teil. Aber beim Versuche, bei dem 2–3 dicke Stückchen von einem Griffel als Lockmittel auf einen Agarboden gestellt wurden, ergab sich, dass die Anziehungskraft des Griffels in allen seinen Teilen ganz gleich ist. MIYOSHI (13) und JOST (8) machten sogar die Erfahrung, dass die Pollenschläuche den Griffel in der umgekehrten Richtung durchziehen können. Ich habe auch auf der Schnittfläche der Griffel, welche mit ihren Narben unten im Gelatineboden eingebettet waren, die Pollenkörner von *Prunus*, *Camellia*, *Narcissus* u. s. w. gesät und die ganze Einrichtung in eine Feuchtkammer gestellt. Nach einiger Zeit fand ich, dass die Pollenschläuche durch den Griffel gewachsen und von den Narben aus tief in die Gelatine eingedrungen waren. Auf Grund dieser Tatsache ist zu vermuten, dass die Pollenschläuche, wie das MIYOSHI schon bemerkte, denjenigen Teil des Griffels, welcher ihnen den geringsten Widerstand leistet, mechanisch durchdringen. Die auf der Narbe ausgekeimten Pollenschläuche werden durch den chemischen Reiz in ihrer Richtung bestimmt und wachsen dann nach der Stelle hin, die den geringsten Widerstand bietet, um schliesslich bis zum Fruchtknoten zu gelangen. Wenn die Pollenschläuche auf diese Weise erst einmal den Fruchtknoten erreicht haben, so werden sie unzweifelhaft durch den chemischen Reiz des aus der Mikropyle ausgeschiedenen Stoffes in die Eizelle gelockt. Dieser Reizstoff besitzt vielleicht eine andere chemische Eigenschaft

als derjenige des Griffels oder der Reizstoff muss wenigstens in einer verschiedenen Konzentration aus der Samenknospe ausgeschieden werden.

KEIMUNGSVERSUCHE VON POLLENSCHLÄUCHEN.

Die physiologische Untersuchung bezüglich der Keimung von Pollenkörnern hat in den letzten Jahren grosse Fortschritte gemacht und uns das Mittel geliefert, vermöge dessen wir die Pollen, die sich früher so schwierig auf dem Kulturboden auskeimen liessen, heute leicht zur Auskeimung bringen können. Die Bedingungen zur Auskeimung und für das Wachstum der Pollenkörner d. h. der dazu nötige Reiz und ihre Ernährung sind allmählig zutage gefördert worden.

Erst im Jahre 1893 ist es MOLISCH (16) gelungen, die Pollenkörner von *Ericaceae*, die bisher wie die von *Compositae*, *Umbelliferae*, *Urticaceae* und *Malvaceae* auf dem Kulturboden nicht auskeimten, auf einem künstlichen Weg zur Keimung zu bringen.

Er konnte z. B. die Pollenkörner von *Ericaceae* in destilliertem Wasser, welches eine kleine Menge von Äpfelsäure oder äpfelsäurem Kalk enthielt, auskeimen lassen. Die gleiche Untersuchung stellte BURCK (1) mit den Pollenkörnern von den *Mussaenda*, *Begonia*- und *Pavetta*-Arten an, und fand, dass diese bisher nie im destillierten Wasser ausgekeimten Pollenkörner sich erst dann auskeimen liessen, wenn eine geringe Menge von Lävulose zugegen war. JOST (7) glückte es allein durch die Beschränkung des Wassergehaltes, die Pollenkörner von *Gramineen* und *Compositen*, welche, die Narben ausgenommen, früher nie keimten, zur Auskeimung zu bringen.

Was das Wachstum der Pollenschläuche betrifft, wies CORRENS (3) nach, dass die kleineren und grösseren Pollenkörner von

heterostylen *Primuleen* Pollenschläuche in einer Länge im Vergleich zu ihrer Dimension entstehen lassen. Jost führte die Ursache, dass die Pollenschläuche auf künstlichem Wege ihre natürliche Länge nicht erreichen, auf den Mangel des Reizes und der Nahrung zurück. Aber er konnte gleichzeitig feststellen, dass die Pollenschläuche auch auf der Narbe ihre natürliche Länge nicht erreichen konnten. Bezüglich der Nahrungsaufnahme der Pollenschläuche entdeckte STRASBURGER (18) das Vorhandensein von Diastase, und GREEN (6) wies nach, dass sie Diastase und Invertase sezernieren. LIDFORSS (9) und JOST (8) untersuchten den Einfluss von anorganischen Salzen auf Pollenkörner, und MOLISCH (16), LIDFORSS (9, 10) und PFUNDT (17) erforschten den Widerstand von Pollenkörnern gegen Wassergehalt. Diese anorganischen Substanzen erwiesen sich als mehr oder weniger giftig.

Die Pollenkörner, welche durch Insekten oder durch den Wind auf die Narben gelangen, keimen schnell aus und lassen die Pollenschläuche tief in die Griffel eindringen, bis sie die Samenanlage im Fruchtknoten erreichen. Wodurch werden aber die Pollenkörner auf der Narbe zur Auskeimung gebracht? Bedeutet dieser Keimakt der Pollenkörner das Vorhandensein von einem Reiz- und Nährstoffe auf der Narbe? Ich habe bezüglich der Bedingungen für die Auskeimung und das Wachstum der Pollenkörner Untersuchungen angestellt. Da aber dabei die auf der Narbe angestellten Versuche allein nicht genügten, versuchte ich die Pollenkörner auch ausserhalb der Narbe zu kultivieren. Es wurde bereits in der Mitte des letzten Jahrhunderts entdeckt, dass sich auf einem aus Rohrzuckerlösung bestehenden Kulturboden die Pollenschläuche ebenso kräftig entwickeln wie auf den eigenen Narben. In der Tat brauchen wir auch heute noch diese Lösung bei unseren Untersuchungen. Aber wirkt dabei die Rohrzucker-

lösung nur als ein Reizmittel oder ruft sie beiden Pollenkörnern durch ihren osmotischen Druck geeignete Bedingungen zur Auskeimung hervor? Wenn das letztere der Fall wäre, dann müsste sich dieselbe Wirkung auch durch andere Substanzen erzielen lassen.

Es gibt einige Pollenkörner, welche sich durch die Rohrzuckerlösung, in welcher Konzentration man sie auch verwenden mag, nicht auskeimen lassen. Zu dieser Kategorie gehören die Pollenkörner von *Compositæ*, *Umbelliferae*, *Urticaceae*, *Malvaceae*, *Ericaceae* und vielen anderen Familien.

Die Pollenkörner von *Ericaceen* wurden zuerst durch Versuche von MOLISCH (16) zur Auskeimung gebracht. Er stellte fest, dass die Pollenkörner von *Azalea*, welche in der reinen Rohrzuckerlösung nicht auskeimten, im destillierten Wasser, wenn man diesem die Narbenstücke derselben Pflanze zusetzte, schöne Pollenschläuche zeitigten. MOLISCH, welcher darauf das Narbensekret dieser Pflanze untersuchte und es sauer fand, konnte die Pollenkörner in einer verdünnten Lösung von Äpfelsäure oder äpfelsaurem Kalk zur Auskeimung bringen. Auf diese Weise entdeckte BURCK (1), dass bei einer Art von *Begonia*, *Mussaenda* Lävulose dieselbe Rolle spielt, und LIDFORSS (11), dass bei *Cerastium hirstum* der Reiz durch Milchzucker gegeben wird. Diese Tatsachen deuten darauf hin, dass für die Auskeimung der Pollenkörner spezifische Substanzen erforderlich sind. MOLISCH behauptete auf Grund seiner Entdeckung, dass ohne Zweifel eine bestimmte Substanz, welche man in dem Narbensekret findet, die Auskeimung der Pollenkörner ermöglicht. Er führte daher die Ursache, dass man die Pollenkörner von *Compositæ*, *Umbelliferae* u. s. w., ausser auf ihren eigenen Narben, nicht auskeimen lassen kann, auf die Abwesenheit dieser nötigen Reizsubstanz zurück. BURCK gelangte zu derselben Meinung. Aber es wäre etwas voreilig, wenn man auf diese

Tatsache d. h. auf den Mangel des Reizstoffes allein die Ursache der Nichtauskeimung der Pollenkörner auf dem künstlichen Nährboden zurückführen wollte. Ich habe viele Versuche mit den Pollenkörnern und den Presssäften der gleichartigen Narben in der Erwartung angestellt, dass, wenn die oben erwähnte Auffassung richtig wäre, bei diesen Versuchen alle Pollenkörner zur Auskeimung kommen müssten. Die Resultate sind in der Tabelle III. zusammengestellt.

Der Versuch fiel auch dann vollkommen negativ aus, wenn man diesen Presssäften 10–20 % Rohrzucker zusetzte. Bei diesen Versuchen muss man sich aber dessen versichern, dass die sich beimischenden Presssäfte der Zellen auf die Pollenkörner keinen schädlichen Einfluss ausüben. Das wirklich keine Auskeimung zustande kommt, wurde auch durch andere Versuche festgestellt. Aus diesen Erfolgen darf man vielleicht den Schluss ziehen, dass die spezifische Substanz des Narbensekretes allein, wie MOLISCH (16) und BURCK (1) behaupten, für die Auskeimung der Pollenkörner nicht ausreicht, und dass die Keimung der Pollenkörner die Erfüllung noch anderer Bedingungen verlangt. Bei der genaueren Untersuchung der Narben dieser Pflanzen ergab sich aber, dass die Narben mit zahlreichen drüsenartigen Papillen versehen sind, welche aber kein Narbensekret absondern. Die Pollenkörner, welche auf diese Narbe fallen, werden deshalb von diesen Papillen nur schwach festgehalten, und kommen darauf zur Auskeimung. Diese Tatsache führte mich zur Vermutung, dass die Pollenkörner bei diesen Pflanzen allein durch den Wassergehalt beeinflusst werden. Wenn diese Vermutung jedoch richtig wäre, so müssten die Pollenkörner auch auf fremdartigen Narben von gleicher Beschaffenheit auskeimen. Die Resultate der Versuche in dieser Beziehung sind aus der Tabelle IV. zu ersehen.

Diese Tabelle zeigt, dass die Resultate mit meiner Vermutung übereinstimmen. Dass der Wassergehalt bei der Auskeimung der Pollenkörner eine Rolle spielt, wurde aber schon von JOST (7) erkannt und er konnte in der Tat Auskeimung dadurch erzielen, dass er die Pollenkörner von *Dactylis* auf der Narbe von *Scirpus lacustris*, und die von *Plantago lanceolata* auf der Narbe von *Centaurea* sp. aussäte. In der Voraussetzung, dass die Pollenkörner durch die Regulierung ihres Wassergehaltes zur Auskeimung gebracht werden können, habe ich Objektgläser mit einer 25–50 % Rohrzuckerlösung oder mit dem Presssaft gleichartiger Narben möglichst dünn bestrichen und dann die Pollenkörner von *Dahlia variabilis*, *Matricaria Chamomilla*, *Zinnia elegans*, *Taraxacum album*, *Abelmoschus Manihot*, *Tropaeolum majus*, *Quamoclit vulgaris* u. s. w. darauf gebracht. Alle Pollenkörner trieben Pollenschläuche von einer Länge von 40–50 μ . Nur die von *Hibiscus mutabilis* bildeten eine Ausnahme, indem sie keine Auskeimung zeigten. Überschreitet der Wassergehalt den Grenzwert, wenn auch nur wenig, so kommt kein Pollenkorn zur Auskeimung. Ich habe ferner nachweisen können, dass die Pollenkörner auch ohne Verwendung eines Reizstoffes durch die Regulierung des Wassers oder Wassergehaltes allein zur Auskeimung gebracht werden können. LIDFORSS (9) teilt mit, dass er die Pollenkörner von mehreren entomophilen und anemophilen Blüten im destillierten Wasser auskeimen lassen konnte. Auch MOLISCH (16) konnte feststellen, dass die Pollenkörner von etwa 17 Pflanzen wie *Amorpha fruticosa*, *Colutea arborescens* u. s. w. in mit Wasserdampf gesättigter Luft auskeimen. JOST (7) konnte die Pollenkörner von *Gramineen*, welche sich bis dahin niemals künstlich hatten auskeimen lassen, zur Auskeimung bringen, indem er sie auf die Blätter der Wasserpflanze *Limnanthemum nymphæoides*, auf die Blütenblätter von

Gloxinia hybrida und auf die jungen Blätter von *Adiantum Capillus Veneris* säte. Diese erfolgreichen Resultate scheinen erzielt worden zu sein, weil die dünne cuticulare Schicht von diesen Blättern auf den Wassergehalt der Pollenkörner wie die Narbe, einen regulatorischen Einfluss ausübt. Auf dieselbe Weise wurde eine Auskeimung der Pollenkörner von einigen Arten der *Compositae* und *Umbelliferae*, was bis dahin für sehr schwierig galt, durch die Verwendung von Pergamentpapier erzielt. Ich konnte auch eine Auskeimung der Pollenkörner von *Brassica campestris*, die bisher sonst niemanden gelungen ist, erzielen, indem ich die Epidermis von den Blättern von *Vicia faba* auf dem zuckerfreien Agarboden aufklebte und darauf ihre Pollenkörner aussäte. Die Pollenschläuche gelangten dabei nach 22 Stunden zu einer Länge von 550–650 μ . JOST (7) drückt sich folgendermassen aus: „Das spricht doch sehr dafür, dass hier nicht eine ganz spezifische chemische Verbindung den Keimungsreiz auslöst, sondern dass es sich wesentlich um die Herstellung bestimmter physikalischer Bedingungen, langsame oder wenig ausgiebige Wasserzufuhr handelt.“ LIDFORSS (9) konnte bei seinen Versuchen die Pollenkörner von *Rhododendron*, *Azalea* und *Erica*-Arten ohne jeden Säurezusatz in destilliertem Wasser auskeimen lassen. Bei meinem Versuche konnte ich ebenfalls die Pollenkörner von *Begonia*-Arten im reinen destillierten Wasser zur Auskeimung bringen. Infolge dieser Tatsachen bin ich wie LIDFORSS der Ansicht, dass es sich bei der Auffassung von MOLISCH (16) und BURCK (1), welche die Ursache der Nichtauskeimung der Pollenkörner von einer Anzahl von Pflanzen in der Rohrzuckerlösung auf den Mangel eines spezifischen Stoffes, welcher durch die gleichartigen Narben abgesondert wird, zurückführen wollen, nur um einen spezial Fall des allgemeinen Gesetzes handelt.

Ich will sodann das Wachstum der Pollenschläuche erörtern.

Die Pollenkörner von vielen Pflanzen keimen im destillierten Wasser aus, aber sie zerplatzen bekanntlich meistens in diesem Medium, bevor das Wachstum eintreten kann. Setzt man aber dem destillierten Wasser Rohrzucker zu, so wird das Wachstum der Pollenschläuche erheblich begünstigt. Die Konzentration des Rohrzuckers ist dabei von grosser Bedeutung. Nach der Untersuchung von MOLISCH (16) schwankt die Konzentration des Rohrzuckers, welche noch eine Auskeimung der Pollenschläuche gestattet, zwischen 1–40 %, aber die optimale Konzentration fällt bei verschiedenen Pflanzen verschieden aus. Einige Pollenkörner keimen im destillierten Wasser noch in einer über 40 % Rohrzuckerlösung. Ohne Zweifel beeinflussen die verschiedenen Konzentrationen der Lösung auf dem Wege des osmotischen Drucks das Wachstum der Pollenschläuche. Ich habe mit einer Rohrzuckerlösung in der Konzentration von 0,1–2,0 G. M. das Verhältnis zwischen dem osmotischen Druck und dem Wachstum der Pollenschläuche untersucht. Die Tabelle V zeigt das Resultat.

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, ist das Wachstum der Pollenschläuche anfänglich um so besser je konzentrierter die Zuckerlösung ist. Überschreitet die Konzentration aber den bestimmten Grenzwert, so werden die Pollenkörner ungünstig davon beeinflusst, um schliesslich bei einer bestimmten Konzentration nicht mehr auszukeimen. Die höchste Konzentration, bei der noch eine Auskeimung zustande kommen kann, liegt gewöhnlich unter 1,8 G. M. (61 %), während die Optimal-Konzentration für das Wachstum unter 1,0 G. M. (34 %) zu liegen scheint. Die Pollenkörner von *Tropaeolum majus*, welche bei 2,0 G. M. (68 %) noch auskeimen und wachsen können, gehören zu seltenen Ausnahmen.

Aus dem Vorhergehenden geht klar hervor, dass die Pollenkörner jeder Pflanzenart einen bestimmten Turgor besitzen, und dass die Aufrechterhaltung dieses Turgors für das Wachstum der Pollenschläuche unbedingt notwendig ist. Die Pollenkörner werden deshalb infolge der Verschiedenheit des osmotischen Verhältnisses mehr oder weniger beschädigt, wenn sie auf fremdartige Narben fallen. Das ist der Grund, warum man bei Kulturversuch der Pollenkörner die Konzentration des Rohrzuckers oder anderer löslichen Substanzen in Betracht ziehen muss.

Es wurde von mir auch die nutritive Wirkung, welche neben dem osmotischen Verhältnisse dem Rohrzucker zukommt, untersucht. Bisher ist es aber noch nicht gelungen, ausser bei den Pflanzen mit sehr kurzen Griffeln, durch künstliche Kultur Pollenschläuche in ihrer natürlichen Länge zu züchten. Jost (8) erbrachte den Beweis dafür, dass man durch die Anwendung eines passenden Kulturbodens die Pollenschläuche über ihre gewöhnliche Länge hinaus züchten kann. In einem Falle, in welchem er die Pollenschläuche von *Hippeastrum* in den eigenartigen Griffeln kultivierte, wuchsen sie 5–6 mm länger als die Griffel, und in einem anderen konnte er die Pollenschläuche von *Lilium Martagon* in ihren eigenartigen Griffeln zweimal so lang als im normalen Zustande wachsen lassen.

Erhitzt man die in einer chemisch reinen Rohrzuckerlösung kultivierten Pollenkörner mit der FEHLING'schen Lösung so sieht man, dass die letztere stark reduciert wird. Dass die Pollenkörner Diastase und Invertase enthalten und ihre Nahrung aus ihrer Umgebung beziehen können, wurde bereits von GREEN (6) bewiesen.

Die Pollenkörner nehmen zweifellos bei der Rohrzuckerkultur diese Substanz als Nährstoff auf. Dass aber der Rohrzucker das

Wachstum der Pollenschläuche nicht in genügendem Masse aufrecht erhalten kann, ist wohl auf den niedrigen Nährwert dieser Substanz zurückzuführen. In Übereinstimmung mit der Auffassung von GREEN (6): "The nutrition of the tube is consequently a process in which both the grain itself and the tissue through which it grows take a part; both contain reserve materials and enzymes" scheint das Wachstum der Pollenschläuche hauptsächlich auf Kosten ihres Reservestoffes zu geschehen und der Rohrzucker scheint nur einen Teil des notwendigen Nährstoffes zu liefern.

Ich habe deshalb auch mit Substanzen von geringerem Nährwert als Rohrzucker Keimungsversuche von Pollenschläuchen angestellt. Die Resultate sind in der Tabelle VI angeführt.

Dieses Resultat zeigt, dass die Pollenkörner auch in einer sehr wenig oder gar nicht nutritiven Lösung auskeimen und wachsen können. Es zeigt gleichzeitig, dass das Wachstum der Pollenschläuche gewissermassen auf Kosten ihres Reservestoffes allein vor sich gehen kann, und ferner dass der Rohrzucker keinen hohen Nährwert für die Pollenschläuche besitzt.

In diesem Abschnitt sollen nun die für die Keimung von Pollenkörnern schädlichen Substanzen behandelt werden. LIDFORSS (9) stellte bei seinen Versuchen fest, dass die Pollenkörner von *Nicotiana* und *Glaucium* im destillierten Wasser auskeimten, während sie im Leitungswasser platzten. Die schädliche Wirkung des Leitungswassers führte er auf das Vorhandensein von gelösten anorganischen Salzen zurück. JOST (8) machte dieselbe Erfahrung mit den Pollenkörnern von *Hippeastrum*. Bei meinen Versuchen ist aber kein Pollenkorn im Leitungswasser geplatzt. Dies ist auf den geringeren Kalkgehalt unseres Leitungswassers zurückzuführen.

Nach den Untersuchungen von Jost (8) sind die 0,01–0,001 %-Lösungen von Kaliumnitrat, Kaliumbiphosphat, Calciumsulfat oder Ferrosulfat für die Pollenkörner von *Hippeastrum* unschädlich; Zinksulfat in 0,01–0,001 %-Konzentration ist schon giftig, in der 0,0001 %-Lösung aber ohne Bedeutung. Nach demselben Autor wirken die 0,0015 %-Lösungen von Zinksulfat oder Kupfersulfat hemmend auf die Pollenkörner von *Colchicum*, die 0,00015 %-Lösungen erweisen sich aber als indifferent. Ich habe eine 5 %-Lösung von Rohrzucker mit verschiedenen Verbindungen in verschiedener Menge versetzt und dann Pollenkörner darauf ausgesät und die Keimungs- sowie Wachstumszustände derselben untersucht. Die Resultate sind in der Tabelle VII zusammengestellt.

Der Rohrzucker wurde dabei zwecks Aufrechterhaltung des osmotischen Druckes zugesetzt. In den 1,0 %-Lösungen von Calciumchlorid oder Kaliumnitrat ohne Zuckerzusatz keimten und wuchsen die Pollenkörner von *Camellia* bis zu einer Länge von 13–25 μ , aber keine anderen. Daraus ist ersichtlich, dass die Pollenkörner je nach den Pflanzenarten gegen die verschiedenen Salze eine verschiedene Resistenz besitzen. Die Pollenkörner von *Camellia* zählen zu den widerstandsfähigsten. Bezüglich der schädlichen Konzentration anorganischer Salze scheinen die von Leichtmetallen in 0,1 %-Lösungen verhältnismässig unschädlich, während die von Schwermetallen in 0,001–0,0001 %-Lösungen schon schädlich sind. Da aber diese schädliche Wirkung anorganischer Salze zweifellos nur von dem dissocierten Teile derselben abhängt, so ist es klar, dass man durch die Beseitigung der schädlichen Wirkung der Ionen die Pollenschläuche auch in anorganischen Salzlösungen auskeimen lassen kann. Bei den folgenden Versuchen habe ich daher eine physiologisch balancierte

Lösung (nach OSTERHAUT) verwendet, um dadurch die Ionenwirkung auszuschalten.

Na Cl	1 mol.	1000 cc.
Ca Cl ₂	„	10 cc.
K Cl	„	22 cc.
Mg Cl ₂	„	38 cc.
Mg SO ₄	„	78 cc.

Die Versuche, bei denen diese Flüssigkeit in einer Konzentration von 0,1–0,02 G. M. verwendet wurde, fielen ganz negativ aus. Dabei hat der Zusatz von Magnesiumsulfat, Magnesiumchlorid oder Rohrzucker in jedem Verhältnis keine Wirkung auf die Auskeimung ausgeübt.

Betreff der Schädlichkeit, welche der Wassergehalt auf die Pollenkörner ausübt, stellte LIDFORSS (9, 10) in der Natur sowie im Laboratorium genaue Untersuchungen an. Er behauptet, dass ein Wechsel zwischen Trockenheit und Feuchtigkeit auf die Pollenkörner sehr schädlich einwirkt. Einmal feucht gewordene Pollenkörner leiden, wenn sie wieder trocknen, beträchtlich an ihrer Keimungsfähigkeit oder sterben sogar ganz ab. Bringt man einerseits 2–3 Stunden lang getrocknete und andererseits in einem feuchtem Raum aufbewahrte Pollenkörner in destilliertes Wasser, so sieht man oft die ersteren auskeimen, während die letzteren schnell platzen. Aus den Untersuchungen von PFUNDT (17) ergibt sich klar, dass die Lebensdauer von Pollenkörnern mit der Feuchtheit in einem engen Zusammenhang steht, und dass sie in einem Raum von bestimmter Feuchtheit verhältnismässig lange am Leben bleiben, während sie in einem Zimmer von wechselnder Feuchtheit nach kurzer Zeit absterben.

Die Lebensdauer der Pollenkörner ist also in einem trockenen

Medium ziemlich läng. MOLISCH (16) stellte eine Lebensdauer von 12 bis zu 72 Tagen fest. JOST gab für *Gramineen* eine solche von 1–8 Tagen an. Ich habe vergleichende Versuche angestellt, um festzustellen wieviel Zeit für die Pollenkörner nötig ist, um ihre Keimfähigkeit völlig einbüßen, indem ich einen Teil der Pollenkörner im Exsikator und einen anderen Teil derselben im Zimmer mit unbestimmtem, wechselndem Feuchtigkeitsgehalt aufbewahrte. Das Resultat ist aus der Tabelle VIII ersichtlich.

Der Unterschied in der Lebensdauer der Pollenkörner, je nachdem man sie in einem trockenen oder feuchten Zimmer aufbewahrt, ist also unverkennbar. Nach PFUNDT (17) soll dieselbe bei *Alnus glutinosa*, *Hippuris vulgaris* u. s. w. nicht auffallend verschieden sein. Aber es scheint mir, dass es sich dabei nur um seltene Ausnahmen handelt.

KEIMUNGSVERSUCHE AUF DER NARBE.

Ogleich die Bastardierung unter systematisch entfernten Pflanzen im allgemeinen nicht vorkommt, können doch unter ihnen eine Auskeimung und ein Wachstum von Pollenkörnern stattfinden. Durch seine bekannten Untersuchungen hat STRASBURGER (18) bewiesen, dass ein Hineinwachsen von Pollenschläuchen einer Pflanze in die Griffel einer anderen stattfinden kann, selbst wenn die eine zu den Monokotydonen und die andere zu den Dikotylen gehört. So keimen die Pollenkörner von *Agapanthus* auf den Narben von *Achimenes grandiflora* und von *Nicotiana tabacum* aus, und dringen mit ihren Pollenschläuchen in die Griffel dieser letztgenannten Pflanzen ein. Die Pollenkörner von *Nicotiana* keimen umgekehrt auf den Narben von *Agapanthus* aus und gelangen zu einem gewissen Wachstum. Andererseits gibt es Fälle, in denen die Pollenkörner einer Pflanzenart auf der Narbe anderer Pflanzen

auskeimen und wachsen können, während das umgekehrte Verhältnis zwischen den beiden Arten nicht besteht. Trotzdem die Pollenkörner von *Digitalis purpurea* also auf der Narbe von *Tritoma* auskeimen und in die Griffel eindringen können, keimen umgekehrt die Pollenkörner von *Tritoma* auf der Narbe von *Digitalis* nicht aus.

Diese Erscheinung beweist einerseits, dass unter den Sekreten des Leitgewebes eine quantitative und qualitative Verschiedenheit vorhanden ist, und andererseits, dass die Keimungs- und Wachstumsbedingungen der Pollenschläuche für jede Pflanzenart verschieden sind.

JOST (8) stellte umfangreiche Untersuchungen über die Selbststerilität an und bewies, dass sie mit dem Weg, welchen die Pollenschläuche in ihrem Hinwachsen nach den Fruchtknoten zurücklegen müssen, in einem engen Zusammenhang steht. Bezüglich des Wachstums der Pollenschläuche in die Griffel behauptet er, dass die Pollenschläuche durch die chemischen Substanzen des Leitgewebes stark beeinflusst werden. Seiner Meinung nach sollen diese chemischen Substanzen je nach der Art der Pollenkörner entweder als Reiz- und Nahrungsmittel das Wachstum der Pollenschläuche befördern, oder aber als Giftstoff dasselbe verhindern. Diese chemischen Substanzen besitzen, wie er glaubt, eine individuelle Verschiedenheit und lassen sich qualitativ voneinander unterscheiden.

CORRENS (4) hält diese Substanzen für Hemmungssubstanzen und behauptet auf Grund seiner umfangreichen Versuche über die Vererbung von einer selbststerilen Pflanze *Cardamina pratensis*, dass die Hemmungssubstanz in diesem Fall als Linienstoff und nicht als individueller Stoff angesehen werden muss. COMPTON (2) entdeckte bei seinem Vererbungsversuch zwischen selbststerilen

und fertilen Individuen von *Reseda odorata*, dass die letztere Art sich gegen die erstere wie ein einfacher MENDEL'scher Dominant verhält. Er glaubt, dass diese Tatsache sich durch die Annahme eines Mangels an Nähr- oder Reizstoffen, die das Wachstum der Pollenschläuche befördern, leichter erklären lässt, als durch die Annahme eines Hemmungsstoffes wie von CORRENS angenommen wurde.

Die folgenden Versuche wurden angestellt, um zu bestimmen, bis zu welchem Grade sich diese Hemmungserscheinung, welche durch chemische Substanzen der Griffel verursacht werden soll, unter nahe verwandten Pflanzen erkennen lässt. Die Untersuchung lässt sich in zwei Teile teilen. Der erste Teil hat die Aufgabe, die Keimungsbedingungen der Pollenkörner klar zu legen. Die Resultate dieses Teiles (Tabelle IX) liefern eigentlich nur einige neue Beispiele für die umfangreichen Untersuchungen von STRASBURGER. Das Zeichen + bedeutet die Auskeimung der Pollenkörner auf der Narbe, + + bezeichnet das Eindringen der Pollenschläuche in die Griffel, und — Nichtauskeimung.

Aus der Tabelle IX ergibt sich, dass sich der Umfang der Keimungsbedingungen für die Pollenschläuche aus der systematischen Verwandtschaft der Versuchspflanzen allein nicht erkennen lässt, d. h. ob die beiden Versuchspflanzen zu den Monokotyledonen oder zu den Dikotyledonen gehören, oder ob eine derselben zu einer andren Klasse gehört, spielt hier keine besonders grosse Rolle. Die Ursache davon, dass die ausgekeimten Pollenschläuche nicht weiter wachsen, lässt sich in manchen Fällen auf die Verschiedenheit der Nährsubstanzen und in anderen auf den mechanischen Bau des Griffels u. s. w. zurückführen.

Die Pollenkörner von *Narcissus* z. B., welche sich auf dem Agarboden von dem Griffel von *Prunus*-arten anlocken lassen, keimen

auf der Narbe der letzteren Pflanzenart aus, aber wachsen nicht weiter. Man findet sogar Fälle, bei denen sich die wachsenden Pollenschläuche mechanisch verbinden. Man sieht also, dass bei dieser Pflanzenart, die Wachstumsbedingung weit schwieriger als die der Keimung ist.

Der zweite Teil bildet einen Hauptteil meiner Untersuchungen, und ich habe als Material einige Arten der *Lilium* benutzt. Die Versuche wurden zweimal, d. h. im August 1913 und im Mai 1914, angestellt. Bei der ersten Versuchsreihe wurden die folgenden *Lilium*-arten verwendet: * *Lilium speciosum* Hikanoko, *L. speciosum* Shirokanoko, *L. auratum*, *L. Hansoni* und *L. Maximowiczii* REGEL. Bei der zweiten Versuchsreihe wurden *L. elegans* und *L. longiflorum* verwendet. Alle Versuchspflanzen wurden, ehe sie aufblühen, an ihrer Wurzel abgeschnitten und in ein Zimmer mit Fenstern gegen Norden gebracht, um sie einer möglichst unveränderlichen Temperatur auszusetzen. Sobald die Blüten sich öffneten, wurden ihre Anthere abgeschnitten, und es wurde die grösste Sorgfalt darauf verwandt, dass die Pollenkörner nicht auf die Narbe der Blume fielen. Alle Narben wurden sorgfältig mit der Lupe untersucht und die verdächtigen wurden sofort beiseite geschafft. Von Zeit zu Zeit wurde die Bestäubung ausgeführt, und die dazu erforderlichen Apparate wurden bei jedem Gebrauch mit Alkohol sterilisiert, um jede unzweckmässige Bestäubung zu vermeiden. Eine bestimmte Zeit nach der Bestäubung wurden die Griffel bei dem einen Versuch mit Chromsäure fixiert und mit dem Mikrotom abgeschnitten, und bei dem anderen Versuch wurden sie mit Alkohol fixiert und in Freihandschnitten mikroskopisch untersucht. In den Fällen,

* *L. speciosum* H, und *L. speciosum* S, welche beide zu derselben Art gehören, lassen sich durch ihre Blumenfarbe voneinander unterscheiden. Während die Blumenblätter der ersteren mit roten Flecken bedeckt sind, hat die letztere eine ganz weisse Blüte. Im übrigen ist zwischen diesen beiden Varietäten kein bemerkbarer Unterschied vorhanden.

wo sich zwischen der Bestäubung und der Fixierung ein Zeitraum von einigen Tagen befand, wurden die Stengel von Zeit zu Zeit am unteren, im Wasser befindlichen Teil abgeschnitten, um ihn dadurch vor Fäulnis und der damit verbundenen Schwierigkeit der Wasseraufnahme zu schützen. Die Resultate des ersten Versuches sind in der Tabelle X angeführt.

Da diese Tabelle aus den Ergebnissen nur eines Individuums jeder Pflanzenart zusammengestellt ist, so kann man daraus noch keinen sicheren Schluss ziehen. Beim Vergleichen des durchschnittlichen Wachstums der Pollenschläuche in der gegebenen Zeit sieht man aber, dass die Wachstumsgeschwindigkeit der Pollenschläuche auf der eigenen oder nahe verwandten Pflanzen am grössten ist. Am deutlichsten ist dieser Unterschied bei *Libium Hansonii*, deren Pollenschläuche auf der gleichartigen Narbe durchschnittlich 1,68 mm pro Stunde wuchsen, und die nach 18 Stunden schon die durchschnittlich 22 mm langen Griffel entlang bis zum Fruchtknoten gewachsen waren. Entgegen dieser grossen Wachstumsgeschwindigkeit wuchsen sie auf den Narben anderer Arten in derselben Zeit nur ein Drittel dieser Länge. Beim dritten Fall z. B. wuchsen die Pollenschläuche in 48 Stunden nur 7 mm und schienen in den nächsten 120 Stunden ihr Wachstum vollkommen verloren zu haben. Beim Versuch No. 7 sieht man, dass das Wachstum der Pollenschläuche in den ersten 24 Stunden nur 6 mm betrug. Wenn man dieses Wachstum mit demjenigen des anderen Versuches vergleicht, bei dem das Wachstum nach Ablauf der ersten 12 Stunden bereits 5 mm betrug, so darf man daraus wohl schliessen, dass bei dem eben erwähnten Fall No. 7 die Pollenschläuche nach Ablauf der 24 Stunden kaum noch gewachsen sein dürften. Dass dabei die Erscheinung der Sterilität, wie schon Jost (8) das experimentell nachgewiesen hat, nicht durch die

Länge der Griffel bedingt wird, ist daraus zu erkennen, dass die Pollenschläuche dieser Art bei der normalen Bestäubung nach 18 Stunden bereits über 22 mm wuchsen. Es ist in der Tat kein Unterschied in dem mechanischen Bau der Griffel dieser beiden Arten zu beobachten. Wir müssen deshalb die Ursache zunächst in der Verschiedenheit der chemischen Substanz des Griffels aufsuchen. Was nun hier unsere besondere Aufmerksamkeit auf sich lenkt, ist die Tatsache, dass sich die Wachstumsgeschwindigkeit bei der fremdartigen Bestäubung zu Anfang fast wie bei der normalen Bestäubung verhält, und dass sie sich erst später mehr oder weniger verlangsamt. Das lässt sich aus der Tabelle XI besonders deutlich erkennen.

Die Wachstumsgeschwindigkeit ist also auf der Narbe der eigenen oder nahe verwandten Arten grösser, als auf der von fremden Arten.

Weitere Versuche haben dieselben Ergebnisse geliefert, wie sie in der Tabelle XII zusammengestellt sind.

Wenn auch die Hemmungswirkung in diesen Fällen nicht so deutlich wie bei *Lilium Hansonii* zutage tritt, so hört doch das Wachstum der Pollenschläuche auf den fremdartigen Narben bei der Hälfte oder bei Dreiviertel der Länge der Griffel auf, und sie dringen niemals in den Fruchtknoten ein. Die Abnahme der Geschwindigkeit des Wachsens der Pollenschläuche wird auch um so deutlicher, je tiefer sie in die Griffel eindringen. Beachtenswert ist auch, dass die Pollenschläuche in den fremdartigen Griffeln ein recht abweichendes Wachstum zeigen.

Da in der obigen Tabelle das Wachstum der Pollenschläuche von der Spitze der Narben aus den sagittalen Schnitt des Griffels entlang gemessen worden ist, so enthalten die angegebenen Zahlen nicht die Länge jenes Teils der Pollenschläuche, der sich auf den

Narben befindet. (Dies ist auch der Fall bei allen späteren Angaben). Ich habe deshalb bei der Rechnung der Wachstumsgeschwindigkeit 2 oder 4 mm, je nachdem ich die Narben von *L. Hansonii* oder die von anderen Arten verwendete, den gemessenen Längen hinzugesetzt. Die Geschwindigkeit des Wachstums der Pollenschläuche auf den Narben wird vorläufig, wie Tabelle XIII zeigt, aus der Geschwindigkeit des Wachstums in den Griffeln berechnet.

Aus der Tabelle geht hervor, dass die berechnete Wachstumsgeschwindigkeit auf den Narben der eigenartigen oder nahe verwandten Pflanzenarten grösser und auf der von fremdartigen Narben kleiner ist.

Der Durchmesser der Narben ist natürlich bei den verschiedenen Arten nicht gleich gross, und dass sie durchschnittlich 4 mm lang sind, ist nur eine Annahme. Die Pollenschläuche haben, um die Öffnung des Griffelkanals zu erreichen, einen Weg von etwa 2 mm Länge zurückzulegen. Da aber die Pollenschläuche die Papillen umgehen, so ist es berechnet, dass sie die Öffnung des Leitgewebes erst erreichen können, nachdem sie zweimal 2 mm d. h. 4 mm lang gewachsen sind. Aber die wirkliche Entfernung ist bei *L. longiflorum* \times *L. elegans*, *L. elegans* \times *L. longiflorum* u. s. w. weit kürzer als die berechnete Zahl und beträgt kaum 1 mm.

Aus der Tatsache aber, dass sie sechs Stunden nach der Bestäubung schon bis zur Öffnung des Griffelkanals gelangen und zwar in das Leitgewebe eindringen, ist ersichtlich, dass sie auf der Narbe mehr als 2 mm haben wachsen müssen. Diese Abweichung wird dadurch hervorgerufen, dass man die Berechnung auf Grund der Wachstumsgeschwindigkeit im Griffel angestellt und zwar gleichzeitig in Betracht gezogen hat, dass die Wachstumsgeschwindigkeit im Griffel rasch abzunehmen pflegt. Dass bei *L. speciosum*

H. × L. speciosum H. und *L. speciosum H. × L. speciosum S.* im Gegensatz zu den oben angeführten Fällen die Entfernung über 6 mm beträgt, zeigt die Tatsache, dass die Wachstumsgeschwindigkeit im Griffel zugenommen hat. Alles dies beweist, dass die Wachstumsgeschwindigkeit der Pollenschläuche bei den eigenen oder nahe verwandten Arten grösser in den Griffeln als auf den Narben ist, und ferner, dass bei der fremdartigen Bestäubung dieselbe, selbst wenn die Pollenschläuche tief in die Griffel eindringen, mehr oder weniger schnell abnimmt. Bei der fremdartigen Bestäubung scheinen die Wachstumsbedingungen um so schlechter zu werden, je tiefer die Pollenschläuche in die Griffel eindringen, bis das Wachstum schliesslich ganz zum Stillstand zu kommt. Selbst 120 Stunden nach der Bestäubung gelingt es ihnen noch nicht bis zum Fruchtknoten zu gelangen, und zwar erreicht ihre Länge nicht mehr als die Hälfte der Länge der Griffel. In dem Falle von *L. elegans × L. longiflorum*, wo ich die Pollenkörner von *L. longiflorum* auf dem Griffel aussäte, welcher etwa 10 mm vom oberen Ende des Fruchtknotens abgeschnitten wurde, fand ich beim Aufbewahren in der Feuchtkammer, dass die Pollenschläuche nach 24 Stunden 5–6 mm lang gewachsen waren. Ein gleicher Versuch wurde auch bei *L. elegans × L. elegans* angestellt und dabei beobachtet, dass das Wachstum doppelt so gross war wie bei dem ersteren Fall. Vergleicht man diese Geschwindigkeit mit denen in der Tabelle XIII, so erkennt man, dass die beiden Geschwindigkeiten im ganzen übereinstimmen. Bei *L. elegans × L. longiflorum* habe ich einen Griffel 10 mm vom oberen Ende des Fruchtknotens abgeschnitten und darauf die Pollenkörner ausgesät. Nach 24 stündigem Aufbewahren in der Feuchtkammer wurde gefunden, dass das Wachstum der Pollenschläuche in allen Fällen, wie die Tabelle XIV zeigt, fast gleich war.

Diese Resultate führen uns zu der Vermutung, dass die Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit in den fremdartigen Griffeln nicht durch die Zunahme der Hemmungssubstanz herbeigeführt wird, sondern dass sie durch eine Anhäufung der für das Wachstum ungünstigen Bedingungen, wie Mangel an Reiz- und Nährstoff u. s. w., bedingt werden muss.

Versuche ich nunmehr durch einige Beispiele zu demonstrieren, wieweit die Resultate der Tabelle X und XII als zuverlässig angesehen werden können.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass der Prozentsatz der Abweichung von der durchschnittlichen Wachstumsgeschwindigkeit dazu neigt, kleiner bei den eigenartigen Pflanzen (ausgenommen *L. speciosum* H.) als bei den fremdartigen Pflanzen zu sein. Diese Abweichung ist bei *L. avenaceum* und *L. elegans* am deutlichsten und beträgt die durchschnittliche Geschwindigkeit oder selbst darüber. Diese Erscheinung, die vermutlich durch die individuelle Verschiedenheit der Pollenkörner hervorgerufen wird, ist bemerkenswert. Die Tabelle zeigt auch wieder die bereits angegebene Tatsache, dass die Wachstumsgeschwindigkeit bei den eigenartigen oder nahe verwandten Arten grösser und bei den fremdartigen Pflanzen kleiner ist. Obgleich eine Abweichung (Spezialfälle ausgenommen) durch die individuelle Verschiedenheit der benutzten Pollenkörner, Narben oder Griffel bedingt wird, so kann sie durch möglichst gleichmässige äussere Bedingungen verkleinert werden. Abweichungen, welche bei möglichst gleichmässigen Bedingungen die der Wachstumsgeschwindigkeit der Pollenschläuche bei Tag und bei Nacht hervortreten, sind in Tabelle XVI zusammengestellt.

Die Abweichung der Wachstumsgeschwindigkeit der Pollenschläuche infolge der Temperatur wird in Tabelle XVII angeführt.

Zieht man bei diesen beiden Tabellen besonders den Einfluss

der Temperatur in Betracht, so wird man erkennen, dass gemäss der Tabelle XVI ein durchschnittlicher Unterschied von 3°C in der Temperatur eine Abweichung von 9.63 % im Wachstum zur Folge hatte, und aus der Tabelle XVII ist ersichtlich, dass ein Temperaturunterschied von 17°C einen natürlich noch höheren Abweichungswert hervorrief, d. h. sie betrug 51.42 % des normalen Wertes. Der letzte Abweichungswert stimmt im grossen und ganzen mit den Abweichungen, wie sie auf den Tabellen X und XII vermerkt sind, überein. Die auf der Tabelle X und XII vermerkten Abweichungen sind vermutlich dadurch verursacht, dass ich bezüglich des Wetters, der Bestäubungszeit u. s. w. keine besonders grosse Vorsicht walten liess. Die Versuche, welche mit Bezug auf den Unterschied der Wachstumsgeschwindigkeit der Pollenschläuche bei der Selbstbestäubung und Kreuzung angestellt wurden, fielen negativ aus, d. h. es war kein Unterschied bemerkbar.

Aus diesen Versuchen erkennt man einerseits, dass selbst unter den systematisch weit entfernten Pflanzenarten bisweilen ein Hinwachsen der Pollenkörner nach den Griffeln und sogar ein Eindringen derselben in die Fruchtknoten vorkommt, wie es schon von STRASBURGER (18) bemerkt wurde, und andererseits, dass eine verhältnismässig nahe verwandte Pflanze bisweilen das Wachstum der Pollenkörner auf der Narbe hindert. Dass dabei die Wachstumshemmung nicht durch die Anpassung von Pollenkörnern an die eigenartigen Narben hervorgerufen wird, sondern dass sie durch die Gegenwart von chemischen Substanzen, welche auf die fremdartigen Pollenkörner eine schädliche Wirkung ausüben, oder durch einen Mangel an Reiz- oder Nährstoffen bedingt wird, wurde schon früher auseinandergesetzt. Aber da ist kein Zweifel, dass zwischen der Wachstumsgeschwindigkeit der Pollenkörner und der Dauer der Blüten eine Anpassungserscheinung besteht. Bei

den *Liliaceen* Pflanzen deren Blüten nur wenige Tage am Stengel haften bleiben, legen die Pollenschläuche den ganzen Verlauf eines 6–9 cm langen Griffels nur in zwei Tagen zurück, während die Pollenschläuche von *Orchideen* zwei Wochen brauchen, um die Hälfte dieser Länge zurückzulegen. Diese Erscheinung ist auch in biologischer Hinsicht nicht ohne Interesse.

ANHANG.

Im Folgenden will ich einige interessante Tatsachen bezüglich des Verhaltens der Pollenkörner, welche ich bei meinen Untersuchungen bemerkt habe, anführen. Obleich sie mit meinen Untersuchungen in keinem unmittelbaren Zusammenhang stehen und auch noch unaufgeklärt bleiben, so sind sie doch für die Biologie der Pollenkörner von einigem Interesse.

Es gibt eine nicht geringe Anzahl von Pflanzen, welche schöne Blumen tragen und doch keine Samen hervorbringen können. Unter solchen Pflanzen befinden sich *Daphne odora*, *Lycoris radiata*, *Yucca gloriosa* etc. Bei den ersteren Arten wurden bereits Untersuchungen angestellt, durch welche festgestellt wurde, dass die Ursache ihrer Sterilität in der Unvollkommenheit der Pollenkörner liegt. Die Ursache der Sterilität der *Lycoris*arten bleibt aber noch unerklärt. Durch mikroskopische Untersuchungen habe ich an den Samenanlagen von *Lycoris radiata* festgestellt, dass der Eiapparat dieser Pflanze ganz vollkommen ist. Auch die Pollenkörner erwiesen sich beim Keimungsversuche in Rohrzuckerlösungen als ganz normal. Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Fruchtknoten von *Lycoris radiata* sich bis zu einem gewissen Grade entwickeln können, wenn man die bestäubten Pflanzen an ihrer Wurzel abschneidet. Ich habe die mit Wurzeln versehenen wie auch die an ihren Wurzeln abgeschnittenen Pflanzen

entweder mit den eigenartigen Pollenkörnern oder mit denjenigen von *Lycoris aurea* bestäubt. Die zur Kontrolle gebrauchte dritte Gruppe, aus vollkommenen aber wurzellosen Pflanzen bestehend, blieb unbestäubt.

Die mit Wurzeln versehenen Pflanzen begannen nach einiger Zeit von dem unteren Ende des Stengels aus ihre Farbe zu verändern und starben bald darauf ab. Die Pflanzen ohne Wurzel blieben dagegen lange am Leben und ihre Fruchtknoten erlangten einen Durchmesser von 1 cm. Das untere Ende des Stengels hatte ich oft abzuschneiden, um ihn vor Verfaulung zu bewahren. Da aber der Stengel schliesslich nur noch 3 cm lang war, fixierte ich die ganze Pflanze in Chromsäure. Bei der mikroskopischen Untersuchung derselben ergab sich, dass sich in den Fruchtknoten, welche mit eigenartigen Pollenkörnern bestäubt worden waren, Embryonen entwickelt hatten, während bei den mit den Pollenkörnern von *Lycoris aurea* bestäubten oder gar nicht bestäubten Pflanzen nur eine bedeutende Vergrösserung des Nucellus stattgefunden hatte.

Die Ursache der Sterilität von *Lycoris radiata* liegt also nicht in ihren Geschlechtsorganen. Sie scheint vielmehr mit dem Ernährungszustande zu tun zu haben; denn die ihrer Wurzeln beraubten Pflanzen bleiben lange am Leben und bringen ihre Fruchtknoten zur Entwicklung.

Yucca gloriosa besitzt auch vollkommene Pollenkörner und Samenanlage. Wenn ich auch die Entwicklung des Embryos nicht Zustand gebracht habe, so habe ich doch die Bestäubung soweit verfolgt, bis die Pollenschläuche die Samenanlage erreichten. Dass ich die Entwicklung des Embryos nicht erreichte, lässt sich vielleicht mit dem Ernährungszustand erklären. Die Erscheinungen bedürfen jedoch noch weiterer Untersuchungen.

Was die Nutation der Pollenschläuche betrifft, so betrachtete MOLISCH (16) sie als eine notwendige Bewegung bei der Aufsuchung der Samenanlage, MIYOSHI (13) schrieb ihr keine Bedeutung zu, und JOST (7) behauptete, dass Pollenschläuche in schlechten Lebensbedingungen diese Erscheinung zeigen. Bei meinen Untersuchungen trat diese Erscheinung oft dann auf, wenn die Konzentration des Rohrzuckers zu hoch lag, oder wenn die Pollenschläuche zu trocken wurden. Diese Erscheinung wird bei *Viola* und *Narcissus* am häufigsten angetroffen.

Bei *Narcissus jonquilla*, *Pirus sinensis*, *Viola verecunda* u. s. w. findet man, dass die auf Agarboden ausgekeimten Pollenschläuche sich trotz ihrem energischen Wachstum nur in der nächsten Umgebung der angehäuften Pollenkörner aufhalten und selten nach auswärts hervortreten. Manche Pollenkörner wachsen dagegen von der Pollenmasse aus radial nach allen Richtungen hin, and vermeiden anscheinend ihre Anhäufung.

Bei der künstlichen Kultur wurde beobachtet, dass sich die Spitze der Pollenschläuche oft dichotomisch und in sehr seltenen Fällen sogar trichotomisch verzweigt. Diese Erscheinung ist am häufigsten bei *Narcissus* anzutreffen.

Beim Zerplatzen der Pollenkörner im Wasser oder in sonstigen Lösungen vermischt sich das energisch austretende Plasma entweder gleichmässig mit der umgebenden Flüssigkeit, oder es bewahrt seine Form lange, ohne sich mit der umgebenden Flüssigkeit zu mischen. Dieser Umstand scheint weniger von der Pflanzenart als von der Beschaffenheit der Lösung abhängig zu sein.

Diese Beobachtungen, welche von mir noch nicht hinreichend klar gestellt worden sind bedürfen weiterer Untersuchungen.

UEBERSICHT DER RESULTATE.

1. Zur Auskeimung ist im allgemeinen für die Pollenkörner eine passende Feuchtigkeit erforderlich; die Pollenkörner einiger Pflanzen bedürfen dazu ausserdem eines speziellen Reizstoffes.
2. Für das Wachstum der Pollenschläuche sind der passende osmotische Druck und die passende Nahrung unentbehrlich. Die Pollenschläuche können allerdings bis zu einem gewissen Grade ohne jede Nahrungsaufnahme auf Kosten ihres eigenen Reservestoffes wachsen. Rohrzucker allein ist nicht vollwertig für ihr Wachstum.
3. Gegen die Schädlichkeit anorganischer Salze verhalten sich die verschiedenen Pollenkörner verschiedenartig. Als allgemeine Tatsache kann anerkannt werden, dass die Salze von Schwermetallen schädlicher als die von Leichtmetallen wirken.
4. Die Lebensdauer der Pollenkörner wird durch die Veränderung der Feuchtigkeit bedeutend beeinflusst.
5. Als Lockmittel für die Pollenschläuche sind Eiweiss- und Zuckerarten wirksam. In dem Nährstoff der Pollenschläuche müssen aber Eiweissstoff und Zucker gleichzeitig zugegen sein. Die Pollenschläuche scheinen sich nach ihrer Art durch einen dieser Stoffe anziehen zu lassen.
6. Die Pollenschläuche zeigen bezüglich ihres Nährstoffes eine ziemlich strenge Spezifität, verhalten sich aber verhältnismässig nicht so spezifisch gegen den Reizstoff.
7. Die Pollenschläuche dringen tief in Agar oder Gelatine hinein. Die Ursache davon ist aber noch nicht ermittelt.
8. Die Pollenschläuche suchen vermittels des Chemotropismus die Öffnung des Griffelkanals und die Mikropyle auf. Das Hinwachsen der Pollenschläuche in dem Griffelkanal bis zu den

Fruchtknoten stellt dagegen einen mechanischen Vorgang dar.

9. Zwischen einer monokotylen und dikotylen Pflanze können die Pollenkörner einer Art auf der Narbe einer anderen Art auskeimen und sogar bisweilen ein gewisses Wachstum erreichen. Sie können jedoch selbst auf der Narbe einer nahe verwandten Pflanzenart, die den Pollenschläuchen kein mechanisches Hindernis entgegen stellt, nicht bis zum Fruchtknoten hinwachsen. Das ist vielleicht auf den Mangel eines Nährstoffes zurückzuführen.

Diese Untersuchungen wurden unter der Leitung von den Professoren Dr. M. MIYOSHI und Dr. K. SHIBATA im Juli 1913 angefangen und im April 1914 abgeschlossen. Ich spreche auch an dieser Stelle genannten Herren meinen besten Dank aus.

Botanisches Institut,
Kaiserl. Universität zu Tokyo.

Tokyo, Juni 1914.

TABELLE I.

Pollen von:	<i>Narcissus Tazetta.</i> 5% Rohrzucker. 2% Agar.			<i>Prunus nume.</i> 6% R. z. 2% Agar.		<i>Camellia japonica.</i> 5% R. z. 2% Agar.	
	Rohrzucker	-	-	-	-	-	+ ?
Traubenzucker	-	-	-	-	-	- ?	+
Lävulose	-	-	-	-	-	+	+
Maltose	-	-	-	-	-	+	+ ?
Dextrin			-	-	-	-	-
Ovalbumin	-	+	+ ?	+	+	-	-
Blutalbumin	+	+ ?	+	+ ?	-	-	-
Eigelb		+	+	-	+ ?	-	-
Casein		-	-	+	-	+ ?	-
Legumin		+	-	+ ?	+	-	-
Vitellin		-	+ ?	+ ?	+	-	-
Nuclein		+ ?	+	+ ?	+ ?	-	-
Conglutin		-	+	+	+ ?	-	-
Globulin		- ?	-	+ ?	+ ?	-	-
Pepton		-	-	-	-	-	-
Äpfelsäure			-	-	-		

TABELLE II.

Narbe oder Ovula von:	Pollen von:	
<i>Camellia japonica</i>(N)	<i>Viola verecunda</i>	+
<i>Hyacinthus orientalis</i>(O)	<i>Magnolia conspicua</i>	++
<i>Narcissus Jonquilla</i>(N)	<i>Viola verecunda</i>	++
„ „(„)	<i>Prunus jamasakura</i>	+
<i>Pirus sinensis</i>(„)	„ „	+
<i>Prunus jamasakura</i>(„)	<i>Viola verecunda</i>	++
„ „(„)	<i>Pirus sinensis</i>	+
„ „(„)	<i>Tulipa gesneriana</i>	+
„ „(„)	<i>Narcissus Jonquilla</i>	+++
„ „(O)	„ „	+++
<i>Viola verecunda</i>(N)	<i>Prunus jamasakura</i>	+

TABELLE III.

<i>Abelmoschus Manihot</i>	—	<i>Matricaria Chamomilla</i> ...	—
<i>Brassica campestris</i>	—	<i>Solidago Virga-aurea</i>	—
<i>Crocus vernus</i>	—	<i>Taraxacum albiflorum</i>	—
<i>Erigeron annuus</i>	—	<i>Yucca gloriosa</i>	—
<i>Hibiscus mutabilis</i>	—	<i>Zinnia elegans</i>	—

TABELLE IV.

Narbe von :	Pollen von :	Zeitintervall.	Länge d. P.s. in μ .
<i>Abelmoschus Manihot</i>	<i>Dahlia variabilis</i>	3 Std.	40—50
„ „	<i>Datura Stramonium</i>	12 „	65—90
<i>Crocus vernus</i>	<i>Tropaeolum majus</i>	36 „	130—200
„ „	<i>Erigeron annuus</i>	—	—
<i>Hibiscus mutabilis</i>	<i>Abelmoschus Manihot</i> ..	5 „	70—90
„ „	<i>Dahlia variabilis</i>	3 „	40—55
<i>Yucca gloriosa</i>	<i>Solidago Virga-aurea</i> ..	—	—
„ „	<i>Taraxacum albiflorum</i> ..	—	15
„ „	<i>Matricaria Chamomilla</i> .	—	30—50

TABELLE V.

Länge d. Kon- zentra- tion d. R.z. Lösung in Mol.	P.s. in μ	<i>Camellia japonica.</i>	<i>Hyacinthus orientalis.</i>	<i>Lycoris aurea.</i>	<i>Lycoris radiata.</i>	<i>Narcissus Tazetta.</i>	<i>Prunus nume.</i>	<i>Torenia (A).</i>	<i>Torenia (B).</i>	<i>Tricyrtis hirta.</i>	<i>Tropaeolum majus.</i>	<i>Zephyranthus candida.</i>
0		40—65	25—40	Nicht gekeimt.	Nicht gekeimt.	130—200	65—90 Wenig geplatzt.	Einige geplatzt.	65	13—25 Wenig.	Nicht gekeimt.	Nicht gekeimt.
0,1		65—130	130—260	330—460	40—50	130—460	130—200	40—50 Wenig.	25—130 Wenig.	13—25	„	13
0,2		65—130	65	130	40—65	130—600	130—400	50—90	65—650 Einige.	13—25	„	13—25
0,3		260—400	65—260	65—130	65—400—530	65—130	330—400	650—1300	65—650	13—25	„	13—25
0,4		660—1300	65—130	65—130—200	65—200—330	65—330	530—800	400—530	200—530	25—40	„	13—25
0,5		260—1300	65	130—200	65—130	65—260	400—530	650—930	65—400	25—40	„	13—25
0,6		130—380	200—260	130—400—800	40—130	65—260	530—650	260—400	65—250	25—50	„	13—25
0,7		260—330	650—1300	130—400—530	40—130 Wenig.	65—260 Wenig.	130—200 Einige geplatzt.	260	65—130	65—200	„	13—40
0,8		65—100	2000—2600	400—930	25—130	Nicht gekeimt.	130—200	25—40	65—100	Nicht gekeimt.	„	13—25
0,9		13—80	200—260	660—1000	40—50	65—130	65—200	13—26	65—250	40	13	40—50
1,0		65	260—380	400—660	13	65	Nicht gekeimt.	13	65—130	13	Geplatzt.	25—130
1,2		65—90	200—330	40—50	13	Nicht gekeimt.	„	Nicht gekeimt.	40—65	Nicht gekeimt.	„	25—40
1,4		13	260—330	40—50	Nicht gekeimt.	25	„	„	25—65	„	13—80	Nicht gekeimt.
1,6		13	400	25—40	„	Nicht gekeimt.	„	„	13—25	„	40—50	„
1,8		Nicht gekeimt.	Nicht gekeimt.	25	„	„	„	„	Nicht gekeimt.	„	13—40	„
2,0		„	„	Nicht gekeimt.	„	„	„	„	„	„	65—130	„

TABELLE VI.

	Länge d. P.s. in μ . Kou- zen- tration	<i>Camellia japonica.</i>	<i>Trillaria verticillata.</i>	<i>Hyacin- thus orientalis.</i>	<i>Narcissus Jonquilla.</i>	<i>Prunus mume.</i>	<i>Tulipa Gesneriana.</i>
Atropinum sulfuricum	0,01 %	Nicht gekeimt.	Nicht gekeimt.	Nicht gekeimt.			
Caffeinum	0,01 %	„	„	260—400			
Chininum hydrochloricum	0,01 %	„	„	Nicht gekeimt.			
Morphinum hydrochloricum	0,01 %	„	„	Geplatzt.			
Veratrin	0,01 %	„	„	Nicht gekeimt			
Asparagin	0,3 mol. (3,8%)	Geplatzt.	Geplatzt.	Geplatzt.	Geplatzt.		
Inulin	0,1 mol. (10,0%)	1300—2000	Nicht gekeimt.	„	53—65		
Glycerin	0,5 mol. (4,6%)	65—930				200—260	
Mennit	0,3 mol. (5,0%)	200—666	Nicht gekeimt.	200—200	200—400		
Styracit	0,3 mol. (4,9%)	650—2000		50—130	Nicht gekeimt.		200
Acetamid	0,3 mol. (1,7%)	Geplatzt.		Geplatzt.	Geplatzt.		
Urea	0,5 mol. (3,0%)	13	Nicht gekeimt.				
Urea	0,3 mol. (1,8%)	1000—1300	„	Nicht gekeimt.	Nicht gekeimt.		
KNO ₃	0,001 mol. (0,001%)	650	„				

TABELLE VII.

Salze.	Länge d. P.s. in μ .	<i>Camellia japonica.</i>	<i>Fraxillaria verticillata.</i>	<i>Hyalotheca orientalis.</i>	<i>Primula sp.</i>	<i>Prunus mume.</i>
5 % Rohrzucker + 0,001 % Cu Cl ₂ . . .		400—530	13 Meistens geplatzt.	65—200	200—330	130
5 % Rohrzucker + 0,001 % Fe SO ₄ . . .		Geplatzt.	Nicht gekeimt.	Geplatzt.	Meistens geplatzt.	Geplatzt.
5 % Rohrzucker + 0,001 % K Cl		130	13 Wenig gekeimt.	65—130 Einige geplatzt.	"	130—200
5 % Rohrzucker + 0,001 % KNO ₃		400—660	130	40 Einige geplatzt.	13—25 Einige geplatzt.	130—260
5 % Rohrzucker + 0,001 % Mg Cl ₂		130—530 Einige geplatzt.	Geplatzt.	Geplatzt.	40—65	Nicht gekeimt.
5 % Rohrzucker + 0,001 % Mg SO ₄		400—660	13 Meistens geplatzt.	"	26—40 Einige geplatzt.	530—930
5 % Rohrzucker + 0,001 % Na Cl		65—130	Nicht gekeimt.	130—200	Geplatzt.	Geplatzt.
5 % Rohrzucker + 0,001 % Na NO ₃		Nicht gekeimt.	"	Nicht gekeimt.	"	Nicht gekeimt.
5 % Rohrzucker + 0,001 % Pb (NO ₃) ₂		Geplatzt.	"	Geplatzt.	65 Einige geplatzt.	"
0,001 % Physiologisch balancierte Lösung . . .		13—40	"	"	Geplatzt.	Geplatzt.
Kontrol. 5% Rohrzucker		530—660	200	65—130	65	660—930

TABELLE VIII.

Pollen von:	Lebensdauer im trockenen Zustand.	Lebensdauer im Zimmer.
<i>Lycoris radiata</i>	Oct. 3 1913 Dec. 3 = 62	Oct. 3 1913 Oct. 11 = 9
<i>Lycoris aurea</i>	Sept. 30 1913 Dec. 13 = 75	Sept. 30 1913 Oct. 20 = 21
<i>Torenia</i> (A)	Oct. 9 1913 Nov. 13 = 35	Oct. 9 1913 Oct. 19 = 11
<i>Torenia</i> (B)	Sept. 23 1913 Dec. 3 = 67	Sept. 28 1913 Oct. 11 = 14
<i>Tricyrtis hirta</i>	Oct. 6 1913 Nov. 5 = 31	Oct. 6 1913 Oct. 17 = 12
<i>Narcissus Tazetta</i>	Dec. 24 1913—1914 Mar. 31 = 98	Dec. 24 1913—1914 Jan. 16 = 24

TABELLE IX.

Nr.	Narbe von:	Pollen von:	
1	<i>Abelmoschus Manihot</i>	<i>Dahlia variabilis</i>	+
2	"	<i>Datura Stramonium</i>	+
3	"	<i>Hibiscus mutabilis</i>	++
4	<i>Aconitum uncinatum</i>	<i>Lycoris radiata</i>	+
5	"	<i>Torenia sp.</i>	+
6	<i>Crocus vernus</i>	<i>Erigeron annuus</i>	-
7	"	<i>Tropaeolum majus</i>	+
8	<i>Cucurbita maxima</i>	<i>Lilium speciosum H.</i>	+
9	<i>Datura Stramonium</i>	<i>L. auratum</i>	+
10	"	<i>L. speciosum H.</i>	+
11	<i>Gentiana Buengeri</i>	<i>L. auratum</i>	+
12	"	<i>L. speciosum H.</i>	+
13	<i>Hibiscus mutabilis</i>	<i>Abelmoschus Manihot</i>	++
14	"	<i>Dahlia variabilis</i>	+
15	<i>Lilium auratum</i>	<i>Datura Stramonium</i>	+
16	"	<i>Hosta coerulea</i>	+
17	"	<i>Hibiscus mutabilis</i>	Geplatzt.
18	"	<i>Momordica Charantia</i>	+
19	"	<i>Narcissus Jonquilla</i>	-
20	"	<i>Petunia violacea</i>	+
21	"	<i>Tropaeolum majus</i>	+
22	"	<i>Quamoclit vulgaris</i>	Geplatzt.
23	<i>L. speciosum H.</i>	<i>Citrullus vulgaris</i>	+
24	"	<i>Commelina communis</i>	+
25	"	<i>Dahlia variabilis</i>	+
26	"	<i>Datura Stramonium</i>	+
27	"	<i>Dianthus chinensis</i>	+
28	"	<i>Eschscholtzia californica</i>	+
29	"	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	+
30	"	<i>Hosta coerulea</i>	+
31	"	<i>Parnassia palustris</i>	+
32	"	<i>Petunia violacea</i>	+
33	"	<i>Platycodon grandiflorum</i>	+
34	"	<i>Trifolium repens</i>	+
35	"	<i>Tropaeolum majus</i>	+
36	<i>L. Maximowiczii</i>	<i>Datura Stramonium</i>	+
37	"	<i>Petunia violacea</i>	+
38	<i>Lycoris radiata</i>	<i>Lycoris aurea</i>	+
39	"	<i>Torenia sp.</i>	+
40	<i>Pirus sinensis</i>	<i>Narcissus Jonquilla</i>	+
41	"	<i>Prunus jamaicensis</i>	+
42	<i>Prunus jamaicensis</i>	<i>Narcissus Jonquilla</i>	+
43	<i>Torenia sp.</i>	<i>Petunia violacea</i>	-
44	<i>Viola verecunda</i>	<i>Prunus jamaicensis</i>	+
45	<i>Yucca gloriosa</i>	<i>Solidago Virga-aurea</i>	-
46	"	<i>Taraxacum albiflorum</i>	+

TABELLE X.

Nr.	♀	♂	Zeit in Stunden.	6	12	15	18	24	31	48	72	96	120	Durchsch- nittl. Wert der Geschwin- digkeit.
1	<i>L. speciosum H.</i>	<i>L. speciosum H.</i>	I II III		56.5 4.5 0.708			50.0 45.0 2.042		63.0 63.0 + α	60.0 60.0 + α	60.4 60.0 + α	62.0 62.0 + α	1.376
2	„	<i>L. auratum</i>	I II III	46.0 4.0 1.333	59.0 5.5 0.792			53.5 17.0 0.875		58.5 58.5 + α	63.5 63.5 + α	60.5 60.5 + α	57.0 57.0 + α	1.000
3	„	<i>L. Hansoni</i>	I II III	56.5 2.0 1.000	56.0 3.0 0.583			50.0 5.0 0.375		68.0 7.0 0.229	57.0 7.0 0.153	61.0 7.0 0.115	62.0 8.0 0.100	0.365
4	„	<i>L. speciosum S.</i>	I II III	57.0 3.0 1.167	62.5 8.0 1.000	52.0 20.0 1.600		58.0 26.0 1.250		61.0 61.0 + α	57.0 57.0 + α	57.0 57.0 + α	54.0 54.0 + α	1.139
5	<i>L. speciosum S.</i>	<i>L. speciosum S.</i>	I II III	88.0 2.0 1.000	56.0 15.0 1.583			53.0 30.0 1.417						1.400
6	„	<i>L. auratum</i>	I II III	57.0 0 0.833	61.5 6.0 0.833			66.0 15.0 0.792		56.0 38.0 0.874				0.833
7	„	<i>L. Hansoni</i>	I II III		50.0 5.0 0.750	50.0 28.0 2.133		54.5 6.0 0.417						0.584
8	„	<i>L. speciosum H.</i>	I II III		60.0 19.0 1.917			62.0 31.0 1.458						1.836
9	<i>L. Hansoni</i>	<i>L. Hansoni</i>	I II III	22.0 10.0 2.000			22.5 22.5 + α >1.361							>1.681
10	„	<i>L. auratum</i>	I II III				20.6 16.0 1.000			28.0 28.0 + α				1.000
11	„	<i>L. speciosum S.</i>	I II III	24.0 5.0 1.167						15.0 15.0 + α				1.167
12	„	<i>L. speciosum H.</i>	I II III				21.0 21.0 + α 1.278			25.0 25.0 + α				1.278
13	„	<i>L. Maximowiczii</i>	I II III							22.5 22.5 + α >0.510				>0.510
14	<i>L. auratum</i>	<i>L. auratum</i>	I II III		70.0 25.0 2.417		73.0 29.0 1.833		68.0 68.0 + α					2.125

Bemerkungen: — I=Länge des Griffels. II=Länge des Pollenschläuches. III=Wachstumsgeschwindigkeit pro Stunde.

TABELLE XI.

Nr.	♀	♂	Durchschnittl. Geschwindigkeit d. Pollenschl. pro Stunde.
2	<i>L. speciosum</i> H.	} <i>L. auratum</i>	1.000 mm
6	<i>L. speciosum</i> S.		0.833
10	<i>L. Hansoni</i>		1.000
14	<i>L. auratum</i>		2.125
3	<i>L. speciosum</i> H.	} <i>L. Hansoni</i>	0.365
7	<i>L. speciosum</i> S.		0.584
9	<i>L. Hansoni</i>		>1.681
4	<i>L. speciosum</i> H.	} <i>L. speciosum</i> S.	1.139
11	<i>L. Hansoni</i>		1.167
5	<i>L. speciosum</i> S.		1.400
12	<i>L. Hansoni</i>	} <i>L. speciosum</i> H.	1.278
8	<i>L. speciosum</i> S.		1.836
1	<i>L. speciosum</i> H.		1.375

TABELLE XII.

Nr.	♀	♂	Zeit in Stunden.	6	12	18	24	36	42	48	72	96	120	Durchschnittl. Wert der Geschwindigkeit.
15	<i>L. longiflorum</i>	<i>L. longiflorum</i>	I	88.0	89.0	97.0	86.0	60.0		87.0		94.0	93.0	1.189
			II	2.0	9.0	17.0	25.0	37.0		70.0		94.0 + α	93.0 + α	
			III	1.000	1.083	1.167	1.208	1.139		1.542				
16	„	<i>L. elegans</i>	I	82.0	98.0	94.0	88.0	98.0	88.0	94.0		95.0	95.0	0.870
			II	1.5	9.0	21.0	22.0	33.0	7.0	42.0		67.0	40.0	
			III	0.917	1.083	1.389	1.083	1.028	0.267	0.958		0.740	0.367	
17	<i>L. elegans</i>	<i>L. elegans</i>	I	48.0	50.0	38.0	44.0	41.0		47.0		52.0	50.0	1.130
			II	5.5	11.0	8.0	25.0	30.0		47.0 + α		52.0 + α	50.0 + α	
			III	1.583	1.250	0.667	1.208	0.944						
18	„	<i>L. longiflorum</i>	I	52.0	47.0	45.0	50.0	42.0	48.0	35.0	48.0	48.0	49.0	0.568
			II	2.5	5.0	15.0	16.0	5.0	19.0	6.0	17.0	36.0	25.0	
			III	1.083	0.750	1.056	0.833	0.250	0.548	0.208	0.292	0.417	0.242	

Bemerkungen:— I=Länge des Griffels. II=Länge des Pollenschlauches. III=Wachstumsgeschwindigkeit pro Stunde.

TABELLE XIII.

Nr.	♀	♂	Länge des Pollenschlauches. mm			Differenz der Länge des Pollenschlauches in zwei Stunden. mm	Wachstumsgeschwindigkeit pro Stunde in dem Griffel. mm	Länge des Pollenschlauches in 6 Stunden. mm		Differenz der beiden Längen berechnet und beobachtet (= Wachstumslänge auf der Narbe). mm
			12 Std.	24 Std.	48 Std.			Berechnet.	Beobachtet (nur im Griffel).	
1- 1a	<i>L. speciosum H.</i>	<i>L. speciosum H.</i>		38	>63	>25	>1.042	>6.252	0	>6.252
4- 4b	„	<i>L. speciosum S.</i>		24.8	>61	>36.2	>1.508	>9.048	3	>6.048
2- 2a	„	<i>L. auratum</i>		19.5	>53.2	>33.7	>1.404	>8.424	4	>4.424
17-17b	<i>L. elegans</i>	<i>L. elegans</i>	10.7	30.7		20	1.667	1.000	5.5	4.500
18-18b	„	<i>L. longiflorum</i>	5.2	12.2		7	0.583	3.498	2.5	0.998
15-15b	<i>L. longiflorum</i>	<i>L. longiflorum</i>	8.2	19.0		10.8	0.900	5.400	2.0	3.400
16-16b	„	<i>L. elegans</i>	8.8	11.3		2.5	0.283	1.698	1.5	0.198

TABELLE XIV.

Nr.	♀	♂	Bestäubte Stelle des Griffels	Zeit in Stunden.	Länge des Pollenschlauches in mm
39	<i>L. elegans</i>	<i>L. longiflorum</i>	ca. 10 mm	24	8
40	„	„	unter d. Narbe	„	8
41	„	„	ca. 10 mm	„	7
42	„	„	über d. Fruchtknoten	„	10

TABELLE XV (A).

Nr.	♀	♂	Zeit in Stunden.	Länge des Griffels in mm.	Länge des Pollenschlauches in mm.	Durchschnittl. Länge des Pollenschlauches in mm.	Standardabweichung. mm	Variations-Koeffizient.	Wachstumsgeschwindigkeit d Pollenschlauches pro Stunde in mm.	Durchschnittl. Wert der Geschwindigkeit. mm
1a	<i>L. speciosum H.</i>	<i>L. speciosum H.</i>	24	59	31	38	7.000	18.42	1.458	>1.552
1	"	"	"	50	45				2.042	
1b	"	"	48	59	59 + a				>1.313	
1	"	"	"	63	63 + a				>1.396	
2a	"	<i>L. auratum</i>	24	51	22	19.5	2.500	12.82	1.083	>1.106
2	"	"	"	53.5	17				0.875	
2b	"	"	48	59	59 + a				>1.313	
2c	"	"	"	64	42	>53.17	>7.898	>14.85	0.958	
2	"	"	"	58.5	58.5 + a				>1.302	
3	"	<i>L. Hansoni</i>	48	68	7	14	7.000	50.00	0.229	0.375
3a	"	"	"	58	21				0.521	
4a	"	<i>L. speciosum S.</i>	24	36.5 + a	24.5				1.188	>1.258
4	"	"	"	58	26	24.83	0.849	3.42	1.250	
4b	"	"	"	56	24				1.167	
4c	"	"	48	56	56 + a				>1.250	
4	"	"	"	61	61 + a				>1.354	
4d	"	"	"	60	60 + a				>1.333	
5	<i>L. speciosum S.</i>	<i>L. speciosum S.</i>	12	56	15				1.583	1.367
5a	"	"	"	63	12	13	1.414	10.88	1.333	
5b	"	"	"	56	12				1.333	
5	"	"	24	53	30	27	3.000	11.11	1.417	
5c	"	"	"	53	24				1.167	
8a	"	<i>L. speciosum H.</i>	12	47	11	15	4.000	26.66	1.250	1.583
8	"	"	"	60	19				1.917	
9a	<i>L. Hansoni</i>	<i>L. Hansoni</i>	18	22	22 + a				>1.333	>1.347
9	"	"	"	22.5	22.5 + a				>1.361	
14	<i>L. auratum</i>	<i>L. auratum</i>	18	73	29	26.5	2.500	9.43	1.833	1.694
14a	"	"	"	71	24				1.556	

TABELLE XV (B).

Nr.	♀	♂	Zeit in Stunden.	Länge des Griffels in mm.	Länge des Pollenschlauches in mm.	Durchschnittl. Länge des Pollenschlauches in mm.	Standardabweichung mm	Variationskoeffizient.	Wachstums-Geschwindigkeit des Pollenschlauches pro Stunde in mm.	Durchschnittl. Wert der Geschwindigkeit mm.	
17a	<i>L. elegans</i>	<i>L. elegans</i>	12	47	8				1.000	1.389	
17b	"	"	"	44	13	10.7	2.119	19.80	1.417		
17	"	"	"	50	11				1.250		
17	"	"	24	44	25				1.208		
17c	"	"	"	48	38	30.7	5.436	17.71	1.750		
17d	"	"	"	47	29				1.375		
18	"	<i>L. longiflorum</i>	12	47	5				0.750	0.719	
18a	"	"	"	45	4	5.2	1.027	19.75	0.667		
18b	"	"	"	48	6.5				0.875		
18	"	"	24	50	16				0.833		
18c	"	"	"	49	7				0.458		
18d	"	"	"	47	13	12.2	2.925	23.98	0.708		
18e	"	"	"	48	13				0.708		
18f	"	"	"	46	12				0.667		
15a	<i>L. longiflorum</i>	<i>L. longiflorum</i>	12	95	9				1.083		0.986
15	"	"	"	89	9	8.2	1.178	14.37	1.083		
15b	"	"	"	88	6.5				0.875		
15c	"	"	24	85	17-21				0.875-1.042		
15d	"	"	"	92	13	19	4.472	23.54	0.708		
15	"	"	"	86	25				1.208		
16	"	<i>L. elegans</i>	12	98	9				1.083	0.854	
16a	"	"	"	75	2.5	8.8	5.140	58.41	0.542		
16b	"	"	"	98	15				1.583		
16c	"	"	24	83	7				0.458		
16d	"	"	"	94	5	11.3	7.586	67.13	0.375		
16	"	"	"	88	22				1.083		

Für Standardabweichung und Variationskoeffizient wurden folgende Formeln benutzt.

$$\text{Standardabweichung} = \sqrt{\frac{\sum P D^2}{n}}$$

D = Die Differenz zwischen der Messungszahl und dem Mittelwert.

p = Häufigkeitszahl.

Σ = Das Summenzeichen.

n = Die Summe der Häufigkeitszahlen.

$$\text{Variationskoeffizient} = \frac{\text{Standardabweichung} \times 100}{\text{Mittelwert}}$$

TABELLE XVI.

Nr.	♀	♂	Datum.		Durchschnittl. Temperatur.	Länge des Pollenschlauches in mm.	Durchschnittl. Länge des Pollenschlauches, in mm.	Durchschnittl. Länge im Tage u. Nacht. mm.	Standard- abweichung, mm.	Variations- Koeffizient.
			Bestäubt.	Fixiert.						
19	<i>L. elegans</i>	<i>L. elegans</i>				18				
20	"	"				21				
21	"	"	Mai 14.	Mai 14.	75° 8 C.	20	19.6			
22	"	"	8 A.M.	9.30 P.M.		21				
23	"	"				18				
24	"	"				17		18.7	0.9	4.81
25	"	"				17				
26	"	"	Mai 19.	Mai 20.	73° C.	18	17.8			
27	"	"	9.30 P.M.	11. A.M.		18				
28	"	"				18				
						19				

TABELLE XVII.

Nr.	♀	♂	Datum.		Durchschnittl. Temperatur.	Länge des Pollenschlauches in mm.	Durchschnittl. Länge des Pollenschlauches, in mm.	Durchschnittl. Länge in beiden Temperaturen. mm.	Standard- abweichung, mm.	Variations- Koeffizient.
			Bestäubt.	Fixiert.						
29	<i>L. elegans</i>	<i>L. elegans</i>				14				
30	"	"			63° C.	12	13			
31	"	"	Mai 20.	Mai 21.		13				
32	"	"	6. P.M.	7.30 A.M.		20	17.5	4.5	25.71	
33	"	"			80° C.	22	22			
34	"	"				24				

TABELLE XVIII.

Nr.	Name.	Art. der Bestäubung.	Zeit im Stunden.	Länge des Griffels. in mm.	Länge des Pollenschlauches in mm.
43	<i>L. elegans</i>	Autogame	24	42	18
44	„	„	„	33	33 + α
45	„	„	48	42	42 + α
46	„	„	120	—	— + α
47	„	„	„	—	— + α
48	„	Xenogame	24	32	32 + α
49	„	„	48	45	45 + α
50	<i>L. longiflorum</i>	„	24	88	36
51	„	„	„	84	28
52	„	Geitonogame	„	86	23
53	„	Autogame	„	92	32
54	„	„	„	95	25
55	„	„	„	78	27
56	„	Xenogame	„	86	25

LITERATURVERZEICHNIS.

1. BURCK (1900), Preservatives on the stigma against the germination of foreign pollen. (K. Ak. v. Wet. Amsterdam. Proceedings.)
2. COMPTON (1913), Phenomena and problems of selfsterility. (The new phytologist.)
3. CORRENS (1889), Kulturversuche mit dem Pollen von *Primula acaulis* LAM. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.)
4. CORRENS (1913), Selbststerilität und Individualstoffe. (Biol. Centralb.)
5. FERMI (1899), Die proteolytischen Enzyme im Pflanzenreiche. (Centralb. f. Bakt. Abt. II.)
6. GREEN (1894), On the germination of the pollengrain and the nutrition of the pollen-tube. (Annals of Bot.)
7. JOST (1905), Zur Physiologie des Pollens. (Sitzungsber. d. Wiener Akad.)
8. JOST (1907), Über die Selbststerilität einiger Blüten. (Bot. Zeit.)
9. LIDFORSS (1896), Zur Biologie des Pollens. (Jahrb. f. wiss. Bot.)
10. LIDFORSS (1899), Weitere Beiträge zur Biologie des Pollens. (Jahrb. f. wiss. Bot.)
11. LIDFORSS (1899), Über den Chemotropismus der Pollenschläuche. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.)
12. LIDFORSS (1909), Untersuchungen über die Reizbewegungen der Pollenschläuche. (Zeitsch. f. Bot.)
13. MIYOSHI (1894), Über Reizbewegungen der Pollenschläuche. (Flora).

14. MIYOSHI (1894), Über Chemotropismus der Pilze. (Bot. Zeit.)
15. MIYOSHI (1895), Die Durchbohrung von Membranen durch Pilzfäden. (Jahrb. f. wiss. Bot.)
16. MOLISCH (1893), Zur Physiologie des Pollens. (Sitzungsber. d. Wiener Akad.)
17. PFUNDT (1910), Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer des Blütenstaubes. (Jahrb. f. wiss. Bot.)
18. STRASBURGER (1886), Über fremdartige Bestäubung. (Jahrb. f. wiss. Bot.)