

Ueber die Widerstandsfähigkeit des Pollens gegen äussere Einflüsse.

Von

Dr. Peter Rittinghaus.

Die botanische Literatur weist eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Arbeiten auf über die Resistenzfähigkeit pflanzlicher Organismen gegen Hitze, Kälte, chemische Noxen u. a. m., und zwar sind die meisten derselben einem mehr oder weniger practischen Interesse entsprungen. So sind umfangreiche Versuche angestellt über die Keimfähigkeit von Samen, welche trocken oder feucht höheren Wärmegraden ausgesetzt wurden¹⁾; auch mit Pilzsporen wurden einschlägige Experimente gemacht, und am bekanntesten sind wohl, selbst in weiteren Kreisen, die Resultate der Untersuchungen auf bacteriologischem Gebiete²⁾.

Aus allen diesen Arbeiten ging hervor, zunächst dass die Bacterien keineswegs so exceptionell dastehen, wie man früher wohl anzunehmen geneigt war, dass, wie sie sich in systematischer Beziehung ungezwungen und natürlich der Klasse der Algen anreihen, so auch ihre physiologischen Eigenthümlichkeiten, besonders ihre zähe Widerstandsfähigkeit, sehr wohl Analoga in der höheren Pflanzenwelt haben; es zeigt sich ferner, dass das Substrat des organischen Lebens, das active Eiweiss, Protoplasma, oder wie man's nennen will, Zustände eingehen kann, „Ruhe-

1) Vergl. die Literatur bei Just, Lit.-Verz. Nr. 6.

2) Lit.-Verz. 1, 2, 3, 6, 8, 9, 11, 13, 15—17.

zustände“, stets einem minimalen Wassergehalt entsprechend, wo es sich gegen schädliche Einflüsse verschiedener Art so widerstandsfähig zeigt, wie man es nach den an vegetirenden Organen gemachten Erfahrungen allerdings nicht erwarten konnte. Solche Zustände eines stabilen Gleichgewichts der inneren Constitution repräsentiren vor Allem die Dauersporen der Mikroorganismen, thatsächlich die „resistentesten Gebilde, welche die gesammte Lebewelt aufzuweisen hat“, dann die Sporen vieler Kryptogamen, die Samen der Phanerogamen — und der Pollen der Phanerogamen. Den letzteren hinsichtlich seiner Widerstandsfähigkeit zu prüfen, was meines Wissens noch nicht geschehen ist, bildet den Zweck der im Folgenden mitgetheilten Versuche. Dieselben betreffen die Widerstandsfähigkeit etlicher Pollensorten

1. gegen verschiedene Temperaturen,
2. gegen chemische Reagentien (*Antiseptica*),
 - a. in flüssiger Form,
 - b. in Dampfform,
3. gegen mechanische Eingriffe etc.,
4. die Dauer der Keimfähigkeit der Zeit nach.

Das einzige was ich von Versuchen ähnlicher Art erfahre, ist die Mittheilung in Sachs' Geschichte der Botanik¹⁾ über die Bestäubung einer weiblichen *Chamaerops humilis* im Berliner botanischen Garten, die Gleditsch um die Mitte des vorigen Jahrhunderts mit aus Leipzig herübergesandtem Pollen vornahm; dieser Pollen hatte eine neuntägige Reise ohne Schädigung ertragen. Diente dieses Experiment nun auch nicht dazu, die Keimfähigkeit des Pollens zu erproben, so findet sich eben dort²⁾ doch die Notiz ähnlicher Versuche Koelreuters vom Jahre 1766 mit der ausdrücklichen Bemerkung: Koelreuter wollte auf diese Art prüfen, wie lange der Pollen seine Wirksamkeit behält. Wohl der erste und letzte Versuch, der in diesem bestimmten Sinne angestellt und publicirt wurde.

Zwar wird man durch die neueren Versuche Stras-

1) Seite 425.

2) Seite 426, Anmerkung.

burgers¹⁾ mehrfach an die Existenz und Einwirkung von für den Pollen schädlichen Agentien im Pflanzenreiche selbst gemahnt, indess reichen unsere dermaligen phytochemischen Kenntnisse nicht hin, um eine genauere Diagnose jener sich im Gynäceum dem Pollen gegenüber geltend machenden Einflüsse durchzuführen.

Die von mir im Laufe dieses Sommers angestellten Versuche fussen meist, zumal hinsichtlich der zur Verwendung gelangten Antiseptica, auf den entsprechenden Untersuchungen bei Bacterien. Selbstverständlich konnten die bei letzteren angewandten Methoden nicht ohne Weiteres copirt werden, im Gegentheil mussten verschiedene jeden Umständen angepasste neue Verfahren eingeschlagen werden.

Ein Vortheil gegenüber den bacteriologischen Arbeiten lag für mich darin, dass die Keimfähigkeit des Pollens im Allgemeinen leichter zu controliren und schneller zu constatiren ist, jedenfalls die ununterbrochene Anwendung des Brutofens so gut wie ganz erspart bleibt. Andererseits aber sind unsere Untersuchungen dadurch erschwert, dass der Pollen in Betreff seines künstlichen Nährbodens viel wählerischer ist, als die Bacterien, dass für jeden einzelnen Pollen erst der betreffende Nährboden ausprobiert werden muss, dass dieses nur zu oft zu gar keinem Resultate führt und so nur eine ziemlich beschränkte Anzahl von Pollensorten als Versuchsmaterial dienen kann. Bemerkt sei nämlich, dass der bequemerem Ausführung und Beobachtung halber die Keimfähigkeit so gut wie ausschliesslich in Nährlösung erprobt wurde, und dass demgemäss nur Pollen zur Verwendung gelangte, der in dem bekannten Culturmittel, Rohrzuckerlösung mit 1½ % Gelatine versetzt, sehr gut und sicher keimte. Hiedurch glaubte ich zugleich, mir fast durchweg die Controlculturen sparen zu dürfen. Für eine Anzahl von Pollensorten war der zusagende Concentrationsgrad der Zuckerlösung durch die Untersuchungen von Elfving²⁾ und Strasburger³⁾ schon

1) Nr. 14c des Literaturverzeichnisses.

2) Literaturverzeichniss Nr. 5.

3) Literatur Nr. 14b, Seite 511.

bekannt, für eine weitere Anzahl wurde er erst ermittelt¹⁾. Eine weitere Unannehmlichkeit bestand darin, dass sich das Material stets nur in beschränktem Maasse frisch beschaffen liess, und dass zu den verschiedenen Zeiten verschiedenes Material verwandt werden musste. Ich habe nun zwar möglichst vielfach, doch keineswegs immer, frischen Pollen benutzt, jedoch älteren nur dann, wenn ich sicher war, dass derselbe durch das Aufbewahren von seiner Keimfähigkeit so gut wie nichts eingebüsst hatte. — Die Aufbewahrung des Pollens geschah an trockenem und staubfreiem Orte auf Uhrgläsern oder in kleinen Cartonkästchen. Die Nährlösungen wurden bei der Bereitung sterilisirt und stets bakterienfrei verwandt, doch konnte das Hineinfallen von Sporen aus der Luft in die Culturen und vor Allem eine Infection durch den Pollen selbst nicht verhütet werden, und das letztere war besonders bei erhitztem Pollen sehr störend. Es zeigte sich nämlich die eigenthümliche Thatsache, dass in den mit relativ hoch erhitztem Pollen beschickten Culturen die Bacterienentwicklung eine auffallend rasche und reichliche war, so dass mehrere solcher Versuche, wo Temperaturen von ca. 80—100° C. auf den Pollen eingewirkt hatten, wegen der in wenigen Stunden eingetretenen colossalen Anhäufung der feindlichen Mikroorganismen ganz verworfen werden mussten, weil letztere die Nährlösung vollständig zersetzt und so das Resultat illusorisch gemacht hatten.

Im Folgenden will ich nun aus einer grösseren Reihe von Versuchen eine Anzahl mittheilen, die mir für die fragliche Widerstandsfähigkeit des Pollens besonders bezeichnend zu sein scheinen.

I. Einwirkung verschiedener Temperaturen.

1. Erhöhte Temperaturen.

Das gelinde Erwärmen geschah in einem sog. Vegetationskasten nach Koch von Dr. Rohrbeck in Berlin und die höheren Temperaturen wurden erzielt in dem

1) Vergl. die Zusammenstellung auf Seite 174.

Sterilisirungskasten derselben Firma. Die Temperaturen wurden möglichst constant erhalten mit Hilfe eines Bunsenschen Thermoregulators und entsprechender Brenner. Der betreffende Pollen wurde auf ganz dünnem Platinblech in die Kästen eingeführt; je nach der Anzahl der gleichzeitig zu erwärmenden Pollensorten gelangten 2 Bleche zur Verwendung von 29 und von 11,7 qcm Fläche, deren Dicke aus Grösse und Gewicht auf etwa 0,014 mm berechnet wurde. Behufs einer möglichst gleichmässigen Durchwärmung und um eine directe einseitige Wärmeleitung zu verhüten, wurde das Blech nicht unmittelbar auf den gelochten Einsatz von Eisenblech gelegt, sondern wurde noch getragen von einer Glimmerplatte und einer vierfachen Lage Fliesspapier, die stets im Kasten verblieben. Das Thermometer befand sich, wenn nur möglich, in unmittelbarer Nähe über dem Pollen. Der erhitzte Pollen verblieb gewöhnlich etwa $\frac{1}{2}$ Stunde bei Zimmertemperatur, bevor Aussaaten gemacht wurden.

Einige der ersten, mehr orientirenden Versuche sind folgende.

Von einer *Azalea*, weisser Species, wurde frisch von den Antheren entnommener Pollen 5 Stunden bei einer Temperatur von 35—36° C. belassen: hatte nach 18 Stunden auf der Narbe bereits zahlreiche Schläuche von ganz normalem Aussehen getrieben. (Die Tetraden konnten in Nährlösung nicht zum Keimen gebracht werden.)

Orobus vernus, 10 Tage alt, ebenfalls bei 35—36° während 5 Stunden: in 20%iger Nährlösung die üppigste Vegetation zeigend.

Camellia japonica, ein für künstliche Culturen fast unvergleichlich günstiges Object; 2 Tage alter Pollen wurde $8\frac{1}{4}$ Stunden einer Temperatur von 35° ausgesetzt: Keimfähigkeit geschwächt, indem nur noch ein Theil normal und gut keimte (10% Lösung). 2 Tage alter Pollen blieb 15 Minuten bei 56°: nach 8 Stunden fast ausnahmslos sehr schöne Schläuche getrieben. Ebenso behandelter Pollen von *Scilla amoena*, 3 Tage alt, trieb auf der Narbe reichlich die schönsten Schläuche.

Camellia japonica, frischer Pollen und 24 Tage alter,

wurde 1 Stunde auf 57—60° erhitzt: in 18 Stunden üppige Vegetation, wobei ein Unterschied zwischen frischem und altem Pollen nicht zu constatiren war. Nach 60 Stunden boten die Culturen den Anblick eines unentwirrbaren Filzes, die Schläuche waren jedenfalls bis zur völligen Erschöpfung des Substrates weitergewachsen, ganz wie in normalen Culturen.

Malus baccata, frischer Pollen 30 Minuten auf 69—70° erhitzt: keimte reichlich und gut auf der Narbe.

Ganz so verhielt sich unter denselben Bedingungen *Paeonia tenuifolia*.

Leucocjum aestivum, ebenfalls frischer Pollen 30 Minuten auf 69—70° erhitzt, keimte noch ziemlich gut in 5%iger Nährlösung.

Aesculus hippocastanum, *Camellia japonica*, *Azalea sp.*; von allen dreien frischer Pollen 40 Minuten auf 78—80° erhitzt. Mit dem Pollen von *Azalea* wurden Narben verschiedener Varietäten bestäubt, und nach 32 Stunden constatirt, dass auf allen eine von normalen Fällen kaum abweichende reichliche Keimung und Entwicklung stattgefunden hatte. — Die beiden anderen Pollensorten wurden in 10- und 20%iger Nährlösung ausgesät; 7½ Stunden nach erfolgter Aussaat ergab die Controle der Culturen:

Camellia in 10%, etwa zur Hälfte mit normalen langen Schläuchen in 20%, der kleinere Theil besass Schläuche von 1—3 Kornlängen.

Aesculus in 10%, etwa der vierte Theil der Körner hatte lange Schläuche getrieben,
in 20%, reichlicher wie in 10% lange Schläuche mit deutlicher Plasmaströmung.

Nach weiteren 24 Stunden war weiteres Wachsthum zu constatiren.

Camellia jap., 2 Tage alter Pollen 30 Minuten einer Temperatur von 89—90,5° C. ausgesetzt, in 10- und 15%ige Zuckerlösung eingelegt: in 3¼ Stunden reichlich Beginn der Keimung, aber in 28 Stunden nur eine kleine Anzahl von langen Schläuchen zu beobachten, die meisten waren kurz geblieben und abgestorben.

Die weiteren Versuche, stets mit mehreren Pollenspecies

ausgeführt, erlaube ich mir der Uebersichtlichkeit halber mit tabellarischer Kürze anzuführen.

1. Erhitzen auf 45° während 12 Stunden 25 Minuten.

Controle der Culturen nach 30 Stunden.

Allium nigrum, 9 Tage alt, 20¹⁾: sehr schön und zahlreich gekeimt.

Antirrhinum majus (7), 5: sehr zahlreich gekeimt, meist aber zu kurzen blasigen Schläuchen, welche Gebilde diesem Pollen besonders eigen sind. 10: besser wie vorhin, zahlreiche lange, normale Schläuche.

Deutzia scabra (10), 10 und 20: sehr gut, reichlich und lang.

Digitalis purpurea (2), 10 und 15 und 20: äusserst üppig.

Gillenia trifoliata (9), 1 und 5: sehr ausgiebig, die Schläuche mancher oberflächlich liegender Körner sogar frei in die Luft gewachsen.

Lathyrus latifolius (2), 10 und 15: ungemein ausgiebig.

Philadelphus floribundus (5), 10 und 20: sehr üppig.

Plantago media, frisch, 10: ziemlich zahlreiche und schöne Schläuche. 20: zahlreich und ziemlich gut gekeimt.

Pinus Laricio (40), keimt bekanntlich sehr langsam bei gewöhnlicher Temperatur, wurde deshalb in 5%iger Nährlösung in einer feuchten Kammer in den Vegetationskasten mit ungefähr 30° Wärme gebracht²⁾ und verrieth nach 46 Stunden deutlich den Anfang der Keimung.

2. Erhitzen auf 48—50° während 14 Stunden.

Controle 50 Stunden nach Aussaat.

Allium nigrum (10), 20: nur spärliche Schläuche.

Digitalis purpurea, frisch, 10 und 15 und 20: sehr gut gekeimt.

Lathyrus latifolius, frisch, 10 und 15: sehr schön.

1) Diese Zahlen geben den Procentgehalt der Nährlösung an Zucker an; die Zahlen in Klammern das Alter des Pollens in Tagen.

2) Vergl. Seite 141.

Philadelphus floribundus (6), 10 und 20: sehr schön.

Pinus Laricio (42), cultivirt wie vorhin: hatte seine Keimfähigkeit noch bewahrt.

Plantago media (1), 10: ziemlich gut. 20: zahlreich und schön gekeimt.

Typha angustifolia, frisch, 5: zahlreiche Anfänge und kurze Schläuche, manche Körner geplatzt. 10: ziemlich reichlich und gut gekeimt.

3. Erhitzen auf 52—54° während 8³/₄ Stunden.

24 Stunden nach erfolgter Aussaat controlirt.

Allium nigrum (11), 15: zur kleineren Hälfte sehr schön gekeimt. 20: nur spärlich gekeimt.

Digitalis purpurea (2), 10 und 15 und 20: reichlich und gut gekeimt.

Lathyrus latifolius (4), 5 und 10 und 15: sehr gut gekeimt.

Philadelphus floribundus (2), 10 und 20: sehr üppige Vegetation.

Plantago media (2), 10 und 20: zahlreiche und schöne Schläuche.

Typha angustifolia (1), 5: ziemlich zahlreich und gut gekeimt. 10: reichliche Schläuche von mittlerer Länge (5—10fache Länge des Korns). 15: zahlreich in den ersten Stadien der Keimung.

4. Auf 60—61° 4 Stunden lang erhitzt.

Controle nach 24 Stunden.

Digitalis purpurea (4), 10: sehr ausgiebig gekeimt. 15: sehr reichlich und schön. 20: äusserst üppige Schlauchbildung.

Lathyrus latifolius (6), 5: meist ist der Pollen geplatzt, nur ein kleiner Theil normal gekeimt. 10: fast ebenso, viele Körner unverändert. 15: vielfach geplatzt, immerhin aber ein nicht unbedeutender Theil schön gekeimt.

Philadelphus floribundus (2), 10 und 20: fast genau so gut wie frischer Pollen.

Plantago media (2), 20: reichliche Entwicklung schöner Schläuche.

Pinus zeigte, bei erhöhter Temperatur cultivirt, in 1 und 5 nach 50 Stunden unverkennbar den Beginn der Schlauchbildung.

Hieraus ergibt sich schon zur Genüge, dass von trockenem Blütenstaub Temperaturen ziemlich schadlos ertragen werden, die auf lebende Pflanzentheile, also auf wassergesättigtes, saftiges Plasma jedenfalls stark schädigend, wenn nicht tödtlich wirken¹⁾. Besonders aus den letzten beiden Versuchen geht hervor, dass die Gerinnungstemperatur vom gewöhnlichen Eiweiss unbeschadet der Keimfähigkeit stundenlang überschritten werden kann. Auch ist schon ersichtlich, dass nicht alle Pollensorten gleiche Resultate geben und sich gleich verhalten, womit allerdings nicht gesagt sein soll, dass ihnen ein dementsprechender verschiedener Grad der Widerstandsfähigkeit gegen höhere Temperaturen eigen ist; vielmehr ist sehr wahrscheinlich die ungleiche Keimfähigkeit in den Culturen nur darin begründet, dass letztere dem keimenden Pollen ungleich günstige Bedingungen bieten, was sich dann bei einer auch nur etwas geschwächten Keimkraft in erhöhtem Grade geltend macht. Soviel aber steht fest, dass sich einige Pollenarten besonders zu den Versuchen eignen, die Grenze der Widerstandsfähigkeit zu bestimmen, so *Digitalis*, *Philadelphus*, *Gillenia*, *Plantago*, auch *Lathyrus* und *Typha*, und sie kehren deshalb in den folgenden Untersuchungen vornehmlich als Versuchsobjecte wieder.

5. Auf 78—80° 1 Stunde lang erhitzt.

14 Stunden nach Anlage der Culturen ergab die Durchmusterung derselben:

Allium nigrum (3), 15: ziemlich zahlreiche, zum Theil lange und schöne Schläuche; 20: sehr zahlreiche Anfänge, kurze und lange Schläuche; 25: sehr reichlich gekeimt, meist zu schönen und langen Schläuchen.

Digitalis grandiflora (2), 15 und 20: fast sämmtlich gekeimt, wenn auch nicht ganz normal und schön.

Digitalis purpurea (2): ungefähr ebenso.

1) Vergl. Sachs, Flora 1864, Seite 24 und Seite 11.

Gillenia trifoliata (3), 1, 5, 10, 15: äusserst üppig und schön.

Iris pseudacorus (1), 15 und 20: weniger als die Hälfte gekeimt, aber meist zu langen Schläuchen.

Lilium umbellatum (1): ein Theil der Körner hatte auf der Narbe Schläuche von verschiedener Länge und normalem Aussehen getrieben.

Orobis variegatus (1), 15 und 20: wenige kurze aber normale Schläuche.

Philadelphus sp. (2), 20 und 25: ziemlich zahlreiche kurze bis lange Schläuche.

6. Temperatur: 89—90° 30 Minuten hindurch.

Besichtigung der Culturen nach 40 Stunden.

Deutzia scabra (6), 10: ganz gut gekeimt (schon nach 16 Stunden); 20: wenige Schläuche, von normalem Aussehen.

Gillenia trifoliata (5), nach 16 Stunden, 5 und 10: sehr schön gekeimt. 15: schön gekeimt, aber nicht sehr reichlich.

Lathyrus latifolius (1), 5 und 10: unverändert; — in der Controlcultur sehr schön gekeimt.

Lupinus polyphyllus (7), 5 und 10: zahlreiche Schläuche.

7. Erhitzt auf 89,5—90,5° während 30 Minuten.

Controle 24 Stunden nach Aussaat.

Antirrhinum majus (1), 5 und 10: der Pollen vielfach geplatzt, der kleinere Theil zu blasigen Gebilden ausgewachsen.

Asclepias Cornuti, frisch, 5, 10, 20: unverändert.

Digitalis purpurea (1), 5, 10, 20: fast alle gekeimt, nur nicht ganz schön und normal.

Lathyrus latifolius (4), 5: unverändert. 10: vereinzelte ganz kurze Schläuche.

Plantago (1), 10 und 20: recht zahlreich und gut gekeimt.

8. Erhitzt auf 89,5—90,5° während 1 Stunde.

Nach 17 Stunden controlirt.

Allium nigrum, frisch, 15, 20, 25: unverändert.

Deutzia scabra (5), 10: ziemlich viele kurze Schläuche; 15 und 20: wenige kurze Schläuche.

Digitalis purpurea (5), 15: ganz vereinzelt kurze Schläuche; 20: unverändert.

Lathyrus latifolius, frisch, 5: zum Theil geplatzt, spärliche kurze Schläuche.

Lupinus polyphyllus (6), 5: unverändert; 10: vereinzelt Anfänge; 20: wenige kurze Schläuche.

Typha angustifolia (5), 15: unverändert.

9. Erhitzt auf 94—95° während 20 Minuten.

Culturen nach 16 Stunden beobachtet.

Allium (5), 15: ein kleiner Theil schöner kurzer Schläuche.

Digitalis (4), 10 und 20: zahlreiche, aber meist abnorme Schläuche; 15: zahlreiche Schläuche von besserem Aussehen.

Gillenia (5), 1, 5, 10: zahlreiche kurze Schläuche, 15: die meisten Körner in den ersten Keimstadien.

Lilium umbellatum (3): auf der Narbe nur zum Theil gekeimt.

Lupinus polyphyllus, frisch, 5 und 10: ausgiebig und schön gekeimt.

Orobus variegatus (3), 10, 20, 25: unverändert.

Philadelphus (4), 10: wenige kurze Schläuche; 20: zahlreiche, später weiter wachsende Anfänge.

Rhododendron sp., frisch, auf der Narbe reichlich gekeimt.

10. Temperatur: 98—100°, 10 Minuten lang.

Culturen nach 20 Stunden beobachtet.

Antirrhinum majus (1), 5: zahlreich gekeimt, aber meist zu den bereits erwähnten blasigen Gebilden, wenige Schläuche; 10: spärlich gekeimt.

Digitalis purpurea (1), 5: recht zahlreich und ziemlich gut gekeimt, die nicht gekeimten Körner meist geplatzt. 10 und 20: so üppig wie frischer Pollen gekeimt.

Lathyrus latifolius, frisch, 5 und 10: vielfach geplatzt, nur wenige Schläuche.

Plantago (3), 10 und 20: unverändert.

Typha (22), 5 und 10: keine Keimung, die Culturen voll schwärmender Coccen. (In der Controlcultur gut und lang gekeimt.)

11. Temperatur: 100°, 15 Minuten lang.

15 Stunden nach Aussaat die Culturen beobachtet.

Allium nigrum (4) 15, 20, 25: unverändert.

Digitalis grandifl. (3), 15: sehr wenige kurze Schläuche.

Gillenia trifoliata (4), 5: nur bei vereinzeltten Körnern der Anfang der Keimung.

Orobolus variegatus (2), 15, 20, 25: unverändert.

Philadelphus (3), 20 und 25: vereinzelt kurze Schläuche.

Weigelia amabilis (4), 10 und 20: desgl.

12. Auf 104,5° 10 Minuten lang erhitzt.

Controle nach 24 Stunden.

Antirrhinum (3), 5: unverändert; 10: spärliche Anfänge und blasenförmige Auftreibungen.

Asclepias, frisch, 5, 10, 20: unverändert.

Digitalis purpurea, frisch, 5: fast alle geplatzt; 10 und 20: unverändert.

Lathyrus latifolius (2), 5 und 10: unverändert.

Plantago (5), 10 und 20: desgl.

Die Versuche 5—12 gestatten nun einen weiteren Schluss über die Widerstandsfähigkeit des Pollens gegen Hitze und speciell in Betreff der oberen erträglichen Temperaturgrenze. Es zeigt sich, dass eine einstündige Erwärmung auf 80° C. noch ziemlich gut ertragen wird (Vers. 5), nicht minder eine halbstündige Einwirkung von etwa 90° (Vers. 6, 7), sobald die letztere Temperatur aber eine Stunde lang andauert, so ist schon eine recht merkliche Schädigung die Folge (Vers. 8). Auch eine Temperatur von 94—95° kann, selbst nur 20 Minuten lang, nicht ohne bedeutende Schädigung ertragen werden (Vers. 9). Die Siedehitze des Wassers wirkt, wofern sie nicht länger wie 10 Minuten anhält, zwar reducirend auf die Keimfähigkeit, doch bei günstigen Versuchsobjecten (*Antirrhinum*, *Digitalis*) noch lange nicht tödtend (Vers. 10), während schon eine etwas längere Einwirkung, nämlich 15 Minuten lang, die Keimkraft recht bedeutend herabsetzt, oder ganz vernichtet. Einer Temperatur von 104,5° darf der Pollen nicht 10 Minuten lang ausgesetzt werden, ohne seine Keimfähigkeit so gut wie vollständig einzubüßen.

Will man Pollen erhitzen, so dass er im Allgemeinen noch mit Sicherheit keimen soll, so ist hiernach und nach mehreren anderen nicht weiter mitgetheilten Versuchen die obere Grenze: etwa 90° C. 10—15 Minuten lang.

Verhältnissmässig sehr hohe Temperaturen werden vom Phanerogamenpollen somit nicht ertragen, denn nach Fr. Haberlandt kann Samen unter günstigen Umständen eine 48stündige Erwärmung auf 100° ertragen, ohne getödtet zu werden und nach v. Höhnel können „die meisten Samen eine einstündige Erwärmung auf 110° durchmachen, wenn sie nur hinreichend trocken sind“, und „die Maximaltemperatur, bis zu welcher Samen wenigstens 15 Minuten erwärmt werden können, ohne ganz ihre Keimfähigkeit zu verlieren, liegt zwischen 100 und 125° C.“¹⁾ Just kommt durch seine zahlreichen Versuche zu dem etwas präciseren Resultat: „Die höchsten Temperaturen, die manche Samen in ausgetrocknetem Zustande ertragen können, liegen zwischen 120 und 125° C.“²⁾ Nach Hoffmann ist die höchste Temperatur, die trockene Pilzsporen überdauern können, 128° C.³⁾ Flügge (l. c. Seite 539) und Baumgarten (Seite 216) geben übereinstimmend an, dass Sporen von Schimmelpilzen erst der $1\frac{1}{2}$ stündigen Einwirkung von 110 — 115° erliegen. Die ausserordentlich hohe Widerstandsfähigkeit von Bacteriensporen ist zu bekannt, um ausführlich angegeben zu werden. Bekanntlich bedarf es zur sicheren Desinfection einer mehrstündigen Einwirkung trockener Hitze von mindestens 140° , während strömende Wasserdämpfe von 100° allerdings schon in $\frac{1}{2}$ Stunde alle Bacterien und Sporen sicher tödten.

Unterschiede unter den einzelnen Pollensorten bezüglich ihrer Widerstandsfähigkeit gegen höhere Temperaturen sind nicht zu verkennen, doch ist schwer zu sagen, worin dieselben begründet sind. Es mag ein nach der Pflanzenart wechselnder Grad der Trockenheit sein, der hier eine Rolle spielt, es können auch manche andere Umstände

1) Citirt nach Just l. c. Seite 313 und 315.

2) l. c. Seite 346, Satz 10.

3) Vergl. das genauere Citat von Sachs, l. c. S. 8.

von Einfluss sein, über die sich einstweilen nur Vermuthungen aufstellen lassen, deren Natur aber aus den Versuchsergebnissen nicht ersichtlich. Dass die Widerstandsfähigkeit mit der Grösse des betreffenden Pollenkorns zusammenhängt, ist sehr unwahrscheinlich und findet auch in keinem Versuch eine Stütze.

Eine bestimmt ausgesprochene Bevorzugung höherer oder niederer Concentrationsgrade der Nährlösung durch erhitzten Pollen gegenüber nicht erhitztem, wie sie ja sehr wohl denkbar wäre, geht aus dem Mitgetheilten mit Sicherheit nicht hervor.

Es liegt nun die Frage nahe, ob nicht bei manchen Versuchen der rasche Wechsel der Zimmertemperatur und der hohen Temperatur des Trockenkastens an und für sich schon störend und schädlich auf die Lebensfähigkeit des Pollenplasmas einwirke, und dass bei langsamer Steigerung der umgebenden Temperatur erst ein höherer Grad derselben tödtlich wirke wie die angeführten. Hierüber könnten folgende Versuche entscheiden. — Es wurde bei gewöhnlicher Temperatur, 18°, das Platinblech mit Pollen in den Sterilisirungskasten eingesetzt und darauf die Flamme in der Grösse angezündet, wie sie einer Temperatur von etwa 100° im Kasten entsprach. Diese Temperatur war innerhalb 20 Minuten erreicht. Der Klarheit halber will ich hier die bei den früheren Versuchen unterdrückten genauen Thermometerschwankungen angeben:

4 Uhr 30 Min.	18°	4 Uhr 45 Min.	89,5°
35 „	40	47 „	95
38 „	65	48,5 „	98
40 „	74	50 „	100
43 „	83	—	—

Die Besichtigung der Culturen nach 18 Stunden ergab:

Clivia nobilis, frisch, 5 und 10: reichlich und schön gekeimt.

Lathyrus latifolius, frisch, 5 und 10: vereinzelte kurze Schläuche, viele Körner geplatzt; 20: ganz vereinzelte, 8 Stunden später viele kurze Schläuche.

Deutzia scabra, frisch, 5 und 10: ausgezeichnet gut ge-

keimt; 20: sehr schöne Vegetation; 25: relativ wenige kurze Schläuche.

Digitalis purpurea, frisch, 10: ziemlich zahlreiche Schläuche; 15: reichlich und schön gekeimt; 20: sehr gut gekeimt.

Baptisia austriaca (Papilionacee) (8), 5 und 10: reichlich Schläuche von mittlerer Länge, ebenso 20.

Philadelphus sp. (15), 5 und 10: gut und reichlich gekeimt; 25: wenige kurze Schläuche, 20: etwas besser.

Gillenia trifoliata (6), 5 und 10: sehr schöne Keimung. 15: nur wenige Schläuche.

Allium nigrum, frisch, 15 und 25: wenige aber normale Schläuche; 20: zahlreiche und lange Schläuche.

Das Resultat ist als ein günstiges zu bezeichnen, wenn nur die Temperatur des Pollens mit der vom Thermometer angegebenen übereinstimmte; es ist dieses trotz der kurzen Dauer des ganzen Versuchs, 20 Minuten, immerhin wohl anzunehmen, der Sicherheit halber wurde aber noch ein Versuch angestellt. Hierbei war die Gasflamme anfangs klein und wurde erst allmählich vergrößert, um die Temperatur im Trockenkasten langsamer steigen zu lassen. Am Thermometer wurde abgelesen:

10 Uhr 48 Min.	21,5 ⁰	11 Uhr 25 Min.	74 ⁰
50 „	25	30 „	77
55 „	32	35 „	80,5
60 „	40,5	40 „	87
11 Uhr 5 „	50	45 „	96
10 „	59	47,5 „	100
15 „	65,5	51 „	105
20 „	69,5	Versuchsdauer: 1 Std. 3 Min.	

Die Culturen boten nach 18 Stunden folgenden Anblick:

Antirrhinum majus (3), 5: sehr ausgiebig gekeimt, aber nur blasige, keulige Schläuche; 10: desgleichen, aber manche normale Schläuche.

Asclepias Cornuti, frisch, 5, 10, 20: unverändert.

Digitalis purpurea, frisch, 5 und 10: sehr reichlich gekeimt, aber nicht durchweg zu schönen Schläuchen. 20: sehr gut gekeimt.

Lathyrus latifolius (2), 5 und 10: wenige Körner geplatzt, sonst unverändert.

Plantago media (5), 5, 10. 20: unverändert.

Typha angustifolia (24), 5 und 10: unverändert (in der Controlcultur noch gut gekeimt).

Dieses Resultat scheint mir ziemlich entscheidend zu sein. Wenn man beachtet, dass hier die Temperatur 6 Minuten lang $96-105^{\circ}$ betrug, unzweifelhaft auch innerhalb des Pollens, und man vergleicht, was Seite 133 bei Versuch 10 gesagt ist, wo 10 Minuten lang eine Temperatur von $98-100^{\circ}$ einwirkte, so muss man sagen, dass zwischen beiden Versuchen und ihren Resultaten eine ziemlich weitgehende Uebereinstimmung stattfindet, die uns zu dem Schlusse berechtigt: eine allmähliche Steigerung der Temperatur bis zu einer bestimmten Grenze wirkt nicht wesentlich günstiger, als eine entsprechend lange Erwärmung auf diese Grenztemperatur. —

Der Temperaturgrad, den Pollen in feuchtem, oder besser gesagt wasserhaltigem Zustande aushalten kann, lässt sich schon angenähert nach den Versuchen früherer Forscher bestimmen, die sie mit lebenden Phanerogamen anstellten. Ein solcher Schluss von dem Plasma lebender vegetativer Organe auf das wasserhaltige des Pollens ist, wie ich glaube, keineswegs so unstatthaft; denn in dem Augenblick, wo frischer, normaler Pollen mit einer Flüssigkeit in Berührung kommt und durch Wasseraufnahme aus der zusammengefallenen Gestalt in die angeschwollene kugelige oder ellipsoidische übergeht, was bekanntlich fast momentan geschieht, wird dieses Wasser höchst wahrscheinlich nicht nur physikalisch in die molekularen Interstitien aufgesogen, sondern auch, wenigstens zum Theil, chemisch gebunden. Hierdurch geht aber der stabile molekulare Gleichgewichtszustand in einen labilen über, und in dem Organismus beginnt, unter übrigens günstigen Umständen, das Spiel von Kräften, deren Summe uns die Erscheinung des Lebens bietet. Ich schliesse das daraus, dass, wenn man Pollen mit einer passend geringen Menge Wasser benetzt und langsam an der Luft wieder trocknen lässt, derselbe in den meisten Fällen seine Keimfähigkeit

so gut wie ganz verloren hat¹⁾. Es ist in diesem Falle der zur Lebensthätigkeit disponirte Zelleib dem Vertrocknen ausgesetzt und verträgt das offenbar ebensowenig wie eine andere vegetirende Pflanzenzelle. — Dass ein durch Erwärmen oder durchs Alter der Keimfähigkeit beraubtes Pollenkorn auch noch Wasser aufnimmt und aufquillt, spricht nicht hiergegen. Es ist dies jedenfalls die Folge der physikalischen Beschaffenheit des Kornes, mag auch vielleicht mit einem chemischen Process verbunden sein, unzweifelhaft ist aber durch eine molekulare Umlagerung in der organischen Structur des Protoplasmas der Lebensthätigkeit der Boden entzogen und somit eine Lebensbewegung und ein Wachsthum, eine Keimung, ausgeschlossen.

Wenn also Sachs²⁾ zu dem Schlusse gelangt: „Wenn nun sämmtliche Versuche zeigen, dass für den kurzen Zeitraum von 10—30 Minuten eine Lufttemperatur von 51° C. oder wenig mehr die verschiedensten Pflanzen tödtet, dass im Wasser sogar schon 45—46° C. binnen 10 Minuten bei einigen tödtlich wirken, so ist anzunehmen, dass für längere Zeiträume die höchsten erträglichen Temperaturen für die genannten Pflanzen um viele Grade niedriger liegen; es ist fraglich, ob irgend eine derselben in Luft oder Wasser von 40° C. vegetiren könnte,“ so sind sehr wahrscheinlich 40 und einige Grade auch die höchste Temperatur, die Pollen in einer Nährlösung aushalten kann, um noch zu keimen. Einige Versuche bestätigen das.

1) Es wurde zu wiederholten Malen frischer Pollen von *Lathyrus*, *Digitalis* und *Antirrhinum* in ein kleines Töpfchen Wasser auf einen Objectträger gebracht und durch Vertheilung mit der Nadel für vollständige Benetzung gesorgt, dann unter einer Glasglocke dem Austrocknen überlassen, und nach 20—24 Stunden in Nährlösung (5 und 10%) eingelegt. Das übereinstimmende Resultat war:

Lathyrus latifolius: kaum die Hälfte gekeimt.

Digitalis purpurea: etliche Körner geplatzt, sonst unverändert.

Antirrhinum: ganz vereinzelte kümmerliche Anfänge, die nicht weiter wuchsen.

Pollen von *Lilium testaceum* so behandelt, keimte nicht mehr auf der Narbe.

2) l. c. Seite 33.

In einer feuchten Kammer wurden mehrere Culturen in den Thermostaten eingesetzt, dessen Temperatur zu Anfang $45,4^{\circ}$ C. betrug, in $18\frac{1}{4}$ Stunden nicht über $46,2^{\circ}$ stieg und zu Ende dieser Zeit $44,8^{\circ}$ war. Das Resultat war leider kein sehr befriedigendes:

Plantago: unverändert.

Lathyrus: meist geplatzt, keine Spur eines Schlauches.

Digitalis: eine kleine Anzahl von Anfängen, diese aber, sowie fast alle Körner geplatzt.

Philadelphus, *Antirrhinum*, *Allium*: vertrocknet.

Zygophyllum fabago: unverändert.

Dass *Digitalis* eine Schlauchbildung aufwies, kam jedenfalls nur durch seine schnelle Keimfähigkeit zu Stande, sein Pollen treibt nämlich schon innerhalb einer Stunde kurze Schläuche, und während dieser Zeit mag die Temperatur in der feuchten Kammer (Krystallisirschale mit Glasplatte) noch nicht die der Umgebung erreicht haben. — Da also auch in einer feuchten Kammer ein Austrocknen der Culturen im Thermostaten nicht zu vermeiden ist, so wurde der Versuch dahin abgeändert, dass 1 ccm Nährlösung nachdem dieselbe mit dem betreffenden Pollen so lange geschüttelt worden, bis er ganz in ihr suspendirt war, in einem Platintiegel der höheren Temperatur ausgesetzt wurde, und zwar 40 Minuten lang. Dies genügte hinlänglich, um die Flüssigkeit völlig zu durchwärmen. Dann wurde sie auf Uhrschalen oder Objectträger ausgegossen und nach bestimmter Zeit controlirt. So ergab sich:

Temperatur im Thermostaten: $39,5-40,5^{\circ}$.

Nach $4\frac{1}{2}$ Stunden:

Digitalis (5): sehr gut und lang gekeimt.

Lathyrus (3): nur in geringer Anzahl.

Plantago (10): zeigt nur spärliche Anfänge.

Temperatur im Thermostaten $49-50^{\circ}$. Nach 4 Stunden:

Digitalis (5): manche Körner geplatzt, und, wie bei

Lathyrus (3): nur vereinzelte kurze Schläuche, diese aber todt.

Zwei weitere Versuche, bei denen die Temperatur 40 Minuten lang $59,5-60,5^{\circ}$ resp. $70,5-71^{\circ}$ betrug,

zeigten nach 20 Stunden keine Spur einer Keimung, die Culturen waren durch Bacterien vollständig verflüssigt.

Somit kann man annehmen, dass das Temperaturmaximum unter den angegebenen Verhältnissen wenig über 40° C. liegt. Beträchtlich resistenter sind sporenfreie Bacterien in Nährlösung; „letztere sind im Allgemeinen in benetztem Zustand oder in Flüssigkeiten durch 1—2stündige Einwirkung einer Temperatur von $48—60^{\circ}$ zu tödten,“ wie Flüge angeibt (15, Seite 538).

Dass aber eine mässig gesteigerte Temperatur nicht nur nicht schädlich, sondern förderlich und das Wachstum beschleunigend wirkt, ist leicht zu constatiren. Es wurde eine feuchte Kammer, mit den verschiedensten Pollen beschickt, in den Vegetationskasten gebracht, und im Inneren desselben eine constante Temperatur von $31—32,5^{\circ}$ C. erhalten. Nach entsprechenden Zeiträumen beobachtet, hatten sämtliche Culturen vor ihren bei Zimmertemperatur gehaltenen Controlculturen einen bedeutenden Vorsprung voraus. Als specielles Beispiel will ich das besonders bezeichnende von *Pinus Laricio* anführen. Während die Körner bei gewöhnlicher Temperatur nach 80 Stunden eben den Beginn der Keimung verriethen, sah man in den Warmculturen nach 40 Stunden schon zahlreiche Schläuche von der 1—3fachen Länge des Kornes, zum Theil auch verzweigte Exemplare, wie sie ähnlich Strasburger abgebildet hat¹⁾.

2. N i e d e r e T e m p e r a t u r e n .

Es liess sich schon a priori erwarten, dass eine mässige Temperaturerhöhung, wie auf die gesammte Vegetation und speciell auf die Keimung der Samen, auch auf die Keimung des Pollens beschleunigend einwirkt. Ebenso wahrscheinlich ist es, dass verhältnissmässig niedere Temperaturen verlangsamen einwirken, und wird durch folgenden Versuch bestätigt.

In einem kleinen Uhrglase wurde eine Cultur von *Lathyrus latifolius* und *Antirrhinum majus* in 10% Nähr-

1) Vergl. Literaturverzeichniss Nr. 14a, Tafel I, Fig. 26.

lösung angesetzt und das Uhrglas schwimmend auf Eiswasser gesetzt. Das Ganze wurde mit einer Glocke überdeckt, welche durch feuchte Tücher kühl gehalten wurde. Das Thermometer zeigte im Eiswasser $2\frac{1}{2}$ Stunden lang $+2,6-3^{\circ}$ C. und stieg dann in 1 Stunde auf $+5,2^{\circ}$; nach diesen $3\frac{1}{2}$ Stunden zeigte sich noch sämtlicher Pollen unverändert, nur einige Körner von *Lathyrus* waren geplatzt und der Inhalt wurmförmig ausgetreten. In der Controlcultur bei 19° Zimmertemperatur fanden sich nach 2 Stunden reichliche kurze Schläuche. Das Uhrglas verblieb dann 2 Stunden lang in der feuchten Kammer bei 19° und zeigte dann denselben Anblick wie vordem die Controlcultur.

In einem anderen Falle stieg die Temperatur des Eiswassers in 2 Stunden von $+4$ auf $+9^{\circ}$, ohne dass in dieser Zeit die Spur einer Keimung zu erkennen gewesen wäre — dann binnen 3 Stunden auf 16° , und jetzt erst hatte die kleinere Hälfte von *Lathyrus* und vereinzelte Körner von *Antirrhinum* ganz kurze Schläuche entwickelt.

Nur der Vollständigkeit halber wurde noch folgender Versuch mit trockenem Pollen gemacht. Frischer Pollen von *Lathyrus* und *Antirrhinum* wurde am Boden eines kleinen, sehr dünnwandigen Reagensglases, in das ein Thermometer und ein langer Wattepfropf eingelassen war, in eine Mischung von Kochsalz und Eis gebracht. Innerhalb 40 Minuten sank die Temperatur von -5° bis -15° und stieg wieder auf -5° . Alsdann wurden Aussaaten mit dem Pollen gemacht und constatirt, dass derselbe in 2 Stunden reichlich und schön gekeimt war, ebenso gut wie der nicht abgekühlte in der Controlcultur. — Derselbe Erfolg wurde mit einer binnen 40 Minuten von -20° auf $-2,5^{\circ}$ steigenden Temperatur erreicht. Der Pollen hatte also eine Temperatur von -20° ohne jede Schädigung ertragen.

Es scheint somit die Uebereinstimmung zwischen dem Blütenstaub und den Mikroorganismen zu bestehen, dass niedere Temperaturen immer nur entwicklungshemmend, nie tödtend wirken. Indess zeigen Schimmel- und Sprosspilze schon bei niederen Wärmegraden Lebensäusserungen

und Wachstum als der Pollen. *Penicillium glaucum* vegetirt noch bei $+2,5^{\circ}$ und Sprosspilze zeigen selbst in der Nähe des Gefrierpunktes noch geringfügige Vegetation. Die Temperaturgrenzen sowie das Temperaturoptimum für verschiedene Bacterien sind ganz verschieden und ausserdem abhängig von der Beschaffenheit des Nährbodens. (Vergl. Flügge.)

II. Einwirkung chemischer Reagentien.

1. In flüssiger Form.

Die Einwirkung flüssiger chemischer Reagentien auf Pollenkörner kann eine zwiefache sein und demnach kann man fragen: 1. Wie wirken sie auf den Pollen an und für sich? und 2. Wie wirken sie auf den keimenden Pollen in Nährlösung? Mir schien die zweite Frage einer sorgfältigen Lösung werth, da die Verhältnisse und Resultate hierbei klarer und übersichtlicher sind, und deshalb wurde die erste Frage mit folgenden wenigen Versuchen abgethan.

Es wurde der betreffende Pollen, wovon in diesen Fällen eine verhältnissmässig grosse Menge erforderlich war, mit der betreffenden Flüssigkeit in einem kleinen Glasröhrchen gut geschüttelt, so dass er möglichst ausnahmslos von derselben benetzt und durchdrungen wurde. Hierauf liess ich, wo nicht anders angegeben, den Pollen sich zu Boden senken, goss die überstehende Flüssigkeit ab und schüttelte schnell ein- oder mehrmal mit destillirtem Wasser nach, liess wieder absitzen, decantirte und brachte darauf den Pollen in die betreffende Nährlösung; oder in anderen Fällen wurde die betreffende Flüssigkeit abfiltrirt und der Pollen mit destillirtem Wasser vom Filter ab- und ausgewaschen.

Alkohol. *Lupinus polyphyllus* mit 5%iger wässriger Lösung behandelt und in 5%iger Nährlösung cultivirt: manche Körner geplatzt, manche noch gut gekeimt.

Glycerin. Pollen von *Lathyrus latifolius* und *Philadelphus floribundus* 80 Minuten in Glyc. pur., mit Wasser ausgewaschen, in 10%iger Nährlösung cultivirt. Nach 37 Stunden hatte ein geringer Bruchtheil von *Philadelphus* kurze Schläuche getrieben, während *Lathyrus* keine Spur

beginnender Keimung zeigte. — *Lathyrus* und *Digitalis purpurea* ebenso lang in 10%igem Glycerin (1 Glyc.: 10 aq.): sehr viele Körner geplatzt, *Lathyrus* ziemlich reichlich gekeimt, *Digitalis* nur wenige monströse, bald geplatzte Schläuche.

Ferrichlorid. Pollen von *Digitalis purpurea* (2) und *Lathyrus latifolius* (frisch), 10 Minuten lang in wässriger Lösung von Ferrichlorid, und zwar von 2,5% und 5%. Dann die Flüssigkeit abfiltrirt u. s. w. Nach 22 Stunden die (10%) Culturen controlirt: in beiden keine Spur einer Keimung, manche Körner geplatzt. Nach 18 weiteren Stunden wieder revidirt, zeigten sich unter dem mit 2,5%iger Ferrichloridlösung behandelten Pollen vereinzelte Anfänge von *Digitalis*.

Natriumchlorid. *Typha angustifolia* 15 Minuten in 1%iger Lösung, eingelegt in 5%ige Nährlösung: in 24 Stunden reichlich und gut gekeimt. — 15 Minuten in 2½%iger Lösung, Culturen in 10%iger Nährlösung:

Typha: unverändert.

Lathyrus: etwa die Hälfte gut gekeimt.

Gillenia trifolia: unverändert.

Digitalis: vereinzelte kurze Schläuche.

25 Minuten in 2½%iger NaCl-Lösung; nach 48 Stunden:

Lathyrus: vereinzelte kurze Schläuche.

Digitalis und *Antirrhinum*: unverändert.

Nach Behandlung mit 5%iger NaCl-Lösung keimte von *Digitalis* und *Lathyrus* nichts.

Jodkalium. 15 Minuten in 2½%iger Kaliumjodidlösung: *Typha*: unverändert, *Lathyrus*: desgleichen, *Gillenia*: spärliche kurze Schläuche, *Digitalis*: desgleichen.

Kaliumpermanganat. Pollen von *Lathyrus*, *Digitalis*, *Philadelphus* verblieb 10 Minuten in einer wässrigen Lösung von 1/2000, die sich dadurch ganz entfärbte. In den Culturen waren die Körner gebräunt aber gut gekeimt.

Kupfersulfat. In einer 1%igen Lösung von (Cu SO₄+7 aq.) verblieb der Pollen 15 Minuten: *Typha* und *Lathyrus*: unverändert, *Gillenia* und *Digitalis*: vielfach geplatzt, etliche monströse Anfänge.

Schwefelwasserstoffwasser, bei 15° gesättigt. Der Pollen von *Lathyrus* und *Digitalis* verblieb 12 Stunden darin: in der Cultur sehr viel geplatzt, nichts gekeimt.

In der Auswahl der in Culturen anzuwendenden chemischen Reagentien wurde mir dadurch eine unangenehme Beschränkung auferlegt, dass viele derselben auf die Nährlösungen verändernd einwirken. Dieser Umstand und auch die Ersparniss ziemlich umständlicher Operationen bestimmte mich, den mit Reagentien versetzten Zuckerlösungen keine Gelatine hinzuzufügen, und leider vertragen sich schon mit blosser Zuckerlösung mehrere der wichtigsten Chemikalien nicht. So konnte ich die Einwirkung der Alkalien und gewöhnlichen Mineralsäuren auf den keimenden Pollen gar nicht studiren, weil bekanntlich die Alkalien mit Rohrzucker Verbindungen eingehen, in Folge dessen fast stets Niederschläge entstanden, und die Mineralsäuren, besonders Schwefelsäure, Salzsäure, invertirend auf den Zucker wirken. Ich konnte so niemals wissen, was ich eigentlich in den Culturen unter Händen hatte und unterlasse es daher, die angestellten Versuche, die doch nicht correct sind, mitzutheilen. — Zu den hier folgenden Untersuchungen wurden solche Reagentien verwandt, die als Antiseptica eine Rolle spielen und deren Einwirkung auf Bacterien somit genauer studirt ist, ferner solche, deren Verhalten zu pflanzlichen Organismen sie in der Praxis Verwendung finden lässt, nämlich Alkohol und Glycerin, schliesslich einige organische Säuren und darunter besonders die für den Stoffwechsel so wichtige Oxalsäure.

Was die Ausführung der Versuche anlangt, so ist dieselbe zum Theil etwas umständlicher wie bei den entsprechenden bacteriologischen Arbeiten. Zuerst wurden die betreffenden Concentrationen der Antiseptica hergestellt und dann in einem bestimmten Quantum derselben die entsprechende Menge Zucker gelöst. Dies Verfahren erwies sich aber bald als unpraktisch, indem es Zeit und Material zu sehr in Anspruch nahm. Es wurden daher später durch passende Mischungen der Lösungen von Zucker und Reagens in geringeren Mengen die nöthigen Concentrationsgrade beider Stoffe erreicht, wie es eine

Tabelle als Beispiel ausführlich angiebt. So aber wurde in allen Culturen nur ein nahezu gleicher Zuckergehalt erzielt, und es konnten deshalb nur Pollenarten verwandt werden, welchen gleichzeitig dieselbe Concentration entsprach. Glücklicherweise traf diese Bedingung für mehrere günstige Versuchsobjecte ein: *Antirrhinum*, *Asclepias*, *Digitalis*, *Lathyrus*, *Plantago*, *Typha* keimen nämlich in 10%iger Zuckerlösung recht gut und sind, mit Ausnahme des letzten, auch ziemlich lange zu haben.

1. S u b l i m a t.

Ein Versuch mit 3 Tage altem Pollen von *Camellia japonica* ergab Folgendes: Zuckerlösung 10%, Gehalt an Sublimat wie folgt. $\frac{1}{2000}$: ein kleiner Theil des Pollens war gekeimt und hatte Schläuche von 1—5 Kornlängen, meist von normalem Aussehen, nur etliche waren an der Spitze geplatzt. Viele Körner geplatzt.

$\frac{1}{3000}$: sehr ähnlich, nur sind weniger Körner geplatzt und die meisten Schläuche länger.

$\frac{1}{5000}$: zahlreiche Schläuche getrieben, darunter recht lange, zum Theil aber schon abgestorben.

$\frac{1}{20000}$: fast ausnahmslos zu langen Schläuchen gekeimt, die meisten aber auch abgestorben.

Die Controle geschah nach 24 Stunden.

Auf Pollen von *Orobus vernus* wirkten Concentrationen von $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{1500}$, $\frac{1}{2500}$ tödtlich. Bei einem Gehalt von $\frac{1}{10000}$ war etwa die Hälfte der Körner gekeimt zu schönen langen Schläuchen. Nur ganz vereinzelte derselben waren an der Spitze geplatzt.

Mehrere der angewandten Mischungen wurden nach folgendem Schema hergestellt:

Volumverhältniss d. Lösungen von		Gehalt der Mischung an Antis.	Erforderl. Gehalt der Zuckerlösung.
Zucker	Antisept. 0,25%		
1	1	0,125 % = $\frac{1}{800}$	20 %
3	1	0,0625 % = $\frac{1}{1600}$	13 $\frac{1}{3}$ %
6	1	0,0357 % = $\frac{1}{2800}$	11 $\frac{2}{3}$ %
9	1	0,025 % = $\frac{1}{4000}$	11 %
12	1	0,0192 % = $\frac{1}{5200}$	

Der erzielte Zuckergehalt war 10%.

	Nach 50 Stunden:				
	1/800	1/1600	1/2800	1/4000	1/5200
<i>Lathyrus latif.</i> (1)	unverändert	—	ganz vereinz. kurze Schl.	ganz vereinz. Schl.	geringe Anzahl v. Schl.
<i>Antirrhinum</i> (3)	—	vereinz. Anfänge	spärlich kurze Schl.	wenige kurze Schl.	desgl.
<i>Plantago media</i> (14)	—	—	—	—	spärlich ganz kurze Schl.
<i>Digitalis purp.</i> (3)	—	—	vereinzelte kurze Schl.	ziemlich zahlreich, aber nicht schön gekeimt	

Es zeigt sich auch hier, dass sich die verschiedenen Species recht verschieden verhalten. Ziemlich widerstandsfähig gegen Sublimat zeigen sich *Camellia* und *Antirrhinum*, verhältnissmässig empfindlich scheint hier, wie auch später, *Plantago* zu sein. Es hat somit auch wenig Sinn, von einem Durchschnittsgrade der Verdünnung zu sprechen, in der Sublimat noch von keimendem Pollen ertragen wird. Will man dies dennoch thun, so wäre dies etwa eine 3000fache Verdünnung.

2. Phenol.

Controle nach 45 Stunden:

Verdünnung:	1/500	1/600	1/700	1/800	1/1000
<i>Plantago media</i> (4)	unverändert	—	—	—	—
<i>Digitalis purp.</i> (1)	—	—	einige Körner gepl.	vielfach	geplatzt
<i>Asclepias Cornuti</i> (frisch)	unverändert	die Pollenfächer gesprengt, der Inhalt z. Th. ausgetreten			
<i>Antirrhinum</i> (1)	—	—	—	scheinbar einige Anf. d. Keimung.	zahlr. Schl., z. Th. monströs
<i>Lathyrus</i> (1)	—	—	—	—	fast alles geplatzt

Nach 50 Stunden beobachtet:

Verdünnung:	1/800	1/1600	1/2800	1/4000	1/6000
<i>Digitalis</i> (2)	etl. ganz kurze Schl.	fast alle gekeimt, meist nur monstr., blasig	sehr zahlr. u. normale kurze Schl.	sehr zahlr. längere Schl.	ganz gut gekeimt
<i>Plantago</i> (2)	ein paar kurze Schl.	wenige kurze Schl.	wenige, meist kurze Schl.	wenige Schl.	rel. zahlr. lange Schl.
<i>Typha</i> (10)	—	spärlich kurze Schl.	wenige kurze Schl.	wenige kurze Schl.	zahlr. Schl. v. mittl. Länge.

Hier wirkt also eine 1000fache Verdünnung der Carbonsäure noch nicht absolut tödtlich auf den Pollen.

3. Salicylsäure.

Auch hier wird nach dem Schema von Seite 146 verfahren, also in 10⁰/₁₀iger Zuckerlösung cultivirt. Beobachtet wurde nach 16 Stunden.

Verdünnung:	1/800	1/1600	1/2800	1/4000	1/4800
<i>Deutzia scabra</i> (20)	unverändert	—	zahlreich und schön gekeimt	desgl. ¹⁾	desgl.
<i>Plantago</i> (1)	—	—	ziemlich gut gekeimt	gut gekeimt	reichlich und schön
<i>Lathyrus</i> (12)	—	—	wenige kurze Schl.	kleine Zahl kurzer Schl.	ziemlich zahlreiche Schl.
<i>Philadelphus</i> (15)	—	—	spärl. kurze Schl.	gut gekeimt	sehr schön gekeimt
<i>Digitalis</i> (4)	—	—	zahlr. gekeimt, bald geplatzt	zahlreich u. gut gekeimt	sehr gut gekeimt

Sämmtlicher Pollen hat also eine 2800fache Verdünnung von Salicylsäure vertragen²⁾. Viel weniger schädlich wirkt:

4. Salicylsäures Natrium.

Zunächst wurde ein Versuch analog dem vorigen gemacht; letzte Beobachtung der Culturen nach 45 Stunden.

Verdünnung:	1/800	1/1600	1/2800	1/4000	1/6000
<i>Digitalis</i> (2)	ziemlich zahlr. kurze Schl.	viele Schl. bis zu mittl. Länge desgl.	desgl. ¹⁾	gut	gut
<i>Lathyrus</i> (frisch)	zahlr. kurze normale Schl.		reichlich und schön	desgl. ¹⁾	desgl.
<i>Typha</i> (10)	wenige kurze Schl.	nicht unbeträchtl. Anzahl schöner Schl.	zahlreiche Schl. bis zu mittlerer Länge	desgl.	desgl.
<i>Plantago</i> (2)	ganz spärliche kurze Schl.	wenige aber normale Schl.	lange Schl. in zieml. Anzahl	gut gekeimt	gutgekeimt

1) Stets auf die vorige Spalte bezüglich.

2) Schon Strasburger fand, dass Salicylsäure in 2000facher Verdünnung den Pollen von *Pinus Pumilio* tödtet.

Um der oberen Grenze der erträglichen Concentration näher zu kommen, wurde noch ein Versuch angestellt. Die Culturen zuletzt nach 48 Stunden beobachtet.

Verdünnung:	1/500	1/600	1/700	1/800	1/1000
<i>Plantago med.</i> (7)	vereinzelte kurze Schl.	desgl.	wenige kurze Schl.	der kleinere Theil gekeimt	die kleinere Hälfte gut gekeimt
<i>Digitalis</i> (1)	zahlreiche kurze Schl.	desgl.	zahlr., aber anorm. Schl.	sehr reichl., nicht schön	desgl.
<i>Asclepias Corn.</i> (fr.)	ganz kurze Schl. aus den Fächern gesprosst	Schl. von zieml. Länge	ziemlich gut gekeimt	desgl.	desgl.
<i>Typha ang.</i> (21)	wenige kurze Schl.	desgl.	desgl.	viele kurze Schl.	zahlreich gekeimt
<i>Lathyrus</i> (frisch)	zieml. viele kurze Schl.	recht reichl. bis zu mittl. Länge	desgl.	desgl.	desgl.
<i>Antirrhinum</i> (2)	zieml. reichl. gekeimt	desgl.	ausgiebig, aber nicht normal	desgl.	—

Hiernach wird also das Natriumsalz in mehr als der fünffachen Dosis vertragen als die freie Säure, entgegen dem Befunde von Bucholtz¹⁾ bei seinen Bacterien. — Es scheint aus dem letzten Versuch hervorzugehen, dass, obschon das salicylsaure Natrium in 500facher Verdünnung noch verhältnissmässig gut vertragen wird, es doch noch in einer Lösung von 1:1000 sehr merklich wirkt; denn *Digitalis* und *Antirrhinum* keimen bei einem Gehalt von 1:700 bis 1:1000 nahezu gleichmässig zahlreich, aber gar nicht normal, vielmehr sind die meisten Keimproducte blasige oder keulige Gebilde, die natürlich auch bald absterben, und *Lathyrus* erreicht bei einer Verdünnung von 1:1600 noch nicht die gewöhnliche Länge (in 48 Stunden).

1) l. c. S. 30.

5. Chloralhydrat.

	$\frac{1}{800}$	$\frac{1}{1600}$	$\frac{1}{2800}$
<i>Asclepias Corn.</i>	zahlreiche Schl., aber kurz, alle gepl.	ganz gut gekeimt	desgl.
<i>Typha ang.</i>	—	vereinzelte Anfänge	zahlr. krze. Schl.
<i>Lathyrus</i>	kl. Zahl gut gekmt.	zahlr. u. schön	desgl.
<i>Antirrhinum</i>	sehr zahlr. gekmt., aber abnorm	gut gekeimt, aber noch manche blasig	desgl.
<i>Plantago</i>	zahlreich u. schön	sehr gut gekeimt	desgl.
<i>Digitalis</i>	zahlr. kurze Schl., viele abnorm	gut gekeimt	sehr gut gekeimt

In 800facher Verdünnung wirkt also Chloralhydrat noch nicht direct tödtlich, indess keimten *Ajuga reptans* und *Lupinus polyphyllus* nicht in 200facher und *Delphinium sp.* und *Baptisia austriaca* nicht in 400facher Verdünnung. Demnach liegt die Grenze des Erträglichen zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{8}^0/0$.

6. Alkohol, Glycerin.

Nach einigen vorläufigen Versuchen wurden die folgenden mit Alkohol und Glycerin angestellt. Im Gegensatz zu den bisherigen sind hier unter den Procenten Volumprocente zu verstehen, und zwar so, dass in der fertigen Lösung von Alkohol und Glycerin erst der Zucker gelöst wurde, auf 20ccm 2gr Zucker. In den feuchten Kammern mit den Alkoholculturen befand sich zur Verhütung der Verdunstung des Alkohols statt Wasser eine 10⁰/₀ige Lösung von Alkohol.

Der Unterschied in der Wirkungsweise der beiden Reagentien kann in der That auffallen, da doch Glycerin nichts anderes ist, als ein sog. dreierwerthiger Alkohol und aus der chemisch homologen Function auch auf eine ähnliche und ziemlich gleiche Wirkung geschlossen werden dürfte. Dieses ist also nach dem Mitgetheilten nicht statthaft.

	2%	3%	4%	5%	6%	7,7%
Alkohol	<i>Antirrhinum</i> (2)	desgl.	desgl.	vielfach geplatzt	desgl.	desgl.
	<i>Plantago</i> (4)	—	—	—	—	—
	<i>Lathyrus</i> (1)	—	—	vielfach geplatzt	desgl.	—
	<i>Digitalis</i> (15)	sehr viel gepl.	desgl.	desgl.	desgl.	—
	<i>Asclepias</i> (fr.)	eine der Pollenfächer gesprengt, aber kein Schlauch zu finden.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
Glycerin	<i>Antirrhinum</i> (2)	sehr gut gekmt.	ausgiebig und lang gekeimt ganz wenige Anfänge desgl.	sehr gut gekeimt desgl.	desgl.	desgl.
	<i>Plantago</i> (4)	—	—	wenige Schl., fast alle gepl.	—	—
	<i>Lathyrus</i> (frisch)	zieml. zahlreiche kurze Schl., fast alles geplatzt desgl.	recht zahlreich gekeimt desgl.	desgl.	desgl.	spärli. Schl., fast sämtl. Pollen geplatzt
	<i>Digitalis</i> (15)	sehr reichl., aber nicht schön gekmt.	desgl.	desgl.	desgl.	zahr. Schl. von mittlerer Länge desgl.
	<i>Asclepias</i> (frisch)	sehr gut gekeimt	desgl.	desgl.	desgl.	reichl. gekeimt, aber nicht lang.

7. Citronensäure.

Zur Orientirung wurde folgender Versuch mit *Lathyrus latifolius* und *Digitalis purpurea* gemacht. Beobachtet nach 13 Stunden.

Gehalt:	1 : 520	1 : 1020	1 : 2020
<i>Lathyrus</i> (frisch)	fast alles geplatzt, ganz vereinzelte kurze Schl.	viele kurze Schl.	sehr gut gekeimt
<i>Digitalis</i> (3)	meist unveränd., viele geplatzt, wenige kurze Schl., aber schon abgestorben.	recht zahlreiche schöne u. lange Schl.	üppig gekeimt

Das Maximum des Erträglichen schien also über 1:1000 zu liegen. Demnach wurden die folgenden Concentrationen angewandt. Die Revision der Culturen geschah nach 38 Stunden.

Säuregehalt:	1 : 500	1 : 600	1 : 700	1 : 800	1 : 1000
<i>Plantago</i> (3)	unverändert	desgl.	—	—	hin u. wieder der Beginn der Schl.-Bildung kenntlich
<i>Digitalis</i> (3)	vereinz. Körner geplatzt	desgl.	vielfach geplatzt	desgl. vereinzelte kurze Anfänge	zahlr. kurze verkümm. Schl.
<i>Lathyrus</i> (frisch)	manche gepl., ganz vereinzelte kurze Schl.	desgl.	—	(üppige Pilzvegetation)	fast alles gepl., wenige Schl.
<i>Asclepias</i> (frisch)	die Fächer geöffnet, keine ordentl. Schl.	desgl.	desgl.	desgl.	kurze Schl., an der Spitze geplatzt
<i>Typha</i> (20)	—	—	vielfach geplatzt	viele kurze Schl.	reichl. gekeimt, bis zu mittlerer Länge

Wir ersehen hieraus, dass dieser pflanzlichen Säure ziemlich stark giftige Eigenschaften zukommen, denn in 1000facher Verdünnung wird sie vom Plasma des Pollens kaum vertragen; sehr gut hingegen von niederen Organismen, denn nicht nur in einer dieser Culturen mit einem Gehalt an Citronensäure von 1:800 stellten sich Pilze ein, sondern sogar in einem Kolben mit 0,25%iger Lösung

fand sich eine reiche Vegetation eines Pilzes mit sehr feinem Hyphengewebe.

8. Weinsäure.

Versuche mit dieser organischen Säure, die ich im Einzelnen nicht hersetzen will, ergaben, dass dieselbe noch weniger vertragen wird, wie die Citronensäure. Keine der auch vorhin verwandten Pollensorten zeigte in einer 10%igen Zuckerlösung mit $\frac{1}{1000}$ Weinsäure auch nur eine Spur einer Schlauchbildung. Dafür traten Hefe und Bacterien in grösster Menge auf¹⁾.

Das Ammoniumsalz der Weinsäure wurde von Elfving in 0,25%iger Lösung (ohne Zucker) zur Cultur des Pollens von *Bryonia alba* angewandt; eine Menge von 2,5% und 5% in 10%iger Zuckerlösung verhinderte die Keimung des Pollens von *Lathyrus*, *Philadelphus* und *Antirrhinum* vollständig.

9. Oxalsäure.

Den Grad der Resistenzfähigkeit lebender Zellen gegen diese Säure zu kennen, ist von besonderem Interesse wegen ihrer grossen Häufigkeit und Bedeutung im pflanzlichen Stoffwechsel. Zumal das Gynäceum nicht nur der Monocotylen, sondern auch sehr vieler Dicotylen zeigt ein ungemein reichliches Vorkommen von Raphiden und Drusen von Calciumoxalat, so dass in diesem Organ die Bildung der Oxalsäure als Nebenproduct des Stoffwechsels eine besonders ausgiebige sein muss. Einigen Aufschluss über den Grad der Giftigkeit pflanzlichem Plasma gegenüber geben folgende Versuche. Nachdem ein erster Versuch bei einem Säuregehalt von 1:3000, 1:4000, 1:5000 bei *Orobus vernus* und *Camellia japonica* eine Keimung nicht hatte erkennen lassen, wurde der folgende ausgeführt.

1) „Freie Weinsäure kann bis 5% im Nährgemisch vorhanden sein, ohne dass dadurch die Ansiedlung von Schimmelpilzen verhindert wird,“ und „die Hefepilze sind ihnen darin ähnlich, dass sie ziemlich stark saure Reaction ohne Schaden vertragen.“ (15, Seite 444, 423.)

Beobachtet nach 40 Stunden.

Verdünnung 1 : 8000. *Camellia jap.*: zahlreiche Schläuche, sämtlich aber geplatzt oder abgestorben, bevor sie die fünffache Länge eines Pollenkorns erreicht hatten.

Aesculus hippocastanum: unverändert, nur einige Körner geplatzt.

Plantago media: meist unverändert, wenige kurze Schläuche.

1 : 10 000. *Camellia*: reichlich gekeimt zu ziemlich langen Schläuchen.

Aesculus: ziemlich reichlich und gut gekeimt.

Plantago: gut gekeimt.

1 : 12 000: in allen Culturen reichliche Vegetation.

Der folgende und letzte Versuch wurde angestellt mit frischem Pollen von *Digitalis purpurea*, *Asclepius Cornuti*, *Antirrhinum majus*, *Lathyrus latifolius*. Die Culturen (10 % Zucker) wurden nach 30 Stunden beobachtet.

	1 : 2000	1 : 3500	1 : 5000	1 : 6500
<i>Digitalis</i>	unverändert	etliche Körner gepl.	theilweise geplatzt	spärliche Anfänge
<i>Asclepias</i>	Fächer nur gesprengt, keine ordentlichen Schl.	desgl.	ziemlich gut gekeimt	nur kurze Schl., zum Theil gepl.
<i>Antirrhinum</i>	unverändert	—	vereinzelte kurze Schl.	wenige kurze Schl.
<i>Lathyrus</i>	unverändert	spärliche Anfänge	zieml. viele kurze Schl.	ebenso

	1 : 8000	1 : 9000	1 : 10 000
<i>Digitalis</i>	spärliche Anfänge und kurze Schl.	nur wenige kümmerl. Schl.	reichlich gekeimt, aber ganz anormal kurz und todt
<i>Asclepias</i>	ungemein üppig und lang	desgl.	desgl.
<i>Antirrhinum</i>	ziemlich ausgiebig und gut gekeimt	zieml. zahlreich und gut	recht zahlreich und nur wenige blasig abnorm
<i>Lathyrus</i>	ganz gut gekeimt	desgl.	sehr gut gekeimt

Dieser Versuch zeigt noch einmal recht auffällig die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Pollenarten. *Digitalis*, sonst fast stets eins der resistentesten Objecte, verträgt nicht einmal eine 10000fache Verdünnung der Oxalsäure; die kurzen verkümmerten Schläuche in der betreffenden Cultur besaßen nur ganz zarte Membranen und waren früh abgestorben, ein Zeichen, dass ihr lebender Inhalt sehr schädlichen und störenden Einflüssen unterlag. Im geraden Gegensatz hierzu war *Asclepias* bei einem Gehalt von 1:8000 fast genau so üppig gekeimt, wie in Gelatine-Culturen. Die Schläuche von *Antirrhinum* und *Lathyrus* gediehen bei diesem Grad der Verdünnung auch noch ziemlich gut. —

Ist zum Schluss ein Vergleich gestattet, so sei auf Folgendes hingewiesen. De la Croix, welcher umfangreiche Versuche mit „aus Fleischwasser stammenden Bacterien“ anstellte, um deren Resistenzfähigkeit gegen eine Anzahl von Antiseptics unter verschiedenen Bedingungen zu prüfen (3), fand beispielsweise (l. c. Seite 250), dass Sublimat die Entwicklung jener Bacterien in Fleischwasser schon verhinderte in einer Verdünnung von 1:25 250 (hingegen nicht bei 1:50 250) und ihre Tödtung verursachte in einer Verdünnung von 1:5805 (von 1:6500 nicht). Baumgarten giebt an (l. c. Seite 212 nach Koch), dass eine Lösung von Sublimat von 1:20000 die Milzbrandsporen innerhalb 10 Minuten und bei einer Concentration von 1:5000 schon bei ein- oder zweimaligem Anfeuchten tödten soll. Wenn wir nun bei unseren Versuchen fanden, dass der Pollen von *Camellia japonica* Sublimat in 5000facher Verdünnung noch so gut verträgt, dass er zahlreiche, zum Theil sogar lange Schläuche treibt, die allerdings später absterben, so darf man die Widerstandsfähigkeit ihres Plasmas als mindestens ebenso gross betrachten, als die des Plasmas jener Bacterien.

Phenol indess ist für das Plasma des untersuchten Pollens augenscheinlich ein stärkeres Gift, als für jene Bacterien: eine Verdünnung von 1:1002 verhinderte nach de la Croix die Entwicklung seiner Bacterien noch nicht, ist sogar in Verdünnung von 1:42 noch nicht tödtlich für

sie, auf den Pollen hingegen wirkte eine etwa 1000fache Verdünnung tödtlich.

Desgleichen entwickeln sich die Fleischwasserbakterien noch bei einem Salicylsäuregehalt von 1:1121 und werden noch nicht getödtet in Verdünnung von 1:78; die Buchholtz'schen Tabaksinfus-Bakterien hingegen starben schon bei 362facher Verdünnung der Salicylsäure. Unser Pollen keimte nur bei einer Verdünnung von 1:2800.

Auch gegen Alkohol erwiesen sich die Pollenarten viel empfindlicher wie die Fleischwasser-Bakterien; eine 2%ige Lösung verhinderte die Schlauchbildung, während erst eine Verdünnung von 1:4,4 die Bakterien tödtete; deren Entwicklung hörte allerdings schon in Verdünnung von 1:21 auf.

2. In D a m p f f o r m.

Ebensowenig wie der Blütenstaub unter natürlichen Bedingungen unter den Einfluss der bei den vorigen Versuchen zur Anwendung gelangten flüssigen Reagentien zu stehen kommt, so ist auch eine Gefährdung durch stark giftige Gase oder Dämpfe für gewöhnlich ausgeschlossen. Eine Rücksichtnahme auf derartige Stoffe fiel somit weg, und es ist, mit Ausnahme des Ammoniaks, nur mit den Dämpfen solcher Flüssigkeiten experimentirt worden, die künstlich bei der Desinfection sich als brauchbar erwiesen und Verwendung gefunden haben, oder die zur Abtödtung höherer Organismen geeignet sind.

Einer der wichtigsten hierher gehörigen Stoffe ist das

Chloroform.

In einer feuchten Kammer wurden mehrere bestäubte Blüten, solche von einer *Azalie*, einer *Päonie*, von *Viburnum Lantana*, *Iris reticulata*, *Hyacinthus leucophaeus* den Dämpfen von Chloroform ausgesetzt. Die Einwirkung derselben war eine so heftige, dass nach $\frac{1}{2}$ Stunde die weissen Blüten fast völlig gebräunt und die anderen entfärbt waren und schlaff herniederhingen. Die Einwirkung erstreckte sich sogar auf den gesammten Inhalt selbst noch geschlossener Antheren von *Paeonia*, sodass nach zwei-

stündigem Verweilen in der giftigen Atmosphäre Pollen aus denselben in Nährlösung nicht mehr keimte. Selbstverständlich war an ein Keimen des Pollens auf den verschiedenen Narben nicht zu denken, denn beide, Pollen und Narbe, waren getödtet.

Nach diesem Resultat erschien es wünschenswerth, die Zeitdauer zu bestimmen, die hinreichte, um lufttrockenen Pollen zu tödten. Es wurde in die betreffenden als feuchte Kammern dienenden Behälter Wasser von 20 ° C. gebracht, um das Chloroform ziemlich rasch und überall gleichmässig zur Verdunstung zu bringen (das Chloroform befand sich in kleinen Porzellanschalen am Boden der Gefässe; dass seine Verdunstung genügend von Statten ging, machte sich auf verschiedene Weise deutlich bemerkbar). Von dem Pollen wurde die I. Reihe nach 10, die II. nach 20, die III. nach 30 Minuten langem Verweilen in der Chloroform-Atmosphäre in Nährlösung in Kammern mit frischer Luft verpflanzt. 3¹/₂ Stunden nach Beginn der Versuche zeigte

- I. *Camellia jap.*: zahlreiche Schläuche, zum Theil von beträchtlicher Länge,
Aesculus hipp.: ebenso, relativ noch mehr und noch längere Schläuche, die ganze Cultur in üppigem Wachsthum,
Paeonia spec.: bei den meisten Körnern normaler Anfang der Keimung.
- II. *Camellia*: nur wenige und kurze Anfänge von Schläuchen,
Aesculus: etwa die Hälfte gekeimt, viele Schläuche von 1—2 Kornlängen an der Spitze geplatzt,
Paeonia: unverändert.
- III. *Camellia*: nur ganz vereinzelte Körner zeigen den ersten Beginn der Keimung,
Aesculus: im Verhältniss einige Schläuche mehr, von diesen aber ein Theil schon geplatzt oder monströs verbildet,
Paeonia: unverändert.

Eine 20 Minuten dauernde Einwirkung von Chloroformdampf auf trockenen Pollen hatte also seine Keimfähigkeit ganz oder fast ganz vernichtet.

Nach Detmers Angabe (4. Spalte 515) werden Blätter von *Begonia manicata* in Chloroformdämpfen von 15—20° in 1 Stunde getödtet.

Brachte man hingegen den Pollen in Culturen in Chloroformdampf, so widerstand er dessen Einwirkung verhältnissmässig lange, jedenfalls durch die aufgesogene und umgebende Flüssigkeit geschützt (Chloroform ist ja in Wasser unlöslich). Culturen von *Antirrhinum*, *Digitalis*, *Lathyrus*, welche 5, 10, 20, 40 Minuten in feuchten Kammern mit Chloroformdampf verweilt hatten, waren noch üppig gediehen, nur von *Antirrhinum* waren nicht alle Schläuche zur normalen Ausbildung gelangt.

Schwefelkohlenstoff

gelangte in derselben Weise zur Einwirkung auf Culturen. 10, 20, ja 40 Minuten lang konnte der Dampf bei etwa 16° auf den in Nährlösung befindlichen Pollen von *Antirrhinum majus*, *Digitalis purpurea*, *Lathyrus latifolius* einwirken, ohne deren Keimung wesentlich zu beeinflussen, nach 60 Minuten indess machte sich die Wirkung deutlich geltend, und nach einem Verweilen von 10 und von 24 Stunden in Schwefelkohlenstoff-Dampf war in den Culturen nicht die Spur einer Keimung zu erkennen, ebensowenig bei *Paeonia*, *Aesculus*, *Salix*, *Camellia* u. a.

Phenol.

Eine bei ca. 18° mit Carbonsäuredämpfen gesättigte Atmosphäre erwies sich zwar als bei Weitem nicht so giftig für Culturen wie eine mit Schwefelkohlenstoff erfüllte, allein es waren die Pollenculturen nicht im Stande, sich in ihr zu entwickeln. Culturen von *Orobis* (15 Tage alt), *Camellia* (6), *Salix alba* (6), *Aesculus* (2), *Paeonia tenuif.* (3) und *Hyacinthus leucoph.* (frisch) wurden in feuchte Kammern gesetzt, in welchen sich ein Schälchen mit ca. 90% Phenollösung (in Wasser) befand von 18° C. Nach 4stündigem Verweilen hierin ergab sich bei

Hyacinthus: Anfang der Keimung,

Orobis: desgleichen,

Camellia: viele kurze Schläuche,

Salix: bei einer kleinen Anzahl von Körnern Beginn der Keimung,

Aesculus: viele Schläuche von der 2—5fachen Länge eines Korns,

Paeonia: unverändert.

In Culturen, die 10 Stunden in Phenoldampf verweilt hatten, zeigte

Hyacinthus: nicht über den Anfang der Keimung hinausgekommen, Schlauchinhalt contrahirt und abgestorben,

Orobus: ebenso.

Aesculus: die Membranen der kurzen Schläuche äusserst zart und dünn, die meisten an der Spitze geplatzt, der Inhalt in fast sämtlichen Schläuchen contrahirt,

Camellia: in ähnlicher Weise die Schläuche kümmerlich entwickelt und bereits alle todt,

Paeonia: unverändert, nur bei vereinzelt scheinbar Beginn der Keimung,

Salix: nicht über den Anfang der Keimung hinausgekommen.

Eine spätere Controle zeigte dasselbe Resultat.

Sehr wahrscheinlich ist hier der Umstand mit massgebend geworden, dass die Phenoldünste, als in Wasser löslich, von der Flüssigkeit der Culturen absorbirt wurden und so in denselben zur Wirkung gelangten; nach den oben mitgetheilten Versuchen genügt schon eine etwa 1000fache Verdünnung dieses Antisepticums, um die Keimung fast gänzlich zu hemmen.

Brom.

In eine feuchte Kammer mit Wasser von 22°, in der ein Porzellanschälchen mit flüssigem Brom stand, wurde trockener, sowie in Nährlösung befindlicher Pollen von *Lathyrus*, *Digitalis* und *Typha* eingesetzt und nach verhältnissmässig kurzem Aufenthalt in der mit Bromdämpfen gesättigten Atmosphäre in frische Luft übertragen. Nach 15 Stunden wurden die Culturen controlirt und ergaben Folgendes:

Culturen in Bromdampf	<i>Lathyrus</i>	<i>Digitalis</i>	<i>Typha</i>
0,25 Min.	nur wenige Körner gekeimt	zahlreich u. gut gekeimt	sehr schön gekeimt
0,5 „	spärl. Anfänge von Schl.	gut gekeimt	sehr zahlreich und gut
1 „	ganz vereinzelte Schl.	gut gekeimt	beschränkte Anzahl v. kurz. Schl.
2,5 „	unverändert	einige abnorme Schl., alles todt	nichts gekeimt

Trockener Pollen wurde auf Objectträgern der Einwirkung des Dampfes ausgesetzt und dann in Nährlösung eingetragen. Nach etwa 15 Stunden:

Pollen in Bromdampf	<i>Lathyrus</i>	<i>Digitalis</i>	<i>Typha</i>
2,5 Min.	nichts gekeimt	unverändert	manche Körner gekeimt
5 „	desgl.	desgl.	keine Schl.
8 „	desgl.	desgl.	desgl.

Eine spätere Controle zeigte das Resultat fast unverändert.

Terpenthinöl.

Bei Kochs Versuchen hatte sich Terpenthinöl als ein ziemlich starkes Antisepticum sogar für die sehr resistenten Milzbrandsporen bewährt (l. c. Seite 263). Auch Pollen wurde durch unmittelbare Berührung mit der Flüssigkeit sofort getödtet. Setzte man hingegen Pollen von *Lathyrus*, *Antirrhinum*, *Philadelphus* und *Gillenia* 1½ Stunden lang trocken (bei 19°) in einem kleinen verschlossenen Gefäß den Dämpfen des Oeles aus und übertrug sie dann in Nährlösung, so konnte man nach 15 Stunden noch eine ausgiebige Keimung beobachten. Verblieb hingegen Pollen von *Digitalis*, *Lathyrus* und *Plantago* etwa 20 Stunden in den Dämpfen, so keimte er nicht mehr, war durch sie also auch getödtet worden.

Aether.

Aetherdämpfe, welche eine Nacht hindurch auf trockenen Pollen von *Lathyrus* und *Digitalis* eingewirkt hatten (der dann in Nährlösung übertragen wurde), hatten denselben der Keimfähigkeit in mehreren Versuchen beraubt.

Ammoniak.

Frischer Pollen von *Digitalis purpurea*, *Lathyrus latifolius*, *Gillenia trifoliata* wurde in Nährlösung in eine Krystallisirschale mit concentrirter wässeriger Ammoniaklösung gebracht. In den Culturen, welche auf diese Weise den Ammoniakdämpfen 5, 2, 1, ja nur $\frac{1}{2}$ Minuten lang ausgesetzt gewesen waren, war schon aller Pollen getödtet, denn nach 15stündigem Verweilen in frischer Luft war keine Spur von Keimung wahrzunehmen.

Die Wirkung war weniger intensiv auf trockenem Pollen. Derselbe musste 10—20 Minuten, je nach den Arten (*Lathyrus*, *Digitalis*, *Gillenia*) im Ammoniakgas verweilen, um seine Keimfähigkeit ganz einzubüssen.

III. a. Wirkung heftiger Erschütterung von Pollenculturen.

Um zu prüfen, ob etwa Erschütterungen die Bildung und Ernährung der Pollenschläuche benachtheiligten, wurde folgendes Experiment gemacht. Ein kleiner Erlenmayer'scher Kolben wurde mit ca. 5 ccm 10%iger Zuckerlösung beschickt, die nur $\frac{1}{2}$ % Gelatine enthielt und bei gewöhnlicher Temperatur flüssig war. Diese Nährlösung wurde vorher mit einer reichlichen Probe von *Lathyrus*-, *Digitalis*- und *Antirrhinum*-Pollen gut geschüttelt, so dass der sämmtliche Pollen in ihr suspendirt war. Das Kölbchen wurde, um ein Vertrocknen und Verspritzen des Inhalts zu verhüten, mit einem Kork verschlossen und unter zweckmässiger Benutzung eines Rotationsapparats einige Stunden hindurch ruckweise und möglichst heftig erschüttelt, derart dass der Inhalt ununterbrochen im Innern umhergeschleudert wurde. Bei mehrfacher Wiederholung des Versuchs zeigte sich die Nährlösung nach 4—6 Stunden stets stark getrübt, und der Grund hiervon war, wie ich zuerst nicht ohne Verwunderung wahrnahm, dass fast alle Pollenkörner lange Schläuche von ganz normalem Aussehen getrieben hatten.

Was das Verhalten der Mikroorganismen unter analogen Bedingungen anlangt, so ist nach Flügge für die Schimmelpilze „über eine störende oder günstige Wirkung

der Bewegung des Nährgemisches nichts bekannt.“ — „Dagegen ist von Hansen festgestellt, dass Bierhefe sich im Schüttelapparat eher rascher vermehrt als bei ruhigem Stehen“; über Bacterien liegen keine definitiven Angaben vor, die bisherigen Resultate widersprechen einander (l. c. Seite 415, 423, 435).

b. Ueber Beeinflussung der Wachstumsrichtung.

Seitdem man durch die bekannten Versuche Pfeffers zunächst bei einigen Gefässkryptogamen hinter das Geheimniss der „geschlechtlichen Anziehung“ gekommen ist, ist auch Hoffnung vorhanden, einmal das Agens aufzufinden, welches die bestimmte Wachstumsrichtung der Pollenschläuche von der Narbe bis zu den Eichen bedingt. Die in ähnlichem Sinne angestellten Versuche Kny's (7) sind leider erfolglos geblieben, und ebenso die meinen. Ich vermuthete, ob etwa die Pollenschläuche sich in ihrer Richtung durch einen bestimmten Concentrationsgrad der umgebenden Zuckerlösung beeinflussen liessen, und brachte auf Objectträger rechteckig umschriebene Culturen von 2-, 5- und 10 proc. neutralisirter Gelatinelösung, säte in diese parallel der einen kürzeren Seite in eine Linie den betreffenden Pollen, und in verschiedener Entfernung davon eine parallele Zeile pulverisirten Rohrzucker. Dieser löste sich und konnte ziemlich gleichmässig in steigender Concentration dem Pollen entgegen diffundiren. Allein die Versuche blieben, obschon vielfach wiederholt und modificirt, ohne Erfolg; der Pollen trieb wohl Schläuche, aber nach allen möglichen Richtungen des Raumes hin.

IV. Dauer der Keimfähigkeit.

Der betreffende Pollen wurde zur Ermittlung seiner Keimfähigkeit stets in 2—5 Nährlösungen von verschiedenem Zuckergehalt cultivirt, womöglich die Versuche auch mit verschiedenen Proben derselben Species wiederholt.

Es keimte	gut	spärl.	nicht	
<i>Aesculus Hippocastanum</i>nach			21 30	Tagen
<i>Ajuga reptans</i>	18 26 32		47	
<i>Allium nigrum</i>			25 38	
<i>Antirrhinum majus</i>	36			
<i>Asclepias Cornuti</i>	11			
<i>Azalea</i> sp. (auf der Narbe) ..	42			
<i>Baptisia austriaca</i>	25		48	
<i>Camellia japonica</i>	51	60	69	
		60	75	
	46		72	
<i>Clivia nobilis</i> Lindl.	53 66	70 76	89 92	
<i>Cyclamen europaeum</i> (auf der Narbe) ...			17	
<i>Deutzia scabra</i>	24		39	
<i>Digitalis purpurea</i>	20	29 38		
	25			
<i>Gillenla trifoliata</i> Mich.	36 48			
	28			
<i>Hyacinthus leucophaeus</i>	38 44		59 82	
<i>Iris pseudacorus</i>			30	
<i>Lathyrus latifolius</i>	15		38	
<i>Lupinus polyphyllus</i>	14 34		57	
<i>Orobus vernus</i>			33 39	
<i>Paeonia tenuifolia</i>		37 65	88	
	29			
<i>Paeonia pubens</i>	43 51 58			
<i>Papaver bracteatum</i>	16		37	
<i>Philadelphus floribundus</i>	32			
<i>Plantago media</i>			20 27	
<i>Salix alba</i>			35	
<i>Typha angustifolia</i>	24		47	
<i>Vinca major</i>		43		
<i>Viola tricolor</i>		26	35 56	
<i>Weigelia amabilis</i>			32	
<i>Zygophyllum fabago</i>			29	

Es sind also recht verschiedene Zahlen, die wir so erhalten; am frühesten verlor die Keimfähigkeit *Cyclamen*, mit 17 Tagen, sehr lang bewahrten sie *Clivia*, 66, *Paeonia pub.*, 58, *Camellia*, 51, und *Azalea*, 42 Tage. Das Durchschnittsmass mag 30—40 Tage betragen. — Dass äussere Umstände von Einfluss auf die Erhaltung der Keimkraft sind, zeigt *Clivia*: das eine Mal trieb 76 Tage alter Pollen in 10%iger Nährlösung eine kleine Anzahl Schläuche von normalem Aussehen, während eine andere, 72 Tage alte Probe nicht einen Schlauch trieb.

Zum Schlusse können wir die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit kurz so zusammenfassen:

1. Der Blütenstaub kann relativ hohe Temperaturen vertragen, ohne seine Keimfähigkeit zu verlieren. 90° erträgt der meiste Pollen 1/2 Stunde lang recht gut, das Temperaturmaximum wurde mit 104,5° während 10 Minuten erreicht.

2. In lufttrockenem Zustande kann der Pollen bedeutend höhere Temperaturen ertragen, als wenn er in Bedingungen ist, die ein Keimen ermöglichen.

3. Niedere Temperaturen (etwa unter 9°) verhindern die Keimung, indess wird eine Abkühlung auf —20° ohne Schädigung ertragen.

4. Mässig erhöhte Temperatur (32°) wirkt beschleunigend auf das Wachsthum der Schläuche.

5. In Culturen ist das Plasma des Pollens gegen Antiseptica recht empfindlich, meist bedeutend empfindlicher als Mikroorganismen (Seite 155). Die Widerstandsfähigkeit verschiedener Pollensorten kann ziemlich verschieden sein.

6. Selbst gasförmige Gifte vermögen auf trockenen Pollen tödtlich einzuwirken. Eine 20 Minuten dauernde Einwirkung von Chloroformdampf vernichtete die Keimfähigkeit fast ganz. Bromdampf wirkte in 5 Minuten tödtlich. Ammoniakdämpfe heben die Keimfähigkeit in 10—20 Minuten auf u. s. w.

7. Möglichst heftige Erschütterung hinderte den Pollen nicht, in Nährlösung ausgiebig zu keimen.

8. Versuche, die Wachstumsrichtung zu beeinflussen, blieben, wie die früherer Forscher, erfolglos.

9. Die Dauer der Keimfähigkeit trockenen Pollens schwankt in weiten Grenzen (17—66 Tage); im Durchschnitt mag sie 30—40 Tage betragen.

Anhangsweise sei noch für einige in künstlicher Nährlösung besonders gut keimende Pollenarten, die deshalb bei obigen Versuchen zur Verwendung gelangten, die Concentration dieser Lösung angegeben.

Gelatinegehalt: $1\frac{1}{2}$ ‰	Zuckergehalt in ‰
<i>Aesculus Hippocastanum</i>	10—15
<i>Ajuga reptans</i>	3—10
<i>Antirrhinum majus</i>	1—15
<i>Asclepias Cornuti</i>	5—25
<i>Camellia japonica</i>	1—10
<i>Gillenia trifoliata</i>	1—15
<i>Hyacinthus leucophaeus</i>	20
<i>Lychnis dioica</i>	15—20
<i>Nemophila maculata</i>	10—15
<i>Philadelphus coronarius</i> }	10—25
— <i>floribundus</i> }	
<i>Rheum hybridum</i>	15
<i>Salix caprea, alba</i>	5—10
<i>Salvia pratensis</i>	1—10
<i>Sorbus torminalis</i>	5—10
<i>Veratrum album</i>	1—20
<i>Vinca major</i>	5—15
<i>Weigelia sp.</i>	15—20
<i>Zygophyllum fabago</i>	25—30

Literatur.

1. Bucholtz, Antiseptica und Bacterien. Archiv f. exper. Pathologie und Pharmakologie, Bd. IV. 1875.
 2. Cohn, Untersuchungen über Bacterien, in seinen Beiträgen zur Biologie.
 3. Jalan de la Croix, Verhalten der Bacterien des Fleischwassers gegen einige Antiseptica. Archiv f. exper. Pathologie und Pharmakologie, Bd. XIII. 1881.
 4. Detmer, Ueber Zerstörung der Molecularstructur des Protoplasmas der Pflanzenzellen. Bot. Zeit. 1886. Nr. 30.
 5. Elfving, Studien über die Pollenkörner der Angiospermen. Jenaische Zeitschr. Bd. XIII. 1881. (N. F. VII.)
 6. Just, Ueber die Einwirkung hoher Temperaturen auf die Erhaltung der Keimfähigkeit der Samen. Cohns Beiträge. Bd. II. Heft 2.
 7. Kny, Ueber den Einfluss äusserer Kräfte etc., in den Sitzungsberichten des bot. Vereins der Provinz Brandenburg, XXIII. (VI. 81.)
 8. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte:
 - a) R. Koch, Ueber Desinfection, Bd. I.
 - b) Fischer u. Proskauer, Ueber Desinfection mit Chlor und Brom, Bd. II.
 9. Sachs, Ueber die obere Temperaturgrenze der Vegetation, Flora 1864.
 10. Sachs, Geschichte der Botanik.
 11. Zopf, Die Spaltpilze, in Schenks Handbuch der Botanik. III. Bd. 1. Hälfte.
 12. Schröder, Die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen. Referat im biol. Centralblatt, VI. Bd. Nr. 14.
 13. Schröter, Prüfung einiger Desinfectionsmittel. Cohns Beiträge, Bd. I. Heft 3.
 14. Strasburger,
 - a) Ueber Befruchtung und Zelltheilung, Jena 1877.
 - b) Botanisches Practicum, I. Aufl.
 - c) Ueber fremdartige Bestäubung. Pringsheims Jahrbücher, Bd. XVII. Heft 1.
 15. Flügge, Die Mikroorganismen. II. Aufl. Leipzig 1886.
 16. Baumgarten, Lehrbuch der pathol. Mykologie, Braunschweig 1886.
 17. Fraenkel, Grundriss der Bacterienkunde, Berlin 1887.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [43](#)

Autor(en)/Author(s): Rittinghaus Peter

Artikel/Article: [Ueber die Widerstandsfähigkeit des Pollens gegen äussere Einflüsse 123-166](#)

