

Bemerkungen über die vermeintliche Widerstandsfähigkeit des trockenen pflanzlichen Protoplasmas gegen wasserfreien Alkohol, Äther und andere Anästhetika.

Als Beitrag zur Kenntnis der kolloidalen Eigenschaften pflanzlicher Membranen.

Von Dr. August Rippel.

(Ans der Großh. Badischen landwirtschaftl. Versuchsanstalt Angustenberg.)

Übersicht.

	Seite
I. Allgemeines	477
II. Kritik der Ergebnisse von Kurzwelly	479
III. Das Nichteindringen von absolutem Alkohol und in ihm gelöster Stoffe in die Zelle durch wasserarme Membranen	484
IV. Die kolloidalen Eigenschaften celluloseähnlicher Membranen; verschiedenes Verhalten der übrigen Membranen	488
V. Die Hartschaligkeit von Samen	493
VI. Zusammenfassung	494
VII. Literatur	496

I.

Die vorliegenden Betrachtungen sind vornehmlich kritischer Natur und durch einige kleine vorläufige Versuche ergänzt. Sie bezwecken hauptsächlich, auf gewisse Eigenschaften kolloidaler pflanzlicher Membranen, wie sie in Cellulose- oder celluloseähnlichen Membranen bei Samen, Pilzsporen, Bakterien u. a. vorliegen, gegenüber wasserfreien Flüssigkeiten — Alkohol, Äther, Chloroform und anderer Anästhetika — aufmerksam zu machen. Diese Eigenschaften haben bisher, allein auf der weiter unten aus diesem Grunde ausführlich zu besprechenden Arbeit von Kurzwelly fußend, eine sicherlich nicht richtige Auffassung in der maßgebenden botanischen Literatur gefunden. Von den hier vertretenen Gesichtspunkten aus werden sich wohl noch manche interessante Ergebnisse erwarten lassen; auch für das Studium der Diffusionsverhältnisse durch solche Membranen in wässrigen Flüssigkeiten bei Gegenwart dieser Anästhetika dürften sich manche Anhaltspunkte — und nicht allein für die Pflanzenphysiologie — gewinnen lassen.

Von einem anderen Gesichtspunkte aus hat diese Frage von medizinischer Seite bereits eine eingehende Bearbeitung erfahren, da sie hier vor allem von praktischem Interesse war in Hinsicht auf die Verwendung von Alkohol, Äther und anderer Anästhetika zur Desinfektion. Ich nenne hier die Arbeiten von Krönig und Paul, Epstein, Minervi, Wirgin, Beyer. Es ergab sich daraus, daß absoluter Alkohol, wasserfreier Äther u. s. w. durchaus nicht imstande sind, Bakterien abzutöten; vor allem sind,

wenn auch die vegetativen Formen zugrunde gehen, doch die Sporen vollkommen resistent (Minervi).

Auch von botanischer Seite hat man sich mehrfach mit der Frage nach der Widerstandsfähigkeit von Samen gegen die erwähnten Medien, diese auch in dampfförmiger Form angewendet, beschäftigt. Die Analogie der beiden Erscheinungen: wasserarme, ruhende, von einer derben Membran umschlossene Zellen bezw. Zellkomplexe, liegt auf der Hand. Die Berücksichtigung der beiden ersteren Eigenschaften mag denn auch der Grund gewesen sein, weshalb man dem ruhenden trockenen Protoplasma diese Widerstandsfähigkeit zuschrieb. Doch ist eben auch noch die dritte Eigenschaft, die derbe wasserarme Membran, ein gemeinsames Merkmal; und gerade das von Kurzweilly geschilderte Beispiel der Hefe (s. S. 484) zeigt, daß diese Widerstandsfähigkeit auch vegetativen Formen, und zwar in sehr ausgeprägtem Grade, zukommen kann.

Von medizinischer Seite hat man erst die Frage offen gelassen, von welchen Ursachen diese zunächst wohl auffällige Erscheinung bedingt sei; doch heben Krönig und Paul (S. 33) hervor, daß sicher der Membran ein großer Einfluß bei der Diffusion von Giften (und somit auch der Desinfektion) zukomme. Beyer sieht es allerdings als selbstverständlich an, daß die Widerstandsfähigkeit nur eine Eigenschaft der Membran sei (S. 228): „dem Alkohol, der eine stark austrocknende Wirkung hat, muß das Eindringen in die Bakterien, d. h. die Möglichkeit, baktericid zu wirken, durch Gegenwart von Wasser geschaffen werden.“

Und von Botanikern hat Schmid bei seinen Versuchen mit Samen eine ähnliche Ansicht sehr entschieden ausgesprochen, wonach diese Widerstandsfähigkeit nicht durch die Beschaffenheit des Protoplasmas bedingt sein könne (S. 74): „Es wird zwar nicht bestritten werden, daß das Plasma trockener Samen wie gegen Hitze und Kälte, widerstandsfähiger auch gegen Gifte ist; und so wird wohl eine größere Menge bezw. eine längere Einwirkungsdauer von Chloroformdampf nötig sein, um dieselbe Zelle zu töten, wenn das Plasma ruht, als wenn die Zelle sich im Zustand lebhafter Streckung befindet. Aber es wird sich doch hier nur um graduelle Unterschiede handeln können, und ich glaube kaum, daß ein Stoff sich finden läßt, welcher dem Plasma derselben Pflanze gegenüber in ihren verschiedenen Lebensstadien ein prinzipiell verschiedenes Verhalten aufweist, vorausgesetzt, daß dieser Stoff ein ausgesprochenes Gift ist.“ Vgl. auch Schroeder (S. 495) und Schubert (S. 114ff.)

Ähnlich haben sich schon früher Wiesner und Molisch über die Rolle der Membranen für den Gasdurchtritt ausgesprochen (S. 712): „Die Erhaltung des Lebens ruhender Pflanzenteile wird durch das Verhalten der trockenen Zellhäute den Gasen gegenüber

offenbar in hohem Maße begünstigt. Sporen und Samen vieler Gewächse, manche Moose und andere Gewächse erhalten sich in trockenem Zustande durch Jahre lebend und entwickeln sich von dem Augenblick an weiter, in welchem ihnen — sonst günstige Vegetationsbedingungen vorausgesetzt — Wasser zugeführt wird. Wohl muß dem Protoplasma dieser Pflanzen oder Organe eine besondere Resistenz zugeschrieben werden, allein einen großen Schutz erfährt ihr latentes Leben durch den Umstand, daß durch die trockenen Zellhäute die Luft nicht oder wohl erst nach langen Zeiträumen in Spuren eindringt. Mit der Wasserimbibition der Zellhäute solcher latent lebender Organe oder Pflanzen sind die Bahnen für die Gase und andere Nährstoffe geöffnet und nun kann die Lebenstätigkeit wieder beginnen.“ Man wird sich im weiteren Verlaufe der Besprechung dieser Zitate zu erinnern haben.

II.

Gleichwohl erschien es, wie gesagt, bestechend, in dieser Widerstandsfähigkeit eine Eigenschaft des ruhenden, trockenen Protoplasmas zu erblicken. Diese Ansicht ist denn auch in der ersten, eingehenden botanischen Arbeit über dieses Thema, von Kurzweilly, vertreten worden und bisher noch unwidersprochen geblieben. Zwar hat Schubert in einer späteren Arbeit weit mehr Wert gelegt auf die Feststellung, daß den Membranen die Hauptfunktion bei der Resistenz gegen Alkohol u. s. w. zukomme (z. B. S. 119), ohne dies aber auf gewisse gemeinschaftliche Membraneigenschaften zurückzuführen und mit der nötigen Konsequenz durchzuführen. Es dürfte nun, bevor weiter auf diese Frage eingegangen wird, eine gründliche Widerlegung der Kurzweilly'schen Arbeit angebracht sein.

Es erscheint das um so notwendiger, als die dort vertretene Anschauung auch restlos Eingang in die größeren botanischen Handbücher (Pfeffer, Bd. II, S. 324; Czapek, Bd. II, S. 921) gefunden hat.

Die Betrachtung soll dabei vorerst auf das Verhalten von Samen beschränkt sein; diese dürften auch vor allem zur endgültigen Entscheidung dieser Frage wichtig sein, da es sich um Material handelt, mit dem bequem gearbeitet werden kann; auch ist es bei der im Vergleich zu einzelnen Zellen großen Masse verhältnismäßig leicht, ein Eindringen oder Herauslösen der betreffenden Medien und Inhaltsstoffe zu beobachten, und es lassen sich schließlich auch die schützenden Membranen leicht entfernen. Allerdings wird man sich hüten müssen, die hier erhaltenen Ergebnisse ohne weiteres zu verallgemeinern; doch wird man zu wertvollen Analogieschlüssen gelangen können.

Von Kurzwelly wurden folgende Samen eingehender geprüft: *Pisum*, *Triticum*, *Lepidium sativum*, *Helianthus annuus*. Über nicht geschälte Samen braucht nichts eingehenderes erwähnt zu werden: Sie zeigen eben die bekannte Resistenz gegen wasserfreien Alkohol, Äther u. s. w., wenn auch *Pisum* und *Triticum* in den mitgetheilten Fällen noch vor Jahresfrist abgestorben waren, wobei sich exsikkator-trockene Samen offenbar widerstandsfähiger zeigten. Wichtig ist für uns dagegen die Frage nach dem Verhalten geschälter Samen. Es soll nun ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß es hierbei natürlich sehr darauf ankommt, ob es sich bei dem Schälen um das Abschälen der Frucht- oder der Samenschale handelt. K. hält das überhaupt nicht auseinander. (Siehe dazu auch S. 488 dieser Abhandlung, wo auf den Unterschied zwischen verholzten und nicht verholzten Membranen in dieser Hinsicht hingewiesen ist.) Nachfolgend das Zitat (S. 315): „Das Schälen war bei *Helianthus* leicht; *Pisum* und *Triticum* ließ ich einige Zeit in Wasser weichen, worauf die Schale leicht abzulösen war. Die Samen wurden nachträglich abgetupft und im Exsikkator über Chlorcalcium schnell getrocknet. Diese Prozedur vertrugen sie, wie Kontrollaussaaten bewiesen, ohne jedwede Schädigung.

„Geschälte Samen von *Pisum* und *Triticum* wurden durch flüssiges sowie dampfförmiges Chloroform sehr rasch abgetötet. Bereits nach 24stündigem Aufenthalt in den Medien trat Keimung nicht mehr ein. Die Samen fingen zwar zu quellen an, wurden aber schnell breiig und faulten. Sie boten dasselbe Bild wie keimungsunfähige Samen von *Errum leus*. Zu denselben Resultaten ist übrigens schon B. Schmid gelangt.“

„Wie sich ungeschältes *Pisum* und *Triticum* dem Chloroform gegenüber verhalten, möchte ich erst an späterer Stelle besprechen. Vorläufig sei daher nur gesagt, daß sie weit mehr Widerstand leisten, daß demnach die Frucht- respektiv Samenschale einen nachhaltigen Schutz bietet.“

„Anders gestalten sich die Verhältnisse bei *Helianthus* insofern, als hier die geschälten Objekte relativ sehr lange den Aufenthalt in den Medien zu überstehen vermögen.“

Man ersieht also daraus, daß es sich in den beiden ersten Fällen, beim Schälen von *Pisum* und *Triticum* um eine Entfernung der Samenschale, also eine Entfernung auch der innersten und oft nur, wie bei diesen beiden, allein vorhandenen Schutzhülle handelt. Bei *Helianthus* dagegen, bei der jeder Samen auch noch eine Fruchtschale besitzt, wurde nur diese Fruchtschale entfernt, dagegen verblieb die, wenn auch sehr zarte, Samenschale an den Samen. Eine Verletzung dieser Samenschale, wie sie bei den weiter unten erwähnten Versuchen durch das Ausbrechen eines der beiden Keimlappen eintrat, wirkte aber auch hier in kurzer Zeit tödlich.

Nun zu den Versuchen mit diesen *Helianthus*-Samen, die eingehender dargestellt sind: Durch die Prozedur des Schälens darf vor allem bei der sehr zarten Beschaffenheit der Samenschale eine Verletzung derselben wohl nur schwer vermieden werden können, wodurch ein Eindringen des betreffenden Mediums dann sehr erleichtert bzw. erst ermöglicht wird. Außer einem gewissen Schutz, den die Fruchtschale gegen das unmittelbare Eindringen des Mediums bildet, kann sie eben auch indirekt wirken: dadurch, daß sie die (sehr zarte) Samenschale des eingeschlossenen Samens vor Verletzungen bewahrt. Und wenn K.'s Beobachtungen (S. 316), wonach die Flüssigkeiten nach wenigen Tagen durch die Schale zum Samen vorgedrungen sind, richtig sind, wäre dieser indirekte Schutz sogar wahrscheinlich der allein wirksame. Und zweifellos bildet die verholzte und poröse Fruchtschale keinen derartigen Schutz gegen chemisch wirkende Agentien wie die lückenlos gefügte Samenschale (siehe dazu auch wieder S. 488 dieser Abhandlung).

Wenn nun das Medium in das Sameninnere eintreten kann, so muß natürlich in diesen fetthaltigen *Helianthus*-Samen das Fett gelöst werden und zwar, wenn unsere Anschauung richtig ist, nur das Fett derjenigen Samen, in die das Medium eindringen und die es abtöten konnte, während aus den unversehrt gebliebenen Samen nichts herausgelöst wurde, weil das Lösungsmittel eben nicht eindringen konnte. Bis zu einem gewissen Grade könnte allerdings auch hier schon einiges in Lösung gegangen sein, da es nach dem weiter unten erwähnten Fall offenbar stets einige Zeit dauert, bis das Medium zum Keimlingsgewebe vorgedrungen ist. Jedenfalls aber muß eine Beziehung zwischen nicht gekeimten Samen und herausgelöstem Fett nachzuweisen sein.

Die Tabellen VIII—IX der K.'schen Arbeit ließen eine Berechnung möglich erscheinen, wobei aus den weiter unten angeführten Gründen die Alkoholreihe weggelassen wurde, ebenso die Wirkung der dampfförmigen Medien, da hier nur eine ganz geringe Extraktion möglich war. Zugrunde gelegt wurde das bei König angegebene Gewicht entschälter Sonnenblumen-Samen (S. 794: 100 entschälte Samen wiegen 3 g) und ihr Fettgehalt (S. 801: bei den entschälten Samen 44,31 %). Bei den Schwankungen im Wassergehalt, Gewicht u. s. w. der Samen kann es sich natürlich nur um rohe Annäherungswerte handeln: um so überzeugender dürfte aber die gefundene Übereinstimmung sein.

Nach dem von K. in den Tabellen angegebenen Gewicht der zu jedem Versuch verwendeten Samen wurde nun nach Umrechnung auf Grund der König'schen Zahlen die Anzahl der zu dem Versuch verwendeten Samen bestimmt, ferner wurde die Anzahl der nicht gekeimten, also wohl abgetöteten Samen nach den Tabellen ermittelt, wobei für den Rest der nicht eingekeimten Samen

die zuletzt, bei Abbruch des Versuches zwecks Extraktbestimmung, gefundene Keimungszahl benutzt wurde. Für den jeweiligen Keimungsversuch wurden 25 Samen genommen nach K.'s Angabe S. 304. Es konnte auf diese Weise die Zahl der im ganzen bei jedem Versuch nicht gekeimten Samen ermittelt und in Beziehung zu den gefundenen Extraktzahlen gesetzt werden. In der Tabelle ist das Ergebnis der Umrechnung zusammengestellt.

Umrechnung der Fettextraktion aus den von Kurzwelly mitgeteilten Tabellen
(entschälte Samen von *Helianthus annuus* L.).

		Gefundener Extraktgehalt		Mittlerer Fettgehalt nach König
		in % aller Samen	in % der nicht gekeimten Samen	
Bei Kurz- welly Tab. VIII	Äther	37,4	65,78	} 44,31
	Benzol	28,45	48,18	
	Schwefelkohlenstoff	33,94	43,74	
IX } Äther	32,3	49,26		
X }	Chloroform	35,1	48,52	

Wie die Gegenüberstellung zeigt, stimmt der gefundene Extraktgehalt sehr gut überein mit dem Fettgehalt, den die nicht gekeimten, also wohl abgetöteten Samen, besitzen müssen. Die Rechnung stimmt, wie man sieht, für alle vier verwendeten Medien: allerdings verhält sich die erste Ätherreihe abweichend, während die zweite gut übereinstimmt. Man muß eben auch noch beachten, daß das betreffende Medium offenbar doch einige Zeit braucht, bis es zu dem eigentlichen Keimlingsgewebe vorgedrungen ist, wie der von K. S. 317 mitgeteilte Versuch zeigt, wonach bei *Helianthus*-Samen der eine Samenlappen entfernt wurde und die Samen erst nach einiger Zeit abgestorben waren. Man muß also annehmen, daß stets etwas mehr Fett herausgelöst wurde als dem Fettgehalt der bereits abgetöteten Samen entspricht. Um so auffallender ist die Parallelität zwischen dem tatsächlich gefundenen Extraktgehalt und der Zahl der nicht gekeimten Samen.

Eine solche kann K. merkwürdigerweise nicht erblicken (S. 317): „Vergleicht man in Tabelle VIII die Keimkraft der Samen mit der Menge des herausgelösten Reservematerials (hier speziell fettes Öl), so wird man gewahr, daß der Rückgang in der Keimfähigkeit der Samen mit dem Ölverlust nicht gleichen Schritt hält. Denn Äther hat ca. 4 g (= 37,4 %) entzogen, und der Alkohol noch nicht 0,5 g (= 2,64 %), Benzol etwas über 2,5 g (= 28,45 %). Schwefelkohlen-

stoff ca. 3,5 g (= 33,34 %). Gleichwohl ist in den drei ersten Fällen die Schädigung der Samen ungefähr dieselbe, im vierten Falle eine unverhältnismäßig schwere.“

Dazu muß erstens bemerkt werden, womit wir auf den Grund des oben erwähnten Weglassens der Alkoholreihe zu sprechen kommen, daß Öl und Fett in kaltem, selbst absolutem Alkohol nahezu unlöslich sind (siehe z. B. Molisch S. 107; nur das Rizinusöl macht nach ihm eine Ausnahme; und Tunmann S. 155/156). Es ist dieses Argument also ohne weiteres hinfällig. Zweitens zeigt die von mir gegebene Umrechnung, daß die Parallelität zwischen herausgelöstem Fett und nicht gekeimten, d. h. doch wohl abgetöteten, Samen in Wirklichkeit sehr wohl besteht. Wenn K. S. 317/318 meint, „daß der Ölverlust primär gar nicht so sehr in Frage kommen kann, sondern die spezifische Wirkung des Mediums in erster Linie ausschlaggebend ist“, so ist das ja allerdings richtig (siehe im Anschluß daran die Betrachtungen Pfeffer's S. 324), aber wir haben hier an dem Prozentsatz des herausgelösten Fettes und Öles die einzige Handhabe für die Entscheidung der Frage, ob das Medium in den Samen eingedrungen ist und müssen denn auch die aus diesen Beobachtungen gezogenen Schlüsse beachten. Und diese sagen uns eben, daß nicht gekeimte, also wohl abgetötete, Samen und herausgelöstes Fett in konstantem Verhältnis zueinander stehen, das fast genau dem normalen Fettgehalt dieser Samen entspricht. Und die ganze Ausführung zeigt ja auch, welchen Wert K. selbst auf dieses Argument legt.

Von diesem Standpunkt aus ist denn auch folgender Fall besonders wichtig: Bei voller Keimfähigkeit eines ölhaltigen Samens innerhalb der Zeit, die er in einem der fraglichen Medien verbracht hat, muß also der Extraktgehalt gleich Null sein: das ist eben der von K. für *Lepidium sativum* mitgeteilte Fall (Tab. XIII): Die Samen hatten nach etwa 1 Jahr fast ihre volle Keimfähigkeit behalten. Dazu bemerkt Verf. S. 321: „In den Tabellen XI—XIII spielt die Frage des Herauslösens keine besondere Rolle, da die bei diesen verwendeten Objekte wenig oder keine Stoffe enthalten, die in Chloroform sich lösen. In der Tat sind die Flüssigkeiten mit Ausnahme derer, die über *Pisum* gestanden haben, fast farblos und hinterlassen keinen wesentlichen Rückstand.“ Es braucht dazu wohl nur erwähnt zu werden, daß *Lepidium* eine typische Ölfrucht mit 50—60 % Gehalt an fettem Öl (Schädler, S. 697/698) ist. Es ist hier also nichts herausgelöst worden, d. h. das Medium ist nicht eingedrungen und die Samen blieben infolgedessen am Leben. Ausdrücklich soll noch darauf hingewiesen werden, daß es sich dabei um Chloroform, also ein sehr gutes Fettlösungsmittel, handelte.

Ruft man sich nochmals alle hier mitgeteilten Einzelheiten ins Gedächtnis zurück, so ergibt sich doch wohl folgendes Bild:

Frucht- und Samenschale vorhanden:	längste Lebensdauer,
nur Samenschale vorhanden:	ebenso lange oder kürzere Lebensdauer,
Samenschale fehlt:	nur ganz kurze Lebens- dauer

in einem der fraglichen Medien. Das heißt doch mit anderen Worten: Je intensiver und vollkommener der Membranschutz, um so widerstandsfähiger der Samen; ohne Membranschutz keine Resistenz des Samens. Für eine Widerstandsfähigkeit des Protoplasmas ist auch nicht der geringste Beweis erbracht.

III.

Ich will nun die strittige Frage von einigen anderen Gesichtspunkten aus beleuchten. Zunächst sei auf einige unmittelbare von Kurzwelly mitgeteilte mikroskopische Beobachtungen eingegangen, indem wir gleichzeitig unsere Betrachtung wieder auf alle in Frage kommenden Pflanzen, also auch Pilze und Bakterien ausdehnen. K. hat niemals eine unmittelbare Veränderung der verwendeten Pilzsporen beim Aufenthalt in dem betreffenden Medium gesehen: S. 325 sagt er von Sporen von *Aspergillus niger* und *Phycomyces nitens*: „Ebensowenig war durch das Mikroskop eine Veränderung an den Organismen zu sehen.“ S. 330: „Mikroskopisch ließ sich bei keinem der Objekte eine Veränderung feststellen.“ Und von Hefe, die 15 Stunden lang in siedendem Alkohol war, ohne abgetötet zu sein, sagte er S. 338: „Derartige stundenlang in Alkohol gekochte Hefezellen gleichen dem exsikkator-trocknen Material durchaus und sind nicht weiter alteriert. Die Membran erscheint unverändert, der körnig aussehende Zellinhalt ist infolge des Wasserverlustes stark zusammengezogen und gewöhnlich zum Teil von der Membran abgehoben. In Wasser übertragen nehmen die Zellen ihre normale Gestalt wieder an.“

Es ist also hier bei den Hefezellen ganz deutlich Plasmolyse in dem absoluten Alkohol eingetreten, und die einzelnen Zellen zeigen genau das Aussehen der in wasserfreier Luft eingetrockneten. Es stimmt diese Beobachtung durchaus mit unserer Kenntnis von der Wirkung des Alkohols auf plasmolytische Erscheinungen (Overton, S. 180): Bekanntlich ruft danach (verdünnter) Alkohol keine Plasmolyse hervor, wenn auch eine solche nach dem plasmolytischen Wert der betreffenden Alkoholkonzentration längst eintreten müßte, da er offenbar zu schnell in das Plasma eindringt (allgemein gehören nach Overton, S. 185 die allgemeinen Anästhetika zu den am schnellsten eindringenden Körpern; siehe auch Ernst, S. 134 und Jost, S. 18). Aus dem Eintreten der Plasmolyse müssen wir also schließen, daß der Alkohol nicht in die Zelle ein-

gedrungen ist, da sonst keine Plasmolyse hätte stattfinden können. Absoluter oder auch 96 %iger Alkohol ist ja auch ein viel verwendetes Fixierungsmittel für Protoplasma (Straßburger, S. 52), was in Ergänzung dieser hier interessierenden Eigenschaft des Alkohols noch erwähnt sei.

Natürgemäß wäre diese ganze Frage restlos und einfach zu lösen, wenn es gelänge, das betreffende Medium unmittelbar in dem betreffenden Samen u. s. w. nachzuweisen, gleichzeitig aber auch nachzuweisen, daß eben dieser noch nicht abgestorben ist. Geruchs- und Geschmacksfeststellungen (Kurzweilly, S. 317) sind dazu natürlich wertlos; sie können von toten Samen herrühren oder auch von Spuren des Mediums, die sich natürlich stets in den äußersten Membranschichten finden werden. Außerdem handelt es sich dort um ein Eindringen durch die Fruchtschale, das wie schon S. 480 hervorgehoben, keinen Schluß auf das Verhalten der Samenschale zuläßt.

Ich betrachte nunmehr zur Lösung dieser Frage das Verhalten von in Alkohol gelösten Stoffen (Farbstoffe u. a., z. B. Sublimat). Wie in den bereits erwähnten Arbeiten von Krönig und Paul, Minervi, Epstein und auch von Kurzweilly festgestellt wurde, hat die Zugabe von weiteren Desinfektionsmitteln wie Sublimat, Phenol, Chromsäure, Karbol, Silbernitrat u. s. w. zu wasserarmem Alkohol durchaus keinen fördernden Einfluß auf die Abtötung der in ihm liegenden Bakterien, Samen u. s. w. Es ist nun wohl kaum anzunehmen, daß das trockene Plasma nicht durch diese Stoffe vergiftet würde, wenn sie bis zu ihm vorgedrungen wären. Wenn man schließlich auch annehmen wollte, daß eine Schädigung unterbliebe, so lange das Protoplasma sich eben noch in eingetrocknetem Zustande befindet, so müßte doch eine Vergiftung mit beginnender Wasseraufnahme stattfinden, da man kaum annehmen kann, daß das Gift derartig schnell ausgewaschen würde. Einige Schwermetallsalze (u. a. Silbernitrat) bewirken eben irreversible Fällungen der Eiweißkörper (Zsigmondy, S. 245). Eine Schädigung hat man aber, wie gesagt, nicht gefunden.

Ähnliches gilt für das Verhalten von im Medium gelösten Farbstoffen. Einige kleine von mir gemachte Beobachtungen decken sich mit denen von Schubert (S. 94 ff.). Legt man völlig unverletzte Samen (*Sinapsis alba*, *Vicia Faba*) in wasserfreien oder -armen Alkohol, dem man irgendeinen Farbstoff, beispielsweise Fuchsin, zugegeben hat, so kann man beobachten, daß der Farbstoff nicht durch die Samenschale durchzudringen vermag: nur die Cuticula und der äußerste Teil der Pallisaden bei *Vicia* zeigen sich gefärbt, alles übrige ist farblos; die Keimfähigkeit der so aussehenden Samen ist ungeschwächt. Bringt man einen feinen Nadelstich an, natürlich an einer das Keimlingsgewebe nicht verletzenden Stelle, so

kann man bemerken, daß sich das Sameninnere färbt; diese Samen zeigten sich nicht mehr keimfähig. Das gleiche gilt von Samen, deren Schale durch unbeabsichtigte Verletzung beschädigt ist.

Folgender Versuch zeigt diese Verhältnisse noch anschaulicher: 62 Samen von *Vicia Faba* wurden 3 Monate in absoluten Alkohol, dem 1% Sublimat beigefügt war, und der intensiv mit Fuchsin gefärbt war, aufbewahrt. Nach diesem Zeitraum hatten sich sehr viele in dieser Flüssigkeit dunkel gefärbt. Von diesen gefärbten Samen wurden 35 in Wasser eingekeimt: es keimte kein einziger. Von den farblos gebliebenen wurden 13 eingekeimt, davon keimten 10 bereits am zweiten Tage. Weitere 12 gefärbte und 12 ungefärbte Samen wurden mit konzentrierter Schwefelsäure nach gründlicher Abspülung mit Kochsalzlösung und Wasser wie bei einer Kjeldahl'schen Stickstoffbestimmung aufgeschlossen und in der klaren mit Wasser verdünnten Lösung Schwefelwasserstoff zum Ausfällen des eventuell vorhandenen Quecksilbers eingeleitet: Bei der von den gefärbten Samen stammenden Lösung intensiver schwarzer Niederschlag, bei der von den ungefärbten stammenden nur eine kaum erkennbare leichte Bräunung der Flüssigkeit, entsprechend einer chemisch nicht faßbaren geringen Menge Quecksilbers. In demselben Sinne fällt die Prüfung auf Alkohol aus (siehe weiter unten).

Es steht also zweifellos fest: Samen, bei denen aus einer Lösung in absolutem Alkohol Farbstoff und Sublimat eingedrungen ist, sind abgetötet, diejenigen, bei denen das nicht der Fall ist, sind noch lebend und keimfähig. Man muß wohl ein gleiches auch für den Alkohol annehmen; doch könnten hier Bedenken geäußert werden, auf die ich gleich zu sprechen komme.

Zunächst sei noch auf einige Erscheinungen aufmerksam gemacht, die im Zusammenhang mit der eben angeschnittenen Frage Erwähnung finden müssen: Günther berichtet (S. 125) über das Verhalten von Bakterien gegen in Alkohol gelöste Farbstoffe: „Rein alkoholische Lösungen der basischen Anilinfarbstoffe sind also vollkommen unfähig, Bakterien sowohl wie tierische Gewebe zu färben, und andererseits ist der absolute Alkohol unfähig, den Farbstoff aus gefärbten Bakterienzellen und aus gefärbten Zellen tierischen Gewebes zu extrahieren.“ Und nach der S. 100 von Buchner mitgeteilten Beobachtung tritt in Farblösung Plasmolyse ein, wobei zwischen dem kontrahierten Protoplasten und der Zellwandung eine ungefärbte Stelle sichtbar wird. Wir sehen also auch hier das Unvermögen von Farbstoff, in alkoholischer Lösung durch die Membran von Bakterien hindurchzudringen.

Es muß nun noch die Möglichkeit erörtert werden, ob in dem erwähnten Fall, während in den nicht abgetöteten Samen Farbstoff und Sublimat nicht in den Samen eingedrungen sind, doch der

Alkohol dies vermocht hätte, daß hier also gewissermaßen ein ähnlich semipermeables Verhalten der Membranen gegen Alkohol und in ihm gelöste Stoffe vorliege, wie wir es in dem Verhalten von Membranen gegenüber dem Wasser und gewisser in ihm gelöste Stoffe kennen. Doch ist das wohl durchaus unwahrscheinlich; es handelt sich hier bei den wasserfreien Membranen um ganz andere Verhältnisse wie bei den Diffusionserscheinungen wasserdurchtränkter Membranen¹⁾. Gleichwohl müßte diese Annahme erst noch bewiesen oder widerlegt werden.

Auf ziemlich grobe Weise läßt sich zeigen, daß in Samen, die in absolutem Alkohol liegen und keimfähig bleiben, kein Alkohol eingedrungen ist, wohl aber in die abgetöteten: wenn man von Samen, die wie in dem oben erwähnten Versuch in gefärbtem Alkohol liegen, je etwa 20 ungefärbten, deren Keimfähigkeit durch Kontrollversuche erwiesen wurde, und gefärbte, deren Abtötung ebenso durch Kontrollversuche bewiesen wurde, nach gründlicher Abspülung mit Wasser mit wenig Wasser überdestilliert, das Destillat in einem Reagenzglas auffängt, bis dieses etwa zur Hälfte voll ist, und dann auf Alkohol vermittels der Jodoformprobe prüft (wenig Natronlauge zugeben, erwärmen, Lösung von Jod in Jodkalium bis zu bleibender Gelbfärbung zugeben), so erhält man in dem Destillat der gefärbten Samen einen sofortigen intensiven Niederschlag von Jodoform, während man in dem Destillat der ungefärbten lediglich Geruch nach Jodoform bemerken kann; erst nach Stehen über Nacht scheidet sich ein äußerst minimaler Niederschlag von Jodoform ab, entsprechend einer (bei der außerordentlichen Empfindlichkeit der Reaktion) ganz geringen Alkoholmenge, wie sie sich auch bei diesen Samen in den äußersten Membranpartien oder in einem zufällig darunter geratenen nicht ganz intakten Samen finden wird. Für die Ausführung der Reaktion ist zu beachten, daß man die Samen nicht einkeimen und dann die Reaktion ausführen kann, so daß man die Gewißheit hätte, daß auch wirklich die unbeschädigten Samen und nur diese keinen Alkohol aufgenommen hätten, da bekanntlich bei der Keimung durch intramolekulare Atmung Alkohol erzeugt werden kann (Jost, S. 234). Es zeigt sich also, daß entsprechend dem Eindringen von in Alkohol gelösten Stoffen auch das Eindringen des wasserarmen Alkohols selbst in unbeschädigte Samen nicht stattfindet, daß dagegen Samen,

1) Es erscheint nicht überflüssig, an dieser Stelle darauf hinzuweisen, daß bei dem von Nernst (S. 132/133, auch Jost, S. 17) mitgeteilten Versuch, wonach ein durch eine mit Wasser durchtränkte Schweinsblase abgeschlossenes Äther-Benzol-Gemisch, das in reinen Äther tauchte, in dem aufgesetzten Steigrohr anstieg, außer der Durchtränkung der Schweinsblase mit Wasser auch alle Flüssigkeiten mit Wasser gesättigt waren, somit für unsere Frage natürlich nicht in Betracht kommt; es ist bei Jost darauf nicht hingewiesen und könnte zu Mißverständnissen Anlaß geben.

bei denen nennenswerte Mengen Alkohol in den Samen eingedrungen sind, abgetötet sind.

In diesem Zusammenhang möchte ich noch auf eine Arbeit von Kodama hinweisen, nach der die antigenen Eigenschaften von frischem und getrocknetem Pferdeeiweiß in wasserarmen Alkohol allmählich verschwinden, in wasserfreiem Alkohol und bei trockenem Fleisch allerdings am langsamsten, aber schließlich doch vollständig. Es könnte das ein Hinweis darauf sein, daß das Eiweiß, auch in trockenem Zustande in Alkohol seine typischen Eigenschaften völlig verliert. Natürlich können für das Eiweiß pflanzlicher Dauerformen wiederum besondere Gesetze gelten. Die weiter unten von Osterhout und Joel mitgeteilten Ergebnisse, wonach stärkere Gaben von Anästheticis in wässriger Lösung ein nicht reversibles Sinken der Permeabilität der Protoplasmahaut, also zweifellos eine schwere Schädigung verursachen, kommen, da für wässrige Lösungen gefunden, hier nicht in Betracht, dürften aber auch vielleicht Anhaltspunkte geben für die vorliegende Frage.

IV.

Ich wende mich nunmehr zu den Eigenschaften der Membranen, auf Grund derer wir diesen die schützende Funktion gegen das Eindringen von absolutem Alkohol u. s. w. zusprechen können. Wir betrachten zu diesem Zweck Cuticula, verholzte Membranen, Schleimschichten und Cellulose- bzw. celluloseähnliche Membranen; dazu muß endlich noch die Protoplasmahaut berücksichtigt werden; wir werden sehen, daß wir auch bei dieser ähnliche Erscheinungen gegen diese Anästhetika antreffen wie bei den Cellulose-Membranen. Der kolloidale Zustand beider ist, wie wir sehen werden, die Ursache dieser Übereinstimmung.

Der Cuticula dürfte der geringste Anteil zukommen: Einmal fehlt sie den in Frage kommenden Zellen, soweit diese nicht Samen höherer Pflanzen sind. Auch die oben bereits erwähnte Beobachtung, wonach sich bei in Alkohol liegenden Samen die Cuticula und die äußerste Schicht der Pallisaden gefärbt zeigten, deutet darauf hin. Endlich läßt sich an Samen von *Sinapis alba* die Cuticula durch kurzes Quellen der Samen zersprengen; nach dem Trocknen sind die Samen jedoch nach wie vor widerstandsfähig gegen Alkohol. Vermutlich hängt die Eigenschaft der Cuticula, wasserfreien Alkohol leichter durchtreten zu lassen, mit ihrer schweren Quellbarkeit in Wasser und umgekehrt dann auch mit der Unmöglichkeit der Koagulation in wasserentziehenden Medien zusammen: auch gegen Gase ist ja die Cuticula bekanntlich ziemlich permeabel. Sie verhält sich in dieser Hinsicht offenbar ganz wie verholzte Membranen. Ähnliches dürfte für verkorkte Membranen gelten.

Verholzte Membranen, wie sie beispielsweise in den Fruchtschalen (siehe dazu das S. 480 über die Früchte von *Helianthus annuus* Gesagte) verhalten sich ähnlich. Durch die Versuche von Sonntag wissen wir, daß verholzte Membranen im Querschnitt in Wasser kaum quellen, und beim Trocknen nicht koagulieren, eine Eigenschaft, die nach Entfernung der die Verholzung bewirkenden Stoffe wieder verschwindet, so daß sie jetzt quellbar und koagulierbar werden. Übereinstimmend damit ist nach den Versuchen von Wiesner und Molisch die verholzte Membran in trockenem Zustande durchlässiger für Gase als in feuchtem, genau umgekehrt wie die Cellulose-Membran, worauf wir gleich zu sprechen kommen. Auch hier also würden die kolloidalen plastischen Eigenschaften der Membran fehlen: das Gefüge ist durch die chemischen oder physikalischen Änderungen bei dem als Verholzung bezeichneten Vorgang starr geworden, so dass die dispersen Teilchen sich beim Trocknen nicht mehr zusammenschließen und so den Durchtritt von Stoffen verhindern können. Das ist z. B. auch bei den Versuchen Straßburger's (S. 611, 613, 629, 659, 672) über den Aufstieg von Alkohol in Pflanzenteilen zu beachten: bei der dort beobachteten Leitung von Alkohol handelt es sich eben um Leitung in verholztem Gewebe. Man könnte dann also auch nicht erwarten, daß die Tüpfelschließhäute dem aufsteigenden Alkohol in trockenem Zustande den Weg versperren würden.

Die hier betrachtete Übereinstimmung im Verhalten von Cuticula und verholzten Membranen hebt, in Hinsicht auf den Gasdurchtritt, auch Pfeffer (Bd. I, S. 165) hervor: „Dem Wesen nach verhält sich also die Zellhaut wie Leimgallerte, deren Durchlässigkeit für Gase mit dem Austrocknen mehr und mehr herabgemindert wird, während in der nicht quellenden Gipsplatte mit dem Wasserverlust Poren trocken gelegt werden, durch welche die Gase nunmehr durch freie Diffusion oder Massenströmung leichter ihren Weg finden. Offenbar ist die Imbibition mit Fettstoffen die Ursache, daß die Durchlässigkeit der Cuticula und des Korkes mit dem Austrocknen nicht so weit zurückgeht; dagegen ist noch nicht ermittelt, wodurch die verholzte Wand ähnliche Eigenschaften gewinnt.“

Schleimschichten finden sich vielfach bei Cruciferen, auf die schon Schmid hinweist. Linum, Hefe, deren schützende Wirkung, ebenso wie die der Cruciferen, auch Kurzweil y (S. 299) hervorhebt u. s. w. Ihnen dürfte da, wo sie vorhanden sind, eine erhebliche Schutzwirkung gegen das Eindringen der wasserfreien Flüssigkeiten zukommen.

Als allen widerstandsfähigen Samen, Sporen, vegetativen Zellen zukommende Membranen finden wir nun Cellulose bzw. celluloseähnliche Stoffe, deren genauere chemische und physikalische Zusammensetzung allerdings in den meisten Fällen noch

fast unbekannt ist. Man möge mir daher auch gestatten, an dieser Stelle einfach von Cellulose zu sprechen, womit nicht ausgedrückt sein soll, daß darunter stets eine typische Baumwollcellulose verstanden sein soll. Doch läßt sich das eine wohl übereinstimmend aussagen, daß alle diese Membranen kolloidale Körper sind, eine Eigenschaft, der wir die schützende Funktion gegen das Eindringen der wasserfreien Anästhetika zuschreiben müssen. Über die Auffassung der Cellulose als Kolloid siehe besonders Schwalbe, ferner Zsigmondy, S. 3, Müller, S. 11 u. s. w.

Ganz allgemein lassen sich bekanntlich Kolloide aus ihren wässrigen Lösungen durch Alkohol ausfällen: z. B. fällt Cellulose aus der Kupferoxydammoniaklösung durch Alkohol quantitativ aus. Die Pflanzenschleime lassen sich aus ihren wässrigen Lösungen ebenfalls durch Alkohol ausfällen. Auch Äther, Chloroform u. s. w. fällen Kolloide aus ihren wässrigen Lösungen aus.

Weiterhin ist festgestellt, daß die Durchlässigkeit von Gelatine- und Agar-Gallerten für Farbstoffe und Elektrolyte u. a. durch Alkohol vermindert wird (Ostwald S. 206). Ähnliche Ergebnisse haben sich für die Permeabilität der (wenigstens teilweise) kolloidalen Protoplasmahaut gezeigt: Osterhout hat durch Beigabe von Anästheticis zu Seewasser wenigstens in geringer Konzentration bei *Laminaria* eine Erhöhung des Leitungswiderstandes gefunden, die reversibel ist und auf Permeabilitätsänderungen der Protoplasmahaut beruhen soll; merkwürdigerweise trat bei stärkerer Konzentration eine irreversible Verminderung des Leitungswiderstandes ein; es ist das jedoch offenbar eine in dem eigentümlichen Bau der Protoplasmahaut gegründete Eigenschaft, wodurch sie sich in völligen Gegensatz zu dem Verhalten der Cellulose-Membran stellt und auf die wir gleich nochmals zurückkommen werden. Dasselbe hat Joel²⁾ und Höber für Versuche mit roten Blutkörperchen und verschiedene Narkoticis festgestellt. Auch Winterstein hat für tierische Membranen (Froschmuskeln) festgestellt, daß durch Zugabe von Alkohol (5%) zu Kochsalzlösung eine bedeutende Herabsetzung der Permeabilität der Muskelmembranen für Wasser stattfindet.

Zwar gelten diese Versuche nur für wässrige Lösungen; sie müssen jedoch in diesem Zusammenhang angeführt werden, um die Wirkung dieser Anästhetika in wasserarmen und wasserfreien Medien zu erläutern. Jedenfalls zeigt sich, daß unter ihrem Einfluß eine Koagulation der kolloidalen Membranen stattfindet, ein Vorgang, der in konzentrierten, wasserfreien Flüssigkeiten offenbar vollkommen werden muß bis zu völliger Undurch-

2) Dort auch eingehendere Literaturverarbeitung dieser Frage.

dringlichkeit dieser Membranen. Angaben darüber konnte ich nirgends finden³⁾.

Versuche liegen allerdings vor über das Verhalten trockener kolloidaler Membranen, von Cellulose und Gelatine, gegen die Diffusion von Gasen. Wiesner und Molisch haben gezeigt, daß Gase, wie Kohlensäure, wohl durch durchfeuchtete, nicht aber durch trockene Cellulose-Membranen durchdiffundieren können. Wenn sie S. 702 sagen: „In der trocknen Zellhaut liegen die festen Massenteilchen zweifellos zu nahe beieinander, als daß der Durchtritt der Gasmoleküle durch dieselbe direkt möglich wäre,“ und wenn sie S. 703 von „Quellung durch Wasser und Entfernung der Massenteilchen voneinander“ sprechen, so würde man das jetzt eben als den kolloidalen Zustand dieser Zellhäute definieren⁴⁾.

Die Undurchdringlichkeit kolloidaler Membranen gegen Alkohol läßt sich durch einfache Versuche zeigen: Klebt man auf ein am Ende mehrfach durchbohrtes Reagenzglas Gelatine auf, läßt diese eintrocknen und stellt dann das Rohr in ein weiteres Gefäß mit absolutem oder auch 96%igem Alkohol, so daß dieser äußerlich beträchtlich über dem durch die Gelatinemembran abgeschlossenen Bodenstück steht, so kann man sich überzeugen, daß in das Reagenzrohr keine Spur von Alkohol einzudringen vermag. Übrigens vergleichen Wiesner und Molisch S. 701 die pflanzliche Zellhaut mit einer Leim- oder Gelatineschicht, allerdings in Hinsicht auf die von ihnen untersuchte Undurchdringlichkeit gegen Gase in trockenem Zustande; Pfeffer zieht in dem oben erwähnten Zitat ebenfalls diesen Vergleich.

Auch für Cellulose-Membranen läßt sich die Undurchlässigkeit gegen Alkohol zeigen: Zu dem Versuche benutzte ich das gleiche Material, wie es Wiesner und Molisch für ihre Versuche verwendet haben: die Markscheiben aus den Ästen von *Juglans regia*. Sie werden einfach auf ein Glasrohr von etwa demselben Durchmesser wie die Markscheibe mit Gelatine und einer warmen Nadel so aufgeklebt, daß in der Mitte ein beträchtliches Stück frei von Gelatine ist; wurde das Rohr in Alkohol gestellt, so konnte auch hier kein Eindringen durch die trennende Cellulose- (und Gelatine-) Membran beobachtet werden. Auch für künstliche Cellulose-Membran, die durch Eintauchen des einen Endes eines Glasrohrs in Kollodium und Trocknenlassen hergestellt wurde, konnte das gleiche festgestellt werden. Und schließlich wurde dasselbe noch für Schalen-

3) Traube sagt allerdings (S. 534), daß bei dem System Wasser, Cellulose, Alkohol die Osmose in der Richtung vom Wasser zum Alkohol erfolge, doch scheint das lediglich aus der Resistenz von Samen gegen Alkohol geschlossen zu sein.

4) Diese Versuche haben sicher den größten Anspruch auf Wahrscheinlichkeit; Pfeffer (Bd. I, S. 165) schließt sich ihnen an, ebenso in einer neueren Arbeit Mylius (S. 22).

stücke von *Vicia Faba*, die in derselben Weise aufgeklebt wurden wie die Markscheiben von *Juglans*, gezeigt.

Es erübrigt noch, auf das oben erwähnte merkwürdige Verhalten der Protoplasmahaut zurückzukommen, bei der sich in geringer Konzentration des Anästhetikums Erhöhung, in stärkerer Verminderung des Leitungswiderstandes und der daraus geschlossenen Permeabilitätsänderungen bemerkbar machte. Joel (S. 36/37) und auch Höber nehmen das als einen Ausdruck für den zugleich kolloidalen proteiden und lipoiden Aufbau der Protoplasmahaut (Mosaiktheorie Nathansons): Auf der Oberfläche der Membran würde eine Verdichtung des Narkotikums stattfinden, unter deren Einfluß eine geringere Konzentration koagulierend auf die Kolloide wirken würde; bei stärkerer Konzentration des Narkotikums würde die Konzentration an der Membranoberfläche aber so stark werden, daß nunmehr eine Auflösung der lipoiden Bestandteile und infolgedessen eine nun irreversible Permeabilitätsänderung der Protoplasmahaut stattfände. In einer Fußnote wird S. 36 geradezu darauf hingewiesen, daß es sich bei der Protoplasmamembran um keine reine Eiweißmembran handeln könne, da dann entweder nur Senkung der Permeabilität, infolge Entquellens der Kolloide (Entziehung von Bindungswasser) oder Erhöhung stattfinden könnte. Wie man sich zu dieser Frage auch stellen mag: Jedenfalls zeigen Cellulose-Membranen einen ganz eindeutig kolloidalen Charakter, der nur in einer Permeabilitätsenkung bei steigender Konzentration der Narkotika besteht. Es war der Hinweis auf diese Frage deshalb geboten, weil nach Vorstehendem auch der Einwand, daß zwar die Membran bei Sporen, Samen u. s. w. durchlässig gegen die Anästhetika sei, diese aber durch die Protoplasmahaut zurückgehalten würden, der vielleicht auch erhoben werden könnte, nach Vorstehendem zum mindesten sehr unwahrscheinlich ist.

Bezüglich der hier in Frage kommenden schützenden Membranen muß noch darauf hingewiesen werden, daß hier offenbar nur solche Membranen in Betracht kommen, die in sich lückenlos gefügt sind, also z. B. nicht von Plasmaverbindungen durchsetzt, was bei solch abschließenden Membranen offenbar nicht der Fall ist: Bei Membranen, in denen solche vorkommen, also beispielsweise beim Studium der Aufnahme von Alkohol, in ihm gelöstem Farbstoff u. s. w. in trockene Zellen aus dem Innern eines Gewebes, müßte darauf natürlich entsprechend Rücksicht genommen werden; das ist z. B. bei den bereits erwähnten Versuchen Straßburger's der Fall, wenn es sich um die Ausbreitung von alkoholischer Farblösung seitwärts der Leitungsbahnen in Gewebe mit Cellulose-Membranen (bei trockenem Material) handelt. Das dürfte auch der Grund sein, weshalb diese Flüssigkeiten bei Samen, deren Samenschale verletzt ist, langsam zu dem Keimlingsgewebe vordringen und diese abtöten können.

V.

Schließlich sei hier noch auf eine Erscheinung hingewiesen, die in dem hier dargestellten Zusammenhang ebenfalls Interesse bietet — die Hartschaligkeit, wie sie bei vielen Leguminosen-Samen vorkommt. Bekanntlich können einige Leguminosen-Samen manchmal jahrelang im Wasser liegen, ohne zu quellen, was, wie Nobbe nachgewiesen hat, darauf beruht, daß die Samenschale kein Wasser aufzunehmen, nicht zu quellen vermag. Wir finden einige deutliche Berührungspunkte mit der Frage, die uns beschäftigt hat und die in dem kolloidalen Zustand dieser Membranen begründet ist.

Ein künstliche Hartschaligkeit konnte Hiltner (S. 30) durch vorhergehendes trockenes Erhitzen auf 105° erzielen, auch durch längeres, weniger intensives Erwärmen; auch beim Trocknen über Schwefelsäure trat diese Erscheinung, wenn auch weniger stark, auf. Dasselbe konnte ich durch Behandeln von Samen von *Sinapis alba* mit siedendem absolutem Alkohol erzielen, worüber die Tabelle Auskunft gibt:

Von 20 Samen von *Sinapis alba* keimen

	normal	$1\frac{1}{2}$ Stunde in siedendem absolutem Alkohol
Nach 1 Tag	8	0
„ 2 „	9	0
„ 3 „	0	1
„ 4 „	2	7
„ 5 „	0	4
„ 6 „	0	2
„ 7 „	0	4
„ 8 „	0	1
Zusammen:	19 = 95 %	19 = 95 %

Es zeigt sich also eine ganz bedeutende Verzögerung der Keimung durch diese Behandlung mit siedendem Alkohol. Kleesamen vertrugen merkwürdigerweise diese Behandlung nicht: die Samen waren fast alle aufgeplatzt und tot, nur ein unbeschädigter keimte noch. Eine solche Verzögerung der Keimung findet auch nach sehr langem Liegen in kaltem konzentriertem Alkohol statt. Das hat auch Kurzweily (S. 314) beobachtet. Nur dürfte es sehr fraglich sein, ob wir hier, wie K. meint, in allen Fällen eine „Schwächung“ der Samen vor uns haben (siehe auch Schubert S. 116).

Vielmehr dürfte in der Wasserentziehung, der Austrocknung der Samenschalen, das wirksame Moment zu erblicken sein. Mit intensiverer Austrocknung wird auch eine stets weiter fortschreitende Koagulation der kolloidalen Membranen stattfinden. Von großem Interesse in dieser Hinsicht wird sich vermutlich die sogenannte Lichtlinie in den Pallasenzellen der Samenschale der Legu-

minoson und noch anderer Pflanzenfamilien erweisen: Soweit sich aus der bei Harz (S. 369) zusammengestellten Literatur ersuchen läßt, handelt es sich bei dieser um keine morphologisch oder chemisch verschiedene Schicht, sondern durch physikalische Beschaffenheit, dichtere Lage der Moleküle, geringeren Wassergehalt hervorgerufene Modifikation der normalen Cellulose-Membran der Pallasaden. In Zusammenhang damit steht auch die von Kurzweilly (S. 311 ff.) mitgeteilte Tatsache, daß sich exsiccatorrockene Samen durchweg resistenter zeigten als lufttrockene.

Dabei wird dieser Vorgang offenbar bis zu einem gewissen Grade irreversibel, wie man an dem Unvermögen der jahrelang ohne zu quellen in Wasser liegenden hartschaligen Samen sieht. Einen analogen Vorgang finden wir allgemein bei Kolloiden (Ostwald, S. 384/385): „Bleiben die Systeme längere Zeit z. B. unter Alkohol, so verlieren sie allmählich ihre Quellbarkeit. Hiermit im Zusammenhang steht auch die Tatsache, daß eine zu weit gehende Entwässerung ebenfalls schädlich auf das Quellungsvermögen des festen Körpers einwirkt.“ Ob mit dieser weitgehenden Entwässerung bei Cellulose-Membranen schließlich auch noch sonstige Veränderungen stattfinden, wie eventuell Übergang derselben in kristallinen Zustand, wie es bei anorganischen Kolloiden der Fall ist, und womit natürlich auch die Permeabilitätsverhältnisse durchgreifende Veränderungen erfahren würden, sei dahingestellt.

VI.

Wenn zum Schluß nochmals die in dieser Abhandlung angeschnittenen Fragen zusammengefaßt werden, so ergibt sich: Ein Beweis für die Immunität des trockenen pflanzlichen Protoplasmas gegen wasserfreien (oder auch wasserarmen) Alkohol, sowie gegen wasserfreien Äther, Chloroform und andere Anästhetika und wasserfreie organische Flüssigkeiten ist bisher noch nicht erbracht. Dagegen ist die Cellulose und ihre mehr oder weniger stark veränderten Modifikationen, aber mit Ausschluß der verholzten Membranen, vermöge ihrer Eigenschaften als koloidaler Körper in trockenem Zustande für diese wasserfreien Flüssigkeiten impermeabel, womit diese vermeintliche Resistenz des pflanzlichen Protoplasmas eine ganz grob mechanische Erklärung findet.

Es mag nochmals hervorgehoben werden, daß hier nicht alle Punkte im einzelnen kritisch gesichtet und behandelt werden sollten und, bei unseren bisher noch sehr lückenhaften Kenntnissen der einzelnen Fragen, auch nicht behandelt werden konnten, sondern daß lediglich das Grundprinzip der vorliegenden Frage herausge-

arbeitet werden sollte, wie es in der Zusammenfassung nochmals dargestellt ist.

Insbesondere sei hier noch auf einen beachtenswerten Punkt hingewiesen, der schon oben behandelt wurde: Die betreffenden Medien, deren Zahl sich noch vermehren läßt (es sind ja bisher nur die gebräuchlichsten unter ihnen geprüft), werden sich natürlich nicht in allen Punkten übereinstimmend verhalten; bei dieser Betrachtung ist hauptsächlich nur Rücksicht genommen auf ihr Verhalten Cellulose-Membranen gegenüber. Schon das oben erwähnte verschiedene Verhalten der Protoplasmahaut zeigt offenbar, daß diese Resultate nicht auch auf diese ausgedehnt werden dürfen. Insbesondere dürfte die schwere Löslichkeit bis Unlöslichkeit fettartiger Stoffe in Alkohol für diesen eine Sonderstellung vermuten lassen, die ja auch in dem oben erwähnten Verhalten bezüglich des Herauslösens von Fett aus dem Innern von Samen hervorgetreten ist, wenn auch die Wirkung gleich war. So hat denn auch Osterhout gefunden, daß die irreversible Erhöhung der Protoplasmahaut-Fermeabilität, wie sie bei stärkerer Konzentration von Anästhetizis in wässriger Lösung eintritt, bei Alkohol erst bei einer bedeutend höheren Konzentration eintritt als bei Äther, Chloroform u. s. w., ein Unterschied, der allerdings nach der Auffassung dieses Autors nur graduell sein soll. Das Verhalten gegen die typischen Cellulose-Membranen dürfte dagegen im allgemeinen übereinstimmend sein.

Wenn man schließlich noch nach der biologischen Bedeutung der hier betrachteten Vorgänge fragt, so kommt eine Widerstandsfähigkeit trockener Samen, Sporen u. s. w. gegen diese Anästhetika unter natürlichen Verhältnissen selbstverständlich nicht in Betracht; wohl dürfte aber dem verhinderten Gasdurchtritt durch die trockene Membran eine erhebliche Bedeutung, vielleicht in dem oben (S. 478) von Wiesner und Molisch zitierten Sinne zukommen; interessant wäre auch in Hinsicht auf die hier dargestellten Tatsachen das Verhalten nackter Protoplasten, beispielsweise der Schwärmosporen von *Plasmopara* u. s. w.; doch dürfte gerade ihre geringe Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung ihre Verwendung als Versuchsmaterial in diesem Sinne unmöglich machen.

Nachtrag. Im Anschluß an die vorstehenden Betrachtungen dürfte noch auf die Semipermeabilität, wie man sie bei verschiedenen Gramineen-Samen gefunden hat (Brown, Schroeder, Gassner u. a.) hingewiesen werden. Schroeder bemerkt (S. 201), in Hinsicht auf die Undurchdringlichkeit trockener Membranen für absoluten Alkohol, die er nach der oben (S. 490) von Traube mitgeteilten Notiz zitiert: „Es wäre aber nicht undenkbar, daß die selektiv permeable Schicht auch in diesem Falle die ausschlaggebende Rolle spielt.“ Das scheint mir in der Tat sehr wahrscheinlich zu sein.

Doch muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß eine Semi-permeabilität merkwürdigerweise nur für Grassamen bekannt ist, nach Schroeder soll sie z. B. bei Erbsen fehlen: Das würde dann allerdings darauf hindeuten, daß doch andere Schichten die Semi-permeabilität bedingen als die für absoluten Alkohol undurchlässigen. (Schroeder denkt [S. 194] an kutinisierte oder verkorkte Membranen), doch müßte sich diese Beobachtung erst bestätigen. Es wäre z. B. nicht ausgeschlossen, daß die mit beginnender Quellung eintretende Ribbildung in der Samenschale der Leguminosen die semipermeablen Schichten zerstören würde.

Da aber nicht gewiß ist, daß wirklich die gleichen Schichten es sind, die einmal die Semipermeabilität bedingen, und andererseits in trockenem Zustande permeabel sind für absoluten Alkohol u. s. w., würde das weitere Eingehen auf diese Frage für unsere besondere Betrachtung zu weit führen; ich hoffe an anderer Stelle später darauf zurückkommen zu können.

VII.

Vornehmlich benutzte Literatur.

1. Beyer, A.: In welcher Konzentration tötet wässriger Alkohol allein oder in Verbindung mit anderen desinfizierenden Mitteln Entzündungs- und Eiterungserreger am schnellsten ab? (Zeitschrift f. Hyg. u. Infekt. LXIX. Bd., p. 225—272, 1911).
2. Czapek, F.: Biochemie der Pflanzen (Jena, Gustav Fischer, 1905).
3. Epstein: Zur Frage der Alkoholinfektion (Zeitschrift f. Hyg. u. Infekt. XXIV. Bd., p. 1—21, 1897).
4. Günther, C.: Einführung in das Studium der Bakteriologie (Leipzig, Georg Thieme, 5. Aufl. 1902).
5. Harz, C. V.: Landwirtschaftliche Samenkunde (Berlin, P. Parey, 1885).
6. Hiltner, L.: Die Keimungsverhältnisse der Leguminosensamen und ihre Beeinflussung durch Organismenwirkung (Arbeiten aus der Biologischen Abteilung f. Land- u. Forstwirtschaft am kaiserl. Gesundheitsamte, III. Bd. p. 1—102, 1903).
7. Höber, R.: Neue Versuche zur Theorie der Narkose (Deutsche Medizinische Wochenschrift, 41. Bd., p. 273—274, 1915).
8. Joel, A.: Über die Einwirkung einiger indifferenten Narkotika auf die Permeabilität roter Blutkörperchen (Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiologie, 161. Bd., p. 5—44, 1915).
9. Jost: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. (Jena, Gustav Fischer, 1908).
10. Kodama, H.: Über die Wirkung von Alkohol in verschiedener Konzentration auf die antigenen Eigenschaften von Pferdefleischeiweiß (Zeitschr. f. Hyg. u. Infekt. LXXIII. Bd., p. 30—44, 1912).
11. König, J.: Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. 4. Aufl., 20. Bd. (Berlin, J. Springer, 1904).
12. Kurzwelly, W.: Über die Widerstandsfähigkeit trockener pflanzlicher Organismen gegen giftige Stoffe (Pringsh. Jahrb. für wissenschaftl. Botanik. XXXVIII. Bd. p. 291—341, 1903).

13. Krönig, B. und Th. Paul: Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion (Zeitschr. f. Hyg. u. Infekt. XXV. Bd., p. 1—112, 1897).
14. Minervi, R.: Über die bakterizide Wirkung des Alkohols (Zeitschr. f. Hyg. u. Infekt., XXIV. Bd., p. 117—147, 1898).
15. Molisch, H.: Mikrochemie der Pflanze (Jena, Gustav Fischer, 1913).
16. Müller, A.: Allgemeine Chemie der Kolloide (Leipzig, J. A. Barth, 1907). (Als Bd. VIII in Handb. d. angew. physik. Chemie).
17. Mylius: Das Polyderm (Bibliotheka Botanika, Heft 79, 1913).
18. Nernst, W.: Theoretische Chemie (Stuttgart, Friedrich Enke, 6. Aufl. 1909).
19. Nöbbe, F.: Handbuch der Samenkunde (Berlin, Wiegandt, Hempel u. Parey, 1876).
20. Osterhout, W. J. V.: The decrease of permeability produced by anesthetics (Botanical Gazette, LXI. Bd., p. 148—158, 1916).
21. Ostwald, W.: Grundriß der Kolloidchemie (Dresden, Th. Steinkopf, 1909).
22. Overton, E.: Über die osmotischen Eigenschaften der lebenden Pflanzen- und Tierzelle (Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Gesellschaft Zürich, XXXIX. Bd., p. 159—201, 1904).
23. Pfeffer, W.: Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig, W. Engelmann, 1904).
24. Schädler, C.: Die Technologie der Fette und Öle des Pflanzen- und Tierreiches (Berlin, W. S. Löwenthal, 2. Aufl.).
25. Schmid, B.: Über die Einwirkung von Chloroformdämpfen auf ruhende Samen (Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. XIX. Bd., p. 71—76, 1901).
26. Schroeder, H.: Die Widerstandsfähigkeit des Weizen- und Gerstenkorns gegen Gifte und ihre Bedeutung für die Sterilisation (Centralbl. f. Bakteriol. und Parasitenkunde, Abt. II, XXVIII. Bd., p. 492—505, 1910).
27. Schubert, W.: Über die Resistenz exsikkatortrockener pflanzlicher Organismen gegen Alkohol und Chloroform bei höheren Temperaturen (Flora, C. Bd., p. 68—120, 1910).
28. Schwalbe: Die Chemie der Cellulose (Berlin, Gebr. Bornträger 1911).
29. Sonntag: Die Beziehungen zwischen Verholzung, Festigkeit und Elastizität vegetabilischer Zellwände (Landw. Jahrb. 21. Bd., p. 839—869, 1892).
30. —: Verholzung und mechanische Eigenschaften der Zellwände (Ber. d. Deutsch. botan. Ges. 19. Bd., p. 138—149, 1901).
31. Straßburger, E.: Über den Bau und die Einrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen (Jena, Gustav Fischer, 1891).
32. —: Das botanische Praktikum, IV. Aufl., Jena, Gustav Fischer, 1902).
33. Traube, J.: Die Theorie des Haftdrucks (Oberflächendrucks) und ihre Bedeutung für die Physiologie (Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiologie, 132. Bd., p. 511—538, 1910).
34. Tannmann, O.: Pflanzenmikrochemie (Berlin, Gebr. Bornträger, 1913).
35. Wiesner, J. und Molisch H.: Untersuchungen über die Gasbewegung in der Pflanze (Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Wien, LXXXV. Bd., Abt. I, p. 670—713, 1889).
36. Winterstein, H.: Die Untersuchung der osmotischen und kolloidalen Eigenschaften tierischer Gewebe (Wienermedizin. Wochenschr. 66 Bd., p. 551—554, 1916).
37. Wirgin, G.: Vergleichende Untersuchung über die keimtötenden und die entwicklungshemmenden Wirkungen von Alkoholen der Methyl-, Äthyl-, Propyl-, Butyl- und Amylreihen (Zeitschr. f. Hyg. u. Infekt. XXXVI. Bd., p. 149—167, 1914).
38. Zsigmondy, R.: Kolloidchemie. Ein Lehrbuch. Leipzig, O. Spamer, 1912).

39. Brown, A. J.: On the Existence of a Semi-permeable Membrane enclosing the Seeds of some of the Gramineae (Annals of Botany. Vol. XXI, p. 79—87, 1907).
40. Gassner, G.: Beiträge zur Frage der Lichtkeimung (Zeitschr. f. Botanik, VII. Bd., p. 609—661, 1915).
41. Schroeder, H.: Über die selektiv-permeable Hülle des Weizenkorns (Flora N. F., II. Bd., p. 186—208, 1911).

Die für die künstliche Parthenogenesis angewandten Mittel als Erreger für andere biologische Vorgänge.

Von J. Dewitz, St. Martinsbann b. Metz.

In einem vor einiger Zeit in dieser Zeitschrift veröffentlichten Aufsatz¹⁾ führt Methodi Popoff aus, „daß die Mittel für künstliche Parthenogenesis keine spezifischen, nur auf die Geschlechtszellen beschränkten Stimulantien sind, sondern daß sie den obigen theoretischen Auseinandersetzungen gemäß als allgemeine Zellstimulantien aufzufassen sind“ (p. 191).

Hierzu möchte ich bemerken, daß ich bereits vor nun fünfzehn Jahren demselben Gedanken Ausdruck gegeben habe, soweit die Ruhe von Organismen und Organen tierischen oder pflanzlichen Ursprungs und die Aufhebung dieser Ruhe in Frage kommt. Ich führte damals aus, daß die Erreger für die Entwicklung unbefruchteter Eier auch Erreger für die Weiterentwicklung von in ein Ruhestadium verfallenen Organismen und Organen sind. Da meine Ausführungen von früher (1902) dem Autor und vielleicht auch andern Personen entgangen sein dürften, so möchte ich sie hier zusammenfassen.

Ebenso wie Popoff es jetzt tut, habe ich damals ausgeführt, daß sich der Zustand der Ruhe, d. h. des Stillstands der Weiterentwicklung durch dieselben Erreger aufheben läßt, die auch die Entwicklung unbefruchteter Eier veranlassen. Ein solcher Stillstand in der Weiterentwicklung zeigt sich bei Knospen, Sporen, Zwiebeln der Pflanzen, bei Larven, Eiern, Puppen, ferner bei Stotblasten und Gemmulae. Durch Temperaturerhöhung kann die einmal eingetretene Ruhe nicht beseitigt, die unterbrochene Entwicklung nicht wieder in Gang gebracht werden. Natürlich muß nach Beendigung des Ruhezustandes die umgebende Temperatur einen solchen Grad haben, daß eine Weiterentwicklung überhaupt möglich ist. Ist eine solche Temperatur nicht vorhanden, so muß die Weiterentwicklung auch trotz der Beendigung der Ruhe unterbleiben, bis die umgebende Temperatur wieder günstiger ist. Die erwachsenen Larven der Fliege *Lucilia Caesar* verwandelten sich

1) Methodi Popoff. Künstliche Parthenogenesis und Zellstimulantien. Biolog. Zentralbl. Bd. 36, p. 175—191, 1916.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Rippel August

Artikel/Article: [Bemerkungen u^lber die vermeintliche Widerstandsfähigkeit des trockenen pflanzlichen Protoplasmas gegen wasserfreien Alkohol, Äther und andere Anästhetika. 477-498](#)