

Biologisches Centralblatt.

Begründet von J. Rosenthal.

In Vertretung geleitet durch

Prof. Dr. Werner Rosenthal

Priv.-Doz. für Bakteriologie und Immunitätslehre in Göttingen.

Herausgegeben von

Dr. K. Goebel

und

Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München.

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

Der Abonnementspreis für 12 Hefte beträgt 20 Mark jährlich.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27. Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Werner Rosenthal, z. Z. Nürnberg, Roonstr. 13, einsenden zu wollen.

Bd. XXXV.

20. April 1915.

№ 4.

Inhalt: De Vries, Über künstliche Beschleunigung der Wasseraufnahme in Samen durch Druck. — Werner, Einige Bemerkungen zu den Salamandra-Experimenten von Sečerov und Kammerer. — Schenning, Beobachtungen über den Parasitismus pelagischer Jungfische. — Brun, Das Orientierungsproblem im allgemeinen und auf Grund experimenteller Forschungen bei den Ameisen. — Wasmann, Das Gesellschaftsleben der Ameisen. Das Zusammenleben von Ameisen verschiedener Arten und von Ameisen und Termiten. Gesammelte Beiträge zur sozialen Symbiose bei den Ameisen.

Über künstliche Beschleunigung der Wasseraufnahme in Samen durch Druck.

Von Hugo de Vries.

Wie die Samen der meisten anderen Pflanzen, keimen auch diejenigen der verschiedenen Arten der Gattung *Oenothera* beim Befeuchten mit Wasser nur teilweise sofort. Manche Körner bleiben in der feuchten Erde Wochen oder Monate, nicht wenige sogar jahrelang in Ruhe, bevor sie austreiben. Diese verspäteten Körner werden als makrobiotische bezeichnet; man kann sie auch einfach Trotzer nennen. Der Gehalt der einzelnen Ernten an ihnen schwankt je nach Umständen; oft hat man Proben, welche innerhalb weniger Tage nahezu vollständig keimen, oft aber auch erhält man auf Tausende von Samen nur ganz einzelne Keimpflanzen.

Bei den mutierenden Arten liegt die Möglichkeit offenbar vor, dass diese trotzenden Samen mehr Aussicht auf neue Typen bieten als die schnell keimenden. Deshalb schien es mir wichtig, eine Methode auszuarbeiten, welche es ermöglichen würde, sämtliche oder doch nahezu sämtliche keimfähige Körner innerhalb der gewöhnlichen Zeitfrist auch wirklich zum Keimen zu bringen. Nur

in dieser Weise erhält man eine Aussicht, das Mutationsvermögen einer gegebenen Art erschöpfend kennen zu lernen und neue Arten in dieser Beziehung vollständig beurteilen zu können. Neben *O. Lamarckiana* und *O. biennis* zeigen bis jetzt etwa ein halbes Dutzend von Arten aus derselben Gruppe Mutationerscheinungen, und die Annahme scheint durchaus berechtigt, dass eine weit größere Zahl sich in derselben Weise verhalten wird.

Die trotzenden Samen bleiben nach der Aussaat im Innern trocken; das Wasser des Bodens dringt nicht in sie hinein. Sobald solches aber der Fall ist, fängt die Keimung an, vorausgesetzt, dass der Keim noch lebensfähig ist. Dieses dauert bei den von mir aufbewahrten Samen in der Regel mehrere Jahre; nach 5 Jahren darf man noch auf eine ausreichende Keimung rechnen, dann aber nimmt der Prozentsatz ziemlich schnell ab. Von der Ernte von 1907 keimen jetzt noch manche Proben in ausreichender Weise, manche andere aber sind bereits völlig abgestorben. Samen von 1905 keimen noch in einzelnen Fällen; ältere Samen lohnt es sich überhaupt nicht mehr auszusäen. Beal erwähnt einen Versuch, in welchem er Samen von einer amerikanischen Form von *O. biennis* in angefeuchtem Sande in einer Flasche in einer Tiefe von etwa einem Meter im Boden eingegraben hat. Nach einem Aufenthalt von 25 Jahren fand er noch keimfähige Samen¹⁾.

Pammel und Miss King haben neuerlich das Verhalten dieser trotzenden Samen bei Pflanzen aus verschiedenen Familien studiert, und die wichtigsten Ergebnisse aus der früheren Literatur zusammengestellt²⁾. Seit 1901 untersuchen sie die Keimfähigkeit von Unkräutern aus dem Staate Iowa unter den verschiedensten Bedingungen. Stratifizieren oder Aufbewahren in feuchtem Sande zeigte sich im allgemeinen als günstig; namentlich wenn die Samen im Winter dem Froste ausgesetzt wurden; manche Arten keimen ohne eine solche Vorbereitung, d. h. bei trockenem Aufbewahren, nicht oder fast gar nicht, aber nachher sehr kräftig. Die Zunahme der Keimkraft, bezw. die erforderliche Dauer des Stratifizierens war bei verschiedenen Arten sehr großen Schwankungen unterworfen, je nach der Härte der äußeren Samenhaut.

In den Samen der Oenotheren bildet die äußere Samenhaut aber nicht die Hartschicht. Das äußere Integument der Samenknospen besteht aus mehreren Zellschichten, nimmt aber um die Mikropyle herum an Dicke zu. Diese Zellen erhärten nicht, sondern bilden ein lockeres, pseudoparenchymatisches Gewebe, welches beim Reifen austrocknet und zusammenschrumpft. Bei Benetzung be-

1) Proc. Soc. Prom. Agric. Sci. T. 26, S. 89, 1905.

2) L. H. Pammel and Charlotte M. King, Delayed Germination, Proceedings Iowa Academy of Science Vol. XV, Contributions Botanical Department Iowa State College of Agriculture and Mechanic Arts, Nr. 45, S. 20.

feuchtet es sich sofort und in allen Körnern, ohne damit aber notwendigerweise ein Aufquellen des Keimes zu veranlassen. Denn die Hartschicht wird hier von dem inneren Integumente gebildet, welches nur aus zwei Zellschichten besteht, mit Ausnahme der nächsten Umgebung der Mikropyle, welche etwas dicker wird. Beim Reifen der Samen färbt sich dieses Integument etwas dunkler gelb bis braun, namentlich in seiner innersten Schicht und bereits in unreifen Samen bietet diese dem Eindringen von Fixierungsflüssigkeiten bedeutenden Widerstand³⁾.

Die Dauer der Zeit, während welcher aufbewahrte Samen noch am Leben bleiben können, ist bekanntlich für verschiedene Arten eine sehr verschiedene⁴⁾. Namentlich unter den Leguminosen, dann aber unter den Malvaceen und den Labiaten kommen langlebige Arten vor. Ferner unter den Cruciferen und den Gräsern, u. s. w. Ganz besonders scheint die Erscheinung unter den Unkräutern der Kulturfelder verbreitet zu sein. Vielleicht hängt dieses damit zusammen, dass das Trotzen die betreffenden Arten befähigt, die Jahre zu überleben, in denen sie nicht zur Entwicklung oder doch nicht zum Hervorbringen reifer Samen gelangen können. Am besten ist die ganze Erscheinung wohl für die sogen. kleineren Kleearten (gelblühende Arten von *Trifolium*, Arten von *Medicago*, *Melilotus* u. s. w.) bekannt. Diese keimen oft im ersten Jahre nach der Aussaat gar nicht und sind aus diesem Grunde vielfach als Kulturpflanzen unbrauchbar. In der Praxis werden sie, namentlich in Schweden, vor der Aussaat in größeren Maschinen angefeilt, und diese Behandlung bringt ihre Keimfähigkeit oft auf nahezu 100%, d. h. lässt nahezu alle Körner sofort nach der Aussaat keimen.

Dass die Keime trotzender Samen in feuchter Erde trocken bleiben, ergibt sich auch aus der bekannten Tatsache, dass manche unter ihnen in diesem Zustande die Hitze des kochenden Wassers ertragen können. In meinen Kulturen wird die Erde für die Saatschüsseln bei etwa 95° C. sterilisiert. Dadurch werden auch die Unkrautsamen in der Regel getötet, aber Samen von Kleearten überleben dieses Sterilisieren nicht gerade selten und keimen dann zwischen den Oenotheren.

Außer durch Anfeilen kann die Hartschicht trotzender Samen durch geeignete Behandlung mit verschiedenen chemischen Verbindungen für Wasser permeabel gemacht werden, und namentlich Schwefelsäure wird dazu vielfach benutzt. Ich habe entsprechende Versuche mit den Samen der Oenotheren gemacht, aber die lockere

3) J. M. Geerts, Beiträge zur Kenntnis der Cytologie und der partiellen Sterilität von *Oenothera Lamarckiana*, Amsterdam 1909, S. 31—33.

4) Vergl. namentlich A. J. Ewart, Proc. Roy. Soc. of Victoria T. 21, Pt. I, S. 1, 1898. Ewart beobachtete die Keimung von Samen von Malvaceen, Leguminosen und anderen, welche 55—77 Jahre lang aufbewahrt worden waren.

äußere Samenhaut erschwert das nachträgliche Auswaschen der Säure, und bietet dieser somit die Zeit, um in den Keim einzudringen und diesen zu töten.

Außer dieser und anderer gebräuchlicher Methoden habe ich verschiedene Mittel versucht, um die Keimkraft der Samen von *Oenothera* zu erhöhen, wie bedeutende Wechslungen in der Temperatur des umgebenden Wassers, Einwirkung von Temperaturen in der Nähe der Lebensgrenze (40—50° C. und höher), u. s. w., aber ohne damit merkbliche Erfolge zu erzielen.

Dann habe ich mich entschlossen, das Wasser unmittelbar in die Samen hineinzupressen, in der Hoffnung, damit den Keim zu erreichen und diesen zum Aufquellen zu bringen. Ich ging dabei von der geläufigen Ansicht aus, dass die quellenden Samen das Wasser durch feine Risse in ihrer Hartschicht, für gewöhnlich also in ihrer äußeren Samenhaut aufnehmen. Diese Risse befinden sich teils in der Gegend der Mikropyle, teils zerstreut über den ganzen Umfang des Kornes. In den Samen der *Oenotheren* sind sie im inneren Integumente anzunehmen, wie aus der oben gegebenen Beschreibung hervorgeht. Diese Risse sollen durch die kutikularisierten äußeren Schichten der Hartschicht bis in die angrenzenden weicheren Zellhäute oder Zellhautschichten führen. Sind sie mit Wasser gefüllt, so ermöglichen sie dessen Eintritt in den Keim, und durch das Aufquellen des Keimes werden dann bald einige unter ihnen derart erweitert, dass die Aufnahme von Wasser allmählich erleichtert und beschleunigt wird.

In den trockenen Samen, muss man aber annehmen, sind diese äußerst feinen Risschen mit Luft erfüllt. Wird nun die Hartschicht befeuchtet, so kann das Wasser in diese Risse nur dadurch eindringen, dass es die Luft in ihnen auflöst. Man nimmt nun an, dass dieses nur in den weitesten Risschen ausreichend schnell stattfinden kann, um die Keimung innerhalb einiger Tage anfangen zu lassen, dass aber in den trotzen Samen auch die größten Risse so eng sind, dass das Wasser nur ganz allmählich vordringen kann, und Wochen, Monate oder Jahre braucht, um die tieferen nicht kutikularisierten Wände der Risse zu erreichen. Sobald diese aber erreicht sind, kann auch dann das Aufquellen des Keimes anfangen.

Ich habe die Gültigkeit dieser Erklärung nicht durch eine mikroskopische Untersuchung geprüft, sondern einfach aus ihr das Prinzip meiner Methode abgeleitet. Und da ich meinen Zweck erreicht habe, glaube ich, dass dieser Erfolg wenigstens als ein Beweis für die Brauchbarkeit der Vorstellung betrachtet werden darf.

Presst man Wasser künstlich in die Risse der Hartschicht hinein, so wird man die Luft in ihnen komprimieren und damit ein Eindringen bis an die zarteren Teile der Risswände befördern. Außerdem aber beschleunigt man das Auflösen der Luft in dem

Wasser und hierdurch muss, nach kürzerer oder längerer Frist, eine völlige Ausfüllung der Risse mit Flüssigkeit erreicht werden. Ob dieses letztere erforderlich ist, dürfte schwer zu entscheiden sein, ist aber für die Praxis der Anwendung meiner Methode offenbar gleichgültig.

Es handelt sich im wesentlichen darum, wie stark der Druck sein muss und wie lange er einwirken muss. Und da die ruhenden Samen im Boden nach sehr verschiedenen Zeiten zu trotzen aufhören, darf man annehmen, dass die weitesten Risse — denn nur auf diese kommt es an — in den einzelnen Samen von sehr verschiedener Weite sind. Daraus ergibt sich dann die Erwartung, dass auch unter künstlichem Druck die Samen nicht gleichzeitig, sondern nach und nach im Innern befeuchtet werden und dass auch bei langer Versuchsdauer und sehr hohem Drucke wohl noch einige der härtesten Exemplare unberührt bleiben können. Nach meinen bisherigen Erfahrungen ist es leicht, 95 % und mehr der keimfähigen Samen rasch zum Austreiben zu bringen und bisweilen erhält man auch eine erschöpfende Auslösung der Keimkraft. Zumeist bleiben aber wohl 1—2 %, und bisweilen mehr Samen unbefeuchtet. In den gewöhnlichen Versuchen wird man ohne merklichen Schaden auf deren Mitwirkung verzichten können.

Jetzt komme ich zu der Beschreibung meines Apparates. Dieser besteht aus einem gewöhnlichen Autoklaven und einer Luftpumpe, wie solche für das Füllen von Automobilreifen benutzt werden. Der Autoklav ist ein Dampfsterilisator, der bis zu 10 Atm. Druck ertragen kann, für gewöhnlich aber nur bis zu 8 Atm. benutzt wird. Das Füllen erfordert nur etwa 5 Minuten. Der lichte Durchmesser des Behälters ist 20 cm, und es können in ihm über 100 Röhrchen mit Samenproben Platz finden.

Bevor die Samen in den Apparat gelangen, müssen sie soweit wie möglich mit Wasser gesättigt werden und muss wenigstens die lockere äußere Samenschale der *Oenothera*-Samen ganz aufgeweicht sein, damit das Wasser überall die Hartschicht berühre. Dazu werden die Samen in Glasröhrchen mit Wasser geschüttelt und während einer Nacht bei 30° C. oder während etwa 24 Stunden bei der Zimmertemperatur aufbewahrt. Im Autoklaven habe ich sie bis jetzt zumeist 2—3 Tage lang unter einem Druck von 6—8 Atm. gelassen; sie keimen während dieser Zeit bei niedriger Temperatur nicht oder lassen höchstens an ganz einzelnen Körnern die weiße Wurzelspitze sichtbar werden. Die Keimkraft der ganzen Probe erleidet durch die Behandlung gar keinen Nachteil.

Sollen die Samen in Keimschüsseln ausgesät werden, um später für die Kultur im Garten zu dienen, so müssen sie locker auf die Erde gestreut werden. Dazu ist es erforderlich, sie vorher oberflächlich abzutrocknen, was durch sanftes Pressen zwischen zwei

Tüchern leicht erreicht wird. In dieser Weise habe ich die ganze Aussaat für alle meine diesjährigen Kulturen behandelt.

Beabsichtigt man nur, die Anzahl der keimenden Körner in einer gegebenen Probe zu bestimmen, so empfiehlt es sich, die Samen nicht auf Erde auszustreuen. Auch das Auslegen auf feuchtes Fließpapier ist zumeist ungenügend, um sämtliche Körner keimen zu lassen. Am besten ist es, sie in einer kapillaren Wasserschicht an einer Glaswand hangen zu lassen. Man kann dazu umgekehrte Uhrgläser oder Schälchen benutzen; am bequemsten ist es aber, sie in einer geschlossenen Glasröhre mit sehr wenig Wasser an der einen Längsseite der Wand zu verteilen und dann die Röhre horizontal hinzulegen und so zu drehen, dass die Körner an der oberen Seite haften. Hier fließt das überflüssige Wasser ab und die Samen finden gerade so viel Luft und so viel Feuchtigkeit als zu ihrem Wachstum erforderlich ist. Behufs des Auszählens der Keime werden sie dann mittels einer spiralig gedrehten Nadel aus der Röhre herausgeschoben und auf einer nassen Glasplatte ausgebreitet.

Das Ankeimen geschieht in denselben Röhrchen wie das Einpressen des Wassers im Autoklaven, nur werden die Röhren nach dem Abgießen und nötigenfalls nach dem Erneuern des Wassers mit einem Korke geschlossen. Ich benutze Röhrchen von 10 cm Länge und 1,5 cm Weite. Gewöhnlich sind nach 2 Tagen schon zahlreiche Würzelchen sichtbar geworden, wenn die Röhrchen im Keimschrank bei etwa 30° C. aufbewahrt werden. Nach 2—4 Tagen nimmt die Keimung rasch ab, und bewahrt man die Proben während längerer Zeit auf, indem man von Zeit zu Zeit die Luft in den Röhrchen erneuert, so dauert es bisweilen mehrere Wochen, bis die letzten Samen zu keimen anfangen.

Den Einfluss des Hineinpressens von Wasser kann man in verschiedener Weise prüfen. Entweder indem man von einer Probe die eine Hälfte der Operation unterwirft, die andere aber nicht, oder so, dass man in der ganzen Probe zuerst die raschkeimenden Samen wachsen lässt. Sobald man dann sieht, dass dieser Prozess aufhört oder doch sich ganz erheblich verzögert, presst man das Wasser in die noch ruhenden Samen im Autoklaven ein und bringt darauf die Röhrchen in den Keimschrank zurück. Fast stets erfolgt dann eine rasche Keimung, welche dann nur damit erlischt, dass die lebensfähigen Keime alle oder bis auf einige wenige Prozente, ihre Würzelchen sichtbar werden lassen. Nach Ablauf von weiteren 2—4 Tagen öffnet man die noch übrig gebliebenen Körner mit einer harten Stahlnadel mit umgebogener Spitze, um die Zahl der etwa noch ruhenden Keime und jene der im Samen gestorbenen Exemplare zu ermitteln.

Ich führe jetzt eine Reihe von Beispielen an, um die Einzelheiten des Prozesses näher beschreiben zu können, und beschränke

mich dabei aus leicht ersichtlichen Gründen auf die bereits mehrfach erwähnten Samen der *Oenotheren*. Für jede einzelne Probe dienten fast stets 200 aus einer einzelnen Frucht herausgenommene und abgezählte Samen. Es entspricht diese Zahl nahezu dem gewöhnlichen Gehalte einer Frucht an Samen.

Oenothera biennis und andere Arten. Die Samen von *Oenothera biennis* L., der in den holländischen Dünen und sonst in Europa weitverbreiteten Art, keimen in der Regel rasch und leicht, indem bei 30° C. unter guten Bedingungen in den ersten 5 Tagen etwa 80—90 % und mehr Würzelchen hervorgetrieben werden. In solchen Fällen lohnt es sich kaum, Wasser in sie hinein zu pumpen. Hat man aber die Samen auf spät verpflanzten, ungenügend gedüngten oder aus sonstigen Gründen schwach gebliebenen Exemplaren gesammelt, so ist die Keimkraft oft eine viel geringere. Ich wähle als Beispiel ein Exemplar von *O. biennis sulfurea*, welches im Sommer 1914 in meinem Garten wuchs und seine Blüten in Pergaminbeuteln geöffnet hatte, somit rein mit sich selbst befruchtet worden war⁵⁾.

200 Samen wurden im Keimapparat ausgelegt; es keimten bei 30° C. in 2 Tagen nur 4, darauf in den beiden nächstfolgenden Tagen noch 78 Körner. Zusammen also in 4 Tagen 41 %. Eine Kontrollprobe wurde zuerst während 2 Tagen in Wasser einem Drucke von 6 Atm. bei niedriger Temperatur ausgesetzt und kam erst dann in den Keimapparat bei 30° C. Hier keimten innerhalb 3 Tage 80 % der Samen, d. h. fast alle lebensfähigen Körner.

Durch die Anwendung künstlichen Druckes war somit die Produktion von Keimpflanzen in diesem Falle etwa verdoppelt worden.

In derselben Weise untersuchte ich *Oenothera syrticola* Bartlett⁶⁾, d. h. die schmalblättrige Art unserer Dünen, welche bis dahin *O. muricata* L. genannt wurde und deren doppeltreziproke Bastarde mit *O. biennis* früher von mir beschrieben worden sind⁷⁾. Von einem selbstbefruchteten Exemplare meiner Rasse entnahm ich einer Frucht 200 Samen. Es keimten innerhalb von 5 Tagen 30 %. Eine zweite Probe setzte ich zuerst während zweier Tage einem Drucke von 6 Atm. aus und brachte sie dann unter denselben Bedingungen wie die erste zur Keimung. Es brauchte jetzt 3 Tage um 80 %

5) Über das Entstehen dieser Varietät durch Mutation aus der leuchtend gelbblühenden Art, vergl. Th. J. Stomps, Parallele Mutationen bei *Oenothera biennis* L. Ber. d. d. botan. Gesellsch. 1914, Bd. 32, S. 179—188, und meinen Aufsatz: The Coefficient of Mutation in *Oenothera biennis* L., in Botanical Gazette, Bd. XVIII, Chicago 1915.

6) H. H. Bartlett, Twelve elementary species of *Onagra*, in *Cybele Columbian*, Vol. I, Nr. I, S. 37, 1914.

7) Über doppeltreziproke Bastarde von *Oenothera biennis* L. und *O. muricata* L. Biol. Centralbl. Bd. 31, S. 97—104, 1911, und „Gruppenweise Artbildung“, Berlin 1913, S. 39—41.

der Würzelchen hervorbrechen zu sehen. Die Keimkraft war somit durch die Anwendung des Druckes etwas mehr als verdoppelt und nahezu erschöpft worden.

Noch bedeutender werden die Differenzen, wenn man Arten mit schwacher Keimkraft wählt. Eine solche Form erhielt ich von Herrn T. D. A. Cockerell in Boulder in Colorado; ich habe sie unter dem Namen *O. Cockerelli* in meiner „Gruppenweisen Artbildung“ beschrieben und abgebildet⁸⁾. Selbstbefruchtete Samen aus den Kulturen meines Gartens keimen gewöhnlich nur spärlich, oder erwarten einen sonnigen Tag, bevor sie zu wachsen anfangen. Aus einer Frucht erhielt ich im Keimapparat bei 30° C. aus 200 Samen innerhalb von 5 Tagen nur 3 Keime. Darauf wurde eine Kontrollprobe während zweier Tage in Wasser einem Drucke von 6 Atm. ausgesetzt und darauf bei 30° C. ausgelegt. Es keimten nun in 3 Tagen 72%. Fast alle sonstigen Trotzer waren somit durch die angegebene Behandlung zum Keimen gebracht worden.

Einen vierten Versuch habe ich mit *O. suaveolens* Desf. gemacht. Auf diese Art komme ich weiter unten zurück. Ich benutzte eine schmalblättrige Varietät aus Coimbra in Portugal. Es keimten, unter 200 reinen Samen, ohne Druck in 5 Tagen nur 5,5%, nach Anwendung von Druck unter denselben Bedingungen wie in den vorigen Versuchen, innerhalb dreier Tage 14%.

Ich fasse jetzt die mitgeteilten Zahlen übersichtlich zusammen.

Einwirkung eines Druckes von 6 Atm. während zweier Tage, auf die Keimkraft.

<i>Oenothera</i>	Keimlinge nach 3 Tagen in %	Kontroll- versuche ohne Druck (5 Tage)
<i>O. biennis</i> <i>sulfurea</i>	80	41
<i>O. syrticola</i> (<i>O. muricata</i> L.)	80	18
<i>O. Cockerelli</i>	72	2
<i>O. suaveolens</i>	14	5

Die Beschleunigung der Keimung durch vorheriges Hineinpressen von Wasser in die Samen ist in allen diesen Versuchen eine auffallende. Zahlreiche weitere Versuche, namentlich mit gekreuzten Samen oder mit den Samen von Bastarden, haben diesen Satz seitdem bestätigt.

Oenothera sp. aus Minnesota. In der Umgegend des Ortes North Town Junction bei Minneapolis in Minnesota habe ich im September 1904 an verschiedenen Stellen eine bis jetzt unbeschriebene, aber von ihren Verwandten deutlich getrennte Art ge-

8) Gruppenweise Artbildung. S. 53—54 und 114—115.

sammelt⁹⁾. Aus ihren Samen habe ich eine Rasse abgeleitet und deren im Jahre 1914 in meinem Garten gereifte Samen geprüft. Ich entnahm von vier Pflanzen je eine selbstbefruchtete Frucht, zählte aus jeder 200 Samen aus und legte diese zum Keimen bei 30° C. aus. Die Keimlinge wurden nach 2 und nach 4 Tagen gezählt und entfernt. Die übrigen Samen wurden darauf bei Zimmertemperatur während dreier Tage einem Drucke von 8 Atm. ausgesetzt und wiederum zum Keimen ausgelegt. Nach 2 Tagen wurden die neuen Keimlinge abgezählt und die ungekeimten Körner mit einer Nadel geöffnet, um zu erfahren, wie viele unter ihnen etwa leer waren.

Auf demselben Beete hatte ich einige Blüten auf zwei Individuen kastriert und mit dem Pollen meiner *O. Lamarckiana* belegt. Ihre Samen wurden in derselben Weise untersucht. Ich erhielt die folgenden Zahlen.

Samen einer *Oenothera* aus Minnesota.

Einfluss künstlichen Druckes auf die Keimkraft (in %).

	Vor Anwendung des Druckes		Nach Anwendung des Druckes	Summe	Keimhaltige Samen
	2	4	2		
Nach Tagen:					
Pflanze A (Selbstbefr.)	60,5	17	3	80,5	92
" B "	8,5	17,5	42	68	87
" C "	9,5	7,5	29,5	46,5	84,5
" D "	1	2	40	43	92
" E (gekreuzt mit <i>O. Lam.</i>)	0	0	27,5	27,5	88
" F (" " " ")	0	1	37,5	38,5	95

In den Samen dieser sechs Pflanzen war die Keimkraft eine sehr verschiedene. Nur eine (A) keimte leicht und schnell, auf sie hatte die Anwendung des Druckes, wie zu erwarten, keinen wesentlichen Einfluss. In den beiden folgenden (B und C) war die Keimkraft gering: 17–26 % und die nachträgliche Behandlung hat die Anzahl der Keime auf 46,5–68 % gebracht, also mehr als verdoppelt. Die selbstbefruchteten Samen von D und die gekreuzten Samen keimten innerhalb der gewöhnlichen Keimesfrist nicht oder nahezu nicht, aber nach Anwendung des Druckes zu etwa 25–40 %. Hier würde das Studium der Nachkommen gänzlich misslungen oder doch in sehr unangenehmer Weise beschränkt worden sein, wenn die Samen nur in der gewöhnlichen Weise ausgesät worden wären. Auch habe ich für meine diesjährige Kultur die Samen dieser Pflanzen nur nach Anwendung des Druckes ausgesät.

9) Siehe die Abbildung in: Gruppenweise Artbildung, Berlin 1913, S. 35, Fig. 10.

Oenothera Lamareckiana. Auf drei zweijährigen Pflanzen wurde am Hauptstengel jeden dritten Tag eine Blüte in einem kleinen Beutel mit dem eigenen Pollen rein befruchtet; die Früchte wurden mit Marken bezeichnet und später einzeln geerntet. Nach der Ernte wurden aus jeder Frucht womöglich 200 Samen abgezählt und zum Keimen ausgelegt. Die gekeimten Samen wurden nach 2 und nach 4 Tagen gezählt. Dann wurden die übrigen in Wasser unter Druck gebracht und zwar für die Pflanze A während 24 Stunden bei 6 Atm., für B während 48 Stunden bei demselben Druck und für C 3 Tage lang bei 8 Atm. Darauf wurde wiederum die Anzahl der Keimlinge nach 2 und nach 4 Tagen ermittelt. Schließlich wurden die nicht gekeimten Samen mit einer Nadel geöffnet und die noch vorhandenen, teils noch lebenden aber ruhenden, teils toten und zu einem Zellenbrei gewordenen Keime zusammen gezählt.

Nachdem die Zählungen für die 54 Einzelproben abgelaufen waren, wurden für jede Pflanze die Summen und die Mittelzahlen berechnet. Die drei Versuche hatten den Zweck, zu ermitteln, ob der Prozentsatz der normalen Keime an den Rispen auf verschiedener Höhe, und somit zu verschiedener Jahreszeit und bei verschiedenem Wetter merkbliche Differenzen aufweisen würde.

Die ersten Blüten öffneten sich am 23. und 26. Juni und am 2. Juli; die Versuche dauerten bis etwa Mitte August, an jeder Rispe haben während dieser Zeit etwa 100 Blüten geblüht. Das Wetter war bis zum 23. Juli warm und hell und die Anzahl der geöffneten Blüten pro Tag eine verhältnismäßig große; später aber war der Himmel meist bewölkt und ging das Aufblühen langsamer vor sich. Die Keimungsprozente für die dreitägigen Perioden zeigten aber zu diesem Wechsel keine Beziehungen; sie schwankten um die Mittelzahlen der ganzen Rispe in unregelmäßiger Weise. Ich habe die Resultate in Kurven umgerechnet und diese verglichen mit den Kurven für Temperatur und Sonnenschein, welche im Versuchsgarten neben den Pflanzen ermittelt worden waren, konnte aber keinen Parallelismus nachweisen.

Da somit die Keimungsprozente auf der ganzen Rispenlänge dieselben waren, verzichte ich auf die Mitteilung der Einzelzahlen und gebe nur die aus den Summen berechneten Prozentzahlen für die drei Rispen. Sie sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt.

Aus dieser Tabelle ergibt sich, dass die drei untersuchten Pflanzen sich im wesentlichen gleich verhielten. Die Keimungsgeschwindigkeit war unter den günstigen Bedingungen des Versuchs in den ersten Tagen eine bedeutende (4,5—15%), fiel dann aber rasch auf 1,5—4,5% herab. Zahlreiche Kontrollversuche haben gelehrt, dass diese Abnahme unter sich gleich bleibenden Bedingungen längere Zeit anzuhalten pflegt bis schließlich in mehreren Wochen nur noch ganz einzelne Samen nachkeimen.

Oenothera Lamarckiana.

Keimungsprozente vor und nach Einwirkung erhöhten Druckes.

Pflanze	Anzahl der		Gekeimt nach Tagen					Ruhende Keime	Summe
	Früchte	Samen	2	4	Atm.	6	8		
A	20	3800	4,5	1,5	D. 6	18	4,5	6	34,5
B	16	3200	8	4,5	D. 6	17	2,5	5,5	37,5
C	18	3400	15	3	D. 8	22	1	5	46

Nach den vier ersten Tagen wurden die Samen in Wasser dem oben angegebenen Drucke von 6—8 Atm. ausgesetzt und darauf wiederum im Keimschrank zum Keimen bei 30° C. ausgelegt. In den beiden ersten Tagen keimten dann 17—22%, also viel mehr als vor der Einwirkung des Druckes. Darauf fiel der Prozentsatz ab, aber die Ursache davon lag in der Erschöpfung der Proben an keimfähigen Samen, denn als nach 4 Tagen die nicht gekeimten Samen geöffnet wurden, enthielten nur noch 5—6% einen Keim, während die übrigen taub waren. Unter jenen Keimen war etwa die Hälfte offenbar noch lebendig, die andere Hälfte aber gestorben und einer Fäulnis anheimgefallen, welche sie in ihre einzelnen Zellen auflöste.

Wir sehen somit, dass ohne Druck etwa 6—18% Samen keimen, dass mit Anwendung künstlichen Druckes diese Zahl um 19—23% erhöht und dadurch auf etwa 30—40% gebracht wird. Und ferner, dass nach dieser Behandlung nur noch ganz wenige Samen (etwa 3%) fortfahren zu trotzen.

Die Pflanze C enthielt in ihren Samen etwa 46% Keime; A und B aber nur 34,5 und 37,5%. Die Ursache dieses Unterschiedes liegt in der Kultur, da die beiden letzteren auf ungedüngtem oder fast ungedüngtem Boden wuchsen, während C auf einem sehr stark gedüngten Beete gepflanzt worden war. Ähnliche Unterschiede habe ich sehr oft beobachtet.

Die Samen von *Oenothera Lamarckiana* enthalten immer etwa zur Hälfte gute Keime, während diejenigen der anderen Hälfte leer sind. Diese Erscheinung ist in jüngster Zeit von O. Renner eingehend studiert worden¹⁰⁾. Er fand, dass die tauben Samen in gewöhnlicher Weise befruchtet werden und dass ihr Keim die ersten Teilungen durchläuft, dann aber zu wachsen aufhört und schließlich abstirbt. Die Samenschale entwickelt sich aber in annähernd normaler Weise, erreicht etwa dieselbe Größe und anscheinend denselben Bau wie diejenige der keimbaltigen Samen. Sie bleibt

10) O. Renner, Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera Lamarckiana* und einigen verwandten Arten. Flora Bd. VII, Heft 2, 1914, S. 115—150.

aber, soweit meine Erfahrungen reichen, auch im reifen Zustand für Wasser viel leichter permeabel. Harte Samen enthalten wohl fast stets gute Keime.

Bei günstiger Kultur fand ich im Sommer 1914 den Gehalt an keimhaltigen Samen meist etwa 43—46 % als Durchschnittszahlen aus zahlreichen Versuchen, welche je meist 400 Samen umfassten. Bei weniger günstigen Bedingungen fiel dieser Gehalt auf 32—39 % (etwa 20 Versuche mit je 400 Samen) und im Sommer 1913 war er noch bedeutend niedriger gewesen. Dass dabei die Anzahl der Renner'schen Keime zunimmt, scheint mir nicht wahrscheinlich, da die Erscheinung genau mit demjenigen übereinstimmt, was man auch bei Arten ohne solche beobachtet¹¹⁾. Doch habe ich diese Frage nicht untersucht.

Oenothera suaveolens Desf. ist eine Art, welche mit *O. Lamarckiana* in dem Besitze tauber Samen übereinstimmt. Sie wächst in Frankreich und in Portugal an zahlreichen Stellen im Freien und wurde früher als Synonym von *O. grandiflora* Ait. betrachtet. Als ich aber Samen der ersteren Art im Forste von Fontainebleau und von letzterer unweit Castleberry in Alabama gesammelt hatte und daraus die Pflanzen nebeneinander in meinem Versuchsgarten blühen ließ, ergab sich, dass diese beiden Arten durchaus verschieden sind. Die Samen der Form von Fontainebleau, im Herbst 1914 in meinem Versuchsgarten nach künstlicher Selbstbefruchtung gesammelt, enthielten nur 18—29 % guter Keime. Ich untersuchte vier Pflanzen, von jeder zwei Früchte und aus jeder Frucht 200 Samen.

Aus Portugal schickte mir Herr A. Cortezao, jetzt Direktor des landwirtschaftlichen Versuchswesens auf den westafrikanischen Inseln San Tomé und Príncipe, Samen einer Unterart von *O. suaveolens*, welche von ihm unweit Coimbra gesammelt worden waren. Ich erzog die Pflanzen daraus im Sommer 1914 und fand, dass die Blätter wesentlich schmaler waren als in der französischen Art, dass sie sonst aber mit dieser in den Hauptzügen übereinstimmten. Die nach reiner Befruchtung geernteten Samen benutzte ich zu dem folgenden Versuche. Es wurden aus zwei Früchten je 200 Samen abgezählt und zum Keimen ausgelegt. Es keimten bei 30° C. nach 2 Tagen 14,5 % und in den beiden nächstfolgenden Tagen nur noch 4 %. Darauf wurden die übrigen während dreier Tage in Wasser einem Drucke von 8 Atm. ausgesetzt und nachher 6 Tage lang im Keimapparat sich selber überlassen. Es keimten jetzt noch 10,5 %. Von den übrigen enthielten 4,5 % teils lebensfähige, teils faulende Keime, während alle übrigen leer waren. Zusammen also 33,5 % keimhaltiger und 66,5 % tauber Samen.

11) Vergl. hierüber den weiter unten beschriebenen Versuch mit einer neuen Mutante aus *Oenothera Lamarckiana*.

Durch das Einpressen des Wassers wurden hier somit etwa ein Drittel der vorhandenen Keime, welche sonst wohl ruhend geblieben wären, zum Austreiben veranlasst.

Sollte die erbliche Eigenschaft, welche das Taubwerden von mehr als der Hälfte der Samen bedingt, in *O. Lamarckiana* und *O. suarcolens* dieselbe sein, so würde man erwarten, dass ihre Bastarde denselben Gehalt an leeren Samen aufweisen würden. Dem ist aber nicht so; im Gegenteil sind die gekreuzten Samen eben so vollständig keimfähig wie diejenigen von *O. biennis* und den übrigen oben mit dieser angeführten Arten. Es geht dieses aus den beiden folgenden Versuchen hervor.

Im Sommer 1914 befruchtete ich *O. Lamarckiana* aus meiner Kultur mit dem Blütenstaub einer der aus Fontainebleau herkommenden Pflanzen und zählte nach der Ernte aus einer Frucht 200 Samen ab. Es keimten in den 3 ersten Tagen 126, in den beiden folgenden noch 54, aber in weiteren 2 Tagen nur noch ein einziger Same. Zusammen also 181. Die übrigen 19 wurden nun in Wasser während 3 Tage bei 8 Atm. Druck aufbewahrt. Nach dieser Behandlung keimten in 2 Tagen 7, in den beiden folgenden Tagen aber keine Samen, während die Untersuchung mit der Nadel noch 7 teils lebendige, teils faulende Keime und 5 Samen ohne sichtbaren Keim ergab. Im ganzen somit 195 oder 97,5 % keimhaltiger Samen.

In demselben Jahre machte ich die reziproke Kreuzung: *O. suarcolens* von Fontainebleau mit *O. Lamarckiana* aus meiner Rasse. Auf 200 Samen aus einer einzelnen Frucht erhielt ich nach 3 Tagen 59, in den folgenden beiden Tagen 41, und in den beiden darauffolgenden 18 Keimlinge. Zusammen also 118. Nach dreitägiger Einwirkung eines Druckes von 8 Atm. keimten nun in zwei weiteren Tagen noch 37 und in den beiden folgenden nur noch ein einziger Same, während die Nadelprobe noch 23 Keime aufwies. Zusammen also 179 Keime auf 200 Samen oder 89,5 %.

In beiden Versuchen war, trotz einer großen normalen Keimkraft, der Gehalt an keimenden Samen durch Anwendung des Druckes wesentlich erhöht worden (um 3,5 und 19%), und damit jener an trotzenden Keimen auf einen geringen Rest zurückgebracht.

Die mikroskopische Untersuchung der heranreifenden Samen von *O. suarcolens* verspricht, in Verbindung mit den oben erwähnten Befunden an *O. Lamarckiana* und den beiden Kreuzungen, wichtige Ergebnisse, doch habe ich eine solche noch nicht angefangen.

Oenothera Lamarckiana mut. *rubricalyx* Gates. Die meisten Mutanten von *O. Lamarckiana* verhalten sich in bezug auf die Keimfähigkeit wie die Mutterart. Es lohnt sich deshalb nicht, hier mehr als ein Beispiel anzuführen. Ich wähle dazu die schöne von Gates gewonnene *O. rubricalyx*. Sie entstand in seinen Versuchen aus

O. rubrinervis, von der sie sich namentlich durch die dunkelroten Blütenkelche unterscheidet¹²⁾. Sie stellt nach Gates eine progressive Mutation dar. Ich erhielt einige Samen von Herrn Gates im Winter 1913/14 und erzog daraus etwa 25 Pflanzen, welche sämtlich geblüht haben. Aus einer selbstbefruchteten Frucht zählte ich 200 Samen aus und überließ diese in der üblichen Weise der Keimung.

Die Einrichtung des Versuches war genau dieselbe wie im letztbeschriebenen Fall; ich erhielt die folgenden prozentischen Zahlen auf 200 Samen.

Oenothera rubricalyx Gates.
Einfluss künstlichen Druckes auf die Keimkraft.

	Vor Anwendung des Druckes		Nach Anwendung des Druckes	Summe	Keimhaltige Samen
Nach Tagen:	2	4	2		
Keimlinge	21	1	18,5	40,5	47

Wie man sieht, war der Erfolg ebenso deutlich als sonst. *Oenothera Lamarckiana* mut. nov. Die Eigenschaft von *O. Lamarckiana*, etwa zur Hälfte taube Samen hervorzubringen, geht bei den Mutationen nicht immer unverändert auf die neuen Formen über. Namentlich fehlt sie bei *O. gigas*. Ebenso verhalten sich einige meiner neuen, noch nicht beschriebenen Mutanten. Mit einer von diesen, welche ich vorläufig als B bezeichnen will, habe ich einen Versuch über den Einfluss der Kultur auf die Keimkraft der Samen gemacht. Die Form ist verwandt mit *O. rubrinervis*, aber nicht so spröde wie diese, blasser in der Farbe und mit lockeren Blütenrispen, und soll später veröffentlicht werden.

Ich gebe zunächst die erhaltenen Zahlen:

	Vor Anwendung des Druckes		Nach Anwendung des Druckes	Summe	Keimhaltige Samen
Nach Tagen:	2	4	3		
A. Normale Kultur	54	10,5	24	88,5	99
B. " "	15,5	19	45	79,5	99
C. Schwache Pflanze	45	6	2,5	53,5	73,5
D. " "	52	1	0	53	72,5

12) R. R. Gates, The new Phytologist, Vol. 12, Nr. 8, S. 291, 1913.

Von jeder Pflanze wurden 200 Samen aus je einer Frucht bei 30° C. zum Keimen ausgelegt, und die Keimlinge nach 2 und nach 4 Tagen ausgezählt. Darauf wurden die übrigen Samen bei Zimmertemperatur (etwa 15° C.) während dreier Tage in Wasser einem Drucke von 8 Atm. ausgesetzt und dann wieder in den Keimapparat zurückgebracht. Als nach weiteren 3 Tagen die Anzahl der neuen Keimlinge ermittelt worden war, wurden die übrigen Samen mit einer Nadel geöffnet, um zu sehen, wie viele unter ihnen deutliche Keime enthielten.

Die Pflanzen A und B standen in ausreichenden Entfernungen auf einem gut gedüngten Boden und wurden gut begossen. Die Exemplare C und D standen dicht zusammen auf schlechtem Boden und konnten sich nur kümmerlich bewurzeln. Die ersteren wurden sehr stark und grün, hatten reich ausgestattete Blütenrispen und erreichten eine Höhe von 1 m. Die letzteren blieben schwach und dünnstengelig, konnten jede nur etwa 4—6 Blüten zur Ausbildung bringen und erreichten nur 60 cm Höhe. Namentlich aber wies in ihnen eine auffallend rote Färbung des Laubes und der Kelche auf eine kümmerliche Bewurzelung hin.

Der Einfluss dieses Unterschiedes auf die Keimkraft der Samen ist auffallend. Die kräftigen Pflanzen hatten fast gar keine tauben Samen, die schwachen etwa 25 %. Die ersteren keimten zu 80—88 %, die letzteren nur zu 53 %. Die Ausbildung tauber Samen war also in diesem Falle eine Folge der künstlich stark herabgesetzten Lebensbedingungen. Ich habe in jeder der beiden Gruppen noch zwei weitere Exemplare untersucht, mit fast genau demselben Erfolg (75 und 75 %, gegen 97 und 96,5 % keimhaltiger Samen). Man darf hieraus und aus zahlreichen analogen Versuchen folgern, dass durch mangelhafte Ernährung oder Wasserversorgung u. s. w. ein nicht unerheblicher Teil der Samen ohne guten Keim bleiben kann und dass solches auch für andere Arten von *Oenothera* Geltung hat.

Bei der normalen Kultur war der Einfluss eines künstlichen Druckes auf die Keimkraft auffallend, bei den schwachen Pflanzen aber unmerklich.

Zusammenfassend sehen wir, dass Samenproben von *Oenothera*, welche unter gewöhnlichen Bedingungen eine ungenügende Anzahl von Keimlingen hervorbringen, durch sofortige oder nachträgliche Einwirkung eines Druckes von 6—8 Atm. 2—3 Tage lang, zur vollen oder nahezu vollen Keimung gebracht werden können.

Es liegt auf der Hand anzunehmen, dass durch diesen Druck das Wasser in sehr feine lufthaltige Risse der Hartschicht hineingepresst und dass dadurch ein beschleunigtes Aufquellen des Keimes ermöglicht wird.

Die Ermittlung des Gehaltes an leeren Samen, gleichgültig, ob dieser durch erbliche Ursachen oder durch ungünstige Lebensbedingungen veranlasst wurde, wird offenbar durch die Anwendung der Methode des künstlichen Druckes wesentlich erleichtert.

Einige Bemerkungen zu den Salamandra-Experimenten von Šečerov und Kammerer.

Von F. Werner (Wien).

In Band XXXIV Nr. 5 des „Biolog. Centralblattes“ (20. Mai 1914) bringt Herr Dr. Slavko Šečerov Mitteilungen über das Farbkleid von Feuersalamandern, deren Larven auf gelbem oder schwarzem Untergrunde gezogen waren. Diese Ergebnisse fordern in mancher Beziehung zu einer Kritik heraus, da sie mir nichts weniger als beweiskräftig erscheinen. Ich will dabei ganz davon absehen, dass diese Untersuchungen mit ganzen 12 Individuen, die noch dazu zu vier verschiedenen Versuchen benützt wurden, ausgeführt sind; aber sehen wir weiter. Der Verfasser hat die Versuche am 8. Mai 1911 begonnen und am 27. Juni desselben Jahres, also nach etwas mehr als 7 Wochen abgeschlossen, da um diese Zeit die Hälfte der Tiere der Hitze erlag (!), die andere konserviert wurde. Er teilte die teils dem Uterus entnommenen, teils auf natürlichem Wege geborenen Jungen eines Weibchens der Varietät *taeniata* in zwei Gruppen, in eine helle und eine dunkle, hielt von beiden einen Teil auf gelbem, einen anderen auf schwarzem Papier und beschreibt nun die Färbung der Jungen nach 7wöchigem Aufenthalte unter diesen Bedingungen. Verf. bringt nun auf einmal Abbildungen von vier Jungen (Fig. 2—5), von denen er behauptet, sie hätten unter dem Einflusse der gelben, bezw. schwarzen Unterlage ihre Zeichnung erhalten. Aber er zeigt nicht, wie sie vorher ausgesehen haben. Und das ist doch nicht so unwichtig. Wenn ein junger Salamander aus der hell- oder dunkelgraubraunen Wasserfärbung ohne weiteres in die abgebildete Landfärbung übergeht, wie will Verf. beweisen, dass die Unterlage an dem Auftreten dieser schuld ist? Wenn aber ein schwarzgelbes, anders gezeichnetes Vorstadium vorlag, warum bildet er es nicht ab und lässt unserer Phantasie alles zu erraten übrig? Ich möchte nun ferner darauf hinweisen, dass Šečerov im Irrtum ist, wenn er annimmt, die beiden Jungen, die auf Fig. 2 und 4 abgebildet sind, hätten (infolge Haltung auf gelbem Papier) mehr Gelb als das Muttertier; es scheint diese Selbsttäuschung darauf zurückzuführen zu sein, dass das Gelb namentlich bei Fig. 2 anders verteilt ist und auf dem Kopfe einen größeren zusammenhängenden Raum bedeckt als bei der Mutter. Es bleibt aber auch hier zu beweisen, dass die Gelbfärbung dem

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): de Vries Hugo

Artikel/Article: [Über ku^lnstliche Beschleunigung der Wasseraufnahme in Samen durch Druck. 161-176](#)