

Vaucheria de Baryana scheint nicht häufig, wenn auch weit verbreitet zu sein. Sie ist außer in Deutschland (Altona, Halle, Jena) unter anderm auch in der Schweiz, Frankreich, Belgien, Böhmen und Rumänien gefunden worden.

Unsere Kulturversuche erläutern den Gang der Bildung von Kalkröhren durch diese *Vaucheria* und zeigen, daß der Thallus in seinen verschiedenen Teilen in ungleichem Maße zur Bildung von Kalkkrustationen befähigt ist. In der Natur zeigte sich diese Kalkröhrenbildung so reichlich, daß es zur Entstehung eines reinen „*Vaucheria de Baryana*-Tuff“ kam.

Berlin, Juni 1923, Biologische Abteilung der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene.

Literatur.

- COHN, FERD., Über die Entstehung des Travertin in den Wasserfällen von Tivoli. — Neues Jahrb. f. Mineralogie etc., Stuttgart 1864, Seite 580–610; vgl. auch Jahresber. der schlesisch. Ges. f. vaterl. Kultur 1864.
- DAUBRÉE, A., Les eaux souterraines, Paris 1887, Bd. 2
- GEOLOGISCHES MESSTISCHBLATT v. Jena, Sekt. 71, Bl. 2 und v. Göttingen, Erläuterungen.
- HEERING, W., Chlorophyceae in Pascher, Süßwasserflora etc., 1921, Heft 7, S. 93
- ROTH, JUSTUS, Allgem. u. chem. Geologie, Berlin 1887, Bd. 2.
- WORONIN, M., *Vaucheria de Baryana* n. sp., Bot. Ztg. 1880, Bd. 38, Seite 425 bis 432, mit Taf. 7.
-

52. Otto Hesse: Über die keimungsauslösende Wirkung chemischer Stoffe auf lichtempfindliche Samen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 22. Juni 1923. Vorgetragen in der Julisitzung.)

LEHMANN und OTTENWÄLDER (6, 8) haben angegeben, daß Enzyme und Säuren auf lichtempfindliche Samen, insbesondere *Epilobium*-Samen eine keimungsauslösende Wirkung im Dunkeln auszuüben vermögen. Von GASSNER (2, 3, 4) konnte der Nachweis erbracht werden, daß vor allem N-Verbindungen auf eine Reihe lichtempfindlicher Samen im Dunkeln keimfördernd wirken. Die älteren Befunde LEHMANN-OTTENWÄLDERS und die eigenen Ergebnisse veranlaßten GASSNER (3) unter den lichtempfindlichen Samen zwei Gruppen auseinanderzuhalten: neben den von ihm gefundenen „N-Typus“ stellte er den aus den Befunden LEHMANN-OTTENWÄLDERS hervorgehenden „Säuretypus“.

Meine eigenen Untersuchungen, deren Hauptergebnisse im folgenden mitgeteilt sind, sollten zunächst die Frage klären, ob eine scharfe Unterscheidung der lichtempfindlichen Samen in „Säuretypus“ und „N-Typus“ möglich und durchführbar ist. In den Versuchen wurden lichtempfindliche Samen auf molekularen Konzentrationen von Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure und Nitraten zur Keimung im Dunkeln ausgelegt. Das Auslegen erfolgte in Petrischalen auf chemisch reinem Filtrierpapier (Schleicher & Schüll Nr. 591), das mit molekularen Lösungen der vorstehenden Stoffe getränkt war. Die Petrischalen wurden durch Einhüllen in schwarzes Papier völlig lichtdicht abgeschlossen. Während der Versuchsdauer wurde sorgfältig darauf geachtet, daß die Feuchtigkeitsverhältnisse in den Petrischalen konstant blieben. Ebenso wurde peinlich der Einfluß der Temperatur insofern berücksichtigt, als nur gleichzeitig angesetzte und unter völlig gleichen Bedingungen gehaltene Versuchsreihen miteinander verglichen wurden. Die Ablesung der Dunkelkeimungen wurde bei rotem Licht in der Dunkelkammer ausgeführt. Die Ergebnisse sind demnach nach jeder Richtung hin einwandfrei.

Unsere bisherigen Kenntnisse über den Ersatz der Lichtwirkung auf lichtempfindliche Samen durch Anwendung chemischer Stoffe sind auf Grund der eigenen Versuchsergebnisse in folgender Weise abzuändern und zu erweitern. Die von LEHMANN-OTTENWÄLDER gefundene keimungsauslösende Wirkung von Säuren besteht nicht in dem von diesen Autoren angegebenen Umfang, da falsche Keimungen, die durch Anwendung zu starker Säurekonzentrationen erzielt sind, nicht berücksichtigt sind. Falsche Keimungen (vergleiche MAGNUS (7)) sind solche, die durch ihren Verlauf beweisen, daß eine tiefgreifende Schädigung des Keimlings vorliegt, der allerdings mehr oder weniger aus der Samenschale hervortritt, dabei aber offensichtliche Schädigungen aufweist. Hierher rechnen vor allem die „Keimungen“, in denen statt des normalen Austrittes des Keimwürzelchens zuerst die Ausstoßung der Keimblätter erfolgt. Solche Vorgänge sind nur scheinbare Keimungen und werden durch zu starke Konzentrationen hervorgerufen. Als wirkliche Keimungen dürfen natürlich nur normale Keimungen gerechnet werden. Diesem Umstand ist von früheren Autoren nicht Rechnung getragen worden. Gerade die nach LEHMANN-OTTENWÄLDER durch Säuren in der Keimung geförderten *Epilobium*-Samen weisen in hohem Maße solche falschen Keimungen auf. Sie sind in Wirklichkeit keine Säurekeimer, wie LEHMANN-OTTENWÄLDER angeben; ihre Keimung wird vielmehr durch N-Verbindungen

weitgehend beschleunigt. Dieser überragende Einfluß der N-Verbindungen wurde auch weiterhin bei den übrigen Versuchspflanzen festgestellt; alle untersuchten Samen: *Hypericum perforatum*, *Hypericum hirsutum*, *Veronica longifolia*, *V. maritima*, *V. latifolia*, *Verbascum Thapsus*, *V. thapsiforme*, *Lythrum Salicaria*, *Epilobium hirsutum*, *E. roseum*, *E. montanum*, *E. angustifolium* wurden deutlich durch N-Verbindungen in der Keimung gefördert. Samen, deren Keimung nur durch Säurewirkung, dagegen nicht durch N-Verbindungen gefördert wurde, wurden unter den untersuchten Pflanzen nicht gefunden; es sei nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Samen von *Epilobium hirsutum*, für die LEHMANN-OTTENWÄLDER eine Säurewirkung angeben, nur N-Verbindungen als Ersatz der Lichtwirkung erkennen lassen. Alle Samen gehören also dem N-Typus an. Unter diesen Samen gibt es nun aber eine kleine Gruppe, auf die auch die N-freien Säuren (HCl , H_2SO_4) eine keimungsauslösende Wirkung ausüben. Zu der ersten Gruppe von Samen, die wir als obligaten N-Typus bezeichnen können, d. h. die nur durch N-Verbindungen in der Keimung gefördert werden, dagegen nicht durch N-freie Säuren, gehören nach den älteren Untersuchungen GASSNERS *Ranunculus sceleratus*, *Chloris ciliata*, *Hypericum perforatum*, *Geum urbanum* und *Gloxinia hybrida* und nach den eigenen Untersuchungen *Veronica longifolia*, *V. maritima*, *V. latifolia*, *Epilobium hirsutum*, *E. roseum*, *E. montanum* und *E. angustifolium*. Zu der zweiten Gruppe, dem fakultativen N-Typus, würden wir dann die Samen rechnen, auf die außer N-Verbindungen auch N-freie Säuren eine keimungsauslösende Wirkung ausüben; hierher gehören nach den eigenen Versuchsergebnissen *Lythrum Salicaria*, *Verbascum Thapsus*, *V. thapsiforme* und *Hypericum hirsutum*. Es gibt demnach keine Samen, die ausnahmslos nur durch Säurewirkung in der Keimung gefördert werden, wie sich aus den Angaben LEHMANN-OTTENWÄLDERS schließen ließe; vielmehr geht aus den Untersuchungen hervor, daß die Säurewirkung gegenüber der N-Wirkung an Bedeutung weit zurücktritt.

Mit der Feststellung, daß der Wirkung der Säuren bei der Keimung lichtempfindlicher Samen eine untergeordnete Rolle zuzuweisen ist, verlieren die das allgemeine Problem der Lichtkeimung berührenden Ausführungen LEHMANN-OTTENWÄLDERS außerordentlich an der ihnen zugewiesenen allgemeinen Bedeutung. Diesen Ausführungen liegt der Gedanke zugrunde, daß die Säuren durch Beeinflussung des Sameninneren die Mobilisierung der Reservestoffe beschleunigen, also als Katalysatoren wirken, woraus dann weiter gefolgert wird, daß das Licht in ähnlicher Weise katalytisch

die Keimung lichtempfindlicher Samen beeinflusst. Im Gegensatz zu LEHMANN-OTTENWÄLDER führt GASSNER (4) die keimungsauslösende Wirkung chemischer Stoffe auf lichtempfindliche Samen in der Hauptsache auf eine Beeinflussung der äußeren Samenschichten, auf Veränderungen der Samenschale zurück.

Die weiteren Untersuchungen hatten den Zweck, durch Abänderung der Versuchsanstellung die Frage zu klären, ob die Wirkung keimungsauslösender Stoffe in einer Beeinflussung des Sameninneren im Sinne LEHMANN-OTTENWÄLDERS oder aber in einer Beeinflussung der äußeren Samenschichten im Sinne GASSNERS zu suchen ist. Die Versuchsausführung bestand darin, daß Samen von *Verbascum thapsiforme* kurze Zeit (20 Minuten) mit starken Konzentrationen keimungsauslösender Stoffe (HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , KNO_3) behandelt und sorgfältig mit Wasser abgespült wurden, um dann auf dest. Wasser im Dunkeln zur Keimung ausgelegt zu werden. Das Abspülen erfolgte so sorgfältig, daß ein Nachweis der Säuren und Nitrate an abgespülten Samen nicht mehr möglich war. In bestimmten Versuchen wurde außerdem das Abspülen durch geeignete Lösungen (Laugen) unterstützt. Die Samen kamen also säurefrei bzw. nitratfrei ins Keimbett. Die Konzentrationen wurden so stark gewählt, daß ein Eindringen der keimungsauslösenden Stoffe in das Innere der Samen diese töten mußte; durch Versuche, die in genau der gleichen Weise mit geritzten Samen durchgeführt wurden, wurde die Schädlichkeit der gewählten Konzentrationen im einzelnen nachgewiesen. — Bei intakten Samen wurde bei entsprechend kurzer Behandlung durch starke Säuren und Nitrate eine wesentliche keimfördernde Wirkung erzielt. Die gesamte Versuchsausführung, sowohl das Einlegen der Samen in die Säuren und Nitrate, wie Wässerung, wie Auslegen auf dest. Wasser, wie Ablesung der Keimungen, wurde, wie nochmals ausdrücklich betont sei, in der Dunkelkammer in Dunkelheit bzw. bei rotem Licht ausgeführt. Von den Versuchsergebnissen sei ein Beispiel hier wiedergegeben. Intakte Samen von *Verbascum thapsiforme* wurden 20 Minuten mit 1 mol. HNO_3 behandelt, drei Stunden gewässert und im Dunkeln bei Zimmertemperatur von $16-20^\circ$ auf dest. Wasser zur Keimung gebracht. Nach 12 Tagen waren 59,5% der Samen gekeimt, während in einem gleichzeitig angesetzten Kontrollversuch nur 16,5% Keimungen erfolgt waren. Ein unter gleichen Bedingungen durchgeführter Versuch mit geritzten Samen zeitigte das Ergebnis, daß die mit Salpetersäure vorbehandelten Samen nicht keimten, daß dagegen die nicht mit Säure vorbehandelten geritzten Samen die volle Keimfähigkeit behalten hatten.

Von besonderer Bedeutung erscheinen die weiteren Versuche, in denen die Samen statt mit Säuren und Nitraten mit Äthylalkohol vorbehandelt waren. Aus den Untersuchungen von RIPPEL (9) und anderen Autoren geht hervor, daß wasserfreier Alkohol bestimmte Samen nicht schädigt. Daher wurden Samen von *Verbascum thapsiforme* mit wasserfreiem Äthylalkohol vorbehandelt, getrocknet und auf dest. Wasser im Dunkeln zur Keimung ausgelegt. Die völlige Unschädlichkeit des absoluten Alkohols konnte bestätigt und gleichzeitig eine außerordentliche keimungsauslösende Wirkung durch die Alkoholbehandlung festgestellt werden. Wurden die Samen von *Verbascum thapsiforme* z. B. einen Tag in absoluten Alkohol gelegt, getrocknet und auf dest. Wasser bei Zimmertemperatur von 17—20° C. im Dunkeln zur Keimung gebracht, so waren nach zehn Tagen 54% der Samen gekeimt, während in dem gleichzeitig durchgeführten Kontrollversuch nur 17,5% Keimungen erfolgten. Die Durchführung der gesamten Versuche, insbesondere auch die Vorbehandlung der Samen, erfolgte natürlich wieder in einwandfreier Versuchsanstellung unter völligem Ausschluß des Tageslichtes. Eine Entscheidung, ob die keimungsauslösende Wirkung des Äthylalkohols in einer Beeinflussung des Sameninneren oder aber der Samenschale besteht, konnte in zweifacher Weise herbeigeführt werden. Wurden die intakten Samen von *Verbascum thapsiforme* mit wasserhaltigem Äthylalkohol in der oben beschriebenen Weise einen Tag vorbehandelt, so erfolgte keine Keimung; sämtliche Samen waren getötet. Wenn absoluter Alkohol nicht auf intakte, sondern auf geritzte Samen von *Verbascum thapsiforme* einwirkte, so wurden diese durch den Alkohol ebenfalls restlos abgetötet.

Das Problem der Lichtkeimung muß natürlich den obigen neuen Feststellungen in vollem Umfange gerecht werden. Es war zunächst festgestellt, daß eine Einteilung der lichtempfindlichen Samen in „Säuretypus“ und „N-Typus“ nicht aufrecht zu erhalten ist. Wir haben vielmehr gesehen, daß Säuren, Enzyme, N-Verbindungen und Äthylalkohol die Lichtwirkung ersetzen können. Allerdings stehen offensichtlich die N-Verbindungen im Vordergrund, da sämtliche untersuchten Samen durch N-Verbindungen in der Keimung im Dunkeln gefördert werden. Daneben gibt es eine kleine Gruppe, auf die auch Säuren keimfördernd wirken, neben denen noch Enzyme und Äthylalkohol als keimungsauslösende Stoffe anzuführen sind. Da sich unter diesen keimungsauslösenden Stoffen solche befinden, die bei vorübergehender Einwirkung die Samen, wenn sie irgendwie in das Innere derselben hineingelangen,

abtöten, andererseits bei intakten Samen keimungsauslösend wirken. so kann die keimungsauslösende Wirkung unmöglich nur in dem von LEHMANN-OTTENWÄLDER angegebenen Sinne einer Beeinflussung des Sameninneren bestehen. Sowohl das Verhalten starker Säuren und Nitrate wie des Äthylalkohols zeigt, daß das Problem der Lichtkeimung zu seiner Lösung in erster Linie nicht die Berücksichtigung der Einwirkung keimungsauslösender Stoffe auf das Innere des Kornes im Sinne LEHMANN-OTTENWÄLDERs, sondern eine Berücksichtigung bestimmter Vorgänge an der Oberfläche des Kornes, also der Samenschale im Sinne GASSNERs erfordert. Der Keimungsverlauf lichtkeimender Samen scheint sich in der Tat in der Weise zu vollziehen, wie GASSNER (1) es in seinen älteren Versuchen an *Chloris ciliata* gefordert hatte. Der eigentliche Keimungsverlauf des Samens (auch die Mobilisierung der Reservestoffe) erfolgt unabhängig vom Licht; in den äußeren Schichten bildet sich unter bestimmten Bedingungen in Dunkelheit ein „Hemmungsprinzip“ aus, das entweder durch das Licht oder aber durch Anwendung bestimmter chemischer Stoffe verhindert wird. Als solche Stoffe kennen wir jetzt in erster Linie N-Verbindungen, in zweiter Linie Säuren, Enzyme und Äthylalkohol. Wie wir uns diese Entstehung des „Hemmungsprinzips“, insonderheit die eigenartige Tatsache, daß so verschiedenartige Stoffe, wie N-Verbindungen, Säuren und Äthylalkohol seine Entstehung verhindern können, zu erklären haben, wissen wir heute noch nicht; ebenso wenig wissen wir, in welcher Weise sich die physikalisch-chemische Beeinflussung durch das Licht vollzieht. Selbstverständlich kann die Lichtwirkung hierbei eine katalytische sein; aber sie wäre es immer nur auf die äußeren Samenschichten und nicht auf das Innere des Kornes, wie LEHMANN-OTTENWÄLDER gefordert haben.

Nach Beendigung meiner Untersuchungen kam mir die Arbeit von GARDNER (5) zu Gesicht, die ebenfalls Beziehungen zwischen Lichtkeimung und keimungsauslösender Wirkung chemischer Stoffe und anderer Faktoren auf lichtempfindliche Samen zum Gegenstand hat. GARDNER hat gleichfalls nachgewiesen, daß in manchen Fällen der Samenschale eine wesentliche Rolle im Keimungsprozeß zuzuweisen ist, während er allerdings in anderen Fällen bei der Keimungsauslösung eine Berücksichtigung des Sameninneren fordert. Eine Stellungnahme zu den Ausführungen GARDNERs ist vorerst nicht möglich, da weitere Untersuchungen in dieser Richtung abzuwarten sind. Es sei aber nochmals betont, daß bei den von mir untersuchten Samen von *Verbascum thapsiforme* offensichtlich der Samenschale eine entscheidende Rolle im Keimungsprozeß zuzu-

weisen ist. Es sprechen in erster Linie die Versuche über die keimungsauslösende Wirkung von Äthylalkohol dafür, denen sich die Untersuchungen über die Nachwirkung von N-Verbindungen und Säuren anreihen.

Die vorstehenden Untersuchungen, deren ausführliche Wiedergabe demnächst im Bot. Archiv erfolgt, wurden 1921/22 im Bot. Institut der Technischen Hochschule zu Braunschweig ausgeführt. Es sei mir gestattet, Herrn Prof. Dr. GASSNER für die Anregung und Förderung der Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

Schriftenverzeichnis.

1. GASSNER, Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes und des Temperaturwechsels auf die Keimung von *Chloris ciliata* Jahrb. d. Hamb. Wiss. Anst. 1911. Arb. d. Bot. Inst. S. 1.
2. —, Über die keimungsauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen. Jahrb. f. w. B. 55. 1915. S. 259.
3. —, Einige neue Fälle von keimungsauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen. Berichte D. B. G. 1915. S. 218.
4. —, Beiträge zur Frage der Lichtkeimung. Z. f. Bot. 1915. S. 609.
5. GARDNER, Effect of light on germination of light-sensitive seeds. Bot. Gaz. 1921. S. 249.
6. LEHMANN u. OTTENWÄLDER, Über katalytische Wirkung des Lichtes bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. Z. f. Bot. 1913. S. 337.
7. MAGNUS, W., Hemmungsstoffe und falsche Keimung. Berichte D. B. G. 1921. Generalv. S. (19).
8. OTTENWÄLDER, Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung. Z. f. Bot. 1914. S. 785.
9. RIPPEL, Bemerkungen über die vermeintliche Widerstandsfähigkeit des trocknen pflanzlichen Protoplasmas gegen wasserfreien Alkohol, Äther und andere Anästhetika. Biol. Centralbl. 1917. S. 477.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Hesse Otto

Artikel/Article: [Über die keimungsauslösende Wirkung chemischer Stoffe auf lichtempfindliche Samen. 316-322](#)