

## Besprechungen.

### Lichtkeimungsfragen.

Eine kritische Studie mit eigenen Experimenten und solchen  
von A. Ottenwälder.

Von  
Ernst Lehmann.

Die vor kurzem veröffentlichten drei sehr bemerkenswerten Abhandlungen von Gassner<sup>1-3</sup> veranlassen mich aus verschiedenen Gründen zu etwas eingehender Besprechung. Gassners Arbeiten knüpfen an meine früheren Untersuchungen an und stehen in engster Wechselbeziehung mit denselben; ja sie behandeln teilweise ein Gebiet, dessen weitere Bebauung von mir selbst geplant war, aber durch andere Arbeiten vorläufig in den Hintergrund gedrängt wurde. Es lagen nun aber schon einige Anfänge vor, welche übrigens in voller Übereinstimmung mit den Gassnerschen Untersuchungen stehen, gerade deshalb aber an dieser Stelle in ursprünglicher Form vorgebracht werden sollen.

Weiterhin legen es die Gassnerschen Arbeiten nahe, unsere heutigen physiologischen Kenntnisse der Lichtkeimung mit den Untersuchungen aus früherer Zeit enger zu verknüpfen, was m. A. n. nicht überall genügend geschieht. Auch erfordern die immer noch komplizierter werdenden Lichtkeimungsverhältnisse heute wieder mancherlei theoretische Klärung und Sichtung. Schließlich bieten

---

<sup>1</sup>) Gassner, G, Altes und Neues zur Frage des Zusammenwirkens von Licht und Temperatur bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. Ber. d. d. Bot. Ges. 1915. **33**, 203—217.

<sup>2</sup>) Gassner, G, Über die keimungsauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **55**, 289—342.

<sup>3</sup>) Gassner, G, Einige neue Fälle von keimungsauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen. Ber. d. d. Bot. Ges. 1915. **33**, 218—232.

mir zwei noch nicht veröffentlichte kritische Versuchsreihen von Ottenwälder den Anlaß, auf einige frühere Kinzelsche Angaben zurückzukommen.

---

In der Geschichte der Lichtkeimungsuntersuchungen können wir eine Anzahl aufeinanderfolgender Perioden unterscheiden.

Anfangs wurde das Licht ganz allgemein als schädlich oder wenigstens indifferent für die Keimung betrachtet (Ingenhousz, Saussure usw.).

Sodann kamen einzelne Autoren (Caspari 1860, Peyritsch, Wiesner 1878, Wagner 1878, Stebler 1882), welche in einigen Fällen eine Förderung des Keimungsprozesses durch das Licht feststellten.

All denen trat mit größter Energie Nobbe entgegen und kämpfte sie nieder, wengleich Detmer (1880) im Hinblick auf Peyritsch-Wiesner und den Lichteinfluß auf Sporenkeimung zur Vorsicht riet und von Liebenberg (1884) die Wagner-Stebblerschen Ergebnisse durchaus bestätigt. Unter dem Eindruck von Nobbes Arbeiten und, da schwedisch geschrieben, blieb aber und bleibt noch vielfach bis heute die bedeutsamste Arbeit aus damaliger Zeit über Lichtkeimung von Jönsson (1883) ganz oder fast ganz unberücksichtigt. Auf sie gehen aber unsere wichtigsten älteren physiologischen Kenntnisse über Lichtkeimung fast durchaus zurück.

Die neue Periode der Lichtkeimungsarbeiten beginnt dann mit den Arbeiten Wiesners (1894), Heinrichers (1899), Raciorskis, welche trotz Nobbe eine Reihe Samen beschreiben, deren Keimung durch Licht gefördert wird. Die wichtige erstmalige Feststellung, daß Licht auch keimungshemmend wirken kann, bringt Remer (1904). Gekrönt wird diese Periode durch die Arbeiten von Kinzel (1907—1913), welcher die Bedeutung des Lichteinflusses, sei es fördernd, sei es hemmend, für die Keimung einer ungeheuren Menge von Samen feststellte. Man wird insonderheit Kinzels Buch (1913) immer als Fundgrube für lichtempfindliche Samen benützen können. Erst jetzt war eigentlich die allgemeine Bedeutung des Lichtes für die Samenkeimung durchaus erwiesen.

Seit dieser Zeit beginnt die Periode der Physiologie der Licht-

keimung. Ich (1911) habe schon in meinem Sammelreferat über Lichtkeimung auf das Wenige hingewiesen, was über Physiologie derselben in früheren Jahren bekannt war. Ich brauche hierauf nicht wieder im einzelnen einzugehen. Eine erneute zusammenfassende Darstellung unter Berücksichtigung der bisher erlangten Daten ist auch, ehe die Verhältnisse nicht noch viel weiter geklärt sind, nicht am Platze. Ich möchte nur vier Daten herausheben mit Bezug auf die im folgenden zu besprechenden Arbeiten:

### 1. Nachreifestadium.

Jönsson stellte fest: Das Nachreifestadium hat einen entscheidenden Einfluß auf die Einwirkung des Lichtes. Wenn auch später oft unbeachtet gelassen, so tritt die Berücksichtigung des Nachreifestadiums schon in den Arbeiten Heinrichers, vor allem aber bei Kinzel durchaus in den Vordergrund. Heute wissen wir, daß die Nachreife bei jeder Lichtkeimungsuntersuchung in erster Linie zu berücksichtigen ist. Die im folgenden zu besprechenden Abhandlungen stehen zwar im allgemeinen auf dem Boden dieser Erkenntnis, wengleich sie im einzelnen hie und da wohl noch schärfer hervortreten könnte. Ich weise an dieser Stelle nur hin auf die unter den folgenden Abschnitten hierfür aufgeführten Beispiele.

### 2. Temperatur.

Cieslar zeigte, daß der Temperatur ein wesentlicher bestimmender Einfluß bei den Lichtkeimungserscheinungen zukommt. Diesen Faktor hat verschiedentlich auch Kinzel betont. Die große Bedeutung der Berücksichtigung der absoluten Temperaturhöhe für die Lichtkeimungsfragen wurde aber erst im Anschlusse an meine eigenen Untersuchungen 1911 bis 1912 erkannt. Weiter waren es dann vor allem Gassner (1911) und Baar (1912), welche die Bedeutung der absoluten Temperaturhöhe für die Lichtkeimungserscheinungen klarlegten. Gassner hatte allerdings damals nur seine Untersuchungen über *Chloris ciliata* veröffentlicht, bei deren Keimungsverhältnissen er die Temperatur berücksichtigte. Seine aus der damaligen Zeit (Frühjahr 1912) stammenden übrigen Versuchsergebnisse werden erst in der ersten der nun zu besprechenden Arbeiten dargelegt (I).

Gassner hat eine Reihe von Pflanzen herausgewählt, an denen er den Temperatureinfluß auf die Lichtkeimung feststellt. Die Pflanzen entstammen den folgenden drei Familien:

Oenotheraceen, Hydrophyllaceen, Scrophulariaceen, welche ja auch in Kinzels, Lehmanns und Ottenwälders Untersuchungen eine besonders große Rolle gespielt haben.

Oenotheraceen.

*Epilobium roseum* und *hirsutum*. Es werden dabei die Ergebnisse der früheren Arbeiten Lehmanns und Ottenwälders bestätigt.

*Oenothera biennis*. Die Samen dieser Pflanze wurden von Ottenwälder kurz, von Gassner eingehend untersucht. Die Resultate stimmen hier nicht vollkommen überein, wenngleich sie m. E. auch keineswegs im Gegensatz zueinander stehen, wie Gassner annehmen möchte. Der Satz Ottenwälders: »Die Samen von *Oenothera biennis*, über deren Beeinflussung bei der Keimung durch das Licht schon Kinzel berichtete, zeigten dieses Verhalten nur bei Temperaturen um 20<sup>0</sup>, während bei höheren Temperaturen wohl noch eine Beschleunigung der Anfangsgeschwindigkeit der Keimung, aber nicht mehr eine Erhöhung der Keimprocente sich einstellte«, bleibt ganz zu Recht bestehen und wird in einem Falle auch durch Gassners eigene Untersuchungen gestützt. Ich stelle diese lehrreichen Ergebnisse am besten zusammen:

|                                                       |                 | hell | dunkel | Nachreife      |
|-------------------------------------------------------|-----------------|------|--------|----------------|
| Gassner 1915 (II),<br>S. 308                          | 12 <sup>0</sup> | —    | 0      | } ca. 9 Monate |
|                                                       | 19 <sup>0</sup> | 15,5 | 0,5    |                |
|                                                       | 24 <sup>0</sup> | —    | 25,0   |                |
|                                                       | 28 <sup>0</sup> | 91,5 | 63,0   |                |
| Gassner 1915 (I),<br>S. 208<br><i>Oe. grandiflora</i> | 12 <sup>0</sup> | —    | 0,5    | } ca. 6 Monate |
|                                                       | 19 <sup>0</sup> | 21   | 2,5    |                |
|                                                       | 24 <sup>0</sup> | —    | 26,5   |                |
|                                                       | 28 <sup>0</sup> | 90,5 | 61,0   |                |
| Gassner 1915 (I),<br>S. 208<br><i>Oe. parviflora</i>  | 12 <sup>0</sup> | —    | 0,5    | } ca. 6 Monate |
|                                                       | 19 <sup>0</sup> | 23,5 | 5,0    |                |
|                                                       | 24 <sup>0</sup> | —    | 31,5   |                |
|                                                       | 28 <sup>0</sup> | 90,5 | 87,0   |                |
| Ottenwälder, 1914,<br>S. 11                           | 20 <sup>0</sup> | ?    | 2,0    | } ca. 1. Monat |
|                                                       | 23 <sup>0</sup> | 16,5 | 3      |                |
|                                                       | 26 <sup>0</sup> | 69,5 | 87,5   |                |

Wenn wir z. B. Gassners dritte Versuchsreihe für *Oe. parviflora* betrachten, so zeigt sich bei 19<sup>0</sup> eine Förderung von 5,0



auf 23,5, bei 28° nur noch eine solche von 87,0 auf 90,5 und wenn man die Einzelversuche im Original ansieht, sogar zweimal 88. Bei Ottenwälders Versuch ist das Verhältnis dann bei höheren Temperaturen noch etwas mehr zugunsten der Dunkelsamen verschoben. Es kann allerdings wohl sein, daß hier aus irgendwelchen Gründen die Lichtsamen bei 26° etwas gehemmt waren. Aber auch wenn wir das annehmen, ist trotzdem jedenfalls bei Gassners dritter Versuchsreihe sowohl wie bei Ottenwälders Versuchsreihe die Lichtförderung bei ca. 20° relativ erheblich größer als bei höheren Temperaturen, worauf sie in einem Falle ganz, im anderen nahezu bzw. ganz verschwinden. Bei 30° existiert sicher in keinem Falle mehr eine nennenswerte Erhöhung der endgültigen Keimprozente.

Das Beispiel zeigt aber, wie notwendig es nunmehr wird, weitere einzelne Samenarten unter Berücksichtigung verschiedener Formen und reiner Linien und sämtlicher möglichen Versuchsbedingungen und Nachreifstadien zu untersuchen. Erst dann wollen wir feste Typen in weiterem Umfange aufstellen.

Das legt auch die nächste Versuchspflanze, *Clarkia pulchella* nahe. Gassner charakterisiert den Typus von *Clarkia* im Gegensatz zu den anderen *Oenotheraceen* folgendermaßen: Tiefes Keimungsoptimum . . . . und sehr schwache Schädigungswirkung des Lichtes bei keiner oder höchstens geringer Abhängigkeit derselben von der Höhe der Keimungstemperatur stellen die charakteristischen Merkmale des bisher unbekanntes Keimungstypus der *Clarkia*-Samen dar. Gassner hat aber nur mit 1/2- bis 3/4-jährigen Samen von *Clarkia* gearbeitet. Frische *Clarkia*samen stellen aber vielleicht — nach vielfachen anderen analogen Erfahrungen sogar fast wahrscheinlich — wieder einen anderen Typus dar. Vielleicht ist der Samen kurz nach der Reife sogar sehr lichtempfindlich, wie die übrigen *Oenotheraceen*; man vgl. dazu den klassischen *Poa*-Fall bei Jönsson.

### Hydrophyllaceen.

Ich hatte im Anschluß an Remer und Kinzel verschiedenen *Hydrophyllaceen*samen, so vor allem *Nemophila insignis* und *Whitlavia grandiflora* meine besondere Aufmerksamkeit zugewandt. Ich hatte dabei gefunden, daß bei niedrigen Temperaturen

des Kalthauses im Winter (10 bis 12<sup>0</sup>) die Keimung in Licht und Dunkel gleich oder fast gleich gut zustande kommt, bei höheren Temperaturen aber, z. B. ca. 20<sup>0</sup>, im Dunkeln noch ca. 80% Keimungen auftreten, im Licht aber nur viel weniger bis gar keine mehr. Die Samen dieser Pflanzen wurden also bei niedriger Temperatur in der Keimung durch das Licht nicht behindert, bei höherer sehr stark, die hemmende Wirkung des Lichtes auf den Keimungsprozeß wird also mit steigender Temperatur um so fühlbarer. Ich hatte zu diesem Typus auch *Phacelia tanacetifolia* gezählt auf Grund von nicht veröffentlichten vorläufigen Versuchen. Nach Gassners eingehenderen Versuchen trifft diese Verallgemeinerung vielleicht nicht ganz zu, jedoch erscheinen mir die Unterschiede zwischen *Phacelia* und den von mir untersuchten Hydrophyllen keineswegs prinzipiell, sondern nur graduell. Ich gebe hier wieder eine vergleichende Übersicht der Untersuchungen Gassners an *Phacelia* und meiner eigenen an zwei anderen Hydrophyllen.

|                         |                                     | hell       | dunkel     |                                 |
|-------------------------|-------------------------------------|------------|------------|---------------------------------|
| Gassner 1915,<br>S. 208 | 12 <sup>0</sup>                     | —          | 90         | } <i>Phacelia tanacetifolia</i> |
|                         | 19 <sup>0</sup>                     | 18         | 86         |                                 |
|                         | 24 <sup>0</sup>                     | —          | 56         |                                 |
|                         | 28 <sup>0</sup>                     | 9          | 24         |                                 |
| Gassner 1915,<br>S. 215 | 12—13 <sup>0</sup>                  | 26,5       | 76,5       | }                               |
|                         | 28 <sup>0</sup>                     | 17,5       | 44,5       |                                 |
| Lehmann 1912,<br>S. 505 | 10—12 <sup>0</sup><br>(Kalth. Dez.) | 80 bzw. 87 | 90 bzw. 87 | } <i>Nemophila insignis</i>     |
|                         | 21 <sup>0</sup>                     | 2          | 74,5       |                                 |
|                         | 22—24 <sup>0</sup>                  | 0          | 35         |                                 |
|                         | 31 <sup>0</sup>                     | 0          | 0          |                                 |
| Lehmann 1912,<br>S. 507 | 10—12 <sup>0</sup><br>(Kalth. Dez.) | 90         | 89         | } <i>Whitlavia grandiflora</i>  |
|                         | 22—24 <sup>0</sup>                  | 3,5        | 86         |                                 |
|                         | 31 <sup>0</sup>                     | 0,5        | 3          |                                 |

Wenn man die Gassnerschen Angaben bei *Phacelia tanacetifolia* betrachtet, so findet man:

|            |                    |                |
|------------|--------------------|----------------|
| im Licht   | 28 <sup>0</sup>    | 9 %            |
|            | 19 <sup>0</sup>    | 18 %           |
| im Dunkeln | 12—13 <sup>0</sup> | 26,5 %         |
|            | 28 <sup>0</sup>    | 44,5 bzw. 24 % |
|            | 24 <sup>0</sup>    | 56 %           |
|            | 19 <sup>0</sup>    | 86 %           |
|            | 12—13 <sup>0</sup> | 76,5 bzw. 90 % |

Nimmt man also bei 12 bis 13° mit 90% noch nahezu vollständige Keimung an, so ist kaum anzunehmen, daß bei noch niedriger Temperatur im Dunkeln das Keimprozent noch höher steigen kann. Im Licht hingegen macht die oben zusammengestellte Reihe ein weiteres Ansteigen der Keimprocente bei Sinken der Temperatur, also bei 8 bis 10° fast wahrscheinlich. Dann aber kämen wir hier zweifelsohne im Prinzip zu ganz demselben Ergebnis, wie bei *Nemophila* und *Whitlavia*, nur graduell verschieden, denn die schädigende Wirkung des Lichtes bei niederen Temperaturen wäre dann zweifellos geringer als bei höheren Temperaturen. Aber schon aus den vorliegenden Versuchsreihen könnte man ein solches Ergebnis herleiten, wenn man nämlich die beiden Versuchsreihen Gassners kombiniert. Gassner bekommt einmal bei 12° im Dunkeln 90%, ein anderes Mal 76,5% Keimlinge. Nimmt man nun an, im zweiten Falle hätte im Licht eine zufällige Hemmung stattgefunden und setzt statt dessen die Zahl 90% bei 12° des ersten Versuchs, wo der Lichtversuch fehlt, so ist bei

|     |                      |                |       |
|-----|----------------------|----------------|-------|
| 19° | Herabsetzung von 86% | dunkel auf 18% | Licht |
| 12° | „ „ 90%              | „ „ 26,5%      | „     |

Die Keimprocente sind also durch das Licht bei 19° 4,8 mal, bei 12° 3,4 mal vermindert, woraus also auch schon für Gassners Versuch hervorging, daß sich die hemmende Wirkung des Lichtes mit steigender Temperatur um so fühlbarer macht.

Dann aber wiederum noch etwas anderes. Gassner benutzte über 1/2 Jahre altes Samenmaterial, was noch nichts über frisches Material besagt. Der Typus *Phacelia tanacetifolia* erfordert also auch jetzt trotz der früheren Untersuchungen von Remer, Kinzel und der von Gassner nicht zitierten Arbeit von Heinricher immer noch weitere Untersuchung, und dürfte sich prinzipiell an denjenigen der von mir untersuchten *Hydrophyllen* anschließen.

#### Scrophulariaceen.

Die Ergebnisse der Untersuchung der benützten Scrophulariaceensamen (*Veronica longifolia*, *Verbascum thapsiforme*) bestätigen meine eigenen mit diesen Pflanzen erhaltenen Resultate.

So ist also heute der ausschlaggebende Einfluß der absoluten Temperaturhöhe auf den Lichteinfluß bei der Samen-



keimung nicht mehr zweifelhaft. Die angeführten Beispiele zeigen aber ebenso wie die folgenden, daß für jeden einzelnen Samen — immer unter Berücksichtigung aller übrigen Verhältnisse — die keimungsauslösende Wirkung des Lichtes im Verhältnis zur Temperatur bis ins Einzelne studiert werden muß.

### 3. Temperaturwechsel.

Auch die Erkenntnis, daß der Temperaturwechsel mit dem Lichteinfluß auf die Samenkeimung in enger Wechselbeziehung steht, geht schon bis in die 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts zurück; der Einfluß des Temperaturwechsels wirkte anfangs zweifellos recht verwirrend und hemmte die Anerkennung des Lichteinflusses bedeutend. Eidam hatte ja erkannt, daß *Poa* im Dunkeln dann zu keimen imstande ist, wenn sie bei wechselnder Temperatur gehalten wird. Als nun dann Wagner und Stebler die Lichtwirkung auf die Samen dieser Pflanze auffanden, ergaben sich zuerst Schwierigkeiten, die aber dann in der mehrfach erwähnten Arbeit von Jönsson aufgeklärt wurden. Auch v. Liebenberg (1884) hat zur Klärung dieser Verhältnisse beigetragen und Pickholz hat dann 1911 die Frage im Anschlusse an Kinzels Untersuchungen wieder aufgenommen und die Wechselwirkung zu erklären versucht, worauf aber an dieser Stelle nicht eingegangen werden soll. Bis dahin war aber die Wechselwirkung von Lichteinfluß und Temperaturwechsel nur bei *Poa pratensis*, quasi als besonderer Fall bekannt und erörtert worden. Auch Kinzel hatte nicht, wie aus einer Angabe auf S. 47 seines Buches hervorgehen könnte, sicher dargelegt, daß Temperaturwechsel im Dunkeln Keimung von *Epilobium hirsutum*-Samen hervorrufen könnte. Aus der Tabelle in den Ber. d. d. bot. Ges. 1908, S. 660 läßt sich nicht sicher schließen, ob die Keimung infolge der höheren Temperatur zustande gekommen ist oder infolge des Temperaturwechsels. Ebenso wenig hatte ich selbst in meiner ersten Abhandlung über Lichtkeimung (1909) an die Wirkung von Temperaturwechsel bei der Lichtkeimung von *Ranunculus sceleratus* gedacht. Ich arbeitete zu dieser Zeit, wo mir Keimapparate mit konstanter Temperatur, die sich zugleich belichten ließen, noch vollständig fehlten, in Ge-



wächshäusern verschiedener Temperatur bzw. im Laboratorium. Sobald ich aber begann in belichteten Keimapparaten mit konstanter Temperatur meine Versuche anzustellen, wurde ich — allerdings noch nicht bei *Ranunculus sceleratus* — aber bei einer Reihe anderer Samen auf die Wichtigkeit des Temperaturwechsels aufmerksam und machte nach Anstellung einiger Versuche auf die Bedeutung derselben für die Lichtkeimungsfrage aufmerksam (1911). Bald nachher zeigte dann auch Gassner die Bedeutung des Temperaturwechsels für die Keimung der lichtempfindlichen Samen von *Chloris*-Arten. Die erste von den hier zu besprechenden Arbeiten Gassners (1915) greift auf Versuche aus dieser früheren Zeit zurück, bestätigt meine Ergebnisse und vertieft dieselben. Als Fortschritt werden vor allem regelmäßig intermittierende Temperaturen eingeführt, das eine Mal wird die niedere Temperatur ( $12^{\circ}$ ), das andere Mal die höhere ( $28^{\circ}$ ) länger zur Anwendung gebracht. Es zeigt sich, daß solcher regelmäßiger Temperaturwechsel die Lichtwirkung bei einer ganzen Anzahl von Samen zu ersetzen imstande ist. Das eine Mal ist die Wirkung günstiger, wenn die höhere Temperatur, das andere Mal wenn die niedrigere Temperatur längere Zeit geboten wird. In manchen Fällen (*Clarkia*) ist aber Temperaturwechsel auch nicht imstande, die Lichtwirkungen zu ersetzen.

Unterdessen aber hatte ich nun meine früheren Untersuchungen an *Ranunculus sceleratus* weiter fortgesetzt und gefunden, daß bei konstanter Temperatur weder eine deutliche Keimung im Lichte (diffuses Tageslicht, Osramlicht) auf destilliertem Wasser noch auch im Dunkeln eine Keimung auf Knopscher Nährlösung zustande kam (vergl. die hier zuerst veröffentlichten Versuchsprotokolle S. 571). Auch hatte ich schon einen Versuch angestellt, der mir die Wirkung des Temperaturwechsels im Zusammenhang mit der Nährlösung nahelegt (Prot. S. 571). Ich veranlaßte deshalb meinen Schüler Ottenwälder, diesen Problemen im Zusammenhang mit dem Substrateinfluß weiter nachzugehen. Wir kamen aber bald auf so vielerlei wichtige Ergebnisse in anderen Richtungen, so daß die spezielle Untersuchung der Samen von *Ranunculus sceleratus* vorerst noch zurückgestellt werden mußte. Ottenwälder sagte darüber

nur (1914, S. 42): Es muß bei *Ranunculus sceleratus* an eine günstige Wirkung des Temperaturwechsels gedacht werden.

Inzwischen aber hatte nun Gassner den Faden seinerseits wieder aufgenommen. Er zeigt (II, 1915, S. 269) durch systematische Untersuchungen, daß bei *R. sceleratus* unter konstanten Temperaturen weder im Lichte noch im Dunkeln auf destilliertem Wasser Keimung stattfindet, daß also unter diesen Verhältnissen eine Keimungsauslösende Wirkung des Lichtes bei diesen Samen nicht festzustellen ist. Dagegen wird gezeigt, daß unter gleichzeitigem Vorhandensein von Temperaturschwankungen dem Lichte eine erhebliche keimungsauslösende Wirkung zukommt, wie das eben in meinen ursprünglichen Versuchen der Fall war, wo ich unter den wechselnden Temperaturbedingungen des Gewächshauses arbeitete. Gassner faßt diese Wechselwirkung von Licht und Temperatur so auf, daß Lichtwirkungen im Keimbett die Samen gegen Temperaturwirkungen empfindlicher macht. War aber bisher durch meine Untersuchungen und diejenigen Gassners auch gezeigt worden, daß Temperaturwechsel bei solchen Samen Keimung im Dunkeln auslöst, bei denen eine erhöhte Temperatur im Dunkeln zum gleichen Ergebnis führt, so hebt Gassner mit Recht hervor, daß das prinzipiell Neue an seinen Feststellungen darin zu suchen ist, daß Belichtung im Keimbett weder bei höheren noch bei niederen Temperaturen keimungsauslösend wirkt, sondern nur dann, wenn gleichzeitig Temperaturschwankungen zur Einwirkung auf die Samen kommen. Allerdings scheint nach den Untersuchungen von Pickholz (1911) ein Übergang zu den erstgenannten Samen, bei denen Temperaturwechsel ebenso wie Lichtwirkung zu maximalen Keimungen führen, in *Poa pratensis* zu bestehen, deren Samen »normal im Dunkeln nur bei einer zeitweiligen höheren Erwärmung, nicht aber bei konstanter Temperatur, und zwar weder bei 20° noch bei 28° C keimt«. Indessen sehen wir, trotz so zahlreicher Untersuchungen, heute in den Keimungsverhältnissen von *Poa pratensis* noch nicht völlig klar. Dagegen ließe sich der Typus von *Ranunculus sceleratus* noch in anderer Richtung, z. B. gegenüber den Gesneriaceen scharf abgrenzen, bei welchen auf destilliertem Wasser unter konstanten höheren Temperaturen

Keimung im Lichte stattfindet, bei den wechselnden Temperaturen des Gewächshauses im Dunkeln aber nie.

Es führen also

1. im Dunkeln: gesteigerte konstante Temperatur ebenso wie Temperaturwechsel zu maximaler Keimung,  
im Licht: Keimung schon bei niederer Temperatur.  
Beispiel: *Veronica longifolia*.
2. im Dunkeln: gesteigerte, konstante Temperatur führt nicht zu maximaler Keimung, dagegen Temperaturwechsel,  
im Licht: auch bei niederer konstanter Temperatur maximale Keimung.  
Beispiel: *Poa pratensis* nach Pickholz.
3. im Dunkeln: gesteigerte konstante Temperatur führt nicht zur Keimung, dagegen Temperaturwechsel,  
im Licht: keine Keimung bei hoher und niedriger konstanter Temperatur, dagegen bei Temperaturwechsel.  
Beispiel: *Ranunculus sceleratus*.
4. im Dunkeln: gesteigerte konstante Temperatur führt ebensowenig wie Temperaturwechsel zur Keimung,  
im Licht: Keimung bei konstanter Temperatur sowohl wie bei Temperaturwechsel.  
Beispiel: Gesneriaceen.

Bei weiterer eingehender Untersuchung werden sich da bald noch eine Reihe anderer Einzelfälle herauschälen lassen, die aber je nach dem Reifestadium sich gegeneinander verschieben.

#### 4. Substratwirkung.

Im Zusammenhang mit der Lichtwirkung auf keimende Samen wurde auf den Einfluß des Substrates zuerst von mir hingewiesen. Es geschah dies an den Samen von *Ranunculus sceleratus*. Es wurde gezeigt, daß Samen von *Ranunculus sceleratus* im Dunkeln auf destilliertem Wasser nicht, dagegen auf Erde und auf Fließpapier mit Knopscher Nährlösung



auskeimen. Wie schon oben hervorgehoben, habe ich die Keimung der Samen von *Ranunculus sceleratus* ursprünglich nur im Laboratorium und in der Vermehrung beobachtet. Es lag mir seinerzeit nur daran — und darauf bin ich von Anfang meiner Lichtkeimungsversuche überhaupt ausgegangen — die Lichtwirkung durch Substratwirkung zu ersetzen. Man dachte damals noch gar nicht daran, oder hatte jedenfalls die älteren angeführten Arbeiten vergessen, daß relativ geringe Temperaturschwankungen die Lichtkeimungsverhältnisse so erheblich beeinflußten. So kam ich zu den so wechselnden Ergebnissen mit *R. sceleratus* S. 287 bis 290 bei Gassner), die heute, wo der Einfluß des Temperaturwechsels auf die Keimung anderer lichtempfindlicher Samen durch mich und Gassner geklärt ist, ohne weiteres verständlich werden. Jedenfalls war mir und Ottenwälder im Laufe unserer Untersuchungen der Zusammenhang zwischen Substratwirkung und Temperaturwechsel, wie aus Ottenwälders Arbeit und dem gleich folgenden Versuchsprotokoll hervorgeht, auch für *Ranunculus sceleratus* schon durchaus wahrscheinlich geworden. Als Beleg hierfür sei folgender Versuch aus dem Jahre 1911 angeführt.

Material *Ranunculus sceleratus* Friedrichsort August 1911.

Versuchsbeginn 12. Dezember 1911,

bis 7. Januar Keimapparat bei 25°, dann ins Laboratorium, zur Einwirkung von Temperaturwechsel (ich hatte damals erst einen Keimapparat).

|              | dest. Wasser |        | Knop |        |
|--------------|--------------|--------|------|--------|
|              | hell         | dunkel | hell | dunkel |
| bis 7. Jan.  | 0            | 0      | 38   | 0      |
| bis 17. Jan. | fast 100%    | 0      | —    | 52     |

Heute, nach Gassners Untersuchungen, steht die Wechselwirkung zwischen Substrat und Temperaturwechsel außer Zweifel. Jetzt ist es mir, wie ja auch Gassner, der die Kieler Verhältnisse kennt, klar, daß ich bei 15° im Laboratorium daselbst keine Keimung erhielt. Die Temperatur dieses Laboratoriumszimmers war sehr gleichmäßig (Dauerbrandöfen!) gegenüber der vielmehr schwankenden und zugleich höheren Tempe-

ratur des in Kiel benutzten Gewächshauses. Die zweite Versuchsreihe (1911, S. 584) wurde in Tübingen angestellt. Es war auffallend, daß ich hier längere Zeit geringe Keimungszahlen auf Knop erhielt, innerhalb drei Wochen nur durchschnittlich 1,5%. Es ist aber zu bemerken, daß diese Versuche an schattiger Stelle in der Vermehrung, also in einem möglichst gleichmäßig geheiztem Gewächshause, angestellt wurden, noch dazu im September, wo die Temperatur an sich in Tübingen noch sehr gleichmäßig zu sein pflegt, während die Kieler Versuche in einem Warmhause, das nicht zur Anzucht benützt wurde, und in welchem die Temperatur viel mehr schwankte, ausgeführt wurden. — Die höheren Zahlen bei Ottenwälder (1914, S. 42) erklären sich wieder ohne weiteres einmal aus der längeren Nachreife des verwandten Materials — die Versuche wurden im Januar angestellt — und dann der zweifellos viel größeren Temperaturschwankungen auch im Gewächshaus zu dieser Jahreszeit. — Unglücklich ist nur die nicht auf besonderen Versuchen beruhende durchschnittliche Temperaturangabe 1912, S. 488. So sind die einzelnen Versuchsdaten meiner Arbeiten, die sich teils zu widersprechen schienen, hiermit völlig geklärt. Für den Spezialfall *Ranunculus sceleratus* hat also die Feststellung vom Einfluß des Temperaturwechsels in Verbindung mit der Substratwirkung ein besonderes Interesse gewonnen.

Das bedeutsamste Ergebnis der Gassnerschen Hauptarbeit (II) liegt aber darin, daß er den Einfluß der Knopschen Nährlösung auf die Keimung der Samen von *Ranunculus sceleratus* und einige andere Samen weiter analysierte. Ich hatte früher hier schon eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Protokolle wert sind, mit an dieser Stelle angeführt zu werden, da ihre Ergebnisse, wenn auch in den Anfängen, doch in ganz gleicher Richtung liegen, als die Gassners:

Material: *Ranunculus sceleratus*. Friedrichsort bei Kiel, August 1911.

Versuchsbeginn: 4. Dezember 1911.

Versuchsanordnung: Keimapparat 25°.

|                     | dest. Wasser |        | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> |        | KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> |        | KCl  |        | MgSO <sub>4</sub> |        |
|---------------------|--------------|--------|-----------------------------------|--------|---------------------------------|--------|------|--------|-------------------|--------|
|                     | hell         | dunkel | hell                              | dunkel | hell                            | dunkel | hell | dunkel | hell              | dunkel |
| am 10. Jan.<br>1912 | 8,5          | 0      | 42                                | 1      | 7                               | 0      | 9    | 0      | 10                | 0      |

Material: wie vorher.

Versuchsbeginn: 12. Dezember.

Versuchsanordnung: wie vorher.

|                     | dest. Wasser |        | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> |        | KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> |        | KCl  |        | MgSO <sub>4</sub> |        | Knop |        |
|---------------------|--------------|--------|-----------------------------------|--------|---------------------------------|--------|------|--------|-------------------|--------|------|--------|
|                     | hell         | dunkel | hell                              | dunkel | hell                            | dunkel | hell | dunkel | hell              | dunkel | hell | dunkel |
| am 17. Jan.<br>1912 | 0            | 0      | 54                                | 3      | 4                               | 0      | 1,5  | 1      | 1                 | 4      | 38   | 0      |

Es ist also nicht zweifelhaft, daß im Keimapparat bei Belichtung und nahezu konstanter Temperatur das Stickstoffsalz allein einen besonderen Einfluß ausübt. Es deckt sich das mit Gassners Tabelle 11. Ich wollte aber natürlich erst die Wirkung der Knopschen Nährlösung auch im Dunkeln erklären, ehe ich hier zu publizieren begann.

Wie schon erwähnt, hatte ich eigentlich Ottenwälder dazu bestimmt, diese Untersuchungen über den Einfluß der Knopschen Nährlösung und ihre Komponenten auf die Keimung der Samen von *Ranunculus sceleratus* weiter fortzuführen. Doch kamen seine Untersuchungen durch die Wahl der übrigen Versuchssamen bald auf das Gebiet der Säurewirkung und die Lichtintensitätsfrage hinüber, was jetzt ja besonders zu begrüßen ist, da sich nun die Ottenwälderschen und Gassnerschen Untersuchungen aufs beste ergänzen und uns ganz in erster Linie vor frühzeitigen Verallgemeinerungen bewahren. Übrigens möchte ich ausdrücklich bemerken, daß ich durch die Anführung meiner vorläufigen Versuchsprotokolle nicht etwa beabsichtige, Gassner die Priorität streitig zu machen, sie sollen nur als selbständige frühere Versuche Gassners Resultate bestätigen.

Die Untersuchungen Gassners in dieser Richtung zeigen aber nun weiter, daß bei intermittierenden Temperaturen den N-haltigen Stoffen in besonderer Weise das Vermögen zukommt, die unter gleichen Verhältnissen sonst nur im Licht keimenden Samen von *Ranunculus sceleratus* auch in Dunkelheit zur Keimung zu bringen. Alle Nitrate, Salpetersäure, gewisse (vielleicht alle) Nitrite, ferner Ammoniumsalze wirken in außerordentlichem Maße keimungsauslösend, während den daraufhin untersuchten N-freien Salzen eine solche Wirkung nicht zukommt. Ob bei konstanter Temperatur unter kombinierter



Licht- und Nährsalzwirkung Keimung stattfindet, ist noch nicht sicher festgestellt, da die Wirkungen kleinster Temperaturschwankungen noch auszuschalten sind. Die Schwellenwerte für die Wirkung der N-haltigen Substanzen liegen sehr weit abwärts. 0,001 bis 0,0001 mol. vermögen die Keimung noch deutlich zu fördern.

Das für *Ranunculus sceleratus* Gefundene wird dann in ganz gleicher Weise auch für *Oenothera biennis* und *Chloris ciliata* von Gassner festgestellt. Auch hier erweisen sich die N-haltigen Komponenten der Lösung wirksam. Bezüglich Einzelheiten sei auf das Original verwiesen.

So ist es also Gassner gelungen die wirksamen Komponenten der Knopschen Nährlösung in den N-haltigen Substanzen aufzudecken, was allerdings schon nach dem früher mitgeteilten kaum im Gegensatz (vergl. Gassner II. S. 338) mit meinen Untersuchungen steht, da ich hierüber noch gar keine Untersuchungen veröffentlicht habe und die Frage eben offen gelassen hatte, noch weniger aber nach Mitteilung der obigen Versuchsergebnisse.

Hat also Gassner so die keimauslösende Wirkung N-haltiger Verbindungen bei lichtempfindlichen Samen festgestellt, so war es vorher mir und Ottenwälder gelungen, die keimungsauslösende Wirkung von Säuren klarzulegen. Gassner unternimmt nun unter dem Eindruck unserer Untersuchungen in der dritten Arbeit weitere Untersuchungen zum Zwecke der Feststellung, wie weit die keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen im Dunkeln bei lichtempfindlichen Samen verbreitet ist. Diese Versuche werden im Rostocker botanischen Institut im Laboratorium — ohne konstante Temperatur — angestellt; also ungefähr in der Weise, wie ich früher in Kiel arbeitete. Gassner zeigt nun, daß bei folgenden lichtempfindlichen Samen N-Verbindungen im Dunkeln keimungsauslösend wirken:

*Hypericum perforatum.*

*Geum urbanum.*

Von besonderem Interesse ist es, daß es Gassner gelang, auch die Samen von *Sinningia* (*Gloxinia*) durch N-haltige Sub-

stanzen zur Keimung zu bringen, was mir sowie Ottenwälder, weder durch hohe Temperaturen, durch Anstechen, Säuren usw. gelang. Gassner findet dann aber auch andere lichtempfindliche Samen, bei denen N-haltigen Substanzen im Dunkeln keine keimungsauslösende Wirkung zukommt und andere, bei denen sie noch zweifelhaft ist. Sicher aber eröffnet sich hier noch ein Gebiet, welches bei weiterer Bebauung nach Breite und Tiefe die allerinteressantesten Ergebnisse verspricht.

---

Nach dieser, etwas eingehenderen Besprechung der Arbeiten Gassners, durch die ich zugleich eine engere Verknüpfung der wichtigen Versuchsergebnisse des Verf.s mit den bisher vorliegenden, vor allen auch älteren Arbeiten anstrebte, möchte ich die Gelegenheit benützen, an der Hand einer Anzahl noch unveröffentlichter Versuche Ottenwälders nochmals darauf hinzuweisen, wie unbedingt notwendig heute die breite Untersuchung zahlreicher Samen auf ihre Lichtkeimungsverhältnisse wird, unter Berücksichtigung sämtlicher Bedingungen, wie sie etwa in meiner Arbeit 1912 dieser Zeitschrift aufgeführt sind.

### Digitalis.

Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen von Digitalisarten: *D. purpurea*, *lutea*, *ambigua* schreibt Kinzel (1909, S. 538): *D. purpurea* keimt im Licht zu 100%, im Dunkeln gar nicht (bei 20°!); umgekehrt keimt *D. lutea* in 10 Tagen zu 100% im Dunkeln, nur ganz spärlich im Licht. *D. grandiflora* (*ambigua*) nur wenig begünstigt durch Dunkel keimt in 15 Tagen im Dunkeln und im Licht zu 100%.« Hierzu bemerkte ich (1912, S. 441): »Ganz verschieden sollen nach Kinzel die Verhältnisse auch in der Gattung *Digitalis* liegen, wo *D. lutea* durch Dunkel, *D. purpurea* aber durch Licht stark begünstigt werden soll. Es wird indessen aus meinen Ausführungen wiederholt und zur Genüge hervorgehen, daß wir diesen Ergebnissen soweit noch keinen bindenden Glauben schenken dürfen, als wir nicht ausdrücklich wissen, unter welchen übrigen Bedingungen

die Untersuchungen ausgeführt wurden.« In seinem Buch hält Kinzel (S. 98) an seinen bisherigen Ergebnissen fest und brachte nur folgende Anmerkung: »*D. purpurea* wurde unter genau den gleichen Keimungsbedingungen gehalten, wie die übrigen Arten. Das konnte auch jeder aus den Berichten der D. B. G. ersehen.« (Vgl. dazu Lehmann, a. a. O., 1912, S. 471.) Die letztere Bemerkung ist mir bis heute nicht verständlich; denn wenn man auch jetzt aus den nachträglichen Angaben in den Tabellen von Kinzels Buch erfährt, daß die Samen der Digitalisarten bei 20° untersucht worden sind, wie die meisten anderen, so war das zur Zeit der Publikation des Aufsatzes in den Berichten um so weniger klar, als kurz vor den Digitalisversuchen ein Versuch mit *Veronica Anagalis* bei 16,7° angeführt wurde! — Das aber nur nebenbei. Viel wichtiger ist, daß Kinzels Untersuchungen mit Samen ganz verschiedenen Alters vorgenommen wurden und aus ihnen dann das Facit gezogen wurde. *Digitalis purpurea* z. B. wird sofort nach der Ernte untersucht, *D. lutea* und *ambigua* aber nach 2- bis 3 monatlicher Nachreife. Ottenwälder hat nun die folgenden Versuche zur Klärung der Sachlage angestellt:

Material: *Digitalis purpurea*. 29. September 1913. Schönbuch bei Tübingen.

| Versuchsanordnung: | Vermehrung                       |    |        |   | 25°. Keimapp. Gaslicht                   |      |    |        |                                         |          |        |
|--------------------|----------------------------------|----|--------|---|------------------------------------------|------|----|--------|-----------------------------------------|----------|--------|
| Beginn:            | 27. Okt. 1913<br>(1 Mon. Nachr.) |    |        |   | 5. Dezember 1913<br>(2 Monate Nachreife) |      |    |        | 19. März 1914<br>(5 1/2 Mon. Nachreife) |          |        |
| Datum der Keimung  | hell                             |    | dunkel |   | Datum                                    | hell |    | dunkel |                                         | Datum    | dunkel |
| 1. November        | 0                                | 2  | 0      | 0 | 8. Dez.                                  | 6    | 1  | 0      | 0                                       | —        | —      |
| 3. „               | 3                                | 5  | 0      | 0 | 9. „                                     | 17   | 3  | 0      | 0                                       | —        | —      |
| 4. „               | 12                               | 8  | 0      | 0 | 12. „                                    | 41   | 41 | 1      | 2                                       | 26. März | 9      |
| 6. „               | 17                               | 14 | 0      | 0 | 13. „                                    | 47   | 48 | 1      | 3                                       | 28. „    | 16     |
| 7. „               | 18                               | 18 | 0      | 2 | 15. „                                    | 60   | 68 | 3      | 5                                       | 30. „    | 26     |
| 14. „              | 19                               | 19 | 0      | 2 | 17. „                                    | 70   | 72 | 4      | 9                                       | 1. April | 27     |
| 19. „              | 23                               | 22 | 0      | 2 | 18. „                                    | 75   | 74 | 6      | 9                                       | 2. „     | 28     |

In Übereinstimmung mit Kinzel ist also *Digitalis purpurea* bei 25° stark vom Licht abhängig befunden worden. Je älter die Samen werden, um so weniger tritt aber diese Abhängigkeit hervor, um so zahlreicher werden die Dunkelkeimer, eine ja seit Jönsson bekannte, weitverbreitete Eigenschaft der durch Licht begünstigten Samen.



Material: *Digitalis lutea*. Botanischer Garten Tübingen. 22. Oktober 1913.

| Versuchsordnung: |       | Vermehrung                        |    |        |             | Keimapparat 22°                    |       |             |        |             |
|------------------|-------|-----------------------------------|----|--------|-------------|------------------------------------|-------|-------------|--------|-------------|
| Beginn:          |       | 28. Oktober<br>(6 Tage Nachreife) |    |        |             | 3. November<br>(12 Tage Nachreife) |       |             |        |             |
| Datum            |       | hell                              | %  | dunkel | %           | Datum                              | hell  | %           | dunkel | %           |
| 31. Oktober      | 3 2   | <b>2,5</b>                        | 1  | 0      | <b>0,5</b>  | 6. Nov.                            | 15 17 | <b>16</b>   | 8 5    | <b>6,5</b>  |
| 1. November      | 62 55 | <b>58,5</b>                       | 18 | 17     | <b>17,5</b> | 7. „                               | 52 59 | <b>55,5</b> | 28 22  | <b>25</b>   |
| 3. „             | 92 84 | <b>88</b>                         | 77 | 69     | <b>73</b>   | 8. „                               | 77 80 | <b>78,5</b> | 42 36  | <b>39</b>   |
| 4. „             | 96 86 | <b>91</b>                         | 82 | 80     | <b>81</b>   | 10. „                              | 93 86 | <b>89,5</b> | 64 54  | <b>59</b>   |
| 5. „             | 96 87 | <b>91,5</b>                       | 87 | 86     | <b>86,5</b> | 12. „                              | 96 90 | <b>93</b>   | 70 61  | <b>65,5</b> |
| 7. „             | 96 87 | <b>91,5</b>                       | 87 | 86     | <b>86,5</b> | 14. „                              | 96 90 | <b>93</b>   | 73 66  | <b>69,5</b> |

Bei *Digitalis lutea* wirkt also in dem vorliegenden Falle jedenfalls bei wenig nachgereiftem Samen das Licht ebenfalls keimfördernd, wenn auch erheblich weniger als bei *D. purpurea*. Da aber Kinzels Samen 2 bis 3 Monate nachgereift waren, dazu die Temperatur 2° niedriger lag, so läßt sich kein direkter Vergleich ziehen. Jedenfalls wäre es recht interessant, wenn die geringen Differenzen in den äußeren Bedingungen so erheblichen Erfolg hatten und den Lichteinfluß insoweit umkehrten.

Material: *Digitalis ambigua* (-*grandiflora*). Bot. Garten Tübingen. 1. September 1913.

| Versuchsordnung: |  | Keimapparat 20°                          |             |        |             |  |
|------------------|--|------------------------------------------|-------------|--------|-------------|--|
| Beginn:          |  | 3. Dezember 1913<br>(Nachreife 3 Monate) |             |        |             |  |
| Datum            |  | hell                                     | %           | dunkel | %           |  |
| 8. Dezember      |  | 48 40                                    | <b>44</b>   | 26 25  | <b>25,5</b> |  |
| 9. „             |  | 68 50                                    | <b>59</b>   | 44 53  | <b>48,5</b> |  |
| 12. „            |  | 86 75                                    | <b>80,5</b> | 66 69  | <b>67,5</b> |  |
| 13. „            |  | 89 93                                    | <b>86</b>   | 68 72  | <b>70</b>   |  |
| 17. „            |  | 95 91                                    | <b>93</b>   | 72 74  | <b>73</b>   |  |
| 18. „            |  | 95 91                                    | <b>93</b>   | 78 75  | <b>76,5</b> |  |

Auch bei *Digitalis ambigua* also Förderung durch das Licht, obgleich die hier verwendeten Samen die gleiche Nachreife haben und denselben Temperaturbedingungen bei der Keimung unterworfen sind. Sofern hier Irrtümer ausgeschlossen sind, lassen sich die Differenzen vielleicht am besten durch die Reifebedingungen der Samen an der Pflanze erklären, die ja im botanischen Garten auf den dauernd besonnten Feldern des Systems sicher recht viel andere sind, als an den wilden Standorten.

Jedenfalls aber Vorsicht mit der Aufstellung von Typen und mit jedweder Verallgemeinerung, nirgends mehr als auf dem Lichtkeimungsgebiet!

### Epilobium.

Die Keimungsverhältnisse in der Gattung *Epilobium* sind in ihrer Weise von nicht geringerem Interesse. Auf die Lichtempfindlichkeit der Samen der Arten dieser Gattung machte uns Kinzel aufmerksam. Unterdessen ist von ihm, Lehmann, Ottenwälder und Gassner mit denselben experimentiert worden. Indessen waren es hauptsächlich die Arten *E. roseum* und *hirsutum*, welche eingehend untersucht wurden. Dagegen sind die Keimungsverhältnisse bei den übrigen Arten noch nicht recht geklärt. Kinzel nimmt anscheinend für alle untersuchten Arten eine sehr hohe Lichtempfindlichkeit an, so hoch sogar, daß »meistens schon das Ausschneiden noch nicht aufgesprungener eben reifer Früchte und Nachreife im Trockenraum« oder das Betauen von Samen in eventuell schon geöffneten Früchten genügt, um Dunkelkeimungen auszulösen. So soll es sich z. B. bei im Dunkeln erscheinenden Keimlingen bei *E. angustifolium* verhalten.

Ottenwälder hat nun bei fast ganz gleichaltrigen (3 Monate alten) an den verschiedensten Stellen und bei trockenem Wetter entnommenen Samen verschiedener *Epilobium*arten unter denselben Bedingungen vergleichende Untersuchungen angestellt, die in den folgenden Tabellen zusammengestellt sind.

| Material: <i>Epilobium roseum</i> |    |                                                           |      |        |   |          | <i>Epilobium parviflorum</i>       |        |         |       |                             |       |    |   |     |     |
|-----------------------------------|----|-----------------------------------------------------------|------|--------|---|----------|------------------------------------|--------|---------|-------|-----------------------------|-------|----|---|-----|-----|
| ges. 1. Oktober 1912 in Tübingen  |    |                                                           |      |        |   |          | ges. 19. August 1912 in Neckarsulm |        |         |       | ges. 7. Oktober 1913        |       |    |   |     |     |
| Versuchs-<br>anordnung:           |    | Keimapparat 22 <sup>0</sup>                               |      |        |   |          | Keimapparat 22 <sup>0</sup>        |        |         |       | Keimapparat 23 <sup>0</sup> |       |    |   |     |     |
| Beginn:                           |    | 15. Dez. 1912 (3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Mon. Nachr.) |      |        |   |          | 19. Nov. 1912 (3 M. Nachr.)        |        |         |       | 4. November 1913            |       |    |   |     |     |
| Datum                             |    | hell                                                      | %    | dunkel | % | Datum    | hell                               | dunkel | Datum   | hell  | %                           | dunk. | %  |   |     |     |
| 17. Dez.                          | 0  | 0                                                         | 0    | 0      | 0 | 21. Nov. | 3                                  | 0      | 6. Nov. | 39    | 45                          | 42    | 1  | 4 | 2,5 |     |
| 18. „                             | 11 | 12                                                        | 11,5 | 0      | 0 | 22. „    | 54                                 | 0      | 7. „    | 78    | 78                          | 78    | 5  | 5 | 5   |     |
| 19. „                             | 62 | 71                                                        | 66,5 | 0      | 0 | 25. „    | 83                                 | 8      | 8. „    | 82    | 83                          | 82,5  | 6  | 5 | 5,5 |     |
| 20. „                             | 73 | 77                                                        | 75   | 0      | 0 | 28. „    | 84                                 | 9      | 11. „   | 84    | 86                          | 85    | 6  | 5 | 5,5 |     |
| 21. „                             | 76 | 85                                                        | 80,5 | 1      | 0 | 0,5      | 29. „                              | 85     | 9       | 14. „ | 84                          | 86    | 85 | 6 | 5   | 5,5 |

| Material: <i>Epilobium montanum</i>     |      |                  |        |    |       | Epilobium adnatum   |          |       |                    |         |     |     |
|-----------------------------------------|------|------------------|--------|----|-------|---------------------|----------|-------|--------------------|---------|-----|-----|
| ges. 7. Sept. 1912 in Gryon 1000 m hoch |      |                  |        |    |       | ges. 28. Aug. 1912  |          |       | ges. 13. Nov. 1913 |         |     |     |
| Versuchs-<br>anordnung:                 |      | Keimapparat 22°  |        |    |       | Keimapparat 22°     |          |       | Keimapparat 25°    |         |     |     |
| Beginn:                                 |      | 3. Dezember 1912 |        |    |       | 19. November 1912   |          |       | 5. März 1914       |         |     |     |
| Nachreife:                              |      | 3 Monate         |        |    |       | nicht ganz 3 Monate |          |       | 1½ Jahre           |         |     |     |
| Datum                                   | hell | %                | dunkel | %  | Datum | hell                | dunkel   | Datum | hell               | dunkel  |     |     |
| 6. Dez.                                 | 3    | 9                | 6      | 0  | 1     | 0,5                 | 21. Nov. | 86    | 31                 | 7. März | 100 | 8   |
| 7. „                                    | 8    | 13               | 10,5   | 0  | 1     | 0,5                 | 22. „    | 98    | 87                 | 8. „    | —   | 98  |
| 9. „                                    | 58   | 63               | 60,5   | 15 | 3     | 9                   | 25. „    | 100   | 99                 | 9. „    | —   | 100 |
| 10. „                                   | 84   | 84               | 84     | 20 | 4     | 12                  |          |       |                    |         |     |     |
| 11. „                                   | 91   | 89               | 90     | 26 | 6     | 17                  |          |       |                    |         |     |     |
| 12. „                                   | 93   | 92               | 92,5   | 34 | 19    | 26,5                |          |       |                    |         |     |     |
| 13. „                                   | 94   | 94               | 94     | 35 | 27    | 31                  |          |       |                    |         |     |     |
| 14. „                                   | 94   | 94               | 94     | 39 | 29    | 34                  |          |       |                    |         |     |     |
| 16. „                                   | —    | —                | —      | 47 | 37    | 42                  |          |       |                    |         |     |     |
| 20. „                                   | —    | —                | —      | 48 | 37    | 42                  |          |       |                    |         |     |     |

Material: *Epilobium angustifolium*

| gesammelt 19. August 1912 Chesières (1200 m) |      |                           |        |    |       | 18. August 1912 Binau a. Neck. (150 m) |                   |       |      |        |  |
|----------------------------------------------|------|---------------------------|--------|----|-------|----------------------------------------|-------------------|-------|------|--------|--|
| Versuchs-<br>anordnung:                      |      | Keimapparat 22°. Gaslicht |        |    |       |                                        |                   |       |      |        |  |
| Beginn:                                      |      | 19. November 1912         |        |    |       |                                        | 16. November 1912 |       |      |        |  |
| Nachreife:                                   |      | 3 Monate                  |        |    |       |                                        | 3 Monate          |       |      |        |  |
| Datum                                        | hell | %                         | dunkel | %  | Datum | hell                                   | dunkel            | Datum | hell | dunkel |  |
| 21. Nov.                                     | 21   | 14                        | 17,5   | 23 | 18    | 20,5                                   | 18. Nov.          | 28    | 10   |        |  |
| 22. „                                        | 71   | 51                        | 61     | 52 | 48    | 50                                     | 19. „             | 54    | 43   |        |  |
| 23. „                                        | 98   | 93                        | 95,5   | 80 | 80    | 80                                     | 20. „             | 70    | 66   |        |  |
| 23. „                                        | —    | —                         | —      | —  | —     | —                                      | 21. „             | 73    | 77   |        |  |
| 23. „                                        | —    | —                         | —      | —  | —     | —                                      | 22. „             | 79    | 80   |        |  |
| 26. „                                        | 98   | 93                        | 95,5   | 80 | 80    | 80                                     | —                 | —     | —    |        |  |
| 26. „                                        | —    | —                         | —      | —  | —     | —                                      | 25. „             | 82    | 82   |        |  |
| 26. „                                        | —    | —                         | —      | —  | —     | —                                      | 26. „             | 82    | 82   |        |  |

Nach den hier dargelegten Versuchen dürfte die Annahme Kinzels sehr wenig Wahrscheinlichkeit haben, daß die Lichtempfindlichkeit bei allen *Epilobium*arten gleich ausgeprägt ist. Es wäre doch sehr merkwürdig, wenn gerade bei *Epilobium angustifolium* in Kinzels und Ottenwälders Versuchen die von Kinzel angenommenen Versuchszahlen zuträfen, in diesen und all den massenhaften Versuchen, die ich selbst und Ottenwälder aber mit *E. hirsutum* und *roseum* ausgeführt haben,



nicht. Zudem sollten, nach Kinzel, gerade bei den an Wasserläufen wachsenden Arten, wie *hirsutum*, die genannten Versuchsfehler besonders hervortreten. Die hier mitgeteilten Versuchsergebnisse mit gleichlang nachgereiften Samen verschiedener Arten lassen es viel wahrscheinlicher sein, daß die Lichtempfindlichkeit der verschiedenen Arten eben eine verschieden große ist oder zum mindesten die Nachreifeerscheinungen bei den verschiedenen Arten verschieden schnell ablaufen. Ganz besonders, da auch Kinzel bei 14 Tage nachgereiftem Saatgut von *E. angustifolium* innerhalb weniger Tage 64 Keimlinge im Dunkeln gegen 90 im Hellen erlangt, wird es doch durchaus wahrscheinlich, daß die Samen von *E. angustifolium* weniger lichtempfindlich sind, als diejenigen z. B. von *E. roseum*. Die Samen von *E. montanum* und *adnatum* stehen in ihrer Lichtempfindlichkeit vielleicht in der Mitte zwischen den beiden Endtypen. Man sieht aber, wieviel hier noch bis zu endlicher Klärung zu tun ist.

Literaturverzeichnis siehe in den früheren Abhandlungen des Verfassers und Ottenwälders über Lichtkeimung in dieser Zeitschrift.

### **Gassner, G.,** Über die keimauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen<sup>1</sup>.

Pringsh. Jahrb. 1915. 55, 259—342.

Die Versuche des Verf.s sind eine Ergänzung und ein Ausbau der Arbeit Lehmanns: »Über die Keimungsphysiologie und -biologie von *Ranunculus sceleratus* L. und einiger anderer Samen«. Diese neuen Resultate sind gestützt durch eine große Anzahl von Versuchen und beziehen sich auf die Wirkung des Lichtes, der Temperatur, der Knopschen Nährlösung und der einzelnen darin befindlichen Salze, sowie mehrerer dieser Faktoren zusammen.

Das reichhaltige Material läßt sich zusammengefaßt so darstellen, daß bei *Ranunculus sceleratus* in konstanter Temperatur weder in dauerndem Licht noch bei Lichtwechsel, weder in destilliertem Wasser noch in schwacher Knopscher Nährlösung Keimungen auftreten (bei starker Nährlösung in ganz geringem Maße). Die Resultate ändern

<sup>1</sup>) Diese Besprechung lag bereits vor, als uns der vorstehende Aufsatz angeboten wurde. Sie zurückzustellen, erschien nicht erforderlich.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Botanik](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Ottenwälder Albert, Lehmann Ernst

Artikel/Article: [Besprechungen. Lichtkeimungsfragen. Eine kritische Studie mit eigenen Experimenten 560-580](#)