

Zu den vereinbarten Jubiläumsveranstaltungen gehört ausser der Festsitzung am Freitag, den 13. September,  $\frac{1}{2}$ 10 Uhr (im Ausstellungsgebäude) auch ein gemeinsames Festessen auf dem Belvedere (BRÜHL'sche Terrasse), welches auf Donnerstag, den 12. September, abends 6 Uhr, angesetzt ist.

Berlin, im Juli 1907.

S. SCHWENDENER,  
z. Z. Präsident.

---

Für die in Aussicht genommene Festschrift sind bisher drei Manuskripte eingegangen und ein viertes in sichere Aussicht gestellt. Dieselben werden im ganzen etwa acht Druckbogen und vier Tafeln füllen. Weitere Beiträge werden bis zum 12. September d. J. an Herrn Dr. WÄCHTER in Steglitz bei Berlin, Florastr. 2B erbeten, welcher bis auf weiteres das Amt des Sekretärs übernommen hat. Es sei, gegenüber mehrfach geäusserten Zweifeln, noch besonders hervorgehoben, dass die Festschrift nicht in Quart- sondern in Oktavformat erscheinen und sich als Band 26 unseren „Berichten“ einfügen wird.

## Mitteilungen.

### 40. Wilhelm Kinzel: Über den Einfluss des Lichtes auf die Keimung. „Lichtharte“ Samen.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 18. Juni 1907.

Ebenso wie es von einer Reihe von Samenarten bekannt war, dass ihre Keimung bei Belichtung ganz erheblich verzögert und in gewissen Fällen sogar ganz verhindert wird, liegen in der Literatur auch zahlreiche Beobachtungen von Fällen vor, wo eine Belichtung zur Erzielung der normalen Keimung nicht nur förderlich, sondern sogar notwendig ist.

Gleichwohl ist gerade die letztere Erscheinung am hartnäckigsten und immer wieder von vielen Autoren bestritten worden, zum Teil

auf Grund von mathematischen Berechnungen, zum Teil mit Hilfe des aus der Mehrzahl der Fälle, in denen allerdings eine Belichtung in den ersten Stadien der Keimung nicht gerade förderlich ist, abgeleiteten Dogmas.

Obwohl von mir schon längst einerseits eine eingehendere Nachprüfung der bisher über die Lichtwirkung angestellten Versuche, andererseits eine Untersuchung der Fälle, wo die Keimung unregelmässig verläuft, geplant war, forderte eine sehr merkwürdige Keimungsgeschichte geradezu zur zusammenhängenden Untersuchung möglichst vieler empfindlich reagierender und sonst geeigneter Arten heraus.

Den Anlass zur Aufnahme der geplanten Untersuchungen gab die Tatsache, dass frischgeerntete, im Keimbett belichtete<sup>1)</sup> Samen von *Nigella sativa* sich nicht allein zu 100 pCt. keimunfähig erwiesen, sondern sogar in ihrem Endosperm so verändert wurden, dass auch nachfolgende Verdunkelung während langer Zeit bei der angewandten Temperatur von 20° niemals irgend eine Keimung erzielte. Die gleichen Samen keimten aber, exakt verdunkelt, in schon vier Tagen vollkommen aus zu 94 pCt. Dunkelgelbe, einen nach den Reaktionen dem Xanthophyll nahestehenden Farbstoff enthaltende Dunkelkeime. Wahrscheinlich spielt dieser Farbstoff als Ernährungsvermittler — Attraktionszentrum<sup>2)</sup> für wandernde Kohlehydrate — eine grosse Rolle. Bei den kränkenden Lichtkeimen (bei 14°) fehlt dieser Farbstoff je nach der Intensität der Belichtung fast ganz. Dagegen bildet sich in diesen Keimen sehr frühzeitig — anormaler Weise — Chlorophyll. Umgekehrt konnte bei dem „Lichtsamen“ *Poa* die schon vor dem Aufbrechen der Samen erfolgende Chlorophyllbildung im Innern als Grund ihrer Lichtbedürftigkeit nachgewiesen werden.

Nachträglich wurde auch ermittelt, ebenso wie in vielen anderen ähnlichen Fällen, dass nur die vereinte Wirkung von Licht und einer bestimmten Temperatur diese merkwürdige Erscheinung bei *Nigella* zu Wege brachte, während, wie in anderen Fällen, die Samen bei 10°, oder auch noch bei 15°, zwar wesentlich langsamer auskeimten als verdunkelte (statt in vier Tagen in vier Wochen), aber doch nicht jenen eigentümlichen Schlummerzustand erreichten, den ich als „lichthart“ bezeichnen möchte.

Dem solche Samen verhalten sich in der Tat ähnlich wie hartschalige Samen. Sie können bei 20° viele Monate feucht liegen, ohne zu keimen. Nach Monaten gelang es, solche Samen teils

---

1) Auf Vorschlag meines Kollegen, Dr. G. IHSEN, dem ich für die Anregung, auch diese Samen am Licht zu prüfen, zu grossem Danke verpflichtet bin.

2) vgl. GEHRTZ.

durch Anstechen, teils durch Temperaturwechsel, wie üblich von 20° zu 30°, zur Keimung zu bringen. Erst die vereinte Wirkung des Anstechens und der Temperaturerhöhung auf 30° vermochte es jedoch, von 100 derartigen lichtharten Samen, die schon Monate lang bei 20° feucht lagen, 76 pCt. zur Keimung zu bringen. Der noch frische Rest von 24 pCt. lag weitere zwei Monate teils bei 20°/30°, teils bei 20°, bis eine Methode gefunden wurde, auch von diesen Samen nach sieben Monate langer Durchfeuchtung sehr bald noch 12 pCt., also insgesamt 88 pCt. normale Keime zu erzielen. Es fehlten demnach zu der beiläufig fünfmal bei Dunkelversuchen ganz regelmässig<sup>1)</sup> erhaltenen Keimzahl von 94 pCt. nur noch 6 pCt., bei denen es auf irgend eine andere Weise zweifellos auch noch gelungen wäre, das Leben zu erregen.

Das Versuchsmaterial von lichtharten Nigellasamen wurde durch künstliche Belichtung unter einem abwärts brennenden Auerbrenner bei 20° erhalten. Zahlreiche, zu diesem Zwecke nötige Vorversuchsreihen ermittelten zunächst bei stundenweis abgestufter, ein- bis siebenstündiger Belichtung diejenige Belichtungsdauer, welche in einem möglichst weitgehenden, also der Schädigung durch Licht möglichst wenig ausgesetzten Entwicklungsstadium der Samen im dunkeln Keimbett<sup>2)</sup> schon einen erheblichen Schaden zu bewirken vermochte. Eine weitere Versuchsreihe ergab dann bei einer Belichtung von immer sieben Stunden dasjenige Keimungsstadium, in welchem diese deutlich beginnende Schädigung von dem grössten Einfluss ist. Dabei wurden, wie immer, je 100 Samen sieben Stunden lang von Anfang an, dann noch nach 7, 15, 24, 39 und endlich nach 48 Stunden Dunkelkeimung belichtet. Der Zeitpunkt 28 Stunden vor dem Hervorbreehen der ersten Würzelchen, nach 24 Stunden Dunkelkeimung, erwies sich als die gefährlichste Entwicklungsstufe,<sup>3)</sup> da schon eine drei Minuten währende Belichtung in dieser Zeit sehr merkbliche Änderungen der Keimkraft bewirkte.

Auf Grund dieser Vorversuche konnten dann viele Hundert Samen während 25stündiger Gasbelichtung nach 24 Stunden Dunkelkeimung lichthart gemacht werden. Auch Rotlicht in einem spektroskopisch geprüften Glaszylinder hatte nach 24stündiger Belichtung den gleichen Erfolg.

Mannigfach variierte Versuche mit solchen lichtharten (oder vielleicht besser „lichtmüden“) Samen bei Enzymbehandlung, Asparagin-

1) Zu allen Versuchen wurden gemischte Mengen ausgewählter tadelloser Samenexemplare verwandt.

2) 63 Stunden Dunkelkeimung in sterilisierten Petrischalen mit zehn Blatt Filterscheiben Nr. 595 von SCHLEICHER & SCHÜLL: Wassermenge 200 pCt.

3) Nach anderen Versuchen höchst wahrscheinlich überhaupt der Beginn der inneren Arbeit des Keimprozesses.

wirkung, vorsichtigem Eintrocknen usw. führten zu der besten Methode, nämlich 14tägigem Trocknen der Samen über  $\text{CaCl}_2$  bei  $30^\circ$  und sofortigem Einquellen in eine Lösung von 1 pCt. Asparagin und 0,1 pCt. Papayotin, dem proteolytischen Enzym aus *Carica Papaya*.<sup>1)</sup> Nach fünfstündiger Quellung wurden die Samen dann angestochen und nach 24stündiger Quellung zum Keimen bei „ $20^\circ/30^\circ$ “ angesetzt. Der Erfolg dieser Behandlung selbst bei schon durch andere Operationen sehr müde gewordenen lichtharten Samen war ein so grosser, dass auch von solchen noch 80 pCt. keimten gegenüber 50 pCt. bei Samen, die dem gleichen Trocknungs- und Quellungsverfahren, jedoch ohne Asparagin und Enzym, ausgesetzt waren. Das gleiche Verfahren brachte dann auch den oben erwähnten Rest der 100, durch Sonnenlicht lichthart gewordenen Samen, nach sieben Monaten Quelldauer schon während 14 Tagen zur Keimung.

*Nigella damascena* ist noch empfindlicher wie *Nigella sativa*, doch sei in diesem Vorbericht auch schon erwähnt, dass bei diesem Dunkelsamen, ebenso wie bei dem „Lichtsamen“ *Poa*, nur ganz frische Samen so exklusiv reagieren, dass die Keimung entweder erfolgt oder nicht. Dies wurde bei zahlreichen Versuchsreihen mit selbstgesammelter *Poa pratensis* wiederum bestätigt,<sup>2)</sup> ebenso, dass auch frische Selleriesamen<sup>3)</sup> im Dunkeln nicht keimen. Für ganz frische *Poa* scheint jedoch, umgekehrt wie bei *Nigella*, das Rotlicht das vorteilhafteste für die Keimung zu sein. Die zahlreichen hierauf bezüglichen Versuche mit *Poa*, die noch in den sieben verschiedenen Farben vom Rot bis zum Violett mit ganz frischen Samen wiederholt werden, sollen später eingehend beschrieben werden. Soviel aber geht daraus unzweifelhaft hervor, dass frische *Poa*-Samen, die am Licht bei genau  $20^\circ$  in schon zehn Tagen zu 95 pCt. keimen,<sup>4)</sup> im Dunkeln unter vollkommen gleichen Bedingungen (auf sterilem Filterblock in Petrischale) bei  $20^\circ$ , ebenso wie *Apium* zu 0 pCt. keimen! Ebenso, dass sich durch abwechselnde Belichtung und Verdunkelung (mit Unterbrechungen von Tagen und Wochen) die Keimung von *Poa* zur Durchlaufung ganz beliebiger Keimungskurven zwingen lässt, allerdings mit der Nebenwirkung, dass bei sehr häufiger und gewaltsamer (in energischem Keimungsstadium erfolgter) Unterbrechung der Lichtkeimung die Lebensenergie der Samen so geschwächt wird, dass bei den im September

1) Versuche mit den eigenen Enzymen der Nigellasamen waren resultatlos; andere Enzyme wirken nur in sehr verdünnten Lösungen.

2) cf. ATTERBERG. 1899. Om inflytandet och växlande temperatur vid groningen af kulturväxternas och särskildt af tallens frön.

3) HICKS u. S. KEY, Yearbook of the U. S. A. Dept. of Agriculture 1897.

4) Nach einer vierwöchigen Nachreife. Über die interessanten Nachreifungskurven ebenfalls später!

gesammelten Samen schliesslich die geringe Intensität des Winterlichtes, des Gasglühlichts, ebenso natürlich die Behandlung bei 20°/30° (durch Wochen!!) in müdem Zustande verbleibende Reste von 20–30 pCt. der Versuchssamen nicht zur Keimung bringen konnte. Solche Monate lang (5–6 Monate) feucht liegende *Poa*-Samen (K. = 95 pCt.), die obigen Einwirkungen, auch der Wärme von 20°/30° gegenüber, lange Zeit stumm blieben, keimten dann nach halbjähriger Versuchszeit erst mit Hilfe des intensiven Frühjahrslichtes im März und April in vier verschiedenen Versuchen prompt zu 91–93 pCt., also mit ganz unerheblichen Unterschieden gegen die im September erreichte Normalzahl.

Der praktische Beweggrund zu den hier nur kurz erwähnten Versuchen war nicht nur die immer wiederkehrende erhebliche Differenz zwischen den Keimprüfungsergebnissen verschiedener Anstalten bei *Poa*, sondern auch Differenzen bei anderen, namentlich gärtnerischen Samen.

Die Zwiebelsamen gelten von jeher als Schmerzenskinder der Prüfungsanstalten. Eine Notiz im Österr. Landwirtsch. Wochenblatt von 1883, Nr. 30, welche das Keimungsoptimum bei 15,5° C = 66 pCt. findet, bei höherer Temperatur (29°) aber eine wesentlich niedrigere Keimziffer (40 pCt.), berücksichtigt offenbar nicht, dass höhere Temperaturen nur bei gleichzeitiger Belichtung die Keimungsenergie störend beeinflussen. Denn *Allium Cepa* keimte bei 20° im Dunkeln in vier Tagen zu 75 pCt., im Licht nur zu 7 pCt. (!), *Allium ascalonicum* in acht Tagen gar in einem Abstände von 88 pCt. (7 pCt. : 95 pCt.)! Ähnlich andere *Allium*-Arten; bei *Allium Porrum* konnten übrigens bei einer verregneten Saat 20 pCt. im Freien lichttart gewordene Samen nachgewiesen werden, die nach entsprechender Behandlung, Anstechen und 20°/30°, natürlich sämtlich keimten. Unter Nichtbeachtung der Belichtungsverhältnisse wäre auch das eigentümliche Verhalten der *Nigella*-Samen nie ganz aufgeklärt worden. Es keimten bei den ersten Versuchen bei 20° im Sonnenlicht 0 pCt., bei 20°/30° 55 pCt., bei 20°, nur selten schwach belichtet und immer von feuchtem Filtrierpapier dicht umgeben. 88 pCt. Man hätte demnach, wie jener österreichische Autor,<sup>1)</sup> die Temperatur von 30° für eine sehr schädliche halten müssen. Jedoch erwiesen spätere Versuche mit Sicherheit, dass nur die zeitweise, wenn auch sehr schwache Belichtung im Verein mit der hohen Temperatur 45 pCt. der Samen lichttart machte, während bei exakter Verdunkelung 88 pCt. keimten, selbst bei 30°. Zahlreiche Versuchsreihen mit *Asphodelus ramosus* und *Nigella* bei 14°, 20°, 20°/30° im Licht, Halblight, Dunkel brachten hierüber volle Klarheit.

1) Name nicht zu ermitteln!

Besonders bemerkenswert verhält sich *Asphodelus ramosus*. In 14 Tagen im Dunkeln zu 90 pCt. keimend, zögert der Same mit der Keimung bei 20° im Licht so, dass zu dieser Zeit erst 35 pCt. später meist kränkelnde<sup>1)</sup> Keime erschienen sind. Nach 16 Tagen waren in zwei, drei volle Monate auseinanderliegenden Versuchen genau nur 42 pCt. beidemale gekeimt, während die Samen im Dunkeln<sup>2)</sup> längst 90 pCt. erreicht hatten, aber ebenso auch im Licht bei 14°. Auf die bereits abgeschlossenen Versuche in farbigem Licht soll hier nur ganz kurz eingegangen werden. Besonders überraschend ist dabei die Schädigung durch das violette Licht bei 14° gegenüber dem Keimungsoptimum (92 pCt.) in demselben Violett bei 20°. Bei 14° schädigt die blaue Hälfte des Spektrums mehr, namentlich auch das Dunkelblau besonders<sup>3)</sup> energisch gleich im Anfang der Keimung, während bei 20° die roten Farben, rot bis orange mehr und dauernd schädigten. Ein Optimum lag bei allen Temperaturen im Gelb (92 und 93 pCt.), bei 20° ein gleiches, auch hinsichtlich des späteren Wachstums der Keimlinge, im Violett. Dennoch waren die im hellen Gelb befindlichen 5 cm langen Keime lebhaft grün, die ebenso langen im Violett bleich gelbgrün. Der Verdunkelungsgrad des fast undurchsichtigen Violett spielte demnach gegenüber der spezifischen Wirkung der Lichtwellenlänge nur eine sehr geringe Rolle. War doch das Gelb fast gleich hell wie das Weiss — trotzdem dort das Maximum der Schädigung mit Differenzen bis 60 pCt. gegen das Optimum im lichten Gelb!

Die Unterschiede gleichen sich schliesslich bei 14° bis auf einen erheblichen Abstand im Dunkelblau und Violett ziemlich aus, während bei 20° Differenzen bis zu 60 pCt. und namentlich der gewaltige Unterschied in der späteren Entwicklung der Keimlinge verständlich machen, wie etwa der Einfluss des Lichtes auf die Inhaltsstoffe des keimenden Samens zu denken ist.<sup>4)</sup>

Besonders bemerkenswert ist auch der kräftig hindernde Eingriff des hellblauen Lichtes bei 20°, fast gleichkommend dem dunkeln Rot, während bei 14° hellblau wie dunkelrot in dieser Hinsicht fast einflusslos waren, nur mit wenig rascherer Anfangsentwicklung wie das bei 14° gleichfalls unschädliche weisse Licht.

1) Auch von vornherein meist abweichend hervorbrechende, rasch anormal ergrünende —.

2) hier später mit unbedeutender Beschleunigung durch die Nachreife.

3) Viel weniger im Anfang das Violett, später allerdings sehr bedenklich.

4) Hierbei ist auch die Tatsache zu bedenken, dass ‚Lichtsamen‘ oft anfangs am Licht erheblich gegen entsprechend warme Dunkelversuche in der Keimzahl zurückstehen, besonders wenn bei den durch die Erregung der Enzyme eingeleiteten Umsetzungen die Wärme fehlt. Violett bei 14° und Violett bei 20°.

Keimversuche unter den verschiedenen Regenbogenfarben sind noch im Gange mit *Nigella damascena*, *Allium ascalonicum*, *Poa*, *Nicotiana*,<sup>1)</sup> *Apium*, *Veratrum*.

Besonders *Veratrum*, das in fünf Monaten im Dunkeln zu 50 pCt., im Licht fast zu 0 pCt.<sup>2)</sup> — später allmählich nur früh vergrünte Keimlinge — keimt, verspricht bei der langandauernden farbigen Belichtung lehrreiche Einblicke. Hierzu werden kleine farbige Glasglocken (aus Dänemark bezogen) verwandt werden.

Der Einfluss der Belichtung wurde noch geprüft bei *Aquilegia*, *Delphinium*, *Allium nigrum*, *A. Schoenoprasum*, *A. Victoralis*, *A. ursinum*, *A. suaveolens*, *Hyacinthus candicans*, *Anthericum Liliago*, *Gentiana nivalis*, *Asphodelus albus*, *Allium Moly* und einigen schon früher erwähnten.

Über alle diese Versuche kann erst viel später zusammenhängend berichtet werden unter Beigabe grossenteils schon fertiger ausführlicher Tabellen und graphischer Kurvenzeichnungen. Dennoch habe ich gerne diese kurze Notiz vorausgeschickt, weil es mich freuen würde, wenn die leicht zu wiederholenden Versuche zu weiterem Studium dieser auch für die Praxis interessanten Fragen anregten.

Zu den Versuchen in farbigem Licht dienten schwarz lackierte Petrischalen (25×130 mm) mit farbigen eingekitteten Deckeln, welche durch die Firma Dr. A. SCHWALM, München, Sonnenstr., besorgt

1) Eine Anführung der Keimzahlen von *Nicotiana Tabacum* für den vierten bis neunten Keimtag (wo die Keimung für die gut nachgereifte Saat auch im Blau-licht beendet war, möge noch ein typisches Beispiel für das merkwürdige Verhalten der „Lichtsamens“ in den verschiedenen Farben abgeben (bei 20°):

Hell . . . . .	10	75	92	96	97	—	Kontrollproben zu 100 Samen nur um 1 bis 2 pCt. ab- weichend.
Rot . . . . .	12	25	36	50	54	55!	
Orange . . . . .	27	64	87	93	96	—	
Gelb . . . . .	26	63	89	96	97	—	
Grün . . . . .	31	77	94	95	—	—	
Hellblau . . . . .	10	18	24	29	32	32!	
Dunkelblau . . . . .	12	25	34	39	39	41!	
Dunkelviolet . . . . .	17	33	50	54	54	56!	
Ultraviolett . . . . .	17	33	53	60	63	67!	

Das Grün wirkt, wie oft, als Optimum bei den Lichtsamens, namentlich bei gelagerter, noch stark lichtempfindlicher *Poa*; bei ganz frischer kann es durch Rot vertreten werden.

Auch bei den „Dunkelsamens“ liegt das Optimum oft in der Mitte des Spektrums, im reinen Grün (z. B. bei *Nigella damascena*).

2) Ein erscheinener, sofort unter krankhafte Krümmung ergrünender Keim starb wieder.

wurden. Von diesen Schalen wurden aber zunächst nur die Deckel benutzt, als Keimgefäß dagegen innen weissemaillierte 5 cm hohe Pfannen, die innen über einem Wasservorrat von 15 cm, den genau gleichmässig feuchten Filterscheibenblock auf einer nach unten offenen Petrischalenhälfte enthalten.

Besonders auch im Hinblick auf die FISCHER'sche Arbeit „Wasserstoff und Hydroxylionen als Keimungsreize“<sup>1)</sup> war mir daran gelegen, diese vorläufige Notiz möglichst bald zu geben, weil diese Lichtwirkungen mit jenen Ionen-Wirkungen vielleicht in irgend eine Verbindung zu bringen sind. Auf die von FISCHER gefundenen Tatsachen wies ich bereits vermutungsweise mit Angabe der Keimung von *Hottonia* in der Naturwiss. Zeitschrift für Land- und Forstwissenschaft<sup>2)</sup> hin. Vorbehalten möchte ich mir augenblicklich bis zur ausführlichen Veröffentlichung die im Gange befindlichen Versuche im farbigen Licht mit den angegebenen Samenarten. Später hoffe ich die gleichzeitige Reizwirkung von Wasserstoff- und Hydroxylionen mit Einwilligung ihres Entdeckers beobachten zu können.

Die meisten Samen lieferte die Firma HAAGE & SCHMIDT in Erfurt.

München 23, den 16. 6. 1907.

#### 41. W. Voss: Über Merkmale normaler Organe in monströsen Blüten.

##### 2. Chrysanthemumform „Waban“.

Eingegangen am 20. Juni 1907.

Die grossen Köpfchen der Chrysanthemumform Waban zeichnen sich durch ihre sehr langen, steil aufgerichteten Strahlblüten aus, deren weisslichrote Kronen einen recht verschieden langen röhrenförmigen Teil zeigen. Im Innern des Köpfchens findet sich eine Scheibe von Röhrenblüten von recht variabler Ausdehnung. Ein-

1) D. B. G. 1907 Heft 3. S. 108.

2) 1903. S. 110.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Kinzel Willy

Artikel/Article: [Über den Einfluss des Lichtes auf die Keimung.  
"Lichtharte" Samen. 269-276](#)