© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

66. W. Kinzel: Lichtkeimung.

Erläuterungen und Ergänzungen.

(Mit Tafel XIX.)

(Eingegangen am 9. November 1909.)

Nachdem trotz größter Sorgfalt bei der Ausführung meiner Versuche mir mündlich noch immer Einwände gegen die beweisende Kraft meiner Ergebnisse gemacht worden sind, habe ich einige der Versuche mit den in Wasser keimenden Samen nochmals im größten Maßstabe wiederholt. Obwohl die Einwände zum Teil von solchen erhoben wurden, welche, wie ich nachträglich feststellen konnte, sich nicht einmal die Mühe gemacht hatten, meine letzten Arbeiten auch nur nachzulesen, geschweige denn nachzuprüfen, so will ich doch gerne die anscheinend mehr auf persönlichem Empfinden beruhenden Beweggründe zu solchem Verhalten übersehen.

Den einen Einwurf, daß die Tension der Wasserdämpfe in den unter Wasser ruhenden Samen erst recht eine sehr verschiedene zwischen den belichteten und unbelichteten Samenreihen sein müsse, weise ich auf das entschiedenste zurück, da er den Vorwurf einschließt, als sei es mir nicht gelungen, die Temperaturen genau einzustellen. Bekanntlich verhalten sich nach dem GAY-LUSSAC-MARIOTTEschen Gesetz die Druckzunahmen wie die Temperaturzunahmen. Gerade weil eine absolut genaue Regulierung der Temperatur nur in großen Wassermassen, die auch von früheren Forschern zur Absorption der Wärme bei diesen Versuchen benutzt wurden, von Aussicht war, habe ich einige Versuche in Wasser gemacht, obwohl schon nach meinen Versuchen mit farbigem Licht und mit stufenweise verringerter Belichtung der Beweis erbracht war, daß sehr kleine Temperaturschwankungen entweder keine oder nur eine ganz untergeordnete Rolle bei den beschriebenen Lichtversuchen spielen. Bei einem Teil der Versuche waren überdies Temperaturunterschiede zwischen den Einzelversuchen ganz vermieden worden.

Bei einigen neueren Versuchen wurde die absolute Gleichförmigkeit der Temperatur in der Weise erreicht, daß das vor-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wiegend diffuse Licht[1]) in eine Wassermasse von 1000 Liter fiel. In dem innen weiß lakierten Gefäß waren nebeneinander in ERLENMEYERschen Kölbchen die Samen in einer Wassertiefe von 40 cm aufgehängt. Die Temperaturmessung während der Versuche ergab in Zeiträumen von über 6 Stunden überhaupt nur Schwankungen unter $^1/_{10}$ Grad und nach Anordnung der Versuche die volle Gewißheit, daß die belichteten und unbelichteten Samen selbst jederzeit eine absolut gleiche Temperatur (16,7 Grad) hatten. Um jede Verschiedenheit in dieser Richtung zu vermeiden, war das verdunkelnde Blechgefäß mit einem Stoffe von der Farbe und Rauheit der Samenoberfläche umgeben (bei *Veronica anagallis* hellgelb). Die Temperaturen, mit feinen Normalthermometern auch innerhalb der kleinen Versuchsgefäße gemessen, ergaben sich denn auch bei Fernrohrbeobachtung als stets gleich. Der Keimungsvorgang wurde ebenfalls mit dem Fernrohr beobachtet, um jede Temperaturschwankung auszuschließen.

Bei dem ersten unter so „umfangreichen" Vorsichtsmaßregeln angeordneten Versuche wurden nicht nachgereifte Samen von *Veronica anagallis* (vom gleichen Fundorte wie 1908) verwandt. Temperatur konstant 16,7 Grad. Nach 6 Tagen begann im Hellen die Keimung und nach 14 Tagen waren 80 pCt. der Samen gekeimt, im Dunkeln ebenso wie später bei etwas nachgereiften kein einziger. Dieselbe 3 Wochen nachgereifte Saat keimte unter diesen Verhältnissen schon in 6 Tagen zu 98 pCt. Bei den Versuchen im Jahre 1908 keimten im Hellen 100 pCt. der Samen; die im Dunkeln während 3 Monaten nicht (0 pCt.) gekeimten Samen wurden nach 3 Monaten dem Licht ausgesetzt und keimten dann in 4 Tagen zu 100 pCt.! Wurden solche Samen ein Jahr lang verdunkelt, so war auch dann noch kein Same gekeimt, trotz zahlreicher Temperaturschwankungen, die ja nach manchen Anschauungen einzig und allein bei der Keimung im Licht in Betracht kommen sollen. Nur bei vorwiegend sterilen Pflanzen, mit fehlgeschlagenen Blüten, keimen die wenigen von der Pflanze erzeugten Samen in so langer Zeit auch im Dunkeln zu 2 bis höchstens 8 pCt. (bleiche bald eingehende Keimlinge). Solche Samen aus den wenigen entwickten[2]) Samenkapseln keimen auch im Licht viel rascher, oft schon nach 4 Tagen zu 100 pCt.

Die oft an mich gerichtete Frage, ob denn solche im Dunkeln anfangs — während mehrerer Wochen und Monate — nicht

1) Bei Vermeidung direkter Sonnenbestrahlung (vgl. WIESNER).
2) Oft nur 1—2 an starken, weit verzweigten Pflanzen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

keimenden Samen nicht später doch im Dunkeln keimen, wird zwar durch diese letzten Ausführungen und meine Arbeiten über *Poa*, und andere Samen schon ausführlich beantwortet. Immerhin bin ich jetzt in der Lage, einen umfangreicheren Beitrag zu dieser Frage zu liefern, nachdem ich eine ganze Reihe von Arten vielfach weit über 1 Jahr im Licht und Dunkeln beobachtet habe.

Es keimten nur im Licht während 12—15 Monaten (die eingeklammerten Zahlen geben die im Licht erreichte Prozentzahl der Keimlinge):

Scheuchzeria palustris (47 pCt.), *Luzula albida* (83 pCt.), *Tofieldia calyculata* (90 pCt., auch im blauen Lichte wie im Dunkeln während 14 Monaten kein Keimling ohne ein Verderben irgendeines Samens), *Nuphar advenum* (43 pCt.), *Nuphar luteum* (39 pCt.), *Nymphaea Lotus* (49 pCt.), *Nymphaea alba* (64 pCt. [1]), *Thalictrum aquilegiifolium* (66 pCt.), *Thalictrum angustifolium* (19 pCt.), *Papaver alpinum* (8 pCt.), *Chelidonium majus* (17 pCt.), *Drosera rotundifolia* (31 pCt., heiß kultivierte Pflanzen 24 pCt.), *Dr. anglica* (10 pCt.), *Dr. intermedia* (2 pCt.), *Dr. spathulata* (100 pCt., heiß kultiviert 30 pCt.), *Saxifraga bryoides* (2 pCt.), *S. Burseriana* (55 pCt.), *S. muscoides* (85 pCt.), *S. tridactylites* (69 pCt.), *S. oppositifolia* (8 pCt.), *S. stellaris* (60 pCt.), *Parnassia palustris* (von 1500 m Höhe 8 pCt., aus Niederungsmoor 76 pCt.), *Linum catharticum* (15 pCt.), *Hypericum perforatum* (52 pCt.), *H. alpinum* (*Richeri*) (64 pCt.), *H. montanum* (88 pCt.), *Epilobium roseum* (100 pCt.), *Trapa natans* (22 pCt.), *Rhododendron ferrugineum* (46 pCt.), *Rhodothamnus Chamaecistus* (15 pCt.), *Azalea procumbens* (32 pCt.), *Calluna vulgaris* (84 pCt., halbreife Saat ebenso), *Primula pubescens* (4 pCt.), *Pr. spectabilis* (97 pCt., alle Samen im Dunkeln auch nach 14 Monaten gesund), *Pr. villosa* (76 pCt.), *Pr. glutinosa* (61 pCt.), *Pr. minima* (55 pCt., im Dunkeln 0 trotz 7 Monat langer Nachreife), *Limnanthemum nymphaevides* (25 pCt.), *Gentiana asclepiadea* (15 pCt.), *G. cruciata* (5 pCt.), *Erythraea Centaurium* (99 pCt., im D. = 0 pCt., auch nach 2 Monat Nachreife nur 3 pCt. im D.), *Verbascum Thapsus* (100 pCt.), *V. nigrum* (8 pCt. [1]), *V. Lychnitis* (38 pCt.), *Linaria vulgaris* (15 pCt.), *Linaria minor* (40 pCt.), *Mimulus luteus* (98 pCt.), *Erinus alpinus* (84 pCt.), *Digitalis purpurea* (100 pCt.)[2]), *Veronica Anagallis* (100 pCt.), *V. becca-*

1) Diese Samen keimen am besten und schnellsten, wenn man die fast reife Kapsel 15—20 Tage eintrocknen lässt und dann die Samen sofort ansetzt. Frei aufbewahrte Samen sterben bald.

2) Umgekehrt keimt *D. lutea* in 10 Tagen zu 100 pCt. im Dunkeln, nur ganz spärlich im Licht. *D. grandiflora*, nur wenig begünstigt durch Dunkel, keimt in 15 Tagen im D. u. L. zu 100 pCt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bunga (97 pCt.), *V. alpina* (1 pCt. ohne Nachreife, in 14 Monaten), *V. bellidioides* (54 pCt., $2^1/_2$ Monate nachgereift), *V. urticifolia* (29 pCt., $2^1/_2$ Monate nachgereift), *Paederota Bonarota* (49 pCt.)[1], *Bartschia alpina* (8 pCt.), *Pedicularis palustris* (13 pCt.), *Phyteuma orbiculare* (8 pCt.), *Campanula rotundifolia* (86 pCt.), *C. Scheuchzeri* (6 pCt.), *C. pulla* (90 pCt.), *C. Rapunculus* (10 pCt.), *C. Trachelium* (10 pCt.)[2], *C. persicifolia* (95 pCt.), *C. glomerata* (10 pCt., wird hell im Licht), *C. barbata* (5 pCt.).

Von allen diesen Arten hat nur die erste, *Scheuchzeria*, während eines Jahres 2 pCt. bleiche, bald eingehende Keimlinge (z. T. anormal) auch im Dunkeln geliefert; ich führe sie trotzdem in dieser Liste auf, weil sie für die nur im Hellen keimenden Samenarten typisch ist. Der schon in dem 3—4 mm langen ovalen Samen ergrünende Keimling sprengt nämlich als spindelförmiger grüner Körper die umgebende starke bräunliche Schale und bekommt erst nach 5—8 Tagen, ziemlich gleichzeitig, ein Würzelchen und einen Blattkeim, anfangs nur kleine Ausstülpungen an dem bis dahin ganz glatten Keimkörper, welcher an der jungen Pflanze noch lange erhalten bleibt. Ähnlich konnte ja auch für die Keimung von *Poa* die noch vor der Öffnung des Samens im Innern erfolgende Chlorophyllbildung als Grund für die Notwendigkeit des Lichtzutritts nachgewiesen werden. Frische *Poa*-Saat (*pratensis*), läßt sich bekanntlich 1 Jahr lang im dunklen Keimbett bei 20 Grad aufbewahren, ohne daß eine Keimung erfolgt.

Besonders beachtenswert ist auch die andauernde (14 Monate) vollkommene Verhinderung der Keimung bei *Tofieldia* durch das blaue Licht. Bei einigen anderen Samen, wie *Achillea*, *Erigeron*, *Veronica peregrina* hatte das blaue Licht in dieser Richtung sogar stärker als Dunkelheit gewirkt. *Erigeron* hatte im blauen Licht noch nach 4 Monaten nur 2 pCt. Keime gegen 13 pCt. im Dunkeln (bei 80 pCt. im Licht). Von da ab erst stieg die Prozentzahl in weiteren 3 Monaten im Dunkeln auf 23 pCt., im Blau viel langsamer auf 20 pCt., um so fernerhin 6 Monate lang unverändert zu bleiben. Die im Dunkeln ungekeimten Samen sind gesund, wie auch überall bei den in der Liste aufgeführten Arten. Nur in einem Falle, bei *Gentiana germanica*, wurden im Dunkeln 88 pCt.

---

1) Der Rest der Saat verdirbt; über die Lebensweise der Keimlinge, von denen nur wenige selbständig weiter wachsen, später.

2) Vgl. NOBBE und HAENLEIN, Landw. Versuchsstation. Bd. 20 (1877) und Bd. 25 (1880): *Verbascum nigrum* keimte, kaum jemals belichtet, in über 3 Jahren zu 0 pCt., bei *Campanula Trachelium* von 400 Samen in der gleichen Zeit 1 Same!

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Samen durch eine *Botrytis* zerstört, nachdem sie 6 Monate in Gesundheit ausgeharrt hatten. Bei *Veronica aphylla*, die 14 Monate (nicht nachgereift) auch im Licht nicht keimte (wie früher, 1895, 1 Jahr lang nicht nachgereifte *V. bellidioides*), wurde der Versuch gemacht, nach 3 Monaten Keimzeit die feuchten Samen einmal 24 Stunden bei 30 Grad, und einen Teil davon dann noch 3 bis 4 Sekunden bei 100 Grad zu trocknen. Auch die so behandelten Samen keimten noch nicht. Von den bei 30 Grad behandelten blieben 98 pCt. 8 Monate lang gesund, aber nur im Licht. Im Dunkeln verdarben von diesen Samen 72 pCt., im blauen Licht nur 20 pCt. Von den auch noch bei 100 Grad getrockneten verdarben sämtliche im Dunkeln schon nach 2 Monaten, im blauen Licht aber nur 32 pCt. und auch später nur 56 pCt. Die Nachreife konnte indessen durch die Trocknung nicht ersetzt werden — immerhin dürften die Samen nach einem Jahre im Licht vielleicht eher keimen als die ganz unbehandelten, von denen eine Kontrollprobe zurückbehalten wurde.

Für *Drosera spathulata* war 1908 nachgewiesen worden, daß die Pflanzen bei abnorm heißer Kultur Samen liefern, welche nur zum Teil — damals 30 pCt. — keimfähig sind. Blaulicht verhinderte die Keimung dann ganz. Dieselben 3 Pflanzen lieferten 1909, bei kühlerer Temperatur blühend und fruchtend, Samen, welcher sowohl im Licht, wie im Blaulicht — hier mit der früher beschriebenen Verzögerung —, zu 100 pCt. keimten (a. a. O. S. 113).

Eine ähnliche, recht bemerkenswerte und vielleicht für die Praxis bedeutsame Verschiedenheit zeigte sich bei den Samen der heiß kultivierten *Pinguicula*-Pflanzen (siehe a. a. O. S. 635). Von diesen waren auch eine Anzahl, etwa 40 pCt., keimunfähig, die übrigen aber vermochten in der roten Hälfte des Spektrums schon vom 7. Tage an in 10 Tagen zu 60 pCt. zu keimen, im Gelb nur zu 38 pCt., im Grün (Minimum) nur zu 10 pCt. und dort erst nach einem Jahre zu weiteren 58 pCt.

Ganz verschieden von diesen aus heißer Kultur gewonnenen verhielten sich die Samen der im Moor verbliebenen Kontrollpflanzen. Statt nach 7 Tagen begann die Keimung in der roten Spektrumhälfte erst nach 9 Monaten. Das Minimum der Keimung lag ebenfalls im Grün (noch nach 15 Monaten 0 pCt., halbreife 1 pCt.), aber auch im Dunkelblau keimte kein Same (heißkultivierte dort 29 pCt. schon in 25 Tagen, nach einem Jahre bis 50 pCt.). Während Grün und Dunkelblau also gleichmäßig bei 400 Samen der „Freimoorsaat“ (je die Hälfte halbreife) keine Kei-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mung erzielte, gab Gelb schon nach 5 Monaten 20 pCt. — schließlich nach 10 Monaten bis 91 pCt., Hellblau dann bis 71 pCt., Violett bis 29 pCt. Übereinstimmend mit den „Kultursamen" lag aber das Optimum der Keimung in der roten Spektrumhälfte — nur begann hier die Keimung 9 Monate später, erst im April des nächsten Jahres (vom 13. Juli 1908 an) — am frühesten im Hellen (100 pCt.) und stieg während eines Monats dann im Hellen, im Hellrot und Orange, auf 97 pCt. bis 100 pCt., selbst im dunkelsten Rot in 2 Kontrollproben nur wenig später, trotz der starken Verdunklung (viel dunkler als Dunkelblau) auf 83 pCt. und 84 pCt. Das merkwürdigste bei dieser Lichtwirkung ist der Umstand, daß trotz der ganz wunderbaren Beschleunigung der Keimung durch die künstliche Kultur der Pflanze im ganzen der Typ der Keimung in der Farbreihe erhalten blieb, wenn auch die Gegensätze bei den natürlichen, sehr langsam keimenden Samen viel schärfere sind. (Minimum Grün = 0, Optimum Rot = 100.) Ähnlich war ja auch bei der verregneten Münchener Absaat der abessinischen *Nigella*saat das Optimum Grün erhalten geblieben; nur dauerte hier die Keimung um beinah 1 Jahr länger, als bei der in Abessinien geernteten Muttersaat[1]).

Analoge Verhältnisse bezüglich der Schnelligkeit der Keimung walten ob, wenn alpine Pflanzenspecies im Tal Samen liefern. *Saxifraga Burseriana* vom Hochfelln keimte auch nach 6 Monaten noch nicht; dagegen gaben in München kultivierte Pflanzen Samen, welche schon nach 40 Tagen zu 48 pCt., nach 3 Monaten zu 55 pCt. gekeimt waren. Selbst halbreife Saat vom Hochfelln gab nur 6 pCt. Keimlinge (nur 1 pCt. normale) in 6 Monaten, durchfrorene Saat (vom Vorjahr in den Felswänden verbliebene) 0 pCt. Ebenso keimte *Saxifraga Cotyledon* aus dem Züricher Garten, von Herrn Professor SCHINZ mir freundlichst überlassen, schon sehr bald und in 3 Monaten zu 98 pCt., Samen von der Gotthardtstraße in derselben Zeit dagegen nur zu 30 pCt.

Vom Gipfel des Faulhorns 1909 gesammelte Saat (von 1908) von *Saxifraga oppositifolia*[2]) keimt trotz des Durchfrierens übrigens ebenso langsam (4 pCt. in 3 Monaten) wie nicht durchfrorene Saat; ebenso keimt auch die Saat von *S. androsacea* vom Faulhorn (3 Monate 0 pCt.) ebenso langsam wie neue Saat; auch bei der wesentlich leichter keimenden *S. muscoides* vom Faulhorn ist eine Beschleunigung durch den Frost nicht wahrzunehmen. Nimmt man

1) Diese Berichte 1908, Heft 8, S. 633.

2) Auch halbreife Saat aus 3240 m Höhe am Zermatter Breithorn keimt nicht schneller als reife Saat aus 2000—2500 m.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dazu die Tatsache, daß auch bei *S. Burseriana* die sehr langsame Keimung nicht durch den Frost beschleunigt wird, so scheint für die Saxifragen eine Wirkung dieses Faktors nicht wahrscheinlich. Das ist um so auffallender, als, wie sich durch Anstechen erweisen ließ, bei *S. oppositifolia* wenigstens das Keimungshindernis vorwiegend in der Schale liegt. Die Samen bleiben beiläufig auch im Licht dunkelgefärbt. Ein Hellwerden der Schale (z. B. bei *Aconitum*, bei *Paris*) beweist nicht immer, daß eine für die Keimung günstige Veränderung der Schale erfolgt ist.

Auch bei *Primula* ist die Frostwirkung nur auf gewisse Arten beschränkt. Noch eigentümlicher gestaltet sich die Sache bei *Gentiana*. Die Samen dieser sehr langsam keimenden Gattung konnten bisher nur bei wenigen Arten zur Keimung gebracht werden. Bei *G. nivalis* z. B. liegen die schwarzen Samen, im Licht fast vollkommen farblos geworden, nun schon ein Jahr, ohne zu keimen. Ähnlich bei *G. germanica* (im Licht hellwerdend), wo auch Samen, die den halben Winter (vom 24. Dezember) und ganzen Winter (vom 25. Mai) im Freien waren, nicht keimen. Dagegen keimte im Mai bei München entnommene durchfrorene Saat von *G. cruciata* schon nach 12 Tagen zu 99 pCt., wenig verzögert auch im Dunkeln nach 12 Tagen zu 98 pCt., obwohl frische Saat in einem Jahre (nur im Licht) nur zu 5 pCt. keimte. Danach ergab sich weiter, daß alle der *G. cruciata* ähnliche Enziansamen, auf der Schachenalp (1800 m), den Winter 1908 in Kapseln verblieben, ähnlich durch den Frost in der Keimung begünstigt werden. *G. straminea* keimte im Licht und Dunkeln zu 82 pCt. und 83 pCt., *G. Regelii* im L. und D. zu 36 pCt., *G. Przewalskyi* im L. zu 52 pCt., im D. zu 36 pCt., *G. septemfida* zu 80 pCt. Nur bei *G. phlogifolia* schien der Frost seine Wirkung nicht vollständig getan zu haben; es keimten in der gleichen Zeit (14 Tage) nur 20 pCt. gegen nur 4 pCt. im Dunkeln, auch nach 3 Monaten nicht mehr. Hier war also zugleich auch die Lichtempfindlichkeit bemerkenswerterweise nicht ganz aufgehoben. Dagegen ist durchfrorene Saat von *G. acaulis*, *G. excisa*, *G. bavarica*, *G. verna*, *G. lutea*, *G. punctata* bisher ebenso wenig zur Keimung gekommen, wie — 1 Jahr lang im Keimbett verblieben — die nicht durchfrorenen Saaten. Trotzdem sind alle diese Saaten gesund. Nur die Saat von *G. asclepiadea* wird durch den Frost getötet; ebenso zum größten Teil die bis Mai des nächsten Jahres in Kapseln verbliebene *G. germanica*; bis 24. Dezember blieb letztere Saat vom Wetter unversehrt. Von den Saxifragen ist noch *S. umbrosa* (42 pCt.) und *S. Aizoon* (68 pCt.),

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sowie *Utricularia vulgaris* (14 pCt.) als vorläufig nur im Licht keimend zu erwähnen (nach 3 Monaten). Auch *Atropa Belladonna* keimt zunächst nur im Licht. Dagegen haben alle bisher geprüften Labiaten auch in beschränkterem Maße im Dunkeln gekeimt (z. B. nach 1 Monat *Thymus Serpyllum* 75 : 35 pCt., *Salvia glutinosa* 25 : 8 pCt., *Prunella vulgaris* 40 : 10 pCt. usw.)

Von Schattenpflanzen ist besonders *Asarum* als vorläufig (5 Monat) nur im Licht keimend von Interesse; sie beginnt nach 4 Monaten zu keimen (jetzt bis 85 pCt.). Die *Pirola*-Arten werden im Licht hell; daß sie ohne Pilzmitwirkung keimen, ist mir nach dem Verlauf der Versuche unwahrscheinlich; möglicherweise begünstigt auch die schwerkeimenden Gentianen in der Natur ihre Mykorrhiza.

Von den Arten, die in geringem Maße auch im Dunkeln keimen, ist *Aquilegia atrata*[1]) in $2^1/_4$ Jahren dort bei 7 pCt. geblieben; da im 2. Keimungsjahre die Zeit des höchstmöglichen Lichtgenusses (Juni) trübe und kalt war, ist aber auch im Licht über die 61 pCt. von 1908 hinaus im Jahre 1909 kein weiterer Keim erschienen. Kurz sei noch der Arten gedacht, bei denen ebenfalls nach bestimmter Zeit die Keimung im Dunkeln aufhörte (Keimzeit 12 bis 15 Monate). Die zweite niedrigere Zahl gibt die Prozente im Dunkeln. *Chrysosplenium oppositifolium* (84 : 15), *Saxifraga granulata* (100 : 37), *S. nivalis* (100 : 52), *S. aizoides* (76 : 13). *S. rotundifolia* (99 : 11), *Soldanella montana* (100 : 62) — dagegen *S. alpina* 100 : 100, sogar mit großer Beschleunigung im Dunkeln — *Trientalis europaea* (70 : 37)[2]), *Veronica spicata* (98 : 37), *V. polita* (38 : 27), *Globularia nudicaulus* (75 : 8), *G. cordifolia* (68 : 36), *G. vulgaris* (100 : 39), *Campanula patula* (98 : 68), *Allium sibiricum* (50 : 30). Endlich noch besonders *Epilobium trigonum*, das in 4 Monaten im Hellen zu 100 pCt. ausgekeimt ist und im Dunkeln erst nach 6 Monaten mit der Keimung beginnt (bis zum 11. Monat langsam bis 53 pCt., dann Stillstand).

Über die im Dunkeln besser keimenden Sileneen sei nur kurz erwähnt, daß für *Lychnis lapponica* das Verhältnis 63 : 95 und für *Dianthus microlepis* 13 : 36 bestehen bleibt. *Dianthus alpinus* ist in 14 Monaten auf die Zahlen 63 : 83 gerückt. Für *Viscum minimum* Harvey wurde vorläufig nachgewiesen, daß sie im Dunkeln zu

---

1) Bei NOBBE (a. a. O.) in $3^1/_4$ Jahren von *Aquilegia vulgaris* (ohne Licht) noch nicht 1 pCt. gekeimte.

2) Auch bei *Trientalis* kann die Lichtwirkung durch einen Winter Frostbehandlung vollkommen ersetzt werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

keimen vermag — ähnlich wie manche Kakteen der Wüstenregion[1]). Zu *Nigella* und *Delphinium* gesellt sich *Actaea spicata*, die in einem Jahre im Dunkeln zu 50 pCt. gekeimt ist (Beginn nach 3 Monaten) — lange braunbehaarte Keime — aber nur zu 2 pCt. spät im Licht. Die Keime können 3—4 Monate im Dunkeln weiterwachsen, dann gehen sie ohne Licht ein. Auch *Euphorbia Peplus* keimt zunächst nur im Dunkeln, und zwar in einem Monat rasch zu 40 pCt.

Für die Liliaceen und Ensaten bestätigt sich andauernd die Beobachtung, daß Dunkelheit ihre Keimung im allgemeinen begünstigt. *Leucojum vernum* keimt rasch zu 100 pCt. im Dunkeln, erst nach vielen Monaten ebenso im Licht. Ähnlich verzögert war früher *Asphodelus*, *Anthericus ramosus*, *Paris Smilacina*, *Polygonatum* und andere. *Colchicum* braucht 2—3 Jahre bis zum Beginn der Keimung. Auch *Veratrum* wird durch Licht 3 Monate in der Keimung zurückgehalten. Nur die Samen stark dem Licht ausgesetzter alpiner Liliaceen werden durch Licht begünstigt (cf. auch *Tofieldia*). *Lloydia serotina* ist nach einem Jahr vollständig (im Licht) ausgekeimt, während im Dunkeln die Keimung bei 49 pCt. stehen bleibt.

Ein neuer ausgedehnter Versuch mit den in äußerst günstigem sonnigen Wetter gereiften und geernteten Samen der früheren Versuchspflanze von *Delphinium elatum* (K. in 15 Tagen 100 pCt.[2]) ergab Optima in Hellrot und Grün und die Gewißheit, daß hier die Schädigung im hellen Licht durch die violetten Strahlen erfolgt. Bei den günstigen Farben wirkten die helleren Farbtöne am günstigsten, bei den ungünstigen Farben (blaue Spektrumhälfte) ebenso die helleren Töne am ungünstigsten[3]). Schon das helle Blaugrün, obwohl noch nahezu optimale Wirkung erzeugend, verzögerte entsprechend früheren Erfahrungen (gealtertes *Veratrum*[4]), *Nigella*saat bei hoher Wärme) anfangs sehr stark gegen reines Grün. Ähnlich früher bei *Nigella*, wo gleichwohl Grün und Blaugrün (70 pCt.) schließlich Optima blieben, während das auch

---

1) Auch *Helianthemum vulgare* (neben manchen *Sedum*-Arten) gehört hierher, deren Saat auch bei uns an sandigen Hügeln oft tief verweht wird. Gleichwohl wird die Keimung durch Licht bei vielen Rassen noch stark begünstigt.

2) 8 × 100 pCt. in den günstigen Farben — die Saat von 1908 gab erst in 4 Wochen 30 pCt. (dunkel) — 97 pCt. nach einem Jahre!

3) Umgekehrt bei Lichtsamen: Hellblau bei *Pinguicula* in 14 Mon. 71 pCt. gegen 0 pCt. im Dunkelblau, bei *Veronica pereg.* schließlich 100 pCt. (im H.-B.) gegen andauernd nur 47 pCt. im Dunkelblau.

4) Hier am Schlusse der Keimung, anfänglich dagegen, wie bei sehr gealterten Samen fast immer umgekehrt, im Gegenteil beschleunigend wirkend (a. a. O. S. 114).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hier am ungünstigsten wirkende Hellviolett (**15!**) gegen Dunkelviolett (51 pCt.) um 36 pCt. zurückblieb (a. a. O. S. 632).

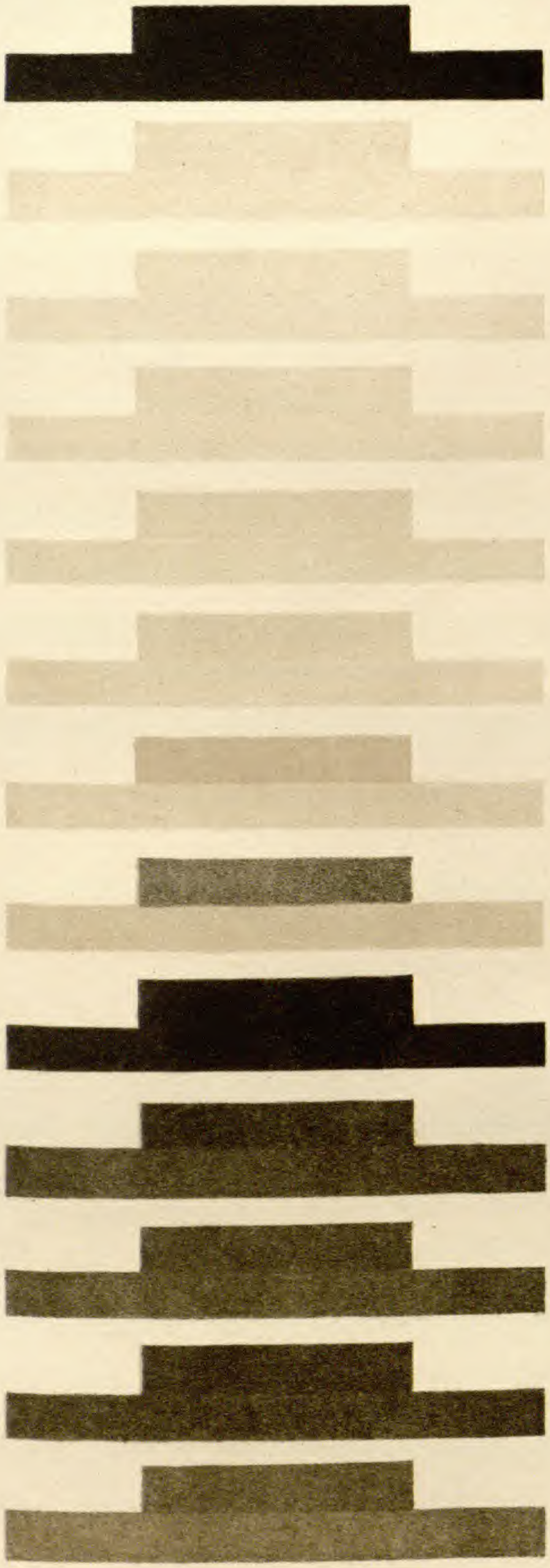
Um die Wirkungen der benutzten Farbengläser verständlicher zu machen, füge ich die Abbildung auf Taf. XIX bei. Die Tafel stellt die Einwirkung des direkten durch die Gläser filtrierten Sonnenlichtes während 15 Minuten (lange Streifen) und 90 Minuten (kurze Streifen) auf mattes photographisches Tageslichtkopierpapier (Celloidinpapier) dar.

Manche der beschriebenen Wirkungen werden durch diese zwar etwas einseitige Darstellung verständlicher werden. Man sieht z. B., wie das helle Blaugrün trotz seiner sehr starken chemischen Wirkung (auf Silbersalz!), die übrigens schon nach 3 Minuten Belichtung hervortrat, mit der Zeit durch seinen Gehalt an milder wirkenden grünen Strahlen bei der Keimung oft dasselbe erreicht wie reines Grün.

Zum Schlusse darf als höchst eigentümlich und für die praktische Kontrolle von Bedeutung die Keimung von *Phacelia* nicht unerwähnt bleiben. Da REMER schon das Optimum dieses Samens im Grün fand, war es von Interesse zu erfahren, wie ganz frische, selbstgeerntete Saat sich verhielte. In einem Jahre sind von solcher Saat (München) im Licht nur 10 pCt. (z. T. verkümmerte Keimlinge) gekeimt, im Dunkeln 55 pCt., im grünen Lichte dagegen **93 pCt.** Die Saat keimt unter Umständen sehr langsam, wenn man nicht, wie es schließlich geschah, die einige Zeit feucht gelegenen Samen etwas abreibt. Ganz ähnlich *Nemophila insignis;* nach 2 Tagen schon 79 pCt. im Grün gegen nur 7 pCt. im Licht, schließlich am 6. Tage 95 pCt. gegen 20 pCt. Auch im Dunkeln werden hier bald 90 pCt. erreicht.

Leider verbietet mir der Raum, den zahlreichen Herren, die mir durch Zusendung frischen Materials meine Arbeit erleichtert haben, an dieser Stelle einzeln zu danken. Im besondern sei Herrn Direktor Dr. DORPH-PETERSEN in Nachholung eines früheren Versäumnisses für die Überlassung farbiger und heller Glocken aus den Vorräten der Kgl. Dänischen Samenkontrollstation gedankt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



E. Lauelith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: 27

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

Artikel/Article: Lichtkeimung. 536-545