

darf darüber nicht in einseitiger Weise die Systematik ganz vernachlässigt werden, wie einige Eiferer wollen. Wie in allen Schulen wird auch in niederen die Pflanzengeographie (wie natürlich ebenso die Tiergeographie) eine Verknüpfung mit der Erdkunde erstreben, auf heimische Verhältnisse aufbauen, doch nicht auf diese beschränkt bleiben¹⁾.

In diesem Sinne gedenke ich im „deutschen Ausschuß“, dessen Aufgabe ich kurz angedeutet habe, die Botanik zu vertreten.

Mitteilungen.

77. Wilhelm Kinzel: Lichtkeimung. Weitere bestätigende und ergänzende Bemerkungen zu den vorläufigen Mitteilungen von 1907 und 1908.

(Eingegangen am 3. November 1908.)

Im Anschluß an die in Heft 8 dieser Berichte publicierte Arbeit wurden noch 108 verschiedene Samenarten, vorzugsweise von alpinen Species und einer Reihe von Waldpflanzen stammend, geprüft. Zugleich sind auch die Samen einiger Wasserpflanzen, in Wasser eingesenkt, zur Prüfung herangezogen worden, um dem Einwand zu begegnen, es könnte die Tension des Wasserdampfes bei den Lichtversuchen eine so bedeutungsvolle Rolle gegenüber der Tension bei den Dunkelversuchen spielen, daß dadurch die günstigere Keimung in manchen Fällen beeinflußt würde. Alle diese Versuche haben schon so viele positive Ergebnisse geliefert, daß nach Aufführung der Namen der Pflanzen die Hauptergebnisse schon hier kurz zusammengefaßt werden mögen, zumal durch die Versuche einige am Schlusse der vorigen Mitteilung ausgesprochene Vermutungen über die Pflanzen stark besonnener und teilweise beschatteter Standorte eine Bestätigung erfahren.

Es wurden geprüft: *Typha angustifolia*, *Scheuchzeria palustris*,

1) Sollen Bestimmungsübungen vorgenommen werden, so müssen sie an natürlichen Gruppen vorgeführt werden. Das LINNÉsche System sollte meines Erachtens in keiner Schule mehr gelehrt werden, da es das Verständnis für natürliche Verwandtschaft erschwert (vgl. meinen Aufsatz im Pädagog. Archiv XLVIII 1906 S. 455 ff.).

Luzula albida, *Tofieldia calyculata*, *Anthericus ramosus*, *Narthecium ossifragum*, *Allium sibiricum*, *Paris quadrifolius*, *Silene Pumilio*, *Lychnis lapponica*, *Dianthus alpinus*, *D. microlepis*, *D. Carthusianorum*, *D. superbus*, *Moehringia muscosa*, *Nuphar advenum*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*, *Nymphaea Lotus*, *Delphinium elatum*, *Aconitum Napellus*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Th. angustifolium*, *Papaver alpinum*, *Chelidonium majus*, *Drosera rotundifolia*, *D. anglica*, *D. intermedia*, *Saxifraga bryoides*, *S. rotundifolia*, *S. stellaris*, *S. aizoides*, *S. oppositifolia*, *S. tridactylites*, *S. nivalis*, *S. granulata*, *Parnassia palustris*, *Oxalis Acetosella*, *Linum catharticum*, *Impatiens Nolitangere*, *I. parviflora*, *Hypericum perforatum*, *Epilobium angustifolium*, *E. roseum*, *E. trigonum*, *Trapa natans*, *Hippuris vulgaris*, *Andromeda polifolia*, *Pirola rotundifolia*, *P. uniflora*, *Ramischia secunda*, *Rhododendron ferrugineum*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Oxycoccus*, *Primula pubescens* (*auricula* × *viscosa*), *Pr. spectabilis*, *Pr. rosea* Royle, *Trientalis europaea*, *Soldanella alpina*, *S. montana*, *Lysimachia vulgaris*, *Androsaces Wulffenianum*, *Hottonia palustris*, *Limnanthemum nymphaeoides*, *Gentiana punctata*, *G. acaulis*, *G. nivalis*, *G. asclepiadea*, *G. Pneumonanthæ*, *G. ciliata*, *G. cruciata*, *G. germanica*, *Erythraea Centaurium*, *Polemonium coeruleum*, *Phacelia tanacetifolia*, *Verbascum thapsus*, *V. lychnitis*, *V. nigrum*, *Linnaria vulgaris*, *Mimulus luteus*, *Limosella aquatica*, *Veronica anagallis*, *V. beccabunga*, *V. alpina*, *V. aphylla*, *V. urticifolia*, *V. bellidioides*, *V. polita*, *Paederota Bonarota*, *Bartschia alpina*, *Pedicularis palustris*, *Globularia vulgaris*, *G. cordifolia*, *G. nudicaulis*, *Orobanche cruenta*, *O. Salviae*, *Jasione montana*, *Phyteuma orbiculare*, *Campanula rotundifolia*, *C. Scheuchzeri*, *C. pulla*, *C. rapunculoides*, *C. trachelium*, *C. patula*, *C. rapunculus*, *C. persicifolia*, *C. glomerata*, *C. barbata*, *Beilis perennis*, *Erigeron canadensis*, *Leontopodium alpinum*, *Achillea Millefolium*, *Aronicum scorpioides*¹⁾.

Ganz besonders interessant bei den Versuchen ist eine Anzahl von Arten, deren Keimung ganz unzweifelhaft durch die Dunkelheit befördert wird. Vor allem ist da das der *Nigella* verwandte *Delphinium elatum* zu erwähnen. Dies *Delphinium* keimt bereits am 11. Tage im Dunkeln zu 40 pCt., im Licht nur zu 1 pCt., am 15. Tag zu 80 pCt. gegen 4 pCt., am 21. Tag zu 89 pCt. gegen 20 pCt. Noch nach 30 Tagen ist der Abstand 90 pCt. gegen 50 pCt., nach 40 Tagen 92 pCt. gegen 78 pCt. und auch nach 50 Tagen gleicht sich der Unterschied nur bis auf 93 pCt. gegen

1) Dazu kommen noch: *Lloydia serotina*, *Primula glutinosa*, *Villarsia ovata*, *Gentiana bavarica*, *Veronica spicata*. Von den genannten ist besonders noch *Calluna* hervorzuheben. Von verschiedenen Orten reif und halbreif gesammelt, keimt sie am Licht schon in 35 Tagen zu 30 pCt., im Dunkeln nicht.

83 pCt. aus. Die Pflanzen, welche den Samen lieferten, waren erzogen aus einer schon sehr gealterten Saat, welche nur noch zu 14 pCt. keimte, aber gleichwohl auch schon damals noch sehr deutlich diese Eigenschaft zeigte. Diese Saat keimte ebenfalls erst am 13. Tage im Lichte zu 2 pCt. an, während sie im Dunkeln, schon am 7. Tage mit 4 pCt. beginnend, bereits zu 11 pCt. gekeimt war. Erst nach zwei Monaten glich sich der Unterschied bei 14 pCt. aus.

Ferner erwiesen sich alle geprüften *Dianthus*-Arten als begünstigt durch Dunkelheit, besonders die vom Urgebirge Bulgariens (Rilodagh, 2200—2500 m) stammende *Dianthus microlepis*. Am 3. Tage keimten 20 pCt. im Dunkeln gegen 1 pCt. im Hellen, bis zum 10. Tage 31 pCt. gegen 10 pCt., das vorläufige Ende der Keimung¹⁾. Bei *Dianthus alpinus* waren noch am 6. Tage 12 pCt. Keime im Hellen gegen 24 pCt. im Dunkeln vorhanden; im Verlauf eines Monats Ausgleich auf 35 pCt. : 40 pCt. Größer noch ist der Abstand bei *Dianthus superbus* (3. Tag 7 pCt. : 76 pCt., 4. Tag 44 pCt. : 88 pCt.) und bei *D. Carthusianorum* (noch am 5. Tage 40 pCt. im Hellen gegen 92 pCt. im Dunkeln); jedoch gleichen sich die Unterschiede bei diesen beiden Nelken des Flachlandes mit 100 pCt. nach 14 Tagen völlig aus. Sehr bemerkenswert und damit gut zusammenstimmend verhält sich *Lychnis lapponica*: 3. Tag 2 pCt. : 32 pCt., 4. Tag 6 pCt. : 66 pCt., 9. Tag 60 pCt. : 90 pCt. Auch nach 3 Monaten steigt die Keimung bei *Lychnis lapponica* nicht über 63 pCt. im Licht, während im Dunkeln 92 pCt. gekeimt sind.

Überhaupt scheint dies Verhalten bei manchen Alpinen, die eventuell unter einer Schneedecke keimen, öfter vorzukommen. So verhält sich *Soldanella alpina* direkt umgekehrt wie *Soldanella montana*. *Soldanella alpina* keimt schnell und sehr üppig²⁾ sich weiter entwickelnd im Dunkeln schon am 6. Tage zu 10 pCt., bis zum 10. Tage zu 66 pCt., dagegen beginnt sie im Licht erst am 11. Tage mit 7 pCt.; noch am 20. Tage beträgt der Abstand 82 pCt. : 91 pCt.

Ganz anders *Soldanella montana* vom Böhmerwald. Durch Versuche in hellem Lichte bis zu völliger Dunkelheit wurde unzweifelhaft nachgewiesen, daß auch nach längerer Zeit die Keimung im Dunkeln ebenso wie bei sehr vermindertem Licht bei 62 pCt. stehen bleibt, während im Licht 100 pCt. keimen. Auf ähnliche Weise wurden auch einige alpine Primeln geprüft, nämlich in 6fache Schicht dicken feuchten Fließpapiers gehüllt, in

1) Nach einem weiteren Monat nur noch 1 Keim im Dunkeln.

2) Bei *Soldanella montana* üppige Entwicklung (100 pCt.) im Licht.

einer Porzellanschale in einer schattigen Zimmerecke (oben auf einem Schranke). Bei dieser Behandlung keimte übrigens *Soldanella montana* viel rascher an als im Licht und Dunkel (10. Tag 25 pCt. : 8 pCt. : 0 pCt.), jedoch blieb die Keimung nach 1 1/2 Monaten, genau wie im völligen Dunkel bei 62 pCt. stehen. Viel empfindlicher gegen die geschilderte starke Verdunklung ist *Primula spectabilis*. Es keimten nur 18 pCt. im Halbdunkel nach 34 Tagen gegen 72 pCt. im Licht, nach 2 Monaten 75 pCt., im Dunkeln noch immer 0 pCt., im Halbdunkel 18 pCt.! und 0 pCt. im Dunkeln. Wesentlich weniger empfindlich, aber offenbar auch durch Licht gefördert ist *Primula rosea* vom Himalaya, nach 10 Tagen 86 pCt. (volles Licht) : 70 pCt. (Halblicht) : 37 pCt. (völlige Dunkelheit) — nach 1 Monat 90 : 81 : 50 pCt. Über 50 pCt. hinaus geht die Keimung im Dunkeln nicht. Über andere Primeln, die erst durch Frostwirkung keimen, soll später berichtet werden.

Von den Monokotylen ist *Luzula albida* auch nach langer Nachreife ausgezeichnet durch Lichtempfindlichkeit, wie überhaupt fast alle Arten, die sich gern in Massen auf den lichterem Stellen der Waldungen zeigen. Am 14. Tage waren 24 pCt. im Licht gekeimt, 0 pCt. im Dunkeln, am 30. Tage 50 pCt., im Dunkeln immer noch 0 pCt. *Tofieldia* ist entschieden abhängig vom Licht: nach 1 Monat 40 pCt. im Licht, kein Keim im Dunkeln, ebenso auch nicht im blauen Licht. Dagegen verhält sich die Waldpflanze *Anthericus ramosus* ziemlich neutral gegen Licht und Dunkel; die Keimung wird nur um ein wenig mehr durch Dunkelheit gefördert. Bei den *Allium*-Arten war schon *Allium suaveolens* ausnahmsweise als lichtliebend gefunden worden gegenüber vielen durch Dunkelheit in der Keimung geförderten Arten. Ebenso verhält sich auch *Allium sibiricum* (am 20. Tage schon 20 pCt. im Licht gegen 5 pCt. im Dunkeln).

Von den Dikotylen schließt sich *Thalictrum aquilegifolium* eng an *Aquilegia* an. Nach einem Monat sind 50 pCt. der Samen im Licht gekeimt, im Dunkeln kein einziger. Ähnlich, nur viel langsamer, *Th. angustifolium*. Die *Saxifraga*-Arten scheinen fast alle stark vom Licht abhängig. Besonders deutlich *Saxifraga nivalis*. Nachgereifte Saat keimte im Licht in 13 Tagen zu 100 pCt. aus (9. Tag 2 pCt. gegen 85 pCt.), während im Dunkeln erst 19 pCt. gekeimt waren; sehr allmählich keimt die Saat dann, wenn nachgereift, noch bis zu 35 pCt. (1 1/2 Monate), ohne Nachreife keimt kein Same im Dunkeln, aber 100 pCt. im Licht. Ebenso empfindlich ist *Saxifraga rotundifolia*, noch nach 1 1/2 Monaten 99 pCt. gegen 7 pCt. im Dunkeln, *S. aizoides* in der gleichen Zeit 60 pCt. gegen

4 pCt.! *S. stellaris* keimt in 1 Monat zu 15 pCt. gegen 0 pCt. im Dunkeln; ähnlich andere langsam keimende alpine Arten. Über die Primulaceen war bereits einiges gesagt. Manche derselben, wie *Trientalis*, *Lysimachia vulgaris*, *Primula elatior*, *P. Auricula*, auch *Androsace*-Arten scheinen der Kälte zu bedürfen zu ausgiebiger Keimung. Bei *Trientalis* wird dies schon dadurch wahrscheinlich, daß es mir gelang, die Saat im Dunkeln schon nach 50 Tagen¹⁾ zu 6 pCt. zur Keimung zu bringen (in 2 Kontrollproben zu 100 Samen), während im Licht das einzige erscheinende Würzelchen wochenlang keine weitere Streckung über den Umfang des Samens hinaus erfuhr. Auch *Androsace sarmentosa*, die zunächst nur im Dunkeln zu wenigen Prozenten keimt (4 pCt.), scheint zu diesen zu gehören.

Die Enzian-Arten dürften meist des Lichtes bei der Keimung bedürfen, *Erythraea Centaurium* keimt im Licht schon in 13 Tagen zu 98 pCt. aus, im Dunkeln erscheint auch nach 1 Monat noch kein Keimling, ja die Samen quellen nicht einmal auf²⁾. Andere Arten keimen sehr langsam. *Gentiana cruciata*³⁾ beginnt im Licht schon am 13.—17. Keimungstage mit 5 pCt. Bei anderen perennierenden Arten wie *G. punctata* sieht man während 1 1/2 Monaten die Samen im Licht schwellen und z. T. schon bersten, im Dunkeln nicht⁴⁾.

Die *Verbasca* sind ganz vom Licht in der Keimung abhängig, selbst nach längerer Nachreife. *Verbascum Thapsus* z. B. keimte in 40 Tagen zu 52 pCt. im Licht, später bis 80 pCt., gegen einen verkümmerten Keimling im Dunkeln. *Mimulus luteus* ist, ebenso wie dort und bei *Verbascum* erwartet wurde, ganz abhängig vom Licht — in 1 Monat 32 pCt. gegen 0 pCt. Keime im Dunkeln; nach 1 2/3 Monaten 45 pCt. gegen 0 pCt. Von den *Veronica*-Arten sei hier zunächst nur der Versuch mit *Veronica Anagallis* erwähnt. Die Samen keimten, gut nachgereift, in einem 50-ccm-Erlenmeyerkölbchen in Wasser im Licht aufgehängt in 6 Tagen zu 100 pCt. aus bei prächtiger weiterer Entwicklung der Pflänzchen. Dagegen erschien in dem verdunkelten Kölbchen auch nach langer Zeit nur 1 kurzer bleicher

1) ROSTRUP gibt die erste Keimung erst nach 8 Monaten an, wohl, wie bei *Calluna*, wegen zu schwacher Belichtung. Später, nach 3 Monaten, keimen, nämlich im Licht bis 30%, im Dunkeln nur 12%.

2) Nach 2 1/2 Monaten allmählich 3 kleine bleiche Keimlinge.

3) Für den Morphologen sei auf die große Mannigfaltigkeit in der Gestalt der verschiedenen Samen der *Enziane* hingewiesen.

4) *Limnanthemum* keimt unter Wasser nur am Licht.

Keim unter Wasser, der sehr bald wieder einging¹⁾. Auch *Bartschia alpina* keimt zunächst nur im Lichte (1 1/2 Monate = 4 pCt.).

Die Prüfung besonders zahlreicher *Campanula*-Arten geschah auf Grund der Beobachtung, daß die reifenden Samen bei *C. rotundifolia* rosenrot sind unter grüner Fruchtknotendecke, ähnlich wie bei anderen *Campanula*-Arten, auch bei den meisten *Pedicularis*-Arten. Es erwiesen sich dann auch alle geprüften Arten als mehr oder weniger stark abhängig vom Licht. *C. rotundifolia* in 1 1/2 Monaten 36 pCt. (vorläufiger Endpunkt am 37. Tage) im Licht gegen 0 pCt. im Dunkeln, *C. persicifolia* in der gleichen Zeit 91 pCt. gegen 5 pCt. im Dunkeln usw. Andere, wie *C. Trachelium* brauchen viele Monate bis zur Keimung. Am wenigsten empfindlich ist *C. patula*, welche im Dunkeln als Endpunkt 64 pCt. erreicht (nach einem Monat) dagegen im Licht 90 pCt.; auch nach weiteren 15 Tagen nicht mehr.

Besonders interessant ist *Jasione montana*, welche mit Absicht von einem stark besonnten Abhang im Rannatal (bei Burg Falkenstein) entnommen wurde. Die Keimung wird, wie weiter unten auch für *Epilobium* nachgewiesen ist, im unzerlegten Licht zunächst durch die darin enthaltenen blauen Strahlen sehr gehindert. Im Dunkeln beginnt die Keimung schon am 5. Tage mit 2 pCt., am 7. Tage mit 8 pCt. Erst am 11. Tage, nachdem schon 18 pCt. im Dunkeln gekeimt sind, keimen im Hellen 3 pCt. Noch am 20. Tage ist das Verhältnis von Dunkel zu Hell wie 36 : 25. Nun steht aber die Keimung am 23. Tage im Dunkeln bei 48 pCt. still (Hell dann auf 43 pCt.), während sie im Hellen in weiteren 23 Tagen auf 84 pCt., nach 50 Tagen sogar auf 85 pCt. steigt. Bemerkenswert ist, daß die Keimung der *Jasione*, wahrscheinlich bei Prüfung in Halblight früher von DORPH-PETERSEN²⁾ auch mit einem vorläufigen Endpunkt von 50 pCt. beobachtet wurde, weitere Keimung erst nach Monaten.

Wegen des verschiedenen Verhaltens innerhalb der Gattung ist *Globularia* hervorzuheben.

Globularia nudicaulis keimt in 20 Tagen im Licht zu 50 pCt. aus, beginnt aber im Dunkeln zu dieser Zeit erst mit 2 pCt. sich zu regen. Nach einem Monat steigt nun die Keimzahl im Licht bis auf 60 pCt. und von da ab langsam weiter auf 65 pCt., während

1) Auch 3 Monate lang (bei 20°—22°) blieben die Samen unverändert, um dann am Licht bei 15° in 4 Tagen zu 100 pCt. zu keimen.

2) K. DORPH-PETERSEN, Aarsberetning fra Dansk Froekontrol 1903—1904.

Keimung von *Epilobium roseum*

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Hell, bis zum 9. Tag bei 20°, 1 Std. b. 30°	1	35	—	55	89	99	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Roth, bis zum 9. Tag bei 20°, 1 Std. b. 30°	—	—	—	—	—	2	20	87	98	99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Orange, bis z. 9. Tag bei 20°, 1 Std. b. 30°	2	22	24	28	32	57	91	97	98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gelb, bis zum 9. Tag bei 20°, 1 Std. b. 30°	28	89	—	90	95	99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Grün, bis zum 9. Tag bei 20°, 1 Std. b. 30°	4	45	46	—	60	89	99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hellblau, bis z. 9. Tag bei 20°, 1 Std. b. 30°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	9	—	—	—	—	—	10	11	12	14	17
Dunkelblau, b. z. 9. Tg. bei 20°, 1 Std. b. 30°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	18	34	48	61	79
Violett, bis zum 9. Tag bei 20°, 1 Std. b. 30°	—	—	—	—	—	—	—	6	12	16	19	20	—	21	27	30	32	33	38	—	44	53
Dunkel, bis zum 9. Tag bei 20°, 1 Std. b. 30°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dunkel, konstant bei 20°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

sie im Dunkeln bei 5 pCt. nach einem Monat stehen bleibt. *Globularia cordifolia* hingegen keimt zwar etwas rascher im Licht an und erreicht dann in 22 Tagen 50 pCt., aber auch im Dunkeln 30 pCt.

Gl. vulgaris, die regelmäßig viel mehr entwicklungsfähige Samen zu enthalten scheint wie die beiden alpinen Arten, keimt noch etwas rascher an wie *Gl. cordifolia*, in 5 Tagen zu 12 pCt. im Licht, aber auch zu 10 pCt. im Dunkeln, nach 7 Tagen 34 pCt. gegen 18 pCt. (Dunkel); die weitere Entwicklung lehrt aber, daß zwar auch diese Art, wie noch sehr viel weniger deutlich *G. cordifolia*, durch Licht gefördert wird, aber doch nicht in dem Maße wie *G. nudicaulis*. Am 8. Tage sind 54 pCt. Keime im Hellen vorhanden gegen nur 20 pCt. im Dunkeln, 9. Tage 62 pCt. gegen 26 pCt. Vielleicht bedingt aber auch nur die größere Reife¹⁾ der Samen ihre etwas geringere Lichtempfindlichkeit gegenüber *G. nudicaulis*. Am 12. Tage betrug das Verhältnis 70 pCt. (Licht) : 35 pCt., nach 22 Tagen sind 100 pCt. im Licht ausgekeimt, während die Keimung im Dunkeln nach 14 Tagen bei 37 pCt. aufhört.

Von den Kompositen scheinen die meisten leicht keimenden Samen der Pflanzen, die große Flächen, namentlich Waldblößen (vgl. auch *Epilobium angustifolium*!) bedecken, vom Licht stark ab-

1) Die Samen wurden nach langer Trockenperiode erst am 10. Oktober der Garchinger Heide entnommen; dann allerdings gleich angesetzt.

nach Tagen																					
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
26	36	46	—	57	68	83	85	87	88	—	—	89	90	91	—	—	92	—	—	—	—
85	88	91	—	92	—	94	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	67	70	—	72	73	75	76	78	79	—	80	—	81	—	—	82	—	—	—	—	—
—	—	—	—	13	22	56	67	72	77	—	78	82	86	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Vom 9. bis 16 Tage bei indirekt. Lichte (Maximaltemperatur 25°). Vom 16. Tage ab wieder bei 20° (nachts 10°) u. eine Tagesstunde bei 30°; nur an zwei Tagen eine Tagesstunde b. 35°. Vom 1. bis 9. Tage nur an einem Tage eine Tagesstunde bei 35°, sonst eine Tagesstunde b. 30°.

hängig zu sein. *Erigeron canadense* keimt im Licht schon am 3. Tage, am 10. Tage 55 pCt. gegen die dann erst im Dunkeln keimenden ersten 3 pCt. Das Ende der Keimung nach 20 Tagen ist 79 pCt. (Hell), 13 pCt. (Dunkel), 2 pCt. (!) blaues Licht. Im blauen Licht und Dunkeln keimen auch nach einem Monat nicht mehr. Auch hier, wie bei nachgereiftem *Epilobium angustifolium*¹⁾, wirkt das blaue Licht viel stärker als absolute Dunkelheit. *Achillea Millefolium* erreicht in 14 Tagen 100 pCt. im Licht, im Dunkeln auch bei längerer Nachreife nur 12 pCt. und auch nach 2 Monaten nicht mehr. Doch schon *Bellis perennis* keimt im Dunkeln am 4. Tage, um einen Tag früher als im Hellen, mit 4 pCt. an und keimt dann im Dunkeln bis zum 7. Tage bis zu 51 pCt., gegen nur 29 pCt. im Hellen, am 9. Tage 73 pCt. gegen 46 pCt.²⁾

Gnaphalium Leontopodium schließt sich, wie ich schon vor 10 Jahren feststellte, anderen Alpinen an; sie ist ziemlich unabhängig vom Licht. Wohl keimen die Samen ein wenig reichlicher im Licht an (4. Tag 21 pCt.: 14 pCt.) und wenn nach 14 Tagen im Licht 100 pCt. ausgekeimt sind, bleiben gewöhnlich im Dunkeln wenige Prozente zurück, welche eventuell verderben; beim letzten Versuche 6 pCt. Noch unabhängiger vom Licht ist *Aronicum scor-*

1) Und bei *Poa pratensis* bei 30°!

2) Nach 18 Tagen ist die Keimung unter allmählichem Ausgleich beendet — 90 pCt. im Licht gegen 100 pCt. im Dunkeln.

pioides, welche sehr oft Samen enthält, die nur zum kleineren Teil keimfähig sind. Bei einer Saat keimten 12 pCt. im Dunkeln, im Licht kein Same, bei einer zweiten, halbreif gesammelten und dann nachgereiften nach 9 Tagen¹⁾ 40 pCt. im Dunkeln und nur 8 pCt. im Licht. Daß auch hier, wie bei *Bellis*, eine Begünstigung der Keimung durch Dunkelheit vorliegt, scheint mir ziemlich sicher.

Als besonders gute Studienobjekte für die Beobachtung der Lichtwirkung bei der Samenkeimung will ich zum Schlusse noch die Samen der Gattung *Epilobium* empfehlen. Ausgangspunkt meiner Untersuchungen war das im Böhmerwald die Waldblößen rot färbende *Epilobium angustifolium*.

Läßt man die Saat einen Monat nachreifen, so sind nach 5 Tagen 66 pCt. im Licht gekeimt gegen 12 pCt. im Dunkeln und nur 2 pCt. im Blaulicht. Nach 12 Tagen steigt die Zahl im Licht auf 93 pCt., im Dunkeln aber auch auf 63 pCt., nur im blauen Lichte keimen nur 6 pCt. und auch nach 1½ Monaten nur noch weitere 4 pCt. Die Samen keimen frisch im Dunkeln nicht; bemerkenswert ist, daß zu einer Zeit, wo 63 pCt. im Dunkeln (mehr keimen nicht) zu keimen vermögen, nur 10 pCt. im blauen Licht keimen. *Poa pratensis* keimt mit steigender Nachreife eher im blauen Licht wie im Dunkeln (bei 20°). *Epilobium trigonum* keimt viel langsamer (selbst bei sehr starker Belichtung erst am 20. Tage spärlich) als das nahe verwandte *E. roseum*, dessen Samen jedoch kaum ¼ so groß sind; nach 37 Tagen sind 60 pCt. gekeimt, im Dunkeln kein Same²⁾. Am allerempfindlichsten — ein lebendiges Photometer — ist *E. roseum*. Eine Samenprobe, unter Magnoliabüschen des Anstaltsgartens entnommen, keimte in 9 Tagen zu 100 pCt., und im Dunkeln während 2 Monaten zu nicht mehr als 2 pCt.

Eine noch empfindlichere Saat wurde feuchten, aber gut belichteten Stellen des Würmufers entnommen. Diese Saat keimte im Dunkeln bei 20° überhaupt nicht. Eine Übersichtstabelle über die Wirkung der verschiedenen Farben bei dieser Saat füge ich, vorläufig ohne weiteren Kommentar, an. Die restierenden 1 bis 2 pCt. der Samen in Rot bis Grün (K 98 pCt. bis 99 pCt.) sind völlig gesund.

1) Nach 11 Tagen 12 pCt. gegen 46 pCt., nach 13 Tagen 20 pCt. : 56 pCt.; Endpunkt 26 pCt. : 60 pCt.

2) Nach 3 Monaten 80 pCt., im Dunkeln nichts!

Literaturverzeichnis.

- MIESSE, B., Experience sur l'influence de la lumière sur les plantes. Journ. d. phys. d. Bozier, 1775, Bd. VI, pag. 445.
- VON HUMBOLDT, A., Aphorismen, 1794, S. 90.
- SENEBIER, Physiol. végétale, 1797, Tom. II, S. 396—399.
- INGENHOUSZ, Versuche mit Pflanzen, 1788, S. 23—29.
- LÉFÉBURE, Sur la germinat. des plant., 1800, S. 127.
- ROCHLEDER, Phytochemie, 1804, S. 342.
- SAUSSURE, Recherch. chimiqu. sur la végétation, 1804, S. 21.
- MIRBEL, Elem. d. physiol. végétal., 1815, Tom. I, S. 77.
- BOITARD, Journ. d. la soc. d'agron. prat., 1829, S. 316.
- DE CANDOLLE, Physiol. végétale, 1832, Tom. II, S. 638.
- MEYEN, Neu. Syst. d. Pflanzenphysiologie, 1838, S. 312.
- FLEISCHER, Beitr. zur Lehre vom Keimen d. Samen u. Gewächse, 1851, S. 31.
- ZANTEDESCHI, Compt. rend. XVI, 1852, S. 747.
- BELHOMME, de la germination, 1854.
- HEIDEN, Abhandl. üb. d. Keim. d. Gerste, 1859, S. 45.
- CASPARY, Bulliarda aquatica D. C. Schrift. der physik. ökolog. Gesellsch. Königsberg, 1860, S. 66. (Über die Keimung im Licht S. 82.)
- CASPARY, Über Samen und Keimung von *Pinguicula vulgaris*. Schrift d. physik. ökolog. Gesellsch. Königsberg, 1867. (Privatsitzung v. 5. April 1867, S. 17.)
- NOBBE, Handbuch der Samenkunde, 1876, S. 240.
- BARANETZKY, Das Stärke umbildende Ferment i. d. Pflanzen, 1878, S. 61.
- WIESNER, D. heliotrop. Erschein. im Pflanzenreiche, Denkschr. d. k. k. Wien. Akad. d. Wiss., 1878, Bd. XXXIX, S. 48.
- HABERLANDT, D. allgem. landw. Pflanzenbau, 1879, S. 57—58.
- PAUCHON, Recherch sur le rôle de la lumière dans la germin, 1880.
- HAENLEIN, Üb. d. Keimkraft von Unkrautsamen. Vers.-Stat., 1880, Bd. XXV, S. 465—470.
- DETMER, Vgl. Physiol. d. Keimungspr. d. Samen, 1880.
- STEBLER, Üb. d. Einfl. d. Licht auf d. Keimung. Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. in Zürich, Bd. VII, 1881, S. 157.
- MAYER und VAN PESCH, Methodologisches aus der Praxis der Samenkontrolle. Land. Vers.-Stat., 1882, Bd. XXVIII, S. 174.
- NOBBE, FR., Übt das Licht einen vorteilhaft. Einfluß a. d. Keimung d. Gräser-samen. Land. Vers.-Stat. 1882, Bd. V, S. 347, 1883, Bd. XXVIII, S. 178.
- CIESLAR, Unters. üb. d. Einfl. d. Licht. auf d. Keim. d. Sam., Forsch. auf d. Geb. d. Agrikulturphys. 1883, Bd. VI, S. 270.
, Österr. Landw. Wochenschr. 1883, S. 30. (Keimung der Zwiebel-samen.)
- LIEBENBERG, Üb. d. Einfl. d. intermitt. Erwärm. auf d. Keim. d. Samen, Bot. Centralbl. 1884, Bd. XVIII, S. 21—26.
- HARTZ, Handb. d. Samenkunde, 1885.
- WOLLNY, Saat u. Pflege d. landw. Kulturpflanzen, 1885.
- JÖNSSON, Frökontr.-anst. i. Lund verksamhet und år 1889, S. 15.
- ATTERBERG, Kalmar kem. stat. o. frökontrollanst. årsberätt. för 1889—90. Agricult. Experiment Station of Cornell University, 1889, VII, S. 57.
- Ber. der deutschen bot. Gesellsch. XXVIa.

- NOBBE, Landw. Vers.-Stat. 1891, Bd. XL, S. 73.
- BURCHARD, Üb. d. Temperatur b. Keimversuchen, 1891.
- HOTTER, Nachreife des Weizens, Land. Vers.-Stat. 1892, Bd. XL, S. 364.
- JÖNSSON, B., Jaktagelser öfver Ljusets betydelse för fröns groning. Lunds Univ. Arsskr. Tom. XXIX, 1893.
- ROSTRUP, O., Aarsberetning fra Dansk Frøekontroll. 1893, 1895, 1896, 1899—1900.
- WIESNER, I. D., Vergleichende physiol. Stud. über d. Keimung europ. u. trop. Arten v. *Viscum* und *Loranthus*, Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. i. Wien. Mathem.-naturw. Cl. Bd. 103, 1894, S. 401.
- WAUGH, F. A., Vorläufiger Bericht über die künstliche Verwendung von Enzymen b. d. Keimung, Vermont Stat. Rep. 1896—97, S. 106. (Exp. Stat. Rec. 1898, 9, 843.)
- G. H. HICKS u. S. KEY, Yearbook of the U. S. Dept. of Agriculture, 1897. (Apium.)
- WIESNER, I., Über die Ruheperiode u. über einige Keimungsbedingungen d. Samen v. *Viscum album*, D. Bot. Ges., 1897, 15. S. 503—516.
- MALDINEY u. THOUVENIN, Über den Einfluß der X-Strahlen auf die Keimung, Compt. Rend., 1898, 126, 548.
- HEINRICHER, E., Ein Fall beschleunigender Wirkung des Lichtes auf die Samenkeimung, D. Bot. Ges. Bd. 17, 1899, S. 308—311.
- ATTERBERG, Om inflytandet och växlande temperatur vid groningen af kulturväxternas och särskild af tallens frön, 1899.
- OVERTON, Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rotem Zellsaft bei Pflanzen, Jahrb. f. wissensch. Bot., 1899.
- RACIBORSKI, Extrait du Bulletin de l'Institut botanique de Buitenzorg, 1900, No. 6.
- BURGERSTEIN, ALFR., Keimen Farnsporen bei Lichtabschluß? Wien. Illustr. Gartenzeitung, 1900, Heft 3.
- TINE TAMES, Über den Einfluß d. Sonnenstrahlen auf d. Keimfähigkeit v. Samen. Landw. Jahrbücher, Bd. 29, 1900, S. 467—482.
- BOKORNY, TH., Empfindlichkeit d. Enzyme (gegen Licht und Gifte). Bemerkungen über die Beziehungen ders. z. Protoplasma. Chem. Ztg. 1900, 1113, 1136.
- GREEN-WINDISCH, Die Enzyme, 1901, S. 19, 22, 23, 29.
- EMMERLING, O., Einwirkung des Sonnenlichts auf die Enzyme. B. d. D. Chem. Ges. XXXIV, 1901, S. 3811.
- SCHULZ, N., Über die Einwirkung des Lichts auf die Keimfähigkeit d. Sporen, d. Moose, Farne und Schachtelhalme. Beih. z. Bot. Centr. Bd. XI, 1901, S. 81—97. (Ref. Bot. Centr. 1902, S. 280.)
- LAURENT, EMILE, Sur le pouvoir germinatif des graines à la lumière solaire. Compt. Rend. d. l'Ac. d. Sci. d. Paris 1902, 29. Decembre 1902.
- WULFF, THORILD, Botanische Beobachtungen aus Spitzbergen, 1902, S. 60 u. 65.
- REMER, W., Die Keimung v. *Phacelia tanacetifolia*, Ber. ü. d. Tät. d. Samenkontrollst. Breslau, 1902—1903, S. 4.
- REMER, W., Der Einfluß des Lichtes auf die Keimung von *Phacelia tanacetifolia*. D. Bot. Ges., 1904, S. 328.
- HEINRICHER, E., Notwendigkeit des Lichts und befördernde Wirkung desselben auf die Samenkeimung, Beih. z. Bot. Centr. 1902, 13, 164—172.
- BUSCALIONI u. POLACCI, Atti Istit. botan. Pavia Vol. VIII, 1902. (Anthocyan.)

- EMMERLING, O., Über die Eiweißspaltung durch Papayotin, B. d. Chem. Ges. 1902, 35, 695.
- URBAIN, E., Über den Ursprung der Kohlensäure in keimenden Samen, Compt. rend., 1904, 139, 606.
- EFFRONT, I., Funktion des gebildeten Asparagins bei der Samenkeimung. Verstärkung der Diastasewirkung durch Asparagin, Bull. Soc. Chim. 1904, 3, Ser. 31, 1230.
- ANDRÉ, G., Über die Veränderungen der Zusammensetzung von Samen während ihrer Reife, Compt. rend., 1904, 139, 805.
- WASSILIEFF, N., Über die Bedeutung der Eiweißstoffe der Blätter bei der Bildung und Anhäufung der Eiweißstoffe beim Reifen der Samen, Russ. Journ. f. exper. Landw., 1905, 6, 400.
- KINZEL, W., Über den Einfluß des Lichts auf den Erfolg der Befruchtung, Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwiss., 1905, S. 120—124.
- ZALESKI, W., Beiträge zur Kenntnis der Eiweißbildung in reifenden Samen, Ber. d. D. Bot. Ges., 23, 126 (1905).
- LAAGE, Bedingungen der Keimung von Farn- und Moossporen. Beih. z. Bot. Centralbl., 1906, Bd. 21, H. 1, S. 76—115.
- JEGOROW, M., Über Stoffmetamorphose bei der Samenbildung von *Cucurbita maxima*, Bot. Centralbl., 101, 597 (1906).
- DUMONT, I., Einfluß der verschiedenen Lichtstrahlen auf die Wanderung der Eiweißstoffe in Getreidesamen, Naturw. Rundsch., 1906, 21, 62.
- ZALESKI, W., Zur Frage über den Einfluß der Temperatur auf die Eiweißbildung und Asparaginbildung der Samen während der Keimung, D. Bot. Ges. 24 (1906), S. 292.
- STAHL, E., Laubfarbe und Himmelslicht, Naturw. Wochenschr., 1906, Nr. 19, S. 289.
- FIGDOR, WILHELM, Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen einiger *Gesneriaceen*, D. Bot. Ges., 1907, H. 10, S. 582.
- FISCHER, ALFR., Wasserstoff- und Hydroxylionen als Keimungsreize, D. Bot. Ges. 1907, H. 3, S. 108.
- KINZEL, W., Über den Einfluß d. Lichts auf d. Keimung. „Lichtharte“ Samen, D. Bot. Ges. 1907, Bd. 25, H. 6.
- The Journal of the Board of Agriculture (London), 1907, Vol. XIV, Nr. 7, 1908 (Vol. XV), Nr. 1. (Nachreife von Kartoffeln bei Belichtung und Durchlüftung.)
- HEINRICHER, E., Die Beeinflussung der Samenkeimung durch das Licht, Wiesnerfestschrift, 1908, S. 263—279.
- HEINRICHER, E., Die Samenkeimung und das Licht, D. Bot. Ges., 1908, S. 298.
- KINZEL, W., Die Wirkung des Lichts auf die Keimung, D. Bot. Ges., 1908, Bd. 26, H. 2.
- KINZEL, W., Über die Möglichkeit einer neuen Züchtungsmethode von Tabakrassen, Tropenpflanzer, 1908, Nr. 7.
- BESSEY, ERNST A., The Florida Strangling Figs, 19th annual Report of the Missouri Botanic Garden, 1909. (Printed i. advance 4. 3. 1908, S. 29.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [26a](#)

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

Artikel/Article: [Lichtkeimung. Weitere bestätigende und ergänzende Bemerkungen zu den vorläufigen Mitteilungen von 1907 und 1908. 654-665](#)