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

sich einstellte, so zeigt dies, daß unsere Ergebnisse nicht durch die Dekapitation bedingt sind.

Aus den mitgeteilten Versuchen ergibt sich also, daß unter Umständen die Wurzel ohne jede Rücksicht auf die Form ihre Seitenwurzeln ausbildet. Nun kann man sich schwer vorstellen, daß durch einen Einschnitt, der an sich keinen Einfluß auf die Wurzelbildung ausübt, die „Morphästhesie“ der Pflanze vernichtet worden sei. Man wird also auch an der intakten gekrümmten Wurzel gerne auf die Annahme einer Morphästhesie verzichten. Man wird vielmehr den Schluß ziehen müssen, daß an der intakten Wurzel eine Korrelation zwischen den beiden Seiten besteht, die es bewirkt, daß diese sich an der gekrümmten Wurzel verschieden verhalten. Diese Korrelation wird durch den Spaltschnitt aufgehoben. Eine Entscheidung darüber, ob die Differenzen zwischen der Konkav- oder Konvexseite an der intakten Wurzel in Spannungsdifferenzen besteht, wie NORDHAUSEN will, oder in Ernährungsdifferenzen, geben unsere Versuche nicht.

Straßburg i. Els., Botan. Institut.

---

58. Ernst Lehmann: Zur Keimungsphysiologie und -biologie von Ranunculus sceleratus L. und einigen anderen Samen.

(Eingegangen am 22. Oktober 1909.)

Seit Winter 1907/08 bin ich mit Versuchen beschäftigt, die die Einwirkung des Lichtes auf die Samenkeimung zum Gegenstande haben. In einem Sammelreferat (Zeitschrift für Botanik, 1909, 1, S. 122—125) habe ich die bisher über diese Materie vorliegende neuere Literatur besprochen. Seither ist meines Wissens nur eine einschlägige Arbeit erschienen, d. i. die von HEINRICHER (1909), welche den Einfluß des Lichtes auf die Keimung von *Phacelia tanacetifolia* detaillierter untersucht, als es bisher durch REMER (1904) geschah.

Mein Hauptbestreben ging nun von Anfang an dahin, Samen, welche für gewöhnlich im Dunkeln nicht oder schlecht keimen, durch geeignete Behandlung daselbst zur normalen Keimung zu veranlassen, um so zu ähnlichen Resultaten zu gelangen, wie sie GOEBEL (1896), HEALD (1898), TREBOUX (1903) und LAAGE (1907)

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

für Moos- und Farnsporen erhielten. Nachdem mir nun dies für eine Pflanze in völlig befriedigender Weise gelungen ist, möchte ich meine bisherigen Ergebnisse hierüber mitteilen. Die ganze Fragestellung führte nach und nach zu einer allgemeineren Untersuchung des Einflusses, welchen das Substrat auf die Keimung von Samen ausübt, und zwar auch solcher, welche durch das Licht bei der Keimung nicht sonderlich beeinflußt werden. Meine Untersuchungen über diese Fragen sind zwar noch im Fluß, doch möchte ich einige gesicherte Ergebnisse, die mir allgemeineres Interesse zu verdienen scheinen, gleich an dieser Stelle mit vorbringen.

In dem eingangs erwähnten Sammelreferat hatte ich schon darauf hingewiesen, daß in *Ranunculus sceleratus* L. wiederum eine Art vorliegt, deren Keimung durch das Licht in außerordentlichem Maße befördert wird, während Dunkelheit dieselbe mehr oder minder völlig hemmt. Ich möchte an dieser Stelle nun zunächst einige Belege für diese Angabe vorbringen, wie sie mir damals vorlagen, um dann eingehender neuerer Versuche zu gedenken.

Die ersten beiden Tabellen veranschaulichen zunächst den Keimungsvorgang von auf feuchtem Filtrierpapier ausgesäten *Ranunculus sceleratus*-Samen im Licht und im Dunkeln. Ehe ich zur Besprechung derselben übergehe, sei zunächst ein Wort über die angewandte Methode vorgebracht. Die Samen wurden stets in geschlossene Petrischalen auf genügend angefeuchtetes Filtrierpapier gelegt. Verdunkelt wurden sie anfangs durch dunkle Pappstürzen, welche unten in Sand gesetzt waren, um so einen genügend dichten Verschluß herzustellen. Später wurden die Schalen zeitweise schwarz verklebt; bei weitem in der Mehrzahl der Fälle indessen wurden die Schalen in tadellos dicht schließende Blechbüchsen gebracht, in denen auch nach Wochen photographisches Papier nicht geschwärzt wurde. Die Kontrollschalen wurden entweder frei direkt daneben gestellt, oder aber, um die Verhältnisse noch gleichmäßiger zu gestalten, ihrerseits wieder in größere Petrischalen. Die Versuche wurden teils in diffusem, teils zeitweise in direktem Sonnenlicht angestellt, letzteres aber wegen der erheblich stärkeren Transpiration nur in einigen speziellen Fällen. Die Temperatur war verschieden, teils Zimmertemperatur etwa 15—20° C, teils die Temperatur eines Treibhauses mit 20—25°. In einigen Fällen wurde die Temperatur hie und da an beigelegten Thermometern abgelesen.

Tabelle 1.

Je 50 Samen von *Ranunculus sceleratus* im Licht und im Dunkeln bei Zimmertemperatur auf feuchtem Filtrierpapier aus-

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

gesät. Material im Juni 1907 bei Leipzig gesammelt. Versuchsbeginn 11. Februar 1908.

Es keimten:	im Licht	im Dunkeln
19. bis 23. Februar	25	0
24. bis 28. Februar	1	2
29. Februar bis 4. März . . .	2	1
5. bis 9. März	0	0
10. bis 12. März	1	0
Summe . .	29	3

Tabelle 2.

Je 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* im Licht und im Dunkeln bei Zimmertemperatur auf feuchtem Filtrierpapier ausgesät. Material wie vorher. Versuchsbeginn 20. Februar 1908.

Es keimten:	im Licht	im Dunkeln
26. Februar bis 1. März . . .	29	0
2. bis 6. März	16	0
7. bis 11. März	1	0
12. bis 16. März	3	0
Summe . .	49	0

Durch diese beiden kleinen Versuchsreihen war der Einfluß des Lichtes schon dargetan. Die Keimung erfolgte zwar auch im Licht erst zu ca. 50 pCt. oder wenig mehr. Ich werde indessen bald Fälle mit vollständigerer Keimung anführen können. Im Dunkeln jedenfalls blieb die Keimung ganz oder fast ganz aus.

Ich hatte nun im März noch eine Reihe weiterer Kulturen angesetzt und zwar von demselben Material wie vorher. Ich war aber nicht wenig überrascht, als im April nach und nach auch im Dunkeln eine Reihe von Samen aufzugehen begann. Auch später ausgesäter Samen ging jetzt z. T. im Dunkeln auf. Dasselbe konnte ich Anfang des Jahres 1909 konstatieren. Während von Samenmaterial, welches im Juli 1908 in Cuxhaven gesammelt war, im Herbst und Winter 1908 im Dunkeln keine Keimung zu verzeichnen war, schickten sich die Samen im Frühjahr 1909 zur Keimung an[1]). Ich führe hier nur für den letzten Fall eine Tabelle an.

---

1) Anm.: Ein anderer Fall, welcher zeigt, daß im Herbst ausgesäter Samen im Dunkeln lange nicht keimt, ist auch durch Tabelle 4 dargestellt, worauf hier gleich hingewiesen werden soll, da Tabelle 1 und 2 zu kurze Beobachtungs-

Tabelle 3.

Je 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* im Licht und im Dunkeln im Treibhaus (ca. 20°) auf feuchtem Filtrierpapier ausgesät. Material vom Juli 1908 aus Cuxhaven. Versuchsbeginn 7. Mai 1909.

Es keimten:	im Licht	im Dunkeln
18. Mai bis 9. Juni	72	3
10. Juni bis 5. Juli	2	29
9. Juli bis 20. Juli	0	20
Summe . .	74	52

Dann mußte der Versuch abgebrochen werden. Der Einfluß des Lichtes auf den Eintritt der Keimung ist klar ersichtlich. Im Licht viel schnellere und intensivere Keimung als im Dunkeln, dennoch aber innerhalb $2^1/_2$ Monat auch im Dunkeln über 50 pCt. Ähnliche Versuche wurden noch eine ganze Anzahl angestellt, immer mit demselben Ergebnis.

Es war aus alledem also zu schließen, daß das Alter der Samen bei der Lichtwirkung eine große Rolle spielt und daß auch hier Nachreifungsprozesse in Betracht kommen, wie das ja auch HEINRICHER (1903) und KINZEL (1907, S. 272) schon für andere Samen feststellten. Aus den späteren, zu anderen Zwecken anzuführenden Tabellen wird das jederzeit wieder bestätigt gefunden werden.

Bisher waren die Samen immer nur auf feuchtem Filtrierpapier zur Aussaat gekommen. Es fragte sich nun, ob frischgeerntete Samen vielleicht auf anderem Substrat zur Keimung gebracht werden könnten. Ich benutzte als solche zuerst feuchte Erde. Da hiermit, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist, Erfolge erzielt wurden, schritt ich bald dazu, Samen auf Filtrierpapier, welches mit Erdauszug getränkt wurde, zur Keimung anzusetzen. Der Erdauszug wurde einmal mit heißem Wasser, dann aber auch zur Erhaltung etwa wirksamer thermolabiler Stoffe auch mit kaltem Wasser gewonnen. Das überstehende Wasser wurde stets filtriert. Das Ergebnis ist in Tabelle 4 zusammengestellt.

---

zeiten zu Grunde liegen, wodurch vielleicht Mißverständnisse entstehen könnten. Übrigens wurden die Kulturen dieser Tabelle am 8. November nochmals nachgesehen und auf den verdunkelten Filtrierpapier- und Erdauszug-Kulturen keine Keimungen angetroffen, sodaß wir also ein Versagen der Keimung länger als 3 Monate beobachten konnten.

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

Tabelle 4.

Je 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* wurden auf verschiedenem Substrat im Licht und im Dunkeln im Treibhaus (ca. 20°) ausgesät. Material gesammelt am 29. Juli 1909 in der Probstei. Versuchsbeginn 5. August.

Es keimten:	feuchtes Filtrierpapier		Erde (fein gesiebt		heißer Erdauszug		kalter Erdauszug	
	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel
6. bis 10 September	82	0	92	8	60	0	74	0
11. bis 21. September	3	0	0	0	0	0	4	0
22. Sept. bis 1. Okt.	0	0	0	38	0	0	0	0
2. bis 16. Oktober .	9	0	1	8	1	1	3	0
Summe	94	0	93	54	61	1	81	0

Der Ausgang des Versuches bestätigt wieder übereinstimmend den starken Einfluß des Lichtes auf frisch geerntete Samen, das völlige Ausbleiben der Keimung auf mit Wasser getränktem Filtrierpapier. Dagegen zeigt sich, daß, allerdings erheblich langsamer, eine Keimung auf Erde auch im Dunkeln eintritt. Erdauszug aber hat in keiner Form Keimung hervorgerufen, abgesehen von einem einzigen Keimling, worauf aber natürlich kein Wert gelegt werden kann. Worin also die keimfördernde Wirkung der Erde besteht, bleibt einstweilen noch dunkel.

Ehe ich mich nun der Besprechung der Versuche zuwende, welche durch Darreichung von Chemikalien eine Keimung im Dunkeln zustande bringen sollten, soll der Einfluß der Temperatur besprochen werden. Man könnte ja vielleicht auf den Gedanken kommen, daß in dem beleuchteten Behälter die Temperatur eine höhere wäre, als in dem dunklen. Bedeutend kann das aber sicher nicht sein, da alle diese Versuche im diffusen Lichte vorgenommen wurden. Dennoch habe ich bei verschiedener Temperatur, einmal im Kalthaus, das andere Mal im Warmhaus Versuche angestellt und die Temperaturen an einer Reihe von Tagen in beiden Behältern gemessen. Zur Kontrolle wurden hier wieder alle vier verschiedenen Substrate: Erde, kalter und warmer Erdauszug und feuchtes Filtrierpapier verwendet.

Tabelle 5.

Je 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* wurden auf verschiedenem Substrat im Licht und im Dunkeln ausgesät. Material

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

gesammelt am 29. Juli 1909 in der Probstei. Vesuchsbeginn 13. September 1909.

Temperaturen.

Datum	hell	dunkel	Datum	hell	dunkel
14. September	18°	18°	26. September	19°	20,5°
16. „	18°	19°	27. „	17°	17°
17. „	17,5°	16,5°	29. „	16°	15°
21. „	18°	19°	30. „	15°	15°
22. „	20°	22°	6. Oktober	24°	30°
23. „	19°	20,5°	11. „	24°	24,5°
24. „	20°	23°			

Es keimten:	feuchtes Filtrierpapier				Erde (fein gesiebt)				heißer Erdauszug				kalter Erdauszug			
	hell		dunkel		hell		dunkel		hell		dunkel		hell		dunkel	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
16. bis 25. September	27	10	0	0	34	39	0	0	31	10	0	0	7	12	0	0
27. Sept. bis 4. Okt.	31	18	0	0	33	12	9	2	1	25	1	0	52	31	0	0
5. bis 20. Oktober .	22	8	0	0	23	50	4	33	44	64	1	1	28	37	0	0
Summe	80	36	0	0	90	101	13	35	76	99	2	1	87	80	0	0

Die Temperaturen waren, wie obige Tabelle zeigt, bis zu Anfang Oktober (am 5. Oktober wurde der Versuchsraum gewechselt) in und außerhalb der Verdunklungseinrichtung immer nur um wenige Grade verschieden zugunsten der beleuchteten Schalen; eine Einwirkung dieses Temperaturunterschiedes auf die Keimung möchte man aber wohl schon an und für sich für unwahrscheinlich halten. Da aber eine bedeutend wesentlichere Temperaturerhöhung späterhin als auch im vorigen Jahre eine Keimung der Dunkelsamen nicht hervorruft, so wird man auf die erhöhte Temperatur die Keimung der Lichtsamen sicher nicht setzen können. Ebenso wird man wohl nicht ohne weiteres an eine verschiedene Transpiration denken können, da doch bei den verschiedenen Temperaturen auch im Dunkeln die Transpiration schon zweifellos recht abweichend ist.

Betrachten wir nun aber den Einfluß weiterer verschiedener Substrate auf die Keimung. Schon früher hatte ich die verschiedensten Chemikalien zur Verwendung gebracht, z. B. verdünnte HCl, KOH, Fe_2Cl_6, H_2O_2 und viele andere, ganz besonders im Anschluß an FISCHERs Untersuchungen mit Wasserpflanzensamen, immer aber ohne mehr als gelegentliche Dunkelkeimungen

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

zu erhalten. Der Einfluß einiger Chemikalien auf die Keimung war allerdings nicht zu verkennen, wenn auch das Licht durch sie nicht ersetzt werden konnte. So ist vor allem von Interesse, daß 0,25-prozentige essigsaure Tonerde im diffusen Licht eine erhebliche Keimbeschleunigung hervorruft. Im Sonnenlicht, welches die Keimung offenbar außerordentlich günstig beeinflußt, wie nebenbei noch aus folgender Tabelle hervorgeht, kommt die Wirkung der essigsauren Tonerde nicht so stark zur Geltung.

Tabelle 6.

Je 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* wurden auf Filtrierpapier ausgesät. Material gesammelt im Juli 1908 in Cuxhaven. Versuchsbeginn 2. Februar 1909:

Es keimten:	der direkten Sonnenbeleuchtung ausgesetzt		in einem, diffuses Licht zulassendem Kasten	
	dest. Wasser	essigs. Tonerde 0,25 %	dest. Wasser	essigs. Tonerde 0,25 %
9. bis 11. Februar . .	26	37	5	13
12. bis 14. Februar . .	9	0	5	16
15. bis 17. Februar . .	0	0	3	8
18. bis 27. Februar . .	2	0	7	2
28. Febr. bis 17. März	2	1	1	0
18. März bis 4. Mai . .	0	0	16	0

Eine Reihe weiterer Versuche brachte mir das gleiche Ergebnis.

Von einem wirklichen Ersatz des Lichtes konnte aber erst nach Verwendung von KNOPscher Nährlösung die Rede sein. Ich führte folgende Versuche aus.

Tabelle 7.

Je 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* wurden im Gewächshaus bei ca. 20° C ausgesät. Material gesammelt am 29. Juli 1909 in der Probstei. Versuchsbeginn 23. September.

Es keimten:	im Dunkeln					im Licht
	feuchtes Filtrierpapier	Erde	Wasser	KNOP 1 % I.	KNOP 1 % II.	feuchtes Filtrierpapier
4. bis 8. Oktober	0	0	0	13	6	56
9. bis 13. Oktober	0	0	5	79	74	21
14. bis 20. Oktober	0	8	4	0	0	1
Summe	0	8	9	92	80	78

Tabelle 8.

Je 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* wurden im Gewächshaus bei ca. 20° C und im Zimmer ca. 15° C ausgesät. Alles im Dunkeln. Material wie vorher. Versuchsbeginn 10. Oktober.

Es keimten:	Gewächshaus ca. 20°				Zimmer ca. 15°	
	feuchtes Filtrierpapier	Wasser	KNOP 1%		KNOP 1%	
			I.	II.	I.	II.
15 bis 17. Oktober	0	0	31	17	0	0
18. bis 21. Oktober	0	5	13	23	0	0
22. bis 24. Oktober	1	1	46	35	0	0
25. bis 29. Oktober	0	0	1	10	0	0
Summe	1	6	91	85	0	0

Aus beiden Tabellen geht also hervor, daß 1 pCt. KNOPsche Nährlösung die Keimung im Dunkeln beinahe im vollen Umfange auslöst, während gleichzeitig auf feuchtem Filtrierpapier keine, auf Erde erst nach und nach geringe Keimung hervorgerufen wurde. Jedoch wirkt KNOP nur bei einer Temperatur von ca. 20°, während die Samen bei ca. 15° noch nicht auskeimten. Worauf die Keimlinge im Wasser zurückzuführen waren, kann ich bisher noch nicht angeben. Hinzuweisen bleibt indessen noch auf einige angewandte Vorsichtsmaßregeln bei Ansetzung der Versuche. Einmal wurde die gleiche Menge Wasser und Nährlösung in die gleich großen Petrischalen mit gleicher Menge Filtrierpapier abpipettiert, so daß keine Feuchtigkeitsverschiedenheiten vorhanden waren. Weiterhin wurden die Samen jedesmal in Nr. I vor dem Aufkommen von Pilzen auf der Nährlösung in der Dunkelkammer umgelegt, so daß man nicht zweifelhaft sein muß, ob die Wirkung von den Pilzen ausgeht oder der Nährlösung.

Die nächste Frage bestand nun natürlich darin, zu ermitteln, durch welche Komponente von KNOPs Nährlösung die Keimung eventuell allein ausgelöst werden könnte, oder ob die ganze Nährlösung oder vielleicht mehrere Salze zur Keimung nötig sind. Bisher haben die diesbezüglichen Untersuchungen aber noch kein Resultat gezeitigt und die Lösung der Frage bleibt meinen weiteren Untersuchungen vorbehalten. Übrigens wird weiter unten nochmals darauf zurückzukommen sein.

Einstweilen ist das eine einwandfrei festgestellt, daß frisch geerntete Samen von *Ranunculus sceleratus*, welche im Dunkeln auf mit Wasser getränktem Filtrierpapier nicht keimen, im vollen Umfange auf mit 1proz. KNOPscher Nährlösung getränktem Filtrierpapier zur Keimung zu bringen sind.

Es war nun noch nötig, die minimale Beleuchtungszeit zu ermitteln, welche veranlaßt, daß Samen nachher im Dunkeln auskeimen. Bekanntlich hatte RACIBORSKI (1900) festgestellt, daß die Samen von *Nicotiana Tabacum* nur 1—5 Stunden beleuchtet werden

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

müssen, um hierauf im Dunkeln zu keimen. Für *R. sceleratus* richtet sich diese Zeit wiederum nach dem Alter der Samen, wie aus folgenden Tabellen zu ersehen ist.

Tabelle 9.

Je 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* wurden auf feuchtem Filtrierpapier zur Keimung ausgelegt. Material Botan. Garten Kiel Ende Juli 1909. Versuchsbeginn 9. September 1909.

Es keimten:	am Licht eingequollen 9. September, ins Dunkle gebracht:				
	12. IX.	14. IX.		20. IX.	
		I.	II.	I.	II.
17. bis 23. September	3	2	6	5	6
24. bis 29. September	0	1	0	0	0
30. Septbr. bis 4. Okt.	0	1	1	0	0
5. bis 20. Oktober .	0	1	0	0	0
Summe	3	5	7	5	6

Durch Beleuchtung von 3—11 Tagen wird also die Keimung 1 $^1/_2$ Monate alter Samen nur zu ganz geringen Prozentsätzen angeregt.

Bei $^1/_2$—$^3/_4$ Jahr alten Samen liegt, wie die folgenden Tabellen zeigen werden, die Sache schon anders.

Tabelle 10.

Je 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* wurden auf feuchtem Filtrierpapier zur Keimung ausgelegt. Material Juli 1908 Cuxhaven. Versuchsbeginn 22. Januar 1909.

Es keimten:	hell	24 Std. dunkel, 48 Std. hell, dann dunkel	24 Std. hell, dann dunkel	3 Std. hell, dann dunkel	1 Std. hell, dann dunkel
29. Jan. bis 17. Febr.	85	8	1	0	1
18. Febr. bis 9. März	5	5	0	2	1
Summe	90	13	1	2	2

Tabelle 11.

Je 50 Samen von *Ranunculus sceleratus* wurden auf feuchtem Filtrierpapier zur Keimung ausgelegt. Material Juli 1908 Cuxhaven. Versuchsbeginn 3. März 1909.

Es keimten:	hell	18 Std. dunkel dann hell	24 Std. hell dann dunkel	16 Std. dunkel 3 Std. hell dann dunkel	16 Std. dunkel 1 Std. hell dann dunkel	70 Std. dunkel 24 Std. hell dann dunkel
9. bis 13. März	19	22	11	4	0	5
14. bis 18. März	7	11	9	5	0	7
19. bis 23. März	2	3	4	4	0	3
Summe	28 = 56 %	36 = 72 %	24 = 48 %	13 = 26 %	0	15 - 30 %

Es geht also hieraus hervor, daß auch $^3/_4$ Jahre abgelagertes Samenmaterial noch stundenlanger Beleuchtung bedarf, um die Keimung nachher im Dunkeln zustande zu bringen.

Die Umkehrung der eben erörterten Frage besteht nun darin, festzustellen, wie lange eine Verdunkelung von zur Keimung angesetzten Samen notwendig ist, um die Keimung nachher im Lichte unmöglich zu machen. Bekanntlich hatte KINZEL festgestellt, daß die lichtscheuen Samen von *Nigella* nach einer Beleuchtung im Keimbett von wenigen Minuten schon eine Abnahme des Keimprozentes im Dunkeln aufzuweisen hatten und nach etwas längerer Beleuchtung überhaupt nicht mehr keimten. Sie waren nach KINZEL „lichthart“ geworden. Ganz so verhält es sich nun aber hier nicht, wie die folgenden Tabellen zeigen.

Tabelle 12.

Je 100 Samen von *Ranunculus sceleratus* wurden auf feuchtem Filtrierpapier bzw. Erde zur Keimung ausgelegt und erst verschieden lange im Dunkeln gehalten, um nachher ins Licht überführt zu werden. Material Juli Botan. Garten Kiel. Versuchsbeginn 10. September 1909.

Es keimten:	6 Tage dunkel (bis 16. IX.)				10 Tage dunkel (bis 20. IX.)				20 Tage dunkel (bis 30. IX.)				Kontrolle bei dauernder Beleuchtung	
	Erde		Filtrp.		Erde		Filtrp.		Erde		Filtrp.		Erde	Filtrp.
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.		
16. bis 20. September	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	54	39
21. bis 24. September	42	21	2	0	1	1	0	0	—	—	—	—	11	9
25. bis 28. September	58	60	44	39	78	70	40	53	3	—	—	—	12	15
29. Septbr. bis 2. Okt.	1	6	5	8	11	10	7	10	1	4	0	0	5	3
3. bis 6. Oktober . . .	—	3	1	7	3	9	0	0	0	0	0	0	5	2
7. bis 13. Oktober . .	—	3	0	3	2	0	0	1	82	61	4	3	3	3
14. bis 20. Oktober .	2	0	0	0	0	1	0	0	4	5	0	1	1	0
Summe	103	93	52	56	95	91	47	64	90	70	4	-4	91	71

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

Das ergibt, wenn wir in etwas anderer Form nur die Samen vom Filtrierpapier zusammenstellen:

Tabelle 13.

Nach:	6tägiger Verdunklung		10tägiger Verdunklung		20tägiger Verdunklung		ohne Verdunklung
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	—
Keimten innerhalb 13 bzw. 14 Tagen	46	39	47	63	4	3	48
Nach 20 Tagen Belichtung	52	54	47	64	4	4	64

Wir ersehen aus diesen Tabellen, daß eine bis 10tägige Verdunkelung nur einen recht geringen bzw. keinen hemmenden Einfluß ausübt. Nach 20tägiger Verdunkelung indessen wird die Keimung bis auf 4pCt. aufgehohen und wir könnten demnach hier wohl im Gegensatz zu den lichtharten von „dunkelharten“ Samen oder „dunkelstarren“ Samen sprechen, wobei aber im Gegensatz zu *Nigella* der betreffende Zustand erst nach längerer Einwirkung der Dunkelheit eintritt.

Nachdem ich bis hierher die wichtigsten, mir über die Keimungsbedingungen von *Ranunculus sceleratus* zu Gebote stehenden Daten vorgebracht habe, möchte ich der Beeinflussung einiger anderer Samen durch das Licht noch kurz gedenken. Hier ist zwar noch nicht auf den Einfluß des Substrates Rücksicht genommen; die angestellten Versuche bestätigen aber z. T. frühere Untersuchungen von HEINRICHER, FIGDOR und KINZEL, z. T. fügen sie den Angaben dieser Autoren noch einiges Neue hinzu. Es wird natürlich in Zukunft meine Aufgabe sein, den Einfluß des Substrates auch auf die Keimung dieser Samen zu untersuchen.

FIGDOR (1907) teilt mit, daß die Samen einer Anzahl Gesneriaceen im Dunkeln auf Torfstücken nicht keimen; wenn sie aber dann ans Licht gebracht werden, sehr schnell zur Keimung gelangen. Ich habe die Versuche mit der von FIGDOR nicht benutzten *Gloxinia hybrida* in etwas veränderter Form, durch Aussaat auf feuchtem Filtrierpapier, nachgeprüft und sie bestätigt gefunden, was folgende Tabelle veranschaulicht.

Tabelle 14.

Je 100 Samen von *Gloxinia hybrida* „Kaiser Wilhelm“ wurden auf feuchtem Filtrierpapier ausgesät. Material von HAAGE und SCHMIDT, Erfurt; Versuchsbeginn 26. Januar 1909.

Es keimten:	hell	dunkel
7. bis 19. Februar . .	65	0 ans Licht gebracht
20. Febr. bis 1. März	2	0
2. bis 15. März	2	14
16. März bis 2. April	1	30
3. bis 16. April	2	14
17. April bis 18. Mai	0	17
Summe	72	75

Von Samen, welche vom 27. Januar bis 4. Mai im Dunkeln gehalten wurden, ging ziemlich im Anfang dieses Zeitraumes 1 Same auf, die übrigen ließen keine Keimung erkennen.

Hieraus geht also einmal der Einfluß des Lichtes auf die Keimung klar hervor, zweitens zeigt sich, daß 12tägige Verdunkelung die nachträgliche Keimung ihrem prozentualen Gehalt nach nicht beeinflußt, und endlich drittens ergibt sich, daß die Keimung durch mehr als vierteljährliche Verdunkelung so gut wie absolut ruht.

Weiterhin machte KINZEL, wie schon eben erwähnt, die interessante Beobachtung, daß Samen von *Nigella sativa* einige Zeit nach der Reife so stark empfindlich sind, daß sie nach minutenlanger Beleuchtung dann im Dunkeln nicht auskeimen, was KINZEL als „lichthart“ bezeichnet. Er fügt indessen hinzu, daß längere Zeit nach der Ernte die Verhältnisse anders liegen und kürzere Beleuchtung nicht mehr so stark hemmend wirkt.

Das Verhalten frisch geernteter *Nigella*-Samen zu prüfen hatte ich noch keine Gelegenheit. Dagegen zeigte sich, daß bei im März ausgelegten, von HAAGE und SCHMIDT bezogenen Samen eine Hemmung durch das Licht auch nach 3tägiger Beleuchtung nicht zu konstatieren war, ja daß 20 pCt. sogar in dauernder Beleuchtung noch keimten, wie folgende Tabelle lehrt.

Tabelle 15.

Je 100 Samen von *Nigella sativa* wurden auf feuchtem Filtrierpapier ausgelegt. Material von HAAGE und SCHMIDT, Erfurt. Versuchsbeginn 4. März 1909.

Es keimten:	2 Tage hell dann dunkel	3 Tage hell dann dunkel	hell
8. bis 10. März .	96	60	17
11. bis 15. März .	1	27	2
16. bis 21. März .	1	0	1
22. März bis 9. Juni	0	1	0
Summe	98	88	20

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

Eine hemmende Wirkung des Lichtes ist nach diesem Ergebnis deutlich zu erkennen, nur muß die Beleuchtung in diesem Alter der Samen erheblich länger einwirken, ehe sie zur Wirkung kommt, als, wie aus KINZELs Angaben zu schließen ist, kurz nach der Reife.

Endlich war es mir möglich, noch für eine Reihe anderer Samen den Einfluß des Lichtes auf die Keimung festzustellen. Ich untersuchte, wie ich schon in dem mehrfach erwähnten Sammelreferat mitteilte, im Anschluß an die Befunde REMERs den hemmenden Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen von *Phacelia tanacetifolia*, das Verhalten anderer Hydrophyllaceen und mehrerer Polemoniaceen. Ich stelle die Ergebnisse für die folgenden drei Arten hier zusammen.

Tabelle 16.

Je 100 Samen der folgenden drei Arten wurden auf Filtrierpapier ausgesät. Material von HAAGE und SCHMIDT, Erfurt. Versuchszeit April.

Es keimten:	*Nemophila insignis*		*Whitlavia grandiflora*		*Phlox Drummondii*	
	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel
Bis zum 2. Tage nach d. Aussaat	0	10	0	5	0	0
Bis zum 3. Tage	0	31	4	58	1	8
Bis zum 4. Tage	4	71	65	84	8	29
Bis zum 5 Tage	12	78	78	95	19	60
Bis zum 10. Tage	14	82	90	97	59	82
Bis zum 13. Tage	14	82	91	99	74	85
Summe	14	82	91	99	74	85

Übereinstimmend also zeigt sich in allen drei Fällen in den ersten Tagen die hemmende Wirkung des Lichtes; während sie aber bei *Whitlavia* und *Phlox* später beinahe wieder ausgeglichen wird, und der Enderfolg sich nach ca. zwei Wochen fast deckt, ist bei *Nemophila* auch nach dieser Zeit die Unterscheidung keineswegs ausgeglichen. Man muß zudem übrigens bedenken, daß hier abgelagerte Samen vorliegen und dieselben kurz nach der Reife voraussichtlich noch viel deutlicher reagieren.

Bei *Collomia*, *Gilia* und *Polemonium* war der Unterschied indessen kein großer, so daß ein allgemein hemmender Einfluß des Lichtes auf die Samenkeimung bei den beiden Familien, wie ich ihn anfangs glaubte annehmen zu sollen, wohl nicht vorliegt.

In theoretischer Beziehung mich über die so verschiedene

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

Wirkung des Lichtes auf die Keimung der Samen zu verbreiten, scheint mir aber noch verfrüht. Ich hoffe indessen durch weitere Untersuchungen besonders mit Hinblick auf die Substratwirkung und die Wirkung einzelner Chemikalien hier weiter vorwärts zu kommen.

Somit wende ich mich nun zur Mitteilung einiger Versuchsergebnisse mit Samen, bei denen es sich überhaupt nicht mehr um Lichtwirkungen, sondern nur um Wirkungen des Substrates handelt. Soweit untersucht, keimten die nunmehr zu besprechenden Samen im Licht und im Dunkeln ungefähr gleich gut, was speziell für *Valerianella olitoria*, *Ranunculus acer* und *Stellaria media* gilt.

Es ist ja in der Praxis der Keimprüfungen eine bekannte Tatsache, daß die einen Samen auf dem einen, die anderen auf dem anderen Substrate günstigere Keimungsbedingungen finden. Zur Anwendung gelangen ja in der Regel Tonplatten, feuchtes Filtrierpapier, Sägespäne, Sand, Erde usw. Mir fiel es nun auf, daß die Samen mancher Ackerunkräuter auf feuchtem Filtrierpapier nicht zur Keimung gebracht werden konnten, während doch Samen derselben Art daneben auf Erde vorzüglich keimten. Samen anderer Arten hingegen keimten auf beiden Substraten gleich gut und einige scheinen sogar Filtrierpapier zu bevorzugen, wie das z. B. auch WINKLER für die Samen von *Solanum tubingense* feststellte. (Zeitschrift f. Botanik 1909, **1**, S. 318.) Beispiele für die erste Kategorie sind *Lamium purpureum*, *Veronica Tournefortii* und *polita* (wenigstens kurze Zeit nach der Reife), *Stellaria media;* solche der zweiten Abteilung *Valerianella olitoria*, *Ranunculus acer*, *Ranunculus asiaticus* u. v. a. Von *Lamium purpureum* erhielt ich z. B. vom 29. Juni bis 20. Oktober von 100 Samen auf Erde 52 Keimlinge, auf Filtrierpapier 0, bei *V. olitoria* dagegen keimten vom 22. Juli bis 4. Oktober auf Erde 77, auf Filtrierpapier 67 Samen. Auch hier haben allerdings Samenalter und Nachreifeerscheinungen zweifellos einen erheblichen Einfluß auf die Keimungsdifferenzen, worüber aber bisher noch keine Versuche vorliegen.

Zu eingehenderen Versuchen über die Substratwirkung zog ich nun in erster Linie *Stellaria media* heran. Hier erhielt ich von am 30. Mai gesammelten und am 1. Juni ausgelegten Samen bis zum 8. September von 100 Samen 81 Keimungen auf Erde, auf Filtrierpapier aber in einem Falle 0, im anderen 1 Keimung.

Um die Wirkung der Erde auch hier näher zu präzisieren, brachte ich wieder Erdauszüge zur Anwendung; auch säte ich Samen auf Filtrierpapier, welches über Erde gelegt war. Weiterhin

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

wurde, um etwaige zu starke Benetzung des Filtrierpapiers mit Wasser als hemmenden Faktor auszuschließen, einmal zur Kontrolle der Versuch so angeordnet, daß die Mündung einer breithalsigen Glasflasche mit Filtrierpapier überspannt wurde, welches mit den freien Enden dauernd in Wasser tauchte, so daß oben nur das emporgesaugte Wasser in Wirkung trat. Das Ganze wurde mit einer Glasglocke überdeckt. Die Samen kamen auf die Papierdecke, welche die Flaschenmündung verschloß, zu liegen. Weiter wurde die Keimung auf reinem Kahlbaumschen Sand erprobt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 17 zusammengestellt.

Tabelle 17.

Je 100 Samen von *Stellaria media* wurden in verschiedener Weise ausgesät. Material gesammelt am 1. Juli 1909 im Botanischen Garten. Versuchsbeginn 6. Juli 1909.

Es keimten:	auf Erde	Filtrier-papier	Filtrierp. über Erde	heißer Erdauszug	kalter Erdauszug	Kahlb. Sand	Filtrierp. üb. Glas-flasche
bis 7. Sept.[1])	52	0	6	0	0	99	0
8. bis 20. Sept.	18	1	20	2	0	0	0
21. bis 30. Sept.	16	2	30	13	2	0	0
1. bis 10. Okt.	0	0	13	1	0	0	0
11. bis 20. Okt.	1	3	3	0	0	0	0
Summe	87	6	72	16	2	99	0

Erstens veranschaulicht die Tabelle wiederum die verschiedene Keimung auf Erde und Filtrierpapier und zeigt zugleich, daß auch auf Filtrierpapier, welches nur mäßig feucht gehalten wurde, keine Keimung stattfand. Weiter geht daraus hervor, daß auf Filtrierpapier über Erde die Keimung erst retardiert ist, später aber, wenn das Filtrierpapier anfängt faulig zu werden, es von Pilzen, Algen, Bakterien überwuchert wird, und die Trennung von der Erde unvollständiger wird, auch hier die Keimung einsetzt. Heißer Erdauszug fördert die Keimung ein wenig, jedoch sind die Samenmengen zu geringe, um hier schon mit absoluter Sicherheit aussagen zu können. Kalter Erdauszug hat keine Wirkung. Dagegen tritt auf Sand die vollständigste rascheste Keimung ein.

Zugleich mit dem eben beschriebenen Versuch setzte ich den folgenden mit KNOPscher Nährlösung an. Ich bin Herrn Professor KÜSTER zu Danke verpflichtet, daß er mich gesprächsweise auf

1) Das Ergebnis wurde erst nach Rückkehr aus dem Sommerurlaub betrachtet. Die Pflänzchen waren zum Teil schon sehr groß.

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

die Anwendung dieser Lösung zu besagtem Zwecke aufmerksam machte. Den Erfolg zeigt

Tabelle 18.

Je 100 Samen von *Stellaria media* auf mit KNOPscher Nährlösung von verschiedener Konzentration getränktem Filtrierpapier ausgesät. Material am 1. Juli 1909 im botanischen Garten zu Kiel gesammelt. Versuchsbeginn 6. Juli 1909.

Es keimten:	KNOP 1%	1/2 %	1/4 %	1/10 %
bis 7. September . . .	56	4	2	2
8. bis 20. September . .	10	30	34	13
21. bis 30. September . .	2	23	30	18
1. bis 10. Oktober . . .	6	11	0	0
11. bis 20. Oktober . . .	0	3	17	9
Summe	74	71	83	42

Es ergab sich also ein außerordentlich starker Einfluß der KNOPschen Nährlösung auf die Keimung, ganz besonders der 1proz. Natürlich hatten sich während meiner Abwesenheit eine Menge Schimmelpilze auf dem Substrat, besonders dem 1proz., angesammelt. Um nun auch hier sicher zu sein, daß nicht von ihnen, sondern von der Lösung der Erfolg ausging, wurden die Samen wiederum wie bei *Ranunculus sceleratus* vor dem Aufkommen der Pilze bei dem Versuch (I—III) umgelegt. Derselbe stellt eine detaillierte Wiederholung des eben besprochenen Versuches dar.

Tabelle 19.

Es wurden je 100 Samen von *Stellaria media* auf folgendermaßen behandeltes Filtrierpapier ausgelegt. Material wie vorher. Versuchsbeginn 11. September 1909.

Es keimten:	KNOP 1%					3/4 %		1/2 %		1/4 %		Wasser			Erde (Kontrolle)
	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	III.	
bis 20. Sept. .	80	67	59	0	18	12	4	16	2	2	13	0	8	1	97
21. bis 25. Sept.	10	13	19	2	72	7	29	3	4	17	18	0	7	0	—
26. bis 30. Sept.	6	11	23	6	8	43	64	53	63	81	61	51	62	68	—
1. bis 10. Okt.	2	5	—	18	—	35	2	16	32	—	9	20	11	eingetrocknet	—
11. bis 20. Okt.	0	0	—	—	—	4	0	9	—	—	—	1	0	—	—
Summe	98	96	101	26	98	101	99	94	101	100	101	72	88	?	97

Klar und deutlich geht auch aus diesem Versuch die starke Beeinflussung durch KNOPs Nährlösung, besonders 1 proz. hervor.

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

Daß Nr. IV keine genügende Keimung aufwies, liegt daran, daß die ganze Schale nicht rechtzeitig von Pilzen gesäubert war und so alles überwucherte. Auch war sie etwas trockener gehalten als die anderen. Daß aber auf mit Wasser getränktem Filtrierpapier jetzt auch, wenn auch erheblich langsamer, Keimungen auftraten, kommt sicher daher, daß hier beinahe $2^1/_2$ Monate abgelagertes Material zur Verwendung kam, während die vorigen Versuche mit 6 Tage altem Material angestellt wurden. Eine mit sinkendem Nährstoffgehalt progressiv abnehmende Keimgeschwindigkeit oder absolute Keimmenge konnte indessen nicht festgestellt werden, was wohl schon dafür spricht, daß osmotische Verhältnisse für die keimfördernde Wirkung nicht verantwortlich gemacht werden können.

Der folgende Versuch sollte eine Anzahl weiterer Fragen beantworten. Einmal, ob höherer Prozentgehalt der Nährlösung etwa noch günstiger wirkte. Zweitens, ob die Feuchtigkeitsverhältnisse etwa maßgebend sind. So wurden Samen in Wasser ohne Filtrierpapier zur Keimung angesetzt, weiter solche zwischen Filtrierpapier und endlich wieder andere auf der schon vorher beschriebenen Vorrichtung mit der Glasflasche. Alles dies zeigt

Tabelle 20.

Es wurden je 100 Samen von *Stellaria media* auf folgendermaßen behandeltes Filtrierpapier ausgesät. Material wie vorher. Versuchsbeginn 23. September 1909.

Es keimten:	KNOP	2 %		1 %	1 %	Wasser	ohne Filtrp.		auf Filtrp.	zwischen Filtrp.	
		I.	II.	Petrischale	üb. Glasflasche		I.	II.		I.	II.
bis 27. Sept . .		8	1	76	44		1	4	9	5	5
27. bis 30. Sept.		42	18	13	33		0	0	2	0	2
1. bis 10. Okt. .		5	12	0	0		0	0	0	0	0
11. bis 20. Okt.		5	9	0	0		0	0	0	0	0
Summe		60	40	89	77		1	4	11	5	7

Vor allem geht hieraus hervor, daß 1 proz. KNOPsche Lösung am günstigsten wirkt und zwar in der bisherigen Feuchtigkeit; bei geringerer Feuchtigkeit wirkt sie etwas weniger intensiv. In Wasser ohne Filtrierpapier ist die Keimung eine ganz schlechte. Zwischen Filtrierpapier ist sie nicht besser als auf solchem. Worauf aber die überhaupt schlechtere Keimung auf Filtrierpapier als in

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

den vorigen beiden Versuchen zurückzuführen ist, kann ich einstweilen nicht mit Sicherheit sagen. Vielleicht liegt es daran, daß die Kulturen Anfang Oktober in ein um ca. 5—10° wärmeres Gewächshaus gebracht werden mußten, welche Temperatur wie mir scheint das Keimungsoptimum der Pflanze überschreitet.

Als weitere zu beantwortende Frage tritt natürlich auch hier nun die auf: ob einzelne Komponenten der Nährlösung vielleicht den Erfolg der ganzen Lösung haben. Ich habe in dieser Richtung schon eine ganze Reihe von Experimenten angestellt, ohne aber bisher einen positiven Erfolg erhalten zu haben; geringe Vorteile gegen Wasser sind meist da, besonders bei $Ca(NO_3)_2$ und KH_2PO_4; ich führe hier nur einen dieser Versuche an.

Tabelle 21.

Es wurden je 100 Samen von *Stellaria media* auf Filtrierpapier ausgesät, welches mit den verschiedenen Teilbestandteilen der KNOPschen Nährlösung in den in der Lösung vorkommenden Prozentsätzen behandelt wurde. Material wie vorher; Versuchsbeginn 24. September.

Es keimten:	KNOP 1 %	$Ca(NO_3)_2$ 0,5 %		KH_2PO_4 0,125 %		KCl 0,125 %		$MgSO_4$ 0,125 %		Wasser
		I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	
bis 28. Sept. . .	76	18	24	12	30	9	8	12	22	10
29. Sept.—2. Okt.	7	4	2	1	0	0	0	1	1	0
3. Okt.—10. Okt.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	83	22	26	13	30	9	8	13	23	10

Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß die Einzelchemikalien in anderen Prozentsätzen oder auch mehrere zusammen doch noch die Wirkung der ganzen Nährlösung erreichen. Meine bisherigen Versuche machen dies aber nicht wahrscheinlich. Es wird natürlich meine Aufgabe sein, diesen Fragen an einem großen Material auch anderer sich eventuell ähnlich verhaltender Samen nachzugehen. In erster Linie wird sich die Frage darauf zuspitzen, ob eine Verbesserung der Ernährungsbedingungen wie bei den Moossporen oder Reizwirkungen, in ähnlicher Weise wie bei FISCHERs Versuchen mit Wasserpflanzen oder wie wahrscheinlich bei einer Reihe von Pilzsporen (z. B. BENECKE 1895) das auffällige Verhalten der Keimungsverschiedenheit veranlassen. Ich habe indessen die Mitteilung der bisherigen Daten vorweggenommen, da eine eingehende Untersuchung der eben gestreiften

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

Fragen noch längere Zeit in Anspruch nehmen wird. Alle theoretischen Auseinandersetzungen will ich ebenfalls auf diese folgende Arbeit verschieben.

Literatur.

1. BENECKE, W., Jahrb. f. wissensch. Botanik. 1895, **28**, S. 501.
2. FIGDOR, W., Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen einiger Gesneriaceen. Ber. deutsch. bot. Ges. 1907, **25**, S. 582—585.
3. FISCHER, A., Wasserstoff und Hydroxylionen als Keimungsreize. Ber. deutsch. bot. Ges. 1907, **25**, S. 108—122.
4. FOREST HEALD, F. de, Gametophytic Regeneration. Leipz. Diss. 1897, S. 54.
5. GOEBEL, Laboratoriumsnotizen. Flora, 1897, **83**, S. 74.
6. HEINRICHER, E., Beeinflussung der Samenkeimung durch das Licht. Wiesner-Festschrift. Wien. 1908, S. 263—279.
7. —, Die Samenkeimung und das Licht. (Eine Berichtigung mit einer vorläufigen Mitteilung im Anhang.) Ber. deutsch. bot. Ges. 1908, **26a**, S. 298—301.
8. —, Die Keimung von *Phacelia tanacetifolia* Benth. und das Licht. Botanische Zeitung 1909, **67**, S. 45—66.
9. KINZEL, W., Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung. Ber. deutsch. bot. Ges. 1907, **25**, S. 269—276.
10. —, Die Wirkung des Lichtes auf die Keimung. Ebenda. 1908, **26a**, S. 105—115.
11. —, Lichtkeimung. Einige bestätigende und ergänzende Bemerkungen zu den vorläufigen Mitteilungen 1907 u. 1908. Ebenda. 1908, **26a**, S. 631—645.
12. —, Lichtkeimung. Weitere bestätigende usw. Ebenda. 1908, **26a**, S. 654—665.
13. LAAGE, A., Bedingungen der Keimung von Farn- und Moossporen. Botan. Ctbl. Beih. 1907, **21**, S. 76.
14. RACIBORSKI, M. v., Über die Keimung der Tabaksamen. Bull. Inst. de Buitenzorg. 1900, Nr. 6.
15. REMER, W., Die Keimung von *Phacelia tanacetifolia*. Ber. deutsch. bot. Ges. 1904, **22**, S. 328—339.
16. TREBOUX, O., Die Keimung der Moossporen in ihrer Beziehung zum Lichte. Ber. deutsch. bot. Ges. 1905, **23**, S. 397.

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): Lehmann Ernst

Artikel/Article: Zur Keimungsphysiologie und -biologie von Ranunculus sceleratus L. und einigen anderen Samen. 476-494