

68. Adolf Sperlich: Ist bei grünen Rhinanthaceen ein von einem pflanzlichen Organismus ausgehender äußerer Keimungsreiz nachweisbar?

(Eingegangen am 7. Oktober 1908.)

HEINRICHERS umfangreiche und noch nicht abgeschlossene Studien über die grünen Halbschmarotzer aus der Gruppe der Rhinanthaceen werfen auch auf deren Keimungsverhältnisse, die in ihrer Gänze gewiß nicht leicht zu überschauen, einiges Licht¹⁾.

Aus einer Reihe von Einzelaussaaten, die mein verehrter Lehrer zur Beantwortung verschiedener Fragen vorgenommen hat, ergibt sich mit Bestimmtheit, daß die Samen der untersuchten Typen zu keimen vermögen, ohne von einem in der Nähe befindlichen pflanzlichen Organismus hierzu angeregt zu werden²⁾. Ich fand diese Tatsache durch Kulturversuche, die ich seinerzeit mit zwei *Alectorolophus*-Arten zum Probleme der Eiweißkristalle im Zellkerne angestellt hatte³⁾, bestätigt und doch ist die im Titel des vorliegenden Aufsatzes aufgeworfene Frage vollkommen berechtigt. Ihre Berechtigung gründet sich zunächst auf folgende Überlegung:

Innerhalb der Rhinanthaceen hat HEINRICHER rücksichtlich ihres Parasitismus eine Reihe fortschreitender Grade aufgedeckt, deren Anfang bei verhältnismäßig selbständig entwicklungsfähigen Salzscharotzern zu suchen ist und deren Endglied die holoparasitische *Lathraea* darstellt. Das am deutlichsten ausgeprägte Bindeglied zwischen jenen und dieser ist *Tozzia*, welcher sich in gewisser Beziehung bestimmte Arten der Gattung *Melampyrum* anschließen, wie in einer demnächst erscheinenden Studie HEINRICHERS über dieses Genus näher dargelegt werden wird. Der hohe Grad von Parasitismus, den *Lathraea* erreicht hat, äußert sich auch in

1) Vgl. die grünen Halbschmarotzer I, Jahrb. f. wissensch. Bot. 1897 Bd. XXXI, H. 1, S. 78–82; die grünen Halbschmarotzer II, ebenda 1898, Bd. XXXII, H. 3, S. 413–415; die grünen Halbschmarotzer III, ebenda 1901, Bd. XXXVI, H. 4, S. 668–669 u. S. 688–692.

2) Es hat dies allerdings schon früher KOCH ausgesprochen (Zur Entwicklungsgeschichte der Rhinanthaceen - *Rhinanthus minor*, Jahrb. f. wissensch. Bot. 1879, Bd. XX, H. 1), einwandfrei begründet wurde die Tatsache aber erst durch HEINRICHERS Einzelaussaaten (Die grünen Halbschm. I, S. 80–82).

3) Die Zellkernkristalloide von *Alectorolophus*, Beih. z. Bot. Centralbl. 1907, Bd. XXI, H. 1.

der Keimung ihrer Samen: wie seinerzeit KOCH für die Orobanchen ¹⁾ so hat HEINRICHER für *Lathraea* ²⁾ einwandfrei nachweisen können, daß ihre Samen nur bei Anwesenheit einer Wirtspflanze keimen.

Ist es nach dem Gesagten nicht wahrscheinlich, daß sich diese weitgehende Anpassung an die parasitische Lebensweise in vielleicht geringerem Grade schon bei anderen Gliedern der Rhinanthaceenreihe vorfinde und das um so mehr, als sich die Samen des prägnantesten Bindegliedes *Tozzia* wie die *Lathraeasamen* als des Keimungsreizes von Seite einer Wirtspflanze bedürftig erwiesen haben ³⁾?

Die Berechtigung unserer Frage ergibt sich aber auch aus gelegentlichen Beobachtungen meines Lehrers an seinem Versuchsmateriale, die allerdings nicht zahlreich genug sind, um über die Frage endgültig zu entscheiden.

Die gegenseitige Aussprache über das eben Dargelegte regte mich an, dem Probleme durch Versuche auf breiterer Basis näherzurücken. Hierbei war ich mir von allem Anfange der Umstände wohl bewußt, welche Verlauf und Deutung der Versuche beeinträchtigen könnten. Die Hauptschwierigkeiten seien gleich hier mitgeteilt: Beschränkung im verfügbaren Raume in technischer Beziehung und, viel unangenehmer als das, die Verschiedenheit der Keimungszeit des Saatgutes. Die Erfahrungen, die wir in unserem Garten gemacht und von denen HEINRICHER, soweit sie sich auf *Euphrasia*, *Odontites* und *Alectorolophus* beziehen, schon berichtet hat ⁴⁾, belehren uns, daß die Samen dieser Genera teilweise im ersten Jahre nach der Reife, teilweise aber erst im zweiten Jahre keimen und daß sogar im dritten Jahre noch Keimungen nachfolgen können. Rücksichtlich der Samen von *Melampyrum* berichtet KERNER ⁵⁾, daß Keimlinge sogar schon im Herbste des Jahres der Reife anzutreffen sind, ein Verhalten, das HEINRICHER an seinem Versuchsmateriale bestätigen konnte. Es ist ohne weiteres klar, daß zeitlich so weit auseinanderliegende Keimungen eines und desselben Saatgutes den Überblick der Versuchsergebnisse beeinträchtigen; dazu kommt noch, daß die Wahrscheinlichkeit, Samen durch Pilze, bei Aufstellung der Geschirre im Freien überdies durch starke Regengüsse, Stürme und durch wühlende Tiere zu verlieren, mit dem Fortschreiten der Zeit immer größer wird. Was ich im fol-

1) Die Entwicklungsgeschichte der Orobanchen, Heidelberg 1887.

2) Die Keimung von *Lathraea*, diese Berichte, 1894, Bd. XII und Notiz über die Keimung von *L. Squamaria* L., ebenda 1898, Bd. XVI.

3) HEINRICHER, Die grünen Halbschm. III, S. 690.

4) Die grünen Halbschm. I, S. 123, II, S. 414—415.

5) Pflanzenleben, Bd. I, 1. Aufl., S. 165.

genden mitteilen will, beansprucht demnach bloß den Wert orientierender Vorversuche; nichtsdestoweniger sind die Ergebnisse zum Teil interessant.

Ich wählte zu meinen Experimenten eine Art der Gattung *Alectorolophus* (*A. hirsutus* All.), einen ausgesprochenen Salzparasiten, und zwei Arten der Gattung *Melampyrum*, die sich nach HEINRICHERS Untersuchungen in ihrem parasitären Verhalten wesentlich unterscheiden, *M. silvaticum* L. und *M. arvense* L. Die Pflanzen, welche mir das Saatgut geliefert, waren kräftig ernährte, zumeist reich verzweigte Individuen aus Innsbrucks Umgebung. Sie wurden zu einem Zeitpunkte eingesammelt, da die Kapseln der untersten Blüteninternodien eben aufzuspringen begannen und die meist schwächer ernährten oberen Kapseln noch vollkommen unreif waren. Aus der Sammelbüchse gelangte das Pflanzenmaterial auf wenige Tage in Säcke aus Organtin, die in freier Luft und vor Niederschlägen geschützt aufgehängt wurden. Um nur gut ausgereifte Saat zu erhalten, hütete ich mich vor jedem Rütteln und Drücken der getrockneten Pflanzen, benutzte also nur den durch natürliches Aufspringen der Frucht entleerten Samen, der sich jeweilig im Grunde des Sackes angesammelt hatte. Hieraus wurden wieder nur die vollkommensten Samenkörner sorgfältig ausgesucht und überdies jedes Korn mit der Lupe auf seine Reinheit geprüft, bevor ich es dem Boden anvertraute. Das letztere war besonders bei den Samen von *Alectorolophus* von Wichtigkeit, weil Kapseln und Samen dieser Pflanze allem Anscheine nach sehr gerne kleinen Insektenlarven zur Nahrung und zum Aufenthalte dienen¹⁾. Die genannten Vorkehrungen leisten wohl für möglichste Gleichmäßigkeit und Güte der Saat in genügendem Maße Gewähr.

Dem Anbau, welcher in der Zeit vom 24. Juli bis 6. August 1906 erfolgt ist, lag folgender Gedanke zugrunde: Der Samen unserer Pflanzen kann allerdings auch ohne Reizung durch einen nahen pflanzlichen Organismus keimen, doch entspricht nicht immer nach den Erfahrungen, die im Garten gewonnen wurden, die Zahl der aufgehenden Keime der Menge des verwendeten Saatgutes. Ist hierfür die Notwendigkeit der erwähnten Reizung in einem gewissen Grade verantwortlich, so muß sich das am besten

1) In J. H. KALTENBACHS Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten, Stuttgart 1874, finde ich zwei Tiere, die den Früchten des Klappertopfs Schaden zufügen: den Spanner *Cidaria albulata* SV., dessen Raupe „meist ganz oder teilweise in der saftigen Kapsel steckt“ und die Fliege *Phytomyza Rhinanthi* Kaltenb., dessen Larven sich in die junge Samenkapsel einbohren. S. 467.

offenbaren, wenn eine bestimmte Samenmenge so angebaut wird, daß sich einmal in jedem Geschirre je ein Same, dann je zwei Samen, dann je drei Samen u. s. f. befinden. Mit der Zahl der in einem Topfe liegenden Samen wächst die Wahrscheinlichkeit, daß sich unter ihnen ein selbständig keimendes Korn vorfindet. Dieses reizt die Nachbarn zur Keimung. Ist das richtig, so muß das Keimprozent einer Kultur mit der Zahl der Samen im einzelnen Geschirre wachsen, es muß am geringsten bei der Einzelkultur ausfallen.

Ich wählte als Samenmenge für die einzelnen Kulturen die Zahl 96, da sie durch 2, 3 und 4 teilbar und der 100 am nächsten liegt. Wir werden im folgenden sehen, daß die Zahl mit Rücksicht auf das Spiel des Zufalls viel viel höher hätte gegriffen werden sollen; die Grenze war aber durch den verfügbaren Raum gesteckt.

Zur Füllung der Geschirre diente mit Wasserdampf sterilisierter Flußsand, dem etwas gesiebte und ebenfalls sterilisierte Gartenerde beigemischt wurde. Nur bei einer Kultur kam teilweise statt des Flußsand, da dieser augenblicklich nicht zur Hand war, stark lehmiger Sand, wie solcher in den Glazialterrassen unseres Mittelgebirges häufig, zur Anwendung. Von der hierdurch erfolgten Beeinflussung des Keimergebnisses wird weiter unten die Rede sein. 96 Töpfe wurden mit je einem, 48 Töpfe mit je zwei, 32 Töpfe mit je drei und 24 Töpfe mit je vier Samen beschickt, wobei ich mit den Samen der drei Versuchspflanzen in gleicher Weise verfuhr. Da ferner die Frage auftauchte, ob nicht ein Reiz, der von einer artfremden Wirtspflanze ausgeht, wirksamer sei als der Reiz des Artgenossen, beschickte ich für jede der zum Versuche herangezogenen Arten weitere 48 Geschirre mit je einem Samen und fügte im ersten Frühlinge des kommenden Jahres je ein Weizenkorn hinzu. Der Anbau des Weizens erfolgte am 7. März 1907, dessen Koleoptylen erschienen ziemlich gleichmäßig am 29. März, also früh genug, um einen eventuellen Reiz auf die Samen der Parasiten, deren Keimungsbeginn um diese Zeit fällt, auszuüben. Sowohl bei den Weizenkulturen als auch bei der Kombination, die ich gleich im folgenden beschreiben werde, reduzierte ich die Zahl der Samen auf 48, da die Kulturen zu 96 Geschirren am schwierigsten unterzubringen waren. Der letzten Versuchskombination lag eine Vorstellung zugrunde, die sich nach den demnächst erscheinenden Studien HEINRICHERS über *Melampyrum* als irrig erwiesen hat: die Bedeutung des Saprophytismus für bestimmte Arten der Gattung. Obwohl ich schon

seinerzeit die parasitische Ernährung für *M. pratense*, *silvaticum* und *nemorosum* durch die Untersuchung der Haustorienverteilung sehr häufig feststellen konnte¹⁾ und gerade an lebenden Wirtswurzeln die bestentwickelten Saugorgane vorfand, so stand ich doch noch allzusehr im Banne der Aussagen KOCHs²⁾, um dem Saprophytismus jede Bedeutung abzusprechen. Ich setzte demnach je einem Samen meiner Versuchspflanzen in die sterilisierte Topf-füllung eine Portion nicht sterilisierten Humus bei, in welchem sich morphologisch noch deutbare Pflanzenteile vorfanden. Es ist übrigens selbst dann, wenn der Saprophytismus, wie das nunmehr feststeht, für die weitere Entwicklung des Individuums von keiner Bedeutung ist, mit Rücksicht auf die natürlichen Standortverhältnisse der Pflanze die Frage nach einer Auslösung oder Förderung der Keimung durch Humusstoffe nicht a priori von der Hand zu weisen³⁾. Durch Prüfung der verwendeten Humusmasse unter der Lupe konnte ich jedesmal feststellen, daß sich in derselben wenigstens kein größerer fremder Samen vorfand.

Die angelegten Versuche umfaßten in ihrer Gesamtheit 888 Töpfe, in welchen 1440 Samen untergebracht waren. Die gleichartig beschickten Geschirre wurden in eigens hergestellte Holzkisten gebracht, die Zwischenräume mit Torfmull ausgefüllt und das Ganze kam zur möglichsten Verhinderung fremden Samen-anfluges in ausgeräumte Frühbeetkasten unter Glas. Bis zum Ein-tritte von Frost und Schnee wurde stets für gründliche Durch-lüftung und mäßige Feuchtigkeit gesorgt. Die Kulturen blieben bis zum Spätherbst unter peinlicher Kontrolle; über fremde Keim-linge, zumeist Gräser, die trotz aller Vorkehrungen da und dort erschienen, wurde Protokoll geführt und das Unkraut so rasch als

1) Beiträge zur Kenntnis der Inhaltsstoffe in den Saugorganen der grünen Rhinanthaceen, Botan. Zentralbl., Beih., Bd. XI, H. 7, 1902.

2) Über die direkte Ausnutzung vegetabilischer Reste durch bestimmte chlorophyllhaltige Pflanzen, diese Ber. Bd. V, 1887.

3) Die Frage, ob für die Keimung bestimmte Reizstoffe notwendig sind und ob ein die Keimung fördernder Einfluß gewisser Stoffe nachweisbar ist, hat in neuerer Zeit durch die Untersuchungen A. LAAGES über die Bedingungen der Keimung von Farn- und Moosporen (Beih. z. Botan. Zentralbl. Bd. XXI, 1907) und insbesondere durch die wichtigen Versuchsergebnisse ALFRED FISCHERS über Wasserstoff- und Hydroxylionen als Keimungsreize (diese Berichte, Bd. XXV, 1907) wieder Bedeutung gewonnen. In DETMERS ver-gleichender Physiologie des Keimungsprozesses, Jena 1880, wird die Frage nur anhangsweise unter Hinweis auf NOBBES Handbuch der Samenkunde kurz berührt.

möglich entfernt; bis zu diesem Zeitpunkte hatte kein *Melampyrum*-samen gekeimt, was ja immerhin möglich gewesen wäre¹⁾.

Nachdem die Schneedecke geschmolzen, gelangten die Kulturen ins Freie und wurden jeden dritten Tag durchgesehen. Das Keimergebnis des Jahres 1907 war im allgemeinen leider nicht günstig; es mußte somit daran gedacht werden, die Kulturen bis zum Frühjahre 1908 möglichst rein zu erhalten. Das Hauptaugenmerk richtete ich in dieser Hinsicht, wie leicht einzusehen, auf die Einzelaussaaten und es gelang mir in der Tat, hier fast jede Verunreinigung hintanzuhalten; in die übrigen Kulturen hatte sich bald hier bald dort eine *Poa annua* oder *Veronica peregrina* eingeschlichen. Um eine erneute Aussaat von *Triticum* zu ersparen, ließ ich in den Kulturreihen mit artfremdem Wirte jeden Anflug gedeihen und erhielt hier auf diese Art reichlich Wirtspflanzen, zumeist *Poa*, *Veronica*, *Erigeron* und eine *Vicia*. Daß ich darauf bedacht war, die 1907 aufgegangenen Schmarotzer an der Samenbildung zu verhindern, ist eigentlich selbstverständlich. Das Ergebnis des Jahres 1908 war im ganzen etwas besser, doch auch nicht so, wie ich es mir mit Rücksicht auf das vortreffliche Saatgut und alle verwendete Sorgfalt ursprünglich erwartet hatte. Von einer Belassung der Versuchsreihen auf ein weiteres Jahr nahm ich Abstand, da dieselben schon heuer teils durch atmosphärische Einflüsse²⁾, teils durch Tiere stellenweise stark gelitten hatten und, wie schon eingangs erwähnt, die Voraussetzungen für brauchbare Versuchsergebnisse mit dem Fortschreiten der Zeit schwinden. Meine Ergebnisse habe ich in zwei Tabellen zusammengestellt, die im folgenden besprochen werden.

Bei Betrachtung der Zeilen 1 und 2 ergibt sich, daß die Beigabe von Humus das Keimprozent nicht zu erhöhen vermag; es ist somit für diese Samen eine von Humusstoffen ausgehende Keimungsreizung ohne weiteres auszuschließen. Auffallend ist das geringe Keimergebnis bei *M. silvaticum* in Zeile 1. Man wäre fast versucht, hier an einen schädigenden Einfluß des beigegebenen Humus zu denken; doch ist ein solcher mit Rücksicht auf das Ergebnis bei den anderen zwei Versuchspflanzen und vor allem auf die natürlichen Standortverhältnisse des *M. silvaticum* kaum in Betracht zu ziehen und wir werden sehen, daß sich die Sachlage in anderer Weise befriedigender erklären läßt.

Bei *M. arvense* muß in Zeile 3 sofort auffallen, daß die Keim-

1) Vgl. die Bemerkung auf S. 575.

2) Besonders Sprengung der Geschirre durch Frost.

Tabelle I.

Keimerggebnis in den

Zeile	Versuchsreihe.	<i>Melampyrum silvaticum</i>					
		1907		1908		Summe	
		Keimzahl	Prozent	Keimzahl	Prozent	Keimzahl	Prozent
1	48 Samen à 1 mit Humus	1	2,08	—	—	1	2,08
2	96 Samen à 1	12	12,5	11	11,46	23	23,96
3	96 Samen in 48 Töpfen à 2	21	21,87	29	30,20	50	52,07
4	96 Samen in 32 Töpfen à 3	4	4,17	19	19,79	23	23,96
5	96 Samen in 24 Töpfen à 4	16	16,67	39	40,62	55	57,29
6	48 Samen à 1 mit Wirt	8	16,67	17	35,42	25	52,08

prozente den Keimzahlen nicht entsprechen. Das erklärt sich folgendermaßen: Es wurde hier zur Hälfte, also in 24 Töpfen, statt des Flußsandess stark lehmiger Sand in Anwendung gebracht. In den derartig beschickten Geschirren erschien nur ein einziger Keimling, während die übrigen 24 Töpfe das in der Tabelle verzeichnete Keimerggebnis lieferten. Da offenbar der allzu bündige Boden für das fast vollständige Ausbleiben der Keimung in 24 Töpfen verantwortlich gemacht werden muß, legte ich der Prozentberechnung das Doppelte des tatsächlich Gezählten zugrunde, wobei ich und, wie ich glaube, mit Recht voraussetzte, daß bei gleicher Füllung der Geschirre das Ergebnis in beiden Hälften der Kultur ziemlich gleich ausgefallen wäre. Das Ergebnis dieser Kultur bleibt immerhin bemerkenswert. Wir ersehen daraus, daß *M. arvense* zu seiner Keimung einen lockeren, gut durchlüfteten Boden braucht, der eine reiche Sauerstoffzufuhr ermöglicht¹⁾.

Überblicken wir nunmehr die Summenprozente der Tabelle und ziehen zunächst die auffallend niederen Größen in Zeile 4 bei *M. silvaticum* und *Alectorolophus* und in Zeile 6 bei *M. arvense* nicht in Betracht. Es ergibt sich dann bei jeder Versuchspflanze fast vollständige Gleichmäßigkeit im Aufgehen der Saaten zu zweit, zu dritt, zu viert und mit Wirt; etwas herabgedrückt erscheint das Keimprozent in den Einzelaussaaten von *M. arvense* und *Alectorolophus*, unter die Hälfte herabgedrückt bei der entsprechenden Kultur von *M. silvaticum*. Demnach ist bei dieser Pflanze die Anwesenheit eines reizenden pflanzlichen Organismus

1) Die keimungshemmende Wirkung bündiger Böden für *Melampyrum*-samen ist auch in HEINRICHERS Versuchen deutlich zum Ausdruck gekommen.

einzelnen Versuchsreihen.

<i>Melampyrum arvense</i>						<i>Alectorolophus hirsutus</i>					
1907		1908		Summe		1907		1908		Summe	
Keimzahl	Prozent	Keimzahl	Prozent	Keimzahl	Prozent	Keimzahl	Prozent	Keimzahl	Prozent	Keimzahl	Prozent
5	10,42	21	43,75	26	54,17	16	33,33	6	12,5	22	46,83
14	14,58	38	39,58	52	54,16	33	34,37	13	13,54	46	47,91
12	25	21	43,75	33	68,75	21	21,87	29	30,21	50	52,08
29	30,21	40	41,66	69	71,87	3	3,12	32	33,33	35	36,45
25	26,04	39	40,62	64	66,66	11	11,46	38	39,58	49	51,04
9	18,75	7	14,58	16	33,33	21	43,75	7	12,92	28	56,67

zur Erzielung eines höheren Keimprozentos jedenfalls notwendig¹⁾. Das ergibt sich auch, wenn man die Humuskultur mitberücksichtigt. Das verschwindende Keimergebnis in dieser ist auf den Mangel eines reizenden höheren pflanzlichen Organismus zurückzuführen, wobei der Unterschied des Keimprozentos hier und in Zeile 2 am leichtesten dadurch erklärt wird, daß sich unter den 96 Samen der einen Kultur eben mehr selbständige entwicklungs-fähige befanden als unter den 48 der anderen. Ein Vergleich mit den entsprechenden Keimprozenten von *M. arvense* und *Alectorolophus* festigt diese Vorstellung. Hier sind die Prozente in Zeile 1 und 2 nahezu einander gleich, ein Umstand, der die größere Gleichartigkeit dieser Samen in bezug auf ihre Keimkraft im Gegensatze zu *M. silvaticum* sehr gut erkennen läßt.

In das Urteil über das Keimvermögen der Samen von *M. silvaticum*, das wir aus dem bisher Betrachteten gewonnen haben, paßt nun das Keimergebnis in Zeile 4 scheinbar nicht recht hinein. Es müßte auch hier zum mindesten ein ähnlicher Wert stehen wie in Zeile 3 und 5. Berücksichtigt man jedoch nicht nur dies rein numerische Ergebnis, sondern zieht auch die Verteilung der Keime auf die einzelnen Geschirre der Kultur mit in Betracht, so löst sich nicht nur der scheinbare Widerspruch, sondern wir können gerade hier wieder eine weitere Stütze für das gefaßte Urteil finden. Bei *M. arvense* beträgt die Anzahl der Töpfe mit aufgegangener Saat in den Kulturen zu zweit, zu dritt und zu viert der Reihe

1) Hiermit stimmt die Tatsache vortrefflich überein, daß nach HEINRICHERS Untersuchungen gerade *M. silvaticum* die parasitisch am weitesten vorgeschrittene Art der Gattung ist.

nach 87 pCt., 96 pCt. und wieder 87 pCt., bei *Alectorolophus* in gleicher Folge 79 pCt., 72 pCt. und 95 pCt., bei *M. silvaticum* hingegen 73 pCt., 53 pCt. und 96 pCt. Wir erkennen neuerdings die größte Ungleichmäßigkeit bei *M. silvaticum*. In der Hälfte der Geschirre ist hier bei Aussaat zu dritt überhaupt kein Keimling erschienen und wir erklären uns das damit, daß eben in diese Töpfe kein selbständig keimender Samen gekommen. Für die Hälfte aber entspricht das gewonnene Ergebnis in genügender Weise.

Zur Erläuterung von Zeile 6 der Tabelle diene folgendes: Die auffallend niederen Werte, die *M. arvense* hier aufweist, erklären sich dadurch, daß die Kultur schon im ersten Jahre durch ungünstige Aufstellung im Frühbeetkasten des Gartens unter allzu großer Feuchtigkeit zu leiden hatte und im Freien einmal durch würmersuchende Amseln teilweise demoliert wurde. Sie kommt demnach nicht in Betracht. Die anderen zwei Versuchspflanzen weisen eine Förderung der Keimung durch den artfremden Wirt gegenüber der gegenseitigen Einwirkung gleichartiger Samen kaum auf¹⁾. Bei *Alectorolophus* ist 1907 eine Steigerung des Keimprozents in der Kultur mit Wirt zu bemerken.

Es erübrigt nun noch zu erklären, warum die ursprünglich gemachte Forderung, daß das Keimprozent in den einzelnen Versuchsreihen mit der Zahl der Samen im Geschirre steige, im allgemeinen nicht erfüllt worden ist. Bei Durchsicht der Tabelle wird man die Forderung nur im Keimergebnis von 1908 bei *Alectorolophus* durch die Prozente 30,21, 33,33, 39,58 schwach realisiert finden. Ich glaube, daß sich die Sache durch die ungleich lange Ruheperiode der Samen, auf welche schon in der Einleitung hingewiesen wurde, leicht begründen läßt. Hiermit sind wir auf ein Problem gestoßen, das noch der vollständigen Lösung harret: welche Umstände bewirken es, daß von äußerlich vollkommen gleichwertigen, gleichzeitig gereiften, gleichzeitig gesäten und von da ab nach bestem Ermessen gleichmäßig behandelten Samen die einen im ersten, die andern im zweiten, einige gar erst im dritten Jahre nach der Reife keimen? Daß die Dichte der Saat oder die Anwesenheit einer Wirtspflanze in dieser Hinsicht von keiner Bedeutung ist, geht aus der Tabelle durch den Vergleich der Keimzahlen von 1907 mit den entsprechenden von 1908 genügend sicher hervor. Nur bei *Alectorolophus* hat es den Anschein, als keimten seine Samen, wenn sie vereinzelt im Boden

1) Ob aber bestimmte Wirtspflanzen nicht doch imstande sind, die Keimung weit mehr zu fördern, bleibt noch zu untersuchen.

liegen (Zeile 1, 2 und 6), im ersten Jahre in höherem Maße. Vor meinen Versuchen konnte man daran denken, für das frühere oder spätere Eintreten der Keimung die bessere oder schlechtere Ernährung der Mutterpflanze, damit im Zusammenhange den verschiedenen Gehalt des Samens an Nährstoffen, den Grad der erreichten Reife beim Einsammeln des Samens¹⁾, die Art und Weise des Anbaues, besonders die Nähe einer Wirtspflanze oder die fernere Behandlung der Kultur verantwortlich zu machen. Ich glaube auf Grund des in der Einleitung mitgeteilten Vorganges bei der Auswahl des Saatgutes, auf Grund der Versuche und ihres Ergebnisses mit Berechtigung sagen zu dürfen, daß all das Angeführte für den Eintritt der Keimung in zeitlicher Beziehung nicht entscheidend ist. Vielmehr bin ich jetzt der Ansicht, daß die Verschiedenheit der Ruheperiode eines und desselben Saatgutes in inneren strukturellen Unterschieden ihren Grund hat, über die wir freilich vorderhand ebensowenig wissen, wie über die Faktoren, von denen sie abhängig sind und die wir uns bei der Befruchtung oder in der Zeit von der Befruchtung bis zur erlangten Reife wirksam denken. Vielleicht könnte man dieser Frage mit Versuchen näherrücken, durch welche das Keimergebnis für den Samen bestimmter Individuen, bestimmter Internodien, ja vielleicht bestimmter Fruchtkapseln unter peinlicher Wahrung gleichmäßiger Kultur vergleichend festgestellt würde. Andererseits aber könnte es doch einmal gelingen, die Samen dieser Schmarotzer zu beliebiger Zeit zur Keimung zu zwingen; derartige Versuche müßten die bis heute noch recht dunklen Verhältnisse mehr denn andere zu klären imstande sein. Nach den bisherigen Erfahrungen wird es zur Vermeidung verwirrender Komplikationen in unserem Falle gut sein, die Existenz verschiedenzeitig keimender Samen als gegebenes Faktum anzunehmen. Der Einfachheit halber wollen wir die 1907 gekeimten Samen unserer Kulturen Frühkeimer, die 1908 aufgegangenen Samen Spätkeimer nennen. Es ist dann ohne weiteres klar, daß die eingangs gestellte Forderung von dem prozentuellen Steigen des Keimergebnisses mit der Dichte der Aussaat sich deshalb nicht verwirklichen konnte, weil zu dem bewußt angenommenen Faktor — Zusammentreffen von autonomen Samen mit reizbedürftigen, abhängigen — ein im Anfange nicht sicher erkannter, neuer Faktor hinzugekommen, das ver-

1) Hierzu muß nun allerdings bemerkt werden, daß von einer vollkommenen Gleichmäßigkeit des verwendeten Saatgutes in bezug auf das erreichte Stadium der Reife trotz aller Vorkehrungen nicht die Rede sein kann.

schiedenartige Zusammentreffen von Frühkeimern mit Spätkeimern. Trifft ein autonomer Frühkeimer mit einem der Reizung bedürftigen Spätkeimer zusammen, so ist für diesen der Reiz jenes nicht mehr wirksam und umgekehrt ist es möglich, daß für einen der Reizung bedürftigen Frühkeimer der selbständig entwicklungsfähige Spätkeimer „zu spät kommt“. Halten wir uns beispielsweise die verschiedenen Möglichkeiten des Zusammentreffens von Frühkeimern und Spätkeimern, von autonomen und abhängigen Samen etwa bei Aussaat zu zweit vor Augen, so ergeben sich folgende 10 Fälle, wobei I autonomer Frühkeimer, II autonomer Spätkeimer, 1 abhängiger Frühkeimer und 2 abhängiger Spätkeimer bedeuten soll:

- a) I—I : Beide Samen keimen im 1. Jahre.
- b) I—II: Ein Same keimt im 1., ein Same im 2. Jahre.
- c) I—1 : Beide Samen keimen im 1. Jahre, der eine vom anderen gereizt.
- d) I—2 : Ein Same keimt im 1. Jahre, der zweite keimt nicht.
- e) II—II: Beide Samen keimen im 2. Jahre.
- f) II—1 : Ein Same keimt im 2. Jahre, der zweite keimt möglicherweise nicht.
- g) II—2 : Beide Samen keimen im 2. Jahre, der eine vom anderen gereizt.
- h) 1—1)
- i) 1—2) : Diese 6 Samen keimen nicht.
- k) 2—2)

Wir sehen, daß im Falle d und möglicherweise auch im Falle f die Anwesenheit des autonomen Samens für den zweiten abhängigen von keiner Bedeutung ist. Das sind 2 Fälle unter 10, ein Verhältnis, das nur dann in Wirklichkeit eintreffen könnte, wenn in jedem Saatgute die viererlei Samen vollkommen gleichmäßig verteilt wären. Daß dem aber nicht so sein kann, geht aus meiner Tabelle bei Betrachtung der Zeilen 1, 2 und 6 zweifellos hervor.

Tabelle II. Keimergesultnis nach dem Datum der Keimung

Von 480 Samen	Jahr	Keimungsbeginn	Es hatten		
			22. IV. *)	1. V.	9. V.
<i>Melampyrum silvaticum</i>	1907	20. III.	52	10	—
	1908	30. III.	76	24	12
<i>Melampyrum arvense</i>	1907	3. IV.	77	5	2
	1908	30. III.	158	5	2
<i>Alectorolophus hirsutus</i>	1907	3. IV.	100	5	—
	1908	30. III.	87	28	9

*) Hauptkontingent bis zum 15. IV.

und es bleibt demnach ganz dem Zufalle anheimgestellt, welche der bezeichneten Kombinationen und wie oft jede bei einer Aussaat realisiert wird. Bedenkt man ferner die Komplikationen bei Aussaaten zu dritt und zu viert, so wird man die Unregelmäßigkeit der Keimzahlen und Prozente in Zeile 3 bis 5 der Tabelle — besonders stark in Zeile 4 bei *Alectorolophus* ausgeprägt — wie ich hoffe, in befriedigender Weise erklärt finden.

Es dürfte vielleicht nicht ohne Interesse sein, die Verteilung der oben angeführten 10 Fälle in den entsprechenden Reihen meiner Kulturen übersichtlich wiederzugeben. Das Walten des Zufalls äußert sich auch hier in totaler Gesetzlosigkeit der Zahlenwerte. Die Fälle a und c, e und g, h, i und k müssen, da äußerlich nicht unterscheidbar, zusammengefaßt werden.

Bei Beschickung von 48 Geschirren mit je 2 Samen trat auf

Fall	bei <i>M. silvaticum</i>	bei <i>M. arvense</i>	bei <i>Alectorolophus</i>
a + c	4 mal	4 mal	2 mal
b	5 „	10 „	6 „
d	8 „	6 „	11 „
e + g	6 „	10 „	4 „
f	12 „	12 „	15 „
h + i + k	13 „	6 „	10 „

Von allen angeführten Werten entsprechen die Zahlen 5 und 13 bei *M. silvaticum* dem oben mitgeteilten Schema am ehesten. Nach diesem soll die Keimung unter 10 Fällen dreimal vollständig ausbleiben, hier blieb sie unter 48 Fällen 13 mal aus (30 pCt. gegen 27,01 pCt.); nach dem Schema soll Fall b einmal eintreten, hier trat er fünfmal auf (10 pCt. gegen 10,42 pCt.). Besonders auffallend ist die Häufigkeit des Falles f bei allen drei Versuchspflanzen.

Es sei noch die zweite Tabelle besprochen, welche die Keimzahlen in ihrer Verteilung auf das Datum und anschließend die und Gesamtergebnis der Versuchsreihen.

gekeimt bis zum					Jahres- summe	Gesamt- summe	Proz.
15. V.	17. V.	24. V.	6. VI.	14. VI.			
—	—	—	—	—	62	177	36,87
3	—	—	—	—	115		
2	2	1	5	—	94	260	54,16
1	—	—	—	—	166		
—	—	—	—	—	105	230	47,92
1	—	—	—	—	125		

Jahressummen und die Gesamtsummen der Keime aus allen Kulturen wiedergibt. Rücksichtlich des Datums erweist sich ein spezialisiertes Anführen der verschiedenen Versuchsreihen überflüssig, da sich die Keimung in dieser Hinsicht jedesmal auf alle Felder gleichmäßig verteilt hat, ein weiterer Beleg für die Tatsache, daß bei der Keimung weder die Dichte der Aussaat noch die Anwesenheit einer Wirtspflanze in zeitlicher Beziehung fördernd eingreift.

Bei allen drei Versuchspflanzen ist eine alljährlich wiederkehrende Keimungsperiode vorhanden, die um den Anfang des Monats April beginnt und Mitte Mai ihr Ende hat. Nur in zwei Fällen ist diese im großen und ganzen streng fixierte Periode etwas ausgedehnter, einmal bei *M. silvaticum* 1907, dessen Samen, allerdings nur vereinzelt schon am 20. März mit der Keimung einsetzten, das andere Mal bei *M. arvense*, dessen Keimung sich 1907 bis in den Juni ausgedehnt hat¹⁾.

Die Jahressummen der Keime nähern sich am meisten bei *Alectorolophus* und sind bei allen drei Pflanzen im zweiten Jahre größer als im ersten. An eine Verallgemeinerung dieses Resultats ist nicht zu denken; hierzu bedürfte es des Vergleiches mit Keimergebnissen von Samen, welche in aufeinanderfolgenden Jahren geerntet wurden.

Sehr bemerkenswert dünkt mir hingegen bei allen drei Versuchspflanzen die Gesamtsumme der Keime. Mit Rücksicht auf die Güte des Samens ist das allgemeine Keimprozent entschieden schwach. Es mag wohl sein, daß im dritten Jahre einiges noch nachgekommen wäre, daß ein Teil der Samen durch verschiedene Umstände, auf die ich im Verlaufe der Mitteilung schon hingewiesen, in Verlust geraten: doch erscheint mir das alles zur Erklärung der kleinen Keimzahlen, vor allem der besonders auffälligen 36,87 pCt. von *M. silvaticum* nicht ausreichend und wir können das geringe Keimergebnis ein gut Teil darauf zurückführen, daß vielen Samen der zur Keimung nötige Außenreiz seitens des Wirtes gefehlt hat. Hierfür spricht besonders das kleine Keimprozent der Samen von *M. silvaticum*, deren Unselbständigkeit, auf welche schon bei Besprechung von Tabelle I aufmerksam gemacht wurde, neuerdings zum Ausdruck kommt.

Aus der Fülle von Versuchen, zu deren Ausführung uns das Bestreben nach Klärung der verwickelten Keimverhältnisse bei den grünen Rhinanthaceen anregen muß, werden mit Rücksicht auf die

1) Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die schwache Nachkeimung des *M. arvense* am 6. Juni 1907 durch die reichen Niederschläge der vorhergehenden Tage verursacht wurde.

vorliegenden Ergebnisse für die nächste Zeit Experimente herauszugreifen sein, durch welche die weitgehende Notwendigkeit eines von Wirtpflanzen ausgehenden Keimungsreizes besonders für *M. silvaticum* und wohl auch für das ihm nahestehende *M. pratense* noch viel schöner und klarer bestätigt wird. Es tut vor allem not zu untersuchen, inwieweit Lignose, die nach den demnächst erscheinenden Studien HEINRICHERS für die genannten Arten vorzüglich als Wirte in Betracht kommen, das Keimprozent zu erhöhen imstande sind¹⁾.

Was uns die bisherige Untersuchung, welche in vieler Beziehung nur den Orientierungsplan über das in Frage kommende Gebiet liefert, zutage gefördert hat, läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Das Keimprozent wird durch die Anwesenheit eines höheren pflanzlichen Organismus bei Samen von *Melampyrum silvaticum* deutlich erhöht, es hat demnach eine Anzahl Samen dieser Pflanze zur Keimung den Reiz des Wirtes nötig; für die Samen von *M. arvense* und *Alectorolophus* ist es wahrscheinlich, daß deren Keimung in gleicher Weise aber in schwächerem Grade beeinflusst wird.

2. Ein von abgestorbenen Teilen höherer Pflanzen oder von Humusstoffen ausgehender Keimungsreiz ist für die Samen der drei untersuchten Pflanzenarten vollkommen ausgeschlossen.

3. Die Entscheidung, ob ein Same der genannten drei Pflanzen eine längere oder kürzere Ruheperiode durchzumachen hat, erfolgt mit großer Wahrscheinlichkeit schon in der Zeit bis zur erlangten Reife. Eine nachträgliche Beeinflussung der Ruheperiode von äußeren Faktoren konnte bis heute für die hier in Frage kommenden Samen in keinem Falle nachgewiesen werden.

4. Rücksichtlich des Verhaltens bei der Keimung steht *M. arvense* der Gattung *Alectorolophus* näher als dem eigenen Gattungsgenossen *M. silvaticum*, eine Beziehung, die sich nach den bald erscheinenden Studien HEINRICHERS auch mit Rücksicht auf andere Lebenserscheinungen feststellen läßt.

Innsbruck, botanisches Institut der Universität im Sept. 1908.

1) Derartige Versuche hat heuer Prof. HEINRICHER eingeleitet. •

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): Sperlich Adolf

Artikel/Article: [Ist bei grünen Rhinanthaceen ein von einem pflanzlichen Organismus ausgehender äußerer Keimungsreiz nachweisbar? 574-587](#)