

- Figur 4: Raphidenzelle aus dem Blattstiele von *Lopezia grandiflora*.
 Figur 5: Raphidenzelle aus dem Stengel von *Circaea lutetiana*.
 Figur 6: Raphidenzelle aus dem Stengel von *Epilobium hirsutum*.
 Figur 7: Raphidenzelle aus dem Stamme von *Mesembryanthemum crystallinum*.
 Figur 8: Raphidenzelle aus dem Stengel von *Galium Mollugo*.
 Figur 9: Raphidenzelle aus der Wurzel von *Rubia tinctorum*.
 Figur 10: Raphidenzelle aus dem Stengel von *Asperula tinctoria*.
 Figur 11: Raphidenzelle aus dem Blattstiele von *Hydrangea Hortensia*.
 Figur 12: Querschnitt durch eine Raphidenzelle aus der Frucht von *Vanilla planifolia*: Kern, Schleim und querdurchschnittene Raphiden.
 Figur 13: Eine querdurchschnittene Raphidenzelle von *Vanilla pl.*; die Substanz der Krystallnadeln ist durch Salpetersäure gelöst. Die querdurchschnittenen Scheiden bilden eine mosaikartige Figur.
 Figur 14: Längsschnitt durch eine Raphidenzelle von *Vanilla pl.* Die Substanz der Krystallnadeln ist ebenfalls durch Salpetersäure gelöst. Die Scheiden sind der Länge nach sichtbar.

Prag, Pflanzenphysiologisches Institut der k. k. deutschen Universität.

Biologische Beobachtungen an *Helleborus foetidus*.

Von Prof. Dr. F. Ludwig (Greiz).

Schluss.¹⁾

28. Dec. 1896	2 ^h nachmittags	T. = +2° R	Blattwinkel = 100°
29. "	8 ^h früh	T. = -2° R	" = 150°
30. "	"	T. = -6·5 R	" = 160°
	mittags	T. = -0·5 R	" = 160°
31. "	8 ^h früh	T. = -1° R	" = 160°
1. Jänner 1897	8 ^h früh	T. = +2° R	" = 90°
	1 ^h mittags	T. = +4° R	" = 90°
2. "	früh	T. = 0° R	" = 100°
	mittags	T. = 2·5° R	" = 80°
4. "	9 ^h früh	T. = -2° R	" = 150°
5. "	"	T. = -3·5° R	" = 160°
6. "	"	T. = 5° R	" = 160°
7. "	"	T. = -10° R	" = 160°
8. "	"	T. = -7° R	" = 160°
9. "	"	T. = -5° R	" = 160°
	4 ^h nachm.	T. = +0·5° R	" = 120°
10. "	2 ^h "	T. = +2° R	" = 110°
11. "	früh	T. = -3° R	" = 160°
12. "	"	T. = -2° R	" = 160°
13. "	"	T. = 0° R	" = 120°
14. "	"	T. = -2° R	" = 150°
15. "	"	T. = -1° R	" = 160°
16. "	"	T. = -1° R	" = 160°
	nachm.	T. = +0·5° R	" = 110°
17. "	mittags	T. = +1·5° R	" = 90°
18. "	8 ^h früh	T. = +1° R	" = 90°

¹⁾ Vergl. Nr. 8, S. 281.

19. Jänner 1897	8 ^h früh	T. = 0° R	Blattwinkel = 100°
	12 ^h mittags	T. = -1° R	" = 130°
20. "	8 ^h früh	T. = -3° R	" = 160°
21. "	8 ^h "	T. = -6° R	" = 160°
22. "	8 ^h "	T. = -6° R	" = 160°
23. "	8 ^h "	T. = -5° R	" = 160°
24. "	10 ^h "	T. = -4° R	" = 160°

Vom 23. Jänner an fand Schneegestöber statt. Am 25. Jänner 8^h früh -6°, mittags -4°, 20 cm hoher Schnee bedeckt die unteren Theile der Pflanzen, so dass die Spreiten der am Gelenk erschlafften Blätter völlig im Schnee stecken, nur ihre Stiele über dem Schnee sichtbar sind und die winterlichen Blattschöpfe, an der Beobachtungspflanze der bleichgrüne völlig aufrechte Blütenstand, schneefrei emporragen. Bei letzterer sind noch 60 cm über Schnee. Der Blattwinkel konnte sich vom 25. Jänner bis 6. Februar nicht ändern. Die Temperaturen waren am 26. Jänner 8^h früh -3° R, 27. Jänner -2° R, 28. Jänner früh -2·5° R, mittags +0·5° R, 29. Jänner -3° R, 12^h mittags 0° R, neuer Schneefall, so dass nur noch 30 cm über Schnee sind. 30. Jänner mehr Schnee, nur noch 28 cm (Blütenstand) über Schnee. 31. Jänner -2° R; 1. Februar 8^h früh -0·5° R, 12^h mittags +2° R, Inflorescenz noch 15—20 cm weit frei, dann Thauwetter, obere Blätter gehoben. 2. Februar 8^h früh +1°, obere Blätter gehoben. Neuer Schnee, dann Thauwetter und Regen. 3. Februar -1° R, 12^h mittags 0° R, frischer Schnee, der die ganze Pflanze bedeckt und nur einen Schneekegel erkennen lässt. 4. Februar 8^h früh -6° R. 5. Februar -8° R, 6. Februar 9^h -1° R, dann Thauwetter. 2^h Nachmittags wird das Beobachtungsblatt künstlich vom Schnee befreit und richtet sich (die Turgescenz war vorhanden, nur die Blattspreite im Schnee festgehalten) sofort von 160° auf 140° auf, bis 2^h 20^m auf 120° bis 2^h 30^m auf 110°.

7. Februar	9 ^h früh	T. = +2° R	Blattwinkel = 90°
8. "	8 ^h "	T. = -4° R	" = 150°

Boden wieder schneebedeckt.

9. Februar	12 ^h mittags	T. = -0·3° R	Blattwinkel = 140°
	5 ^h 30 ^m nachmitt.	T. = 0° R	" = 120°
10. "	8 ^h früh	T. = +1·5° R	" = 90°
11. "	8 ^h "	T. = +1° R	" = 90°
12. "	8 ^h "	T. = -1° R	" = 150°
	10 ^h 30 ^m vorm.		" = 130°
13. "	8 ^h "	T. = -1° R	" = 150°
	2 ^h nachmittags	T. = +1° R	" = 140°
14. "	9 ^h früh	T. = +3·3° R	" = 160°!
	12 ^h mittags	T. = +5° R	" = 160°!
15. "	8 ^h früh	T. = -1·3° R	" = 160°
16. "	8 ^h "	T. = -10° R	" = 160°
17. "	8 ^h "	T. = -3° R	" = 160°
	2 ^h nachmittags	T. = +4° R	" = 140°
18. "	8 ^h früh	T. = -4° R	" = 170°

Wegen etwas schiefer Achsenstellung vermochte das Blatt tiefer zu fallen.

18. Februar	2 ^h nachm.	T. = +6·5° R	Blattwinkel = 120°
19. "	8 ^h früh	T. = -2° R	" = 170°
20. "	8 ^h "	T. = 1° R	" = 170°
	5 ^h nachm.	T. = +6° R	" = 100°
21. "	9 ^h früh	T. = +4° R	" = 90°
22. "	8 ^h "	T. = -0·25° R	" = 100°
	12 ^h mittags	T. = +2·5° R	" = 90°

Nach Schwinden des letzten Schnees sind jetzt alle Blätter frei; einzelne Stiele sind durch die hohe Turgescenz am Gelenkspolster, während die Spreite im Schnee festgehalten wurde, ganz oder zum Theile abgeknickt.

23. Februar	8 ^h früh	T. = +3° R	Blattwinkel = 90°
24. "		T. = +3° R	" = 90°
25. "		T. = etwas unter 0° R	" = 150°
	12 ^h mittags	T. = +6° R	" = 90°
26. "	8 ^h früh	T. = +6° R	" = 90°
27. "	8 ^h "	T. = +3° R	" = 90°
28. "	8 ^h "	T. = +4° R	" = 90°
1. März		T. = +2·5° R	" = 90°
2. "	8 ^h früh	T. = 0° R	" = 100°
3. "	8 ^h "	T. = +1° R	" = 90°
4. "	8 ^h "	T. = +2° R	" = 90°
5. "	8 ^h "	T. = +1·3° R	" = 90°

In der Nacht zum 6. März werden Boden und Blätter mit einer dünnen Schneedecke bedeckt.

6. März	8 ^h früh	T. = +1° R	" = 120°
	12 ^h mittags	T. = +1° R	" = 90°
7. "	10 ^h vorm.	T. = +3° R	" = 90°
	1 ^h nachm.	T. = +5° R	" = 90°

Beobachtungen durch eine Reise unterbrochen bis zum 15. März.
15. März früh T. = unter 0° R Blattwinkel = 110°
16. " T. = +4° R " = 90°
von da T. immer über 0° R, Blattwinkel circa 90°; nur am 31. März 8^h früh 0° R (vorher unter 0° R), Blattwinkel 140°.

4. April	8 ^h 30 ^m früh	T. = -1° R	(dünne Schneedecke) Blattwinkel = 150°
5. "	8 ^h "	T. = +1° R	" = 90°
6. "		T. = -1° R	" = 150°

danach Blätter stets aufrecht bis zu den nächsten Frösten.

Der Wechsel von Hochstellung und Tiefstellung wurde auch 1895 und 1897/98 in gleicher Weise bei jeder Temperaturbewegung durch den Gefrierpunkt (Lufttemperatur¹⁾) beobachtet, so z. B. am

¹⁾ Es handelt sich hier nicht um eine Beeinflussung der Saugthätigkeit der Wurzeln, da die Verhältnisse bei tiefem Schnee die gleichen sind wie bei schneefreiem Boden. Das Welken und Vertrocknen lebhaft transpirirender Sommerblätter (der Gurke, des Tabaks etc.) tritt bekanntlich schon bei einer

6. April 1898, wo früh bei -2° R die sämtlichen *chionophoben* Blätter schlaff herunter hingen, während der vollentwickelte Blütenstand ebenso wie an anderen Stöcken die *chionophilen* Blattschöpfe nur eine nickende Stellung zeigten. Nur zweimal beobachtete ich in der ganzen Beobachtungszeit eine auffällige Ausnahme von dieser Gewohnheit der Pflanze; das erste Mal war das am 14. Februar 1897, wo die Blätter trotz einer Temperatursteigerung bis auf 5° R sämtlich in Tiefstellung verharrten. Ich weiss nicht, ob in der Nacht zuvor ein plötzlicher Temperaturumschlag stattfand oder ob andere ungünstige Witterungsfactoren daran Schuld waren. Eine zweite Ausnahme fand statt in der Nacht vom 24. zum 25. Jänner 1898. Es folgte am Abend auf einen heftigen Regenguss plötzlicher Schneefall mit Temperaturerniedrigung. Am Morgen fand ich meine *Helleborus*-Stöcke durch die Schneelast umgedrückt, die Blätter waren noch in der Hochstellung und in diesem Zustand steif gefroren. Die Pflanze hatte keine Zeit gehabt, die Blätter erst zu senken. sie war durch den jähen Temperaturwechsel mit Schneefall nach langer warmer Witterung überrascht worden. Nach dem Abtauen des Schnees richteten sich die Stauden bald wieder auf. Immerhin dürften solch' abnorme Witterungsumschläge nur selten vorkommen, auch hat der Schnee ja in solchen Fällen keinen Bestand.

Die Biegungen der Vegetationsspitze erfolgen gleichfalls bei Temperaturwechsel, sie unterscheiden sich aber in Nichts in ihrem Verhalten von dem anderer, im Vorfrühling blühender winterharter Gewächse, wie *Scrofularia vernalis*, *Eranthis hiemalis*, *Pulmonaria officinalis*, welche ich gleichzeitig im Garten beobachtete, deren Stiele und Blätter wie bei grosser Hitze in der Kälte schlaff zur Seite gebogen werden und so gefrieren — ohne dabei Schaden zu erleiden. Im Sonnenschein breiten auch sie ihre Blattspreiten aus wie zuvor. (Vgl. Fig. 1 A.) — Auch unsere Bäume, wie z. B. die Linden, biegen in der Kälte ihre Aeste mehr oder weniger zu Boden, worauf mich Rob. Hartig zuerst aufmerksam machte.

Von einheimischen Gewächsen sind wintergrün, im Nachwinter und Vorfrühling blühend, nur noch die übrigen *Helleborus*-Arten, bei denen Ausrüstungen gegen Schneedruck gleichfalls vorhanden sein könnten. Herr Prof. v. Wettstein machte mich darauf aufmerksam, dass bei *Helleborus niger* zur Blütezeit die Blätter mit ihren Stielen fast rechtwinkelig zu den Blütenständen stehend platt dem Boden aufliegen. Auch hierbei könnte man an eine Ausrüstung gegen Schneedruck denken (wenn es sich nicht nur darum handelt, den Blütenstand augenfälliger zu machen). Es ist aber noch zu untersuchen, ob dieses Senken der Blätter nur bei Frost eintritt etc.

Abkühlung des Bodens auf einige Grade über Null ein, indem hierdurch die saugende Thätigkeit der Wurzeln so beschränkt wird, dass der Wasserverlust der oberirdischen Blätter nicht mehr ersetzt werden kann. Bei *Helleborus* ist nur die Lufttemperatur von Einfluss auf die Wasserentleerung oder Turgescenz der bei Frost schlaffen Stielpolster (Stiele und Blätter selbst sind bei Kälte steif gefroren.)



2. Schutz gegen Thierfrass. Blütenbiologie.

Wird durch die bisher erörterten Ausrüstungen die Pflanze durch den ganzen Winter über Schnee erhalten und zur üppigen Entfaltung ihres Blattwerkes und Blütenstandes befähigt, so macht dies neue Ausrüstungen nöthig. Wenn wir beobachten, wie z. B. die grünen Sträucher von *Sarothamnus scoparius* u. a. einigermaßen grünliche Pflanzentheile gerade in schneereichen Wintern von Hasen

und Wild heimgesucht werden, so dünkt uns für unsere üppig wintergrüne, saftstrotzende Pflanze ein Schutz gegen Thierfrass in gleichem Masse nöthig, wie etwa bei den Nopalgewächsen unter den Xerophyten, soll sie nicht dem Wild zum Opfer fallen. Dieser ist in der That vorhanden in dem scharfen, Hautentzündungen verursachenden giftigen Saft und in dem als Warnsignal dienenden widerlichen Geruch (ähnlich wie bei *Aethusa*, *Conium*, *Datura*, *Hyoscyamus* etc.). Letzteren, der der Pflanze den unschönen Namen *foetidus* eingebracht hat, wollen wir daher gerne mit in den Kauf nehmen, wenn wir die prächtige schneewitternde Pflanze in unsere Gärten pflanzen, um uns durch sie über den sonst lebensstarken todtten Winter hinüber zu trösten.

Von besonderem Umfang ist der lange Zeit vorbereitete Blütenstand, dessen zahlreiche Glöckchen, einzeln oft schon im Jänner und Februar entfaltet, vom März an bis weit in den Mai hinein den Frühling einläuten und die ersten Hummeln und Bienen und andere Hautflügler zu ihren reichgefüllten Saftmaschinen einladen. Unscheinbar grünlich, nur schwach rothbraun umsäumt, vermögen sie doch durch den Honiggeruch und durch ihre Menge, die an den blassgrünen Stielen auf dunkelgrünem Laub in der noch vegetationsarmen Zeit weithin sich bemerklich zu machen. Sie werden denn auch sehr reichlich benützt und befruchtet durch die genannten Hymenopteren. Später, wenn die Concurrenz mit anderen Blumen eine grössere wird, wird die Augenfälligkeit der Inflorescenz noch besonders erhöht durch die sich nun aufrichtenden und weit öffnenden Blumenglocken mit den reifenden Fruchtkapseln. Ist der Blüteneingang vor dieser Oeffnung ein sehr enger, so dass die Nektarien vor unbefugter Ausbeutung geschützt sind, so locken die der Staubgefässe und der Nektarien beraubten Fruchtteller auf aufrechten Stielen alle blumenliebenden Insecten herbei, die dann bei schwachem vorherigen Besuch noch die Bestäubung vermitteln können, vielleicht auch dienen sie ähnlich wie die buntgefärbten alten Blüten von *Ribes aureum*, *Pulmonaria*, *Aesculus*, *Weigelia* etc. dazu, den einsichtigeren Hymenopteren die bereits befruchteten ausbeutearmen Blüten zu signalisiren.

3. Aussäung der Pflanze durch Ameisen.

Wie die Ursache der Bewegung der Blätter mir im Anfang räthselhaft war, so wusste ich mit dem Verhalten der reifenden Früchte und der Art der Aussäung des *Helleborus foetidus* zuerst nichts anzufangen. Nachdem die Blütenstiele beim Verblühen sich aufgerichtet haben, um die Anlockungsmittel der Inflorescenz für bestäubungsvermittelnde Insecten zu mehren, biegen sie sich beim Heranwachsen der 3 (seltener 4) Balgkapseln wieder nach unten. Letztere öffnen sich an der Bauchnaht und die ganze hier befestigte Nabelleiste fällt mit den 2 reihig daran befestigten, meist 10 oder 12 grossen schwarz glänzenden Samen aus den weit geöffneten Balgkapseln direct zu Boden. Dieser Samenverband gleicht

täuschend gewissen schwarzen, scharf gegliederten Käferlarven, die ich daneben verglich, mit gleichfalls weisslicher Unterseite. Erst später lösen sich die einzelnen Samen aus dem Verband. Die Samen sind schwarz glänzend, später etwas runzelig mit grosser weisser Nabelschwiele versehen. Im lufttrockenen Zustand sind sie 4 bis 5 mm lang, 2·5—3 mm breit, im Mittel 0·0142 g schwer. Der Mangel jeglicher anderen Verbreitungsausrüstung und die letzterwähnten Eigenschaften (fleischige weisse Nabelschwiele der schwarzen Samen) liessen mir keine andere Erklärung als die, dass es sich um myrmecophile Samen handle. Lundström, Adlerz, Trelease, Kerner von Marilaun haben bei einer ganzen Reihe von grösseren Samen mit fleischiger Nabelschwiele die Verbreitung durch Ameisen nachgewiesen; so bei *Melampyrum pratense*, bei *Asarum europaeum*, *A. Canadense*, *Chelidonium majus*, *Cyclaminus europaeus*, *Galanthus nivalis*, *Möhringia muscosa*, *Sanguinaria Canadensis*, *Viola odorata*, *V. austriaca*, *Vinca minor* etc., *Euphorbia*-Arten, *Polygala vulgaris* etc., die z. B. durch *Lasius niger*, *Formica rufibarbis*, besonders aber durch Rasenameisen (*Tetramorium caespitum*) verschleppt und verbreitet werden. Die Ameisen fressen nur die Nabelschwielen ab, lassen dann aber die Samen liegen, die dadurch an Keimfähigkeit nichts einbüssen. (Vgl. Ludwig, Lehrbuch der Pflanzenbiologie. Stuttgart 1895. p. 376 ff.) Zuletzt hat der amerikanische Biologe Charles Robertson Aehnliches bei *Sanguinaria Canadensis*, *Uvularia grandiflora*, *Trillium recurvatum* beobachtet, wo *Formica fusca* die Verbreitung der Samen besorgt. (Vgl. Robertson, Seed Crests and Myrmecophilous Dissemination in Certain Plants. Botanical Gazette April 1894. p. 288—289.)

Meine Vermuthung bezüglich der Myrmecophilie der Samen des *Helleborus foetidus* wurde zunächst durch eine Mittheilung v. Wettstein's gestärkt, dem ich meine Ansicht mitgetheilt hatte. Derselbe schrieb mir: „Was die Ausbreitung des Samen von *Helleborus foetidus* anbelangt, so kann ich Ihnen einen Fall mittheilen, der für Ihre Ansicht, dass die Verbreitung durch Ameisen erfolgt, spricht. Hinter dem botanischen Museum der Wiener Universität befindet sich eine alte Mauer mit dahinter befindlicher Erdschüttung. Der Erdhaufen wird zu keinen bestimmten Culturen verwendet, sondern es befinden sich dort diverse aus dem botanischen Garten stammende Pflanzen, u. a. *Scrophularia vernalis*, *Corydalis ochroleuca*, *Helleborus foetidus* etc. Die Ritzen der Mauer sind von Ameisen bewohnt. Die Folge davon ist, dass die ganze Mauer von *Chelidonium*, *Corydalis ochroleuca* bedeckt ist. Ich kann mich nun auf das Bestimmteste erinnern, dass im Laufe der Achtziger Jahre, während welcher ich täglich diese Mauer vor Augen hatte, auch wiederholt junge *Helleborus foetidus*-Pflanzen auf ihr zum Vorschein kamen. Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, dass die hier erwähnte Mauer dieselbe ist, welche Kerner zur Annahme brachte, dass *Chelidonium*, *Corydalis* durch Ameisen verbreitet werden“.

Am 16. April 1898 nahm ich eine grössere Anzahl vorjähriger *Helleborus*-Samen mit in den Wald und legte ein Häufchen davon auf einen Stein, an dessen Fuss ein Ameisenzug vorüber kam. Die circa 6 mm langen Ameisen fielen sofort über die Samen her, packten sie am Nabel zwischen den Kiefern und schleppten sie fort. Im Mai 1898 hatte ich von dem selbstgebauten Samen (der aber ebenso wenig wie früher ausgesäeter aufging) auf ein Beet meines Gartens ausgesät. Einige Tage danach fand ich, dass kleine Rasen-ameisen alle Samen, die an der Oberfläche lagen, forttrugen. Damit dürfte meine Vermuthung, dass *Helleborus foetidus*, durch Ameisen verbreitet wird, volle Bestätigung erfahren haben. An der Pflanze selbst habe ich zwar Anlockungsmittel für Ameisen nicht beobachtet, wie sie sich z. B. in den extranuptialen Nektarien von *Melampyrum pratense* finden, das wäre hier auch zwecklos. Dagegen betrachte ich die Verkleidung („Mimicry“) der an der Erde liegenden Samenverbände, die, wie oben erwähnt, Insecten-raupen gleichen, als Anlockungsmittel. Auch bei *Pulmonaria officinalis*, bei der die Samen aus dem bauchig erweiterten Kelch direct zu Boden oder meist auf die Blätter fallen und gleichfalls mit Samenschwiele versehen sind, habe ich eine Verbreitung durch dieselbe Ameisenart constatirt, was mit der Erfahrung übereinstimmt, dass sich die Pflanze seit einigen Jahren in meinem Garten von einem engumgrenzten Standort auf entfernte Beete und längs des ganzen Zaunes aussen am Weg verbreitet hat und sicher ein lästiges Unkraut geworden wäre, hätte ich nicht an den neuen Standorten die Pflanze ausgejätet.

Während des Heranwachsens der Balgkapseln von *Helleborus foetidus* sind diese, was zum Schluss noch erwähnt sei, vor Raupenfrass noch besonders durch den napfförmig nach oben zurückgebogenen Blütenkelch (der nicht abfällt) geschützt.

Erklärung der Figuren

(nach Zeichnungen meines Sohnes, des stud. arch. nav. Karl Ludwig).

Fig. 1: Oberer Theil einer winterlichen Pflanze von *Helleborus foetidus* bei Temperaturen über 0°. Fig. 2: Derselbe unter 0°. Fig. 3: Eine jüngere Pflanze im Schnee bei einer Lufttemperatur über 0°. Die unteren Blätter stecken im Schnee, die Vegetationsspitze mit den Winterblättern ist aufrecht. Fig. 4: Eine solche Pflanze bei Temperatur unter 0°.

Zur Pilzkunde Vorarlbergs.

Von J. Rick, S. J. (Feldkirch.)

III.

Die in dieser Folge aufgeführten Pilzfunde sind zum Theil vom hochw. Herrn Abbé Bresadola bestimmt, oder doch von ihm und Herrn Dr. Rehm revidirt. Für diese liebevolle Hilfe sei den beiden Herren Mykologen der verdiente Dank hiemit auch öffentlich abgestattet. Auch dieses Mal hat mich mein Mitbruder P. Zurhausen eifrigst unterstützt und einen Theil der Funde selbst gemacht.