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

14. A. Rimbach: Ueber Lilium Martagon.

Mit Tafel V.

Eingegangen am 24. April 1898.

Der Samen von *Lilium Martagon* L. wiegt in lufttrockenem Zustande 8,10 *mg*. Er enthält ca. 10 pCt. Wasser, 10 pCt. „Rohproteïn", 11 pCt. „Rohfett"; 60—70 pCt. des Gewichtes entfallen auf die verdickten, ungefähr 0,025 *mm* starken Zellwände des Endosperms.

Unter natürlichen Verhältnissen kommen die im Herbst ausgefallenen Samen im darauf folgenden Frühjahr zur Keimung. Dabei wird, falls der Samen unter der Erdoberfläche festliegt, der Sprossvegetationspunkt des Keimlings durch die Streckung des Cotyledons 5—7 *mm* abwärts geschoben. Muss aber bei sehr oberflächlich liegendem Samen der Cotyledon stärkere Biegungen machen, um den Keimspross in die Erde hineinzubringen, so kann er bis zur dreifachen Länge heranwachsen und auch am Lichte ergrünen. Im gewöhnlichen Falle kommt der Sprossvegetationspunkt nach vollendeter Keimung etwa 1 *cm* unter die Erdoberfläche zu liegen. Die senkrecht abwärts wachsende Keimwurzel erreicht 4—5 *cm* Länge bei $^1/_2$ *mm* Dicke; sie verkürzt sich ein wenig im basalen Theile, pflegt aber meist nicht runzelig zu werden. Ausser ihr wird im ersten Jahre keine Wurzel gebildet. Während dieser Vorgänge wandert die beim Aufbau des Keimlings nicht verbrauchte Substanz des Endosperms in den anschwellenden Basaltheil des Cotyledons, wo sie grösstentheils in Form von Stärkekörnern niedergelegt wird. Nach Entleerung des Endosperms stirbt das dünne Ende des Cotyledons ab und lässt auf dem zum Reservestoffbehälter umgestalteten, etwa 5 *mm* hohen Scheidentheile eine Narbe zurück. In diesem Zustande überwintert der Keimling, noch ohne im ersten Jahre über die Erde hervorgetreten zu sein.

Im Frühling des zweiten Jahres wächst das auf den Cotyledon folgende erste Laubblatt aus und lässt seinen basalen Abschnitt anschwellen und sich mit Stärke füllen. Ausserdem wird noch eine (seltener zwei) spreitenlose, stärkehaltige, etwa 7 *mm* hohe Schuppe

1) In einem speciellen Falle fand ich die durchschnittliche Trockensubstanz der ein halbes Jahr alten Samen zu 90,51 pCt. Die Trockensubstanz dieser Samen ergab bei der Bestimmung nach Kjeldahl's Methode einen mittleren Stickstoffgehalt von 1,778 pCt. Nach der herkömmlichen Weise mit dem Factor 6,25 multiplicirt, ergiebt dies 11,116 pCt. „Rohproteïn" (auf die frische Substanz berechnet: 10,061 pCt.). Dieselbe Trockensubstanz lieferte bei der Extraction mit Aether 11,837 pCt. „Rohfett" (auf frische Substanz berechnet: 10,714 pCt.).

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

gebildet. Der Cotyledon aber entleert sich und schrumpft zusammen. Im Laufe des Sommers kommen aus der Keimachse noch zwei bis vier Wurzeln hervor, welche bis 8 *cm* lang werden, nahe der Basis 1 *mm* Dicke haben und daselbst sich zum Theile so stark verkürzen, dass auf eine Strecke von 1 *cm* Runzelung der Oberfläche eintritt. Der Zug dieser contractilen Wurzeln hat eine langsame Abwärtsbewegung der kleinen Zwiebel zur Folge, welche Bewegung von nun an durch eine Reihe von Jahren fortdauert, indem der Zug nach unten das aufwärts strebende Wachsthum der Sprossachse überwiegt. Im Herbste stirbt das erste Laubblatt bis auf seinen angeschwollenen Scheidentheil ab, auf letzterem eine Narbe zurücklassend.

Im Frühling des dritten Jahres tritt das nach den erwähnten Schuppenblättern angelegte zweite Laubblatt über die Erde. Ausserdem entwickeln sich eine oder zwei anfangs von dessen scheidiger Basis eingeschlossene Schuppen, während die Blätter des Vorjahres sich entleeren.

Mehrere Jahre hindurch treibt so die Zwiebel immer nur je ein Laubblatt sowie Schuppenblätter, deren jährliche Zahl sich allmählich vergrössert. Die Hauptknospe der Zwiebel bleibt dabei immer terminal; endlich aber, wenn die Pflanze eine gewisse Grösse erreicht hat, wächst jene zu einem oberirdischen, mehrere Laubblätter tragenden, jedoch noch nicht blühbaren Sprosse aus. Von da ab wird die (biologische) Hauptknospe lateral, der Aufbau der Pflanze sympodial. Grundständige Laubblätter kommen dann nicht mehr vor. Später treten an dem höher und blattreicher werdenden Luftsprosse Blüthen auf, anfangs wenige, schliesslich bis zu 15 Stück. Beim Austreiben im Frühjahr durchbricht das Grundblatt der jüngeren Exemplare ganz unbedeckt mit der knorpeligen Spitze seiner eingerollten Spreite den Boden. Der Spross der älteren Exemplare hingegen ist am Grunde mit bleichen Niederblättern versehen, welche denselben während des Durchganges durch die Erde einhüllen und bald nach seiner Entfaltung abfallen.

Die Fortpflanzung von *Lilium Martagon* geschieht vorzugsweise durch die Samen, deren jede Kapsel etwa 150 enthält; auf vegetative Weise vermehrt sich diese Art in der Natur nur wenig.

Der in der ersten Zeit äusserst geringe jährliche Längenzuwachs der Zwiebelachse beträgt bei Exemplaren, die zur Bildung des Luftstengels übergehen, etwa 2 *mm* und steigert sich später bis auf 5 *mm*, überschreitet aber diesen Betrag nicht. Die Dicke des Zwiebelstammes ist im zweiten Jahre 1 *mm*, erreicht zur Zeit, wo der erste Luftstengel getrieben wird, 5 *mm*, und steigt bei blühbaren, älteren Exemplaren bis auf das endgültige Mass von etwa 15 *mm*. Der Zwiebelstamm würde also, wenn er vollständig erhalten bliebe, unten die Gestalt eines auf der Spitze stehenden Kegels von mehreren Centimetern Höhe, weiter oben die eines 15 *mm* dicken Cylinders haben.

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

Erwachsene Exemplare erzeugen an jedem Jahrestriebe 10 bis 15 Stück 3—4 *cm* langer Zwiebelschuppen. Grössere Zwiebeln enthalten die Schuppen von drei bis vier Jahrgängen, ungefähr 50 Stück. Der Zwiebelstamm stirbt von unten her ab, jedoch etwas langsamer, als wie er oben weiter wächst. Daher wird der jeweilig lebende Abschnitt desselben mit der Zeit immer grösser; bei alten Exemplaren enthält er fünf bis sechs Jahrgänge und gewinnt eine Länge von mehr als 2 *cm*.

Die Wurzeln nehmen mit der Erstarkung der Pflanze an Grösse bedeutend zu, an Zahl aber nur wenig. An erwachsenen Exemplaren entstehen jährlich nur 4 bis 6 Stück neue. Sie nehmen ihren Ursprung nahe am Stammgipfel, durchdringen, abwärts sich wendend, das Rindengewebe und treten aus dem Stamm unterhalb der Schuppen aus (Fig. 5). Sie werden 40 *cm* lang und treiben, besonders im Spitzentheile, Zweige 1., 2. und 3. Grades. Da sie zwei bis drei Jahre ausdauern, so finden sich an der erwachsenen Pflanze meist 10 bis 20 Stück. Die meisten bilden einen bis zu 3—4 *mm* Durchmesser angeschwollenen Basaltheil und verkürzen sich besonders in diesem Theile. Die Verkürzung erreicht eine Intensität von 40 pCt. auf 10 *mm* Länge und hat, wo sie nicht zu gering bleibt, Faltenbildung der Wurzeloberfläche zur Folge (Fig. 7). Die gerunzelte Strecke ist an starken Wurzeln 5—7 *cm* lang. Der übrige, glatte und dünnere Theil der Wurzel ist nur wenig verkürzungsfähig, der äusserste Spitzentheil meist gar nicht, ebenso wenig die Seitenwurzeln. Die Verkürzung der ganzen Wurzel dauert etwa zwei Monate und beträgt bis zu 30 *mm*. Ausser den stark contractilen werden übrigens auch von den erwachsenen Exemplaren jährlich eine oder einige Wurzeln hervorgebracht, welche von Grund an dünn und wenig contractionsfähig sind. Hinter der Wachsthumsregion entstehen zahlreiche bis 3 *mm* lange Wurzelhaare.

Eine erwachsene Zwiebel (ohne die Wurzeln) wiegt in der Winterruhe 20—25 *g* und enthält ca. 5 *g* Trockensubstanz, d. h. etwa das 1000fache vom Trockengewichte des ersten Jahrestriebes. Im selben Zustande hat der Jahreszuwachs der Zwiebel ein Frischgewicht von ca. 6,5 *g* und ein Trockengewicht von 1,5—1,6 *g*, d. i. etwa das 300fache vom Trockengewichte des ersten Jahrestriebes. Der vollständig entwickelte, ruhende Jahrestrieb der Zwiebel enthält rund 76 pCt. Wasser, 3 pCt. Zellhautgerüst, 1 pCt. Eiweissstoffe, 15 pCt. (= ca. 1 *g*) Stärke, 0,1 pCt. Fett[1]). Auf dieser Höhe des jährlichen Zuwachses bleibt die Zwiebel stehen.

Die grössere Dicke des Basaltheiles der Wurzel kommt vorzugs-

---

1) In den Zwiebelschuppen fand ich in einem speciellen Falle: 75,63 pCt. Wasser, 2,886 pCt. Zellhautgerüst, 0,315 pCt. Stickstoff (= 1,970 „Rohproteïn"), 14,385 pCt. Stärke, 0,155 pCt. Aetherextract („Rohfett"). — Auf die Trockensubstanz (24,37 pCt.)

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

weise auf Rechnung des Rindenparenchyms, denn die Querschnittsfläche des centralen Gefässbündelstranges verhält sich zu derjenigen des Rindenparenchyms in dem dünnen Spitzentheile ungefähr wie 1 : 8, in dem angeschwollenen Basaltheile wie 1 : 50.

Das contractile Gewebe ist die gesammte innere Rinde, während die die Epidermis und Exodermis enthaltende Aussenrinde einerseits, und der centrale Gefässbündelstrang mit der Endodermis andererseits sich ganz passiv verhalten (Fig. 7). Mit der Verkürzung der activen Rindenzellen ist eine Vergrösserung des Querumfanges, sowie eine Streckung derselben in radialer Richtung verbunden, was schon früher von mir beschrieben worden ist[1]), und zu dessen Erläuterung die Figuren 8 und 9 der hier beigegebenen Tafel dienen mögen. Als Folgen der Verkürzung treten auf: Bildung einer Schicht zusammengedrückter Zellen in der Peripherie der Innenrinde, Faltenbildung der Aussenrinde, Wellung der radialen Längswände in der Endodermis und Exodermis (vergl. Fig. 6, 7, 10 und 11).

Da die Contraction der Wurzel schon im Gange ist zu einer Zeit, wo die innere Ausgestaltung des betreffenden Wurzelabschnittes, im Besonderen das Dickenwachsthum der Zellhäute, noch nicht beendet ist, so erklärt es sich, dass die Verbiegung und Verkürzung, welche die passiven Bestandtheile der Wurzel erleiden, sich, bis zu einem gewissen Grade wenigstens, erhalten, auch wenn diese Theile später aus der Verbindung mit dem activen Gewebe herausgelöst werden. Bezüg-

---

berechnet, ergiebt dieses: 11,842 pCt. Zellhautgerüst, 1,293 pCt. Stickstoff (= 8,081 „Rohproteïn"), 59,032 pCt. Stärke, 0,638 pCt. Aetherextract. —

Das Zellhautgerüst ermittelte ich auf folgende Weise: Eine gewogene Menge (etwa 10 *g*) frische Substanz wurde im Dampftopf (Dr. Robert Muencke's Autoclav zur Auflösung der Stärke unter höherem Drucke) 3 Stunden lang bei 3 Atmosphären Druck erhitzt und nach dem Abkühlen mit Diastaselösung versetzt zweimal 20 Minuten lang bei 65° C. im Wasserbade erwärmt; der ungelöste Rückstand, im Wesentlichen aus den Zellhäuten bestehend, wurde auf ein vorher bei 100° C getrocknetes, gewogenes Filter gebracht, mit heissem Wasser, Alkohol und Aether ausgewaschen, bei 100° C. getrocknet und gewogen. — Der Stickstoff wurde nach der Methode von Kjeldahl bestimmt. Da der Stickstoff hier, wie in anderen vegetativen Pflanzentheilen, nur zum Theile von Eiweissstoffen herrührt, so ist die Berechnung des „Rohproteïn" ungenau. — Der Stärkegehalt wurde auf folgende Weise bestimmt: Etwa 10 *g* Zwiebelschuppen wurden in kleine Stücke zerschnitten im Dampftopf mit Wasser 3 Stunden lang bei 3 Atmosphären Druck erhitzt, dann heiss filtrirt und mit heissem Wasser ausgewaschen. Das Filtrat wurde mit 20 *ccm* Salzsäure von 1,125 specifischem Gewicht 20 Minuten lang bei 70° C. erwärmt, dann abgekühlt, mit kohlensaurem Natron neutralisirt und auf 400 *ccm* aufgefüllt. Die hiermit angestellte Zuckerprobe nach Allihn ergab so viel reducirtes Kupfer, als dem angeführten Stärkegehalte entspricht. Die für Stärke gefundene Zahl ist wahrscheinlich zu niedrig, weil beim Behandeln mit Säure ein Theil der Kohlenhydrate zerstört zu werden pflegt.

1) Diese Berichte 1893, Bd. XI, S. 101.

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

lich des Gefässbündelstranges fand ich das Verhältniss so, dass, wenn eine Wurzelstrecke sich von der ursprünglichen Länge 100 auf 70 verkürzte, der nach Beendigung der Verkürzung aus dem Verbande mit der Rinde befreite Gefässbündelstrang sich freiwillig wieder auf 80 verlängerte. Von der Verkürzung des Gefässbündelstranges ist also ein Drittel durch die Aufhebung der Ursache wieder rückgängig zu machen, zwei Drittel aber sind bleibend. Bleibend ist auch die wellenförmige Verbiegung der radialen Längswände in Endodermis und Exodermis; diese Wellung tritt gleich beim Beginne der Contraction auf und wird dort am stärksten, wo die Contraction das grösste Mass erreicht, also im Basaltheile der Wurzel. Im äussersten Spitzentheile der stammbürtigen, sowie in den Seitenwurzeln kommt sie gar nicht zu Stande (Fig. 10 und 11).

Die contractilen Wurzeln haben einen charakteristischen Verlauf. Anfangs streben sie geradlinig abwärts, wenig von der Senkrechten abweichend und nur wenig sich nach aussen wendend; später, im wenig contractilen dünnen Theile, biegen sie nach aussen ab, um schliesslich etwa horizontal weiter zu wachsen. Die contractilen Basalstücke der Wurzeln eines und desselben Exemplars weichen also in ihrer Richtung nicht sehr viel von einander ab, ein Umstand, der wichtig ist bezüglich ihrer Thätigkeit als Bewegungsorgane.

Die Wurzeln spannen sich in Folge der Contraction straff, überwinden aber den Widerstand der Zwiebel und ziehen diese in die Erde hinunter. Da der Zug der Wurzeln abwechselnd auf allen Seiten des Stammes erfolgt, so verharrt die Zwiebel in senkrechter Stellung mit der Spitze nach oben. Während der Erstarkungszeit der Pflanze, wo der jährliche Zuwachs der Zwiebelachse sehr klein ist, der Gipfel derselben also nur wenig fortrückt, hat der Zug der Wurzeln den Erfolg, dass der Vegetationspunkt der Zwiebelachse immer weiter von der Erdoberfläche weg in die Tiefe rückt. Die älteren, tiefer am Stamme entspringenden Wurzeln werden dabei mit in die Tiefe gezogen, was ich sowohl bei Cultur, als auch in der Natur regelmässig vorfand. An mehreren jungen Exemplaren, welche ich im Vegetationskasten mit Glaswand in einem Boden von mittlerer Dichte cultivirte, beobachtete ich ein durch Wurzelzug bedingtes Hinabrücken der Zwiebel von 5 *mm* im Verlaufe von fünf Monaten. Wenn aber nach Jahren der Vegetationspunkt der Zwiebel in 10—15 *cm* Tiefe angekommen ist, so rückt er nicht weiter abwärts, sondern bleibt im Allgemeinen stehen; er wird also dann nur so viel von den Wurzeln abwärts gezogen, als er in Folge des Längenzuwachses nach oben vorrückt, nämlich um 3—5 *mm* im Jahre. In der angegebenen „Normaltiefe“ der Species nimmt übrigens weder die Contractionsstärke der Wurzeln ab, noch wird die steile Richtung derselben erheblich verringert, wie das bei manchen anderen

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

Arten (*Allium ursinum*, *Phaedranassa chloracea*, *Arum maculatum*) zu geschehen pflegt.

An den stärkeren, blühbaren Exemplaren entstehen auch aus dem in der Erde steckenden Theile des Luftstengels 15 bis 25 in einem Kreise dicht neben einander angeordnete kleine Wurzeln. Sie strahlen in horizontaler Richtung allseitig aus, sind an ihrem Grunde ebenfalls contractil und tragen einen dichten Pelz von Wurzelhaaren. Augenscheinlich verstärken sie vermöge ihrer Anordnung die Befestigung des schlanken Sprosses; ausserdem scheinen sie für dessen Ernährung wichtig zu sein[1]).

Die jährliche Entwickelung der blühbaren Exemplare von *Lilium Martagon* verläuft in folgender Weise: Anfang April wachsen die Sprosse aus der Erde hervor mit einer Geschwindigkeit von ca. 5 *cm* im Tage. Anfang Mai, wenn die Blätter schon entfaltet sind, die Blüthenknospen aber noch in dichtem Knäuel beisammensitzen, brechen aus dem unterirdischen Theile des Luftstengels die kleinen Wurzeln hervor. Assimilationsfähige Blätter sind vorhanden von Mitte April bis Ende August. Die Blüthezeit währt von Mitte Juni bis Ende Juli. Jede Blüthe bleibt etwa 5 Tage lang frisch. Durchschnittlich jeden zweiten Tag öffnet sich eine neue Blüthe, und die Blüthezeit eines Exemplares kann 2 bis 4 Wochen dauern. Von der Bestäubung bis zum Oeffnen der Kapsel vergehen 2 bis $2^1/_2$ Monate. Die Aussaat der Samen erfolgt meist während des September. Neue Wurzeln entstehen aus dem Stamme in der Zeit von Mai bis September, und zwar einzeln; ausser dieser Zeit, wie es scheint, nicht. Im September stirbt der Luftstengel bis zum Zwiebelstamm hinunter ab und hinterlässt auf letzerem eine breite, deutliche Narbe. Zu diesem Zeitpunkt ist der im nächsten Jahre zur Blüthe kommende Spross bereits ca. 2 *cm* hoch; derselbe verharrt in diesem Zustande bis zum März des folgenden Jahres. Im September ist auch der für das übernächste Jahr bestimmte Spross schon als kleines, 1—3 *mm* hohes Knöspchen zu erkennen. Es vergehen also von der Anlage eines Blüthensprosses bis zu dessen Lebensende über zwei Jahre. Die Verlängerung der Zwiebelachse erfolgt in der Zeit vom Mai bis September. Durch dieselbe werden die Ansatzstellen der Luftsprosse zur Seite gedrängt, so dass die Narben der abgelösten Stengel später seitlich am Zwiebelstamm sich vorfinden.

---

1) Derartige Wurzeln an der Stengelbasis kommen auch bei *L. bulbiferum*, *auratum*, *superbum*, *canadense* und verschiedenen anderen Arten vor. (Siehe die Abbildungen bei H. J. Elwes, Monograph of the Genus *Lilium*, London 1880.)

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

Erklärung der Abbildungen.

Lilium Martagon L.

Fig. 1—4. Entwickelung der Pflanze von der Keimung bis zum erwachsenen Zustande. $^1/_2$ natürl. Grösse. Die gestrichelte Horizontallinie bedeutet die Erdoberfläche. Der Deutlichkeit wegen sind an den älteren Exemplaren nicht sämmtliche Wurzeln gezeichnet.

Fig. 1. Keimpflanze noch in Verbindung mit dem Samen.
„ 2. Aus Samen entwickeltes Exemplar im Herbst des zweiten Jahres.
„ 3. Junges, absteigendes Exemplar im Stadium des Ueberganges zur Luftstengelbildung. In der Winterruhe.

„ 4. Erwachsenes Exemplar in seiner normalen Tiefe, austreibend. Im März.
„ 5. Längsschnitt durch den Zwiebelstamm eines kleinen, blühbaren Exemplars nach Entfernung der Schuppen. Nat. Grösse. Ende Juli. *S* diesjähriger, *s* nächstjähriger Luftstengel, *n* Narbe des vorjährigen Stengels, *w* Wurzeln, *x* abgestorbener Theil.
„ 6. Querschnitt des Basaltheiles einer Wurzel kurze Zeit nach Beginn der Contraction. Vergr. 10. Es sind erst die äussersten Gefässe ausgebildet; die Endodermis ist noch dünnwandig; die Schicht der collabirten Zellen beginnt sich zu bilden. *g* Gefässbündelstrang, *k* Region der noch kleinen, isodiametrischen, *r* Region der schon radial gestreckten, *z* Region der zusammengedrückten Zellen, *p* passive Aussenrinde.
„ 7. Radialer Längsschnitt durch den stark verkürzten Basaltheil einer Wurzel. Vergr. 10. *g* Gefässbündelstrang, *r* turgescente Rinde, *z* zusammengedrückte Zellschichten, *p* passive Aussenrinde in Falten gelegt.

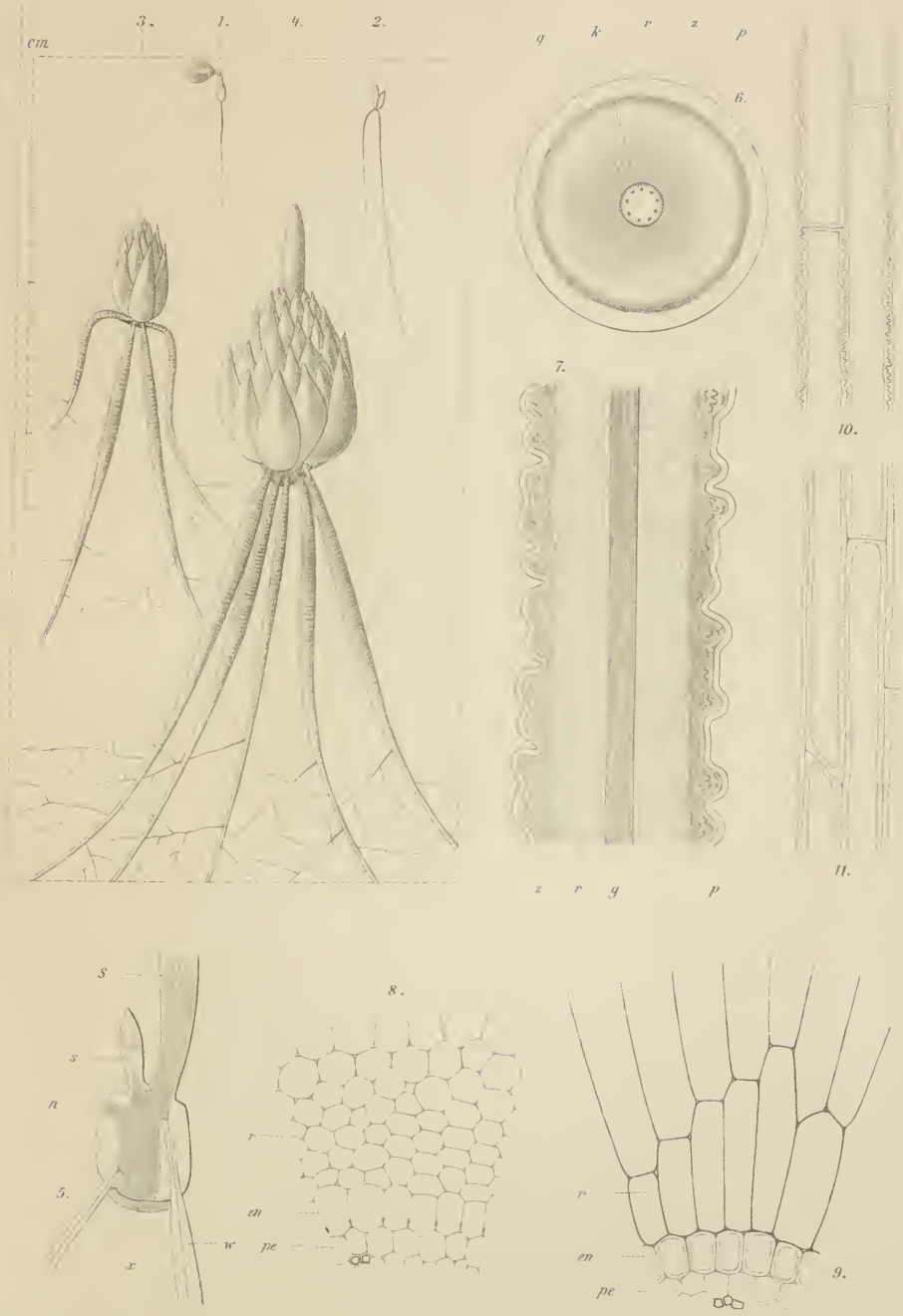
Fig. 8—9. Theile von Querschnitten durch den Basaltheil stark contractiler Wurzeln, die Gestaltveränderung der Rindenzellen zeigend. Vergr. 200. *pe* Pericambium, *en* Endodermis, *r* active Rindenzellen.

Fig. 8. Kurz nach Beginn der Contraction. Die Rindenzellen sind noch isodiametrisch; die noch unverdickte Endodermis, in welcher die Wellung begonnen hat, zeigt den Caspary'schen Punkt.
„ 9. Nach Beendigung der Contraction. Die Rindenzellen sind radial gestreckt; die Endodermiswände sind verdickt.

Fig. 10—11. Tangentialschnitt durch die Endodermis einer alten Wurzel. Vergr. 200.

Fig. 10. Aus dem stark verkürzten Basaltheile, mit Wellung.
„ 11. Aus dem nicht verkürzten Spitzentheile, ohne Wellung.

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



A. Rimbach gez. E. Lane lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 16

Autor(en)/Author(s): Rimbach A.

Artikel/Article: Ueber Lilium Martagon. 104-110