

Ueber
die Blüthenwärme

bei

Arum italicum

von

Gregor Kraus.

Mit 2 Tafeln.

Das *Arum italicum* Mill., der *Gichero* oder *Gigalo* der Italiener, ist bekanntlich eine durch den ganzen Süden überaus verbreitete Pflanze, die man vom März und April ab jenseits der Alpen, von Oberitalien und Toscana bis nach Sicilien, (unähnlich unserm in Laubwäldern lebenden *A. maculatum*) zumeist auf freien Plätzen, in Hecken, auf Grasflächen und Aeckern, mit ihren weissgelben Spathen weithin sichtbar, massenhaft blühen finden kann.

Es war mir eine längst bekannte Erscheinung, dass die goldgelben Kolben, wenn sie gegen Abend aus der sich aufrollenden Spatha sichtbar werden und zu duften beginnen, die Erscheinung der Selbsterwärmung in auffallendem Grade zeigen und sich, mit den Fingern berührt, geradezu heiss anfühlen.

In diesem Jahr nahm ich, bei einem mehrwöchentlichen römischen Aufenthalt, die Gelegenheit wahr, mit der Pflanze einige Versuche anzustellen, zu denen mir die sonnigen Hügel der Boschi della Farnesina (gleich hinter Ponte molle) und die ulmenbeschatteten Grasflächen der Villa Borghese, der Stadt nahe, geeignetes Material in Hülle und Fülle darboten.

Unsere Pflanze ist zwar oft genug in der bezüglichen Literatur erwähnt, keineswegs aber der Gegenstand ausführlicher Untersuchungen gewesen.

Bekanntlich hat Lamarck an dieser Pflanze im Jahre 1777 die Erwärmung der Aroideenkolben entdeckt und im Jahre 1778 im 3. Band der I. Aufl. seiner *Flore française* publicirt; auch weitere Bemerkungen in der *Encyclopédie méthodique* (Bd. III p. 9) unter dem Artikel *Gouet* (1789) hinzugefügt. Aber es ist nicht, wie Neugebauer (*De calore plantarum. Dissertation*, Breslau 1845, p. 10) angibt, unsere Pflanze, an der Senebier die ersten thermometrischen Bestimmungen über Blütenwärme machte, sondern das *Arum maculatum*.

Beobachtet wurde unsere Pflanze auch von Gmelin und, wie angegeben wird, von Desfontaines und Schultes, aber nur Bertoloni und Decandolle machen

einige concrete Bemerkungen über dieselbe. Endlich hat Garreau seine bekannten Versuche über Kohlensäureexhalation an einem Topf mit *Arum italicum* ausgeführt.*)

Die spärlichen Notizen, welche die hier genannten Vorgänger über unsere Pflanze mitgetheilt haben, sollen im Folgenden an Ort und Stelle ausführlich berücksichtigt werden, zum Ausgangspunkt für neue Versuche konnten sie aber nicht dienen. Es waren vielmehr Fragen, die bei andern Aroideen eingehender bearbeitet, keineswegs abgeschlossen waren, die ich näher prüfen wollte. Es kam mir darauf an, an so überaus üppigem Materiale, den Gang der Wärmeentwicklung nach Anfang und Ende und in seinem Verlaufe in möglichst kurzen Zeiträumen zu beobachten — eine Untersuchung, zu welcher die ausserordentlich constante Lufttemperatur meines Beobachtungsortes wie geschaffen war; ferner die Beziehung der Blütenwärme zu den verschiedenen Stadien der Blütenentfaltung, welche Delpino beschrieben, festzustellen; endlich die relative Wärme der einzelnen Kolbenabschnitte, über welche die Angaben der Autoren verschieden lauten, zu eruiren u. s. w., um auf diese Weise eventuell einen greifbaren Anhaltspunkt über die biologische Bedeutung des seltsamen Phänomens der Selbsterwärmung zu erhalten.

Die Arum-Felder.

Meine Versuche sind im Monat März und April in Rom angestellt, wo sich, wie eingangs bemerkt, an zwei verschiedenen Standorten, einem sonnigen und einem schattigen, das Material in ausserordentlicher Menge fand.

Ich habe die Standorte zu Dutzendmalen, zu verschiedenen Tageszeiten, besucht und dabei die Erfahrung gemacht, dass die günstige Zeit für die Beobachtung die Nachmittags- oder frühen Abendstunden sind.

Kommt man am Vormittag an ein reich mit *Arum* bestandenes Feld, da findet man weitaus die Mehrzahl der Blütenstände entweder geschlossen (dem Blühen noch nicht nahe) oder aber verblüht. Die ersteren Blütenstände sind festgeschlossen, spitzkegelig, grün gefärbt; die letzteren haben grosse, weissgelbe, gewöhnlich faltig-runzliche, zusammenfallende oder wenigstens stellenweise durchscheinend gewordene Tüten. Die Knospen zeigen beim Anfühlen, dass der Kolben noch fest von der Spathenhülle umwickelt (nicht locker liegend) ist, die abgeblühten Exemplare haben

*) Die Beobachtungen. Dutrochet's dagegen sind nicht, wie Pfeffer in der „Physiologie“ Bd. II, S. 408 angiebt, an *A. italicum*, sondern an *A. maculatum*-gemacht.

kalte, oft wachsartig durchscheinend gewordene Kolben, und im Innern ein späteres der von Delpino beschriebenen Bestäubungsstadien. *) Blüten, die eben aufgegangen wären, die duften und warme Kolben haben, sind gar nicht oder nur ganz ausnahmsweise vorhanden.

Ein ganz anderes Bild bieten die *Arum*-Felder in den Nachmittagsstunden. Kommt man um 2 oder 3 Uhr hinzu, da finden sich nur ganz wenige offen, viele aber zeigen sich bauchig aufgetrieben, die Spatha deutlich in's Weissliche übergehend, andere die spindelig oder tonnig gewordene Tüte mit einem kleinen Schlitz geöffnet, durch welchen der goldgelbe Spadix sichtbar wird und merklich zu duften beginnt. An anderen endlich sieht man zwar kaum eine leichte Anschwellung des Tütenkegels, beim Anfühlen aber merkt man, dass der Kolben im Innern sich gelockert, und offenbar die Spatha sich aufzublähen und abzurollen anschickt.

Am späten Nachmittag aber, um 4 oder 5 Uhr oder am Abend 6 Uhr, steht Alles in voller Blüthe. Schon von Ferne sieht man die weissgelben, breit segelartig aufgestellten Tüten leuchten und daraus die goldgelben Kolben hervorstehen; ein starker Duft — anfänglich angenehm und keineswegs von der urinösen Art, wie etwas später — verbreitet sich weithin durch die Luft. Jetzt kann man, von Pflanze zu Pflanze schreitend, an jedem einzelnen Kolben, wie schon Lamarck sich bezeichnend ausdrückt, mit den Fingern eine brennende Wärme spüren. Es ist wahr, es giebt einzelne Kolben, die nicht warm sind — sie sind aber äusserst selten und nach meiner Erfahrung als physiologische Missbildungen anzusehen, etwa so, wie man morphologische Missbildungen z. B. mit Staminodien besetzte Kolbenenden findet.

Macht man jetzt eine Blüthe auf, dann stehen die Staminodialhaare am Eingang des Kegels straff und strahlig auseinander, die Staubgefässe sind fertig, prall gespannt, noch geschlossen, die Fruchtknoten aber mit strahlenden Haarschöpfchen bedeckt, empfängnissfähig. Die protogyne Blüthe befindet sich im ersten Bestäubungsstadium (Delpino). —

Am andern Morgen sind die Pflanzen verblüht. Aeusserlich sieht man mitunter keinen rechten Unterschied; sie sind anscheinend so frisch als gestern, meist aber sind die Spathen heller, mehr oder wenig faltig, manchmal geradezu zusammengefallen. Eine auffallende Erscheinung ist auch, dass das Gewebe öfter durchscheinend ist, gerade so, wie wenn es durch Hitze gelitten hätte. Macht man aber eine Blume

*) Wir kommen unten auf den Bestäubungsmechanismus des *Arum* zurück; hier sei einstweilen daran erinnert, dass Hildebrand über die Delpino'schen Beobachtungen in der Bot. Ztg. 1870 S. 589 ff. referirt hat.

auf, dann stehen auf den Fruchtknoten Tröpfchen. Die Narbenhaare sind meist ganz oder wenigstens theilweise verschwunden — die Antheren noch geschlossen — es ist bereits das zweite Bestäubungsstadium eingetreten; dem im Laufe des Vormittags mit Aufspringen der Antheren und Welken der Sperrhaare dass dritte und vierte auf dem Fusse folgt. Jetzt sind alle Kolben kalt und die nun folgenden Veränderungen in der Blüthe können uns nicht interessiren; denn Blütenwärme kehrt nicht mehr wieder.

Diese meine Beobachtungen über die Zeit der Erwärmung des Kolbens scheinen, nach den vorhandenen Beobachtungen Anderer zu schliessen, auf Allgemeingültigkeit Anspruch machen zu dürfen. A. Bertoloni (Praelectiones rei herbariae. Bononiae 1827, § 365, p. 118) sagt: „quod quidem (nemlich incalescere spadice suo *Arum italicum*) nos quoque pluries experti sumus inter quartam, et sextam vesperscentis diei horam.“*) Von den Exemplaren, die Decandolle in Montpellier beobachtete, sagt er (Phys. végét. Tome II, p. 551—552): „la chaleur commence vers trois heures de l'après-midi, atteint son maximum vers cinq heures et cesse à sept heures. — Garreau hat in Lille Topfpflanzen beobachtet und sagt, er habe seine Kolben vorgenommen „aussitôt qu'un spadice commençait à montrer un degré de chaleur un peu supérieur à celui de l'air ambiant“ (Ann. scienc. nat. Sér. III, Tome XVI, p. 252); wie seine Tabellen erweisen, hat er aber um 2³⁰, um 3³⁰ und um 4 Uhr Nachmittags zu beobachten begonnen. Die Beobachtung von Vrolick und de Vriese an unserer Pflanze (Ann. scienc. nat. Sér. II, Tome XI, p. 67) ist zu unvollkommen um einen Schluss zu erlauben; Saussure's negatives Resultat an *Arum italicum* (Ann. de chimie et phys. par Gay-Lussac et Arago Tome XXI, Paris 1822, p. 286) entzieht sich, bei dem Mangel näherer Angaben der Umstände, jeder Discussion.

Beobachtungsmethode.

So leicht es demnach auch ist, im Freien die Erwärmung des Kolbens festzustellen, so wenig ist es möglich — darin stimmen die Beobachter alle, von den ältesten an, überein — eine geregelte Untersuchung über dieselbe in freier Natur selbst zu machen.

Zu diesem Behufe nahm ich daher an demselben Tage oder auch Tags vorher kräftige, Entwicklung versprechende Kolben mit nach Hause. Da halten sich dieselben in Wasser stehend (sogar mehrere Tage) frisch und entwickeln sich zur

*) Gärtner (a. a. O. S. 160) schreibt fehlerhaft *Bartolini* (Neugebauer ebenso fehlerhaft *Bertolini*) und behauptet unbegreiflicher Weise *Bertoloni* spreche von 4—6 Uhr italienischer Zeit, was unserer Zeit von 10—12 Uhr Vormittags entspräche!

vollen Blüthe. Das Zimmer, in welchem meine Beobachtungen gemacht wurden, war luftig und hell und hatte den überaus grossen Vortheil einer, wie man aus den Beobachtungstabellen sieht, fast constanten Temperatur, constanter wohl als sie Dutrochet hatte (Ann. scienc. nat. II. Sér. Tome XIII, p. 72—77). Sobald die Blüthenstände sich lockerten und aufzurollen versprachen, wurden sie näher beobachtet und im geeigneten Moment in Untersuchung gezogen. Vom ersten Beginn des Lockerns bis zum Entstehen eines Schlitzes in der bauchig geschwollenen Tüte vergeht oft nur eine halbe Stunde, oft dauert es auch Stunden.

Zur Beobachtung wurden die Blüthenstände aus dem Standgefäss genommen, unten mit feuchtem Filtrirpapier verbunden und frei aufgehängt. Die benutzten Thermometer waren einige vor einigen Jahren von Greiner und Geissler und einige ganz neue von deren Nachfolger Fuess in Berlin bezogene genau gleich gehende Normalthermometer. Die ersteren waren in $\frac{1}{5}$ Grade getheilt und mit kugeligen Quecksilbergefäss versehen, die letztern in $\frac{1}{10}$ getheilt und hatten cylindrische Gefässe. Diese waren zugleich sehr dünn und für die Beobachtungen vorzüglich geeignet.

Thermometrisch ist nun bisher die Erwärmung auf dreierlei Weise gemessen worden. Einmal und in den meisten Fällen hat man die Instrumente einseitig an die zu beobachtenden Theile angelegt. Wenn es auch völlig klar ist, dass man hierdurch nicht die ganze Wärme, sondern nur einen Theil derselben misst, dass man „hinter den wahren Werthen wahrscheinlich um mehrere Grade zurückbleibt“ (Sachs, Exp. Phys. 296), so kann diese Methode, die allein in situ und ohne Verletzung zu beobachten gestattet, ohne Bedenken da angewendet worden, wo es sich um Ermittlung des Wärmeganges oder um relative Wärmegrade handelt. Sie ist auch bei meinen Messungen überall angewendet, wo nicht ein Anderes ausdrücklich bemerkt wird.

Wo es sich um Ermittlung von Maximen, um Feststellung der absoluten Höhe der Selbsterwärmung handelt, wird man aber viel richtiger Verfahren, wenn man, wie schon Hubert gethan, eine Anzahl warmer Organe um das Thermometer gruppirt. Man erhält dann offenbar die mittlere Temperatur der Oberfläche der benutzten Organe richtiger, annähernd richtig.

Es ist endlich noch eine dritte Methode möglich, gegen welche aber gegründete Bedenken vorliegen, die: das Thermometer in die Substanz der Organe selbst zu senken. Das ist nur unter Verletzung des Organs möglich; auch wird hierdurch eventuell die Temperatur des Inneren, die von der Oberfläche abweichen kann, festgestellt.

auf, dann stehen auf den Fruchtknoten Tröpfchen. Die Narbenhaare sind meist ganz oder wenigstens theilweise verschwunden — die Antheren noch geschlossen — es ist bereits das zweite Bestäubungsstadium eingetreten; dem im Laufe des Vormittags mit Aufspringen der Antheren und Welken der Sperrhaare dass dritte und vierte auf dem Fusse folgt. Jetzt sind alle Kolben kalt und die nun folgenden Veränderungen in der Blüthe können uns nicht interessiren; denn Blütenwärme kehrt nicht mehr wieder.

Diese meine Beobachtungen über die Zeit der Erwärmung des Kolbens scheinen, nach den vorhandenen Beobachtungen Anderer zu schliessen, auf Allgemeingültigkeit Anspruch machen zu dürfen. A. Bertoloni (Praelectiones rei herbariae. Bononiae 1827, § 365, p. 118) sagt: „quod quidem (nemlich incalescere spadice suo *Arum italicum*) nos quoque pluries experti sumus inter quartam, et sextam vesperscentis diei horam.“*) Von den Exemplaren, die Decandolle in Montpellier beobachtete, sagt er (Phys. végét. Tome II, p. 551—552): „la chaleur commence vers trois heures de l'après-midi, atteint son maximum vers cinq heures et cesse à sept heures. — Garreau hat in Lille Topfpflanzen beobachtet und sagt, er habe seine Kolben vorgenommen „aussitôt qu'un spadice commençait à montrer un degré de chaleur un peu supérieur à celui de l'air ambiant“ (Ann. scienc. nat. Sér. III, Tome XVI, p. 252); wie seine Tabellen erweisen, hat er aber um 2³⁰, um 3³⁰ und um 4 Uhr Nachmittags zu beobachten begonnen. Die Beobachtung von Vrolick und de Vriese an unserer Pflanze (Ann. scienc. nat. Sér. II, Tome XI, p. 67) ist zu unvollkommen um einen Schluss zu erlauben; Saussure's negatives Resultat an *Arum italicum* (Ann. de chimie et phys. par Gay-Lussac et Arago Tome XXI, Paris 1822, p. 286) entzieht sich, bei dem Mangel näherer Angaben der Umstände, jeder Discussion.

Beobachtungsmethode.

So leicht es demnach auch ist, im Freien die Erwärmung des Kolbens festzustellen, so wenig ist es möglich — darin stimmen die Beobachter alle, von den ältesten an, überein — eine geregelte Untersuchung über dieselbe in freier Natur selbst zu machen.

Zu diesem Behufe nahm ich daher an demselben Tage oder auch Tags vorher kräftige, Entwicklung versprechende Kolben mit nach Hause. Da halten sich dieselben in Wasser stehend (sogar mehrere Tage) frisch und entwickeln sich zur

*) Gärtner (a. a. O. S. 160) schreibt fehlerhaft *Bartolini* (Neugebauer ebenso fehlerhaft *Bertolini*) und behauptet unbegreiflicher Weise *Bertoloni* spreche von 4—6 Uhr italienischer Zeit, was unserer Zeit von 10—12 Uhr Vormittags entspräche!

vollen Blüthe. Das Zimmer, in welchem meine Beobachtungen gemacht wurden, war luftig und hell und hatte den überaus grossen Vortheil einer, wie man aus den Beobachtungstabellen sieht, fast constanten Temperatur, constanter wohl als sie Dutrochet hatte (Ann. scienc. nat. II. Sér. Tome XIII, p. 72—77). Sobald die Blüthenstände sich lockerten und aufzurollen versprachen, wurden sie näher beobachtet und im geeigneten Moment in Untersuchung gezogen. Vom ersten Beginn des Lockerns bis zum Entstehen eines Schlitzes in der bauchig geschwollenen Tüte vergeht oft nur eine halbe Stunde, oft dauert es auch Stunden.

Zur Beobachtung wurden die Blüthenstände aus dem Standgefäss genommen, unten mit feuchtem Filtrirpapier verbunden und frei aufgehängt. Die benutzten Thermometer waren einige vor einigen Jahren von Greiner und Geissler und einige ganz neue von deren Nachfolger Fuess in Berlin bezogene genau gleich gehende Normalthermometer. Die ersteren waren in $\frac{1}{5}$ Grade getheilt und mit kugeligen Quecksilbergfäss versehen, die letztern in $\frac{1}{10}$ getheilt und hatten cylindrische Gefässe. Diese waren zugleich sehr dünn und für die Beobachtungen vorzüglich geeignet.

Thermometrisch ist nun bisher die Erwärmung auf dreierlei Weise gemessen worden. Einmal und in den meisten Fällen hat man die Instrumente einseitig an die zu beobachtenden Theile angelegt. Wenn es auch völlig klar ist, dass man hierdurch nicht die ganze Wärme, sondern nur einen Theil derselben misst, dass man „hinter den wahren Werthen wahrscheinlich um mehrere Grade zurückbleibt“ (Sachs, Exp. Phys. 296), so kann diese Methode, die allein in situ und ohne Verletzung zu beobachten gestattet, ohne Bedenken da angewendet werden, wo es sich um Ermittlung des Wärmeganges oder um relative Wärmegrade handelt. Sie ist auch bei meinen Messungen überall angewendet, wo nicht ein Anderes ausdrücklich bemerkt wird.

Wo es sich um Ermittlung von Maximen, um Feststellung der absoluten Höhe der Selbsterwärmung handelt, wird man aber viel richtiger Verfahren, wenn man, wie schon Hubert gethan, eine Anzahl warmer Organe um das Thermometer gruppirt. Man erhält dann offenbar die mittlere Temperatur der Oberfläche der benutzten Organe richtiger, annähernd richtig.

Es ist endlich noch eine dritte Methode möglich, gegen welche aber gegründete Bedenken vorliegen, die: das Thermometer in die Substanz der Organe selbst zu senken. Das ist nur unter Verletzung des Organs möglich; auch wird hierdurch eventuell die Temperatur des Inneren, die von der Oberfläche abweichen kann, festgestellt.

Mit dünnen Gummiringen lassen sich die Thermometer fest und doch ohne Verletzung des Kolbens an die Theile desselben beliebig anlegen. Einmal angelegt, bleiben dieselben während der ganzen Beobachtung unverrückt liegen. Die Gründe, welche ein unverrücktes Liegenbleiben der Thermometer erheischen, werden unten auseinander gesetzt werden. Die Anlegung war natürlich nur möglich, indem man den Kolben etwas aus der Tüte herausbog; derselbe reponirte sich dann wieder intact und stand während der Beobachtung in der unverletzten Spatha, wie im natürlichen Zustand. Unmittelbar neben die Spatha wurde, frei, ein zweites Thermometer zur Ablesung der Lufttemperatur gehängt. Die Kolben fanden sich also nicht in einem vor Transpiration schützenden Raum, sondern frei in der Luft.

In dem Moment, wo das Thermometer angelegt wird, steigt es allemal höher als die umgebende Luft. Auch wenn es an einen Kolben angelegt wurde, der kälter als die umgebende Luft war, stieg es immer etliche Grade über die der Luft. Beispielsweise bei 16—18° Lufttemperatur auf einige 20°. Ohne Zweifel wird dieser Stand durch die, wenn auch noch so kurze, Manipulation mit der Hand hervorgerufen; denn fast in dem Moment wo die Temperatur abgelesen war, fing auch die Säule zu sinken an und sank dann rastlos unter die Luftwärme.

Ist der Kolben sehr warm, da sieht man nach dem Anlegen die Quecksilbersäule momentan schon bei 22 bis 25° stehen und nun unter den Augen innerhalb der Grenzen einer Minute in die höheren Grade der 20 schiessen. Erst dann geht dieselbe langsam, wenn auch noch leicht mit dem Blick erfolgbar, dem definitiven Wärmepunkt nahe*).

Ist die Erwärmung des Kolbens noch eine geringe, wie es ja bei den Untersuchungen vielfach erwünscht und erstrebt war, da tritt regelmässig eine Erscheinung auf, deren Erklärung mir sehr nahe zu liegen scheint. Wie aus den Tabellen, z. B. n. 7, zu ersehen, geht das Quecksilber nach Anlegung des Thermometers zunächst in die Höhe, dann aber wieder regelmässig eine Zeitlang rückwärts. Einmal mag die Temperatur durch die Berührung mit der Hand über die natürliche Höhe gekommen und zunächst aüszugleichen sein, andernteils scheint es mir nicht unmöglich, dass das Thermometer, kälter als der Kolben, zunächst zwar die höhere

*) Da an den feinen Thermometern ein Grad ungefähr den Raum von 4 Millimetern einnimmt, und 4—5 Grade oft sehr rasch durchlaufen werden, so ist der Ausdruck „das Quecksilber schiesst in die Höhe“ geradezu wörtlich richtig. In einem Fall z. B., am 15. April, ging die Quecksilbersäule innerhalb einer Minute von 22 auf 27°; der durchmessene Raum betrug in dem Falle 65 mm, also in der Secunde mehr als 1 mm.

Temperatur des Kolbens annehme, später aber seinerseits erkältend auf die anliegende Stelle des Kolbens wirke.

Wie die Tabellen erweisen, ist das Thermometer aber auch späterhin kaum in Ruhe; auch bei stundenlangen Beobachtungsreihen bewegt es sich in der kurzen Zeit von einer oder einigen Minuten entweder auf- oder abwärts. Nur selten, z. B. dem Maximum nahe in Tabelle 2 (Versuch vom 25. März), hält die Temperatur eine halbe und ganze Stunde etwa constant.

Unter diesen Verhältnissen wüsste ich nicht abzusehen, wie man bei unserer Pflanze durch Anlegen und Wiederentfernen des Instruments sollte brauchbare Zahlen erhalten. Es scheint mir mindestens für *Arum italicum* unumgänglich nöthig, mit fixem Instrument zu beobachten. Aber auch für andere *Aroideen* mag vielleicht ein gleiches Verfahren unumgänglich sein; manche widersprechende Angaben der Autoren mögen sich vielleicht auf diese Weise erklären. Leider aber bemerken, wenigstens die älteren, Beobachter nur selten über diesen Punkt ihrer Versuchsanstellung etwas Genaueres.

Der Wärmegang in der Blüthe.

Die Wärmeentwicklung beginnt mit dem Aufrollen des Blütenstandes. So oft ich auch junge noch spitzkegelige Blütenstände, in denen der Kolben noch fest eingerollt ist, auf Wärme untersuchte — es geschah immer vergeblich. Immer erst mit dem kräftigen Aufblähen der Spatha (oft freilich schon bevor die Ränder derselben auseinander weichen) zeigt das angelegte Thermometer Temperaturerhöhung. Da nun, wie früher bemerkt, die weitaus grösste Mehrzahl der Kolben sich in den späteren Nachmittags- oder frühen Abendstunden öffnet, so findet sich auch an diese Stunden der Anfang der Wärmeentwicklung geknüpft. Rollt sich ein Kolben erst am Morgen auf, dann beginnt seine Wärmeepoche auch erst am Morgen. Davon giebt Tabelle 3 und Tafel II n. IV ein sehr lehrreiches Beispiel.

Während des Aufrollens kann der eigentliche Beginn eines Wärmetüberschusses etwas verschieden auftreten. Es giebt Kolben, die im Bauchigwerden begriffen bei Anlegung des Thermometers noch kalt sind, andere und die Mehrzahl zeigen um diese Zeit bereits einen Ueberschuss von ein oder einigen Graden.

Sobald die Temperatur am Kolben zu steigen angehoben hat, bleibt sie darin begriffen; Schwankungen, wie sie in Mitte und Ende der Wärmeperiode vorkommen, habe ich nie wahrgenommen. Das Steigen geschieht, wie man aus den Versuchs-

tabellen 1 und 2 ersieht, erst langsamer, dann rascher, um lange bevor die Wärme ihr Maximum erreicht, wieder langsamer zu werden. Im besten Falle konnte ich ein Steigen von mehr als $\frac{1}{10}^{\circ}$ per Minute constatiren. Wellenbewegungen im ansteigenden Curvenast, wie in Tabelle 2 sind im Ganzen selten, man sieht die Temperatur meist schnurgerade in die Höhe gehen.

Das Ansteigen hält 3—4 Stunden an (vgl. Tabelle 27. März und 19. April; sowie 25. März) und so wird allmählich in meinen Fällen zwischen 6 und 8 $\frac{1}{2}$ Uhr das Maximum der Selbsterwärmung erreicht. Decandolle giebt, wie oben bemerkt, das Maximum um 5 Uhr an; Garreau fand es (a. a. O. p. 253—254) in seinen drei Fällen um 5, 7 und 7 $\frac{1}{2}$ Uhr.

In der Nähe des Maximums hält sich die Temperatur verhältnissmässig ziemlich lange, in meinen Fällen 1—2 Stunden und in diese Zeit fällt oft ein Stadium sehr ausgeprägter Oscillation. Man vergleiche die Curve Taf. I n. I. Es sind innerhalb Minuten sich vollziehende Auf- und Abzuckungen des Quecksilbers, die in der absolut constanten Lufttemperatur keinen erklärenden Anhalt finden und aus inneren Ursachen entstehen müssen. Auch gegen das Ende der Wärmeperiode kommen diese Oscillationen vor, wie aus Taf. II n. I zu ersehen. Auch hier bei absolut constanter Temperatur. Ein sehr auffallendes Beispiel solcher Oscillationen im absteigenden Ast der Wärmecurve habe ich in Tabelle 8 vom 19. April verzeichnet. Man beachte, dass die Lufttemperatur von wunderbarer Constanz ist.

Das Ende der Wärmeperiode trat in meinen Beobachtungen einmal (Tabelle 1 vom 24. März) schon um Mitternacht ein; in den übrigen Fällen ist die Wärme (der Ueberschuss) erst gegen Morgen erloschen (Tabelle n. 6 vom 27. März und n. 8 vom 19. April). Mag in dieser Beziehung eben so sehr als in der Zeit des Anfangs, in der Lage des Maximums u. s. w. eine grosse individuelle Freiheit herrschen: die Regel dürfte, wie auch aus den oben angeführten Beobachtungen Anderer hervorgeht, bleiben, dass die Wärmeperiode am Nachmittag einsetzt und sich innerhalb weniger Stunden zu Ende vollzieht.

Ich habe schon oben darauf hingedeutet, dass ich einmal einen Kolben Morgens warm werden und seine Periode vollenden sah. Tabelle n. 3 giebt dieselbe. Der ganze Gang verläuft so aussergewöhnlich rasch, dass man unwillkürlich den Eindruck erhält, als handle es sich hier um eine nachgeholtte Verspätung. Der Wärmegang einer Blüthe, welche erst gegen Mitternacht sich öffnet und gegen den Morgen hin ihr Maximum erreicht, und dann rasch erkaltet, ist unterm 17. April (Tabelle 9) beobachtet.

Die Blüten, deren Wärmeperiode in den angehängten Tabellen verzeichnet ist, wurden nun auch den folgenden Tag noch beobachtet; aber in keinem Falle trat die geringste Wiedererwärmung ein, ebenso wenig, als dieselben den verschwundenen Geruch wieder bekamen. Ich habe ferner Dutzende von Blüten, die eben lebhaft rochen und für Berührung zweifellos heiss waren, aus dem Freien mitgenommen und constatirt, dass anderntags Geruch und Wärme für immer verschwunden waren. — Wenn ich am Abend *Arum*felder durchschritt, suchte ich wiederholt alle Blüten aus, welche scheinbar in vollster Entwicklung, d. h. freiragende, frisch aussehende Spathen, aber kalte Kolben hatten — es zeigte sich ausnahmslos, dass bei ihnen die Narben bereits verblüht, und gewöhnlich der Pollen entleert war. — Alles dies zusammengenommen drängt zu dem Schluss, dass die Blüthenerwärmung an das erste Stadium der Blütenentfaltung gebunden, mit ihm erscheint und ebensowenig wiederkehrt, als eine neue Entfaltung derselben Blüthe. Die Wärmeperiode von *Arum italicum* ist, um mich in der üblichen physiologischen Terminologie auszudrücken, nur eine „grosse“, nicht eine „tägliche“.

Schon Lamarck sagt in seiner ersten „Observation“: „Cet état (der Erwärmung nämlich) ne dure que quelques heures“. Decandolle bemerkt a. a. O. ausdrücklich: „j'ai vu que cette chaleur n'a lieu qu'une fois pour chaque chaton“.

Diese Thatsache verdient um so mehr die Beachtung, als bei dem nah verwandten *Arum maculatum*, dessen Bestäubungsmechanismus noch dazu ganz der gleiche ist, nach Dutrochet's Beobachtungen (a. a. O. Tabellen p. 72—77) die Erwärmung zweifellos mehrere Tage wiederkehrt.

Schliesslich möge — es will mir allerdings fast überflüssig erscheinen — noch darauf hingedeutet sein, dass die „Periode“ der Selbsterwärmung von äussern Verhältnissen unabhängig ist. Ein Blick auf den Temperaturverlauf der Luft genügt, um zu zeigen, dass sie bei nahe constanter Aussentemperatur zu Stande zu kommen vermag. Dass Licht und Dunkelheit für unsern Periodengang gleichgültig sind, ergiebt sich, wenn man bemerkt, wie die constant zwischen 6 und 7 Uhr eintretende Nacht auf den Verlauf der Periode sichtlich ohne Einfluss ist.

Einzelheiten.

a) Die absolute Höhe der Erwärmung.

Garreau hat (a. a. O. p. 253—255) als Maximum der Erwärmung am Kolben 8,3, ferner 9,8, endlich 10,2° C gefunden, giebt aber ausdrücklich an, dass er auch

Ueberschüsse von 15 und 17° C beobachtet habe. Das Quecksilbergefäss lag am bauchigen Theil des Kolbens (partie renflée) einseitig an — unter Glocke.

Ich habe — in freier Zimmerluft — mit einseitig angelegtem Thermometer ganz ähnliche Zahlen erhalten. So z. B. am 24. März 13,25° C, am 25. März 12,15° C, am 19. April 16,1° C (vgl. Tabellen). Ausserdem habe ich beispielsweise am 22. März Abends 5³/₄ Uhr einen Ueberschuss von 12,5 erhalten und am 16. April notirt: Lufttemperatur 17,4, Kolbentemp. 35,0, also Differenz 17,6° C.

Ganz andere Zahlen erhielt ich aber, wenn ich eine grössere Anzahl warmer Kolben zur Zeit, wo ich ihr Wärmemaximum vermuthen durfte, um das Quecksilbergefäss band. So ergaben z. B. 2 Kolben bei Lufttemp. 17,8 einen Thermometerstand von 38,4 — Differenz demnach 20,6°.

Als ich am 16. April Abends 6 Uhr 5 warme Kolben benutzte, erhielt ich

Temp. Luft 17,7

Temp. Kolben 44,7

Wärmeüberschuss 27,0° C.

Am 28. März hatte ich bei 2 Versuchen Abends 6¹/₂ Uhr erhalten: 4 Stück Kolben ergaben in 10 Minuten 40,7° C bei 16° Lufttemperatur, also Wärmeüberschuss 24,7° C.

4 andere Kolben ergaben in 5 Minuten 43,7° C, also einen Wärmeüberschuss von 27,7° C (die Temperatur sank nach einigen Minuten ganz langsam).

Der höchste beobachtete Thermometerstand war demnach 44,7° C. — Hubert hat bekanntlich einmal 49¹/₂° bei *Colocasia odora* mit 12 Kolben gefunden — die höchste überhaupt beobachtete Selbsterwärmung; im übrigen auch niederere Temperaturen (42—45°) erhalten. J. Erikson (Unters. aus dem bot. Institut in Tübingen I, 1, S. 124) hat an 100 Kolben von *Arum maculatum* höchstens 41,7° gefunden (der Ueberschuss betrug aber nur 16,7°).

Man beachte, dass diese Temperatur bis an die bekannte Grenztemperatur lebender Zellen heranreicht. Hubert erzählt (Bory de St. Vincent, Voyage dans les quatre princ. îles des mers d'Afrique T. II, p. 76): „Des spadices plongés pendant neuf minutes dans de l'eau chauffée à 41°, ont, après en avoir été retirés, élevé le thermomètre à 34°; de l'eau plus chaude a fletri pour toujours les spadices“.

Der grösste erzielte Wärmeüberschuss beträgt 27,7°. Hubert hat wahrscheinlich einen solchen von 30¹/₂° erhalten. Ich sage wahrscheinlich; denn er giebt zu der Maximaltemperatur am Kolben von 49¹/₂° die correspondirende Lufttemperatur nicht an (Bory a. a. O. p. 69); sondern sagt nur, dass er „un quart heure

avant le lever du soleil“ beobachtet habe. Ein oder mehrere Tage vorher hat er aber bei Sonnenaufgang den Thermometerstand zu 19° angegeben (a. a. O.)*).

Eine Bemerkung, die bereits Hubert gemacht, nämlich, dass kleinere Kolben mindere Wärme zeigen (a. a. O. p. 69), habe ich auch für *Arum italicum* gemacht: 6 kleine Kolben derselben sonstigen Entwicklungsstufe und äusserlich heiss, wie andere, ergaben (19. April Abends 8 Uhr) bei $17,9^{\circ}$ Luftwärme nur $37,0^{\circ}$, also $19,1^{\circ}$ Ueberschuss. — Uebrigens meint schon Lamarek (Encycl. méth. III, 9), dass die Aroideenwärme mehr oder weniger markirt sei „selon l'épaisseur plus ou moins grande de leur chaton“.

b) Die Antherenwärme.

Während die älteren Beobachter vielfach angeben, dass sie an den männlichen Organen der Pflanzen den Hauptsitz der Wärme gefunden, so z. B. Göppert für *Arum Dracunculus* (Ueber Wärmeentwicklung etc. Ein Vortrag. Wien 1832 S. 25); C. H. Schultz (Natur. d. leb. Pfl. II, 185) u. A.;**) haben die genaueren und ausführlichen späteren Arbeiten von Dutrochet an *Arum maculatum* (Ann. scienc. nat. Bot. Sér. II. Tome XIII p. 70 ss.), von Vrolick und de Vriese an *Colocasia odora* (Ann. scienc. nat. Bot. Sér. II. Tome V p. 242 ss.) ähnlich, wie bereits Hubert (Bory a. a. O. p. 71) u. A. ausnahmslos gefunden, dass die über Antheren und Fruchtknoten gelegene Keule der Ort grösserer Selbsterwärmung ist.

Und so stellt es sich auch für *Arum italicum* nach meinen Beobachtungen heraus. Ich hatte zunächst die Frage in's Auge gefasst, ob die Antheren vielleicht früher als die Keule, etwa vor Eröffnung der Blüthe eine Selbsterwärmung zeigen, oder, nachdem die Periode der Selbsterwärmung am Kolben erloschen, noch etwas Besonderes darbieten. Allein ich habe in den beiden Fällen, trotz zahlreicher Versuche, nur Negatives erfahren: vor Eröffnung der Blüthe und nach der Kolbenperiode sind die Antheren kalt. Dagegen zeigen dieselben zur Zeit der Erwärmung der Keule gewöhnlich Temperaturerhöhung. Dieselbe ist aber stets gering; ich habe im

*) Ich hebe den dubiösen Character dieser Zahl hervor, weil sie in den Handbüchern (Sachs Exp. phys. p. 296; Pfeffer, Handbuch der Pfl. Phys. Bd. II 1881, S. 404) überall als grösster Wärmegrad figurirt. Das übliche Fragezeichen hinter derselben bezieht sich auf C oder R⁰; in einem Buche, das nach den Jahren der französischen Republik rechnet, wie die Reisebeschreibung von Bory, scheint mir die hunderttheilige Skala wahrscheinlicher. Hoppe (a. a. O. S. 207) hat bereits eine diesbezügliche Bemerkung gemacht.

**) Wenn, wie Saussure gefunden (Ann. chim. et phys. Tome XXI, 1822, p. 287--288), die Antheren (von *A. maculatum*) mehr Sauerstoff verbrauchen, als die Keule, so folgt daraus noch keineswegs, dass sie sich auch viel mehr erwärmen müssen als diese.

besten Fall nicht einmal 5° Ueberschuss gefunden. Das kommt sehr genau mit dem überein, was Dutrochet für *Arum maculatum* gefunden hat (vgl. die Tabelle in Sachs, Exp. Phys. S. 294). Die Tabelle vom 17. April zeigt:

1. Dass auch die Antherenwärme einen deutlichen Periodengang hat.
2. Dass dieser, entsprechend seiner geringern Intensität, später einsetzt und früher aufhört, als der Periodengang der Keule.

An demselben Tage zeigte eine zweite Blüthe ganz analoges Verhalten. —

Zu diesem Verhalten von Antheren und Keule bei *Arum italicum* steht das bei *Colocasia odora*, wie es van Beek und Bergsma schildern*), im Gegensatz. Bei dieser Pflanze haben die Antheren einen grossen Periodengang, der sich zum grossen Theil vor der Pollenentleerung abspielt und der nachträglich gewissermassen, aufgenommen und in täglichen Perioden fortgesetzt wird von der Keule. Die Autoren fassen ihre Beobachtungen p. 11—12 folgender Maassen zusammen:

1. Le dégagement de chaleur dans les fleurs de *Colocasia odora* a lieu sur toute la surface visible du spadice, quoiqu' avec une intensité différente dans ses diverses parties.
2. Après l'épanouissement de la spathe, un dégagement considérable de chaleur a lieu dans les fleurs mâles, qui acquièrent une très haute température, de beaucoup plus élevée que celle que l'on observe à cette époque dans les autres parties supérieures du spadice.
3. Vers l'époque de l'émission du pollen, une augmentation considérable de chaleur se manifeste subitement dans les fleurs mâles avortées, qui forment le cône charnu ou glanduleux du spadice, tandis que la température des fleurs mâles diminue constamment et approche de plus en plus de celle de l'atmosphère. Le dégagement de chaleur de cette partie constitue une seule période de plusieurs jours, celui des fleurs mâles avortées au contraire, offre plusieurs périodes distinctes et journalières, jusqu'au dépérissement de cette partie.

An den Fruchtknoten aber habe ich entweder gar keine, an andern nur ganz geringe Temperaturerhöhung finden können; dessgleichen konnte ich auch, wenn ich das Thermometer in die unverletzte Blüthe bis in den Spathenkessel einsenkte (also bis auf den Grund des Blütenstandes) keine oder nur eine überaus geringe (demnach sehr problematische) Temperaturdifferenz finden.

*) Zum Theil schon von Brongniart (Nouv. Ann. du Mus. d'Hist. nat. t. III, p. 7—8 des Sep. Abdr.).

Ich will einige Beispiele anführen:

Am 18. April erhielt ich an einem ganz frisch gepflückten Kolben, nachdem die Thermometer (gleichzeitig angelegt) sich ausgeglichen (3 Uhr):

	Luftt. ⁰	Kolbent. ⁰	Staubgeft. ⁰	Fruchtknotent. ⁰
	18,4	26,4	21,3	19,4
15 Minuten später	„	27,2	20,7	19,3
Weitere 15 Minuten	„	27,8	19,2	18,8

Am 13. April, Abends 9 Uhr:

Luftt. ⁰	Kolbent. ⁰	Tubusgrundt. ⁰
16,0	20,3	15,5

Am 15. April, Abends 6 Uhr, nach längerem Ausgleich:

18,8	30,2	18,5
------	------	------

Am nämlichen Tage:

Abends 9 ⁴⁵	17,4	30,0	18,2
Nachts 12 Uhr	17,4	20,2	18,0
Früh 7 Uhr (164)	17,4	16,2	17,5

Das war selbst bei Blüten der Fall, die im Moment eine sehr hohe Keulentemperatur hatten. — Dieses Factum scheint mir einen Fingerzeig zu geben für die sonst absolut unerklärliche Thatsache, dass manche frühere Beobachter keine Selbsterwärmung finden konnten. So z. B. Treviranus. Derselbe sagt (Zeitschr. f. Physiologie von F. Tiedemann u. Treviranus III. Bd., Darmstadt 1829, S. 267), dass er die Temperaturerhöhung versucht habe zu finden „durch Einsenkung der Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers in den untern tütenförmigen Theil der Scheide“. Dass er unter diesen Verhältnissen keine oder nur Temperaturunterschiede von höchstens „einem halben Grade oder Grade“ finden konnte, halte ich für sehr natürlich.

Ich will nun eine Anzahl meiner Versuche aufzählen:

Am 26. März zeigt ein eben aufgeblühter d. h. eben erst mit einem Schlitz sich öffnender Blütenstand, an dem Kolben und Antheren durch halbseitiges Wegschneiden der Spatha freigelegt waren, 5 Minuten nach Anlegung der Thermometer

Zeit.	Luftt. ⁰	Antherent. ⁰	Kolbent. ⁰
—	16,8	19,2 (2,4)	26,0 (9,2)
3 Minuten später	„	18,8	26,4
5 Minuten später	„	18,3	27,0
5 Minuten später	16,6	17,8	27,3
10 Minuten später	„	17,4	27,8
15 Minuten später	„	17,4	28,6
2 Stunden später	16,5	17,4	26,2

Am nämlichen Tag, um 4 Uhr aus dem Freien entnommene Blüthe, 6 Uhr voll offen; Keule in der Spatha, Staubgefäße durch einen Ausschnitt am Spathenkessel frei gelegt. 10 Minuten nach Anlegen der Thermometer:

Luftt. ⁰	Kolbent. ⁰	Staubgef.t. ⁰
16,8	22,6	19,1

Am 15. April, blühender frischer Blütenstand, unverletzt; erst nachträglich wurde constatirt, dass das in den Grund der Blüthe geschobene Messinstrument den Staubgefäßen genau anlag. — Einige Zeit nach der Anlegung der Thermometer:

Zeit.	Luftt. ⁰	Kolbent. ⁰	Antherent. ⁰
6 ¹⁵	18,5	27,3	19,6 (1,1)
6 ²⁵	18,2	27,3	19,2 (1,0)
6 ³⁰	18,8	27,8	„ (0,4)
6 ³³	„	28,2	„ (0,4)
6 ⁴²	„	29,3	19,3 (0,5)
7 ⁰	„	31,7	19,6 (0,8)
7 ²	„	31,9	19,6 (0,8)
7 ⁴	„	32,1	19,5 (0,7)
7 ⁴⁰	„	33,2	18,3 (0,5)
7 ⁴⁵	„	32,6	19,2 (0,4)
8 ⁰	„	31,5	18,9 (0,1)
8 ¹⁵	„	30,0	18,0 (—0,8)

Am nämlichen Tag erhielt ich bei constanter Lufttemperatur (17,5⁰), an drei verschiedenen frischen Blüten, Abends 5¹/₂ Uhr:

	Kolbent. ⁰	Antherent. ⁰
1.	26,2	22,2 (4,7)
2.	27,0	21,4 (3,9)
3.	30,0	21,8 (4,3)

Am 12. und 13. April notire ich noch folgende in gleicher Weise erhaltene Zahlen. Von vier verschiedenen Blüten:

	Luftt. ⁰	Kolbent. ⁰	Antherent. ⁰
1.	16,2	19,8	18,0
2.	16,8	31,3	18,6
3.	16,0	20,4	15,6
4.	16,0	23,7	17,5

Am 14. April früh 7 Uhr, ein sich eben aufrollender Blütenstand:

Zeit.	Luftt. ⁰	Kolbent. ⁰	Antherent. ⁰
7 ⁵⁰	16,7	19,6	
8	16,8	18,7	15,5

c) Die Keule oben und unten.

Dutrochet giebt an (a. a. O. p. 71), dass er in der Mitte der *Arum*-Keule einen Temperaturüberschuss von 7,78°, an der Stelle des Kolbens aber, wo er die Fruchtknoten trägt, zur gleichen Zeit nur 1,40; demnach eine Differenz von 6,41° innerhalb desselben Organs gefunden habe. Sonst ist meines Wissens nur noch eine Angabe von Vrolik und de Vriese (a. a. O. 1836 p. 139) vorhanden, dass nämlich einmal (an ihrem 3. Kolben) zur Zeit, wo die Temperatur oben und aussen an der Keule 10° Ueberschuss zeigte (vgl. die Tabelle derselben p. 145 unter 13. Mai 2^{pm}) „la température de la base du spadice était 6,6° cent. plus basse“. Sie knüpfen daran noch folgende Bemerkung: „Dans les autres parties plus basses du spadice, on ne pouvait pas observer d'élévation ni d'abaissement égaux comme on peut encore le voir par les tables. Nous n'hésitons pas à tirer de ce premier phénomène une conséquence sur le siege de la chaleur; pour nous servir de ce terme.*)“

Ich war gleich bei meinen ersten Versuchen aufmerksam geworden, dass die obere und untere Partie der Keule selbst, die Spitze und der Theil, welcher dem Stiel nahe ist, wie dieser letztere selbst, durchaus nicht gleiche Temperatur zeigen. So fand ich z. B. am 20. März, Abends:

	Luft.	Keule oben.	Keule unten.	Stiel.
	16,7	31,5	24,0	21,5
Am 21. März an einem andern Kolben:				
	17,8	26,1	25,8	20,0
nur 1/2 Stunde später an demselben:				
	17,2	26,3	25,5	19,0

Es stellte sich also hier ein ähnliches Verhalten heraus, wie das, welches Dutrochet und Vrolik und de Vriese beobachtet. Es schien mir aber von Interesse den vollständigen Gang der Temperatur an den Keulentheilen kennen zu lernen.**) Die Tabellen n. 5, 6 und 7 und Tafel I lehren ihn.

*) Nach Sachs (Exp. Phys. 296) möchte es scheinen, als ob die Genannten noch andere Zahlen über diese Differenzen zwischen oberen und unteren Kolbentheilen angeführt hätten. Das ist aber nicht der Fall. Die Angabe von Sachs ist nicht richtig und beruht auf einer Verwechslung; die von ihm hervorgehobenen Zahlen sind von den beiden Forschern angeführt nicht für obere und untere Partien des Kolbens, sondern für innere und äussere, Oberfläche und Parenchym („chaleur intérieure et extérieure“).

**) Van Beek und Bergsma (a. a. O. p. 12. Anm. 1) machen gegen die Methode, die Temperatur übereinander liegender Kolbentheile durch angelegte Thermometer zu messen, einen scheinbar sehr begründeten Einwurf. Sie sagen: „Il nous paraît fort naturel, que des thermomètres mis en contact avec le spadice, aient indiqué des températures croissantes depuis la base jusqu'au sommet du cône; parce que les thermomètres supérieures furent exposés non seulement à la haute température

Wie sich aus denselben ersehen lässt, ist an der Keule

1. oben und unten ein selbstständiger Periodengang der Wärme vorhanden; die Erwärmung hebt oben zuerst an, erscheint bald darauf auch unten; im Laufe der Wärmesteigerung tritt oben das Maximum eher, als unten ein u. s. w.
2. ist in der Mehrzahl der Fälle oben die Temperatur absolut höher als unten.

Wie wir bereits früher sahen, tritt die Erwärmung der Antheren viel später ein, als die der Keule — es schreitet also bei *Arum italicum* der Regel nach die Selbsterwärmung von der Spitze des Kolbens nach der Basis desselben fort; es findet demnach hier keinenfalls die Annahme der älteren Beobachter eine Stütze, dass „der Heerd der Wärmeentwicklung“ in den Sexualorganen zu suchen sei.

d) Oberfläche und Inneres.

Die Angaben von Hubert (Bory p. 69—70 und 72) und speziell die von Vrolik und de Vriese (a. a. O. 1836, p. 139 ssq.) gehen gleicher Weise dahin, dass das Kolben-Innere nicht, oder weniger warm sei, als die Oberfläche. Aus der Tabelle der Letzteren (a. a. O. p. 144—146) lässt sich ersehen, dass die Differenz zu Gunsten der Oberfläche sich gewöhnlich um etwa 1° dreht, nur selten (z. B. 13. Mai Nachmittag 1—2 Uhr) mehrere Grade erreicht.

Zweifelsohne treten bei der Untersuchungsmethode, auch wie sie von den letztgenannten Forschern angewandt wurde, von Hubert's Methode, der die Kolben schälte (a. a. O. p. 72), gar nicht zu reden, nämlich dem Anschneiden der Kolben und

de la partie du cône qu'ils touchaient, mais encore aux courans ascendants d'air chaud, provenant des parties inférieures du cône échauffé“. Und führen auch einen dies bezüglichen physicalischen Versuch an.

Der Einwurf hat gewiss theoretisch seine Berechtigung und wäre bei Feststellung minimaler Temperaturdifferenzen mit in Rechnung zu ziehen. Da könnte aber auch noch manches Andere herangezogen werden. Ebenso gut z. B. als man den erhöhenden Einfluss aufsteigender warmer Luft auf das obere Thermometer in Rechnung zieht, verdiente Beachtung, dass der an dem Kolben oben vorbeiziehende Luftstrom durch Vermehrung der Transpiration zugleich einen erniedrigenden Einfluss auszuüben im Stande wäre. —

Aber ich bin der Ansicht, dass im concreten vorliegenden Falle derlei Betrachtungen gar nicht ins Gewicht fallen. Will man ernstlich glauben, dass die Differenz von $7\frac{1}{2}^{\circ}$ zu Gunsten von oben in unserm ersten Beispiel durch einen solchen warmen Luftstrom hervorgerufen sei? — Wie wäre es bei einen derartig erhöhenden Einfluss der aufsteigenden warmen Luft möglich, dass man (vgl. unsere Tabelle vom 26. März, n. 5a) oben auch eine geringere Wärme finde? Wie soll man sich, um nur noch Eines anzuführen, erklären, dass die Temperatur oben sinkt, während sie unten nachweislich steigt? Man vgl. Tabelle vom 19. April n. 7 und Curventafel I n. I.

Einlegen der Thermometer eine Reihe Resultatstörender Factoren ein, von denen ich nur auf den aufmerksam zu machen brauche, der bei Vrolik und de Vriese eintrat (a. a. O. p. 139): Saftausfluss aus der Wunde; — ohne Zweifel auch pathologische Transpiration der Wunde, in einem nicht leicht zu beurtheilenden Grade. Aus diesem Grunde möchte ich dem erhaltenen Resultate nicht dasselbe Gewicht beilegen, wie den andern. Ich selbst habe bei *Arum* gerade entgegengesetzte Resultate, nämlich höhere Temperatur im Innern erhalten. — Es ist möglich, dass sich unsere Pflanze gerade entgegengesetzt wie *Colocasia* verhält; allein viel eher möchte ich mein Resultat auf einen andern Umstand schieben. — Die *Arum*kolben sind im Innern sehr trocken, dieselben erscheinen an der Schnittfläche nicht einmal glänzend feucht, geschweige denn tiefend nass; die Wunde zum Einlegen des Quecksilbergefässes war möglichst genau angepasst — ich möchte darnach nicht annehmen, dass sich an der Stelle störende Transpirationseinflüsse geltend gemacht. Aber ich glaube fast, die höhere Temperatur des Innern ist einfach auf Rechnung eines engeren Anliegens des Quecksilbergefässes zu setzen. Zum Behufe der Feststellung der Innentemperatur gegenüber der der Oberfläche, wurde, gewöhnlich die Mitte der Keule, zunächst oberflächlich wie gewöhnlich mit einem Thermometer belegt. Ihr diametral gegenüber in eine möglichst sorgfältig angepasste Excavation (die etwa bis auf das Centrum der Keule reichte) ein zweites Thermometer gefügt. Es ist klar, dass die Berührung des letzteren eine viel grössere war, als die des erstern. — Es war ein einziges Mal, dass ich beide Thermometer genau gleich hoch (28,5) stehen sah, der Regel nach stand das Thermometer in der Höhlung etwas höher. So z. B. 23. März, Nachmittags von 3—4 Uhr; Lufttemperatur fast constant 17,2.

Zeit.	Oberfläche.	Höhlung.
2 ⁵⁵	21,5	22,0
3	21,65	22,1
3 ⁷	21,75	22,1
3 ¹⁵	22,0	22,4
3 ³⁰	22,9	22,6
3 ⁴⁰	23,4	23,6
3 ⁵³	23,8	24,2
4 ⁶	24,1	24,6
4 ¹⁵	24,2	24,7

Um zu zeigen, wie verschieden die Temperatur ausfällt, je nach der Grösse der Berührungsfläche zwischen Keule und Thermometer will ich nur folgenden Versuch anführen: Am 18. April zeigten Nachmittags 3 Uhr 45 Minuten fünf kleine

Keulen (bei Lufttemp. $18,4^{\circ}$), zwischen welche ein Thermometer, jede Keule berührend, eingeschoben war, eine Selbstwärme von $36,8^{\circ}$; ein aussen der Art angelegtes, dass es zwischen zwei Kolben jeden derselben berührte $31,2^{\circ}$; an jeden der Kolben einzeln angelegt $29,1$ und $28,0^{\circ}$.

Die biologische Bedeutung der Wärme.

Es ist ein glückliches Zusammentreffen, dass an unserer Pflanze, deren Wärmeentwicklung wir soeben näher kennen lernten, durch Delpino's feinsinnige Arbeiten zugleich der Bestäubungsmechanismus genau bekannt geworden ist (Ulteriori osservazioni sulla dicogamia nel regno vegetale. P. I p. 17—21. In Atti della Soc. italiana di scienze naturali in Milano Vol. XI, XII, XVI, XVII). Dieser Umstand ermöglicht, eine, meines Erachtens, zutreffende Meinung über die Bedeutung des seltsamen Phänomens zu gewinnen.

Dass die Entwicklung eines so hohen Wärmegrades in der Blüthe eine so zu sagen unbedeutende Nebenerscheinung sei, haben schon die ersten Beobachter nicht geglaubt; die ganze Erscheinung vielmehr schon mehr oder weniger deutlich zu den eigentlichen Blüthenvorgängen in Beziehung gesetzt. So weit sich die kurzen Bemerkungen derselben deuten lassen, betrachten sie die Wärmeentwicklung als einen Act besonders energischer Lebensäusserung der Pflanze und im engsten Zusammenhang mit der Befruchtung. So sagt schon Lamarek (Encycl. méthod. T. III p. 9, erste Spalte), dass die Wärme eintrete in der Zeit, „où peut-être s'opère la fécondation“. Mindestens wird diese Stelle auch von Gärtner (Versuche und Beobachtungen über die Befruchtungsorgane 1844 S. 157) so gedeutet. Und der Bemerkung von Saussure (a. a. O. p. 286), dass der Wärmemangel von *Arum italicum*, den er bei seinen Exemplaren beobachtete, „wahrscheinlich daher komme, weil die Pflanze niemals Früchte trage“ liegt offenbar eine ähnliche Vorstellung zu Grunde. Decandolle (Phys. végét. II, 552) schreibt auch C. H. Schultz (Natur d. leb. Pfl. II S. 185 § 226) eine ähnliche Meinung zu, was, wie schon Röper bemerkt hat, auf einem Irrthum beruht. Dagegen notirt er mit Recht (Phys. végét. II, 554) eine Bemerkung Brongniart's, der der Ansicht sei, die Wärmeentwicklung könne zum sichern Gelingen der Befruchtung beitragen. Nehmen wir diese unbewiesenen Meinungen einmal ernstlich, so muss darauf hingewiesen werden, dass der eigentliche Befruchtungsact wohl zu einer Zeit statt haben dürfte, wo die Wärmeentwicklung längst vorbei ist. Wenigstens giebt Hofmeister (Neue Beiträge. Monocotylen

S. 683) an: „Bei *Arum maculatum* brauchen die Pollenschläuche zur Erreichung ihres Zieles mindestens 5 Tage, bei *Pothos longifolia* eine noch längere Zeit“. Verhält sich *A. italicum*, was allerdings nicht untersucht, aber doch wohl wahrscheinlich ist, ähnlich, dann dürfte selbst unter der Voraussetzung einer mit dem Eröffnen der Blüthe augenblicklich erfolgenden Bestäubung, der eigentliche Befruchtungsact erst nach dem Abblüher zu erwarten sein.

Nicht plausibler erscheint die etwaige Annahme, dass die Wärmeentwicklung mit der Pollentleerung in Verbindung stehe. Schon Gärtner (a. a. O. S. 184) hat bemerkt, dass dieses ein Act sei, bei dem nur „Wärmeconsumtion“ in Frage komme und Van Beek und Bergsma (a. a. O. p. 11 n. 3, vgl. oben) geben thatsächlich an, dass zur Zeit der Pollentleerung die Temperatur der männlichen Blüthen sich fortwährend verringert und mehr und mehr der Lufttemperatur nähert. Die Angaben von Brongniart (a. a. O. p. 9, Tabelle) und Dutrochet (a. a. O. p. 73, Tabelle) über die Emission des Pollens sind mit den stattfindenden Wärmeverhältnissen am Kolben in keine Beziehung zu setzen, wie bereits Sachs (Exp. Phys. S. 295) hervorhebt. — Endlich ist nach meinen Beobachtungen an *Arum italicum* die Wärmeperiode erloschen, bevor die Pollenkörner ausgestreut werden.

Dagegen begreift sich die ganze Wärmeentwicklung der Aroideen, oder doch zunächst des *Arum italicum*, als eine „Bestäubungsvorrichtung“.

Delpino hat (a. oben a. O.) ausführlich nachgewiesen, dass unser *Arum*, analog der wohlbekannten *Aristolochia Clematitis* bestäubt wird und unterscheidet vier Entwicklungsstadien bei dem Bestäubungsact.

- I. Die Blüthe öffnet sich und duftet. Aufnahme der pollenbringenden Gäste; die sich aufrollende Spatha dient als Fahne (Wegweiser), der Kolben als „Leitstange“, der Spathenkessel als Kerker, durch die im Hals stehenden Haare gesperrt. Die Narbe ist reif, die Antheren geschlossen (Protogyne Blüthe).
- II. Die Narbenhaare zergehen, an ihre Stelle tritt ein Zuckertropfen für die Thiere. Antheren noch geschlossen; Sperrhaare im Kesselhals noch frisch.
- III. Die Antheren entleeren sich, die „Parastemonen“ sperren noch.
- IV. Die Sperrhaare welken, die pollenbeladenen Dipteren werden entlassen.

Es ist nun kein Zweifel, dass das, was schon Delpino andeutete, richtig ist: Die Wärmeentwicklung ist ein Mittel, die bestäubenden Thiere anzulocken bezw. zu veranlassen, in den Blüthenkessel hinabzusteigen. Denn

1. Die Wärmeerzeugung ist an das erste und ausschliesslich an das erste der Anlockung der Gäste gewidmete Stadium geknüpft. Ich brauche nur auf die an-

gehängten Tabellen und die dort aufgeführten „Bemerkungen“ hinzuweisen, welche das Verhalten der Wärme zu dem Bestäubungsstadium klar legen.

2. Sehr charakteristisch beginnt die Wärme da, wo sie zunächst nützlich sein kann, an der Spitze des Kolbens, auf den die Mücken bekanntlich auffliegen; und sie tritt hier am Kolben am stärksten auf.
3. Die Wärmeentwicklung tritt, wie das Stadium I selbst, nur einmal auf und dauert nur so lange als dieses.

Das von jeher angestaunte Phänomen, das ohnehin vom allgemein physiologischen Standpunkt nichts Wunderbares mehr enthält, verliert seinen letzten Rest von Sonderbarkeit, wenn es unter die zahlreichen höchst ingeniosen Mittel eingereiht wird, welche die Fremdbestäubung zu vermitteln bestimmt sind; ein Gebiet, wo die Pflanze wie man sieht, alle ihre zu Gebote stehenden Mittel zur Erzeugung ausserordentlicher und kostbarer Effecte vereinigt.

R e s u l t a t e.

1. Der Kolben von *Arum italicum* hat eine selbstständige, von äussern Factoren (Licht und Wärme) unabhängige Wärmeperiode.
 2. Die Wärmeentwicklung ist an die Zeit des Aufblühens und das erste Delpino'sche Bestäubungsstadium geknüpft; gewöhnlich beginnt sie gegen die Abendzeit, dauert unter Erreichung eines vor-mitternächtlichen Maximums die Nacht über; am Morgen ist der Kolben der Regel nach wieder kalt. Wiedererwärmung findet nicht statt.
 3. Der Anfang der Erwärmung findet an der Keulenspitze statt; von da schreitet sie ziemlich rasch nach abwärts. Auch ist es die Spitze der Keule, welche die grösste Wärme (beobachtetes absolutes Maximum: 44,7°C, höchster beobachteter Ueberschuss: 27,7°C) entwickelt, von da abwärts nimmt der Erwärmungsgrad ab; die Staubgefässe sind wenig, die Pistille kaum erwärmt.
 4. Die Kolbenerwärmung ist eine Bestäubungseinrichtung.
-

Beobachtungstabellen.

1. Versuch am 24. März.

Ein Blütenstand, der im Laufe des Vormittags die Spatha um den Kolben lockert, um 2 Uhr sich deutlich aufzurollen beginnt, hat um 3 $\frac{1}{4}$ Uhr nur noch wenig übereinandergeschlagene Spatharänder, und beginnt ganz schwach zu duften. Das Thermometer wird in der oberen Hälfte des Kolbens angelegt und steigt in wenigen Minuten (bei Lufttemp. 16,2) auf 19,1° C.

Beobachtungszeit.	Lufttemp. C°.	Kolben-temperatur.	Ueberschuss.	Temp.-Steigerung von 5 zu 5 Min.	Bemerkungen.
3 ⁴⁵	16,5	19,8	3,3	0,2	
3 ⁵⁰	16,5	20,0	3,5	0,2	
3 ⁵⁵	16,6	20,3	3,7	0,3	
4 ^P	16,6	20,6	4,0	0,1	
4 ⁵	16,8	20,9	4,1	0,1	
4 ¹⁵	16,7	21,0	4,3	0,2	
4 ²⁵	16,6	21,3	4,7	0,3	
4 ³⁰	16,6	21,6	5,0	0,3	
4 ³⁵	16,6	21,9	5,3	0,2	
4 ⁴⁰	16,8	22,3	5,5	0,35	
4 ⁵⁰	16,7	22,9	6,2	0,4	
4 ⁵⁵	16,6	23,2	6,6	0,4	
5 ^P	16,6	23,6	7,0	0,3	
5 ⁵	16,6	23,9	7,3	0,4	
5 ¹⁰	16,6	24,3	7,7	0,3	
5 ¹⁵	16,6	24,6	8,0	0,5	
5 ²⁰	16,6	25,1	8,5	0,5	
5 ²⁵	16,6	25,6	9,0	0,3	
5 ³⁰	16,6	25,9	9,3	0,4	
5 ³⁵	16,6	26,3	9,7	0,3	
5 ⁴⁵	16,5	26,8	10,3	0,4	
5 ⁵⁰	16,5	27,2	10,7	0,3	
5 ⁵⁵	16,55	27,6	11,05	0,35	
6 ^P	16,6	27,95	11,35	0,35	
6 ⁵	16,6	28,3	11,7	0,2	
6 ¹⁰	16,6	28,5	11,9	0,3	
6 ¹⁵	16,6	28,8	12,2	0,3	
6 ²⁰	16,6	29,1	12,5	0,3	

Der charakteristische Blüten-
geruch tritt deutlich hervor.

Der Blüthengeruch ist bis auf
einige Decimeter Entfernung
bemerktbar.
Beginn der Dämmerung.

Beobachtungszeit.	Lufttemp. C°.	Kolbentemperatur.	Ueberschuss.	Temp.-Steigerung von 5 zu 5 Min.	Bemerkungen.
6 ²⁵	16,6	29,1	12,5	0,0	
6 ³⁰	16,6	29,1	12,5	0,0	
6 ³⁵	16,6	29,5	12,9	0,4	
6 ⁴⁰	16,6	29,65	13,05	0,15	
6 ⁵⁰	16,6	29,85	13,25	0,2	Von 6 ⁴⁰ —6 ⁵⁰ continuirlich gestiegen, 6 ⁵⁰ Maximum des Ueberschusses.
6 ⁵⁵	16,6	29,75	13,15	0,1	
6 ⁵⁷	16,6	29,60	13,0	0,15	
7 ¹	16,6	29,5	12,9	0,1	
7 ⁵	16,6	29,3	12,7	0,2	Geruch beginnt entschieden abzunehmen; ist aber immer noch stark.
7 ⁷	16,6	29,2	12,6	0,1	
7 ¹⁵	16,6	29,1	12,5	0,1	
7 ²⁰	16,6	29,0	12,4	0,1	
7 ²³	16,6	28,85	12,25	0,15	
7 ²⁵	16,6	28,75	12,15	0,1	
7 ²⁷	16,6	28,65	12,05	0,1	
7 ³³	16,6	28,4	11,8	0,25	
7 ³⁶	16,6	28,3	11,7	0,1	
7 ⁴⁰	16,6	28,2	11,6		
7 ⁴⁵	16,6	27,9	11,3	0,3	
9 ¹	16,4	25,4	9,0	0,13	
9 ⁵	16,4	25,3	8,9	0,1	
9 ¹⁵	16,4	24,8	8,4	0,25	
11 ²⁵	15,9	17,7	1,8		Geruch sehr bedeutend abgeschwächt.
11 ⁴⁰	16,4	17,9	1,5		
11 ⁵⁰	16,4	17,75	1,35	0,12	
11 ⁵⁵	16,4	17,6	1,2	0,15	
12 ⁵	16,4	17,5	1,1	0,05	
12 ¹⁰	16,4	17,35	0,95		
12 ¹⁷	16,4	17,2	0,8		
12 ³⁰	16,4	16,9	0,5		
12 ⁴⁵	16,4	16,7	0,3	0,06	Geruch noch ganz schwach.

Am Schlusse des Versuchs, Nachts 12⁴⁵ Uhr, sind die Staminodialhaare völlig frisch, die Antheren unverstäubt, die Narben mit strahligen Haaren bedeckt.

2. Versuch am 25. März.

Blüthenstand, gegen Mittag aus dem Freien geholt, noch nicht geöffnet. Thermometer 3³⁴ angelegt, steigt (bei Lufttemp. 15,7°) auf 18,5°, und geht, während die Luft allmählich bis 16° steigt, langsam auf: 3³⁸ = 17,7; 3⁴⁵ = 17,3; 3⁵⁰ = 17,0; 3⁵⁸ = 17,0 herab.

Beobachtungszeit.	Lufttemp. C°.	Kolben-temperatur.	Ueberschuss.	Temp.-Steigerung von 5 zu 5 Min.	Bemerkungen.
4 ¹⁵	16,1	16,8	0,9		
4 ²⁵	16,2	17,5	1,3	0,2	
4 ²⁹	16,2	17,7	1,5		
4 ³²	16,2	17,8	1,6	0,1	
4 ³⁵	16,3	17,8	1,5		
4 ⁴⁵	16,3	17,9	1,6	0,05	
4 ⁴⁹	16,3	18,0	1,7		
4 ⁵¹	16,3	18,1	1,8	0,1	
4 ⁵⁴	16,3	18,2	1,9		
5 ^p	16,3	18,5	2,2	0,10	
5 ⁵	16,2	19,0	2,8	0,6	
5 ¹⁰	16,2	19,4	3,2	0,4	
5 ¹⁵	16,2	19,9	3,7	0,5	
5 ²⁰	16,2	20,5	4,3	0,4	
5 ²⁵	16,2	21,0	4,8	0,5	
5 ³⁰	16,2	21,6	5,4	0,6	
5 ³⁵	16,2	22,2	6,0	0,6	
5 ⁴⁰	"	22,7	6,5	0,5	
5 ⁴⁵	"	23,2	7,0	0,5	
5 ⁵⁰	"	23,8	7,6	0,6	
5 ⁵⁵	"	24,2	8,0	0,4	
6 ^p	"	24,4	8,2	0,2	Steigt schon um 5 ⁵⁷ auf 24,4.
6 ²	"	24,4	8,2		
6 ⁴	"	24,5	8,3		
6 ⁵	"	24,5	8,3	0,1	
6 ⁸	"	24,6	8,4		
6 ¹⁰	"	24,6	8,4	0,1	
6 ¹¹	"	24,6	8,4		
6 ¹⁵	"	24,6	8,4	0,0	
6 ¹⁸	"	24,6	8,4		
6 ²⁰	"	24,7	8,5	0,1	
6 ²²	"	24,7	8,5		
6 ²⁵	"	24,75	8,55	0,05	
6 ²⁷	"	24,8	8,6		
6 ³⁰	"	24,8	8,6	0,05	
6 ⁴⁰	"	25,0	8,8	0,1	
6 ⁴³	"	25,1	8,9		
6 ⁴⁵	"	25,2	9,0	0,1	

Beobachtungszeit.	Lufttemp. C°.	Kolben-temperatur.	Ueberschuss.	Temp.-Steigerung von 5 zu 5 Min.	Bemerkungen.
6 ⁵⁵	16,2	25,5	9,3	0,15	
6 ⁵⁸	"	25,6	9,4	0,15	
7 ²	"	25,9	9,7		
7 ⁴	"	26,0	9,8		
7 ⁸	"	26,3	10,1		
7 ¹⁰	"	26,5	10,3	0,15	
7 ¹²	"	26,6	10,4		
7 ¹⁵	"	26,7	10,5	0,1	
7 ¹⁷	"	26,8	10,6		
7 ²⁰	"	26,9	10,7		
7 ²¹	"	27,0	10,8		
7 ²³	"	27,1	10,9		
7 ²⁶	"	27,3	11,1		
7 ³⁰	"	27,5	11,3		
7 ³³	"	27,6	11,4		
7 ³⁷	"	27,75	11,55		
7 ⁴²	"	27,9	11,7		
7 ⁴⁵	"	27,9	11,7		
7 ⁴⁷	"	27,95	11,75		
7 ⁵⁰	"	"	"		
7 ⁵³	"	"	"		
7 ⁵⁵	"	28,0	11,8		
8 ^p	"	28,1	11,9		
8 ⁵	"	28,25	12,05		
8 ⁷	"	28,3	12,1		
8 ¹⁰	"	28,3	"		
8 ¹⁶	"	28,35	12,15		Wärmemaximum.
8 ²⁰	"	"	"		
8 ²³	"	28,3	12,1		
8 ²⁶	"	28,25	12,05		
8 ³⁰	"	28,20	12,00		
8 ³³	"	28,15	11,95		
8 ³⁵	"	28,10	11,9		
8 ⁴²	"	"	"		
8 ⁴⁴	"	28,05	11,85		
8 ⁴⁶	"	28,0	11,8		
8 ⁵⁰	"	"	"		
8 ⁵³	"	27,95	11,75		
8 ⁵⁵	"	27,9	11,7		
9 ³⁰	15,8	27,1	11,3		
10 ²⁰	15,8	26,4	10,6		
10 ⁴⁰	16,2	26,6	10,4		
11 ^p	16,2	26,6	10,4		
26/3 1 ^a	15,8	23,8	8,0		
6 ^{30a}	15,3	15,1	0,2		

Am Morgen, mit Abbruch des Versuchs, roch die Blüte nur noch ganz schwach, im Uebrigen war sie ganz frisch, die Staminodialhaare steif, die Antheren geschlossen, die Narbenhaare strahlig.

3. Versuch.

Hierzu Taf. II n. IV.

Ein Blüthenstand, der Abends starke Neigung zum Aufrollen zeigte, wurde über Nacht in's Freie gelegt, und schien Morgens völlig unverändert. — Er wird wie gewöhnlich behandelt (Thermometer in Mitte des Kolbens). Nach einigen Minuten beobachtet, zeigt er nun eine sehr rasch verlaufende Wärmeperiode.

Beobachtungszeit.	Lufttemp. C°.	Kolbentemperatur.	Ueberschuss.	Bemerkungen.
6 ^{34a}	15,8	19,6	3,8	
6 ³⁵	"	20,4	4,6	
6 ³⁶	"	21,1	5,3	
6 ³⁷	"	21,7	5,9	
6 ³⁸	"	22,5	6,7	
6 ³⁹	"	23,1	7,3	
6 ⁴⁰	"	23,6	7,8	
6 ⁴¹	"	24,1	8,3	
6 ⁴²	"	24,6	8,8	
6 ⁴³	"	25,1	9,3	
6 ⁴⁴	"	25,35	9,55	
4 ⁴⁵	"	25,5	9,7	
6 ⁴⁶	"	25,6	9,8	
6 ⁴⁷	"	25,7	9,9	Maximum der Erwärmung.
6 ⁴⁸	"	25,7	9,9	
6 ⁴⁹	"	25,65	9,85	
6 ⁵⁰	"	25,5	9,7	
6 ⁵¹	"	25,4	9,6	
6 ⁵²	"	25,25	9,45	
6 ⁵³	"	25,1	9,2	
6 ⁵⁴	"	24,95	9,15	
6 ⁵⁵	"	24,8	9,0	
6 ⁵⁶	"	24,7	8,9	
6 ⁵⁷	"	24,5	8,7	
6 ⁵⁸	"	24,3	8,5	
6 ⁵⁹	"	24,2	8,5	
7 ^a	"	24,05	8,25	
7 ⁵	"	23,50	7,7	
7 ¹⁰	"	23,0	7,2	
7 ¹⁸	"	22,1	6,3	
8 ⁵	15,6	18,3	2,7	
8 ²⁰	"	17,95	2,15	

Beobachtungszeit.	Lufttemp. C°.	Kolben- temperatur.	Ueberschuss.	Bemerkungen.
8 ³⁴	"	17,7	1,9	
8 ⁴⁰	15,9	17,4	1,5	
8 ⁴⁵	16,0	17,35	1,35	
8 ⁵²	"	17,20	1,2	

4. Versuch am 18. März.

Hierzu Taf. II n. III.

Beobachtungszeit.	Lufttemp. C°.	Kolben- temperatur.	Ueberschuss.	Bemerkungen.
3 ²⁵	18,4	19,8	1,4	
3 ³⁰	18,6	20,2	1,6	
3 ³⁵	18,4	20,5	2,1	
3 ⁴⁵	"	20,8	2,4	
3 ⁴⁷	"	21,0	2,6	
3 ⁵⁵	"	21,2	2,8	
4 ^p	18,3	21,4	3,1	
4 ⁴	"	21,6	3,3	
4 ¹⁰	18,5	21,8	3,3	
4 ¹³	"	22,1	3,6	
4 ²⁰	18,6	22,3	3,7	
4 ³⁰	18,8	22,8	4,0	
4 ³⁵	"	23,0	4,2	
4 ⁴⁵	"	23,3	4,5	
4 ⁵⁰	"	23,5	4,7	
5 ^p	"	23,9	5,1	
5 ⁵	"	24,2	5,4	
5 ¹⁵	18,7	24,5	5,8	
5 ¹⁷	"	24,7	6,0	
5 ²⁰	"	24,8	6,1	
5 ²⁵	"	24,9	6,2	
5 ³⁰	18,8	25,1	6,3	
5 ³⁵	18,6	25,5	6,9	
5 ⁴⁰	"	25,7	7,1	
5 ⁴⁵	18,8	26,0	7,2	
5 ⁵⁰	18,7	26,3	7,6	
5 ⁵³	18,6	26,4	7,8	
5 ⁵⁸	"	26,3	7,7	
6 ⁵	"	26,4	7,8	
6 ¹⁰	"	26,5	7,9	
6 ¹⁵	"	26,6	8,0	Maximum des Wärmeüberschusses.
6 ²⁵	"	26,5	7,9	
6 ³⁰	"	26,3	7,7	
6 ³²	"	26,1	7,5	

Beobachtungszeit.	Lufttemp. C°.	Kolbentemperatur.	Ueberschuss.	Bemerkungen.
6 ³⁵	18,6	26,0	7,4	
6 ³⁵	"	25,9	7,3	
6 ⁴⁵	"	25,6	7,0	
6 ⁵³	"	25,4	6,8	
7 ¹¹	"	25,3	6,7	
7 ⁵	18,4	25,2	6,8	
7 ¹⁰	"	25,1	6,7	
7 ⁵⁰	18,0	23,6	5,6	
8 ¹⁰	"	23,4	5,4	
8 ¹⁵	"	23,3	5,3	
8 ²⁵	"	23,2	5,2	
8 ³²	"	23,0	5,0	
8 ³³	"	22,9	4,9	
11 ³⁰	17,8	19,6	1,8	
1 ³⁰	"	18,6	0,8	
19/4 7 ^a	17,1	16,6	—0,5	

Am Morgen die Antheren noch geschlossen, aber die Narben theils haarteils tröpfchenbedeckt.

5a. Versuch am 26. März.

Taf. II n. III.

Ein frisch um 4 Uhr Nachmittags dem Freien entnommener Blütenstand, eben im Aufrollen soweit vorgeschritten, dass ein kleiner Schlitz zwischen den Spatharändern den Kolben sichtbar werden lässt. Die Thermometer oben und unten am Kolben angebracht beginnen sofort zu steigen und zeigen nach 4 Minuten continuirlich beobachtet den folgenden Lauf. Lufttemperatur mit geringen Schwankungen um 16,8°.

Beobachtungszeit.	Kolbentemp. oben.	Kolbentemp. unten.	Differenz zu Gunsten von unten.	Bemerkungen.
5 ²⁵	25,0	28,05	3,05	
5 ²⁸	25,8	28,4	2,6	
5 ²⁹	26,2	28,6	2,4	
5 ³⁰	26,6	28,7	2,1	
5 ³²	26,85	28,8	1,95	
5 ³⁵	27,2	28,95	1,75	
5 ³⁷	27,5	29,2	1,7	
5 ³⁹	27,7	29,3	1,6	
5 ⁴¹	27,9	29,6	1,5	
5 ⁴⁷	28,5	30,3	1,8	
5 ⁵⁰	28,7	30,5	1,8	
5 ⁵⁴	28,9	30,85	1,95	

Beobachtungszeit.	Kolbentemp. oben.	Kolbentemp. unten.	Differenz zu Gunsten von unten.	Bemerkungen.
5 ⁵⁶	29,0	31,0	2,0	Wärmemaximum oben (12,2°). bei Lufttemp. 16,7 ist der Wärmeüberschuss jetzt unten (15,1°C).
5 ⁵⁸	29,0	31,2	2,2	
6 ^p	28,9	31,3	2,4	
6 ⁵	28,8	31,4	2,6	
6 ⁸	28,7	31,6	2,9	
6 ¹¹	28,6	31,7	3,1	
6 ¹⁴	28,5	31,8	3,3	
6 ¹⁸	28,25	31,8	3,55	
6 ²⁰	28,1	31,75	3,65	
6 ²³	27,9	31,6	3,7	
6 ²⁸	27,5	31,3	3,8	
6 ³⁰	27,3	31,3	3,9	
6 ³⁴	26,8	30,8	4,0	
8 ^p	20,6	24,1	3,5	

5b. Versuch am 27. März.

Der beobachtete Blütenstand ist mit einem etwa 1 cm weiten Schlitz geöffnet, die Thermometer etwa 3¹/₂ cm von einander entfernt, am obersten und untersten (dem Hals nahen) Ende des Kolbens angebracht und werden nach einigen Minuten sofort beobachtet.

Beobachtungszeit.	Kolbentemp. oben.	Kolbentemp. unten.	Differenz zu Gunsten von oben.	Bemerkungen.
8 ^{35 p}	26,6	23,8	2,8	Die Differenz fällt hier zu Gunsten von oben. Die Lufttemperatur in einem Versuche weiter oben notirt.
8 ³⁷	26,4	23,4	3,0	
8 ⁴²	25,0	22,8	2,2	
8 ⁴⁵	25,6	22,0	3,6	
8 ⁵⁵	25,8	21,7	4,1	
9 ⁵	26,0	21,6	4,4	
9 ¹⁵	26,1	21,7	4,4	
10 ¹⁰	29,2	21,8	7,4	

5c. Versuch am nämlichen Tage, in ganz gleicher Art.

Beobachtungszeit.	Kolbentemp. oben.	Kolbentemp. unten.	Differenz zu Gunsten von oben.	Bemerkungen.
5 ¹⁰	22,4	21,8	0,6	
5 ¹⁵	22,7	21,8	0,9	
5 ²²	23,4	22,2	1,2	
5 ²⁵	23,7	22,4	1,3	

Beobachtungszeit.	Kolbentemp. oben.	Kolbentemp. unten.	Differenz zu Gunsten von oben.	Bemerkungen.
5 ²⁸	23,9	22,6	1,3	
5 ³¹	24,3	22,8	1,5	
5 ³⁴	24,5	22,9	1,6	
5 ³⁸	24,8	23,1	1,7	
5 ⁴⁵	25,2	23,4	1,8	
5 ⁵³	25,6	23,8	1,8	
5 ⁵⁶	25,8	24,0	1,8	
6 ^p	25,9	24,1	1,8	
6 ^s	26,0	24,4	1,6	
6 ¹⁵	25,7	24,4	1,3	
6 ³⁰	25,0	24,2	0,8	

5d. Versuch am 22. März.

Der Blütenstand war ursprünglich nur mit einem Thermometer in der oberen Hälfte des Kolbens versehen worden; erst nachträglich wird ein zweites in der unteren Hälfte angefügt (kurz vor 6 Uhr).

Beobachtungszeit.	Kolbentemp. oben.	Kolbentemp. unten.	Differenz zu Gunsten von oben.	Lufttemperatur.	Ueberschuss.
5 ^p	30,2			18,2	12,0
5 ³⁰	30,2			18,1	12,1
5 ⁴⁵	30,5			18,0	12,5
6 ^p	28,2	26,5	1,7	17,7	
6 ³⁰	27,7	26,0	1,7	17,6	
6 ⁴⁵	27,9	26,5	1,4	17,7	
8 ^p	24,3	23,6	0,7	17,4	
8 ¹⁵	23,6	22,8	0,8		

5e. Versuch am 26. März

mit einem im Oeffnen begriffenen Blütenstand, Thermometer, wie gewöhnlich einander gegenüber, aber nur um die Länge des Quecksilbergefässes in der Höhe von einander stehend. — Nach 5 Minuten begonnen.

Beobachtungszeit.	Kolbentemp. oben.	Kolbentemp. unten.	Bemerkungen.
8 ³⁵	23,3	23,7	Die Differenzen sind gering, und fallen meist zu Gunsten von unten aus.
8 ⁴⁰	22,3	22,6	
8 ⁴⁵	21,9	22,0	
8 ⁵⁰	21,7	21,7	
9 ⁵	21,9	21,9	
9 ²⁵	22,1	22,1	

Beobachtungszeit.	Kolbentemp. oben.	Kolbentemp. unten.	Bemerkungen.
9 ³²	22,7	22,5	
9 ³⁸	22,3	22,3	
9 ⁴⁵	23,0	23,0	
9 ⁵⁵	23,4	23,4	
10 ³	23,7	23,7	
10 ⁴⁵	26,1	26,2	
3 ^{30a}	19,6	20,8	
6 ^{30a}	18,2	17,6	

6. Versuch am 27. März.

Hierzu Taf. I n. II.

Blüthenstand seit Tagsvorher im Wasser stehend, noch zusammengerollt, aber im Aufrollen begriffen.

Als die Thermometer 1⁴⁵ Nachmittags angelegt worden, zeigt die Luft 16,8, der Kolben oben und unten gleiche Temperatur nämlich 18,7. Nach wenigen Minuten beginnt das Sinken und um 2⁴⁵ die regelmässige Beobachtung.

Beobacht.-zeit.	Lufttemp. C°.	Obere Kolbent. absolut.	Obere Kolbent. Uebersch.	Untere Kolbent. absolut.	Untere Kolbent. Uebersch.	Differenz zw. oben u. unten.	Bemerkungen.
2 ⁴⁵	16,8	15,4		15,4			
2 ⁵⁵	16,8	15,9		15,6			
2 ⁵⁸	17,0	16,1		15,7			
3 ¹⁰	17,2	16,1		15,8			
3 ³⁰	16,8	16,1		15,8			
3 ³⁵	16,8	16,2		15,8			
3 ⁴⁰	16,8	16,3		15,9			
3 ⁴⁵	16,8	16,35		15,9			
3 ⁵⁰	16,9	16,4		16,0			
3 ⁵⁵	16,9	16,45		16,1			
4 ^p	16,9	16,55		16,15			
4 ⁵	16,95	16,6		16,2			
4 ¹⁰	17,0	16,7		16,25			
4 ²⁰	17,1	16,85		16,45			
4 ³⁰	17,1	17,0		16,55			
4 ⁴⁰	17,1	17,05		16,65			
4 ⁵⁰	17,1	16,9		16,55			
5 ^p	17,1	16,8		16,5			
5 ¹⁰	17,1	16,9		16,5			
5 ²²	17,1	17,0		16,6			
5 ³⁰	17,0	17,15	0,15	16,65			
5 ³⁵	16,9	17,3	0,4	16,65			

Beobacht.-zeit.	Lufttemp. C°.	Obere Kolbent.		Untere Kolbent.		Differenz zw. oben u. unten.	Bemerkungen.
		absolut.	Uebersch.	absolut.	Uebersch.		
5 ¹⁰	16,8	17,4	0,6	16,7			
5 ⁴⁵	16,75	17,6	0,95	16,8	0,05	0,9	
5 ⁵²	16,7	17,9	1,2	17,0	0,3	0,9	
6 ^p	16,7	18,1	1,4	17,1	0,4	1,0	
6 ⁸	16,7	18,7	2,0	17,4	0,7	1,3	
6 ¹⁵	16,7	19,0	2,3	17,6	0,9	1,4	
6 ²⁵	16,7	19,5	2,8	17,7	1,0	1,8	
6 ³⁰	16,8	20,1	3,3	18,0	1,2	2,1	
6 ³⁴	17,0	20,7	3,7	18,3	1,3	2,4	
6 ⁵⁵	16,6	22,9	6,3	19,05	2,45	3,85	
7 ³⁰	16,3	25,0	8,7	19,95	3,65	5,05	
7 ⁴⁰	16,5	25,4	8,9	20,2	3,7	5,2	
7 ⁵⁰	16,6	25,7	9,1	20,5	3,9	5,2	Oberes Maximum.
7 ⁵³	16,8	25,8	9,0	20,8	4,0	5,0	
8 ⁵	16,6	25,7	9,1	20,95	4,35	4,75	
8 ¹⁵	16,8	25,7	8,9	21,15	4,35	3,55	
8 ²⁰	16,8	25,7	8,9	21,3	4,5	4,4	
8 ²⁵	17,0	26,12	9,12	21,35	4,35	4,85	Unteres Maximum.
8 ²⁸	17,1	25,9	8,8	21,25	4,15	4,75	Zwischen 8 ²⁰ und 8 ²⁵ war die Temperatur oben einmal rasch auf 26,6 gestiegen!
8 ³³	16,9	25,6	8,7	21,3	4,4	4,3	
8 ³⁵	16,95	25,65	8,70	21,4	4,45	4,25	
8 ³⁸	17,0	25,9	8,9	21,35	4,35	4,55	
8 ⁴³	16,8	25,9	9,1	21,4	4,6	4,5	
8 ⁵⁰	16,8	25,8	9,0	21,4	4,6	4,4	
8 ⁵⁵	16,8	25,55	8,75	21,4	4,6	4,15	
9 ⁵	16,8	25,5	8,7	21,5	4,7	4,0	
9 ¹³	16,8	25,1	8,3	21,4	4,6	3,7	
10 ¹⁰	16,2	21,8	5,6	19,8	3,6	2,0	
10 ³⁰	16,6	22,0	5,4	20,0	3,4	2,0	
10 ⁴⁰	16,6	21,8	5,2	19,8	3,2	2,0	
10 ⁵⁰	16,7	21,6	4,9	19,7	3,0	1,9	
11 ^p	16,6	21,3	4,7	19,6	3,0	1,7	
11 ⁵	16,4	21,0	4,6	19,4	3,0	1,6	
5 ^{30a}	15,8	16,8	1,0	16,6	0,8	0,2	

7. Versuch am 19. April.

Hierzu Taf. I n. I.

Blüthenstand am Tag vorher gepfückt, seither in Wasser stehend im Zimmer. Als die Beobachtung beginnt, ist die Spatha im Aufrollen, nicht offen gewesen. Die Keule ist dick und kurz, wie der Blüthenstand sehr kräftig. Die Thermometer sind einander gegenüber und so angebracht, dass auf der Höhe, wo das Quecksilbergefäss des oberen Thermometers endet, das des untern Thermometers beginnt.

Beobacht.-zeit.	Lufttemp. C°.	Obere Kolbent.		Untere Kolbent.		Differenz. zw. oben u. unten.	Bemerkungen.
		absolut.	Uebersch.	absolut.	Uebersch.		
3 ^{30p}	19,2	21,1	1,9	21,5	2,3		
3 ³⁷	19,2	20,8	1,6	21,0	1,8		
3 ⁴²	19,2	20,6	1,4	20,7	1,5		
3 ⁴⁵	19,2	20,6	1,4	20,6	1,4		
3 ⁴⁸	19,1	20,6	1,5	20,8	1,7		
4 ^p	19,0	20,5	1,5	20,7	1,7		
4 ²	19,0	20,6	1,6	20,6	1,6		
4 ⁶	19,0	20,6	1,6	20,6	1,6		
4 ¹²	19,0	20,8	1,8	20,6	1,6	0,2	
4 ¹³	19,0	20,9	1,9	20,65	1,65	0,25	
4 ²⁰	18,9	21,1	2,2	20,9	2,0	0,2	
4 ²⁶	18,8	21,5	2,7	21,1	2,3	0,4	
4 ³⁰	18,8	21,7	2,9	21,2	2,4	0,5	
4 ³³	19,0	22,0	3,0	21,5	2,5	0,5	
4 ³⁵	18,8	22,3	3,5	21,7	2,9	0,6	
4 ⁴⁰	18,8	22,7	3,9	21,9	3,1	0,8	
4 ⁴³	19,0	23,0	4,0	22,1	3,1	0,9	
4 ⁴⁵	19,1	23,4	4,3	22,3	3,2	1,1	
4 ⁵⁰	19,1	23,9	4,8	22,6	3,5	1,3	
4 ⁵²	19,1	24,1	5,0	22,8	3,7	1,3	
4 ⁵⁵	19,1	24,6	5,5	23,0	3,9	1,6	
4 ⁵⁸	19,1	24,7	5,6	23,1	4,0	1,6	
5 ^p	19,0	25,0	6,0	23,3	4,3	1,7	
5 ²	19,0	25,3	6,3	23,5	4,5	1,8	
5 ⁵	19,1	25,5	6,4	23,6	4,5	1,9	
5 ¹⁰	19,2	25,8	6,6	23,8	4,6	2,0	
5 ¹⁵	19,1	26,4	7,3	24,0	4,9	2,4	
5 ¹⁸	19,1	26,7	7,6	24,2	5,1	2,5	
5 ²²	19,0	27,0	8,0	24,3	5,3	2,7	
5 ²⁵	19,0	27,4	8,4	24,5	5,5	2,9	
5 ²⁸	19,0	27,6	8,6	24,6	5,6	3,0	
5 ³⁵	19,0	28,3	9,3	24,8	5,8	3,5	
5 ³⁸	19,0	28,7	9,7	25,0	6,0	3,7	
5 ⁴⁰	19,0	29,0	10,0	25,15	6,15	3,85	
5 ⁴⁵	19,0	29,5	10,5	29,5	6,5	4,0	

Beobacht.-zeit.	Lufttemp. C°.	Obere Kolbent.		Untere Kolbent.		Differenz zw. oben u. unten.	Bemerkungen.
		absolut.	Uebersch.	absolut.	Uebersch.		
5 ⁵⁰	19,0	29,8	10,8	25,7	6,7	4,1	
5 ⁵⁵	"	30,25	11,25	26,0	7,0	4,25	
6 ^p	"	30,5	11,5	26,15	7,15	4,35	
6 ⁷	"	31,0	12,0	26,5	7,5	4,5	
6 ¹²	"	31,3	12,3	26,8	7,8	4,5	
6 ¹⁶	"	31,7	12,7	27,0	8,0	4,7	
6 ²⁰	"	32,0	13,0	27,1	8,1	4,9	
6 ²⁵	"	32,5	13,5	27,4	8,4	5,1	
6 ²⁶	"	32,6	13,6	27,5	8,5	5,1	
6 ²⁸	"	32,7	13,7	27,65	8,65	5,05	
6 ³⁰	"	32,7	13,7	27,9	8,9	4,8	
6 ³³	"	32,8	13,8	28,0	9,0	4,8	
6 ³⁵	"	33,0	14,0	28,1	9,1	4,9	
6 ⁴⁰	"	33,2	14,2	28,2	9,2	5,0	
6 ⁴³	"	33,4	14,4	28,4	9,4	5,0	
6 ⁴⁵	"	33,6	14,6	28,5	9,5	5,1	
6 ⁴⁸	"	33,6	14,6	28,6	9,6	5,0	
6 ⁵⁰	"	33,7	14,7	28,8	9,8	4,9	
6 ⁵²	"	34,0	15,0	28,8	9,8	5,2	
6 ⁵⁴	"	34,1	15,1	28,85	9,85	5,25	
6 ⁵⁶	"	34,2	15,2	29,1	10,1	5,1	
6 ⁵⁸	"	34,4	15,4	29,2	10,2	5,2	
7 ^p	"	34,5	15,5	29,3	10,3	5,2	
7 ³	"	34,6	15,6	29,6	10,6	5,0	
7 ⁵	"	34,4	15,4	29,7	10,7	4,7	
7 ⁶	"	34,6	15,6	29,9	10,9	4,7	
7 ⁷	"	34,7	15,7	29,9	10,9	4,8	
7 ⁹	"	34,8	15,8	30,0	11,0	4,8	
7 ¹⁰	"	34,9	15,9	29,9	10,9	5,0	
7 ¹¹	"	35,0	16,0	30,0	11,0	5,0	
7 ¹²	"	34,9	15,9	29,9	10,9	5,0	
7 ¹⁴	"	34,9	15,9	30,1	11,1	4,8	
7 ¹⁶	"	34,9	15,9	30,2	11,2	4,7	
7 ¹⁸	"	34,9	15,9	30,3	11,3	4,6	
7 ²⁰	19,1	34,85	15,85	30,5	11,5	4,35	
7 ²³	"	35,1	16,0	30,5	11,4	4,6	
7 ^{23,5}	"	35,2	16,1	30,5	11,4	4,7	
7 ²⁵	"	35,0	15,9	30,6	11,5	4,4	
7 ²⁶	"	34,9	15,8	30,7	11,6	4,2	
7 ²⁷	"	34,8	15,7	30,7	11,6	4,1	
7 ²⁸	"	34,9	15,8	30,8	11,7	4,1	
7 ³⁰	"	35,0	15,9	31,0	11,9	4,0	
7 ³²	"	35,1	16,0	30,9	11,8	4,2	
7 ³³	"	34,9	15,8	31,1	12,0	3,8	

Maximum der Differenz zwischen oben und unten zu Gunsten von oben.

Maximum oben am Kolben.

Beobacht.-zeit.	Lufttemp. C°.	Obere Kolbent. absolut.	Kolbent. Uebersch.	Untere Kolbent. absolut	Kolbent. Uebersch.	Differenz zw. unten u. oben.	Bemerkungen.
7 ³⁴	19,1	34,9	15,8	31,0	11,9	3,9	
7 ³⁶	19,0	34,8	15,8	31,1	12,1	3,7	
7 ³⁸	"	34,7	15,7	31,2	12,2	3,5	
7 ⁴⁰	"	34,7	15,7	31,2	12,2	3,5	
7 ⁴³	"	34,5	15,5	31,2	12,2	3,3	
7 ⁴⁵	"	34,7	15,7	31,2	12,2	3,5	
7 ⁴⁷	"	34,5	15,5	31,2	12,2	3,3	
7 ⁴⁸	"	34,4	15,4	31,3	12,3	3,1	
7 ⁵¹	"	34,4	15,4	31,3	12,3	3,1	
7 ⁵⁴	"	34,1	15,1	31,4	12,4	2,7	
7 ⁵⁵	"	34,0	15,0	31,5	12,5	2,5	
7 ⁵⁶	"	34,1	15,1	31,55	12,55	2,55	
7 ⁵⁸	"	34,0	15,0	31,5	12,5	2,5	
8 ^p	"	34,0	15,0	31,6	12,6	2,4	
8 ³	"	33,8	14,8	31,7	12,7	2,1	Maximum unten am Kolben.
8 ⁵	"	33,8	14,8	31,7	12,7	2,1	
8 ⁷	"	33,8	14,8	31,7	12,7	2,1	
8 ¹⁰	"	33,7	14,7	31,7	12,7	2,0	
8 ¹¹	"	33,6	14,6	31,7	12,7	1,9	
8 ¹³	"	33,5	14,5	31,7	12,7	1,8	
8 ¹⁵	"	33,4	14,4	31,7	12,7	1,7	
8 ¹⁷	"	33,5	14,5	31,7	12,7	1,8	
8 ²⁰	"	33,4	14,4	31,6	12,6	1,8	
8 ²⁵	"	33,0	14,0	31,6	12,6	1,4	
8 ²⁷	"	33,0	14,0	31,5	12,5	1,5	
8 ³⁰	"	32,7	13,7	31,5	12,5	1,2	
8 ³³	"	32,7	13,7	31,4	12,4	1,3	
8 ³⁵	"	32,7	13,7	31,4	12,4	1,3	
8 ⁴⁵	18,8	32,0	13,2	30,9	12,1	1,1	
8 ⁴⁷	"	31,7	12,9	31,0	12,2	0,7	
8 ⁴⁹	"	31,7	12,9	31,1	12,3	0,6	
9 ¹⁰	18,6	30,5	11,9	30,0	11,4	0,5	
9 ¹⁶	"	30,1	11,5	30,0	11,4	0,1	
9 ²²	"	29,9	11,3	29,9	11,3	0,0	
9 ²⁵	"	29,6	11,0	29,9	11,3	— 0,3	
9 ³⁰	"	29,5	10,9	29,8	11,2	— 0,3	
9 ³²	"	29,4	10,8	29,7	11,1	— 0,3	
9 ³⁵	"	29,2	10,6	29,7	11,1	— 0,5	
9 ⁴⁰	"	29,3	10,7	29,5	10,9	— 0,2	
9 ⁵⁰	"	29,1	10,5	28,9	10,3	0,2	
10 ¹⁵	18,2	27,9	9,7	28,0	9,8	— 0,1	
10 ²⁵	"	27,8	9,6	28,0	9,8	— 0,2	
11 ^p	17,4	27,1	9,7	27,3	9,9	— 0,2	
11 ³⁰	18,2	26,1	7,9	26,6	8,4	— 0,5	

Beobachtungszeit.	Lufttemp. C°.	Obere Kolbent. absolut.	Obere Kolbent. Uebersch.	Untere Kolbent. absolut.	Untere Kolbent. Uebersch.	Differenz zw. unten u. oben.	Bemerkungen.
12 ^p	18,0	25,5	7,5	25,4	7,4	0,1	
1 ^{30a}	18,0	22,2	4,2	23,3	5,3	1,1	
5 ^a	17,5	19,2	1,7	19,2	1,7	— 00	
8 ^a	17,6	18,5	0,9	18,5	0,9	00	

Morgens 8 Uhr (20. April) waren die Staminodien noch frisch, die Staubbeutel geschlossen, die Narben aber mit Tröpfchen bedeckt.

8. Versuch am 19. April.

Hierzu Taf. II n. I.

Ein Blütenstand, dessen Keule sehr lang, zeigt Morgens noch Wärme und wird 2 Stunden lang, bei überaus constanter Lufttemperatur beobachtet. Thermometer in der Mitte der Keule.

Beobachtungszeit.	Lufttemp.	Kolbentemper.	Beobachtungszeit.	Lufttemp.	Kolbentemp.
8 ^a	17,5	22,0	9 ²⁵	17,8	20,0
8 ²⁰	17,7	20,4	9 ²⁷	17,8	19,9
8 ²⁵	17,7	20,6	9 ^{27,5}	17,8	20,0
8 ³⁰	17,7	20,6	9 ²⁹	17,8	19,8
8 ³⁵	17,8	21,0	9 ³⁰	17,8	19,7
8 ⁴⁰	17,8	20,9	9 ³¹	17,8	19,7
8 ⁴⁵	17,8	20,8	9 ³³	17,8	19,6
8 ⁵⁰	17,8	21,2	9 ³⁵	17,8	19,8
9 ^a	17,8	20,9	9 ⁴⁰	17,8	19,6
9 ²	17,8	20,7	9 ⁴⁵	17,8	20,0
9 ³	17,8	21,1	9 ⁴⁶	17,8	19,5
9 ⁴	17,8	20,7	9 ⁴⁸	17,8	19,4
9 ⁵	17,8	20,8	9 ⁴⁹	17,8	19,3
9 ⁶	17,8	20,8	9 ⁵¹	17,8	19,5
9 ⁷	17,8	20,5	9 ⁵⁵	17,8	19,3
9 ⁸	17,8	20,4	10 ^a	17,8	19,1
9 ¹²	17,8	20,1	10 ⁴	17,8	19,15
9 ¹³	17,8	20,0	10 ¹⁰	17,8	19,2
9 ¹⁴	17,8	19,9	10 ¹²	17,8	19,3
9 ¹⁵	17,8	19,9	10 ¹³	17,8	19,2
9 ¹⁶	17,8	19,9	10 ^{13,5}	17,8	19,1
9 ¹⁷	17,8	20,1	10 ¹⁷	17,8	19,1
9 ¹⁸	17,8	20,1	10 ¹⁸	17,8	19,0
9 ¹⁹	17,8	20,1	10 ¹⁹	17,8	18,9
9 ²⁰	17,8	20,0	10 ²¹	17,8	18,8
9 ²¹	17,8	20,1	10 ²⁵	17,8	19,0
9 ²²	17,8	20,2	10 ²⁸	17,8	18,9
9 ²³	17,8	20,15			

9. Versuch am 17. April.

Ein Blütenstand, der den ganzen Nachmittag und Abends (7 und 9 Uhr) genau beobachtet keine Andeutung von Aufrollung zeigt, hatte Abends 11 Uhr sich so weit geöffnet, dass ein fast 1 cm langer Schlitz in der Spatha war. Das jetzt in Mitte des Kolbens angelegte Thermometer zeigte gleich 22°, fiel aber alsbald auf 21,3° und blieb darauf etwa ¼ Stunde regungslos stehen. Dann begann es langsam zu steigen:

Beobachtungszeit.	Lufttemper.	Kolbentemper.	Ueberschuss.	Temper. der Antheren.	Differenz.
11 ^{15p}	18,2	21,3	3,1		
11 ¹⁸	18,2	21,5	3,3		
11 ²⁰	18,2	21,5	3,3	Thermometer angelegt	
11 ²³	18,2	21,6	3,4		
11 ²⁸	18,2	21,7	3,5	20,2	2,0
11 ³³	18,2	22,3	4,1	19,3	1,1
11 ⁴¹	18,2	22,6	4,4	18,4	0,2
11 ⁴⁵	18,1	22,8	4,7	18,2	0,1
11 ⁵³	18,0	23,1	5,1	18,2	0,2
12 Nachts	18,0	23,7	5,7	18,2	0,2
12 ^{15a}	fällt	24,7	6,7	19,4	1,4
3 ^{30a}	ganz	28,0	10,0	19,2	1,2
4 ^a	allmählich	26,5	8,5	18,8	0,8
6 ^a	17,7	20,3	2,6	18,1	0,4
7 ^a	17,7	18,8	1,1	18,0	0,3
7 ³⁰	17,6	18,5	0,9	17,8	0,2
8 ^a	„	18,1	0,5	17,2	

Morgens 8 Uhr sind die Antheren noch geschlossen, Sperrhaare frisch, aber die Narbenhaare durch Tröpfchen ersetzt. 18. April Abends ½6 Uhr hat die Keule Lufttemperatur, die Antheren sind verstäubt, die Narbe schwarz.

Erklärung der Curventafeln I und II.

Die Eintragung der in bestimmten Zeiten beobachteten Luft- und Blüthen-temperaturen auf ein Coordinatensystem ist die gewöhnliche. Die Abscissenlinie ist in Minuten (Millimeter) eingetheilt, die Stundenbezeichnung die übliche. Die Lufttemperatur wird mit L oder Lt, die Kolbentemperatur mit K bezeichnet. Ok (Okt) bezeichnet die am oberen Theile des Kolbens, Uk (ukt) die am unteren Theile desselben beobachtete Temperatur.

Taf. I.

- Curve I. Graphische Darstellung der „grossen“ Periode aus Versuch n. 7 vom 19. April.
Curve II. Desgl. des Versuchs n. 6 vom 27. März.

Taf. II.

- Curve I. Darstellung des absteigenden Curvenastes von Versuch n. 8 am 19. April. Die spontane Oscillation demonstirend. Durch ein, leider nachträglich incorrigibles, Versehen des Lithographen ist hier statt 8^a u. s. w. 8^p gesetzt.
Curve II. Die rasch ansteigende grosse Periode des Versuchs n. 5 a vom 26. März.
Curve III. Die grosse Periode. Versuch n. 4 vom 18. März.
Curve IV. Die abnorm rasch am Morgen sich abspielende grosse Periode des Versuchs n. 3.
-

Anhang.

Historische Bemerkung über die Entdeckung der Selbsterwärmung.

In der Literatur wird zwar Lamarck einhellig als der Entdecker der Aroidenwärme genannt, dagegen wird sowohl die *Arum*-Art, an welcher, wie das Jahr, in welchem er seine Entdeckung gemacht haben soll, verschieden angegeben. Dies veranlasst mich, den Sachverhalt in Folgendem klar zu stellen.

Abgesehen davon, dass Spätere vielfach, wie es scheint, die Citate aus zweiter Hand genommen haben, scheint die Unsicherheit der Angaben zum Theil zunächst daher zu rühren, dass Lamarck die zwei in Frage kommenden *Arum*-Arten *italicum* und *maculatum* anfänglich nur als Varietäten behandelt. Seine berühmte Observation, in welcher er die erste Mittheilung macht, steht in dem im Jahre 1778 erschienenen 3. Band der ersten Auflage der Flore françoise des Verfassers p. 538 unter n. 1150 d. h. *Arum maculatum* L. und lautet: „Lorsque le chaton fleuri est dans un certain état de perfection ou de développement, il est chaud au point de paroître brûlant, et n'est point du tout à la température des autres corps; cet état ne dure que quelques heures: j'ai observé ce phénomène sur une variété de cette plante, que M. de Tournefort nome *arum venis albis, italicum, maximum*. Inst. 158.“ Es ist also zweifellos *Arum italicum*, an welchem er das Phänomen beobachtete.

In der Encyclopédie méthodique. Botanique Tome III, Paris 1789 p. 9 wiederholt er unter n. 7: Gouet d'Italie seine Mittheilung, erweitert sie und hier giebt er auch das Entdeckungsjahr bestimmt an: „— — C'est un phénomène que nous avons découvert il y a plus de dix ans (en 1777), et que nous avons bien vérifié depuis par des observations faites avec soin. — — nous ne doutons pas que les autres

Gouets et toutes les plantes de cette famille, n'offrent le même fait dans les mêmes circonstances, quoique d'une manière, plus ou moins marquée, selon l'épaisseur plus ou moins grande de leur chaton.“

Erst in der 3. Auflage der flore française, welche er mit Decandolle herausgibt, ist auch von *A. maculatum* die Rede. Da heisst es p. 151 nach dem Gattungscharakter von *Arum*: „Lamarck a remarqué que le chaton de quelques gouets, tels que le Gouet d'Italie et le gouet commun, acquiert — — une chaleur considérable“.

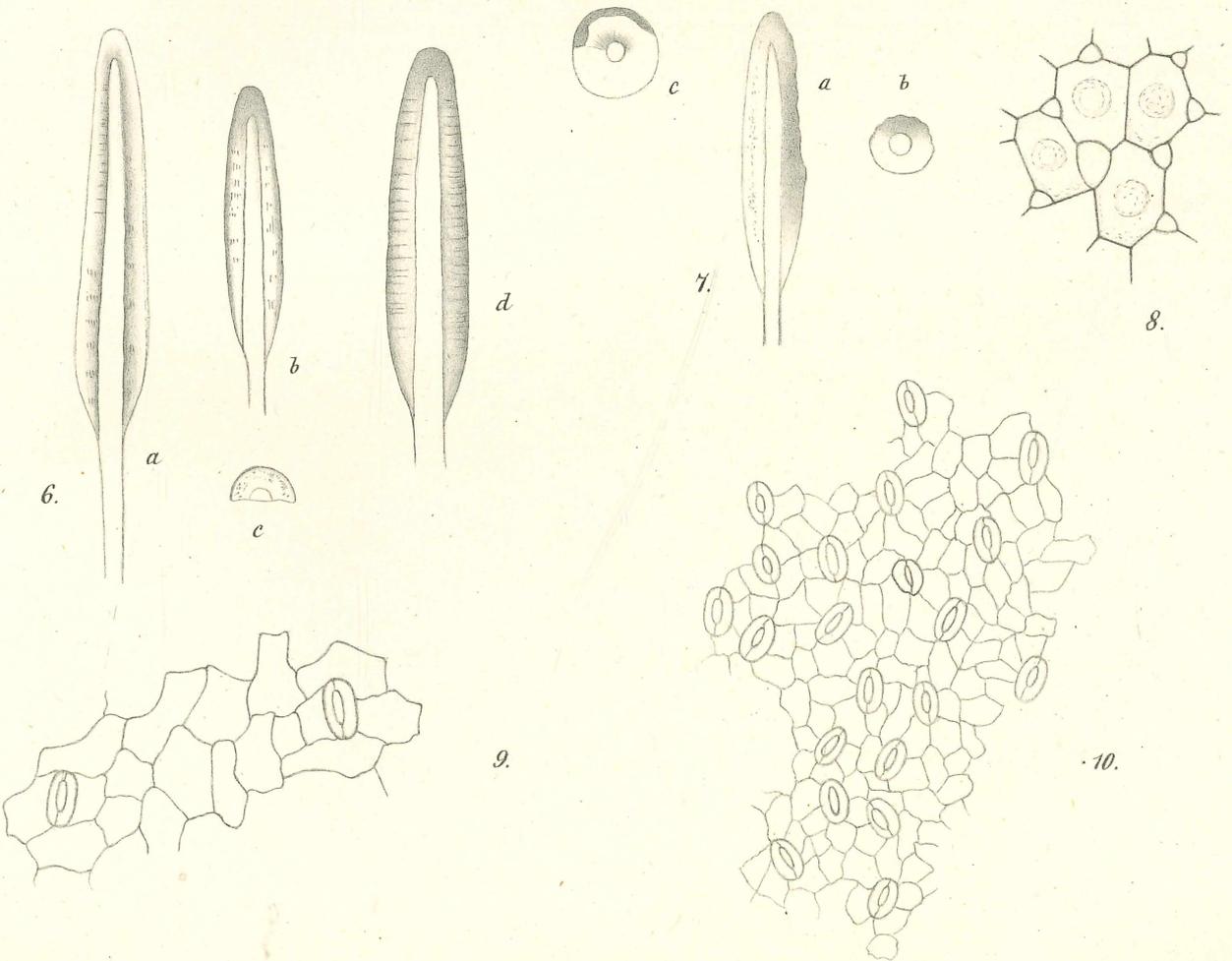
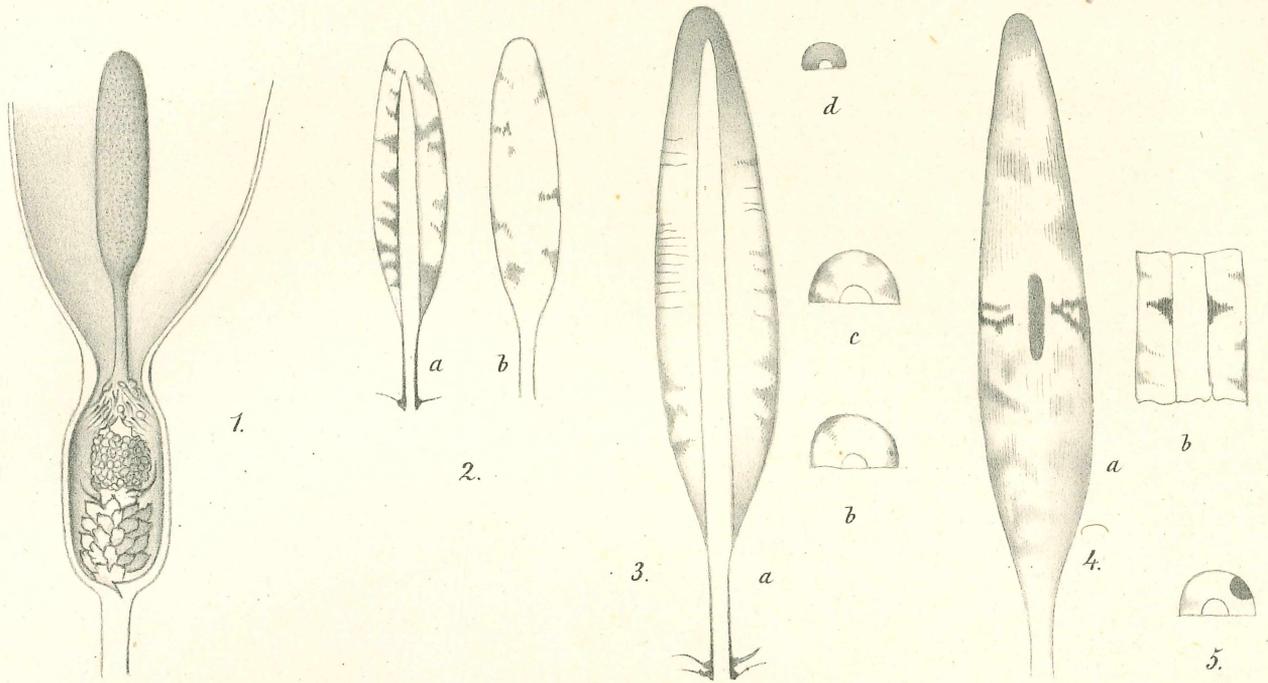
Es ist demnach ungenau, wenn Senebier, bei Mittheilung der ersten thermometrischen Beobachtungen an *A. maculatum* sagt, La Marck gebe in seiner flore française das *Arum maculatum* Linné's als seine Beobachtungspflanze an (Usteri, Ann. d. Bot. 15. Stück Leipzig 1795 S. 119 und Phys. végét. III 1800 p. 313).

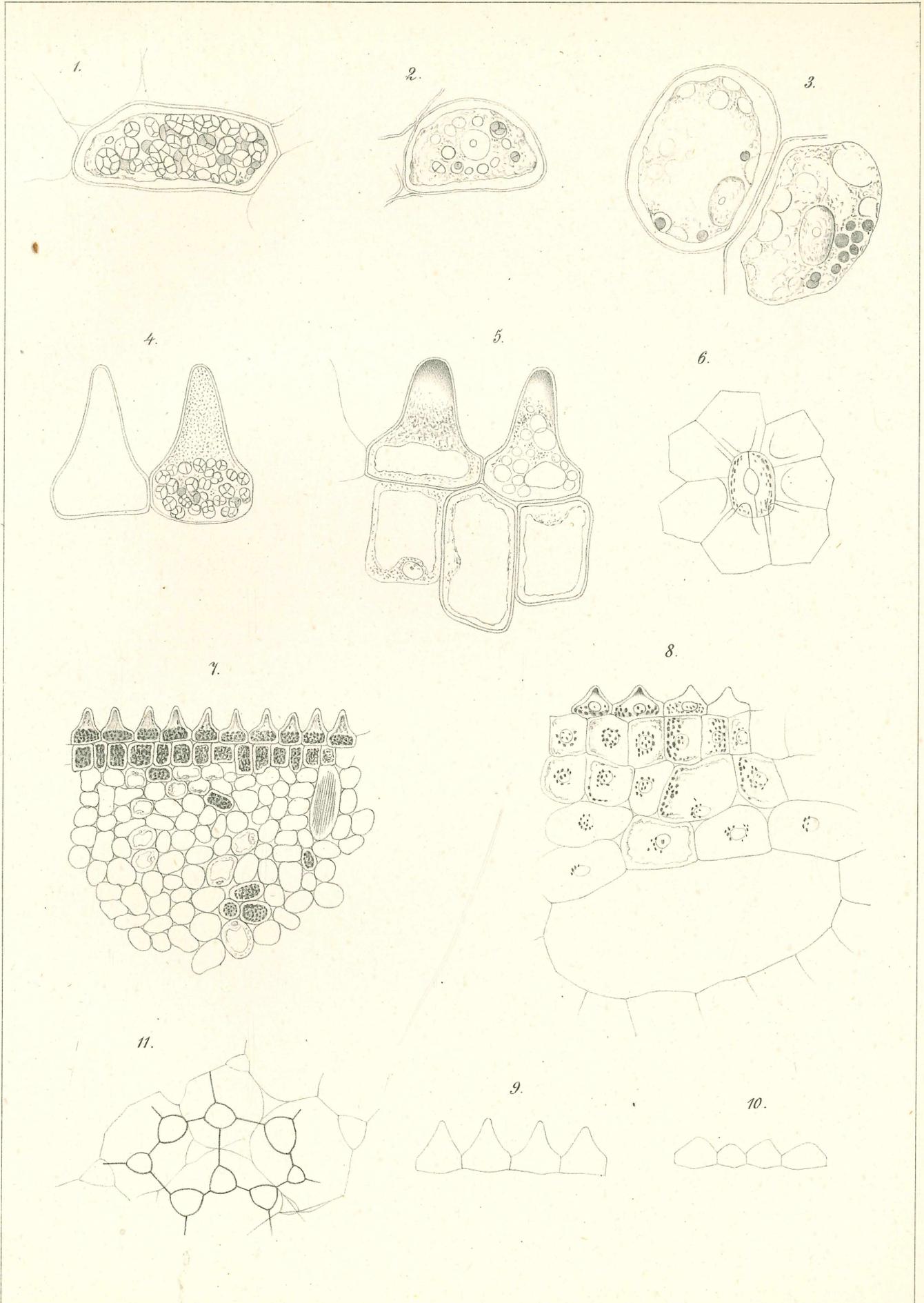
Auf diese Senebier'sche Angabe aber wiederum hat, wie die Quellenangabe beweist, Gärtner gefusst, wenn er (Vers. u. Beob. über die Befruchtungsorgane 1844 S. 157 und 606) ungenau sagt, Lamarck habe zuerst an dem Spadix von *A. maculatum* (und später auch an *A. italicum*) seine Entdeckung gemacht.

Leider befindet sich die unrichtige Angabe, dass die Blütenwärme an *A. maculatum* entdeckt sei, auch in dem „Handbuch der Physiologie“ von Pfeffer (Bd. I S. 409) zugleich mit verfehelter Band- und Jahreszahl im Citat.

Auch hinsichtlich der Jahreszahl ist nicht überall die nöthige Genauigkeit beobachtet. So giebt Neugebauer (De calore plantarum. Diss. inaug. Vratislaviae 1845 p. 9) rund das Jahr 1780 als Entdeckungsjahr. Nach Hoppe (Nova Acta T. XLI P. 1 S. 199) hat es den Anschein, als ob Lamarck seine Beobachtung erst 12 Jahre hinterher veröffentlicht habe. Noch unrichtiger aber ist, wenn Hoppe die Priorität der Entdeckung der Aroideenwärme für Gmelin in Anspruch nehmen will. Bekanntlich wurde die Selbsterwärmung des Kolbens von *Arum italicum* auch im Karlsruher botanischen Garten beobachtet. Gmelin sagt in der Flora badensis alsatica Tom. III Carlsruhae 1808 p. 585. „Incalescentiam Spadicis, durante fructificatione, de qua primus ill. Lamarck mentionem fecit, in nostra specie italica ultra octodecim annos in horto botanico Carlsruhano cum Schweykerto hortorum inspectore observavi.“ Das wäre demnach etwa im Jahre 1790. Wie Hoppe (a. a. O. S. 204) dazu kommt zu behaupten, Gmelin-Schweykert wollten die Wärme „lange vor den Veröffentlichungen Lamarcks beobachtet haben“, ist, wie mir scheint, nur unter Annahme eines Uebersetzungsfehlers von seiner Seite, begreiflich. Die Autoren selbst sagen, wie man sieht, Nichts davon. Hoppe citirt jedoch aus zweiter Hand, nämlich nach Dutrochet

p. 65. Dort steht aber „bien long-temps avant eux (nämlich Gmelin-Schw.) par Lamarck“, also das gerade Gegentheil von dem, was Hoppe wiedergiebt. Herr Geheimrath Döll in Karlsruhe, den ich um biographische Ermittlungen über Gmelin gebeten, schreibt mir: „Gmelin ist im Jahr 1762 in Badenweiler geboren und erhielt in dem benachbarten Müllheim seinen in Realfächern wohl nicht weit ausgreifenden Mittelschul-Unterricht. 1778 bezog er die Universität Strassburg; Lamarck gegenüber kann also von Priorität jedenfalls nicht die Rede sein.“





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Halle](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Kraus Gregor

Artikel/Article: [Über die Blütenwärme bei Arum italicum 35-76](#)