

Ueber
die Blüthenwärme

bei

Arum italicum

von

Gregor Kraus.

Zweite Abhandlung.

Mit 3 Tafeln.



Wiederholte römische Ferientaufenthalte haben mir seit Erscheinen der ersten Abhandlung über die Blütenwärme beim *Arum italicum* Gelegenheit gegeben, meine Beobachtungen und Versuche über das seltsame Phänomen an dieser Pflanze fortzusetzen.

Rom birgt unmittelbar vor den Thoren eine wahrhaft classische Fundstätte des *Arum*. Auf den sonnigen oder ulmenbeschatteten Grasflächen der „Villa suburbana“ des Fürsten Borghese wächst unsere Pflanze in jeder nur wünschbaren Fülle und Verfassung. In freundlichem Entgegenkommen gestattete mir der Fürst wiederholt Eintrittsbillete „per ogni giorno ora e luogo“ und eröffnete mir so die Möglichkeit nach freiem Ermessen die Pflanze zu studiren und Materiale zur Untersuchung zu sammeln. In erster Linie fühle ich mich daher verbunden, ihm meinen lebhaften Dank abzustatten.

Nicht minder danke ich meinem Freunde Briosi und seinem Nachfolger in der Direction der Stazione agraria in Rom, professore del Torre, welche mir Räumlichkeit und Einrichtung des genannten Instituts in liberalster Weise zur Verfügung stellten.

So allein wurde es möglich, die höchst merkwürdige Erscheinung der Blütenwärme bei dieser Pflanze und insbesondere einen Athmungsprocess, der an Intensität des Auftretens, Schnelligkeit des Verlaufs und strenger Localisirung seines Gleichen im Pflanzenzeich kaum wiederfindet, noch näher kennen zu lernen.

I.

Die stofflichen Veränderungen in der Keule bei der Erwärmung.

Einleitung und Uebersicht.

Bei oberflächlicher äusserer Betrachtung der Keule vor, während und nach der Erwärmung bieten sich an derselben keine augenfälligen Zeichen von den colossalen Veränderungen, die im Innern statt haben, dar. Man findet zwar manchmal die verblühten Keulen eigenthümlich wachsartig durchscheinend — es ist dann das Gewebe derselben offenbar mit wassererfüllten Intercellularräumen versehen*) — allein ein regelmässiger Begleiter der Verbrennung ist diese Erscheinung keineswegs. Bei näherer Betrachtung freilich bleiben auch die äusseren Zeichen innerer Veränderungen nicht aus: Keulen aus der Knospe fühlen sich fest und prall an, verblühte Keulen haben weiches, nachgebendes Gewebe; erstere sind spröde, haben einen glatten, trocknen, mehligten Bruch, letztere sind, auch wenn sie straff erscheinen, von zäher, biegsamer Consistenz, im Bruch wässerig; beim Verwelken trocknen die Knospen fast ohne Gestaltveränderung ein und zeigen, dass sie mit festen Materien vollgepfropft sind, verblühte Exemplare fallen schrumpfend zusammen; Betupfen mit Jodlösung macht die Knospenkeulen aussen und innen tief schwarzblau, die verblühten Keulen werden gelb; die frischen Knospenkeulen sind schwerer als Wasser und sinken darin unter, die verblühten sind specifisch leichter und schwimmen in Wasser. Auch beim Verkohlen zeigt sich ein grosser Unterschied: die Knospenkeulen ver-

*) Abgestorben ist es nicht. Man könnte etwa vermuthen, es handle sich um eine Ueberhitzung der Gewebe, und nachfolgende Tödtung derselben; allein dem ist nicht so: stellt man die wachsartig durchscheinenden, immer schlaffen und biegsamen Keulen in Wasser, so werden sie wieder steif. Auch die Prüfung der Gewebeelemente mit Färbemitteln ergibt nachträglich, dass die Primordialschläuche, nach wie vor, für solche undurchlässig sind. — Die Injection der Intercellularräume mit Wasser mag wohl daher rühren, dass bei der Erhitzung von den Zellen des Parenchyms mehr Wasserdampf in die Intercellularen ausgehaucht wird, als momentan durch die Spaltöffnungen austreten kann.

kohlen ruhig zu einer wenig zusammensinkenden Masse, die verblühten Keulen sinken stark ein, blähen sich und laufen auf dem Platinblech herum.

Welcher Art diese Veränderungen sind, ist bisher von Niemand näher untersucht worden; doch existiren einige kurze Bemerkungen über den Gegenstand. De Candolle gibt in der „Physiologie“ (Uebers. von Röper II, 124) an, Dunal habe „vor der Befruchtung“ aus 70 gr Keulensubstanz 3 gr Stärke, „nach der Befruchtung“ dagegen nur $\frac{1}{2}$ gr erhalten.*)

Am klarsten macht Sachs (Exp. Phys. S. 293) auf die Bedeutung und Ungleichheit des Stärkegehalts vor und nach der Erwärmung aufmerksam: „Eine der Substanzen, welche das Material zur Verbrennung und zwar schliesslichen Bildung von Kohlensäure (und wahrscheinlich auch der von Wasser) hergeben, scheint das Amylum zu sein. Dasselbe findet sich nach meinen Beobachtungen an *Arum maculatum* vor der Entfaltung der Spatha in überaus grossen Mengen im Parenchym der Keule und der übrigen Theile des Kolbens, verschwindet aber aus ersteren und den männlichen Organen während der Befruchtungszeit vollständig.“

Aber das ist auch Alles, was über Inhalt der Keule und die Veränderung desselben bei der Erwärmung existirt. Bei Garreau (Ann. scienc. nat. III. Sér.

*) Die Arbeit Dunal's selbst ist, wie Röper a. a. O. S. 125 bemerkt, in Deutschland wenig bekannt. Ich hebe die diesbezügliche Stelle aus derselben aus: „Les appendices glanduleux du spadix de l'*Arum italicum* ont leur surface très-ferme, consistante, et d'une couleur blanche fort terne, avant la déhiscence des anthères. A cette époque de la durée de ces fleurs, j'ai séparé de leur base les appendices terminaux d'un assez grand nombre de spadix, et je les ai traités comme les pommes de terre dont on veut extraire la fécule; une quantité assez notable d'amidon très-blanc s'est déposée au fond du vase; 70 grammes de pâte formée par les appendices broyés ont donné 3 grammes de fécule desséchée à la température de 20 degrés. Cette expérience a été répétée, et la seconde opération a produit un resultat analogue à celui de la première.“

Des quantités égales d'appendices glanduleux de la même espèce de Gouet, ont été séparés des autres parties de leurs châtons, après l'émission du pollen qu'on trouve alors en grande quantité au fond de la spathe qui enveloppe l'appareil génital de ces plantes. A cette époque de leur durée, ces appendices ont acquis une couleur jaune plus foncée, la consistance de leur tissu est moins ferme, et leur surface, sans être précisément humide, est lisse et plus luisante. Traités comme ceux d'un âge moins avancé, ils n'ont point donné de fécule; on a retiré seulement du fond du vase dans lequel on avait placé l'eau qui avait lavé la pâte formée par ces appendices, une petite quantité d'une matière grisâtre qui a pesé 0^g, 5, lorsqu'elle a été desséchée à la température de 20^o. — Die obige Angabe die sich, wie man sieht, auf reine Keulensubstanz und nicht etwa zugleich mitanalysirte andere Blüthen-theile bezieht, ist jedenfalls nnr eine sehr ungefähre; die von ihm „vor der Befruchtung“ (also wohl in der aufblühenden Pflanze) gefundene Stärkemenge entspricht 4,3% der frischen Keulensubstanz, während thatsächlich 25,5% vorhanden sind. Die Angabe über Stärkemangel „nach der Befruchtung“ entspricht dem normalen Verhalten; in erkalteten Keulen findet sich der Regel nach keine Stärke mehr.

16. Tome p. 250), wo sich vielleicht etwas Hierhergehöriges vermuthen liesse, existirt keine diesbezügliche Mittheilung; die später zu erwähnenden Bemerkungen von Arcangeli (Nuovo Giorn. bot. ital. Vol. XV 1883 p. 90) beruhen nicht auf Untersuchung des Objects.

Ich versuchte daher, mir zunächst ein genaueres Bild von der ursprünglichen Zusammensetzung der Keule zur Zeit des Aufblühens zu machen und dann den Veränderungen nachzugehen, welche dieselbe durch die Erwärmung erleidet. Es wird gut sein, wenn wir uns die Resultate der Untersuchung*), die später im Einzelnen durchgegangen werden sollen, zunächst tabellarisch vorführen.

A. Procentische Zusammensetzung der lebenden Keule an wichtigen Bestandtheilen vor und nach der Erwärmung.

	Knospenkeule	Verblühte Keule (nach 1 Tag)
Wasser	61,1	89,9
Stärke	25,5	0,0
Zucker	4,5	0,0
Eiweisskörper	3,6	3,84
Amidkörper	1,3	1,43
Pflanzensäuren	0,9	1,33
Lösliche unbek. Körper	0,84	1,2
Asche	0,77	0,75
	<u>98,51</u>	<u>98,45</u>

B. Uebersicht der Trockensubstanzveränderungen in Procenten der Trockensubstanz.

	Knospe	Warme Keule	Verblühte Keule
Stärke	65,6	56,0	0,0
Zucker	12,2	8,3	0,0
Eiweisskörper	9,56	11,4	38,1
Amide	3,48	4,05	14,23
Säuren	2,34	2,62	13,24
Unbek. Subst.	0,84	5,1	3,27
Asche	2,0		7,5

*) Eine Mittheilung darüber habe ich in der Sitzung der Naturf. Ges. zu Halle vom 23. Febr. 1884 gemacht. Vgl. den Auszug derselben in den Sitzber. dies. Ges.

C. Bewegungen der einzelnen Stoffe bei der Erwärmung.

I. Wasser und Trockensubstanz.

	Wasser	Trockensubst.	% Trockensubst.	% Abnahme
Knospenkeule	61,1	38,9	100	0
Warme Keule	67,1	32,9	84,6	15,4
Verblühte Keule	89,9	10,1	25,9	74,1

II. Lösliches und Unlösliches in der Trockensubstanz.

	Lösliche Substanz	Unlösliche Substanz	Unbekannt vom Löslichen ist	in % der Knospen-trockensubstanz
Keule in der Knospe	18,8	81,2	0,78	0,84
Keule warm	21,1	78,9	6,13	5,1
Keule verblüht	40,1	59,9	12,63	3,24

III. Kohlehydrate.

	Amylum	Zucker	Gesammtheit
Keule in der Knospe	65,6	12,2	77,8
Keule warm	56,0	8,3	64,3
Keule verblüht	0,0	0,0	0,0

IV. Stickstoffgehalt.

	Gesamt N		N löslich		N unlöslich	
	gefunden	berechnet	gefunden	berechnet	gefunden	berechnet
Knospenkeule	1,9		0,37		1,53	
Keule warm	2,34	(2,24)	0,43	(0,44)	1,85	(1,78)
Keule verblüht	7,66	(7,3)	1,51	(1,43)	6,1	(5,9)

V. Eiweiss- und Amidkörper.

	Eiweiss	Amide	Verhältniss
Knospenkeule	9,56	3,48	1 : 2,7
Warme Keule	11,4	4,05	1 : 2,8
Verblühte Keule	38,1	14,23	1 : 2,7

VI. Pflanzensäuren (als wasserfreie Aepfelsäure berechnet).

	Gefunden	Auf Knospentrockensubst. berechnet	Demnach Zunahme
Knospenkeule	2,34		
Warme Keule	2,62	(2,7)	0
Verblühte Keule	13,24	(9,03)	4,21 (1,0)

Die Zusammensetzung der Keule an physiologisch werthvollen Stoffen vor dem Aufblühen ist also folgende:

1. Die Keule besteht aus fast genau $\frac{3}{5}$ Wasser und $\frac{2}{5}$ Trockensubstanz (C, I).
2. Von der Trockensubstanz besteht weitaus der grösste Theil (77,8 %) aus Kohlehydraten und zwar beträgt das Amylum nahezu 66%, „der Zucker“ etwa 12 % (C, III).
3. Stickstoffhaltiger Substanzen sind lösliche und unlösliche. Die unlöslichen, ohne Zweifel dem Protoplasma und den Eiweisskörpern zugehörig, betragen 9 % (C, V), die löslichen nur wenig mehr als 3 %.
4. Die Pflanzensäuren betragen nachweislich etwa 2 %.

Die Veränderungen, die während der Erwärmung vor sich gehen, sind nun folgende:

1. Während der Erwärmung, wie wir hinzufügen wollen, binnen weniger Stunden, verliert die Keule im Durchschnitt 74,1 % ihrer Trockensubstanz (C, I), also fast genau $\frac{3}{4}$ derselben — ein im Pflanzenleben sonst unerhörter Vorgang. Man beachte, dass Samen bei wochenlangender Finsterkeimung kaum die Hälfte ihrer Substanz einbüßen.

2. Nachweislich verschwinden während derselben Zeit alle Kohlehydrate, Stärke und Zucker, im Betrag von 77,8 % (C, III). Diese Kohlehydrate decken nicht allein den wirklichen Trockensubstanzverlust; es bleiben offenbar von denselben noch Reste (3,7 %) in Form anderer Körper in der Keule übrig.

3. Die stickstoffhaltigen Körper — lösliche und unlösliche (Eiweiss und Amidkörper) bleiben in ihrem quantitativen Verhältniss merkwürdiger Weise bei der Erwärmung völlig unberührt (C, IV und V).

4. Die von Anfang an in der Keule befindlichen Pflanzensäuren vermehren sich bei der Erwärmung ansehnlich. Die gefundenen Thatsachen lassen sich ungewungen so deuten, dass sie aus dem nicht zu CO_2 verbrennenden Reste der Kohlehydrate entstehen; und zwar entstehen aus den Kohlehydraten während der ersten Erwärmung nicht sogleich Säuren, sondern (mir zunächst) unbekannte lösliche Körper, die sich erst in der zweiten Hälfte der Erwärmung in Säuren umbilden, so jedoch, dass noch ein Rest jener Körper übrig bleibt (C, II Columne 4 und C, VI).

1. Wasser und Trockensubstanz.

Die Arumkeule (ohne Stiel) ist in Trockensubstanz und Wassergehalt, wenigstens zur Zeit des Aufblühens, nicht mit gewöhnlichen vegetativen Organen zu vergleichen;

sie ist so reich an Trockensubstanz, dass sie nur mit den mehreichsten Reservestoffbehältern oder mit frischen mehligem Samen verglichen werden kann.

Der mittlere Gehalt der Knospenkeule an Wasser beträgt 61,1 %, die Trockenmasse demnach 38,9 %. Es übertrifft also die Keule auch die substanzreichste Kartoffel an fester Masse noch um 7 % (Ebermayer, Phys. Chemie d. Pflanze S. 26), steht dagegen allerdings noch um 5 % gegen die wasserreichsten Eicheln zurück (a. a. O.). — Dieser Gehalt der Keule unmittelbar vor dem Aufblühen schwankt innerhalb eines Jahres und Standorts nur wenig. Einmal fand ich (man vgl. Tabelle I, I n. 1) nur 36,3, in einem Falle dagegen 40,8 % Trockensubstanz. Dagegen kann ähnlich, wie dies bei mehligem Samen oder Knollen der Fall ist, der Trockengehalt je nach dem Jahrgang ansehnlichen Schwankungen unterliegen. Die Angaben über Trockensubstanz, wie ich sie eben machte, beziehen sich auf den Frühling 1883. — Im Frühjahr 1884 wurde die Trockensubstanz jenes Jahrgangs nur ausnahmsweise und annähernd erreicht (37,6); es zeigten die Keulen gewöhnlich nur etliche 30 %, ja der Gehalt ging auf 29 % herunter. Es setzt dies ein der Production von organischer Substanz ungünstiges Jahr voraus.

Arum maculatum (aus den Elsterauen bei Halle stammend) zeigt (vgl. Tabelle I, I n. 5) schwankt mit seinem Substanzgehalt in ähnlichen Grenzen, wie das *Arum italicum*; derselbe ist eher noch ein klein wenig grösser. Bei 9 Exemplaren die am 25. Mai (1883) Nachmittag 2 Uhr eben anfangen sich aufzurollen, ergab sich ein Durchschnittsgehalt von 41,0 % (Frischgew. 4,217, Trockengew. 1,729); bei einem Exemplar, das in der Spatha bereits einen 4 mm breiten Schlitz hatte, fand ich 42,2 % (frisch 0,346 trocken 0,146). Es ist also in diesem Falle das *Arum* unserer Klimate sogar etwas besser mit Brennmaterial ausgerüstet als das italienische.

Diese Zusammensetzung aus Festem und Flüssigem ändert sich nun während der Verbrennung innerhalb 18—24 Stunden ganz ausserordentlich. Man vergleiche zunächst einmal die Tabelle I, I n. 4, welche Trockensubstanz und Wasser am zweiten Morgen nach dem Erwärmungsabend (also ungefähr 36 Stunden nach der Erwärmung) zeigt: da ist das Trockengewicht auf 10,1 % zurückgegangen, der Wassergehalt auf nahezu 90 % (89,9) gestiegen, im Mittel; im Einzelnen kann er auf 91,1 % hinauf und auf 89 % herunter gehen.

Wollte man sich vorstellen, diese Vergrößerung des Wassergehaltes beruhe auf Wasseraufnahme, bei etwa gleichbleibender absoluter Trockensubstanzmenge, d. h. sie sei bloss eine relative; dann müsste jedenfalls eine sehr ansehnliche Vergrößerung

der Keule während der Erwärmung stattfinden. Der sich mehrende Wassergehalt verlangte eine Vergrößerung des Volums der Keule um 1 cc und mehr, wie man aus den Zahlen der Tabelle leicht ableiten kann, eine Vergrößerung, die selbst ohne genaue Messung deutlich wahrzunehmen wäre. Ich habe aber zum Ueberfluss constatirt, dass während der Erwärmungszeit nicht die geringste Längen- oder Dickenvergrößerung vorgeht, eher das Gegentheil (Auftragen von Marken in der Länge, Anlegen des Tastzirkels an genau fixirten Stellen in der Dicke der Keule.*) — Eine solch überwiegende Wasservermehrung bei Nacht ist auch aus dem Grunde nicht wahrscheinlich, weil, wie wir später sehen werden, zur Erwärmungszeit eine überaus grosse Transpiration stattfindet. — Nachdem wir festgestellt, dass die Keulen bei Nacht nicht wachsen, ist auch das oben erwähnte veränderte specifische Gewicht der Keulen hieher zu verwerthen. — Es darf weiter darauf hingewiesen werden, dass, wie jeder Schnitt zeigt, in der Nacht die Stärke aus der Keule spurlos verschwindet und wie Garreau bewiesen (a. a. O.) hunderte von Kubikcentimetern Kohlensäure ausgehaucht werden. — Den unumstöslichen Beweis aber dafür, dass die 74% verschwundener Trockensubstanz wirklich und nicht relativ verschwunden sind, bringen wir später, indem wir die verschwundene Substanz (Kohlehydrate) wirklich nachweisen. Bei der Keule von *Arum maculatum* fand ich die Consumption von Trockensubstanz ähnlich, ja noch etwas grösser; sie sinkt bis 9,9% herab. — —

Ein solcher Substanzverlust, in so überaus kurzer Zeit, ist ein im Pflanzenreich sonst unerhörter Vorgang; aber ein solcher Substanzverbrauch macht auch allein die ausserordentliche Erscheinung der Erhitzung der Keule begreiflich. Nur durch die Verbrennung eines solchen Kohlenmaterials lässt die Entstehung von Temperaturgraden einsehen, welche weit über die Fieberhitze warmblütiger Thiere hinaus, ja bis an die Grenze der Gerinnungstemperatur des Eiweisses hinangehen.

*) Statt vieler, nur zwei Beispiele: Möglichst grosse warme Keulen werden Abends 5 Uhr von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{2}$ cm der Länge nach markirt und stehen während der Nacht, wo nachgewiesener Maassen alle Stärke verbrannte, in Wasser. Die Messung am andern Morgen ergab: 1. Beispiel. Die 4 cm lange Keule zeigt in den 2 unteren cm gar keine Veränderung, der 3. cm hatte um $\frac{1}{2}$ mm, der 4. um $1\frac{1}{2}$ mm abgenommen. 2. Beispiel: Keule ungefähr 5 cm lang; von den 4 aufgetragenen cm bleiben die 3 unteren ganz ungeändert, der obere hat sich etwa um $\frac{1}{2}$ mm verkürzt. — Ich bemerke noch, dass sich nach 1 Tag, bei weiterem Stehen in Wasser die Verkürzung wieder ausglich, wobei die Keulen steif und lebendig blieben. Offenbar war die Wasserzuleitung über Nacht zu gering, um den bedeutenden Transpirationsverlust der Keule bei der Erwärmung ganz zu decken; erst nach dem Erkalten glich sich der Verlust wieder aus. — Aus der Thatsache, dass die Keule bei der Verbrennung der Stärke ihre Grösse nicht wesentlich ändert, folgt übrigens, dass der Raum derselben von Wasser eingenommen wird und der grössere Wassergehalt verblühter Keulen hieraus resultirt.

Man beachte, wie klein sich dagegen der Substanzverlust von Dunkelkeimlingen ausnimmt, ein Verlust, den man sonst immer als Beispiel beträchtlicher Verathmung anzuführen pflegt. In dem von Boussingault (Agronomie, Chimie agric. et Physiologie Tome IV, 1868 p. 259—261) gegebenen Beispiel von dem im Dunkel keimenden Mais verloren die Körner in 20 Tagen 47,6% Trockensubstanz, also (eine gleichmässige Abnahme einmal angenommen) per Tag ungefähr 2,4%, d. h. etwa 31 mal weniger als unsere Keulen. Bei dem Beispiel des Weizens (l. c. p. 247) wurden in 7 Wochen 57,2% Substanz, also per Tag 1,2%, d. i. fast 62 mal weniger als bei uns verloren.

Weiter herunter als bis zum Morgen des 2. Tages nach der Erwärmung braucht der Substanzverlust nicht verfolgt zu werden, ja, weiter zu verfolgen ist kaum möglich. Denn bekanntlich wird am späteren Morgen nach der Erwärmungsnacht der Pollen ausgestreut, im Laufe des Nachmittags verlassen die Insecten den Blütenstand, und damit ist schon am Abend des ersten Tages der ganze uns interessirende Vorgang beendet. — Keule, Spatha, Antheren gehen dem Absterben entgegen, nur die Fruchtknoten, oft noch einige Zeit von der vertrocknenden Keule gekrönt, entwickeln sich weiter, zu den bekannten rothen Beeren.

Dagegen wollen wir den Substanzverlust noch einmal weiter rückwärts verfolgen und sehen, wie sich derselbe während der Erwärmungszeit selbst macht. Zunächst zeigt die Trockengewichtsbestimmung von Keulen unmittelbar nach der Erwärmungsnacht (Tabelle I, I n. 3), also nach höchstens 18 Stunden (am Morgen; wo die Narbe mit Tröpfchen bedeckt, der Pollen noch nicht ausgefallen, die Insecten noch durch die straffstehenden Sperrhaare internirt sind), dass weitaus der grösste Theil des Materials schon um diese Zeit verbrannt ist. Wir finden nur noch 11,1% Trockensubstanz, also nur 1% mehr, als 24 Stunden später. Es werden demnach, der Regel nach, in höchstens 18 Stunden 71,3% Trockensubstanz verarbeitet; in den folgenden 24 Stunden nur noch ein weiteres Procent.

Es ist nicht ohne Werth auf diesen Verbrauch fast des ganzen Materials in der ersten Nacht hier ausdrücklich hinzuweisen; denn damit fällt offenbar jede Möglichkeit für eine zweite Erwärmung, wie sie von manchen Schriftstellern als Regel behauptet worden ist, hinweg. Wir kommen auf diese Frage noch zurück. — Dagegen dürfte dies geringe noch verfügbare Brennmaterial hinreichen, um den von mir gelegentlich am Morgen noch beobachteten äusserst geringen thermometrisch messbaren Temperaturüberschuss der Keule zu erklären. In ähnlicher Weise erklärt

sich dann auch die Thatsache, dass die Keulenstiele am Morgen gewöhnlich noch einen messbaren Temperaturüberschuss erzeugen.

Am Tage der Erwärmung selbst habe ich gegen Abend, nachdem also die Blüten einige Stunden warm geworden, aber noch keineswegs ihr Temperaturmaximum erreicht hatten (zwischen 5 und 6 Uhr), Trockengewichtsbestimmungen vorgenommen. Die Tabelle I, I n. 2 zeigt, dass die Keulen um diese Zeit im Mittel 32,9 % Trockensubstanz besitzen, also bereits 15,4 % verloren haben.

Aus den bisher gegebenen Daten über den Trockensubstanzverlust lassen sich, wenn auch das Bild nicht vollständig wird, einige Schlüsse über die Schnelligkeit der Substanzabnahme zu verschiedenen Zeiten machen. Rechnet man — das ist reichlich genommen — die Zeit des Aufblühens bis zur Bestimmungszeit des warmen Kolbens von 2¹/₂—5¹/₂ Uhr, also 3 Stunden, die Zeit von der Bestimmung der Trockensubstanz der warmen Keule bis zum andern Morgen gegen 10 Uhr, 16 Stunden, von da bis zur Untersuchung verblühter Keulen 24 Stunden, so haben wir

Substanzverbrauch vom Aufblühen bis Abends 5 Uhr	5,1 %
Substanzverbrauch in der Erwärmungsnacht	3,5 %
Substanzverbrauch am folgenden Tag	0,08 % p. Stunde.

Im Mai 1883 habe ich einige Trockengewichtsbestimmungen an *Arum maculatum* (dem Freien entnommen) ausgeführt, welche noch deutlicher zeigen, dass die Verbrennung des gewaltigen Materials in wenigen Stunden vor sich gehen kann und wohl meistentheils thatsächlich vor sich geht.

Während die normale Knospenkeule bei *A. maculatum* über 40 % Substanz enthält, fand ich bei einer Keule, deren Spatha halbgeöffnet war, davon 39,2 %*), bei einer seit Nachmittag warmen Keule Abends 7 Uhr 25,2 %**), Abends 10¹/₂ aber nur 11,5—9,6 %***) d. h. in letzterem Falle war nach höchstens 8 Stunden (2¹/₂—10¹/₂ Uhr gerechnet) das ganze disponible Trockenmaterial schon vollständig verbrannt; denn am andern Morgen, als die Keule kalt und Narben bereits mit Tröpfchen bedeckt waren, fand ich gleichfalls 10—11 % Trockengewicht. †)

*) Keule	frisch 0,355	trocken 0,139—39,2 %.
**) Keule	frisch 0,8588	trocken 0,2163—25,2 %.
***) 2 Keulen	frisch 1,344	trocken 0,1303—9,6 %.
1 Keule	frisch 0,680	trocken 0,0743—10,9 %.
1 Keule	frisch 1,515	trocken 0,1743—11,5 %.
†) 1 Keule	frisch 0,3468	trocken 0,0353—10,2 %.
1 Keule	frisch 0,5718	trocken 0,0863—11,6 %.

Noch genauere Bestimmungen über die Schnelligkeit der Verbrennung des Materials innerhalb der Erwärmungszeit werden wir unten bei der Betrachtung des Stärkemehls der Keule mitzuthellen haben.

Es versteht sich übrigens von selbst, dass die Analyse verschiedener erwärmter Kolben, selbst zur nämlichen Stunde ausgeführt, recht ungleiche Resultate ergeben kann; die Menge des verbrannten Materials einzelner Keulen zu einer bestimmten Zeit ist offenbar verschieden nicht nur nach der Stunde des Aufblühens, sondern auch nach der Schnelligkeit und dem Grade der Erhitzung. Diese Factoren sind aber erwiesener Maassen bei verschiedenen Individuen verschieden. Ein Blick auf die Trockensubstanztafel (I, I n. 2) zeigt auch, dass (um die stets gleiche Analysirungszeit, zwischen 5 und 6 Uhr) manche Keulen erst 1% (n. 4), andere bereits 10% Trockenmaterial verbrannt haben. Ja am 24. April 1883 fand ich bei 5 Exemplaren warmer Keulen um die oben genannte Zeit einen Substanzverlust von 19%*), also binnen weniger Stunden die Hälfte des Gewichts.

Es sei endlich noch der Keulenstiele und ihres Substanzverlustes gedacht. Auch diese erleiden, in ähnlicher aber geringerer Art Substanzverluste, wie zu erwarten war, nachdem eine mehrgradige Temperaturerhöhung derselben constatirt ist. Bei Stielen der Knospe und warmer Keulen fand ich rund 12%, bei verblühten Exemplaren dagegen rund 8,5%, das entspricht aber einem Substanzverluste von 66% gegenüber dem Knospengewichte.

2. Zusammensetzung der Trockensubstanz. Kohlehydrate.

Beim Aufblühen hat die Arumkeule eine Zusammensetzung an organischer Substanz, die am ehesten mit der mehreicher Samen zu vergleichen ist. Man vergleiche einmal die Liste B, welche wir Eingangs (s. oben S. 263) gegeben haben, mit der Liste der organischen Stoffe, welche Boussingault in den Maiskörnern angibt (Pfeffer, Pfl. Physiol. I 283): die letztern bestehen zum weitaus grössten Theil aus Kohlehydraten, und enthalten deren etliche 70%, ganz wie unsere Keulen. Der Gehalt an Stickstoffsubstanzen beträgt hier wie dort etwa 10%, auch der Aschengehalt ist ganz analog (1,8 bzw. 2%). In Einem freilich weichen sie völlig von einander ab. Die Samen als Ruhezustände der Pflanze enthalten die Wanderform der Kohlehydrate und Eiweisskörper (Zucker und Ammoniakstickstoffe) nicht, in unserer Keule sind sie in ansehnlicher Menge (12,2% „Zucker“ und 3½% Amide)

*) Abends 5 Uhr 5 Keulen frisch 4,02 trocken 0,79.

vorhanden; in dieser Hinsicht stimmt die Arumkeule, etwa mit der lebenden Kartoffelknolle überein. Auch das Verhältniss des löslichen und unlöslichen Stickstoffs kommt mit dem in vegetirenden Organen überein.

Des Näheren ist die Zusammensetzung der Keule aus den Eingangs gegebenen Tabellen A—C ersichtlich; hier wird es nun unsere Aufgabe sein, über die Bedeutung, welche den Stoffen bei der Erhitzung der Keule zukommt, eine klare Vorstellung zu gewinnen.

Nach den ausführlichen Untersuchungen von Garreau (Ann. scienc. nat. III. Sér. Tome XVI 1851 p. 250—256) über die Vorgänge des Gaswechsels bei der warmen Keule ist es allgemeine Auffassung geworden, die Erwärmung der Keule als die Folge eines überaus lebhaften Athmungsprocesses anzusehen, eines Athmungsprocesses, der sich von dem gewöhnlichen Athmungsvorgang lebender Pflanzentheile nur durch seine excessive Intensität unterscheidet. Denn Garreau hat nachgewiesen, dass das wesentliche äussere Kennzeichen der Athmung, die Abscheidung von CO_2 (und Wasser) während der Erwärmung und in gerader Proportion zur Stärke derselben stattfindet.

Naturgemäss hat sich demnach unser Augenmerk zunächst denjenigen Stoffen zuzuwenden, welche bei der Athmung überhaupt in Frage kommen.

Seit den Boussingault'schen Untersuchungen über die Keimung (z. B. Compt. rend. 1864 Tome 58 p. 881sq.) war man gewöhnt die stickstofffreien Substanzen, zumal die Kohlehydrate und Fette als in erster Linie und wohl auch ganz allein in Mitleidenschaft gezogen zu betrachten; erst in neuester Zeit hat sich die Ansicht Eingang verschafft, dass bei der Athmung auch die Eiweisskörper in Anspruch genommen werden, „dass vielleicht die Lösungsproducte von Stärke u. s. w. in Verband mit Eiweissmoleculen treten und dauernde Zerspaltung dieser bewirken (Pfeffer, Pfl. Phys. I, 346—47)“. Die bisherigen Untersuchungen über die Theilnahme der Eiweisskörper an dem Athmungsprocesse haben aber noch keineswegs zu ganz sicheren Resultaten geführt. — Unter den Zersetzungsproducten, die eventuell bei der Zerstörung von Kohlehydrate und Eiweisskörpern entstehen, waren vor Allem die Pflanzensäuren im Auge zu behalten.

Kohlehydrate: Stärke und Zucker.

In der Knospe besteht weitaus die grösste Masse der Substanz aus Kohlehydraten, sie stellen 77,8% derselben dar, und von diesen kommen 65,6% auf Stärkemehl, und 12,2% „Zucker“ (Tabelle B) — von der Frischsubstanz macht das

25,5 bzw. 4,5 %. Es ist demnach die Keule ungefähr so stärkereich wie eine gute Kartoffelknolle (Ebermayer a. a. O. S. 196). Uebrigens kann, wie aus der Specialtabelle I zu ersehen ist, bei verschiedenen Exemplaren der Gehalt um 10 % schwanken. — Bei *Arum maculatum* fand ich 68 und 69 % Stärke.

Der Zucker oder richtiger die reducirenden Substanzen betragen in Summa 12,2 %. Es sind aber zweierlei reducirende Substanzen vorhanden: 1. eine direct reducirende, die wir wohl richtig als Glycose (Dextrose*), oder Maltose?) ansehen dürfen; 2. eine Substanz oder wohl Zuckerart, die erst nach dem Erhitzen mit einigen Tropfen Schwefelsäure reducirt. Diese wollen wir in Ermangelung eines bessern aber durchaus vorbehaltlich einer späteren besseren Belehrung Saccharose nennen. Was aus den gewonnenen Zahlen zu ersehen ist, ist ein ungleiches Verhältniss der beiden Zuckerarten und zwar ungleich zu Gunsten von Saccharose. So ist z. B. (vgl. Specialtabelle I unter „Zucker“) bei 10 % Gesamtzucker 7,9 % Saccharose, bei 13,9 % Gesamtzucker 8,9 % indirect reducirende Substanz vorhanden. — In der einzigen Analyse von *Arum maculatum* fand ich wenig Zucker (4 %). —

Aus der verblühten Keule sind diese Kohlehydrate, Stärke wie Zucker, der Regel nach spurlos verschwunden (Uebersichtstabellen A, B u. C III). Zahllose qualitative Proben mit Jodlösung, auf den Arumfeldern selbst ausgeführt; zahlreiche Keulen im Laboratorium mit Fehling geprüft, ergaben immer dasselbe Resultat.

Ausnahmsweise kann allerdings noch etwas Stärke rückständig sein; wir werden später bei der anatomischen Analyse der Keulen diese Fälle berühren; auch Zucker kann sich bis nach dem Verblühen erhalten. So fand ich z. B. in einem verblühten *Arum maculatum* (3 Keulen) noch 1,3 % direct reducirende Substanz. In diesen Fällen sind die vorhandenen Kohlehydrate der unverbrannte Rest von einem durch irgend welche Ursachen gestörten unvollkommenen Erwärmungsprocess. Man beobachtet solche partielle Verbrennungen gelegentlich im Freien bei Regenwetter oder niederer Nachttemperatur, häufiger aber, wenn man Blütenstände abschneidet und im Wasser stehend im Zimmer verblühen lässt.

Bevor wir uns zu weiteren Erörterungen wenden, wollen wir einer Frage, deren Beantwortung mir allerdings zweifellos und fast selbstverständlich erscheint, ihrer Wichtigkeit wegen, doch ein paar Worte widmen; der Frage, wohin die Kohlehydrate beim Verblühen gekommen sind. A priori sind offenbar 3 Möglichkeiten zu erwägen. Die Kohlehydrate können sein:

*) Der wässerige Gesamtauszug aus warmen und verblühten Keulen dreht rechts.

1. Zum Wachsthum an Ort und Stelle verwendet,
2. Aus der Keule fortgeleitet z. B. rückwärts in die sich entfaltenden (Antheren) und entwickelnden (Ovula und Fruchtknoten) Fortpflanzungsorgane,
3. Verbrannt an Ort und Stelle beim Athmungs- und Erwärmungsprocess.

Zu 1. Wie ich bereits oben mitgetheilt habe, lässt sich beim Auftragen von Marken auf die sich erwärmende Keule während der Zeit des „Paroxysmus“ nicht die geringste Längen- oder Dickenzunahme constatiren. Die Keule wächst vom Moment des Aufblühens sicherlich nicht mehr. Ja ich glaube sogar versichern zu können, dass sie überhaupt wachsthumsunfähig ist, indem sie z. B. beim Niederlegen unfähig ist Schwerkraftskrümmungen auszuführen; diese geschehen eventuell im Stiel derselben. — Auch in der Dicke der Zellwände, in der Menge der vorhandenen Zellelemente ist zwischen aufblühenden und verblühten Exemplaren kein Unterschied. — Unter diesen Verhältnissen ist also absolut keine Möglichkeit abzusehen, wie etwa Stärke und Zucker in Cellulose hätten übergehen können, ein Vorgang, der übrigens auch durch die Rapidität seines Verlaufes seines Gleichen kaum aufzuweisen hätte.

Zu 2. Die Ansicht, dass die Stärke- und Zuckermassen der Keule in Bausch und Bogen über Nacht hinweggeleitet würden, bedarf wohl keiner ernstlichen Behandlung; wohl aber könnte man die Meinung discutiren, ob nicht ein Theil der Kohlehydrate abwärts wandere und beispielsweise den befruchteten Ovarien zur Weiterentwicklung diene. Dem gegenüber will ich bloss die Thatsache feststellen, dass auch isolirte warme Keulen Stärke und Zucker über Nacht völlig einbüßen. Ich habe Dutzendmale eben warm gewordene Keulen mit ihrem Stiel (über den Sperrhaaren abgeschnitten) über Nacht in Wasser gestellt und auf Wärmegang und Substanzveränderung beobachtet. Solche isolirte Keulen machen zwar nicht ausnahmslos, aber häufig genug den Wärmegang regelmässig durch und sind — anfänglich stärkereich — des andern Morgens völlig oder bis auf geringe Spuren stärkefrei, wie man leicht durch Einlegen der ganzen Keulen in Jodlösung constatiren kann. Noch deutlicher spricht die Trockengewichtsbestimmung. Z. B. 2 Keulen vom 17. April ergaben, Abends warm in Wasser gestellt, den andern Morgen:

1. Keule frisch 1,362 trocken 0,056—11,4 %.
2. Keule frisch 1,552 trocken 0,153—9,8 %.

Es bleibt somit gar keine andere Möglichkeit, als die verschwundenen Kohlehydrate in Gasform exhalirt, verathmet anzunehmen. Diese Annahme liegt ja ohnehin klar als richtig vor Augen, seitdem Garreau die gewaltige Kohlensäureaus-

scheidung warmer Arumkeulen festgestellt hat (Ann. scienc. nat. a. a. O.), deren Abstammung aus kohlehaltigem Material des Keulenninnern zwingend sicher ist. Aus den von ihm gefundenen Kohlensäuremengen lässt sich unschwer die Stärkemenge berechnen, welche zu ihrer Production nöthig ist und zeigen, dass die letztere sehr gut mit den thatsächlichen Analysen harmonirt, z. B.:

In dem Versuch p. 253 gibt ein Kolben von 3, 5 Frischgewicht in 24 Stunden 525 cc CO₂. Diese enthalten 0,282 gr Kohlenstoff und geben 0,635 gr Stärke.

In dem Falle, wo p. 254 770 cc Kohlensäure producirt werden, würden 0,4137 C erhalten und daraus 0,931 gr Stärke zu berechnen sein. Diese errechneten Zahlen passen sich aber, wie man sieht, sehr schön den Zahlen an, welche wir direct durch Analyse festgestellt haben. — —

Beim Vergleich der warmen Keulen (Uebersichtstabelle C, III) ergibt sich, dass bereits nach einigen Stunden die Kohlehydrate ansehnlich abgenommen haben. Die Analysen, auf welche sich die hier zu berichtenden Daten gründen, sind alle von Exemplaren, die Abends zwischen 5 und 6 Uhr in lebhaft warmem Zustand getödtet wurden, nachdem sie höchstens in den ersten Nachmittagsstunden, gewöhnlich zwischen 2, 3 und 4 Uhr aufgeblüht waren. Die nun gefundenen Kohlehydrate sind 64,3 %, davon kommen 56 % auf Stärke, 8,3 % auf Zucker. Das ergibt, auf die Trockensubstanz der Knospe als 100 bezogen, eine Gesamtabnahme um 17,4 %, der Stärke allein um 14,7 %.

Ein interessantes Factum an der warmen Keule ist, dass sich das Verhältniss von direct und indirect reducirender Substanz (Glycose, und Saccharose) wesentlich geändert hat. Während in der Knospe die Saccharose überwiegt (7—8 % beträgt) ist dieselbe in der warmen Keule in kaum mehr als 1 % vorhanden, dagegen die Glycose zu einer ähnlichen Höhe angewachsen.

Einen Einblick in die Schnelligkeit des Verbrauchs der Kohlehydrate, speciell der Stärke während der verschiedenen Abschnitte der Wärmeperiode, sowie über den Zusammenhang desselben mit der producirten Wärmeintensität und ausgeschiedenen Kohlensäure geben uns die unter No. IV der Tabelle I verzeichneten Analysen. Hier wurden gleichzeitig aufgeblühte und möglichst gleich starke Exemplare zu verschiedenen Stunden d. h. in verschiedenen Stadien der Erwärmung untersucht. Es lässt sich auf diese Weise das Fortschreiten des Verbrauchs ev. von Stunde zu Stunde verfolgen.

Das Resultat, welches aus den 3 Versuchsreihen gleichmässig hervorgeht, ist zunächst, dass der Verbrauch der Kohlehydrate kein gleichmässiger ist. Der Verbrauch

steigert sich zunächst von Stunde zu Stunde, erreicht ein Maximum, und vermindert sich dann, bis zum völligen Aufbruch des Materials. Am schönsten tritt das in dem Versuch vom 1 April 1884 hervor. Hier wurden von 6—7 Uhr Abends 10,2, von 7—8 Uhr 24,6 (es ist dies ohne Zweifel die Zeit des Wärmemaximums), von 8—9 Uhr 11,5 Procente Stärkemehl verbrannt. Um 9½ Uhr war bereits der ganze Stärkevorrath verbrannt. Oder unter der Annahme dass unser oben festgestelltes Knospenmittel von 65,6 % Stärke allgemeine Gültigkeit habe, sind bis Abends 6 Uhr 20,3 %, bis 7 Uhr 30,5 %, bis 8¼ Uhr 54,1 % Stärke verbrannt. — Absolut würden in der Zeit von 6—7 Uhr fast 3 Milligramm Stärke pro Minute verbrannt. — Ein ähnliches ist aus den beiden andern Versuchen zu sehen; nur war hier Abends 9 Uhr noch ⅕ der ursprünglichen Stärkemenge unangegriffen; das zweite Beispiel zeigt aber, dass bis nach Mitternacht nurmehr geringe Reste davon übrig bleiben. Dies Verhalten stimmt ganz mit dem Gang der Erwärmung. Man vergleiche Heft I S. 4—5; es stimmt ferner mit den Erfahrungen über den Verlauf der Kohlensäureproduction, wie ihn Garreau ermittelt hat.

Es bleibt uns noch übrig einen sehr interessanten Punkt zu berühren: den Vergleich des Kohlehydratverlustes mit dem an Trockensubstanz überhaupt. Es zeigt sich bei dieser Gelegenheit, dass mehr Kohlehydrat verschwindet als Trockensubstanz, d. h. offenbar, dass nicht alle Kohlehydrate, die als solche verschwinden, die Keule in Form von CO₂ verlassen, sondern in andere Körper verwandelt in der Keule verbleiben.

Es ist nämlich Trockensubstanz und Stärke

in der Keule	100	77,8
im verblühten Exemplare	25,9	<u>0,0</u>
Demnach Verlust	74,1	77,8

Demnach gehen 3,7 % Kohlehydrat nicht verloren, sondern bleiben in der Keule zurück. Wir werden diese Substanz bei der Betrachtung der „Säuren“ wiederfinden.

Eine weitere Untersuchung zeigt auch, dass der grössere Theil dieser Umwandlungsproducte der Kohlehydrate, wie es scheint, gleich anfangs gebildet wird.

Bis zum Warm werden verliert nämlich die Knospe

an Kohlehydrat	17,4
an Trockensubstanz	<u>15,4</u>

Demnach sind Umwandlungsproducte 2,0

Die warme Keule verliert bis zum Schluss des Processes

an Kohlehydrat 60,4

an Trockensubstanz 1,7

Demnach entstehen Umwandlungsproducte 1,7

3. Die Pflanzensäuren.

Das Gewebe der Keulen, auf blaues Lacmuspapier gedrückt, reagirt in der gewöhnlichen Weise sauer; ein Unterschied in der Stärke gegenüber andern Geweben ist nicht wahrzunehmen. Auch konnte ich, nach dem Augenmaass zu schliessen, einen wesentlichen Unterschied zwischen Knospen, warmen und verblühten Exemplaren nicht sehen; wenigstens liesse sich eine scheinbar stärkere saure Reaction verblühter Exemplare durch die grössere Wässerigkeit des Querschnitts, Knospen gegenüber, erklären.

In Gleichem reagirt auch der wässerige oder weingeistige Extract aus den Keulen, in jedem Entwicklungsstadium sauer und verbraucht beim Titriren zur Neutralisation eine — allerdings sehr geringe — Menge Alkali. Bei genauerem Arbeiten liess sich deutlich ein grösserer Säuregehalt im verblühten Exemplar nachweisen. So fand ich es schon bei getrockneten Exemplaren von *Arum italicum*, wenn ich möglichst gleich grosse Keulen nahm, mit gleichen Mengen Wasser auszog und titrirte. Versuche mit lebenden Exemplaren von *Arum maculatum* sprachen noch deutlicher. So wurde z. B. am 28. Mai von Knospen und verblühten Exemplaren genau ein Cubikcentimeter Substanz mit 30 cc Weingeist zerrieben, nach $\frac{1}{2}$ Stunde filtrirt; darauf ergab 1 cc Flüssigkeit Verbrauch von Natronlauge (1 : 1000) in Tropfen:

Knospe 3 verblüht 6.

Ein zweiter Versuch: Knospe 7 verblüht 11.

Das bewies klar, dass beim Erwärmungsprocess der Keule der Säuregehalt sich mehrt.

Um der Säure etwas näher zu treten wurde eine Bestimmung mit Bleiessig versucht. Da nachgewiesener Maassen in dem wässerigen Extract keine gelösten Eiweisskörper vorkommen, da ferner in *A. italicum* Gerbstoff nicht in bestimmbarer Quantität auftritt, so dürfte wohl — vorbehaltlich einer späteren besseren Belehrung — der Bleiessigniederschlag von den sog. Pflanzensäuren herrührend angenommen werden; es gibt auch eine Erscheinung, die mit einiger Wahrscheinlichkeit auf Vorhandensein von Aepfelsäure bezogen werden kann. Verkohlt man nämlich trocken verblühte Keulen, so bläht sich die Kohle auf und läuft schliesslich auf dem Platin-

blech herum — eine Erscheinung, die bei dem notorischen Zuckermangel in der verblühten Keule auf die genannte Säure deutet. Beim Trocknen zeigen die verblühten Keulen sehr häufig das Ausschwitzen saurer gummiartig dicker Tröpfchen, die später zu weissen Kalkpunkten eintrocknen. — Der wässerige Auszug verblühter Keulen gibt, etwas eingengt, mit dem mehrfachen Volum Alkohol einen starken weissen Niederschlag; oxalsaures Ammon gibt reichliche Menge gelösten Kalkes an. — Alles das legt die Vermuthung nahe, dass die Aepfelsäure als saures Kalkmalat vorhanden sei. Auf diese Wahrscheinlichkeit fussend, habe ich eine Anzahl Analysen mit Bleiessig ausgeführt und aus den getrockneten Niederschlägen von ev. Bleimalat die Säure als wasserfreie Aepfelsäure berechnet.

Das aus den Einzelbestimmungen (Tabelle I unter „Pflanzensäuren“) erhaltene Gesamtergebnis lautet:

	Gefundene Aepfelsäure in % der jeweiligen Trockensubstanz	Berechnet auf Aepfelsäure der Knospe	Differenz
Knospe	2,34	0	0
Warme Keule	2,62	2,7	0
Verblühte Keule	13,24	9,03	+ 4,21 % = 1,09 % auf Knospentrockensubstanz.

Aus dieser Aufstellung geht hervor:

1. Dass anfänglich, im ersten Erwärmungsstadium, eine Vermehrung der Säure nicht statt hat;

2. Dass sich aber bis zum Schlusse der Wärmeperiode eine Vermehrung von 1% der Knospentrockensubstanz herstellt.

Bei der Frage, woher die neugebildete Säure stamme, eine Frage, die, wie mir scheint, hier mit vieler Sicherheit gelöst werden kann, wird es von wesentlichem Nutzen sein, wenn wir uns vorher mit den Resultaten einer andern Untersuchung bekannt machen, die in gewissem Zusammenhang mit dieser Frage steht: die Frage nach der Quantität des Löslichen überhaupt.

In der Uebersichtstabelle C II sind die Quantitäten dessen, was im Wasser überhaupt löslich ist, aufgeführt. Es zeigt sich, dass enthält

Knospe	18,8 %
Warme Keule	21,1 %
Verblühte Keule	40,1 % der jeweiligen Trockensubstanz.

Wir sind durch diese Zahlen im Stande, festzustellen, was uns vom Löslichen noch unbekannt ist (vgl. Uebersichtstabelle C II).

Bekannt ist von dem Löslichen (vgl. Uebersichtstabelle C III, V und VI)

	Zucker	Amide	Säure	Summa
bei der Knospe	12,2	3,48	2,34	18,02
bei der warmen Keule	8,3	4,05	2,62	14,97
bei der verblühten Keule	0	14,23	13,24	27,47

Demnach fehlen oder sind unbekannte Stoffe

	Von der jeweiligen Trockensubstanz	Auf Knospensubstanz berechnet
in der Knospe	0,78	0
in der warmen Keule	6,13	5,1
in der verblühten Keule	12,63	3,24

Diese Zahlen als verlässlich vorausgesetzt, ergibt sich somit einmal, dass während der Erwärmung Lösliche für uns aber unbekannte Stoffe entstehen, ferner, dass diese Substanzen sich im Anfange des Erwärmungsprocesses anhäufen, später aber zum Theil wieder verarbeitet werden.

Es mag nicht unerwähnt bleiben, dass auch bei der Keimung der Maiskörner von Boussingault eine Vermehrung „unbestimmter Stoffe“ gefunden worden ist (vgl. Pfeffer, Pfl. Phys. I, 283); ein Gleiches bei Detmer (Keimung ölhaltiger Samen S. 39 und 40).

Kehren wir nun zur Frage nach der Herkunft der Säuren und auch dieser eben besprochenen unbestimmten Stoffe zurück, so ist kein Ausweg, sie anders als von den Kohlehydraten abzuleiten. Sie allein können in letzter Instanz das Material zu ihrer Bildung sein; man braucht nur die Uebersichtstabelle C zu übersehen, um sofort zu erkennen, dass andere Substanzen zu ihrer Bildung höchstens die Nhaltigen Körper wären — allein diese bleiben bei dem Erwärmungsprocesse, soweit sich sehen lässt, ganz unverändert.

Das oben geschilderte Verhalten der unbestimmten löslichen Substanzen legt die Annahme sehr nahe, dass aus den Kohlehydraten zuerst andere, unsere unbekanntes Körper entstehen, und dass aus diesen dann die Pflanzensäuren oder um ganz correct zu werden, die mit Bleiessig fällbaren Körper hervorgehen.

4. Die stickstoffhaltigen Substanzen.

Auf die Wichtigkeit, welche beim heutigen Stande von der Athmung den Nhaltigen Substanzen beigemessen wird, ist schon eingangs hingewiesen worden und man sollte meinen, dass, wenn irgendwo, bei einem Athmungsprocess von so beispiel-

loser Intensität, wie er sich in der heissen Arumkeule abspielt, die Betheiligung der Stickstoffbestandtheile hervortreten müsse und wahrgenommen werden könne.

Es sind aber 2 Fragen, allerdings von ungleicher Bedeutung, die hierbei ins Auge zu fassen waren: einmal war es nicht ohne Interesse die Bilanz des Gesamtstickstoffs zu discutiren. Denn die Frage, ob beim Athmungsprocess N-haltige Substanzen für die Pflanze zu Verlust gehen (ausgeschieden werden), wird zwar von den Meisten im verneinenden Sinn genommen; doch ist sie keineswegs über allen Zweifel entschieden: den exakten dabei maassgebenden Untersuchungen Boussingault's, welche die Unveränderlichkeit der Stickstoffquantität behaupten (Compt. rend. 1864 T. 58 p. 883), stehen andere Angaben mit grösseren oder kleineren Verlusten gegenüber (vgl. Detmer, Keimung ölhaltiger Samen S. 65—68; Pfeffer, Pfl. phys. I, 284 u. s. w.). Die weitaus wichtigere Frage, welche zu entscheiden war, ist die, ob beim Athmungsprocess eine Spaltung der Eiweisskörper, speciell die Bildung von löslichen Stickstoffproducten (wie Amidkörper) stattfindet. Für diesen Fall genügte es nicht, wie für den ersten, Anfangs- und Endstickstoff zu bestimmen, es musste hiezu auch in den Zwischenstadien (in der warmen Keule) nach solchen Körpern gesucht werden.

Um diesen Fragen zu genügen ist

1. der Gesamt-N-Gehalt in 3 Stadien (Knospe, warme und verblühte Keule) elementaranalytisch festgestellt,

2. in eben diesen 3 Stadien auch die wasserlöslichen und -unlöslichen Stickstoffkörper in ihrem quantitativen Verhalten bestimmt worden. —

Vorerst ist hervorzuheben — eine Thatsache, welche die Untersuchung wesentlich erleichterte — dass, wenigstens in der vorliegenden trocknen Arumkeule, keine anorganischen stickstoffhaltige Substanzen vorkommen. In dem wässerigen Extrakt ward sowohl auf Ammoniak (durch Nessler'sches Reagens), als auch auf Nitroverbindungen mittelst Diphenylamin und Brucin umsonst gesucht.

Bei der Frage, welche organische N-haltige Körper im wässerigen Auszug der Keulen den Stickstoffgehalt verursachen, sind wiederum lösliche Eiweisskörper und Peptone auszuschliessen. Ich darf mich begnügen darauf hinzuweisen, dass alle Erkennungszeichen für Albumine und Peptone bei wiederholten genauen Prüfungen am kaltbereiteten Keulenauszug wirkungslos blieben. So z. B. für lösliche Eiweisskörper neben Aufkochen, Millon'sche Probe, Kupfervitriol und Kali, Ferrocyankalium und Essigsäure; für Peptone Kupfervitriol und Kali oder Phosphorwolframsäure.

Dagegen zeigt sich nach dem Kochen des Extrakts mit Schwefelsäure eine

sehr starke Reaction auf Ammoniak — ein Beweis, dass ansehnliche Mengen amidartiger Körper vorhanden sind. Unter diesen Verhältnissen trug ich kein Bedenken, den durch Elementaranalyse gefundenen löslichen Stickstoff als Asparagin zu berechnen — ein Verfahren, das ja überhaupt der Richtigkeit der unten behaupteten Resultate keinen Abtrag thun kann.

Resultate.

1. Der procentische Gesamtstickstoff der Knospe stimmt mit dem Gehalt, wie ihn Knollen z. B. die Kartoffelknolle (Ebermayer a. a. O. S. 665) aufweisen, nach dem Verblühen steigt er zum Stickstoff der Samen auf (Lupine z. B., a. a. O.). Vgl. Uebersichtstabelle C IV. Berechnet man den bei der Knospe gefundenen Stickstoff auf die jeweilige Trockensubstanz der warmen und verblühten Keule, so stimmen die thatsächlich gefundenen und die errechneten Procente so auffallend überein, dass daraus die Unveränderlichkeit des Stickstoffquantums beim Erwärmungsprocess absolut sicher erscheint.

	Gefundener Gesamtstickstoff	Beobachteter Stickstoff
Knospe	1,9	0
Warme Keule	2,34	2,24
Verblühte Keule	7,66	7,3

2. Eine Thatsache von ausserordentlicher Wichtigkeit, die wir constatiren, später aber näher erörtern wollen, ist dass das quantitative Verhältniss des löslichen und unlöslichen Stickstoffs durch alle Stadien der Erwärmung gleich bleibt. Die Uebersichtstabelle C IV ergibt:

	Löslicher	Unlös. N	Verhältniss
Knospe	0,37	1,53	1 : 4,1
Warme Keule	0,43	1,85	1 : 4,3
Verblühte Keule	1,51	6,1	1 : 4,1

Berechnet man, wie in der Uebersichtstabelle C V den löslichen N als Asparagin, den unlöslichen als Protein, so ergibt sich:

	Asparagin	Protein	Verhältniss
Knospe	3,48	9,56	1 : 2,7
Warme Keule	4,05	11,4	1 : 1,28
Verblühte Keule	14,23	38,1	1 : 2,7

Man sieht, dass der Eiweissgehalt an Eiweisskörpern etwa dreimal so gross ist als der an Amidkörpern (80,5 % Eiweisskörper zu 19,5 % Amiden). Das ist ein Verhältniss wie in vegetativen Organen (z. B. des Löwenzahns, Ebermayer a. a. O. S. 664).

5. Gerbsäure.

Anhangsweise mag hier eine kurze Betrachtung über den in den Arumkeulen enthaltenen Gerbstoff und sein Verhalten bei der Erwärmung Platz finden. Gerbstoff ist bekanntlich von Oser (Sitzungsb. Wiener. Acad. Bd. 72. II. Abth. 1875 S. 171) als Verbrauchsmaterial bei innerer Respiration beansprucht worden, eine freilich nicht weiter begründete Meinung, der sich in jüngster Zeit auch Kutscher (Flora 1883 S. 74) angeschlossen hat.

In *Arum italicum* zwar, obwohl es in den Gefässbündeln einzelne „Gerbstoffschläuche“ enthält, konnte makrochemisch an dem zu Gebote stehenden geringen Materiale Gerbstoff weder qualitativ noch quantitativ nachgewiesen werden. Dagegen gab *Arum maculatum*, dessen rothe Färbung schon grössere Mengen versprach, hinreichend brauchbare Resultate.

Es sollte die Frage entschieden werden, ob die Gerbstoffquantitäten vor und nach der Erwärmung gleich blieben. Zur quantitativen Bestimmung der Gerbsäure bediente ich mich der Fleck'schen Methode: essigsäures Kupfer gab in dem wässerigen Extract einen hinreichenden und den bekannten charakteristischen flockig-braunen Niederschlag, der sich bei gelindem Erwärmen besser zusammenzog und als CuO bestimmt wurde.

Einige Beispiele werden die Frage beleuchten:

1. 5 getrocknete Knospenkeulen, äusserlich noch sehr hübsch rothbraun, wiegen 0,927 und ergeben $\text{CuO} = 0,033$.

10 verblühte Keulen, den vorigen äusserlich gleich, wiegen 0,241, verhalten sich nach der Trockensubstanz quantitativ genau wie verblühte Substanz zu Knospensubstanz (10 : 40). Diese Keulen gaben 0,037 CuO im Niederschlag.

2. In ähnlicher Weise ergaben 5 Knospenkeulen von 0,876 Trockengewicht 0,017 CuO, und 10 Stück verblühte von 0,330 Trockengewicht gaben 0,031 CuO. Hier dürften aber, sollte die Substanz der verblühten Exemplare gegenüber den Knospen rot. 10% betragen, nur 0,219 Trockensubstanz vorhanden sein und auf diese Menge Trockensubstanz berechnet würde man in den verblühten Exemplaren 0,020 CuO erhalten.

3. In Gleichem:

5 Knospen 1,185 wiegend ergaben 0,024

10 verblühte Exemplare im Gewicht von 0,365 ergaben 0,035 CuO, letztere CuO-Menge wäre aber auf gleiche Knospensubstanz berechnet nur 0,028.

Es ergibt sich aus diesen Bestimmungen, dass bei *Arum maculatum* die Gerbsäure im Erwärmungsprocess nicht verändert wird.

6. Fermente.

Dass in der Arumkeule diastatische Fermente vorkommen, war, nachdem Baranetzky das allgemeine Vorkommen stärkeumbildender Fermente in den Pflanzentheilen erwiesen*), wohl vorauszusehen, und um so mehr zu erwarten, als zur Erwärmungszeit eine gewaltige Stärkemasse in dem kleinen Organ binnen kurzer Zeit zu verzuckern ist. Es lässt sich in der That auf dem von Baranetzky eingeschlagenen Wege ohne Schwierigkeit das Vorkommen diastaseartig wirkender Körper in Keulen jeglicher Verfassung constatiren. Allein das war es nicht, was von Interesse sein musste; wichtiger erschien die Frage: Wird nicht das gewissermaassen plötzliche Auftreten der Wärme mit dem Aufblühen durch die Vermehrung des diastatischen, zur Verflüssigung von Kohlehydrat nöthigen Ferments eingeleitet? Es war die Frage zu entscheiden, ob in der eben sich erwärmenden Keule die Quantität des Ferments sich verändere, eventuell vermehre oder auch Verbrauch stattfinde, das Ferment sich vermindere.

Eine Anzahl nach Baranetzky's Methode angestellter Versuche zeigte mir, dass jedenfalls zur Zeit der Wärmeentwicklung keine Vermehrung, eher eine Verminderung diastatischer Ferments nachzuweisen ist. Es genügt die Versuchsmethode vorzuführen; die Versuche fielen alle in gleicher Weise aus: es wurden 2 tadellose, gleichgrosse und gleichdicke trockne Keulen (ohne Stiel), die eine aus der Knospe, die andere aus der warmen Blüthe stammend, mit Wasser zerrieben 12 Stunden extrahirt und der filtrirte klare, etwas oxalisirende Auszug auf gleiches Volum gebracht. Dieser Auszug wurde klar filtrirten Stärkelösungen (0,25 gr Stärke auf 100 cc Wasser) zugesetzt. In 5 cc Lösung wurde in gleichen Reagensröhrchen mit je 1, 2 und so weiter cc Extrakt versetzt und nach gleichen Zeiten die Wirkung mit dünner Jodlösung constatirt. Während die Probelösung der Stärke durch einen Tropfen Jodlösung tief und rein indigblau wird, tritt je dem Grade der Fermentirung in den mit Extrakt versetzten Gläsern Blaufärbung mit einem Stich in Violett, rein violette, weinrothe, gelblichrothe und schliesslich gar keine Färbung mehr ein.

Die Reactionen in den Reihen mussten, bei gelungenem Versuch, natürlich in gleichem Sinne ausfallen. Es zeigte sich z. B. 5 cc Stärkelösung mit 1, 2, 5 cc Extrakt über Nacht, am andern Morgen

	bei 1 cc	bei 2 cc	bei 5 cc
Knospe	Stich ins Violett	sehr deutlich violettblau	rein violett
Warme Keule	rein blau	Andeutung von Violett	Viel undeutlicher violett

*) Die stärkeumbildenden Fermente in den Pflanzen. 1878.

Dass peptonisirende Fermente nicht vorhanden sind, ergibt sich einfach aus dem bereits oben betonten Mangel aller Peptone.

7. Aschenbestimmungen.

Sie geschahen im Platintiegel bei geringer Glühhitze und ergaben leicht, sowohl bei *Arum italicum* als *maculatum* eine schöne blendend weisse lockere Masse, die an der Luft erst nach längerer Zeit Wasser anzog.

Sie wurden bloss unternommen, um die Quantität der Mineralbestandtheile der Keule kennen zu lernen; lehrten aber nebenbei auch, dass, wie von vornherein zu erwarten, die Gesamtaschenmenge in den verschiedenen Stadien der Erwärmung unverändert ist.

Eine qualitative Bestimmung ergab das Vorhandensein der üblichen Elemente, so z. B. Kali und Kalk, dann Chlor, Schwefel- und Phosphorsäure. Von einer quantitativen Analyse, zu der physiologisch kein Grund vorlag, wurde im Interesse des Untersuchungsmateriales verzichtet.

1. 26 Knospenskeulen von *Arum maculatum* wiegen frisch 16,008 trocken 6,3285 enthalten also 39,45 % Trockensubstanz. Diese ergibt 0,127 Asche = 2,0 % der Trockensubstanz, 0,7 % des Frischgewichts.

30 Stück verblühte Keulen wiegen frisch 14,036 trocken 1,659, enthalten demnach 11,7 % Trockensubstanz. Die Asche beträgt 0,124 = 7,5 % des Trocken- und 0,84 % des Frischgewichts. Rechnet man die 7,5 % auf Knospensubstanz um, so erhält man 1,94 % d. h. also: die Mineralsubstanzen sind bei der Erwärmung quantitativ unverändert geblieben.

2. Eine Probe, mit *Arum italicum* angestellt, gibt, der geringeren Substanzmenge ungeachtet, ein ganz gutes und gleiches Resultat.

Trockensubstanz der Knospenskeulen 0,486 Asche 0,0108 = 2,24 %

der verbl. Keule 0,562 Asche 0,062 = 11,03 %

die letztere %-Menge auf Knospensubstanz umgerechnet ergibt = 2,85 %.

Tabelle I.

Zur Methode. Die Untersuchungen wurden an Trockenmaterial gemacht, das in wohl-schliessenden Kapseln aufbewahrt war; übrigens erforderte die Conser-virung des Materials keine besondern Vorsichtsmaassregeln, da es sich in keiner Weise zum Verderben geneigt erwies.

Für die Hauptmasse der Untersuchungen wurden die Blütenstände Nach-mittags zwischen 3 und 5 Uhr oder Morgens zwischen 9 und 10 Uhr dem Freien entnommen. Als Knospenmaterial dienten solche Blütenstände, die mit Sicherheit versprochen den andern Tag aufzublühen; solche Blütenstände sind an ihrer Grösse, mehr gelblich weissen (nicht mehr grünen) Farbe der Tüte äusserlich, wie an der vollständigen Ausbildung der Blüthentheile im Innern, wohl auch Länge des Stiels zu erkennen. Was als „warm“ bezeichnet wird, sind die um genannte Zeit ge-sammelten völlig offenen Blüten, die im Laufe der folgenden 2 Stunden zur Ab-tötung (durch Hitze von 100—120°) kamen. Es sei ausdrücklich hervorgehoben, dass jede einzelne Keule (durch Anfühlen) auf wirkliches Erwärmtsein geprüft, und dass ausserdem noch der jeweilige Blüthenzustand mitgeprüft wurde (Narbenhaare strahlig entwickelt, Antheren geschlossen, Sperrhaare frisch und straff, Keule meist riechend, Thiere zum Theil bereits vorhanden). — „Verblühte“ Keulen wurden in 2 Zuständen genommen. Einmal solche unmittelbar nach der Erwärmungsnacht zwischen 9 und 10 Uhr früh. Da findet man die Narben mit Zuckertröpfchen und zahlreichen naschenden Fliegen besetzt, Antheren noch geschlossen, desgleichen die Sperrhaare straff und frisch, dagegen die Keulen erkaltet. Um diese Zeit oder häufiger am Nachmittag wurden auch eine zweite Kategorie, völlig verblühte Keulen gesammelt. Diese hatten, am Morgen gesammelt, die Erwärmungsnacht bereits 24 Stunden, am Nachmittag gesammelt nur ca. 12 Stunden hinter sich. Im Uebrigen waren diese Blütenstände, soweit es hier in Betracht kommt, äusserlich und innerlich ganz gleich: Narben schwarz vertrocknet, Antheren geöffnet, Pollen ausgefallen, Sperrhaare welk, die Besuchsthiere entflohen; häufig die Spathen schon welkend.

In allen Fällen wurden die ganzen Blütenstände rasch ins Laboratorium und dort sofort die Keulen im Luftbad getödtet und getrocknet.

a) Die Trockengewichtsbestimmungen wurden im Luftbad bei 100—120° gemacht.

b) Zur Bestimmung des Wasserlöslichen werden die Keulen fein zerrieben, kalt extrahirt, 18—24 Stunden hindurch. Der wässerige, auf bestimmtes Volum gebrachte Extrakt konnte in Theilen in Hoffmeister'schen Schälchen auf Trockensubstanz und dann zur N-Analyse benutzt werden ($N \times 9,43 =$ wasserfreies Asparagin).

In weiteren aliquoten Theilen konnte Fehling direct und indirect reducirende Substanz bestimmt werden.

Endlich war aus diesem Extract die Acidität durch Titration mit $\frac{1}{1000}$ Natronlauge oder der Bleiessigniederschlag herzustellen.

c) Der Filtrerrückstand wurde benutzt, theils zur Verbrennung mit Natronkalk und maassanalytischen Bestimmung des wasserunlöslichen Sticksoffs ($N \times 6,25 =$ Protein) theils zur Bestimmung der Stärke.

Zu letzterem Zwecke wurde der Rückstand mit Wasser (100 oder 200 cc), der mit 10 % Salzsäure (10 oder 20 cc) versetzt war, solange (etwa $\frac{1}{2}$ Tag) in lebhaftem Kochen erhalten bis eine mikroskopische Probe keine Stärke mehr in den Zellen erkennen liess. In der neutralisirten Flüssigkeit wurde mit Fehling reducirt und das Kupfer als CuO im Platintiegel bestimmt. Die Kohlehydrate wurden berechnet:

$$\text{CuO} \times 0,453 = \text{Glycose}$$

$$\text{CuO} \times 0,430 = \text{Saccharose}$$

$$\text{CuO} \times 0,408 = \text{Stärke.}$$

Ausser Acht wurde gelassen, weil sie physiologisch aussichtslos, Bestimmungen von Cellulose und Kalkoxalat. Alle Analysen beziehen sich, wo nicht ein Anderes bemerkt ist, auf Keulensubstanz (d. h. den „Appendix“ der Systematiker ohne Stiel) von *Arum italicum* und auf Material, das im Frühling 1883 (März und April) in der Villa Borghese in Rom gesammelt wurde.

I. Trockensubstanz und Wasser.

1. Keulen aus der Knospe.

Stückzahl	Frischgewicht	Trockengewicht	% Trockengewicht
1	5,153	2,000	38,81
1	3,480	1,336	38,3
1	1,780	0,670	37,9
1	1,854	0,700	37,9
1	3,524	1,278	36,3
1	3,130	1,200	38,3
1	1,878	0,696	37,1
4	11,235	4,580	40,8
11	32,034	12,460	38,9 %.
Mittl. Gewicht einer Keule	2,912	1,133	

1b. Keulen aus der Knospe. Frühling 1884.

		Frischgewicht	Trockengewicht	% Trockengewicht
26. März	1.	1 4065	0,4825	34,3
„	2. Keulenlänge 63 mm	2,8775	1,0795	37,6
„	3. Keulenlänge 45 mm } Keulendicke 9 mm }	2,2065	0,7045	32,0
„	4. Keulenlänge 47 mm } Keulendicke 11 mm }	3,0690	0,8895	29,0
„	5. Keulenlänge 35 mm } Keulendicke 7 mm }	1,9335	0,6135	31,7
27. März	6. 3 Keulen	4,9965	1,4230	28,5
„	7. 4 Keulen	7,3665	2,3515	32,0
1. April	8. 2 Keulen	3,8065	1,3710	36,1
9. April	9. 3 Keulen	5,3465	1,6540	31,2
„	10. 1 Keule	2,2265	0,6740	30,8

1c. Frühling 1884. Trockensubstanz der Keule ohne Stiel einer- und des übrigen Spadix andererseits. Letzterer Theil enthält die Keulenstiele, Sperrhaare, Antheren und Fruchtknoten mit dem kurzen Stiel in der Spatha.

		Frischgewicht	Trockengewicht	% Trockengewicht
1.	Keule (Knospe)	1,8410	0,6215	33,7
	Geschlechtsapparat	2,0465	0,4015	19,6
2.	3 Exemplare. Keule (Knospe)	4,9965	1,4230	28,5
	Geschlechtsapparat	4,7115	1,327	28,2
3.	Verblüht. Keule (Länge 56 mm)	2,3765	0,197	8,4
	Geschlechtsapp. (L. 50 mm) (Pollen ausgefallen)	1,4055	0,156	11,1
4.	Knospen. a) Keule (60 mm)	1,9995	0,5960	30,0
27. März	Geschlechtsapparat	1,5085	0,3865	25,7
„	b) Keule (40 mm)	2,1785	0,7255	33,4
	Geschlechtsapparat (65 mm)	2 0865	0,3555	17,1
„	c) Keule (45 mm)	1,9585	0,6565	33,6
	Geschlechtsapparat (60 mm)	1,3935	0,2860	20,6
„	d) Keule (40 mm)	2,5465	0,8005	31,5
	Geschlechtsapparat (70 mm)	2,0165	0,3860	19,2
5.	Knospe. Keule	1,244	0,417	33,5
9. April.	Stiel mit Sperrhaaren	0,441	0,0965	21,9

2. Warme Keulen (Abends zwischen 5 und 6 Uhr).

Stückzahl	Frischgewicht	Trockengewicht	% Trockengewicht
1	1,147	0,415	36,2
1	3,593	1,066	29,6
1	1,323	0,458	34,7
3	4,283	1,623	37,8
4	4,940	1,435	28,8
1	3,498	1,190	34,0
<hr/> 11	<hr/> 18,784	<hr/> 6,187	<hr/> 32,9%

3. Keulen am andern Morgen (Narben mit Tröpfchen).

	Stückzahl	Frischgewicht	Trockengewicht	% Trockengewicht
	1	0,746	0,086	11,52
	1	1,621	0,172	10,6
	1	0,885	0,104	11,71
	1	1,109	0,125	11,3
	<u>4</u>	<u>4,361</u>	<u>0,487</u>	<u>11,17 %</u>
Mittleres Gewicht einer Keule	1,090		0,122	

4. Keulen am zweiten Tage (Pollen ausgefallen).

	Stückzahl	Frischgewicht	Trockengewicht	% Trockengewicht
	1	3,133	0,280	8,9
	3	5,343	0,566	10,6
	5	4,848	0,527	10,8
	12	20,650	2,075	10,0
	1	1,180	0,110	9,3
	1	1,935	0,190	9,8
	<u>23</u>	<u>37,089</u>	<u>3,748</u>	<u>10,1 %</u>
Mittleres Gewicht einer Keule	1,612		0,163	

5. *Arum maculatum*.

	Stückzahl	Frischgewicht	Trockengewicht	% Trockengewicht
Knospe	1	0,5718	0,2318	40,4
	3	1,8898	0,7523	39,8
	1	0,8913	0,3498	39,3
	3	1,1918	0,4543	38,1
	15	9,966	3,9605	39,7
	11	6,0425	2,3680	39,2
	<u>33</u>	<u>19,5575</u>	<u>7,5665</u>	<u>38,6</u>
	67	40,1107	15,6832	39,1 %
Mittleres Gewicht einer Keule	0,598		0,234	

	Stückzahl	Frischgewicht	Trockengewicht	% Trockengewicht
verblüht	30	14,0365	1,6595	11,8
(21. Mai)				
	33	18,1585	1,746	9,6
	32	14,4975	1,1830	8,1
	24	9,1620	0,7985	8,7
	<u>36</u>	<u>17,396</u>	<u>1,8935</u>	<u>10,9</u>
	155	73,2500	7,2805	9,9 %
Mittleres Gewicht einer Keule	0,473		0,0470	

6. Keulenstiele.

1) 40 Stück (1883).

- a) „Narben mit Tröpfchen“ 9,750 — 0,737 — 7,57 %
- b) „Pollen ausgefallen“ 8,745 — 0,695 — 7,95 %

2) Stiele und Keulen verglichen, in verschiedenen Stadien der Entwicklung.

a) 5 Knospensexemplare. 29. März.	frisch	trocken	%	Bemerkung
Keulen (mittl. L. 55 mm)	13,8515	4,9365	35,6	
Stiele (mittl. L. 25 mm)	1,4540	0,1510	10,4	
Geschlechtsapparat	7,8005	1,448	18,5	
b) 1 Knospensexemplar. 9. April.				
Keule	1,244	0,417	33,5	
Stiele mit Sperrhaaren	0,441	0,0965	21,9	
1 Exemplar „Narben mit Tröpfchen“.				
Keule	1,4065	0,122	23,3	Abgeschnitten, über Nacht
Stiel mit Sperrhaaren	0,3265	0,0365	11,2	in Wasser stehend.
c) 1. April. Warme Exemplare.				
3 Exemplare Keulen	4,7135	1,7465	37,1	
(4 Uhr) Stiele	0,5080	0,0690	13,5	
2 Exemplare Keulen	3,290	0,951	28,9	
(5 ¹ / ₂ Uhr) Stiele	0,522	0,063	12,0	
d) eod. „Narbe mit Tröpfchen“. 5 Stück.				
Keulen	14,9435	1,6865	11,3	
Stiele	1,8715	0,1680	8,9	
e) eod. Verblüht. „Pollen ausgefallen“. 15 Stück.				
Keulen	17,749	1,825	10,3	
Stiele	1,884	0,169	8,9	
f) 11 Stück verblüht. 29. März.				
Keulen	18,509	1,7165	9,3	
Stiele	1,9635	0,161	8,2	
g) 9 Stück „Narbe mit Tröpfchen“.				
Stiele	1,3015	0,1095	8,4	
h) 3 Knospen noch tief in den Blattscheiben sitzend, nur die obere Hälfte als grüne Spitze frei. Gesamtlänge des Blütenstandes 110 mm, Keulen 30 mm, Stiele 15 mm lang.				
Keulen	2,675	0,703	26,3	
Stiele	2,255	0,346	15,4	

II. Stärke.

		Trockensubstanz der		
		ganzen Keule	Stärke	% der Trockensubstanz
Knospe.	1.	0,8934	0,6051	67,7
	2.	0,7705	0,4928	63,9
	3.	0,501	0,3263	64
	4.	0,7933	0,4617	59,5
	5.	1 336	0,932	69,7
		<u>4,2942</u>	<u>2,8179</u>	<u>65,6</u>
<i>A. maculatum</i>	3 Knospen	1,1955	0,8323	69,6
	3 Knospen	0,6145	0,4202	68,4

	Stückzahl	Trockengew. d. Keule	Stärke	% d. Trockensubst.
1.	3	1,623	0,8808	54,2
2.	1	0,666	0,368	55,3
3.	1	0,455	0,2715	59,9
4.	<u>1</u>	<u>0,8130</u>	<u>0,4447</u>	<u>54,7</u>
	6	3,557	1,9650	56,0

Keulensiele. Untersuchung an Weingeistexemplaren. Die Procentzahlen sind demnach, da durch den Alcohol ein Theil der natürlichen Trockensubstanz extrahirt war, zu hoch, aber unter sich doch wohl vergleichbar. Je 10 Stück.

	Trockensubstanz	Stärke	%	Getrockneter Rückstand
Warme Keule	0,179	0,0775	43,3	0,0145
„Narben mit Tröpfchen“	0,1385	0,0321	23,2	0,0170
Verblüht	0,111	0,01378	12,5	0,0260

Parthie des Spadix von den Sperrhaaren (inclusive) ab bis zu den Antheren. I. Am Morgen nach der Erwärmungsnacht, Narbe mit Tröpfchen. II. Der völlig verblühten Pflanze. — Je 5 Stück.

	Trockengewicht	Stärkemenge	% der Trockensubstanz
I	0,0725	0,0399	55,03
II	0,044	0	0

III. Zucker.

Knospe. 1. 0,8934 Trockensubstanz enthält	Glycose 0,019	} Zusammen	0,090 = 10,0 %
	Saccharose 0,071 (7,9)		
2. 0,7705 Trockensubstanz enthält	Glycose 0,038	} Zusammen	0,107 = 13,9 %
	Saccharose 0,069 (8,9)		
3. 0,3625 Trockensubstanz enthält, alles als Glycose berechnet,			0,0511 = 14,1 %
4. 0,7933 Trockensubstanz enthält, alles als Glycose berechnet,			0,0952 = 12,0 %
Im Mittel 2,8197 Trockensubstanz enthält			0,3433 Zucker = 12,2 %

Warme Keule. 1. 3 Stück wiegen frisch 4,283, trocken 1,623, enthalten demnach 37,9 % Trockensubstanz.

	Glycose 0,087	} Zusammen	0,102 = 6,3 %
	Saccharose 0,015		
2. Eine Keule von 0,5945 Trockengewicht enthält direct reducirenden Zucker nicht, nach der Invertirung aber			0,0487 = 8,2 %
3. 4 Keulen von 1,435 Trockengewicht (28,8 %) enthalten	Glycose 0,1263 (9,3)	} Zusammen	0,1572 = 10,9 %
	Saccharose 0,0309		
4. Eine Keule trocken (0,813) enthält Glycose			0,0657 = 8,0 %
			Im Mittel 8,3 %

Von *Arum maculatum* enthalten 3 Knospen (1,1955 Trockengewicht) direct reducirend

0,0507 Glycose = 4,2 %

IV. Stündliche Keulen-Analysen.

a) Am 1. April 1884 um 4 Uhr Nachmittags frisch gepflückte eben geöffnete Blütenstände werden in's Zimmer genommen und zu verschiedenen Stunden je 2 möglichst gleiche Keulen durch rasches Eintauchen in Alcohol abgetötet, dann an der Luft getrocknet. Die Entnahme geschah um 6 Uhr, 7 Uhr, 8¹/₄ und 9¹/₂ Uhr.

1. Aeusseres. Die getrockneten Exemplare verriethen schon äusserlich einen sehr verschiedenen Substanzgehalt; so waren z. B. die um 6 Uhr gepflückten Keulen nur wenig, die von 9¹/₂ Uhr dagegen sehr stark zusammengefallen.

2. Trockengewichte der je 2 Keulen bei 110°.

6 Uhr	0,7295
7 Uhr	0,4595
8 ¹ / ₄ Uhr	0,3965
9 ¹ / ₂ Uhr	0,2200

3. Stärke. Die verzuckerte Flüssigkeit auf 200 cc gebracht, ergab

	in 20 cc CuO	daraus Gesamtstärke	%	Verbrauch pro Stunde
6 Uhr	0,081	0,3304	45,3	von 6—7 Uhr 10,2 %
7 Uhr	0,0395	0,1611	35,1	von 7—8 Uhr 24,6 %
8 ¹ / ₄ Uhr	0,011	0,0488	11,5	von 8—9 Uhr 11,5 %
9 ¹ / ₂ Uhr	keine Spur Reduction!	0	0	

4. „Zucker“

	direct reducirend (Glycose)	Glycose als Saccharose berechnet
6 Uhr	0,027 = 3,7 %	0,0503 = 6,9 %
7 Uhr	0,0108 = 2,3 %	0,0223 = 4,9 %
8 ¹ / ₄ Uhr	0,0122 = 3,1 %	0,0353 = 8,9 %
9 ¹ / ₂ Uhr	0,00679 = 3,1 %	0 0

5. „Pflanzensäuren“. Bleiessigniederschlag als Aepfelsäure berechnet.

	Bleiessigniederschlag im Ganzen	macht Aepfelsäure	% der Trockensubstanz
6 Uhr	0,1005	0,0367	5,0
7 Uhr	0,0790	0,0288	6,3
8 ¹ / ₄ Uhr	0,1065	0,0388	9,8
9 ¹ / ₂ Uhr	0,1065	0,0388	17,7

b) Am 2. April wurden, wie im vorigen Versuch, gleich entwickelte, aber noch ungeöffnete, das Aufblühen versprechende Exemplare aus dem Freien ins Zimmer genommen. Zwischen 3 und 4 Uhr gingen dieselben auf. Die Abtötung der je 2 Keulen erfolgte um 4, 7, 9 und 1¹/₂ Uhr Nachts; andern Tags wurden sie im Trockenschrank getrocknet.

1. Trockengewicht bei 110°.

4 Uhr	1,580
7 Uhr	1,4075
9 Uhr	0,559
1 ¹ / ₂ Uhr	0,4525

2. Stärke. 10 cc von 200 cc Gesamttflüssigkeit ergab

	CuO	daraus Gesamtstärke berechnet	%	Verbrauch pro Stunde
4 Uhr	0,113	0,922	58,3	von 4—7 Uhr 1,8 % von 7—9 Uhr 11,2 % von 9—1 Uhr 4,0 %
7 Uhr	0,0740	0,603	42,9	
9 Uhr	0,0140	0,114	20,4	
1½ Uhr	0,0025	0,020	4,4	

3. „Zucker“.

	direct reducierend (Glycose)	nach dem Kochen mit SO ₄ und Abzug der Glycose
4 Uhr	0,0356 = 2,2 %	0,0021 = 0,1 %
7 Uhr	0,0192 = 1,3 %	0,0537 = 3,8 %
9 Uhr	0	0
1½ Uhr	0	0

c) Ein gleicher Versuch vom 6. April 1884. Um 2 Uhr, möglichst gleichartig aufgeblühte Exemplare wurden um

4 Uhr	also nach 2 Stunden	0,6915 Trockengewicht
5 Uhr	also nach 3 Stunden	0,702
6 Uhr	also nach 4 Stunden	0,3912
9½ Uhr	also nach 7½ Stunden Erwärmung getötet	0,168

1. Stärke.

			Verbrauch pro Stunde
4 Uhr	0,320	46,6 %	von 4—5 Uhr 3,6 % von 5—6 Uhr 5,5 % von 6—9½ Uhr 3,8 %
5 Uhr	0,3019	43,0 % ₁₀	
6 Uhr	0,1468	37,5 %	
9½ Uhr	0,0408	24,2 %	

2. „Zucker“.

	Glycose	Saccharose
4 Uhr	Spur	0,1535 (22,2 %)
5 Uhr	0	0,0838 (11,9 %)
6 Uhr	0	0,0425 (10,9 %)
9½ Uhr	0,0244 (14,6 %)	0,0019 (1,1 %)

V. Gesamtstickstoff der Keulen.

1. Gesamtstickstoff der Knospenkeulen. Aus Trockenmaterial je einer

Keule bestimmt.

	Trockengewicht	gefundener N	% der Trockensubstanz
1.	0,771	0,0112813	1,46
2.	0,944	0,012090	1,28
3.	0,619	0,01594	2,5
4.	0,525	0,00904	1,72
5.	0,711	0,01305	1,83
6.	0,530	0,010721	2,02
7.	0,505	0,008018	1,58
8.	0,491	0,01118	2,48
9.	0,267	0,00606	2,26
10.	0,280	0,006433	2,29

Mittel aus den 10 Bestimmungen = 1,94 %.

2. Warme Keulen.

a) Weingeistmaterial.

	Trockengewicht	gefundener N	% der Trockensubstanz
1.	0,303	0,008391	2,7
2.	0,797	0,018646	2,3
3.	0,475	0,0111881	2,3

b) Trockenmaterial.

1.	0,391	0,007924	2,0
2.	0,420	0,011561	2,7

Mittel aus 5 Bestimmungen = 2,4 % oder unter Hinzuziehung der später („löslich und unlöslich“) gefundenen Zahlen = 2,34 %.

3. Verblühte Exemplare.

a) Weingeistmaterial.

	Trockengewicht	gefundener N	% der Trockensubstanz
1.	0,0875	0,00745	8,5
2.	0,1550	0,00932	6,0
3.	0,0905	0,008111	8,9

b) Trockenmaterial.

1.	0,2545	0,02138	7,9
2.	0,1970	0,014358	7,2

Mittel aus 5 Bestimmungen = 7,7 % oder unter Zuziehung der unten noch gefundenen Zahlen = 7,66 %.

VI. Löslicher und unlöslicher Stickstoff.

1. Knospenkeulen.

4 Stück wiegen frisch 11,235, trocken 4,58 (40,8 %).

wasserlöslicher N 0,016968 = 0,37 % }
 wasserunlöslicher N 0,040463 = 0,88 % } 1,25 % Gesamt-N.

2. Warme Keulen.

2 Keulen (Trockenmaterial) von 0,843 Trockengewicht.

wasserlöslicher N 0,003807 = 0,45 % }
 wasserunlöslicher N 0,014078 = 1,67 } 2,12 % Gesamt-N.

3 Keulen (Trockenmaterial) von 1,0456 Trockengewicht.

wasserlöslicher N 0,00699 = 0,67 % }
 wasserunlöslicher N 0,02107 = 2,03 } 2,7 % Gesamt-N.

3 Keulen (Weingeistmaterial) von 0,944 Trockengewicht.

wasserlöslicher N 0,00289 = 0,31 % }
 wasserunlöslicher N 0,01678 = 1,8 } 2,11 % Gesamt-N.

6 Keulen (Weingeistmaterial) von 3,015 Trockengewicht.

wasserlöslicher N 0,009323 = 0,30 % }
 wasserunlöslicher N 0,055008 = 1,83 } 2,13 % Gesamt-N.

3. Er kaltete Keulen.

2 Keulen (getrocknet) von 0,280 Trockengewicht.	
wasserlöslicher N	0,004386 = 1,57 %
wasserunlöslicher N	0,013891 = 4,9
	} 6,47 % Gesamt-N.
3 Keulen (Trockenmaterial) von 0,3535 Trockengewicht.	
wasserlöslicher N	0,006246 = 1,7 %
wasserunlöslicher N	0,01920 = 5,5
	} 7,2 % Gesamt-N.
3 Exemplare (Weingeistmaterial) von 0,2525 Trockengewicht.	
wasserlöslicher N	0,003729 = 1,47 %
wasserunlöslicher N	0,016782 = 6,6
	} 8,07 % Gesamt-N.
6 Stück (Weingeistmaterial) von 0,7355 Trockengewicht.	
wasserlöslicher N	0,009509 = 1,29 %
wasserunlöslicher N	0,054821 = 7,4
	} 8,7 % Gesamt-N.

VII. Lösungsrückstand.

Knospenkeulen		warme Keulen		verblühte Keulen	
Trockengew. der Keule	Trockengew. des Extracts	Keulengew. (trocken)	Gew. des Extract- rückstandes	Keulengew.	Gew. des Extracts
0,795	0,186	0,458	0,086	0,527	0,282
0,800	0,144	1,066	0,130	0,190	0,060
0,710	0,103	0,408	0,105	0,566	0,234
0,349	0,074	0,338	0,082	0,353	0,122
0,696	0,147	1,045	0,296	0,22	0,069
4,580	0,817	3,315	0,699	0,18	0,051
7,930	1,471			2,036	0,818
	18,8 %		21,1 %		40,1 %

Bleiniederschläge.

Knospenkeulen		warme Keulen		verblühte Exemplare	
Trockengew.	Bleigewicht	Trockengew.	Bleigewicht	Trockengew.	Bleigewicht
0,795	0,078	0,458	0,034	0,527	0,165
0,800	0,045	1,066	0,062	0,190	0,108
0,710	0,018	0,408	0,066	0,566	0,164
0,349	0,030	0,338	0,068	1,151	0,331
0,696	0,063	3,417	0,191	0,312	0,085
0,614	0,035	1,302	0,097	0,664	0,213
1,195	0,062	0,991	0,104	0,630	0,179
5,159	0,331	2,142	0,111	0,569	0,159
= 0,1208	Aepfelsäure	1,319	0,088	0,160	0,034
= 2,34 %		11,441	0,821	0,436	0,087
		= 0,2996	Aepfelsäure	4,205	1,525
		= 2,62 %		= 0,5566	Aepfelsäure
				= 13,24 %	

VIII. Elementaranalysen.

(Belege).

Die bei 100° getrocknete Substanz im Sauerstoffstrom über Kupferoxyd mit vorgelegter reducirter Kupferspirale verbrannt.

a) Verblühte Keule.

1. Angewandte Substanz	0,3170	ergab	0,161 H ₂ O	=	0,01788 H	=	5,64 %
"	"	"	0,507 CO ₂	=	0,13827 C	=	43,61 %
"	"	"	0,035 Asche			=	11,04 %
2. Angewandte Substanz	0,2455	ergab	0,129 H ₂ O	=	0,01433 H	=	5,83 %
"	"	"	0,398 CO ₂	=	0,10854 C	=	44,21 %
"	"	"	0,0273 Asche			=	11,03 %

b) Knospenkeule.

1. Angewandte Substanz	0,293	ergab	0,157 H ₂ O	=	0,01744 H	=	5,95 %
"	"	"	0,4705 CO ₂	=	0,12831 C	=	43,78 %
"	"	"	0,0063 Asche			=	2,15 %
2. Angewandte Substanz	0,193	ergab	0,104 H ₂ O	=	0,01155 H	=	5,98 %
"	"	"	0,311 CO ₂	=	0,08481 C	=	43,94 %
"	"	"	0,0045 Asche			=	2,33 %

II.

Die Anatomie der Keule.

1. Normale Anatomie.

Vor der anatomischen Beschreibung der Blüthentheile des *Arum* wird es von Nutzen sein, sich die äussern Gestaltverhältnisse gegenwärtig zu halten, die ich, soweit nöthig, in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Grösse auf Taf. I Fig. 1 skizzirt habe: zur Zeit der Blüthe ragt der Blütenstand, von Blättern umgeben, kurz gestielt aus dem Boden. In dem derbwandigen aussen grünen, innen mattweissen und öfter roth angehauchten Kessel („Tubus“) sind, wie aus der Figur ersichtlich, die Pistille und durch bulböse Haare getrennt die Staubgefässe eingeschlossen. Ueber diesen stehen, den Kesselhals sperrend und abwärts gerichteten die für Parastemonen geltende Sperrhaare. Aus dem Kesselhals hervorragend trägt ein schlanker weisser Stiel, die ungefähr gleich

lange, goldgelbe, schwere Keule, die einseitig von der aufrechtstehenden Fahne schirmartig umstellt ist.

Indem ich wegen der systematischen Beschreibung unserer Pflanze einfach auf Engler's Araceae (De Candolle, Monogr. Vol. II p. 591—93) und auf die Abbildungen in Reichenbach, Icon. flor. germ. et helv. T. VII Tab. XI oder Botanical Magazine Vol. 50 Tab. 2432 verweise, sollen hier noch ein Paar Maasse der Blüthentheile Platz finden.

Grössenverhältnisse der Blüthentheile in mm.

	Gesamtlänge d. Blüthenst.	Kessel	Fahne	Gesamtlänge d. Geschlechtsapparats	Stiel	Keule
1. Sehr grosses Exemplar	300	40 (Weite 20)	260	120	37	48 (Dicke 10,5)
2. Mittleres Exemplar	220 (m. Hals)	45	170	110	24	50
3. Desgl.	210	35	160	94	27	35
4. Desgl.	220	35	180	75	17	29
5. Desgl.	180	—	—	85	20	31
6. Desgl.	180	—	140	98	18	47
7. Desgl.	175	—	—	85	22	35
8. Kleines Exemplar	150	—	—	87	23	35

Die Gesamtlänge ist genommen vom Anfang des Kessels bis zur Spitze der Spathenfahne.

Von diesen Theilen sollen eine genaue anatomische Beschreibung nur diejenigen erfahren, welche an der Erwärmung theilnehmen und nur in so weit, als es der dermalige Zweck erfordert. Ausgesprochen gehören hieher die Keule, der Stiel und die Sperrhaare; dann aber auch der Träger der Geschlechtsorgane, und, wenn ich nicht irre, selbst die Spatha.

Wir betrachten diese Theile zuerst, wie sie beim Aufbrechen der Blüthe gebaut sind, und dann ihre Veränderungen bei der Erwärmung. Das für uns wichtige anatomische Detail findet sich auf den beigegebenen Tafeln I und II dargestellt.*)

Die Keule und ihr Stiel.

Die Keule ist anatomisch aus 3 leicht unterscheidbaren Theilen gebildet.

1. Im Innern findet sich (Taf. I Fig. 2, 3, 6, 7), im Längsschnitt nicht ganz $\frac{1}{3}$ der Breite einnehmend, ein centrales, hyalines, grossmaschiges Gewebe, in welchem die Gefässbündel nach oben verlaufen; seine Zellen sind wasser- und glycosehaltig.

*) Angaben über den Bau des Blüthenstandsträgers („pédoncule floral“) finden sich bei van Tieghem, Structure des Aroidées. Ann. sc. nat. Sér. V Tome VI 1866 p. 107.

Es mag Wassergewebe oder Wassercylinder heissen; denn seine Hauptfunction ist offenbar, Wasser zu halten und abzugeben, wie sich deutlich darin zeigt, dass es, anfänglich wasserreich, nach dem Erwärmen gewöhnlich zerrissen und halb vertrocknet erscheint.

2) Aus einem dicken Parenchymmantel, dessen etwas engere isodiametrische Zellen mit componirten Stärkekörnern vollgepfropft sind und ausserdem reichlich zwischen sich Raphidenschläuche eingesprengt enthalten — der Stärkemantel.

3. Ueberzogen wird das Stärkegewebe nach Aussen von einem papillären, spaltenarmen Epithel, das übrigens gleichfalls stärkehaltig ist und das in gewissem Sinne bloss als die papilläre Aussenseite des Stärkemantels selbst — nicht als wahre Epidermis — angesehen werden kann.

Der Stiel besteht aus denselben Geweben, nur ist bei ihm der Stärkemantel auf eine schmale Schicht von wenigen Zelllagen zusammengeschrumpft und daher resultirt die Schlankheit desselben der Keule gegenüber.

Das Papillenepithel. Der äussere Ueberzug der Keule besteht aus im Grundriss fast isodiametrischen Zellen (Taf. II Fig. 6), die nur in ihrem untern Drittheil untereinander lückenlos verbunden, nach oben dagegen in stumpfe freie Kegel ausgehen, deren specifische Form aus Fig. 5 zu ersehen ist. In ihrem unteren, verbundenen Theil sind die Zellen mit componirten Stärkekörnern (denen des Stärkemantels ganz gleich) dicht gefüllt, und hier liegt auch der Zellkern*), während die freie Papille nur mit dichtem Protoplasma gefüllt ist, das von sehr kleinen Mikrosomen völlig gleichmässig durchsät ist. Die Wand der Zellen ist rings gleich dünn und soweit sie frei ist, mit einer feinen gleichartigen Cuticula überzogen. Entgegen den Angaben Garreau's (a. a. O. p. 255) findet sich diese Cuticula an allen Papillen der Keule: behandelt man einen dünnen Querschnitt der Keule mit Jod, so färbt sich das Protoplasma der Papille sehr schön tief braungelb, während ihre Basis von den dicht lagernden Stärkekörnern ebenso wie der ganze Stärkemantel tief blau gefärbt erscheint. Auf Zusatz von SO_4 färben sich die Membranen nun prächtig blau und ist anfänglich nur mit Mühe die braungelbe feine Cuticula zu sehen. In dem Maasse aber, als sich die Cellulose der Aussenwand löst, kommt die Cuticula zum Vorschein und bleibt zuletzt als eine feine, beim Schieben des Deckelglases oft faltig werdende Kappe,

*) Sowie der gelbe Farbstoff, welcher die Keulensfarbe bedingt. Er findet sich übrigens (in einer nicht näher untersuchten Form) nicht bloss im Epithel, sondern auch in 6, 8 ja 10 Schichten des Stärkemantels und bildet sich erst, wenn der Blütenstand aus der Blattscheide heraustritt. Vorher ist die junge Keule völlig weiss.

allein übrig. Man kann dann mit Leichtigkeit die Cuticula als einen zusammenhängenden Ueberzug der ganzen Keulenoberfläche, sich sogar in die Spaltöffnungen fortsetzend, erkennen. Ich hebe diese Erscheinung ausführlicher hervor, weil Garreau wie gesagt dies Vorhandensein der Cuticula leugnet und den Mangel derselben, zum Zwecke der Sauerstoffabsorption, für besonders werthvoll hält. — Die Grösse der Papillen ist im Längsdurchmesser 45—56, die Höhe etwa 28—33 μ . Gleichmässig zwischen ihnen vertheilt, und in nicht auffallender Aenderung der Vertheilung in den verschiedenen Theilen der Keule kommen, wie gewöhnlich stärkehaltig, Luftspalten vor, deren Lage zu den Papillen aus Fig. 6 der Taf. II zu ersehen ist. Es kommen durchschnittlich 20—23 auf einen \square mm. Das sind wenige, so wenige als gewöhnlich nur z. B. die Blätter von Pflanzen sehr trocknen Bodens aufweisen. Diese auffallend geringe Zahl Spaltöffnungen wird aber begreiflich, und erscheint wohl angewandt, wenn man bedenkt, dass die Keule in erster Linie zur Erzeugung eines ausserordentlichen Wärmeeffectes bestimmt ist und dass unter diesen Umständen Einrichtungen, welche die Transpiration und Verdunstungskälte herabsetzen, also möglichste Beschränkung der Spaltöffnungen, am Orte sind. Vielleicht, dass im Zusammenhang mit dieser geringen Zahl von directen Austrittsstellen für den Wasserdampf die häufige Injection der Inter-cellularen mit flüssigem Wasser nach der Erwärmung in Zusammenhang zu bringen ist. Die Grösse der Schliesszellen zusammen ist 40,5 und 18,6 μ . Schliesslich mag nicht unausgesprochen bleiben, dass dieses Papillenepithel nicht als eine Epidermis im eigentlichen Sinne d. h. ein Schutzgewebe nach aussen gelten kann; das Einzige, was dazu berechnete, wäre die periphere Lage und der feine Cuticularüberzug. Dagegen weicht das Gewebe durch seinen Gehalt an Stärke, durch sein, wie wir sehen werden, veränderliches Protoplasma in dem freien Kegel, also durch seine Function wesentlich ab.

2. Der Stärkemantel bildet unter dem ebengeschilderten Epithel eine dicke Parenchymlage, von etwa über 50 Zellschichten (an Keulen mittlerer Dicke d. h. von etwa 1 cm Durchmesser in der Mitte rund 60, gegen die Spitze etliche 50, gegen die Basis etwas weniger als 50) ein wahres Stärkereservoir. Sie besteht aus rundlich polygonalen, intercellularreichen Zellen (Taf. II Fig. 5), welche unter dem Epithel eine Art einreihiger Pallisadenschicht bilden. Ihre Grösse beträgt ungefähr 40 μ ; ihre Wand ist dünn, selten punktirt, selbstverständlich unverholzt. Im Innern beherbergen sie neben peripherem Protoplasma und centalem Zellkern (welche deutlich erst bei Anwendung färbender Mittel z. B. Anilinblau oder Carmin zum Vorschein kommen) Massen von Stärke. Sie sind damit (Taf. II Fig. 1) dicht vollgepfropft. Die Körner selbst sind alle componirt, aus 2—4—6 oder zahlreichen Theilkörnern,

und in Folge dessen recht ungleicher Grösse. Die Grösse beträgt gewöhnlich zwischen 5—15 μ im Mittel. Durch die Grösse einer-, die Bildung von componirten Körnern andererseits unterscheidet sich diese Stärke der Keule und des Stiels von der der vegetativen Blüthentheile: sie bläut sich in der üblichen Weise in Jod, quillt in SO_4 oder KHO u. s. w.; überhaupt konnte ich eine Besonderheit irgend welcher Art an derselben nicht finden.

Zwischen die Stärkezellen sind ziemlich häufig Raphidenschläuche gewöhnlicher monocotyler Bildung*) eingestreut; dieselben sind innen schmal und langgestreckt (wohl bis 10 mal länger als die Stärkezellen), nach Aussen zu werden sie bedeutend kürzer, die Amylumzellen bloss ein Paar mal übertreffend. Sie können bis unmittelbar unter das Epithel gehen, gewöhnlich aber bleiben sie durch 1 bis 2 Schichten der Stärkezellen von ihm getrennt.

Ausserdem wird der Stärkemantel durchzogen von seitlichen Abzweigungen der im Wassergewebe senkrecht aufwärts laufenden Gefässstränge. Diese gabeln, wenn sie gegen die Keulenoberfläche gelangen, gewöhnlich noch einmal in horizontaler oder senkrechter Richtung und enden (ohne Anschwellungen) gewöhnlich 3—4 Zellreihen von dem Epithel entfernt. Ihrer Composition nach bestehen sie nur aus Spiral- und Ringfaser- sowie dünnwandigen Elementen.

3. In Mitten der Keule liegt ein überaus grossmaschiger Gewebecylinder, dessen wesentliche Aufgabe Wasserspeicherung ist; er besteht aus weiten (2—3 mal weiter als die Stärkezellen) und langen (84—140 μ), ausserordentlich dünnwandigen Zellen mit klarem schwach sauren Saft, der in der Knospenkeule wesentlich nur zuckerhaltig ist: Fehling gibt entweder eine schöne blaue Färbung (Rohrzucker) oder in anderen Fällen eine sehr ansehnliche Reduction von Kupferoxydul (Glycose). Ausser Raphidenschläuchen, die spärlicher als im Stärkemantel vorkommen, verlaufen zwischen ihnen die dünnen Gefässbündel, isolirt und „unregelmässig“ angeordnet, etwa 12—20 an der Zahl. Auch von ihrem Bau ist etwas Besonderes nicht zu berichten: sie sind von einer Stärkescheide umgeben, und bestehen ausser Spiral- und Ringfaserzellen nur aus dünnwandigem „Cambiform“, in dem sich sehr langgestreckte Zellkerne finden und einigen Gerbstoffschläuchen**), deren oft stark lichtbrechender Inhalt durch doppelchromsaures Kali, wie durch Kupferacetat erkannt wurde.

*) Vgl. über dieselben v. Tieghem l. c. p. 76; sie gehören dem 2. Typus an.

**) Sie gehören zur 2. Kategorie der bei Aroideen vorkommenden Schlaucharten. Man vgl. über Aroideen überhaupt De Bary, Vgl. Anatomie S. 451 und früher Hanstein, Milchsafte. S. 78—79 oder besonders Trecul, Compt. rend. 1865 T. 61 p. 1165.

Ueber den Stielbau, welcher der Keule ganz analog ist, kann ich mich kurz fassen: auch hier schliesst ein papilläres fast spaltöffnungsloses (4—5 auf 1 □mm) Epithel, dessen Zellen gestreckt polygonal und 56—78 μ lang, 28—33 μ breit sind, eine Stärkeschicht von etwa 8—12 Lagen ein, ein Mantel also, der dem der Keule gegenüber beträchtlich reducirt erscheint. Das ganze Innere, weitaus die Hauptmasse des Stiels, besteht aus Wassergewebe, dem der Keule absolut gleich und seine Fortsetzung nach abwärts darstellend, dessen Zellen, wie dort, reich an Traubenzucker, gewöhnlich aber auch (über den Zellkern gelagert) mit zahlreichen kleinen Stärkekörnchen versehen sind; in ihm verlaufen, wie dort, etwa ein Paar Dutzend aussen schwächere, innen stärkere Gefässbündel.

Die schlankpyramidalen, unten zwiebelartig geschwollenen Sperrhaare (vgl. die Figuren 1, 2 und 3 der Tafel I) haben ein feines, wenige Spiralfässer besitzendes Gefässbündel, einen Parenchymmantel, dessen Reihen selbstverständlich von unten nach oben an Zahl abnehmen, und ein nicht papilläres Epithel mit ganz seltenen Spalten. Alle Elemente, die Epithelzellen nicht ausgenommen, sind mit kleinkörniger Stärke erfüllt, daher die Haare in Jodlösung tief schwarzblau werden (vgl. Taf. I Fig. 3).

Die Rachisoberfläche zwischen Sperrhaaren und Antheren ist mit kaum sichtbaren Zotten bedeckt, deren Epithel zwar auch nicht papillär, aber gleichfalls stärkehaltig ist.

Die Fruchtknotenepidermis der warmen Blüthe ist nicht stärkehaltig, auch nicht, von der Narbengegend abgesehen, papillär. —

Wenden wir uns nun auch zur Anatomie der Spatha.

Dieselbe besteht anatomisch aus einer äussern, spaltöffnungsreichen Epidermis, einem innern spaltöffnungslosen Epithel, einem dazwischen liegenden Parenchym, das aussen chlorophyllhaltig und mit Raphidenschläuchen versehen, innen dagegen kleinzellig und chlorophylllos ist. Der derbere Kessel besitzt eine stärkere Parenchym-schicht als der fahnenartige Spathentheil, und in diesem letztern keilt sich diese von der Mitte gegen die Ränder und die Spitze allmählich aus. Das im Allgemeinen parallelnervige Gefässbündelsystem liegt der Aussenseite näher und ist mit der Epidermis durch ein stärkeres oder schwächeres Collenchymbündel verbunden.

Die äussere Epidermis, aus polygonalen, relativ dünnwandigen Zellen bestehend, besitzt auf dem Parenchym zwischen den Gefässbündeln Spaltöffnungen (Luftspalten) ungleicher Zahl an Fahne und Kessel, und zwar ist es letzterer Theil, der eine überausgrosse Ueberzahl besitzt. Man vergleiche die Abbildungen auf Taf. I Fig. 9 und 10. Es kommen hier 50—60 Stück auf die Area des Gesichtsfeldes,

während die Fahne im untern, angrenzenden Theil höchstens $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ davon hat; im mittleren und oberen Fahnentheil sind sie noch seltener, und kommen höchstens 1—2 Spalten auf denselben Raum wie dort. Auch die Form des Spaltöffnungsapparates ändert sich etwas: die Gesamtform wird gegen die Fahnen Spitze zu gestreckter. — Der Inhalt der Zellen ist der übliche: Wandprotoplasma, Zellkern, Saft Raum. Nur unter den Lösungsproducten des Saft Raumes ist ein seltenes Vorkommniß zu verzeichnen, die sog. lösliche Stärke*). Mit wässriger Jodlösung, und wie bei *Ornithogalum* nicht mit weingeistiger, erhält man eine ausserordentlich schöne und tiefe Violettfärbung des Gesamtzellsaftes, unter gleichzeitiger Gelbfärbung von Wandprotoplasma und Zellkern. — Uebrigens kommt genau dieselbe Färbung auch z. B. im Zellsaft des Blütenstandsträgers, sowie im Blattstiele vor — ist also keineswegs als eine Besonderheit der Spathenepidermiß oder gar als in Beziehung zur Erwärmung stehend zu nehmen.

Das Innenepithel der Fahne (nicht des Kessels) ist spaltenfrei und durchweg papillär; über die Form der Papillen gibt die Zeichnung Taf. II Fig. 9 und 10 Aufschluss; sie weicht von der der Keulenpapillen u. s. w. ab. In der Keulenbasis finden sich die kleinen Stärkekörnchen, wie sie der Spatha überhaupt eigen sind (vgl. Taf. II Fig. 8), nicht die grossen componirten Körner der Keule; Protoplasma und Zellkern sind denen der Keulenpapillen analog gelagert. — Während im ganzen oberen und mittleren Fahnentheil der Spatha wirkliche Papillen auftreten und die Zellen lückenlos aneinanderschliessen, treten im untern Theile allmählich die Erscheinungen auf, welche dem Kesselepithel eigen sind. Dieses besitzt nur mehr kuppelartig gewölbte Aussenwände, nicht eigentliche papilläre Erhebung eines Theiles der Aussenwand. Noch mehr aber ist es durch das Auftreten der eigenthümlichen Intercellularräume ausgezeichnet, die in analoger Art in jüngster Zeit bei einer grossen Anzahl von Blumenblättern gefunden worden sind (Hiller, Ber. deutsch. bot. Ges. II S. 21).

Die Figur 8 der Taf. I zeigt, dass zwischen den polygonalen Zellen (die hier, im untersten Fahnenepithel, noch Papillen haben) dreieckige, auch wohl mehreckige Räume vorhanden sind, welche die ganze Höhe zwischen den Epithelzellen verlaufen, mit den unten liegenden Zellen aber keine intercellulare Verbindung haben. Noch deutlicher tritt das in Fig. 11 der Tafel I hervor, welche das papillenlose Epithel

*) Vgl. darüber Nägeli, Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. Heft II 1860 S. 187—192, wo auch die früheren Angaben von Sanio und Schenk discutirt sind.

aus dem Kessel selbst darstellen. Man sieht hier die darunterliegenden Parenchymzellen und die Selbstständigkeit (Abgeschlossenheit) der Epithelintercellularen.*)

Das unter der Aussenepidermis liegende Parenchym, aus Chlorophyll- und Krystallzellen**) bestehend, ist, so weit ich sehe, ohne besonderes Interesse; dagegen verdient das dem Epithel angelegene, aus etwa $\frac{1}{2}$ Dutzend Zellreihen bestehende, engmaschigere und intercellulärärmere farblose Parenchym insofern Erwähnung, als es, wie das Epithel, vorübergehend stärkehaltig ist. Man vergleiche Taf. II Fig. 8. — Ausserdem enthalten alle Parenchymzellen ansehnliche Mengen von Traubenzucker. Wir werden über diesen und die Stärke noch später zu berichten haben.

2. Mikroskopische Veränderungen bei der Erwärmung.

Nur ein Theil — freilich ein bedeutender — der Veränderungen, welche sich in der sich erwärmenden Keule vollziehen, lässt sich aus der bereits gegebenen chemischen Analyse ableiten: die rein stofflichen Veränderungen. Diese werden selbstverständlich dadurch oft sogar besser bekannt, als durch das Mikroskop. Allein alle rein physicalischen Veränderungen, alle blossen Formveränderungen und insbesondere die feinere Vertheilung der Stoffe können erst mikroskopisch festgestellt werden. Nachdem wir im Vorstehenden die normale Anatomie der Blüthentheile in der Knospe kennen gelernt, fragt sich nun, welche mikroskopische Aenderungen erleiden dieselben bei der Erwärmung?

Dabei fragt sich zunächst — welche Veränderungen im Blütenstande dürfen wir überhaupt als mit der Erwärmung zusammenhängend nehmen. Es ist offenbar, dass diese Frage bloss bei Organen, die ausschliesslich der Verbrennung dienen, wie die Keule, müssig wäre, dagegen bei solchen, die als Haupt- oder Nebenfunction noch

*) Der Kessel ist an jungen noch in der Blattscheide eingeschlossenen Blütenständen kaum angedeutet; da liegt das Spathengewebe fest an die Blüten an; erst beim Heraustreten ans Licht entsteht ein um den Geschlechtsapparat abgehobener Hohlraum; offenbar durch tangentes Wachstum der Gewebe der künftigen Kesselwand. Um diese Zeit bilden sich dann auch erst die bauchige Erhebung der Aussenwand und die Epithelintercellularen; sie entstehen als ganz kleine, lufterfüllte, dreieckige Räumchen, bevor die Aussenwand sich wölbt. — Ich möchte nach diesen und andern Erwägungen schliessen, dass sie wesentlich eine Aussparungserscheinung sind; eine besondere physiologische Bedeutung wüsste ich ihnen ohnehin nicht sicher zu vindiciren.

**) An den verblühten, zusammenfallenden Spathen kann man die Krystallnadelbündel sehr schön makroskopisch als feine weisse Strichelchen sehen. Sie liegen, längs gerichtet, in ungefähr 1 mm Abstand, zwischen den feinen Gefässbündeln mit der Dichtigkeit des Geflechts der letzteren zunehmend; sie sind im obern Drittheil des Kessels noch dichter als auf der Fahne, und scheinen im untern Theil ($\frac{2}{3}$) desselben zu fehlen.

andere Vorrichtungen in der Blüthe haben, berechtigt und nothwendig erscheint. Hier muss aus der Zeit des Auftretens der Veränderung, aus dem anatomischen Bau selbst, durch Ausschliessung anderer Möglichkeiten u. s. w. der Zusammenhang der Erscheinung mit dem Erwärmungsvorgang erst fest bewiesen werden. Gehen wir in dieser Richtung einmal die Blüthentheile durch.

1. Die Keule und ihr Stiel sind zweifellos bloss Erwärmungsorgane; ihre Haupt- und, soweit sich sehen lässt, einzige Function ist die Herstellung der Wärme (und des Geruchs) zum Zwecke der Insectenanlockung*): das zeigt ihr Bau, zeigen ihre Veränderungen und Schicksale. Alle hier vorgehenden Veränderungen müssen also als mit der Erwärmung zusammenhängend betrachtet werden.

2. Die Haare, welche am Kesseleingang stehen und den Thieren zwar den Eintritt, nicht aber den Austritt erlauben, habe ich in Rücksicht auf diese ihre Function überall als Sperrhaare bezeichnet. Anfangs und während der Erwärmungsnacht wie am Morgen des zweiten Tages bekanntlich straff abwärts gerichtet, beginnen sie in den ersten Nachmittagsstunden desselben Tages zu welken und geben dadurch den eingeschlossenen Thieren rechtzeitig freien Austritt. Wir werden sehen, dass um diese und etwas vor dieser letztern Zeit der Stärkeschwund in ihnen statt hat; ihr Bau weist ganz darauf hin, dass die Stärke zur Verbrennung dient und wir dürfen ohne Zweifel annehmen, dass das Welken eine Folge des Stärkeverbrauchs und der stattgehabten Verbrennung ist.

3. Abgesehen davon, dass thatsächlich Staubgefässe und Fruchtknoten selbst gar keine Veränderungen während der Wärmeperiode zeigen, ist auch in ihrem Bau kein directer Anhalt zu der Vermuthung gegeben, dass sie selbstständig Wärme entwickeln. Wohl aber ist der Theil der Spindel, an welchem die Staubgefässe sitzen, solchen Veränderungen unterworfen: die wiederholt wahrgenommene Wärme der Geschlechtsorgane wird wohl wesentlich durch Verbrennung der Stärke der Spindel erzeugt.

4. Die Spatha nimmt, wie wir aus ihrem Bau und den stattfindenden Veränderungen schliessen müssen, an der Erwärmung activ Antheil. Doch ist, mindestens was ihren Fahnentheil anlangt, der sich zur Zeit der Erwärmung entfaltet, zu beweisen, dass die Veränderungen nicht auf Rechnung stattfindenden Wachthums zu setzen sind. Beim Kessel fallen diese Bedenken weg, es sei denn, dass man an den unwahrscheinlichen Fall der Stoffrückleitung zur Erwärmungszeit denken wollte.

*) Der Name Osmofor a. a. O. p. 75 von Arcangeli vorgeschlagen, welcher die Keule als ein Organ zum Erzeugen von Geruch stempelt, scheint mir doch nicht passend. Der ganze Bau der Keule characterisirt sie vielmehr als Wärmeezeuger, wenn man also will, als Thermophor.

5. Dass der gemeinschaftliche Stiel des Blütenstandes (inner- wie ausserhalb der Spatha) keine Veränderungen in der Erwärmungszeit erleidet, lehrt jeder vor und nach der Erwärmung angefertigte Schnitt; besonders frappant wird das Bild, wenn man neben diese Stiel-Schnitte solche aus der erkalteten Keule legt: hier alle Zellen stärkeleer geworden, dort nach wie vor das Parenchym voll kleinkörniger Stärke.

Welcher Art die durch den Verbrennungsprocess hervorgerufenen Veränderungen im Einzelnen sind, haben wir nun bei den Blüthentheilen im Speciellen kennen zu lernen.

Es ist vornherein klar, dass durch keinen Vorgang das mikroskopische Bild so sehr verändert wird, als durch den gänzlichen Schwund der colossalen Stärkemassen. Besonders interessant ist die zeitliche Folge, in der die Stärke in den einzelnen Blüthentheilen, oder im einzelnen Abschnitt der Keule selbst oder endlich, wie sie innerhalb einer Zelle schwindet.

In den einzelnen Theilen des Spadix verhält sich dies im Normalfall so:

1. Aus dem Stärkemantel und den Papillen der Keule verschwindet die Stärke total während der Erwärmungsnacht; sie bleibt nur in den Stärkescheiden und den Schliesszellen (hier für immer) zurück.

2. Aus dem Stiel schwindet sie der Regel nach erst im Laufe des folgenden Morgens völlig.

3. Aus den Sperrhaaren erst im Laufe des Nachmittags des zweiten Tages.

4. In dem Gewebepolster unter den Staubgefässen bleibt die Stärke oft noch länger zurück, während das Centrum der Spindel entleert ist.

5. Aus dem Theil der Spindel, auf dem die Fruchtknoten sitzen, geht die Stärke in der Blüthezeit überhaupt nicht heraus:

Im ganzen Spadix also successive von Oben nach Unten innerhalb 24 Stunden.

Uebersichtlich wird die Erscheinung, wenn man ganze Längsschnitte des Spadix oder selbst ganze Spadices in verschiedenen Stadien des Blühens mit Jodlösung behandelt. Die Uebersichtsbilder I. von der warmen Keule am Abend, II. von der verblühten am folgenden Morgen (Tröpfchen auf der Narbe) und III. von derselben am zweiten Nachmittag nach Entlassung der Thiere fallen folgender Maassen aus:

I. Alle Theile werden schwarzblau, nur das Wassergewebe der Keule, meist auch des Stiels wird gelb. Schon im untern Theil des letztern, besonders aber von der Rachis der Sperrhaare ab ist auch das Wassergewebe blau gefärbt, doch an-

sehnlich schwächer als die peripherischen Gewebe. — Der ganze Spadix von Aussen gesehen erscheint total schwarzblau.

II. Ganze Spadices von Aussen gesehen zeigen 1. die Keule, 2. meist auch die Antheren mehr oder weniger gelb — alles Uebrige wie vorher schwarzblau. — Im Längsschnitt zeigt sich das centrale Rachisgewebe bis in die Gegend der Fruchtknoten gelb. Alles Uebrige, insbesondere Sperrhaare und Unterlage der Antheren tief schwarzblau.

III. Von Aussen gesehen alle Theile bis auf die Fruchtknoten gelb, letztere wie bisher schwarzblau. Im Innern zeigt die Basis der Sperrhaare und das Polster unter den Antheren öfter noch deutliche Stärkereste durch eine hellere oder tiefere graublaue Färbung. —

Eine der merkwürdigsten Erscheinungen ist die Art, wie die Stärke aus der Keule schwindet. A priori könnte man erwarten wollen, dass die Stärke in einer ganz bestimmten Reihenfolge, etwa successive von der Spitze der Keule nach abwärts aufgelöst und verbrannt werde, so, dass man in einem frühen Stadium zuerst die Spitze, später etwa das oberere Drittheil, die obere Hälfte u. s. w. stärkefrei fände, während die unteren Theile noch stärkehaltig sind. Auch wird man vielleicht erwarten, dass die Stärke eher aus der Peripherie und später aus dem Innern des Stärkemantels schwinde. Die Probe auf den Verschwindensmodus kann sehr leicht gemacht werden, wenn man Längs- und Querschnitte in verschiedenen Wärmestadien mit leichter Jodlösung bestreicht. Da wird alles stärkehaltige Gewebe blau oder blauschwarz, und je nach der Masse der vorhandenen Stärke, verschieden intensiv. Alle stärkelosen Parthien färben sich gelb. Geben diese Bilder auch immerhin nur den Vertheilungsmodus im makroskopischen Groben, so sind sie doch ausserordentlich lehrreich, und fallen ganz anders, als man a priori erwartet hätte.

Es ist gerade nicht selten, dass man am Abend, nachdem die Keulenwärme einige Stunden gewährt, die Stärke in einem der oben angegebenen Modi verschwunden findet; allein die Regel ist das durchaus nicht. Bald sieht man die Ränder, bald das Innere, an das Wassergewebe angrenzende Parenchym des Stärkemantels, bald eher die Spitze, bald eher die Basis von Stärke entleert. Und der Grad der Entleerung vollends ist auf eine kleine Gewebestrecke genauer besehen, wiederum ein verschiedener, es können radiäre, fleckenartige, streifenartige, inselartige Partien oben, mitten oder unten in intensiver entleertem Gewebe unentleert oder wenigstens weniger entleert übrig bleiben — freilich um schliesslich auch entleert zu werden. — Ein Paar Bilder des Entleerungsmodus geben die Figuren 2 a, 3 a b c d, 6 a b d auf Tafel I.

— Wie aber, mikroskopisch genommen, diese Vertheilung sich ausnimmt, zeigt Taf. II Fig. 7. Man sieht hier in einer völlig entleerten Keule die Papillen und die darunter liegende Parenchymschicht sowie einzelne zellen- oder nesterweise zerstreute Zellgruppen noch alle ihre Stärke enthalten — mitten in völlig entleertem Nachbarparenchym. — Bilder, wie das zuletzt angeführte, zeigen, dass die Verathmung der Stärke eine ganz selbstständige Thätigkeit jeder einzelnen Zelle voraussetzt — ein Punkt, auf den wir unten noch zurückkommen.

Kommen wir endlich auf die Art, wie die Stärkekörner in der einzelnen Zelle verschwinden. Bei der dichten Füllung der Zellen ist eine deutliche Wahrnehmung der Vorgänge bei der Stärkelösung erst später, nachdem es in der Zelle lichter geworden, möglich. In diesen späteren Zeiten ist ein Folgendes zu constatiren:

1. Die übrig bleibenden Stärkekörner liegen alle im Wandplasma; es verschwinden also die Körner zuerst aus der Mitte — so fand ich es stets. Die Figuren 2 und noch deutlicher 3 (links) auf Tafel II geben solche Bilder in den letzten Stadien des Schwundes.

2. Die verschwundenen Stärkekörner lassen im Wandplasma, welches dicht genug ist, um so etwas zu zeigen, scharfbegrenzte, vacuolenartige Räume zurück, in denen man nicht selten noch kleinere runde Stärkekörnchen findet. Man vergleiche die eben genannten Figuren.

3. Alle restirenden Stärkekörner sind klein, einfach, selten zusammengesetzt — es folgt daraus, dass die grossen componirten und weicheren Stärkekörner zuerst verschwinden, die kleinen und festesten am längsten widerstehen. — Alle restirenden Körner endlich sind abgerundet, nicht eckig, geben mit Jod die reine Blaufärbung, d. h. also die Stärkekörner schmelzen von aussen wohl ziemlich regelmässig ab, eine Corrosion derselben, ein ungleiches Lösen der Stärkegranulose und -cellulose fand ich nirgends.

Dass die Stärke des Stiels in der Erwärmungsnacht nur zum Theil, ganz erst im Laufe des Vormittags des zweiten Tages, dass in den bulbösen Sperrhaaren in gleicher Weise erst am zweiten Nachmittage die Stärke verschwindet, ist bereits berichtet — dass sie verathmet wird, muss einerseits aus der Erwärmung der betreffenden Theile, andererseits aus dem Umstand geschlossen werden, dass in beiden Organen andre stärkeverbrauchende Processe nicht vorzukommen scheinen. Einen besondern Modus des Schwindens habe ich nicht kennen gelernt.

Hinsichtlich der Spatha erübrigt es noch, eine Bemerkung hinzuzufügen. Dieselbe besitzt sowohl in ihrem Chlorophyll als in dem darunter liegenden farblosen Parenchym Stärke. Die im erstern Gewebe liegende Stärke braucht zur Erwärmungs-

zeit nicht zu schwinden, die des letztern schwindet regelmässig. Der Zeitpunkt des Schwindens ist insofern von Interesse, als sich daraus ein Schluss auf die Verwendung der Stärke machen lässt. Es zeigt sich, dass die Stärke unmittelbar nach der Aufrollung der Fahne noch vorhanden, dass sie dagegen nach der Erwärmungsnacht verschwunden ist. — Das beweist, dass sie nicht etwa zur Arbeit des Aufblühens verwendet wird. Es darf vielmehr aus der Schwindezeit, wie aus andern Gründen geschlossen werden, dass sie verathmet und zu einer geringen selbstständigen Erwärmung der Spatha verbraucht wird. Gründe, welche dafür sprechen, sind z. B. dass auch aus nicht völlig aufgerollten, aber die Erwärmungsperiode durchmachenden Blütenständen die Stärke verschwindet; besonders aber spricht für eine selbstständige Erwärmung der Spatha, dass sie ein Papillenepithel besitzt, das am Schlusse der Wärmebildung die eigenthümlichen Plasmaänderungen zeigt, wie das Epithel der Keule.

Das normale Verhalten des Zuckers in der Knospe haben wir bereits kennen gelernt; es ist insbesondere das Wassergewebe der Keule, des Stiels, aber auch das ganze Parenchym der Spatha voll Traubenzucker; auch zur Zeit der höchsten Erwärmung ist darin keine Aenderung wahrzunehmen, wenn man ganze Längsschnitte mit Fehling behandelt: überall tiefe orange-gelbe Reduction. Zur Zeit, wo die Narben mit Tröpfchen bedeckt sind, ist nur noch im Stiel; in der Spatha aber selbst nach dem Verblühen noch Traubenzucker vorhanden.

Protoplasma und Zellkerne aller parenchymatischen Elemente, zeigen weder in chemischer Reaction, noch in Lagerung vor der Erwärmung etwas besonderes. Jod, Carmin, Anilin, Kupfervitriol und Kali, und andere übliche Reagentien geben die bekannten Veränderungen. Die Lagerung der Plasmamassen ist nirgends auffallend orientirt, in der der Zellkerne (man vgl. z. B. Taf. II Fig. 5 und 7) ist eine besondere Regel nicht vorhanden. Und so wie es vor der Erwärmung war, bleibt es nachher.

Eine alleinige Ausnahme bildet das Protoplasma, das die Papillenkegel erfüllt. Dasselbe ist, wie Figur 4 der Tafel II zeigt, vor der Erwärmung feinkörnig, und ohne Vacuolen oder Stärkeeinschlüsse. Nachträglich hat es, wie das Plasma des Stärkemantels die bereits oben erwähnten Vacuolen. Diese können aber nicht als etwas besonderes betrachtet werden. Höchst auffallend dagegen ist, dass nach der Erwärmungsnacht im Kegel und besonders an der Spitze desselben das Protoplasma völlig homogen geworden, eine stark lichtbrechende etwas gelblich aussehende Masse bildet, die gegen die freie Spitze des Kegels an Intensität der Brechung wächst. Die Massen erinnern nach Aussehen und nach ihrer auffallend tiefen Braun-

färbung mit Jod an das von Errera untersuchte Glycogen der Pilze (*L'épiplasma* des *Ascomycètes*. These. Bruxelles 1882). Dagegen zeigt die schöne Färbung mit Millon, ferner die Färbung mit Carmin, Hämatoxylin, Anilinblau, endlich die Hartig'sche Reaction auf Eiweisskörper (Essigsäure, Blutlaugensalz und Eisenchorid, vgl. Bot. Ztg. 1883 S. 211), dass man es zweifellos mit Plasma zu thun hat.

Was die Bedeutung dieser Massen anlangt, so wüsste ich nichts anderes zu sagen, als dass sie ohne Zweifel in Beziehung zur Athmung und Verbrennung zu setzen sind. Das Epithel ist, wie wir gleich ausführlicher sehen werden, für die Verbrennung der Stärke im Innern der Keule absolut nöthig, bewirkt, unterhält dieselbe. In welcher Weise, ob es eine besondere Function dem Sauerstoff gegenüber, oder sonst wie hat, bleibt freilich unbekannt. Daraus, dass diese Veränderung des Plasmas zu einem Zeitpunkt, wo die Wärme fast ihr Maximum erreicht, noch nicht vorhanden ist oder wenigstens nicht vorhanden zu sein braucht, wie ich vielfach constatirt, möchte ich schliessen, dass die ganze Erscheinung erst eine Folge der Papillenthätigkeit ist.

Die Protoplasmamassen der Papillenkegel haben auch eine gewisse Aehnlichkeit mit den von Berthold bei Meeresalgen entdeckten, wie er annimmt, dem Lichtschutz dienenden oberflächlichen Plasmaconfigurationen (Pringsh. Jahrb. Bd. XIII S. 685 ff.). Dass unsere Erscheinung physiologisch mit dem Licht nicht in Beziehung gesetzt werden kann, versteht sich ohne Weiteres von selbst.

Es mag hier auch der Ort sein, um einige Worte über die Bedeutung der Keulenoberfläche resp. der Papillen für das Zustandekommen der Verbrennung zu sagen.

Dass zur Bewerkstelligung des Verbrennungsvorganges Sauerstoffzutritt von Aussen unerlässlich ist, ist sattsam bekannt; nicht dagegen, dass die Wirkung desselben eine ganz locale ist. So wenigstens möchte ich Erfahrungen wie die folgenden deuten: bestreicht man eine warme Keule mit einem feinen Pinsel vorsichtig einseitig, oder an einer ganz begrenzten Stelle (z. B. durch Betupfen) mit reinem Glycerin, oder mit Olivenöl, Substanzen deren Unschädlichkeit an sich gewiss nicht in Zweifel gezogen wird, so unterbleibt an der betreffenden Stelle — und nur an dieser — das Verbrennen der Stärke von der Oberfläche ab auf eine gewisse Tiefe. Man erhält dann z. B. im Längsschnitt pyramidenförmige Gewebeparthien, in denen die Stärke unverbrannt sitzt, ähnlich denen von Fig. 3 a auf Tafel I, oder man erhält bei Bestreichen ganzer Keulenhälften Jodbilder wie auf Tafel I Figur 7 a b c. — Bilder, die den Gedanken aufdrängen, dass der atmosphärische Sauerstoff ganz local und offenbar in radialer Richtung im Innern leichter wirkt als in tangentialer, wenn auch ein

Vordringen desselben in dieser Richtung, wie man aus den Bildern sieht, zweifellos statt hat.

Andere Erfahrungen nun zeigen, dass eine unverletzte Oberfläche, unverletzte Papillen, gleichfalls nöthig ist: Verletzung der Oberfläche wirkt, als ob an der verletzten Stelle der Sauerstoffzutritt behindert sei. Rauhes Anfassen warmer Keulen hat zur Folge, dass am andern Morgen bei Jodversuchen geradezu Fingerabdrücke an der Keule entstehen, indem an den berührten Stellen die Stärke mehr oder minder tief aus dem Innern nicht verschwunden ist. Wie das Anlegen der Thermometer wirkt, ist in den Figuren 4 und 5 der Tafel I frappant dargestellt. Die Figur 7 derselben Tafel zeigt, wie vorsichtiges Abschaben der äussersten Oberfläche wirkt. Ausschneiden eines fadendünnen Spahnes aus der Keulenfläche bewirkt, dass in einer feinen Linie der Keule entlang die Stärke unverbrannt sitzen bleibt.

In diesen Fällen ist offenbar der Zutritt des Sauerstoffs nicht gehemmt, nur die Oberfläche ausser Function gesetzt: sie zwingen, meines Erachtens, zu der Annahme, dass dieser bei dem Verbrennungsprocess eine besondere Aufgabe in der Uebertragung des Sauerstoffs zukommt. Auf welche Weise sie zu einer solchen Specialaufgabe geschickt wird, bleibt vorläufig unbekannt. In Ermangelung eines andern anatomischen Anhaltes, denkt man unwillkürlich an das Papillenplasma*), das ja factisch während des Verbrennungsprocesses Aenderungen zeigt. Dass die Annahme von Garreau, die Papillen besässen keine Cuticula und seien dadurch zur Aufnahme des Sauerstoffs besonders geschickt, unrichtig ist, haben wir bereits oben gesehen. Auch die Annahme, dass die Papillenform, eine andere Bedeutung als eventuell die der Oberflächenvergrösserung habe, muss einstweilen von der Hand gewiesen werden. Bei unserem *Arum* freilich ist jede einigermaassen activ sich erwärmende Oberfläche mit Papillen überzogen. Dagegen gibt es recht energisch sich erwärmende Aroideen, denen die Papillenoberfläche fehlt. So ist z. B. der grosse, nachweislich über 12° Wärmeüberschuss erzeugende Appendix von *Sauromatum* mit einer glatten, nicht papillären Zellschicht überzogen.

Schliesslich bleibt uns noch übrig zu erwähnen, dass bei der Verbrennung vielleicht ein Körper entsteht, den ich zwar makrochemisch nicht erkannt habe, der mir aber mikroskopisch und zwar nur an Alcoholmaterial aufgestossen ist. Er findet sich in frischem Material an Knospen- oder warmen Keulen ebensowenig als an verblühten.

*) Den Papillen im Allgemeinen wurde schon von Garreau (a. a. O. p. 255) eine besondere Bedeutung bei der Sauerstoffaufnahme beigemessen.

Untersucht man aber verblühte Keulen aus Alcohol, so finden sich dann und wann — durchaus nicht immer — krystallinische Bildungen, oft in jeder Zelle. Sie sind, wo sie einzeln in der Zelle auftreten grösser, wenn sie geschaart, bis zu 1 Dutzend erscheinen, undeulich klein. Grössere Krystalle erscheinen mitunter regelmässig octaëdrisch, noch öfter aber sind sie mit abgerundeten Ecken versehen oder biscuitförmig. Sie brechen schwach doppelt. Reagentien haben mir bisher nur unvollkommen Aufschluss gegeben: sie lösen sich nicht in kaltem Wasser, anhaltendes Kochen in Wasser löst aus ihnen eine starke lichtbrechende Substanz, während ein substanzarmes in Chlorzinkjod schwach aber deutlich gelblich werdendes Skelett zurückzubleiben schien. Carmin und Jod färben nicht.

III.

Transpirationsgrösse in der Erwärmungsnacht.

Dass die Arumkeule nicht nur wie jeder andere Pflanzentheil Wasser transpirirt, war selbstverständlich zu erwarten, aber auch mit Sicherheit vorauszusehen, dass in dem erwärmten Organ die Wasserabgabe eine ungewöhnliche sein müsse. Schon wenn man eine warme Keule auf eine kalte Uhrschale oder Glasplatte legt, sieht man dass die Abgabe dunstförmigen Wassers sehr ansehnlich ist (Ausscheidung liquiden Wassers habe ich weder gesehen, noch war sie dem anatomischen Bau nach zu erwarten): sie beschlagen sich augenblicklich mit Wasserdampf, der sich binnen weniger Minuten zu einer förmlichen kleinen Wasserlache condensirt.*)

Versuche über die Grösse der Wasserabgabe einer stark erhitzten Keule in kurzen Zeiträumen hätten vielleicht überraschende Resultate ergeben. Mir schien es angelegener, so gut als es geht, zu erforschen, wieviel Wasser in der ganzen Wärmeperiode abgegeben wird; in der Zeit vom Aufblühen zwischen 4 und 5 Uhr, bis zum andern Morgen (9—10 Uhr). Die angestellten Versuche unterliegen mancherlei Bedenken, von denen unten einige berührt werden sollen.

*) Das Wasser reagirt neutral; vielleicht ein ganz wenig sauer. — Schon Saussure (Ann. de chimie et phys. T. XXI 1822 p. 287 erwähnt die excessive Ausstossung von Wasserdampf bei warmen Keulen.

a) Transpirationsversuche mit *Arum italicum*.

Meine Versuche über die Transpirationsgrösse der warmen Keule von *Arum italicum* sind in der Stazione agraria in Rom bei der gewöhnlichen Frühlingstemperatur mit jedesmal unmittelbar dem Freien entnommenen, eben geöffneten Blüten angestellt.

Der einfache Apparat der zum Experimentiren diene war folgender: kurze, wenigstens 1 cm (im Lichten) weite Reagensröhren wurden mit dicht schliessenden, paraffingetränkten Korken, die in der Mitte so durchbohrt waren, dass die Weite der Dicke des Keulenstieles entsprach, und mit Platindrahtschlingen zum Aufhängen an eine chemische Wage versehen.

Nachdem der Apparat so mit reinem Wasser gefüllt war, dass der Kork nicht berührt wurde, wurde eine frische warme Keule über den Sperrhaaren abgeschnitten, in den durchbohrten Kork möglichst luftdicht eingesetzt (was durch den Umstand sehr erleichtert wird, dass der Keulenstiel nach oben sich allmählig verdickt) und zwar so, dass oberhalb des Korkes nur die Keule selbst hervorragte, der Stiel aber beim Einsetzen des Korkes in den Reagenscylinder möglichst tief in das Wasser gesenkt werden konnte. Der auf diese Weise beschickte Apparat wurde sofort genau gewogen und dann über Nacht frei aufgehängt. Am andern Morgen wurde der Apparat auf Unversehrtheit geprüft und wieder gewogen; darauf die Keule, wie sie über dem Kork im Freien stand, abgeschnitten, und gewöhnlich Volum, Frisch- und Trockengewicht bestimmt.

Unter der Voraussetzung eines dichten Verschlusses und normalen Wärmeganges setzte sich der Gewichtsverlust nur aus einem gas- und dampfförmigen Verlust der Keule und zwar aus 2 Factoren zusammen: a) hat die Keule durch CO₂-Exhalation eine beträchtliche Menge Trockensubstanz eingebüsst; b) ist durch die Transpiration Wasser in Dampfform verloren gegangen. Nimmt man an, dass die Keule anfänglich die mittlere Trockensubstanz warmer Keulen besessen, 32,9 %, so ist aus dieser und dem am Schlusse durch Wägung festgestellten Trockengewicht — ohne weiteres, der Trockensubstanzverlust über Nacht, zu berechnen. Freilich wird dabei vorausgesetzt, dass die Wasseraufnahme aus dem Glase eine der normalen gleiche gewesen sei.

Der gefundene Trockensubstanzverlust von dem Gesamtgewichtsverlust des Apparats abgezogen ergibt aber den Wasserverlust. So sicher als es auf den ersten Blick erscheinen mag, ist nun allerdings aber die Rechnung nicht; es ist leicht einzusehen, dass die Factoren, welche wir für unsere Berechnung brauchen, nicht exakt gefunden werden können.

Die Grösse des ursprünglichen Trockengewichts, die wir zur Eruirung des Trockensubstanzverlustes während der Erwärmung nöthig haben, kann selbstverständlich niemals direct bestimmt werden; es bleibt nur übrig, die früher gefundene Mittelzahl einer warmen Keule zu Grunde zu legen. Da die hier beobachteten Keulen zur selben Zeit genommen, zu welcher die Bestimmung jener Mittelzahl geschah (Tab. I, I n. 2), so ist das Verfahren gewiss erlaubt: leider aber weichen, wie man aus der Tabelle sieht, die gefundenen Einzelzahlen oft beträchtlich ab. Es ist unvermeidlich, dass hierdurch im Einzelfalle Fehler entstehen müssen; dieselben dürften sich aber bei der schliesslichen Berechnung des Mittels ausgleichen.

Das am Schlusse des Versuchs von uns gefundene Keulengewicht ist nur unter der Voraussetzung und Annahme zu unserer Rechnung brauchbar, dass die Wasseraufnahme durch den Keulenschaft aus dem Versuchsglase nur soweit geschehe, als Wasser verdunstet wird, dass einfach nur der Transpirationsverlust gedeckt werde. Dass die Wasseraufnahme in dieser Weise geschehen kann, sieht man aus dem Vergleich der in diesem Falle festgestellten Trockengewichtsprocente (s. die folgende Tabelle unter a) mit den früher gefundenen normalen: wir erhalten Procentzahlen die meist den normalen sehr nahe stehen; doch weisen alle Zahlen unzweideutig darauf hin, dass die Wassersaugung in den Gefässen etwas grösser als die normale sein wird. Und unter diesen Verhältnissen wird die Transpirationsgrösse etwas zu klein gefunden.

Die am Ende des Versuchs festgestellten Trockengewichtsprocente geben uns auch sofort zu erkennen, ob die Keule alles verbrennbare Material wirklich verbraucht hat oder nicht. In unsern Versuchen (Tabelle unter c) trifft das nur im ersten zu, in den übrigen bleiben recht erkleckliche Reste. Auch daraus ergibt sich ohne Weiteres, dass die gefundene Transpirationsgrösse zu gering ist.

Alles weist also darauf hin, dass die von uns gefundenen Werthe nur Minimalwerthe sind. Aber sie stimmen gut untereinander überein und fallen, wenn man die Transpirationswerthe von Knospen- und verblühten Exemplaren gegenüberstellt, lehrreich genug aus.

Wir finden:

1. Verblühte und noch nicht aufgeblühte Keulen haben nahezu dieselbe Verdunstungsgrösse; das verdunstete Wasser ist praeter propter $\frac{1}{3}$ des Volums der Keule.
2. Die warme Keule verdunstet über Nacht rund dreimal soviel als die nicht erwärmten; auf ein Volum Keulensubstanz wird ein gleiches Volum Wasser ver-

a) Transpirationsversuche mit *Arum italicum*.

Meine Versuche über die Transpirationsgrösse der warmen Keule von *Arum italicum* sind in der Stazione agraria in Rom bei der gewöhnlichen Frühlingstemperatur mit jedesmal unmittelbar dem Freien entnommenen, eben geöffneten Blüten angestellt.

Der einfache Apparat der zum Experimentiren diene war folgender: kurze, wenigstens 1 cm (im Lichten) weite Reagensröhren wurden mit dicht schliessenden, paraffingetränkten Korken, die in der Mitte so durchbohrt waren, dass die Weite der Dicke des Keulenstieles entsprach, und mit Platindrahtschlingen zum Aufhängen an eine chemische Wage versehen.

Nachdem der Apparat so mit reinem Wasser gefüllt war, dass der Kork nicht berührt wurde, wurde eine frische warme Keule über den Sperrhaaren abgeschnitten, in den durchbohrten Kork möglichst luftdicht eingesetzt (was durch den Umstand sehr erleichtert wird, dass der Keulenstiel nach oben sich allmählig verdickt) und zwar so, dass oberhalb des Korkes nur die Keule selbst hervorragte, der Stiel aber beim Einsetzen des Korkes in den Reagenscylinder möglichst tief in das Wasser gesenkt werden konnte. Der auf diese Weise beschickte Apparat wurde sofort genau gewogen und dann über Nacht frei aufgehängt. Am andern Morgen wurde der Apparat auf Unversehrtheit geprüft und wieder gewogen; darauf die Keule, wie sie über dem Kork im Freien stand, abgeschnitten, und gewöhnlich Volum, Frisch- und Trockengewicht bestimmt.

Unter der Voraussetzung eines dichten Verschlusses und normalen Wärmeganges setzte sich der Gewichtsverlust nur aus einem gas- und dampfförmigen Verlust der Keule und zwar aus 2 Factoren zusammen: a) hat die Keule durch CO₂-Exhalation eine beträchtliche Menge Trockensubstanz eingebläst; b) ist durch die Transpiration Wasser in Dampfform verloren gegangen. Nimmt man an, dass die Keule anfänglich die mittlere Trockensubstanz warmer Keulen besessen, 32,9 %, so ist aus dieser und dem am Schlusse durch Wägung festgestellten Trockengewicht — ohne weiteres, der Trockensubstanzverlust über Nacht, zu berechnen. Freilich wird dabei vorausgesetzt, dass die Wasseraufnahme aus dem Glase eine der normalen gleiche gewesen sei.

Der gefundene Trockensubstanzverlust von dem Gesamtgewichtsverlust des Apparats abgezogen ergibt aber den Wasserverlust. So sicher als es auf den ersten Blick erscheinen mag, ist nun allerdings aber die Rechnung nicht; es ist leicht einzusehen, dass die Factoren, welche wir für unsere Berechnung brauchen, nicht exakt gefunden werden können.

Die Grösse des ursprünglichen Trockengewichts, die wir zur Eruirung des Trockensubstanzverlustes während der Erwärmung nöthig haben, kann selbstverständlich niemals direct bestimmt werden; es bleibt nur übrig, die früher gefundene Mittelzahl einer warmen Keule zu Grunde zu legen. Da die hier beobachteten Keulen zur selben Zeit genommen, zu welcher die Bestimmung jener Mittelzahl geschah (Tab. I, I n. 2), so ist das Verfahren gewiss erlaubt: leider aber weichen, wie man aus der Tabelle sieht, die gefundenen Einzelzahlen oft beträchtlich ab. Es ist unvermeidlich, dass hierdurch im Einzelfalle Fehler entstehen müssen; dieselben dürften sich aber bei der schliesslichen Berechnung des Mittels ausgleichen.

Das am Schlusse des Versuchs von uns gefundene Keulengewicht ist nur unter der Voraussetzung und Annahme zu unserer Rechnung brauchbar, dass die Wasseraufnahme durch den Keulenskiel aus dem Versuchsglase nur soweit geschehe, als Wasser verdunstet wird, dass einfach nur der Transpirationsverlust gedeckt werde. Dass die Wasseraufnahme in dieser Weise geschehen kann, sieht man aus dem Vergleich der in diesem Falle festgestellten Trockengewichtsprocente (s. die folgende Tabelle unter a) mit den früher gefundenen normalen: wir erhalten Procentzahlen die meist den normalen sehr nahe stehen; doch weisen alle Zahlen unzweideutig darauf hin, dass die Wassersaugung in den Gefässen etwas grösser als die normale sein wird. Und unter diesen Verhältnissen wird die Transpirationsgrösse etwas zu klein gefunden.

Die am Ende des Versuchs festgestellten Trockengewichtsprocente geben uns auch sofort zu erkennen, ob die Keule alles verbrennbare Material wirklich verbraucht hat oder nicht. In unsern Versuchen (Tabelle unter c) trifft das nur im ersten zu, in den übrigen bleiben recht erkleckliche Reste. Auch daraus ergibt sich ohne Weiteres, dass die gefundene Transpirationsgrösse zu gering ist.

Alles weist also darauf hin, dass die von uns gefundenen Werthe nur Minimalwerthe sind. Aber sie stimmen gut untereinander überein und fallen, wenn man die Transpirationswerthe von Knospen- und verblühten Exemplaren gegenüberstellt, lehrreich genug aus.

Wir finden:

1. Verblühte und noch nicht aufgeblühte Keulen haben nahezu dieselbe Verdunstungsgrösse; das verdunstete Wasser ist praeter propter $\frac{1}{3}$ des Volums der Keule.
2. Die warme Keule verdunstet über Nacht rund dreimal soviel als die nicht erwärmten; auf ein Volum Keulensubstanz wird ein gleiches Volum Wasser ver-

dunstet. Die Gesamttranspiration über Nacht beträgt etwas mehr als das Gewicht der Keule selbst.*)

3. Aus dem eben Gesagten geht ohne Weiteres hervor, dass das verdunstete Wasser weder allein durch Verbrennung der Stärke, noch auch überhaupt aus der Keule gewonnen sein kann; es muss zum grossen Theil aus den tiefer liegenden Theilen herzugeleitet werden.

Uebrigens mag hier der Ort sein, eine Bemerkung über die Bildung von Wasser während des Erwärmungsprocesses zu machen. Dass Wasser gebildet wird, kann wohl keinem Zweifel unterliegen. Die 77 % Kohlehydrate, die in der Erwärmungsnacht zerstört werden, verschwinden nachgewiesenermaassen zu 74 % gasförmig exhalirt. Der Kohlenstoff derselben tritt bekanntlich als Kohlensäure aus; dass auch der H des Kohlehydrats austritt, ergibt sich unmittelbar aus der Elementaranalyse (vgl. diese oben). Ausser in der Form von H_2O sind freilich auch noch andere Körper als die Exhalationsform denklich. Ich habe nie eine Wahrnehmung gemacht, die auf die Entweichung von Wasserstoffgas hindeutete; wohl aber liegen mir zwei Beobachtungen vor, nach denen das Entweichen H-haltiger Verbindungen andrer Zusammensetzung als Wasser gedacht werden kann. Einmal die riechende Substanz, deren Natur zwar unbekannt, die man aber zweifellos als H-haltig anzunehmen hat. Fürs zweite habe ich wiederholt constatirt, dass ein mit HCl (nicht mit andern Säuren) befeuchteter Glasstab die bekannte Nebelbildung zeigt. Es muss dahin stehen, ob die nebelbildende und die riechende Substanz identisch sind — keinem Zweifel aber unterliegt es, dass auch in dieser eine H-haltige Verbindung vorliegt; wohl ein Ammoniakstickstoff. Gegen diese letzte Annahme spricht es nicht, wenn wir keinen Stickstoffdefect constatirt haben. So minimale Substanzmengen wie die riechenden Substanzen, fallen ja ausser Gewicht.

b) Versuche mit *Arum maculatum*.

Im Mai 1883 habe ich eine Anzahl Versuche mit in den Elsterauen bei Döllnitz erwachsenen jeden Tag frisch dem Walde entnommenen Exemplaren gemacht, die im Ganzen den vorigen gleich, aber dadurch von ihnen unterschieden sind, dass die Versuchsgläser in $\frac{1}{10}$ cc graduirt waren, und demnach eine gute Abschätzung des gesaugten Wassers bis auf $\frac{1}{20}$ cc gestatteten. Es konnte also hier die Menge des aufgesaugten Wassers mit der auf dem vorigen Wege durch Rechnung gefundenen Transpirationsgrösse direct verglichen werden.

*) Arcangeli (a. a. O. p. 92) hat durch blossen Calcul $\frac{1}{8}$ des Keulenfrischgewichts gefunden.

Die erhaltenen Resultate, so weit sie mit den bei *A. italicum* mitgetheilten verglichen werden können, harmoniren sehr gut:

1. Auf die Volumeinheit berechnet wird, die ganze Wärmeperiode hindurch, fast 1½ mal soviel Wasser als das Keulenvolum beträgt, transpirirt d. h. auf 1 cc Keulensubstanz kommen 1,4 cc Transpirationswasser. Ein Versuch mit der Keulenknope ergab, dass diese auf 1 cc Substanz nur 0,68 cc Wasser abgibt.

2. Die absolute Menge des transpirirten Wasser beträgt immer mehr, als das Keulengewicht selbst; woraus also auch hier ohne Weiteres folgt, dass die Keule allein das verbrauchte Wasser zu liefern, nicht im Stande ist.

3. Aus dem Vergleich des gesaugten Wassers mit dem durch Rechnung gefundenen ergibt sich stets ein Plus zu Gunsten des erstern d. h. die warme Keule nimmt mehr Wasser auf, als sie transpirirt. Dies Resultat harmonirt gleichfalls mit dem bereits bei *A. italicum* erhaltenen, führt aber, wie leicht ersichtlich, eine kaum zu beseitigende Schwierigkeit mehr in den Calcul ein.

Tabelle II.

I. *Arum italicum*.

a) Knospenkeulen.

Nr.	Keulen-		Volum	Wasserverlust p. Nacht	Auf Volumeinheit
	Frischgew.	Trockengew.			
1.	3,350	1,124 (33,6)	3,6	1,075	0,29
2.	1,874	0,696 (37,1)	1,9	0,807	0,42
3.	1,990	0,595 (29)	2,1	0,820	0,39
4.	1,280	0,470 (36,8)	1,3	0,435	0,33
5.	1,780	0,670 (37,9)	1,2	0,383	0,32
6.	1,854	0,700 (37,9)	1,75	0,490	0,29
7.	3,524	1,278 (36,3)	3,6	0,595	0,16
8.	4,735	1,590 (33,6)	4,8	0,960	0,20
9.	3,130	1,200 (38,3)	2,5	0,517	0,20
Im Mittel					0,29

b) Verblühte Keulen.

1.	1,180	0,110 (9,3)	1,4	0,480	0,34
2.	1,935	0,19 (9,8)	2,1	0,615	0,29
Im Mittel					0,31

c) Warme Keulen.

Nr.	Gesamtverlust	Berechneter Substanzverlust	Demnach Wasserverlust	pro Volumeinheit	Bemerkungen (Keulengewicht)
1.	1,780	0,386	1,394	0,73	{ frisch 1,705 { trocken 0,18 { % 10,5 { Volum 1,9
2.	1,640	0,264	1,376	0,89	{ frisch 1,360 { trocken 0,185 { % 13,6 { Volum 1,55
3.	1,770	0,143	1,627	1,3	{ frisch 1,195 { trocken 0,250 { % 20,9 { Volum 1,2
4.	1,450	0,178	1,272	0,98	{ frisch 1,190 { trocken 0,19 { % 17,03 { Volum 1,3
5.	2,765	0,342	2,423	1,1	{ frisch 2,080 { trocken 0,35 { % 16,8 { Volum 2,15
				Im Mittel 1,0	

II. *Arum maculatum.*

	Keule	Gesamtverlust über Nacht	Gesaugtes Wasser cc	Berechneter Substanzverlust*)	Berechneter Wasserverlust	Demnach pro Volumeinheit
1.	0,427 0,0503 11,8 % 0,45 Vol.	0,896	0,85	0,162	0,732	1,6
2.	0,540 0,094 (17,4) 0,6 Vol. 25 mm	0,904	0,9	0,122	0,782	1,3
3.	0,586 0,117 (20,0) 0,6 Vol. 25 mm	0,9525	0,9	0,117	0,8355	1,4
4.	0,4875 0,049 (10,0) 0,55 Vol. 24 mm	1,236	1,2	0,147	1,089	1,9

*) Unter Annahme von ursprünglich 40 % Trockensubstanz.

	Gesamtverlust über Nacht	Gesaugtes Wasser cc	Berechneter Substanzverlust	Berechneter Wasserverlust	Demnach pro Volumeneinheit
5.	Keule 0,5425 0,0485 9,2 ‰ 0,6 Vol. 25 mm	1,062	0,9	0,1665	0,895 1,49
6.	0,5093 0,0575 11,2 ‰ 0,55 Vol. 25 mm	1,055	1,05	0,149	0,906 1,8
7.	0,4453 0,0513 11,6 ‰ 0,475 Vol. 26 mm	0,510	0,6	0,126	0,384 0,8
8.	0,5723 0,0703 12,3 ‰ 0,6 Vol.	0,906	1,0	0,159	0,747 1,0
9.	0,5623 0,0493 8,7 ‰ 0,55 Vol.	1,123	1,1	0,178	0,945 <u>1,7</u> Im Mittel 1,4

Knospen:

	Keule	Gesamtverlust	Gesaugtes Wasser	Verlust pro Volumeneinheit
1.	0,5533 0,2025 (36,6) 0,55 Vol.	9,3725	0,4	0,68
2.	0,7463 0,2963 (37 ‰)	0,378	0,375	
3.	0,2918 0,1105 (37,8)	0,1605	0,175	

IV.

Ueber die Wirkung von Kohlensäure und Wasserstoff auf die warme Keule.

Versuche über die Bedeutung der Gase, welche die Keule umgeben, sind schon von einem der ersten Beobachter der Aroideen-Wärme gemacht worden, freilich noch nicht in exakter, aber gleichwohl in sehr deutlich sprechender Weise. Hubert*) theilt eine Anzahl Versuche mit, die ich hier um so weniger übergehen darf, als sie neben den unten zu erwähnenden Vrolik's und de Vriese's die einzigen geblieben sind; denn die schönen Experimente Th. de Saussure's**) über den Verbrauch von Sauerstoff bei den Aroideenblüthen gehören, streng genommen, eben so wenig hierher, als die Versuche Garreau's über CO₂-Exhalation.

Hubert zeigt am eben genannten Orte, dass seine Colocasia, warm, in Wasser getaucht, nach 25 bis 30 Minuten erkaltet; dass jedoch der über Wasser stehende Theil des Kolbens selbstständig ist und warm bleibt. In einer möglichst luftleer gemachten Blase war die Erwärmung sehr gering; frei gemacht stieg die Wärme (bei 5 Kolben) „sofort“ von 30 auf 45°. In beschränkter Luftmenge (Einschluss in Blasen) ist auch die producirt Wärme limitirt.

Das sind alles nur Versuche, welche von uns heutzutage auf die Nothwendigkeit der Sauerstoffathmung gedeutet werden, die in der oben genannten Arbeit Saussure's zuerst dargethan wurde. In gleichem beweist Hubert's Versuch, dass in der vom Kolben producirt Luft Vögel sterben und Kerzen erlöschen nur, dass der sich erwärmende Kolben Sauerstoff verzehrt und Kohlensäure producirt.

Leider ist Hubert der einzige directe Versuch mit Gasen missglückt. Er sagt „in Gährungsluft, in der Luft, die in den Internodien des Bambusrohrs vorhanden ist, im entzündlichen Sumpfgas“ „behielten die Kolben ihre Wärme“. Schon Saussure hat (a. a. O.) seine Zweifel an diesem Resultat geäußert; und es lässt sich gewiss

*) Journal de Physique, de chimie, d'hist. naturelle et des arts. Par I.-C. Delamétherie. T. LIX Paris 1804 p. 284-286.

**) Annales de chimie et physique par Gay-Lussac et Arago. Tome XXI Paris 1822 p. 287.

nur unter der Annahme erklären, dass die angewandten Gase stark mit Sauerstoff verunreinigt waren.

Ein exakter Versuch mit Stickgas — der einzige vorhandene — liegt von G. Vrolik und W. H. de Vriese vor. Dieselben haben (Ann. scienc. nat. II. Sér. Tome XI 1839) nicht nur die befördernde Wirkung von reinem Sauerstoff (p. 77—79), sondern auch das Verhalten der Kolben von *Colocasia odora* in Stickgas gefunden: die Blüthe verlor ihren Temperaturüberschuss von $2,6^{\circ}$ binnen 2 Stunden (l. c. p. 80 und 81).

Meine Versuche mit Wasserstoff und Kohlensäure zeigen nicht allein, dass mit der Verdrängung des Sauerstoffs aus dem Recipienten die Temperatur einer warmen Arumkeule sinkt, sie zeigen insbesondere, dass das Sinken unerwartet rasch stattfindet.

Sie sind in folgender Weise angestellt: Keulen von *Arum maculatum*, die sich in der aufsteigenden Wärmeperiode fanden, wurden von der Spatha befreit und mit einem Thermometer in der Mitte versehen. Als Recipient für dieselben diente ein geräumiger Glascylinder, in welchen dicht neben den Blüthenstand auch ein Luftthermometer gebracht wurde. Das Gas, in einem Kipp'schen Apparat entwickelt, trat zunächst in ein Waschgefäß und dann durch ein langes Glasrohr auf den Boden des Recipienten, während es durch den Pfropfen im obern Ende mittelst eines kurzen Rohres austreten konnte. Die Einleitung geschah in sehr raschem Strom, so dass offenbar in aller kürzester Frist die Luft verdrängt sein musste.

Es entstand vor allem die Vorfrage, ob bei dieser Versuchsanordnung nicht durch den Gasstrom eine Luftströmung entstehe, die an der feuchten Keulenoberfläche vorbeistreichend, Transpirationskälte und auf diese Weise das Sinken des Thermometers verursache. Versuche mit Keulen von Zimmertemperatur, Versuche der Art angestellt, dass Thermometer mit nassem Filtrirpapier umwickelt, an Stelle der Pflanze in den Apparat gebracht wurden — ergaben, dass der beregte Fall nicht eintrat.

Die unten tabellarisch zusammengestellten Versuche zeigen nun, dass ein Kohlensäurestrom schon nach 1 Minute, ja noch schneller, ein Strom von H etwa ebenso schnell ein Sinken der Temperatur bewirkt, dass dagegen nach einigen Minuten freien Luftzutritts die Temperatur wieder zu steigen beginnt.

Versuch am 7. Mai.

Kolben frisch dem Freien entnommen, am Hals abgebrochen und an das Thermometer befestigt. Luftthermometer im Gasrecipienten dicht daneben.

Der Versuch fand zwischen 6 und 7 Uhr Abends statt. Beginn 6 Uhr 17 Min. Abends.

	Zeit	Keulentemp.	Lufttemp.	Bemerkungen.
6 Uhr	17 Min.	27,5	19,3	
	18 "	28,1	19,4	
	19 "	29,0	19,55	
	20 "	29,7	19,7	
	20 ¹ / ₂ "	30,0	19,8	
	21 "	30,3	—	Kohlensäurestrom.
	21 ¹ / ₂ "	30,5	19,9	
	22 "	30,2	20,0	
	22 ¹ / ₂ "	30,0	20,05	
	23 "	29,5	20,1	
	23 ¹ / ₂ "	29,0	20,2	
	24 "	28,5	20,3	
	24 ¹ / ₂ "	27,7	20,3	
	25 ¹ / ₂ "	26,9	20,4	Kohlensäurezutritt unterbrochen und Luftzutritt.
	27 "	26,2	20,6	
	28 "	26,9	20,7	
	30 "	28,3	20,8	
	31 "	29,2	20,8	Wasserstoffstrom.
	32 "	29,6	20,8	
	32 ¹ / ₂ "	30,0	20,9	
	33 "	30,1	20,9	
	34 "	30,0	21,0	
	34 ¹ / ₂ "	29,7	21,0	
	35 "	29,0	21,05	
	35 ¹ / ₂ "	28,5	20,1	
	36 ¹ / ₂ "	27,5	21,3	Luftzutritt.
	37 "	27,2	—	
	37 ¹ / ₂ "	27,4	—	
	38 "	27,6	—	
	38 ¹ / ₂ "	28,0	—	
	39 "	28,5	21,5	
	40 "	29,3	21,6	
	40 ¹ / ₂ "	29,5	—	
	41 ¹ / ₂ "	30,0	—	
	42 ¹ / ₂ "	30,3	—	
	43 ¹ / ₂ "	30,5	—	Wasserstoffstrom.
	44 "	30,6	—	
	45 "	30,6	—	
	45 ¹ / ₂ "	30,4	—	
	46 "	30,2	—	
	46 ¹ / ₂ "	30,0	—	
	47 "	29,7	21,7	

	Zeit	Keulentemp.	Lufttemp.	Bemerkungen.
6 Uhr	47 ¹ / ₂ Min.	29,4	21,9	Luftzutritt.
	48 "	29,2	22,0	
	48 ³ / ₄ "	29,2	22,1	
	49 "	29,3	—	
	49 ¹ / ₂ "	29,4	22,0	
	50 "	29,5	—	
	50 ¹ / ₂ "	29,6	—	
	51 "	29,6	21,9	
	51 ¹ / ₂ "	29,7	21,9	
	52 ¹ / ₂ "	29,8	21,8	Kohlensäurestrom.
	52 ³ / ₄ "	29,7	—	
	53 ¹ / ₂ "	29,7	21,9	
	54 "	29,6	—	
	54 ¹ / ₂ "	29,5	—	
	54 ³ / ₄ "	29,4	—	
	55 "	29,0	—	
	55 ¹ / ₄ "	28,8	—	
	55 ¹ / ₂ "	28,6	—	
	55 ³ / ₄ "	28,5	—	
	56 "	28,3	22,1	Luftzutritt.
	56 ¹ / ₄ "	28,2	—	
	56 ¹ / ₂ "	28,1	—	
	56 ³ / ₄ "	28,0	22,0	
	56 ⁴ / ₅ "	27,9	—	
	57 "	27,7	—	
	57 ¹ / ₄ "	—	—	
	57 ¹ / ₂ "	—	—	
	57 ³ / ₄ "	27,8	21,9	
	58 "	27,8	—	
	59 "	28,0	—	
	59 ¹ / ₂ "	28,1	—	
7 Uhr		28,2	19,8	

Versuch am 8. Mai 1883.

Einwirkung von CO₂ und H nacheinander.

	Zeit	Keulentemp.	Lufttemp.	Bemerkungen.
7 Uhr	30 Min.	22,0	18,6	
	31 "	22,7	18,6	
	32 "	23,4	18,6	
	33 "	23,9	18,6	
	35 "	24,5	18,6	
	36 "	24,9	18,6	Kohlensäurestrom eingeleitet.
	39 "	24,5	18,6	Kohlensäurestrom unterbrochen u. Luftzutritt.
	40 "	24,55	18,6	

	Zeit	Keulentemp.	Lufttemp.	Bemerkungen.
7 Uhr	40 ¹ / ₂ Min.	24,65	18,6	
	41 "	24,7	18,6	
	41 ¹ / ₂ "	24,7	18,6	
	42 "	24,8	18,6	
	43 "	24,9	18,6	Kohlensäureeintritt.
	43 ¹ / ₂ "	24,7	18,6	
	44 "	24,7	18,6	
	44 ¹ / ₂ "	24,5	18,6	
	45 "	24,2	18,6	CO ₂ strom unterbrochen, Luftzutritt.
	45 ¹ / ₂ "	23,8	18,6	
	46 "	23,7	18,6	
	46 ¹ / ₂ "	23,7	18,6	
	47 "	23,9	18,6	
	47 ¹ / ₂ "	24,1	18,6	
	48 "	24,2	18,6	
	50 "	24,4	18,4	
	51 "	24,6	18,4	Kohlensäure eingeleitet.
	51 ¹ / ₂ "	24,4	18,4	
	52 "	24,3	18,4	
	53 "	24,1	18,4	Unterbrochen und Luftzutritt.
	53 ¹ / ₂ "	23,8	18,4	
	54 "	23,8	18,4	
	55 "	23,9	18,4	
	55 ¹ / ₄ "	24,0	18,4	
	55 ¹ / ₂ "	24,0	18,4	
	56 "	24,0	18,4	
	57 "	24,0	18,4	
	58 "	24,1	18,4	
	59 "	24,3	18,4	
8 Uhr	1 "	24,5	18,4	
	2 "	24,6	18,4	Wasserstoffstrom eingeleitet.
	2 ¹ / ₂ "	24,6	18,4	
	3 "	24,6	18,4	
	3 ¹ / ₂ "	24,5	18,4	
	4 "	24,4	18,4	
	4 ¹ / ₂ "	24,2	18,4	
	5 "	24,0	18,4	Wasserstoffeinleitung unterbrochen, Luftzutritt.
	6 "	23,7	18,4	
	7 "	23,7	18,4	
	8 "	23,7	18,4	
	9 "	23,7	18,4	
	10 "	23,7	18,4	
	11 "	23,7	18,4	
	12 "	23,8	18,4	
	14 "	23,9	18,4	

Versuch am 12. Mai 1883.

Der Blütenstand gegen 5 Uhr ins Zimmer genommen, bereits stark riechend.

— Einwirkung von CO₂, später von H.

Zeit	Keulentemp.	Lufttemp.	Bemerkungen.
5 Uhr 50 Min.	26,85	17,1	
58 "	29,7	20,7	
6 Uhr	30,1	20,75	Wasserstoffstrom eingeleitet.
1 "	30,0	20,7	
1 1/2 "	29,9	20,7	
2 "	29,5	20,65	
2 1/2 "	29,1	20,65	
3 "	28,6	20,6	
4 "	27,6	20,6	Unterbrochen, Luftzutritt.
4 1/2 "	27,0	20,45	
5 "	27,1	20,4	
5 1/2 "	27,4	20,4	
6 "	27,6	20,4	
7 1/2 "	28,1	20,4	
8 1/2 "	28,4	20,4	
9 "	28,7	20,4	
10 "	28,7	20,4	
11 "	28,8	20,4	Wasserstoffstrom.
11 1/2 "	28,8	20,4	
12 "	28,8	20,4	
12 1/2 "	28,5	20,4	
13 "	28,3	20,4	
13 1/2 "	27,9	20,4	
14 "	27,5	20,4	
14 1/2 "	27,0	20,4	
15 "	26,5	20,4	Unterbrochen und Luftzutritt.
15 1/2 "	26,1	20,4	
16 "	26,1	20,4	
16 1/2 "	26,4	20,4	
17 "	26,6	20,4	
17 1/2 "	26,8	20,4	
18 "	27,1	20,4	
19 "	27,4	20,4	
20 1/2 "	27,8	19,9	Kohlensäurestrom.
21 1/2 "	28,0	19,9	
22 1/2 "	28,0	19,9	
23 "	28,0	19,9	
24 "	27,6	19,9	
24 1/2 "	27,4	19,9	
25 "	27,3	19,9	Luftzutritt.
25 1/2 "	27,2	19,9	

Zeit	Keulentemp.	Lufttemp.	Bemerkungen.
6 Uhr 26 Min.	27,2	19,9	
26 ¹ / ₂ "	27,2	19,9	
27 "	27,1	19,9	
27 ¹ / ₂ "	27,0	19,9	
29 "	27,0	19,9	
30 "	27,4	19,9	
30 ¹ / ₂ "	27,6	19,9	
31 "	27,8	19,9	
32 "	28,0	19,9	
33 "	28,1	19,9	Kohlensäure eingeleitet.
33 ¹ / ₂ "	28,1	19,9	
34 "	28,1	19,9	
35 "	28,0	19,9	
35 ¹ / ₂ "	27,9	19,9	
36 "	27,7	19,9	
36 ¹ / ₂ "	27,5	19,9	Kohlensäure abgestellt, Luftzutritt.
39 "	27,0	19,9	
39 ¹ / ₂ "	26,9	19,9	
44 "	27,4	19,9	
45 ¹ / ₂ "	27,45	19,9	Kohlensäure.
46 "	27,4	19,9	
47 "	27,4	19,9	
47 ¹ / ₂ "	27,4	19,9	
48 "	27,3	19,9	
48 ¹ / ₂ "	27,2	19,9	
49 "	27,0	19,9	

V.

Die Stellung unserer Resultate zur heutigen Athmungslehre.

Machen wir uns, nachdem wir nun die anatomischen und chemischen Aenderungen, die während der Keulenerwärmung vor sich gehen, mit einiger Vollständigkeit kennen gelernt haben, noch einmal ein Gesamtbild von denselben und fragen wir dann, welche Lehren für die jetzige Athmungsphysiologie daraus zu ziehen sind.

Wir sehen, unter nothwendiger Vermittlung des papillären Epithels, den atmosphärischen Sauerstoff in die Keule eintreten und unter der Wirkung desselben

binnen kaum einer halben Nacht $\frac{3}{4}$ der Gesamttrockenmasse der Organs unter lebhafter Wärmebildung desselben sich verzehren. Wir wissen, dass die Hauptvorgänge im Stärkemantel der Keule sich abspielen, und dass hier, wenn auch alle lebenden Zellen ergriffen werden, doch die Action in jeder einzelnen Zelle selbstständig für sich verlaufen kann. Sosehr man auch geneigt sein mag, dem Protoplasma dieser Zellen eine wesentlich thätige Rolle beim ganzen Process zuzuthemen, dieselbe kann, wenigstens soweit die Untersuchungen reichen, jedenfalls nur eine vermittelnde, übertragende, nicht eine mit chemischer Veränderung desselben verbundene sein; denn tiefer greifende stoffliche Veränderungen, Spaltungen der Eiweisskörper, konnten nicht nachgewiesen werden. Unter völliger Erhaltung des ursprünglichen Verhältnisses löslicher und unlöslicher Stickstoffsubstanzen, vollzieht sich unter Wirkung eines erwiesenen diastatischen Ferments die Verzuckerung und der Verzehr von mehr als 77% Kohlehydraten, die zum grössten Theil als CO_2 entweichen, jedoch auch zum Theil als Pflanzensäuren in der Keule zurückbleiben. — In der erhitzten Keule findet eine Wassertranspiration statt, welche die normale um das dreifache übertrifft.

Bevor wir nun die vorliegenden Resultate für die Athmungsphysiologie verwenden können, müssen wir vor Allem eine Vorfrage entscheiden, die nämlich, ob der betrachtete Vorgang an *Arum* auch als ein richtiger und einfacher Athmungsprocess angesehen werden darf.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Hauptmerkmale, durch die man die gewöhnliche Athmung characterisirt: Aufnahme von Sauerstoff aus der Atmosphäre, Wechselwirkung desselben mit den Stoffen des Körpers und in Folge davon Vollzug eines complicirten Stoffwechselprocesses im Innern, schliesslich Ausscheidung von CO_2 und H_2O nach Aussen, auf unsern Vorgang in präcisester Weise zutreffen. Der Vorgang in der Arumkeule ist im wahrsten Sinne des Wortes ein „Verbrennungsprocess“, wie Sachs (in der Exp. Physiol. S. 287) seiner Zeit die Athmung klar präcisirte. Die Sauerstoffaufnahme hat schon Th. de Saussure (Ann. chim. et phys. par Gay-Lussac et Arago. Tome XXI 1822 a. o. a. O.) für *A. maculatum* in exaktester Weise dargethan, für *A. italicum* habe ich selbst Beweise anderer Art in dieser Abhandlung hinzugefügt; der reiche Stoffwechselprocess in der Keule ist ja gerade Gegenstand unserer eingehendsten Betrachtungen gewesen, und die CO_2 -Ausscheidung ist von Garreau in der wiederholt citirten Abhandlung ausführlich experimentell behandelt.

Der Vorgang an der Arumkeule ist also ein Athmungsvorgang; von den sonst

bekanntem Athmungsvorgängen bloss durch Intensität und Rapidität seines Verlaufes unterschieden. Erstere kann für die Untersuchung nur vortheilhaft sein und bloss zur Folge haben, dass die Einzelprocesse schärfer hervortreten, letztere freilich auch, dass vielleicht Manches verdeckt wird, was bei langsamem Verlaufe sichtbar würde. —

Unter den Fragen, welche in neuerer Zeit in der Athmungslehre in Angriff genommen, aber noch nicht mit Sicherheit entschieden worden sind, steht vor Allen an die Rolle, welche die N-haltigen resp. Eiweissbestandtheile der Zelle bei der Athmung spielen. Zwar war man genöthigt, auf die Boussingault'schen Versuche (Compt. rend. 1864 T. 58 p. 883 sq.) hin eine Stickstoffbilanz bei der Athmung anzuerkennen, doch war bereits schon vor Jahren bemerkt worden, dass bei der Keimung (die immer als Studienobject für die Athmung diente) lösliche N-haltige Producte, namentlich Asparagin, offenbar auf Kosten der Eiweisskörper entstehen (vgl. Sachs, Exp. Phys. S. 286). Dies Auftreten von Asparagin, oder richtiger von Amido-Körpern konnte erst von dem Momente an bedeutungsvoll werden, wo letztere durch Borodin besonders (Bot. Ztg. 1878 S. 801 ff.) als ein allgemeines Vorkommniss in lebenden und athmenden Pflanzentheilen constatirt wurden. Dieser hat bekanntlich conform mit Th. Hartig's früheren Angaben (Entwicklungsgeschichte des Pflanzenkeims. Leipzig 1858) gezeigt, dass Amidokörper, besonders Asparagin, in sich entwickelnden Knospen u. s. w. eine überaus weite, allgemeine Verbreitung haben. Obwohl sich Borodin selbst (a. a. O. S. 832) sehr vorsichtig ausdrückt, und diese Körper nicht ohne Weiteres als Athmungsproducte ansieht*), ist man doch in neuester Zeit ganz allgemein in der Botanik der (Pflüger'schen) Ansicht zugeneigt, dass bei der Athmung zunächst die Eiweisskörper Spaltungen erleiden, und dass die Amidkörper und die ausgeschiedene Kohlensäure diesem Processe unmittelbar entstammen, dass der so überaus auffallende Verbrauch der Kohlehydrate eine secundäre Erscheinung sei, und zur Reconstruction der Eiweisskörper (nicht zur Bildung der exhalirten CO₂) diene. Ich brauche in der Beziehung nur auf die Darstellungen von Wortmanns**), Sachs und Pfeffer***) hinzuweisen. Sachs' Vorstellung ist (Vorl. über Pflanzenphys. S. 487) kurz in die Worte zusammengefasst: „dass innerhalb des Protoplasmas zunächst

*) „Es entsteht nun die Frage, ob die Eiweisszersetzung, die man an abgetrennten Pflanzentheilen eintreten sieht, mit dem Athmungs- oder mit dem Wachstumsprocess parallel läuft“ a. a. O. S. 832.

**) Jul. Wortmann, Ueber die Beziehungen der intramolecularen zur normalen Athmung. In Arbeiten d. Würzb. Bot. Inst. II. Bd. S. 500 ff. Vgl. bes. S. 516 ff.

***) Pfeffer, Wesen und Bedeutung der Athmung in der Pflanze. Landwirthsch. Jahrb. von Nathusius und Thiel Bd. VII S. 805 ff., bes. S. 807 f.

und primär eine Zersetzung des Eiweissmolecöles stattfindet, welche mit Kohlesäurebildung endigt; dass aber durch den von Aussen herzutretenden Sauerstoff eine restitutio in integrum stattfindet, wobei Kohlehydrat, zunächst Zucker, verbraucht wird“. Auch Pfeffer (Phys. I 355) hält es für „wahrscheinlich, dass die Kohlen-säure aus einer fortwährenden Zertrümmerung von Eiweissmolecülen im lebendigen Protoplasma ihren Ursprung nimmt“.*)

Mag man sich bei dieser Auffassung immerhin auch auf rein theoretische Erwägungen stützen, der einzige Erfahrungsbeweis für eine Zersetzung des Eiweissmolecöls liegt bisher in dem beobachteten Auftreten von Amidokörpern bei der Keimung von Samen oder Wachsen von Sprossen. Diese bisherigen Studienobjecte aber konnten, wie ich oben schon andeutete, deshalb keine reinen Resultate liefern, weil in denselben neben der Athmung ein sehr energischer Wachsthumprocess stattfindet, und in jedem Falle unentschieden bleiben musste**), ob das gelieferte Product an N-haltigen Körpern ein wesentliches Zersetzungsproduct der Eiweisskörper in Folge der Athmung, oder aber eine Wanderform der letztern Körper, hergestellt zum Zwecke der Fortleitung derselben, beim Wachsen sei. Stimmen doch die Forscher heutzutage nach dem Vorgange Pfeffers (Pringsh. Jahrb. Bd. VIII S. 429 ff.) alle darin überein, dass Asparagin und Amidokörper überhaupt geeignete Formen für die Wanderung der Eiweisskörper in wachsenden Theilen seien (vgl. z. B. Sachs, Vorl. S. 429).

Solchen Zweifeln bietet nun unsere Arumkeule keinen Raum; wie wir oben gesehen haben, findet bei *Arum* in der Erwärmungszeit (und auch später) nicht das geringste Wachsthum mehr statt.***)

*) Auch Godlewski (Beiträge zur Kenntn. d. Pflanzenathmung in Pringsh. Jahrb. Bd. 13 S. 524) äussert sich im gleichen Sinn: „Gegen die Anschauung, dass die Pflanzenathmung mit der Dissociation des lebendigen Protoplasmas auf das innigste zusammenhängt, lässt sich nichts einwenden. Diese Anschauung, welche auch von Detmer in seinem Werke über die Keimung vertreten ist, scheint völlig berechtigt zu sein“. Und Arcangeli (a. a. O. p. 90) construirt speciell für unser *Arum* a priori so: „L'ossigeno che viene assorbito dallo spadice si combina probabilmente al carbonio d'alcune sostanze albuminoidi del protoplasma, onde si forma dell' acido carbonico, mentre queste sostanze vengono cambiate in asparagina, e pure in fermenti che spiegano la loro azione speciale sulla fecola, trasformandone i componenti in sostanze solubili, le quali riforniscono i materiali occorrenti per la ricostituzione di nuove quantità di albuminoidi.“

**) „Zur Zeit ist es thatsächlich noch nicht gelungen scharf auseinander zu halten, was Product des Athmungsprocesses selbst ist, und was daneben bestehenden Stoffwechselprocessen entstammt“. Pfeffer, Wesen der Athmung. Landw. Jahrb. von Thiel Bd. VII S. 807.

***) *Colocasia odora* zeigt nach Vrolik und de Vriese (Ann. scienc. nat. II. Sér. 1836 p. 138) Wachsthum „kurz nach der Emission des Pollens“. — Für unsere Pflanze fallen also Zweifel, wie sie Pfeffer (Phys. II 409) hegte, hinweg.

Alle beobachteten Vorgänge stellen daher reine Athmungsvorgänge dar. Und was lehren uns nun die Thatsachen über die Betheiligung der Eiweisskörper bei der Athmung? Wir sehen, dass das Verhältniss der löslichen und unlöslichen stickstoffhaltigen Körper während des ganzen Erwärmungsvorganges absolut ungeändert bleibt. Wollen wir demnach auch die Antwort nicht ohne Weiteres dahin abgeben, dass bei der Athmung der Arumkeule die Eiweisskörper ausser chemischer Mitleidenschaft stehen, keine Spaltungen erfahren; sicher ist jedenfalls: die Bildung löslicher N-haltiger Körper aus den unlöslichen der Eiweisskörper ist bei diesem sich so rein vollziehenden und überaus heftigen Athmungsvorgang nicht nachweisbar gewesen.

Es wäre vorschnell daraus sofort den bestimmten Schluss ziehen zu wollen: die Eiweisskörper werden bei der Athmung des Arum nicht in chemische Mitleidenschaft gezogen. Gewiss ist aus den Untersuchungen nur, dass dieselben nicht dauernd und nachweislich zu Gunsten der Bildung löslicher N-haltiger Producte angegriffen werden; dagegen wäre immerhin die Möglichkeit noch offen, dass dieselben vorübergehend d. h. in lösliche Spaltungsproducte zerfallen, um sofort wieder restituirt zu werden. Denn „wenn ein dauerndes Spiel von Entbildung und Neubildung stattfände, brauchte niemals eine Anhäufung von Zersetzungsproducten der Proteinstoffe einzutreten“ (Pfeffer in Thiel's Jahrb. a. a. O. S. 808)*. — Allein eine solche Deutung des Thatbestandes wäre meines Erachtens hier nur dann gerechtfertigt, wenn andere Gründe direct dazu zwängen; es sind mir keine solche gegenwärtig. Eine andere Frage ist, ob innerhalb der beiden Kategorien N-haltiger Körper, der löslichen einer- und der unlöslichen andererseits stoffliche Veränderungen sich vollziehen, die Qualität der Proteinstoffe unter sich oder die der in Summa als Amidkörper bezeichneten löslichen Stickstoffsubstanzen chemische Umänderungen erleidet; die Schwierigkeit der Untersuchung weniger, als der Mangel der zu diesem Behufe ganz besonders erwünschten grösseren Massen von Arbeitsmaterial liessen mich auch von dem Versuch zur Lösung dieser Frage vorläufig absehen. —

In ähnlicher Weise können wir einer zweiten Frage, die bisher nur als eine Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit beantwortet werden konnte, für unsern Fall nähere und sichere Entscheidung verschaffen: der Frage nach der Entstehung von

*) In ähnlichem Sinne geht die Vorstellung Wortmann's von der Thätigkeit des Protoplasma's (a. a. O. S. 517—18): „durch das fortwährend vor sich gehend gedachte Zerfallen der Protoplasma-molecüle werden in der Zelle sich befindende Molecüle der Kohlehydrate dazu verwendet, jene Protoplasma-molecüle sofort wieder zu restauriren — —“.

sog. Pflanzensäuren bei der Athmung. Ich habe dieselbe bereits anderswo (Ueber die Wasservertheilung in der Pflanze. Abh. IV S. 23—29) behandelt, und hebe hier nur hervor, dass sich Sachs*) (Vorlesungen S. 488) eben so sehr für, als Pfeffer**) (Phys. I S. 354) gegen die Entstehung von Säuren bei dem Athmungsprocess aussprechen.

Für unsern Fall haben wir zweifellos festgestellt, dass der Keulensaft mit der Erwärmung saurer wird, wie wir auch feststellten, dass der Bleiessigniederschlag um Procente sich vermehrt. Hier lässt sich also die Entstehung von Säuren bei der Athmung nicht leugnen.

Ich will zum Schluss auch noch einen andern Beweis beibringen, der wenigstens unumstösslich darthut, dass bei der Verbrennung relativ kohlenstoffärmere Verbindungen entstehen. Diesen Beweis bringt die Elementar-Analyse von Knospen- und verblühtem Materiale. Ich fand in 2 sehr gut stimmenden Analysen, aschefrei berechnet, die %o-Zusammensetzung der Keulen:

	C	H	O
Knospe	49,35	6,44	42,76
Verblüht	44,86	6,1	41,18

Es tritt sofort die relative Abnahme des C bei der Verbrennung hervor. Man beachte, dass der C in der verblühten Keule die %o-Zahl der Kohlehydrate erreicht, in der Knospe dagegen ansehnlich darüber erhöht erscheint. Von den in der Knospe befindlichen Stoffen, soweit sie bekannt sind, können C erhöhend nur die Eiweisskörper sein; erniedrigend dagegen wirken Asparagin und Säuren. Da nun die stickstoffhaltigen Körper bei der Verbrennung völlig unberührt erscheinen, so kann bei der relativen Erniedrigung an die Pflanzensäuren gedacht werden. Auch die Erniedrigung des H-Gehaltes, wenn sie vollwiegend genommen werden darf, spricht in diesem Sinne.

Bei der quantativen Unversehrtheit der N-haltigen Substanzen der Keule einerseits, und gegenüber den oben bei den Kohlehydraten angestellten Rechnungen andererseits, lässt sich doch wohl nur die Ansicht vertreten, dass das Material zur Bildung der Säuren in den Kohlehydraten vorliegt.

*) „Als die am deutlichsten erkennbaren Zeichen der mit der normalen Athmung verbundenen Oxydationsprocesse dürfen wir vielleicht die Bildung sauerstoffreicher Säuren mit dem Beginn der Keimung und ebenso in austreibenden Knospen betrachten“, a. a. O.

**) „Es ist mindestens fraglich, ob sauerstoffreichere Körper, wie Oxalsäure, Weinsäure u. s. w. oder sauerstoffärmere Verbindungen, wie Gerbstoff, ätherische Oele, stets oder jemals in dem Athmungsprocess selbst erzeugt werden“, a. a. O.

VI.

Weiteres zur Kenntniss der Wärmeperiode und Vergleich anderer Aroideen.

1. Ueber den Gang des Aufblühens und der Wärmeentwicklung.

Den Gang der Blütenentfaltung, der in meiner ersten Abhandlung S. 4—6 ausführlich geschildert wurde, habe ich in diesem Frühling (1884) noch einmal im Einzelnen geprüft und das ganze am angegebenen Orte erzählte Verhalten richtig gefunden. Die Blüthezeit verläuft von einem Mittag bezw. Nachmittag zum andern. Regelmässig pflegen die Exemplare erst von Mittag ab, und in den frühen Nachmittagsstunden ihre Spathen anzuschwellen, das Aufbrechen der Spathen und Sichtbarwerden der Keule findet von 2 oder 3 Uhr ab statt; um 4 Uhr ist gewöhnlich Alles in voller Blüthe. Um diese Zeit wird die Wärme der Keule so intensiv, dass sie durch Anfühlen leicht constatirt werden kann, und der Geruch, der die Thiere zunächst anlockt, verbreitet sich. Die schopfförmigen Narben der Fruchtknoten sind jetzt strahlig ausgebildet und reif; die Antheren noch völlig geschlossen. — Die Wärmeentwicklung macht dann in der bekannten Weise am Abend und in der Nacht unter fortwährender Steigerung ihren Periodengang. Am frühen Morgen findet man die Keulen nicht mehr, wohl aber die Stiele derselben, Antheren und auch Fruchtknoten noch deutlich warm; die Narben sind an Stelle der zusammengefallenen Haare mit einem Zuckertropfen bedeckt, von dem die gefangenen Thiere sich nähren. Am späteren Vormittag öffnen sich die Antheren, der Pollen fällt in den Kessel und auf die gefangenen Insecten. Aber erst am Mittag häufiger erst in den ersten Stunden des Nachmittags (oft sogar noch später) erfolgt das Welken der Sperrhaare und gibt den Mücken Gelegenheit zu entfliehen — zu einer Zeit also, wo bereits neue, durch Geruch und Wärme lockende Blüten offen und zum Einfangen der pollenbeladenen Thiere bereit sind. — Von nun aber geht der Blütenapparat, soweit er uns interessirt, dem Verwelken entgegen: die Fahne wird alsbald faltig und fällt zusammen, die Keule, die sich noch einen oder mehrere Tage frisch erhält, schrumpft dann und fällt schliesslich mit den entleerten Antheren über den Fruchtknoten ab.

So vollzieht sich der Gang des Auf- und Verblühens innerhalb etwa 24 Stunden an milden, regenlosen ev. sonnigen, normalen Frühlingstagen; um dies noch deutlicher zu zeigen, will ich eine Anzahl Beobachtungen, die ich auf den Arumfeldern gemacht habe, vorführen:

Zustand der Arum-Blüthenstände in verschiedenen Nachmittagsstunden.

12 Uhr Mittags am 27. März 1883. Die Arumfelder sind nur mit verblühten oder Knospensexemplaren bedeckt. Erstere mit eben ausstäubendem Pollen und gefangenen Insecten versehen oder ganz verblüht; letztere zum Theil im Aufrollen. Ein von der Sonne getroffenes Exemplar unter hunderten eben geöffnet.

29. März 1883. Ein einziges eben aufgegangenes Exemplar, sonst nur Knospen und verblühte. Unter den 20 Exemplaren letzterer Kategorie haben 9 mit Tröpfchen bedeckte Narben, aber noch geschlossene Antheren; 11 haben vertrocknete Narben und Pollen ausgefallen.

1. April 1884. Auf dem Felde sind 38 Exemplare offen, von diesen sind

2 halboffen;

19 besitzen betroffene Narben und Thiere im Kessel;

17 schwarze Narben und ausgefallenen Pollen;

zahlreiche Exemplare mit aufgeblasenen Tüten. (Um 2 Uhr auf demselben Felde: 10 Exemplare offen und warm, 10 Exemplare ganz locker gerollt, im Aufgehen.)

1 Uhr Nachmittags am 20. April 1884. Unter zahllosen im Aufrollen begriffenen Exemplaren ist etwa $\frac{1}{2}$ Dutzend wirklich offen.

2 Uhr Nachmittags am 5. April 1884. Eben geöffnete Exemplare gar keine; dagegen 30 im Aufrollen begriffene, von denen 10 bereits die Keule durchblicken lassen. Verblühte Exemplare zum Theil noch nicht ausgefallenem Pollen, mit geöffneten Antheren und welkenden Sperrhaaren oder zusammengefallenen Spathen.

4 Uhr Nachmittags am 2. April 1884. Von 32 auf dem Felde gesammelten Exemplaren sind 21 völlig offen, 11 im Aufrollen. Sonst nur verblühte Exemplare und Knospen.

Dass innerhalb dieses regelmässigen Verlaufes doch noch eine gewisse Freiheit der Entfaltung herrscht und Schwankungen von 1 oder mehreren Stunden hervorruft, versteht sich. Solche Ungleichheiten werden theils durch nicht näher bekannte innere Zustände des Individuums hervorgerufen, zum Theil hängen sie auch von äussern Ursachen ab, von denen ich hier nur die das Aufblühen fördernde directe Besonnung hervorheben will.

Mit gleicher Sicherheit läuft an regelrechten Vegetationstagen der vorhin erwähnte nächtliche Wärmegang der Keule ab, genau, wie ich es im I. Heft S. 9—11 geschildert habe. Er hebt vor oder mit dem Aufrollen der Spatha an, erreicht in den ersten Nachtstunden gewöhnlich sein Maximum (7—10 Uhr), um schon Vor- jedenfalls aber Nachmitternacht sein Ende zu erreichen, so dass, von Ausnahmefällen abgesehen, die Keulen am Morgen kalt sind, um sich nie wieder zu erwärmen. Eine Wiedererwärmung wäre ja auch ein Ding der Unmöglichkeit, da während der Nacht das Brennmaterial der Keule völlig verbraucht wird. Zum Ueberfluss will ich noch beifügen, dass Arcangeli (a. a. O. p. 89—90) zu ganz gleichen Resultaten*) gekommen ist, wie ich.

Dass gleichzeitig mit der Wärmeentwicklung in der Keule, auch eine solche, wenn auch geringere, in den Antheren und Fruchtknoten wahrzunehmen ist, habe ich bereits in der I. Abhandlung S. 13—16 auseinander gesetzt; eine dort gegebene Tabelle zeigt auch, dass die Antheren am Abend einen den Keuleu ähnlichen Periodengang haben. Weitere Untersuchungen über diese geringeren Temperaturen sehienen mir thermometrisch nicht rätlich. Dagegen ergibt sich auf einem andern Wege als wahrscheinlich, dass am Morgen nach der Erwärmungsnacht der Keule noch Wärmeentwicklung in den Antheren stattfindet: ich habe feststellen können, dass dieselben im Laufe dieses Morgens, wo doch Antherenwände und Pollenkörner absolut fertig sind, noch grosse Stärkemassen verbrauchen. Man vgl. den anatomischen Theil und im I. Capitel die Tabelle I unter „Stärke“ am Schlusse. Aus dieser Thatsache ist nun freilich weder die Höhe des Temperaturüberschusses, noch auch zu ersehen, ob die Antheren am 2. Tage einen wirklichen nochmaligen Periodengang darbieten. Das letztere ist aus allgemeinen Gründen für unsere Pflanze wahrscheinlich, wie aus den thatsächlichen thermoelektrischen Feststellungen Dutrochet's (a. a. O. S. 73 und 75) für *Arum maculatum* gewiss.

In ähnlicher Lage finde ich mich einem andern in der Spatha steckenden Theile gegenüber, den Keulenstielen. Ich habe mich in diesem Frühling überzeugt, dass die Stiele Wärmeüberschuss zeigen. Diese Wärme ist gleichfalls nicht bloss die Nacht über vorhanden, sondern setzt sich auch in den folgenden Tag bis

*) „Jo son giunto a conclusioni in gran parte simili a quelle del Kraus; cosi ho potuto riscontrare che il riscaldamento è già sensibile alcune ore avanti lo sboccamento (alle 9 del mattino), che il suo massimo si verifica d'ordinario fra le ore 6 e 8¹/₂, ch'esso puo superare i 40° cent., ch'esso va rapidamente descrecendo dalla mezzanotte al matino successivo, nel quale è appena apprezzabile, e che non si ripete periodicamente“.

in die Mittagsstunden fort. Ich darf dies aus den Zahlen schliessen, welche ich über den Stärkegehalt der Stiele erhalten habe. Dieselben enthalten am ersten Abend 43%, am Morgen des folgenden Tages 23,2%, und am Nachmittag desselben Tages nur noch 12,5% Stärke (vgl. die Tabelle I unter „Stärke“). Dass aber dieser Stärke-schwund auf Rechnung eines wärmeerzeugenden Verbrennungsprocesses zu setzen ist, ergibt sich aus directen im Laufe des Vormittags vorgenommenen Temperaturmessungen. So fand ich am 11. April früh 10 Uhr im Freien zwischen 6 um den Quecksilber-cylinder des Thermometers geschichteten Stielen bei 13,5° Lufttemperatur 3,5° Ueberschuss. — In einem 2. Falle zwischen 5 Stielen 4,5° C Ueberschuss.

Endlich sei noch hervorgehoben, dass, nach anatomischen Daten zu schliessen, auch der Spathenbauch selbstständige Wärmeentwicklung zeigen dürfte (vgl. den anatomischen Theil dieser Abhandlung).

Alle die geschilderten Verhältnisse bezeichnen den normalen Verlauf des Blühens und Wärmeganges. Von diesem regulären Gang kommen aber Abweichungen vor, die ich nach meinen Beobachtungen als Hemmungen oder Retardirungen bezeichnen muss, und die durch ungünstige äussere Verhältnisse hervorgerufen werden.

Als solche hemmenden Einflüsse für den Entwicklungsgang der Blüthe habe ich kennen gelernt:

1. das Abschneiden der Blütenstände und Transport derselben in ungewohnte Verhältnisse,
2. nächtliche Temperaturerniedrigung,
3. eintretende Regengüsse.

Es ist eine in der verschiedensten Weise hervortretende Thatsache, dass abgeschnittene Blütenstände, die man zu Hause in Wasser stellt, Störungen ihres innern Zustandes erleiden können, die eine normale Weiterbildung und ein correctes Verblühen hemmen. So sind mir z. B. allzujung abgeschnittene Knospen niemals zum Aufblühen gelangt, nur kurz (1 höchstens 2 Tage) vor dem Termin abgeschnittene Knospen entfalten sich noch. — Es ist ferner sicher, dass mit den Stielen allein aus der Knospe geschnittene Keulen niemals zur Erwärmung gelangen. Warme Keulen, in dieser Art abgeschnitten und in Wasser gestellt, erkalten nicht selten alsbald. Da die Oberfläche der Keulen und Stiele papillär ist, so vermag das Wasser an den Objecten emporzuklettern und allmählich erkältend oder auf die Papillen endosmotisch wirkend Störungen hervorzubringen. Aber auch in dem Falle, wo die Stiele in durchbohrten Korken dichtschiessend sitzen, wo also die eben genannte Wirkung

nicht angenommen werden kann, kommt ein vorzeitiges Erkalten häufig genug vor. Man findet dann öfter die Keulenspitze runzlich und vertrocknet; vielleicht dass hier Wassermangel mit im Spiele ist. — Bei Keulen, welche im Blütenstand verbleibend, mit dem Blütenstandsträger in Wasser stehen, kommen gleichfalls Hemmungen vor. Es ist eine gewöhnliche Erscheinung, dass solche Keulen ihre Stärke nicht vollständig verbrennen. Ich bemerke, dass ich im Freien keine Keule gefunden habe, welche nicht nach der Erwärmungsnacht die Stärke der Keule bis auf den letzten Rest verloren gehabt hätte; dagegen ist es eine sehr gewöhnliche Erscheinung, dass im Zimmer verblühende Keulen ihre Stärke nur theilweise verlieren. In welchem Grade dies der Fall, und in wie verschiedener Vertheilung der Rest zurückbleibt, das geht aus den mit Jod behandelten Keulenansichten (Flächenansichten und Längsschnitte) der Taf. I hervor, welche alle von solchen im Zimmer verblühenden Exemplaren genommen sind. — Damit im Zusammenhange steht es, wenn solche Keulen nur eine geringere Temperaturerhöhung zeigen. — Als ein Zeichen geringerer Lebensenergie sehe ich es auch an, wenn die Periode nicht rasch in kräftigem An- und Absteigen verläuft, sondern sich bis in den Morgen hinein oder gar noch länger fortzieht; es können auf diese Weise Wellungen in die Temperaturcurve kommen, die einem wirklichen Periodengang ähnlich sehen. Unser *Arum maculatum* auf der Curventafel (Taf. III unten) zeigt ein derartiges Verhalten.

Zur Illustration dieses Verhaltens mögen hier einige Beobachtungsbeispiele stehen.

Am 8. April wurden 2 das Aufspringen versprechende Knospenblütenstände in Wasser gestellt; dieselben waren aber nach 3 Tagen noch geschlossen, und die Spatha etwas abgewelkt, sodass mit Sicherheit ihr zu Grundegehen voraus zu sehen war; beim Oeffnen fanden sich die Narben vertrocknet, die Sperrhaare und Antheren bereits welk. Die Keule war dicht mit Stärke gefüllt. Aus der Beobachtung geht hervor, dass die Keulen, in nicht aufgehenden und nicht sich erwärmenden Blütenständen, auch ihre Stärke nicht verlieren, sondern mit ihr zu Grunde gehen.

Ein zweiter Versuch mit isolirten Knospenkeulen ergab in Gleichem Mangel an Wärmeentwicklung und Verbleib aller Stärke.

30. März. Abends gegen 8 Uhr rollten sich zwei im Wasser stehenden Blütenstände eben auf. Die Keulen wurden mit den Stielen herausgeschnitten und in Wasser stehend beobachtet. Sie waren bereits warm. Der Temperaturgang war bei 15—16° C Lufttemperatur:

	Zeit	Keule I	Keule II
	8 ^{20p}	25,8	25,0
	8 ³⁰	26,0	25,7
	8 ⁴⁵	27,7	25,7
	8 ⁵⁰	27,8	26,7
	9 ⁵	27,2	26,3
	9 ²⁰	25,8	25,4
	10	22,4	22,8
	11	20,3	21,1
31. März	7 ^a	16,8	17,1

Die Keulen waren beide über Nacht im oberen Theil etwas welk (schlaff) geworden, sonst gesund.

Bei I war die Keule 43 mm lang 10 mm dick, der Stiel 30 mm lang. Im oberen Dritttheil war die Stärke fast völlig erhalten, im unteren völlig verschwunden; in der Mitte, besonders in den innern an das Wassergewebe grenzenden Partien, geblieben. Unter dem Quecksilbercylinder des Thermometers, wie an der Stelle, wo die Gummiringe zum Befestigen des Thermometers angelegen, war auch oberflächlich alle Stärke erhalten.

Keule II 50 mm lang und 10 mm dick (Stiel 26 mm lang) verhält sich der vorigen im Einzelnen ganz gleich mit dem einzigen wesentlichen Unterschied, dass die Stärke in den innern Partien des Parenchyms geschwunden, in den äussern dagegen geblieben ist.

Eine Keule von 35,5 mm Länge und 7,5 mm Dicke ist am Abend auf 30° erwärmt, sie wird abgeschnitten und mit dem Stiel über Nacht in Wasser gestellt.

Am Morgen ist aus ihr der weitaus grösste Theil der Stärke verschwunden; die geringe restirende Stärkemenge zeigt eine Vertheilung der Art, dass die Keule in Jod gelegt, äusserlich, wie im Längsschnitt, gefleckt erscheint, von zahllosen kleinen blaugrauen Inseln im gelben stärkelosen Parenchym.

Ueber die Wirkung niedriger Temperatur habe ich Ende März (29.—30. März 1883) ein sehr frappantes Beispiel beobachtet: am genannten Tage wurden Nachmittag zwischen 4 und 5 im Freien (bei Ponte molle) 5 eben aufgeblühte Blütenstände, an denen die Keulenwärme durch Befühlen constatirt war, zu andern Zwecken gezeichnet. — Die Nacht war kalt (es reifte vielleicht sogar), und als ich andern Morgens 10 Uhr zur Stelle kam, waren zu meinem Erstaunen die Keulen noch warm und rochen, die Narben nicht verblüht, sondern statt mit Tröpfchen, mit strahligen Haaren bedeckt. Nach Hause gebracht und in Wasser gestellt, erwärmten

sich die Keulen weiter in auffallender Weise. Die Beobachtung ergab folgende Temperaturen:

Zeit	Keule 1	2	3	4	5
11 ¹⁵	18,8	26,4	18,3	22,6	19,8
11 ³⁰	17,0	28,7	16,7	22,6	19,1
11 ³⁵	16,9	29,0	16,3	23,2	18,7
11 ⁴⁵	16,7	28,7	16,3	24,1	
1 ¹⁵	16,5	24,8	15,6	23,1	

Die Lufttemperatur schwankt um 15 und 16°.

Man sieht, dass n. 1 und 3 deutlich in dem absteigenden Ast ihrer Temperaturcurve waren, n. 2 und 4 dagegen in der vorstehenden Zeit erst ihr Maximum erreichten — in beiden Fällen also eine abnorme Verschiebung, Verschleppung der Wärmeperiode stattfand, wie sich durch die nächtliche Kälte der Luft am einfachsten erklärt. Dass es sich hier in der That um eine Verschiebung des Wärmeganges handelte, geht auch daraus hervor, dass sich am Nachmittage die Narben mit Tröpfchen bedeckten; ganz so, wie es nach Abwicklung der normalen Wärmeperiode am Morgen hätte geschehen sollen.

Untersuchung auf Stärke ergab in n. 3 und 4 ganz ziemlich gleiche Verhältnisse: die Stärke war mit Ausnahme des oberen Dritttheils völlig verbraucht; in jenem war sie noch zum grössten Theil vorhanden.

Auch das Beispiel einer überaus rasch verlaufenden Morgenperiode, welches ich in Heft I S. 10 und 27 beschrieben habe, gehört ohne Zweifel hierher; sicher wäre der Blütenstand im Zimmer in der Nacht noch zur Erwärmung gelangt, vor dem Fenster aber retardirte die niedere Temperatur bis zum Morgen.

Dass auch Regen, trübes Wetter u. s. w. retardiren und Unregelmässigkeiten veranlassen kann, lässt sich im Verein mit dem Vorhergesagten schon aus dem Grunde vermuthen, weil die Wirkung dieser Factoren zum Theil auf Temperaturerniedrigung beruht. Ich finde zum Belege in meinen Reisenotizen folgende Aufzeichnungen:

Am 10. April (1883) früh 10 Uhr, nachdem es 2½ Tag kalt gewesen und fortwährend geregnet hatte, fand ich die Arumfelder dem normalen Befund gegenüber (vgl. oben) völlig verändert: die offenen Exemplare stunden vielfach voll Wasser, und die Spathenfahnen waren auffallend mit Wasser injicirt. Beim Oeffnen der Blüthestände waren die Kolben vielfach warm*, die Narben strahlig, und der Kessel

*) Zusammengeschichtete Keulen gaben bei 15° Lufttemperatur noch 31,5°, also 16,5° Ueberschuss.

von auffallend wenig Thieren besetzt. — Offenbar waren die Pflanzen auf dem Punkte der Entwicklung stehen geblieben, der sonst am Abend vorhanden ist.

Am 15. April früh um dieselbe Zeit traf ich, nachdem es Nachmittags und Abend vorher geregnet hatte, auf den Arumfeldern ganz ähnliche Zustände. Auch fand ich, obwohl das Wetter sich besserte, im laufenden Tage nur eine sehr geringe Zahl Blütenstände, die sich öffneten.

Ich will bei dieser Gelegenheit noch die Bemerkung hinzufügen, dass Benetzen der Keulen mit Wasser, augenblickliche Temperaturerniedrigung zur Folge hat; noch energischer wirkt Eintauchen derselben in Wasser. So ging z. B. beim Eintauchen einer Keule von 26° Temperatur in Wasser von Zimmerwärme die Temperatur augenblicklich auf 18° herab.

Dass in diesen Fällen auch der Materialverbrauch retardirt worden ist, lässt sich begreifen. Zum Beweise führe ich die Trockengewichtsbestimmungen einiger Keulen aus der Beobachtung vom 15. April an. Es ergaben

3 Keulen	frisch 3,796 trocken 0,793 also 20,8 %,
3 andere Keulen	frisch 6,299 trocken 1,303 also 20,7 %,
1 Keule	frisch 1,200 trocken 0,226 also 18,8 %.

Die Trockensubstanz betrug also ungefähr das Doppelte wie an normalen Morgen!

Zum Schlusse mögen hier noch einige Einzelheiten Platz finden, die im bisherigen Rahmen des Berichtes nicht gut einzufügen waren.

1. Maxima der Erwärmung und des Temperaturüberschusses.

Den bereits im I. Heft S. 11—13 angegebenen grössten Zahlen des Thermometerstandes an der Keule, wie des Temperaturüberschusses der umgebenden Luft gegenüber kann ich folgende hinzufügen:

a) Am 16. April. 5 zusammengeschichte Keulen (von 9,7 gr. Frischgewicht), mit einem Tuch umgeben zeigen (Abends)

$$\begin{array}{r} 51,3^{\circ}\text{C} \\ \text{Lufttemp. } 15,4^{\circ} \\ \hline \text{demnach Ueberschuss } 35,9^{\circ} \end{array}$$

b) Am 18. April. 7 Keulen am Abend wie vorher behandelt zeigen

$$\begin{array}{r} 49,2^{\circ}\text{C} \\ \text{Lufttemp. } 16,0^{\circ} \\ \hline \text{demnach Ueberschuss } 33,2^{\circ} \end{array}$$

Andern Tags früh geben die Keulen (über Nacht im Wasser)

Frischgew. 6,140 Trockengew. 0,905 — % 6,8.

e) 5 kleine Keulen in Gleichem

47,0° C

Lufttemp. 17,0°

demnach Ueberschuss 30°

d) 4 Stück Abends 5 bei 16,7° Lufttemperatur 40,6° zeigend, werden mit Baumwolle umwickelt und zeigen dann in Kurzem 46,6° — also 29,9° Ueberschuss.

e) Etwa 50—60 warme Keulen in ein Tuch eingeschlagen und mit einem Maximalthermometer versehen geben bei 15,3° Lufttemperatur 46,5°, also ein Temperaturüberschuss von 31,2°.

f) Eine Keule 6 Uhr Abends (6. April) zeigte bei 17,2° Lufttemperatur 38,5°, also einen Ueberschuss von 21,3°.

Die im ersten Beispiel mitgetheilte absolute Höhe übertrifft die von Hubert (vgl. Heft I S.12) gefundene bei Colocasia noch um 2°; sie reicht an die Gerinnungstemperatur des Eiweisses heran. Der dabei zu Tage tretende Temperaturüberschuss ist Hubert's grösst gefundenem noch um 5½° überlegen.

2. Ueber die Bedeutung der Umhüllung resp. Transpiration für die Temperaturerhöhung.

Dass die natürliche Hülle der Keule, die Spatha, einen Einfluss auf die absolute Höhe der Keulentemperatur üben dürfte, ist von vornherein wahrscheinlich. Bei der — wie wir sehen werden — ansehnlichen Transpiration der Keule, muss Alles, was diesen Vorgang irgendwie behindert, einen temperaturerhöhenden Einfluss üben oder umgekehrt. Der fahnenartige Theil der Spatha steht aber wie ein halbrunder Schirm um die Keule und versetzt dieselbe mehr weniger in eine stehende Luftschicht. So muss er wohl Verdunstung hindernd und damit temperaturerhöhend wirken.*)

Dass sich die Sache wirklich so verhält, kann man leicht constatiren, wenn man an warmen mit Thermometer versehenen Keulen vorsichtig die Fahne von der Keule weit abbiegt oder wieder zurücklegt. Ich fand auf diese Weise bei einer Keule innerhalb einer Minute die Temperatur um 1—1,5° sinken oder wieder steigen.

*) Die in der I. Abhandlung S. 10 von mir beobachteten kleinen spontanen Oscillationen, die ich am a. a. O. glaubte innern Ursachen zuschreiben zu dürfen, lassen sich vielleicht doch einfach als kleine durch Verdunstungskälte erzeugte Depressionen erklären: schwache, unmerklich feine Luftströme mögen sich an der feuchten Keule, nicht aber an dem trocknen Luftthermometer geltend machen.

Die Fahne wirkt also hier thatsächlich als „schützende Hülle“ (Sachs, Lehrb. IV. Aufl. S. 693). Auch künstliche Mittel thun dieselben Dienste. So wurde schon oben angeführt, dass 4 Stück Keulen bei Umhüllung mit Baumwolle eine Erhöhung um 6° erfuhren. — Bestreicht man eine warme Keule mit Hülfe eines feinen Pinsels mit Glycerin, so geschieht ein Aehnliches; ich fand ein augenblickliches Steigen der Temperatur, z. B.: Am 29. März wurde eine Keule, die seit 6 Uhr beobachtet, von 24° Anfangstemperatur bis 7 Uhr auf 26° gestiegen, bis 7¹/₂ wieder auf 24,6 gefallen war, mittelst eines Pinsels mit dickem Glycerin völlig bedeckt. Sofort stieg die Temperatur auf 26,6°. Nach 1—1¹/₂ Minuten begann aber die Temperatur wieder zu sinken, war in ¹/₄ Stunde auf 20° und bald darauf auf Lufttemperatur angelangt. Das Steigen war offenbar Folge der Transpirationsbehinderung, das Fallen offenbar die Folge des Sauerstoffabschlusses.

Ich bemerke hier ausdrücklich, dass die von mir angegebenen Keulen- und sonstigen Temperaturen stets die natürlichen d. h. die der Pflanze ohne jegliche als ihre natürliche Hülle sind; wo Hüllen angewandt sind, ist dies ausdrücklich hervorgehoben.

2. Vergleich unserer Pflanze mit andern Aroideen.

Es schien mir nicht ohne Werth, nachdem der Gang bei *Arum italicum* feststund, denselben auch bei andern Aroideen näherer oder fernerer Verwandtschaft zu vergleichen. Ein solcher Vergleich wird vor allem in's Licht setzen, was von dem beobachteten Phänomen auf Allgemeinheit Anspruch hat und was vielleicht eine Besonderheit unserer Pflanze darstellt. Ich konnte und wollte mich dabei aber nicht auf die bereits vorhandenen Angaben anderer Autoren verlassen, weil von diesen vielfach die einschlägigen Fragen nicht genau genug entschieden oder gar nicht berührt waren.

Es sind nur wenige Aroideen noch, welche ich Gelegenheit hatte, zu beobachten: ausser *Arum maculatum*, noch ein Paar *Philodendron*, dann *Sauromatum*, *Anthurium* und *Calla*; aber sie genügen vorläufig, um die oben angedeuteten Fragen zu beantworten.

Was zunächst das nahverwandte und in dem Blütenbau sowie den äussern Bestäubungsvorrichtungen genau gleich construirte *Arum maculatum* anlangt, so besteht auch kein Zweifel der völligsten Uebereinstimmung. Meine eigenen Beobachtungen und Versuche sowohl, als die scheinbar widersprechenden ausführlichen Angaben Dutrochet's (Ann. scienc. nat. II. Sér. Tome XIII p. 65—80) zeigen dies klar.

1. Die Keule von *Arum maculatum* hat eine Blütenentwicklung und Wärmeperiode, welche mit der von *Arum italicum* absolut übereinstimmt. Nach meinen

Beobachtungen an Exemplaren, welche im Mai den Elsterauen bei Döllnitz (nahe bei Halle) jeden Morgen frisch entnommen wurden, entrollt sich die Spatha unter Erwärmung der Keule*) in den ersten Nachmittagsstunden; die Blüthentheile haben dann dasselbe Entfaltungsstadium wie dort. Die sich steigende Wärme der Keule erreicht ihre Höhe am Abend (10^{50} in der Curvenzeichnung Taf. III), um noch in der Nacht zu erlöschen. Am folgenden Morgen ist die Keule stets erkaltet (für immer), die Narben mit Tröpfchen bedeckt. Im Laufe des Mittags beginnt die Pollenentleerung, einige Stunden darauf das Welken der Sperrhaare und die Entlassung der bestäubenden Thiere. Der Verbrauch an Trockensubstanz, der Gehalt an Stärke u. s. w. in den verschiedenen Stadien des Blühens und der Erwärmung — Alles ist auf's Haar wie bei *Arum italicum* eingerichtet.

Scheinbar im grössten Widerspruch mit diesen Angaben stehen die ausführlichen thermoelectrischen Beobachtungen Dutrochet's. Er gibt nicht allein 4 Paroxysmen (Perioden), sondern diese auch mit wechselnder Lage des Maximums an (a. a. O. p. 79). — Vor Allem darf man nicht vergessen, dass Dutrochet in diesem Falle nicht bloss von der Keule, sondern auch von den Paroxysmen der Antheren und weiblichen Blüthen spricht. Nehmen wir seine Angaben über die Keule (spadice) allein (p. 70 und 76 bis 77), so gibt er allerdings auch hier einen über 3 Tage sich wiederholenden Periodengang an. Aber es ist wohl zu beachten, dass Dutrochet thermoelectrisch gearbeitet und am ersten und dritten Tage nur auf diesem Wege wahrnehmbare, nach zehntel Graden zählende Wärmemengen und Maxima findet. Diese beiden Perioden sind aber keine Besonderheit der Arumkeule, sondern bekanntlich ein von Dutrochet selbst entdecktes gemeinschaftliches tägliches Merkmal aller Pflanzentheile (man vgl. Dutrochet's Angaben p. 76 vom 9. und 11. Mai mit p. 44). Dutrochet hätte diesen Periodengang der Keule an jedem beliebigen vorhergehenden Tage auch finden können.

Dass diese geringwerthigen Perioden nicht zur eigentlichen Wärmeperiode der blühenden Keule gehören, geht, abgesehen von ihrer offenbaren Nutzlosigkeit für die Impollination, deutlich daraus hervor, dass ihr Maximum (zwar zeitlich unter sich stimmend) auf ganz andere Zeiten und zwar solche fällt, wo die Maxima der allgemeinen Wärmeperiode der Pflanzenorgane liegen.

Nimmt man nun den eigentlichen Blüthetag, der am 10. Mai stattfindet, so zeigt

*) Schon Sénéquier (Phys. végét. Tome III p. 314) sagt: „J'ai toujours observé, que cette chaleur (von *Arum maculatum* nämlich) se faisait sentir entre trois et quatre heures après midi, et que son maximum était entre six et huit heures“.

sich an diesem eine Periode, die in jedem Betracht mit der unsrigen übereinkommt. Das Gleiche gilt von der Periode, die er am 2. Mai (p. 70) beobachtet.

2. Für die männlichen Blüten weist Dutrochet (p. 73) eine zweitägige Periode nach; der Temperaturüberschuss ist immer geringer als in der Keule. Für *Arum italicum* habe ich die Periode am Abend des ersten Tages bereits im I. Heft (S. 38) nachgewiesen, dass sich die Wärme der Antheren auch noch am Morgen des andern Tages findet, habe ich oben gezeigt und es erübrigt nur noch hinzuzufügen, dass eine Periode an diesem Tage auch für unsere Pflanze möglich, ja wahrscheinlich erscheint. Wenigstens zeigen die Stiele am zweiten Tag (pro Stunde berechnet) einen grösseren Stärkeverbrauch als in der vorhergehenden Nacht. In der Nacht verbrauchen sie 2,7, am folgenden Tage 3,9 %.

Von den andern, nicht der Gruppe der *Areae* angehörigen, beobachteten *Araceen* hat nur *Sauromatum* einen wirklichen „Appendix“ (Keule), d. h. ein über den Antheren stehendes, unfruchtbares keuliges Anhängsel, und dieser Appendix ist hier besonders stark entwickelt (fusslang und fingerdick); bei den *Philodendren* dagegen und der *Calla aethiopica* ist die obere Hälfte des Spadix vollständig von Antheren bedeckt und so dicht besetzt, dass ein nackter Gewebekörper nirgends zu Tage tritt. Unter den Antheren stehen ebenso dicht die Fruchtknoten, den übrigen Spadixtheil überziehend. Bei diesen Pflanzen ist also nicht direct eine Keulenwärme, sondern nur eventuell die Wärmeentwicklung an den Antheren oder Fruchtknoten zu untersuchen. Allein es ist wohl zu beachten, dass die männlichen und weiblichen Blüten auf einem relativ sehr dicken und mehreichten Parenchymcylinder sitzen, der für uns gewissermaassen eine verdeckte Keule darstellt, in seinem Amylum das Brennmaterial für die Wärmebildung beherbergend: der Unterschied ist also nur der, dass hier das Thermometer dem wärmeerzeugenden Gewebe nicht direct, sondern mit Zwischenlagerung der Antheren oder Fruchtknoten angelegt werden kann. —

Die allgemeinen Resultate, welche ich bei diesen Pflanzen erhalten habe, sind:

1. Alle beobachteten *Aroideen* haben nur eine einmalige kräftige Wärmeperiode gezeigt, bei keulenbesitzenden wie keulenlosen Arten. Andeutungen einer sehr geringwerthigen Periode an den vorhergehenden oder nachfolgenden Tagen sind angedeutet; ob sie wirklich vorhanden sind, möchte ich nicht entschieden behaupten. Ermöglich würden dieselben durch einen sehr ansehnlichen, im Spadixparenchym vorhandenen Stärkerest.

Calla aethiopica zeigt überhaupt thermometrisch keine Wärmeentwicklung.

2. Die beobachtete Wärme ist oben und unten an der Keule oder ihrem Analogon nicht gleich; bei *Sauromatum* z. B. unten höher als oben. — Höhere Temperaturen als bei *Arum* habe ich nirgends beobachtet. — Die Zeit des Wärmemaximums liegt z. Th. wie bei *Arum*, z. Th. anderszeitig; offenbar wohl im Zusammenhang mit der Dienlichkeit für die Anlockung der Thiere, und deren Gewohnheiten angepasst.

3. Wo Keule und Geschlechtsorgane gesondert auftreten, ist immer jene viel höher temperirt als diese, so dass sich auch hier deutlich zeigt, dass der Geschlechtsact als solcher mit der Temperaturerhöhung gar nichts zu thun hat.

Bemerkungen zu den einzelnen Pflanzen.

Sauromatum guttatum Schott.

Für die Einzelbeschreibung der Blüthe verweise ich auf Engler's Araceae (Decandolle, Monogr. Vol. II p. 570), Abbildung findet sich Bot. Reg. t. 1017. Der grosse Blütenstand (vgl. die Maasse unserer Pflanzen in der Vorbemerkung zur Tabelle) ist bekanntlich durch einen ausserordentlich langen (fusslangen) und bis fingerdicken glänzenden Appendix, der sich allmählich zugespitzt, anfänglich tief braunroth ist, im Laufe des Blühens aber bleifarben wird und einen sehr starken aasartigen Geruch verbreitet, ausgezeichnet.

Aus den 2 Beobachtungen (Tabelle n. 2 I und II), mit denen die von Arcangeli (a. a. O. p. 95—97) Beobachtungen bestens harmoniren, ergibt sich:

1. Auch bei *Sauromatum* ist der wärmste Theil die Keule, an ihr nimmt die Wärme von oben nach unten zu; auch zeigten, wie bei *Arum*, die Antheren und der Spathenkessel Wärme.

2. Der Periodengang der Keule verläuft wie bei *Arum*, an einem Tage; die höchste von mir beobachtete Uebertemperatur war 8° und $11,7^{\circ}$ (Arcangeli fand etwas mehr, bei 13°). Abweichend von *Arum* fällt aber das Maximum in den Morgen. Ich fand es um 9^{15} und 10 Uhr (Arcangeli um 11 und 12 Uhr).

3. Die Antherenwärme hält länger vor als die der Keule; ihr Maximum fiel, im Gegensatz zur Keule, in den späteren Abend.

Die anatomische Untersuchung zeigt vor Allem ein bemerkenswerthes Factum, den Mangel von Papillen am ganzen Appendix.

Philodendron.

Die Blütenstände, kürzer und gedrungener als bei *Arum*, sind mit einer ziemlich derben aussen grünen, innen weissen Spatha umhüllt, aus welcher, wenn sie sich öffnet, der obere Theil des Spadix herausragt, und schirmartig umstellt ist. Der

Spadix selbst ist kurz, oft dickeylindrisch und in den oberen zwei Dritttheilen dicht mit den bräunlichweissen Antheren, im unteren Theil ebenso dicht von den Fruchtknoten besetzt.

a) *Philodendron macrophyllum* Hort.

Die Beobachtungen, zunächst aus der unter n. 3 in der Tabelle aufgeführten Blüthe, zeigen eine grössere Uebereinstimmung des Wärmeganges (Wärmecurve auf Taf. III) mit *Arum* als mit *Sauromatum*:

1. Eine starke Wärmeperiode beginnt am Nachmittag, erreicht am Abend (8 Uhr 7^o) ihr Maximum, um schon Vormitternacht zu erlöschen.

2. Um die Beobachtungszeit ist der Hauptsitz der Wärme im oberen Theil des Spadix, in der Antherensäule; die Fruchtknoten zeigen nur minimale Wärme. Das Maximum der Temperatur wandert von oben nach unten (Antheren oben 7⁴⁰, unten 8 Uhr, Fruchtknoten 8²⁵ Uhr).

3. Der starke nelken- und zimmtartige Geruch der Blüthe ist an die Zeit der stärksten Wärmeentwicklung gebunden.

Neben dieser Beobachtung war es mir möglich noch an zwei anderen Blüthen Versuche anzustellen, welche geeignet sind, die vorhergehenden Resultate zu ergänzen.

Am 1. Februar 1883 blühte ein Exemplar gegen Abend ziemlich unerwartet im Glashauss auf; die Blüthe wurde abgeschnitten (4 Uhr), und in Wasser stehend unter geräumiger Glasglocke im Zimmer beobachtet. 4³⁵ Uhr zeigte dieselbe (bei 20,1^o Lufttemp.) 5^o Ueberschuss; um 5¹⁵ Uhr 5,4^o, um 6⁵ Uhr 5,1^o, aber um 8¹⁵ Uhr war die Temperatur bereits auf 2,1^o (Ueberschuss) gesunken. Geruch war am ganzen Abend nicht wahrzunehmen.

Am 2. Februar betrug der Ueberschuss am Vormittag nur 0,1—0,3^o, am Nachmittag erhob er sich alsbald auf 0,6—0,8^o (4⁴⁵ letztere Temperatur, als Maximum) und verblieb, wenig weichend, am Abend.

Am 3. Februar erhob sich die Temperatur am Nachmittag kräftiger und zeigte folgenden Gang:

Zeit	Ueberschuss	Zeit	Ueberschuss	Zeit	Ueberschuss
2 ^{10p}	0,9	5 ²⁰	2,9	6 ¹⁵	3,4
3 ³⁰	0,9	5 ²⁵	3,1	6 ²⁰	3,2
4	1,1	5 ³⁰	3,3	6 ⁴⁰	2,7
4 ³⁵	1,3	5 ⁴⁰	3,6	7	2,1
4 ⁵⁵	1,8	5 ⁴⁵ —6 ^p	3,7	8 ¹⁰	1,0
5 ⁵	2,1	6 ⁵	3,6	8 ³⁵	0,8
5 ¹⁵	2,6	6 ¹⁰	3,5		

Der 4. Februar endlich verhielt sich ganz dem 2. Februar gleich.

Im Verein mit der Beobachtung an der ersten Pflanze, drängt sich der Gedanke auf, ob nicht dieses *Philodendron*

1. unter günstigen Vegetationsbedingungen eine einmalige kräftige Wärmeperiode hat, der nur ganz kleine Hebungen und Senkungen vorausgehen und nachfolgen;
2. unter weniger günstigen Verhältnissen mehrere Tage hintereinander schwache Wärmeperioden — wiederholte Perioden also — durchmacht.

Ein drittes Exemplar, das am 15. Februar Nachmittags zwischen 2 und 3 Uhr seine Spatha zu lockern begann, war bis 5 Uhr Abends so weit offen, dass der Spadix sichtbar wurde. Es wird alsbald (an der unversehrten Pflanze im Warmhaus) ein Thermometer an der unteren Hälfte der Antherensäule angebracht. Die Temperatur war um 7 Uhr $6,0^{\circ}$ und so bis 7²⁵ Uhr, von da begann ein Sinken (7^{40} Uhr $5,4^{\circ}$, um 7^{55} Uhr bereits $4,1^{\circ}$; um 8^{10} Uhr $3,1^{\circ}$ und um 8^{20} Uhr $2,3^{\circ}$).

Am folgenden Tag wurde der Blütenstand abgeschnitten; er zeigte den ganzen Tag einige Zehntel Temperaturerhöhung. Zugleich wurden aber an der Blüte im Zimmer mit Hülfe eines Meyerstein'schen Multiplicators und feiner Thermonadeln einige thermoelectrische Versuche gemacht. Diese ergaben:

1. wiederholt zeigte sich, dass der Spathenkessel wärmer ist als die umgebende Luft, Vor- und Nachmittags;

2. an der Antherensäule, die ca. 12 cm lang ist und aus der Spatha bis auf ihren alleruntersten Theil vollständig herausragt, nimmt die Temperatur von oben nach unten zu. Als Skalenausschläge notire ich z. B.:

oben 1,7

Mitte 3,1

unten 4,5

3. Die Fruchtknoten waren gleichfalls warm und zwar so warm als der untere Staubgefässtheil.

b) *Philodendron alboraginum* C. Koch et Sello. — Engler, a. a. O. p. 418.

Versuche an abgeschnittenen, unter Glocke gehaltenen Exemplaren. Das in der Curventafel (Taf. III) mit b bezeichnete Exemplar hat einen sehr regelmässigen Periodengang, dem des *Arum* gleich. Er beginnt am Nachmittag, erreicht unter stetigem Steigen Abends 9^{20} Uhr sein Maximum und ist am andern Morgen zu Ende, für immer. Das zweite Exemplar (a auf der Tafel) verhält sich etwas abweichend. Es hat 2 Maxima, ein kleines um 3 Uhr, und ein grosses um die gewöhnliche Zeit, um 8^{30} Uhr mit $7,4^{\circ}$. Der Gang dieser Blüte ist, wie man aus der Curve sieht, über-

haupt ein weniger fester und energischer als der des andern; ich bin geneigt, den Periodengang der ersten Blüthe für normal, den der letzten als Abnormität anzusehen.

Calla aethiopica Gaertn.

Ich habe im Februar 1883 fünf kräftige Topfexemplare im Zimmer, unbedeckt, auf Wärmebildung untersucht. Die Blüten wurden in verschiedenen Stadien, eben aufblühend und vollblühend, vor und nach der Pollenemission, an der Antherensäule, wie an den Fruchtknoten — tagelang beobachtet. Stets mit negativem Erfolg, auch nicht ein einziges Mal erreichte das angelegte Thermometer die Lufttemperatur (16—22°); es blieb, offenbar durch Verdunstungskälte der Pflanze beeinflusst, immer um etwa 1/2 Grad hinter dem danebenhängenden Luftthermometer zurück.

Gärtner, der die Pflanze schon vor mehr als 40 Jahren untersuchte (Flora 1842 Beibl. I. Bd. S. 83) spricht auch von „gänzlichem Mangel von Wärmeentwicklung“ (S. 86). Später, in seinem Buche über Befruchtung (S. 169—180), hat er ausführliche Zahlenreihen neuer Beobachtungen mitgetheilt und leitet aus diesen eine „Eigenwärme“ der Blüthe ab. Seine Zahlen (a. a. O. S. 172—177) beweisen aber das gerade Gegenheil. Ich habe die Zahlen auf Curven gebracht und finde

1. dass die Kolbentemperatur niemals über Lufttemperatur geht, vielmehr stets unter derselben bleibt (Verdunstungskälte), und

2. dass sie ganz im Sinne der Lufttemperatur schwankt, mit ihr auf- und niedergeht, so lange die Pflanze im Schatten beobachtet wurde (seine Tabellen S. 172—174).

3. In der Sonne stehend zeigt die Keule — durch Wärmeabsorption — erhöhte Temperatur, sobald die Keule in Schatten gelangt, sinkt die Temperatur wieder unter die der Luft.

Es ist demnach ganz unerklärlich, wie Gärtner dazu kommt, von Eigenwärme zu sprechen.

Anthurium acaule Schott

hat mir, in den verschiedensten Entwicklungsstadien beobachtet, niemals erhöhte Temperatur (thermometrisch) gezeigt. Das Gleiche gilt von *Monstera Lennea* C. Koch.

Tabelle III.

1. *Arum maculatum*.

In den letzten Apriltagen im Knospenzustand aus dem Freien in einen Topf verpflanzt. Am 4 Mai 1882, einem warmen, sonnigen Tag, Mittags 12 Uhr war die Spatha noch geschlossen, um 1 Uhr soweit aufgerollt, dass die schwarzrothe Keule sichtbar wurde. Der Topf, bisher im Freien, wird nun in's Zimmer gebracht und ein Thermometer (Normalth. in $\frac{1}{10}^{\circ}$ getheilt) in der Mitte der Keule (T° Ko.) später auch in den Tubus (T° Tu.) ungefähr an die Staubgefäße eingesenkt.

Das anfänglich auf 23° gestiegene Keulenthermometer sinkt kurz vor 3 Uhr bis auf wenige Zehntel über Lufttemperatur. Nun beginnt die Beobachtung.

	Zeit	T° Lu.	T° Ko.	Uebersch.	T° Tu.	Uebersch.
4. Mai.	2 ⁵⁵	19,4	19,7	0,3	20,3	0,9
	3	19,4	19,9	0,5	20,9	1,5
	3 ⁵	19,4	20,0	0,6	21,0	1,6
	3 ¹⁰	19,5	20,1	0,6	21,0	1,5
	3 ¹⁵	19,45	20,3	0,85	21,0	1,55
	3 ²⁵	19,6	20,8	1,2	21,05	1,45
	3 ³⁰	19,5	21,1	1,6	21,05	1,55
	3 ⁴⁰	19,5	21,4	1,9	21,0	1,5
	3 ⁴⁵	19,4	21,5	2,1	20,95	1,55
	3 ⁵⁰	19,6	21,9	2,3	21,05	1,45
	3 ⁵⁵	19,6	22,0	2,4	20,8	1,2
	4	19,7	22,2	2,5	20,6	0,9
	4 ⁵	19,6	22,3	2,7	20,55	0,95
	4 ¹⁰	19,5	22,35	2,75	20,5	0,9
	4 ¹⁵	19,6	22,4	2,8	20,5	0,9
	4 ²⁰	19,6	22,55	2,95	20,5	0,9
	4 ²⁵	19,6	22,6	3,0	20,5	0,9
	4 ³⁰	19,6	22,55	2,95	20,5	0,9
	4 ³⁵	19,6	22,5	2,9	20,3	0,7
	4 ⁴⁰	19,5	22,5	3,0	20,3	0,8
	4 ⁴⁵	19,5	22,5	3,0	20,3	0,8
	4 ⁵⁰	19,4	22,55	3,15	20,2	0,8
	4 ⁵⁵	19,4	22,6	3,2	20,2	0,8
	5	19,4	22,65	3,25	20,25	0,85
	5 ⁵	19,4	22,7	3,3	20,2	0,8
	5 ¹⁰	19,4	22,7	3,3	20,15	0,75
	5 ¹⁵	19,4	22,65	3,25	19,9	0,5
	5 ²⁰	19,3	22,65	3,25	19,8	0,5
	5 ²⁵	19,3	22,7	3,4	19,75	0,45
	5 ³⁰	19,4	22,7	3,3	19,65	0,25
	5 ³⁵	19,4	22,8	3,4	19,65	0,25

Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Ko.	Uebersch.	T ⁰ Tu.	Uebersch.
5 ⁴⁰	19,35	22,9	3,55	19,55	0,20
5 ⁴⁵	19,3	22,9	3,6	19,5	0,2
5 ⁵⁰	19,2	22,9	3,7	19,35	0,15
5 ⁵⁵	19,3	23,0	3,7	19,3	0,0
6	19,3	22,95	3,65	19,2	— 0,1
6 ⁵	19,2	23,0	3,8	19,2	0,0
6 ¹⁰	19,0	23,0	4,0	19,05	0,05
6 ¹⁵	19,0	23,0	4,0	19,0	0,0
6 ²⁰	19,0	23,1	4,1	19,0	0,0
6 ²⁵	19,0	23,15	4,15	19,0	0,0
6 ³⁰	19,0	23,1	3,1	18,95	— 0,05
6 ³⁵	19,0	23,05	4,05	18,95	— 0,05
6 ⁴⁰	19,0	22,95	3,95	19,9	— 0,1
6 ⁴⁵	19,0	22,8	3,8	18,9	— 0,1
6 ⁵⁰	19,0	22,6	3,6	18,85	— 0,15
6 ⁵⁵	18,9	22,6	3,7	18,8	— 0,1
7	18,9	22,6	3,7	18,8	— 0,1
7 ⁵	18,9	22,4	3,5	18,8	— 0,1
7 ¹⁰	18,9	22,4	3,5	18,8	— 0,1
7 ¹⁵	18,9	22,45	3,55	18,8	— 0,1
7 ²⁰	18,9	22,4	3,5	18,8	— 0,1
7 ²⁵	18,9	22,4	3,5	18,8	— 0,1
7 ³⁰	18,9	22,3	3,4	18,85	— 0,05
7 ³⁵	18,9	22,3	3,4	18,9	0,0
7 ⁴⁰	18,9	22,3	3,4	18,9	0,0
7 ⁴⁵	18,95	22,2	3,25	18,95	0,0
7 ⁵⁰	19,2	22,35	3,15	19,25	0,05
7 ⁵⁵	19,4	22,55	3,15	19,5	0,1
8	19,5	22,65	3,15	19,65	0,15
8 ⁵	19,6	22,65	3,05	19,75	0,15
8 ¹⁰	19,7	22,6	2,9	19,7	0,0
8 ¹⁵	19,6	22,7	3,1	19,65	0,05
8 ²⁰	19,6	22,9	3,3	19,7	0,1
8 ²⁵	19,6	23,05	3,45	19,8	0,2
8 ³⁰	19,6	23,05	3,45	19,75	0,15
8 ³⁵	19,5	23,1	3,6	19,75	0,25
8 ⁴⁰	19,5	23,1	3,6	19,7	0,2
8 ⁴⁵	19,6	23,0	3,4	19,7	0,1
8 ⁵⁰	19,6	23,1	3,5	19,7	0,1
8 ⁵⁵	19,8	23,25	3,45	19,7	— 0,1
9	19,7	23,4	3,7	19,8	0,1
9 ⁵	19,8	23,25	3,45	19,6	— 0,2
9 ¹⁰	19,8	23,15	3,35	19,6	— 0,2
9 ¹⁵	19,7	23,3	3,6	19,6	— 0,1
9 ²⁰	19,8	23,5	3,7	19,7	— 0,1

Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Ko.	Uebersch.	T ⁰ Tu.	Uebersch.
9 ²⁵	19,9	23,6	3,5	19,8	— 0,1
9 ³⁰	19,9	23,95	4,05	20,0	0,1
9 ³⁵	20,0	24,3	4,3	20,2	0,2
9 ⁴⁰	20,0	24,45	4,45	20,3	0,3
9 ⁴⁵	20,0	24,6	4,6	20,4	0,4
9 ⁵⁰	20,0	24,75	4,75	20,5	0,5
9 ⁵⁵	19,8	24,75	4,95	20,5	0,7
10	19,8	24,9	5,1	20,55	0,75
10 ⁵	19,9	25,15	5,25	20,6	0,7
10 ¹⁰	19,8	25,45	5,65	20,7	0,9
10 ¹⁵	20,0	25,55	5,55	20,7	0,7
10 ²⁰	19,9	25,7	5,8	20,7	0,8
10 ²⁵	19,8	26,0	6,2	20,6	0,8
10 ³⁰	19,8	26,0	6,2	20,5	0,7
10 ³⁵	19,8	26,15	6,35	20,3	0,5
10 ⁴⁰	19,7	26,2	6,5	20,2	0,5
10 ⁴⁵	19,7	26,25	6,55	20,1	0,4
10 ⁵⁰	19,6	26,4	6,8	19,9	0,3
10 ⁵⁵	19,6	26,3	6,7	19,85	0,25
11	19,6	26,3	6,7	19,8	0,2
11 ⁵	19,6	26,3	6,7	19,7	0,1
11 ¹⁰	19,5	26,2	6,6	19,6	0,1
11 ¹⁵	19,6	26,2	6,6	19,6	0,0
11 ²⁰	19,6	26,0	6,4	19,6	0,0
11 ²⁵	79,6	25,95	6,35	19,5	— 0,1
11 ³⁰	19,5	25,8	6,3	19,5	0,0
11 ³⁵	19,5	25,6	6,1	19,5	0,0
11 ⁴⁰	19,5	25,4	6,1	19,55	0,05
11 ⁴⁵	19,5	25,15	5,65	19,5	0,0
11 ⁵⁰	19,5	25,05	5,55	19,5	0,0
11 ⁵⁵	19,6	24,8	5,2	19,45	— 0,15
12	19,5	24,55	5,05	19,5	0,0
5. Mai. 4 ^a	18,0	17,90	— 0,10	17,0	— 1,0
5 ^a	17,8	17,5	— 0,3	17,0	— 0,8
6 ^a	17,8	17,3	— 0,5	16,8	— 1,0
7 ^a	17,8	17,2	— 0,6	17,4	— 0,4
8 ^a	17,8	16,9	— 0,9	18,3	0,5
9 ³⁰	18,0	17,0	— 1,0	18,60	0,6
10 ³⁰	18,0	16,75	— 1,25	18,2	0,2
11 ³⁰	17,8	16,6	— 1,2	17,7	— 0,1
12 ^m	17,8	16,6	— 1,2	17,6	— 0,2
1 ^p	17,8	16,5	— 1,3	17,4	— 0,4
2 ^p	17,8	16,5	— 1,3	17,2	— 0,6
3 ^p	17,8	16,4	— 1,4	17,0	— 0,8
4	17,8	16,3	— 1,5	16,85	— 0,95

	Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Ko.	Uebersch.	T ⁰ Tu.	Uebersch.
	5	17,7	16,2	— 1,5	16,7	— 1,0
	6	17,6	16,2	— 1,4	16,6	— 1,0
	9	17,2	15,8	— 1,4	16,1	— 1,1
6. Mai.	5 ^a	16,2	15,0	— 1,2	14,9	— 1,3
	7 ^a	16,4	15,1	— 1,3	14,9	— 1,5
	8 ^a	16,4	15,3	— 1,1	14,9	— 1,5

2. *Sauromatum guttatum* (I).

Hierzu Curve auf Taf. III.

Die Pflanze treibt Ende Februar ihren Blütenstand; im Dunkel und Vermehrungshaus gehalten, ist dieser am 3. März im Aufgehen, d. h. der rothe Spadix wird aus der Spatha an der Spitze sichtbar. Am 4. März früh 7 Uhr, wo die Pflanze ins Zimmer gebracht wurde, war der Blütenstand 3,5 dcm lang und offen, d. h. es konnte ein Thermometer mit Leichtigkeit in den Spathenbauch eingeführt werden. Beobachtung unter einer Glocke, durch deren Tubulus das Ende des Spadix herausgeführt war. Luftthermometer frei, dicht daneben.

Anfänglich Temperatur der Staubgefäße, später auch der Keule (5 cm über dem Staubgefässkranz) gemessen.

	Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Anth.	Uebersch.		Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Anth.	Uebersch.
4. März.	8 ^{45a}	18,35	18,3	—		6 ^p	20,7	21,3	0,6
	9	18,5	18,4	—		7 ⁴⁵	20,6	20,9	0,3
	9 ¹⁵	18,4	18,1	—		8 ¹⁵	20,85	21,15	0,30
	9 ⁴⁵	18,7	18,7	—		9 ^p	20,9	21,25	0,35
	10 ^a	19,1	19,0	—		9 ³⁰	20,9	21,3	0,4
	10 ¹⁵	19,8	19,7	—		10 ^p	20,95	21,35	0,4
	10 ³⁵	20,0	19,9	—	5. März.	12 ^{30a}	20,8	21,3	0,5
	10 ⁵⁰	20,3	20,3	0,0		3 ^{45a}	19,7	20,2	0,5
	11 ¹⁵	20,5	20,6	0,1		4 ⁴⁵	19,4	19,8	0,4
	11 ²⁵	20,6	20,7	0,1		7	18,7	19,2	0,5
	11 ³⁵	20,8	20,9	0,1		7 ³⁰	18,7	19,2	0,5
	12 ^m	20,9	21,0	0,1		8 ^a	19,05	19,3	0,25
	12 ^{15p}	20,9	21,15	0,25		8 ³⁰	19,5	19,7	0,2
	12 ⁴⁰	20,5	21,05	0,55		8 ⁴⁵	19,6	19,9	0,3
	1 ⁴⁰	20,7	20,7	0,0		9 ^a	19,5	19,9	0,4
	1 ⁵⁵	20,9	21,1	0,2		9 ³⁰	19,8	20,2	0,4
	2 ³⁰	21,3	21,6	0,3		9 ⁴⁵	19,85	20,2	0,35
	2 ⁴⁵	21,4	21,7	0,3		10 ²⁰	19,8	20,3	0,5
	3 ^p	21,5	21,8	0,3		10 ⁴⁵	19,9	20,3	0,4
	4 ^p	21,4	21,8	0,4		11 ¹⁵	19,9	20,4	0,5
	4 ³⁰	21,3	21,7	0,4		11 ⁴⁵	20,35	20,65	0,3
	5 ^p	21,0	21,5	0,5		12 ^m	20,5	20,8	0,3
	5 ³⁰	20,85	21,4	0,45		12 ⁵	20,6	20,9	0,3

Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Anth.	Uebersch.	Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Anth.	Uebersch.
12 ^{30p}	20,8	21,2	0,4	9 ⁴⁵	20,7	21,15	0,45
12 ⁴⁰	20,9	21,3	0,4	10 ¹⁵	20,3	20,9	0,6
12 ⁵⁰	20,95	21,4	0,45	10 ³⁰	20,8	21,0	0,2
1 ⁵	21,1	21,5	0,4	11 ³⁰	21,45	21,7	0,25
1 ⁴⁰	21,25	21,7	0,45	11 ⁴⁵	21,55	21,8	0,25
2 ⁵	21,5	22,0	0,50	12 ^m	21,6	21,9	0,3
2 ³⁵	21,5	22,1	0,60	1 ^p	21,45	22,05	0,6
3 ⁵	21,6	22,2	0,6	1 ³⁰	21,3	22,1	0,8
3 ²⁰	21,5	22,1	0,6	2 ^p	20,3	21,4	1,1
3 ⁴⁵	21,5	22,1	0,6	2 ³⁰	21,8	22,6	0,8
4 ³⁰	21,2	21,8	0,6	3 ^p	22,2	23,0	0,8
5	21,7	22,35	0,65	3 ²⁰	22,75	23,5	0,75
5 ³⁰	21,1	22,0	0,9	3 ⁴⁵	22,8	23,6	0,8
6	20,9	21,6	0,7	4 ^p	22,9	23,8	0,9
6 ³⁰	20,85	21,5	0,65	4 ¹⁵	23,2	24,0	0,8
7	21,3	21,6	0,3	4 ³⁰	23,25	24,1	0,85
7 ¹⁰	21,6	21,8	0,2	4 ⁴⁵	23,05	23,9	0,85
7 ²⁵	21,7	22,0	0,3	5 ^p	22,9	23,8	0,9
7 ⁴⁵	21,7	22,1	0,4	5 ¹⁵	22,7	23,7	1,0
8 ^p	21,7	22,2	0,5	5 ³⁰	22,55	23,5	0,95
8 ²⁵	21,8	22,3	0,5	5 ⁴⁵	22,4	23,3	0,9
8 ⁵⁵	22,0	22,4	0,4	6 ^p	22,5	23,3	0,8
9 ¹⁵	22,2	22,7	0,5	6 ³⁰	22,2	23,0	0,8
9 ³⁰	22,2	22,7	0,5	7	22,1	22,4	0,3
6. März. 5 ^{30a}	19,7	20,2	0,5	7 ¹⁵	22,5	23,0	0,5
6 ¹⁵	19,6	20,0	0,4	8 ¹⁵	21,7	22,7	1,0
7 ^a	19,8	20,1	0,3	9	22,0	22,7	0,7
7 ²⁰	20,3	20,6	0,3	9 ³⁰	22,0	22,9	0,9
7 ⁴⁵	20,5	20,7	0,2	10 ^p	22,1	22,9	0,8
8 ¹⁵	20,7	21,0	0,3	7. März. 3 ^{30a}	20,4	21,4	1,0
9 ^a	21,1	21,3	0,2	6 ³⁰	19,6	20,6	1,0
9 ³⁰	20,7	21,15	0,45	7 ²⁰	19,4	20,5	1,1

Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Anth.	Uebersch.	T ⁰ Keule	Uebersch.	Bemerkungen.
7 ³⁰	19,4	20,5	1,1	—	—	
7 ⁴⁵	19,6	20,6	1,0	20,75	1,15	
7 ⁵⁰	19,65	20,6	1,05	20,8	1,15	
7 ⁵⁵	19,6	20,75	1,15	21,5	1,9	Im Laufe des Vormittags gegen
8 ^a	19,7	20,8	1,1	21,9	2,2	9 Uhr stellt sich der penetrante
8 ¹⁵	20,0	21,3	1,3	22,65	2,65	Geruch ein; gegen Mittag be-
8 ³⁰	20,3	21,65	1,65	24,4	4,1	ginnt der Spadix sich bleigrau
8 ⁴⁰	20,4	21,8	1,4	24,8	4,4	zu verfärben.
8 ⁴⁵	20,5	22,0	1,5	25,3	4,8	
8 ⁵⁰	20,6	22,2	1,6	25,6	5,0	
8 ⁵⁵	20,7	22,3	1,6	25,7	5,0	
9 ⁵	20,8	22,5	1,7	25,8	5,0	

Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Anth.	Uebersch.	T ⁰ Keule	Uebersch.	Bemerkungen.
9 ¹⁰	20,9	22,7	1,8	25,9	5,0	
9 ¹⁵	21,2	22,8	1,6	27,4	6,2	
9 ²⁰	21,3	22,8	1,5	27,6	6,3	
9 ²⁵	21,5	23,0	1,5	27,8	6,3	
9 ³⁰	21,6	23,1	1,5	28,0	6,4	
9 ³⁵	21,7	23,2	1,5	28,1	6,4	
9 ⁴⁰	21,7	23,3	1,6	28,2	6,5	
9 ⁴⁵	21,8	23,35	1,55	28,4	6,6	
9 ⁵⁰	21,9	23,4	1,5	28,7	6,8	
10 ^a	21,8	23,5	1,7	29,2	7,4	
10 ⁵	21,8	23,6	1,8	29,9	8,1	
10 ¹⁰	21,9	23,65	1,75	30,05	8,15	
10 ¹⁵	21,9	23,7	1,8	30,1	8,2	
10 ²⁰	21,9	23,7	1,8	30,1	8,2	
10 ²⁵	21,9	23,7	1,8	30,1	8,2	
10 ³⁵	22,0	23,8	1,8	30,1	8,1	
10 ⁴⁰	22,0	23,9	1,9	30,1	8,1	
10 ⁵⁰	22,0	24,0	2,0	29,9	7,9	
10 ⁵⁵	22,0	24,05	2,05	29,8	7,8	
11 ^a	22,0	24,1	2,1	29,7	7,7	
11 ⁵	22,0	24,1	2,1	29,6	7,6	
11 ¹⁰	22,0	24,1	2,1	29,6	7,6	
11 ¹⁵	22,0	24,05	2,05	29,5	7,5	
11 ²⁰	22,0	24,1	2,1	29,5	7,5	
11 ²⁵	22,0	24,1	2,1	29,3	7,4	
11 ³⁵	22,0	24,2	2,2	29,35	7,35	
11 ⁴⁵	22,0	24,2	2,2	29,25	7,25	
12 ^m	22,0	24,2	2,2	29,1	7,1	
12 ¹⁰	22,0	24,25	2,25	29,0	7,0	
12 ²⁰	22,0	24,3	2,3	28,95	6,95	
12 ³⁰	22,0	24,35	2,35	28,85	6,85	
12 ⁴⁰	22,0	24,4	2,4	28,8	6,8	
12 ⁵⁰	22,0	24,4	2,4	28,6	6,6	
1 ^p	22,0	24,4	2,4	28,5	6,5	
1 ³⁰	21,6	24,1	2,5	27,3	5,7	
1 ⁴⁵	21,4	23,5	2,1	26,2	4,8	
2 ^p	21,4	23,4	2,0	26,2	4,8	
2 ¹⁵	21,4	23,4	2,0	26,2	4,8	
2 ⁴⁵	21,4	23,8	2,4	26,0	4,6	
3 ^p	21,4	23,8	2,4	24,1	2,7	
3 ¹⁵	21,6	23,9	2,3	24,0	2,4	
3 ²⁵	21,6	24,0	2,4	24,0	2,4	
3 ³⁵	21,8	24,1	2,3	23,85	2,05	
3 ⁴⁵	21,8	24,1	2,3	23,7	1,9	
4 ^p	21,4	24,0	2,6	23,6	2,2	

	Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Anth.	Uebersch.	T ⁰ Keule	Uebersch.	Bemerkungen.
	4 ¹⁰	21,4	24,0	2,6	22,9	1,5	
	4 ²⁰	21,4	24,0	2,6	22,75	1,3	
	4 ³⁰	21,4	24,1	2,7	22,7	1,3	
	4 ⁴⁵	21,7	24,3	2,6	22,8	1,1	
	4 ⁵⁵	21,6	24,2	2,6	22,45	0,85	
	5 ⁵	21,7	24,2	2,5	22,25	0,55	
	5 ¹⁵	21,4	24,1	2,7	22,1	0,7	
	5 ²⁵	21,2	24,1	2,9	21,9	0,7	
	5 ³⁰	21,2	24,1	2,9	21,85	0,65	
	6 ^p	20,8	23,9	3,1	21,5	0,7	
	7 ^p	21,4	24,1	2,7	—	—	
	8 ^p	20,6	24,1	3,5	—	—	
	9 ³⁰	20,0	22,4	2,4	—	—	Gegen Abend (7. März) beginnen
	10	19,8	20,6	1,8	—	—	die Staubgefäße sich zu öffnen
8. März.	3 ^a	18,8	20,6	1,8	—	—	und sind am Morgen des 8. März
	6 ^a	18,0	18,4	0,4	—	—	völlig verstäubt.

Sauromatum guttatum (II).

Der Blütenstand geht am 5. Mai Abends auf und ist am 6. Mai früh 6 Uhr völlig offen. Die Spatha hängt herab und rollt sich zwischen 7—8 Uhr schraubig; während letzterer Zeit beginnt auch der Geruch. — Im Zimmer unter Glocke, mit 3 Thermometern versehen: an der Basis des Spadix, über der Mitte desselben und im Tubus der Spatha.

	Zeit	T ⁰ Lu.	Keule u.	Uebersch.	Keule o.	Uebersch.	Tubus	Uebersch.	Bemerkungen.
6. Mai.	9 ^{15 a}	17,3	29,0	11,7	27,2	9,9	19,7	2,4	
	9 ²⁰	17,6	29,15	11,55	28,1	10,5	19,7	2,1	
	9 ³⁵	17,7	29,1	11,4	28,15	10,4	19,8	2,1	
	9 ⁴⁵	17,9	29,05	11,15	28,25	10,35	19,95	2,05	
	9 ⁵⁵	18,1	29,1	11,0	28,2	10,1	20,1	2,0	
	10 ⁵	18,25	29,25	11,0	28,3	10,05	20,2	1,95	
	10 ¹⁵	18,3	29,35	11,05	28,3	10,0	20,3	2,0	
	10 ²⁵	18,3	29,5	11,2	28,3	10,0	20,5	2,2	
	10 ⁴⁵	18,3	29,4	11,1	28,0	9,7	20,8	2,5	
	11 ¹⁵	18,3	29,1	10,8	27,3	9,0	21,0	2,7	
	11 ²⁵	18,5	29,05	10,55	27,0	8,55	21,4	2,9	
	11 ⁴⁵	18,45	28,75	10,3	26,4	7,95	21,65	3,20	
	12 ^m	18,5	28,1	9,6	26,0	7,6	21,8	3,3	
	2 ^p	19,6	26,2	6,6	23,7	4,1	24,0	4,4	
	3 ³⁰	19,1	23,0	3,9	20,8	1,7	22,4	3,2	
	4 ³⁰	19,0	21,95	2,95	20,05	1,05	22,0	3,0	
	5	19,6	22,4	2,8	20,65	1,05	22,9	3,3	
	6	19,8	22,3	2,5	20,8	1,0	23,1	3,3	
	6 ³⁰	19,2	21,5	2,3	19,8	0,6	22,2	3,0	
	8 ¹⁰	18,0	19,8	1,8	18,1	0,1	21,0	3,0	

	Zeit	T ⁰ Lu.	Kenle u.	Uebersch.	Keule o.	Uebersch.	Tubus	Uebersch.	Bemerkungen.
7. Mai.	5 ^a	15,8	16,55	0,75	15,8	0,0	18,05	2,25	Pollen ausfallend.
	9	16,8	17,65	0,85	17,0	0,2	18,3	1,5	
	11	17,6	18,5	0,9	17,7	0,1	19,5	1,9	
	5 ³⁰ P	18,9	19,0	0,1	19,0	0,1	10,0	0,1	
	7	17,9	17,8	—	17,8	—	18,0	0,1	

3. *Philodendron macrophyllum*.

Hierzu Curven auf Taf. III.

Der am 25. Februar im Laufe der ersten Nachmittagsstunden im Warmhause aufgeblühte Kolben wird in einem geheizten Saale frei in Wasser stehend, am Fenster, beobachtet. Zwei Thermometer liegen an den Staubgefäßen, eines an den Pistillen an; von ersteren beiden ist das untere in den Tubus der Spatha mit eingeschlossen; das obere an dem frei ragenden Theile der Staubgefäße, das untere 2,5 cm von jenem entfernt angebracht. Länge der Spatha 15 cm, des mit Antheren besetzten oberen Kolbentheiles 11 cm, des weiblichen 4 cm.

	Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ St. ob.	Uebersch.	T ⁰ St. unt.	Uebersch.	T ⁰ Pist.	Uebersch.	Bemerkungen.
25. Febr.	5 ¹⁰ P	17,2	17,4	0,2	18,3	1,1	—	—	
	5 ³⁰	16,9	17,2	0,3	17,8	0,9	—	—	
	6 ⁴⁰	17,4	17,4	0,0	19,3	1,9	—	—	
	7	17,6	17,9	0,3	20,5	2,9	—	—	Der zimmtnelkenartige
	7 ¹⁵	17,7	18,4	0,7	22,3	4,6	—	—	Geruch wird um
	7 ²⁵	17,8	18,8	1,0	23,2	5,4	18,0	0,2	7 Uhr ziemlich stark
	7 ³⁰	18,1	18,9	0,8	23,6	5,5	18,1	0,0	und nimmt innerhalb
	7 ⁴⁰	18,1	19,2	1,1	24,5	6,4	18,3	0,2	1/4 Stunde beträcht-
	7 ⁵⁰	18,2	19,2	1,0	25,2	7,0	18,5	0,3	lich zu.
	8	18,1	19,0	0,9	25,1	7,0	18,7	0,6	
	8 ¹⁰	18,3	18,9	0,6	24,5	6,2	18,7	0,4	
	8 ¹⁵	18,3	19,2	0,9	23,9	5,6	18,7	0,4	
	8 ²⁵	18,2	18,85	0,65	23,2	5,0	18,7	0,5	
	8 ³⁵	18,2	18,95	0,75	22,6	4,4	18,7	0,5	
	8 ⁴⁵	18,2	18,85	0,65	21,9	3,7	18,6	0,4	Der Geruch ist um
	9	18,2	18,85	0,65	21,2	3,0	18,55	0,35	8 ⁴⁵ bereits sehr
	9 ¹⁵	18,2	18,9	0,7	20,7	2,5	18,5	0,3	schwach.
	9 ³⁰	18,2	18,8	0,6	20,4	2,2	18,45	0,25	
	9 ⁴⁵	18,2	18,8	0,6	20,1	1,9	18,4	0,2	
	10 ¹⁵	18,2	18,7	0,5	19,6	1,6	18,3	0,1	
	10 ⁴⁵	17,9	18,2	0,3	18,9	1,0	17,9	0,0	
26. Febr.	12 ^{45a}	17,5	17,7	0,2	17,85	0,35	17,3	—0,2	Ganz schwacher Ge-
	4 ^{45a}	16,7	17,0	0,3	16,8	0,1	16,4	—0,3	rauch, auch früh 4 ⁴⁵
	6 ⁴⁵	16,2	16,5	0,3	16,4	0,2	16,1	—0,1	noch.
	7 ¹⁵	15,8	16,05	0,25	16,05	0,25	16,7	0,9	Um diese Zeit tagt es.
	8	15,65	15,9	0,25	15,7	0,05	15,5	—0,15	Geruch noch nicht
	8 ³⁰	16,15	16,25	0,1	16,0	—0,15	15,65	—0,5	völlig verschwunden.

Zeit	T° Lu.	T° St. ob.	Uebersch.	T° St. unt.	Uebersch.	T° Pist.	Uebersch.	Bemerkungen.
9 ¹⁵	16,5	16,7	0,2	16,4	—0,1	16,0	—0,5	
9 ³⁰	16,7	16,9	0,2	16,6	—0,1	16,2	—0,5	
10	16,9	17,0	0,1	16,85	—0,05	16,4	—0,5	
10 ³⁰	17,4	17,4	0,0	17,1	—0,3	16,6	—0,8	
11	17,1	17,5	0,4	17,3	0,2	16,9	—0,2	
11 ¹⁵	17,4	17,6	0,2	17,4	0,0	16,9	—0,5	
11 ⁴⁵	17,9	18,05	0,15	17,8	—0,1	17,2	—0,7	
12 ^m	18,0	18,2	0,2	17,95	—0,05	17,4	—0,6	
12 ⁴⁰	17,9	18,25	0,35	18,1	0,2	17,6	—0,3	
1 ^p	18,2	18,35	0,15	18,15	—0,05	17,65	—0,55	
2 ^p	18,25	18,45	0,20	18,3	0,05	17,95	—0,3	
2 ³⁰	18,1	18,3	0,2	18,15	0,05	17,9	—0,2	
3 ^p	18,0	18,25	0,25	18,20	0,2	17,9	—0,1	
3 ³⁰	17,7	18,1	0,4	18,0	0,3	17,7	0,0	
4 ^p	17,5	17,75	0,25	17,7	0,2	—	—	
4 ³⁰	17,45	17,6	0,15	17,5	0,05	17,4	—0,05	
5	17,4	17,7	0,3	17,55	0,15	17,3	—0,1	
5 ⁵⁰	17,45	17,7	0,25	17,55	0,1	17,2	—0,25	
6 ¹⁵	17,65	17,75	0,1	17,1	—0,55	17,2	—0,45	
6 ³⁰	17,7	17,85	0,15	17,15	—0,55	17,3	—0,4	
6 ⁴⁵	17,6	18,0	0,4	17,8	0,2	17,35	—0,25	
7	17,8	18,25	0,45	18,05	0,25	—	—	
7 ²⁰	18,2	18,3	0,1	18,2	0,0	17,7	—0,5	
7 ⁴⁵	18,25	18,3	0,05	18,3	0,05	—	—	
8 ¹⁵	18,5	18,6	0,1	18,5	0,0	—	—	
9	17,9	17,8	—0,1	17,8	—0,1	—	—	
9 ⁴⁵	17,8	17,9	0,1	17,9	0,1	17,65	—0,15	
10 ¹⁵	17,5	17,65	0,15	17,7	0,2	—	—	
27. Febr. 1 ^{45 a}	17,4	17,6	0,2	17,5	0,1	17,2	—0,2	
7 ^a	16,6	16,8	0,2	16,7	0,1	—	—	
8 ^a	16,55	16,7	0,15	16,55	0,0	—	—	
9 ³⁰	17,5	17,4	—0,1	17,2	—0,3	—	—	
12 ^m	17,2	17,4	0,2	17,3	0,1	17,1	—0,1	
12 ³⁰	17,15	17,45	0,3	17,25	0,1	17,05	—0,1	
3 ^p	17,1	17,35	0,25	17,2	0,1	—	—	
5	17,1	17,35	0,25	17,25	0,15	—	—	
7	17,2	17,4	0,2	17,5	0,3	—	—	
9	16,8	—	—	17,1	0,3	—	—	
28. Febr. 7 ^a	16,3	16,4	0,1	16,5	0,2	—	—	
7 ⁴⁵	16,1	16,2	0,1	16,1	0,0	15,8	—0,3	
8	16,05	16,2	0,15	16,1	0,05	15,85	—0,2	
12 ^m	15,95	16,2	0,25	16,1	0,15	—	—	
10 ^p	17,0	17,1	0,1	16,9	—0,1	—	—	

Am 1. März fand ich an den Antheren noch $1\frac{-2}{10}^0$ Temperaturüberschuss und eine kaum wahrnehmbare Geruchsentwicklung.

4. *Philodendron albovaginatum* C. Koch et Sello.

16. Mai 1883.

Dimensionen: Länge der Spatha: 10 cm; Länge der mit Staubfäden besetzten Keule; 5,5 cm. Auf der Curven-Tafel mit b bezeichnet.

Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ St.	Uebersch.	Bemerkungen.
3 ⁵⁰	23,1	25,5	2,4	2 ³⁰ Nachm. aus dem Glashauss genommen und mit dem Stiel in Wasser gestellt. Beobachtung im Zimmer, zur Ausgleichung der Temperaturdifferenzen, erst nach einer Stunde begonnen. Thermometer in Mitte der Staubgefässsäule.
4 ^P	23,15	25,9	2,8	
4 ¹⁰	23,2	26,0	2,8	
4 ²⁰	23,1	26,0	2,9	
4 ³⁰	23,2	26,1	2,9	
4 ⁴⁰	23,2	26,1	2,9	
4 ⁵⁰	23,2	26,1	2,9	
5	23,2	26,1	2,9	
5 ¹⁰	23,4	26,1	2,7	
5 ²⁰	23,4	26,0	2,6	
5 ³⁰	23,4	26,0	2,6	Um diese Zeit beginnt die Pflanze energisch zu duften. Der Geruch ist zimmtnelkenartig.
5 ⁴⁰	23,4	26,0	2,6	
5 ⁵⁰	23,4	26,0	2,6	
6	23,4	26,0	2,6	
6 ¹⁰	23,4	26,1	2,7	
6 ²⁰	23,4	26,2	2,8	
6 ³⁰	23,35	26,3	2,95	
6 ⁴⁰	23,2	26,4	3,2	
6 ⁵⁰	23,15	26,55	3,4	
7	23,1	26,7	3,6	
7 ¹⁰	23,05	26,9	3,85	Eintritt der Dunkelheit.
7 ²⁰	23,0	27,1	4,1	
7 ³⁰	22,9	27,3	4,4	
7 ⁴⁰	22,9	27,5	4,6	
7 ⁵⁰	22,8	27,6	4,8	
8	22,7	27,9	5,2	
8 ¹⁰	22,7	28,2	5,5	
8 ²⁰	22,7	28,8	6,1	
8 ³⁰	22,7	29,1	6,4	
8 ⁴⁰	22,7	29,9	7,2	
8 ⁵⁰	22,8	30,1	7,3	Geruch ist merklich schwächer.
9	22,8	30,3	7,4	
9 ¹⁰	22,95	30,6	7,65	
9 ²⁰	22,9	30,9	8,0	
9 ³⁰	23	29,3	6,3	
9 ⁴⁰	23,25	28,6	5,4	
9 ⁵⁰	23	28,15	5,15	
10	23	27,7	4,7	
10 ¹⁰	23	27,2	4,2	

	Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ St.	Uebersch.	Bemerkungen.
17. Mai.	4 ^{20a}	21,1	21,0	— 0,1	Geruch nur noch ganz schwach. An der Spitze des Kolbens ist der Pollen ausgetreten.
	9	21,7	21,5	— 0,2	
18. Mai.	8 ^{10a}	20	19,9	— 0,1	
	2 ^{20p}	19,4	19,2	— 0,2	
	5	19,4	19	— 0,4	

Philodendron albovaginatum.

29. Mai.

Versuchsanordnung wie vorher. Auf der Curventafel als a bezeichnet.

Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Ko.	Uebersch.	Bemerkungen.
2 ^{15p}	18,8	20,3	2,5	
2 ²⁰	18,8	21,5	2,7	
2 ³⁰	19,5	21,7	2,2	
2 ³⁵	20,1	22,0	2,1	
2 ³⁸	20,2	22,5	2,3	
2 ⁴⁵	20,2	23,0	2,8	
3	19,8	23,6	3,8	
3 ¹⁰	10,8	24,1	4,3	
3 ²⁵	19,7	24,9	5,2	Bisher geruchlos, beginnt nun der Kolben Geruch zu verbreiten.
3 ³⁵	19,9	25,1	5,2	
3 ⁴⁵	20,1	25,6	5,5	
3 ⁵⁰	20,1	25,5	6,4	
4	19,8	25,8	6,0	
4 ¹⁰	19,9	25,2	5,3	
4 ²⁵	20,1	24,5	4,4	
4 ³⁵	20,1	23,7	3,6	
5 ³⁰	19,9	22,0	2,1	
5 ⁵⁰	20,1	22,0	1,9	Geruch ganz gering.
6 ¹⁵	20,2	22,3	2,1	
6 ⁴⁰	20,3	22,7	2,4	
7 ³⁰	20,4	25,0	4,6	Geruch wieder erstarkt.
7 ⁴⁵	20,5	26,3	5,8	
7 ⁴⁸	20,5	26,0	5,5	
7 ⁵⁴	20,3	26,5	6,2	
7 ⁵⁸	20,6	26,8	6,2	
8	20,6	26,9	6,3	
8 ⁵	20,6	26,7	6,1	
8 ⁷	20,4	27,1	6,7	
8 ¹⁰	20,4	27,25	6,85	
8 ¹³	20,4	27,4	7,0	Geruch sehr stark.
8 ¹⁶	20,4	27,5	7,1	
8 ¹⁷	20,4	27,65	7,25	
8 ²²	20,5	27,4	6,9	
8 ²⁷	20,6	27,9	6,25	

Zeit	T ⁰ Lu.	T ⁰ Ko.	Uebersch.	Bemerkungen.
8 ³²	20,4	27,8	7,4	
8 ⁴⁰	20,4	27,6	7,2	
8 ⁴⁵	20,4	27,1	6,7	
8 ⁵²	20,4	26,6	6,2	
8 ⁵⁸	20,4	26,3	5,9	
9 ²	20,6	26,1	5,5	
9 ¹³	20,3	25,35	5,05	
9 ²⁰	20,35	25,0	4,65	Geruch noch ansehnlich.
9 ²³	20,3	24,8	4,4	
9 ⁴⁰	20,5	24,1	3,6	
9 ⁴⁸	20,5	23,8	3,3	
10 ²	20,9	23,3	2,9	
10 ¹⁰	20,3	23,0	2,7	
10 ⁵⁰	20,1	21,9	1,8	
11 ⁴⁵	19,9	21,1	1,2	
30. Mai. 5 ^a	19,1	19,0	—	Geruch kaum wahrnehmbar.
8 ^a	18,7	18,5	—	

Tafel-Erklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Längsschnitt eines mittelgrossen Blütenstandes von *Arum italicum*, in $\frac{1}{3}$ Grösse, mit Hinweglassung des Fahnenheiles der Spatha — um die Anordnung der Theile vorzuführen.

Fig. 2—6. Im Zimmer verblühte Keulen (ungefähr natürl. Grösse), aus denen die Stärke am Morgen nicht völlig verschwunden ist, um die mannigfaltige Art des Zurückbleibens zu demonstrieren. Die schattirten Stellen bedeuten die Gewebeparthien, in denen Stärke zurückblieb; die Intensität des Schattens der Menge der restirenden Stärke proportional gehalten. Man erhält diese Bilder durch Einlegen ganzer oder halbirter Keulen in Jodlösung.

Fig. 2. *a* Längsschnitt einer Keule, in welcher die Stärkeparthien pyramidale Figuren, mit meist nach innen, aber auch nach aussen gekehrter Basis, bilden. Wie die Flächenansicht (*b*) zeigt, sind diese Parthien ganz unregelmässig über die Keulenfläche vertheilt.

Fig. 3. In dem vorliegenden Falle einer sehr grossen Keule ist die Stärke der Spitze gar nicht, im übrigen Theil der Keule aus der Peripherie und gewissen radiären Parthien nur unvollständig verschwunden.

Um zu zeigen, dass es sich bei solchen Vorkommnissen nicht um mangelhafte, in ihrem Periodengang lebhaft gestörte Keulen handelt, halte ich es für nöthig, hier die Wärmeperiode dieser Keule, die in dem obern und untern Drittheil derselben beobachtet wurde, vorzuführen:

28. März 1883 zwischen 3 und 4 Uhr aufgeblüht und riechend.

Zeit	Luft-t ⁰	K.-t ⁰ o.	K.-t ⁰ u.
3 ⁵⁵ p	16,2	23,35	23,3
4 ⁵	16,2	23,5	23,3
4 ¹⁰	16,2	23,8	23,2
4 ¹⁵	16,2	24,0	23,5
4 ²⁵	16,2	23,85	23,95
4 ²⁷	16,2	23,8	24,2
4 ³⁰	16,2	23,75	24,3
4 ³⁵	geht	23,95	24,4
4 ³⁷	allmählig	24,05	24,55
4 ⁴⁵	auf.	24,6	23,9
4 ⁵⁵		25,25	24,2
5 ⁰		25,65	24,6
5 ¹⁰		25,75	25,1
5 ¹³		25,95	25,2
5 ²⁰		26,35	25,75

	Zeit	Lu.-t ⁰	K.-t ⁰ o.	K.-t ⁰ u.
	6 ^p	15,2	27,8	26,8
	6 ³⁰	—	27,2	26,8
	8 ³⁰	14,2	22,75	23,0
	9 ¹⁰	—	22,6	22,1
	9 ³⁵	—	22,2	22,8
	9 ⁵⁰	—	22,3	22,7
29. März.	1 ^{30a}	14,5	17,4	17,8
	6 ^a	14,0	14,4	14,7

Morgens war der Blütenstand frisch, die Narben mit Tröpfchen bedeckt. —

Die Figur *a* zeigt auch den schmalen noch gefüllten Stärkemantel des Stiels, desgleichen die totale Füllung der Sperrhaare. *b* Querschnitt an der Basis, *c* in der Mitte und *d* ganz oben an der Spitze der Keule.

Fig. 4. Die Figur gibt die Aussenansicht einer jodgetränkten Keule und ist besonders deshalb interessant, weil sie den Abdruck des Thermometers und der Gummiringe, sowie die Wirkung der letzteren im Innern (*b*) zeigt; die Wirkung des Thermometers ist in Fig. 5 zu sehen.

Ueber die Wärmeentwicklung der Keule sei Folgendes bemerkt. Sie zeigte am 31. März Abends 9^{1/2} Uhr noch 18,8⁰ Differenz (absolut 34,2⁰), um 10 Uhr 45 Minuten 32,4⁰. Selbst am Morgen um 9 Uhr war noch ein Temperaturüberschuss von 1,3⁰ vorhanden.

Fig. 6. Die Figur *a* zeigt das Zurückbleiben von Stärke im innern Theil, *b* und *d* in der Peripherie, mit Vorwiegen strahliger Parthien. *c* Nesterweise vertheilte Stärkereste.

Fig. 7. Eine Keule, eben sich zu erwärmen beginnend, wird durch Abschaben einseitig der Oberhaut und eines Theiles des Stärkeparenchyms beraubt. — Die Stärkereste sind aus *a* und *b* ersichtlich. — *c* Eine einseitig mit Alcohol bepinselte Keule (Querschnitt). Stärke aussen völlig, am Wassercylinder nur schwach erhalten.

Fig. 8. Epithel der Spatha, gegen den Kessel hin, Flächenansicht, Intercellularräume.

Fig. 9 und 10. Aussenepidermis der Spatha in Fig. 9 von der Fahnenmitte in Fig. 10 (kleiner gezeichnet) von dem Kessel. Die sehr ungleiche Zahl der Spaltöffnungen zeugend.

Taf. II.

Fig. 1. Zelle des Stärkemantels aus der Knospe; Stärkekörner die Zelle dicht füllend, der Deutlichkeit halber weniger dicht gezeichnet.

Fig. 2—3. Gleiche Zellen nach der Erwärmung, mit Resten von (intacter) Stärke; im Protoplasma vacuolenartige Räume, die Orte der verschwundenen Stärkekörner. Alle Stärkekörner im Wandplasma gelegen, in Fig. 2 und links in Fig. 3 deutlich die Körnchen als Reste abgeschmolzener grösserer Körner in Vacuolen auftretend.

Fig. 4. Papillenzellen des Keuleneithels aus der Knospe. Stärkekörner (aber weniger dicht als in natura gezeichnet) nur in der Basis der Zelle; der nicht gezeichnete Zellkern ebenda; der Kegel mit feinkörnigem Protoplasma gefüllt.

Fig. 5. Papillen des Keuleneithels und die pallisadenartigen Zellen des Stärkemantels nach dem Erwärmen. Alle Zellen stärkeelos. Die Papillenzellen mit Vacuolen, an der Spitze mit homogenem, starklichtbrechendem Protoplasma.

- Fig. 6. Eine Spaltöffnung der Keule von Papillenzellen umstellt.
- Fig. 7. Stück eines Keulenquerschnitts, der unvollständig von Stärke entleert ist. Die Figur zeigt, dass das Epithel und die Pallisadenschicht des Stärkeparenchyms, dann einige regellos zerstreute Zellen noch Stärke enthalten, die andern Zellen alle völlig entleert sind.
- Fig. 8. Theil eines Querschnitts von der Innenseite der Spatha. Die spitzkegeligen Epithelzellen und das darunterliegende Parenchym mit kleinkörniger Stärke versehen, die in der Erwärmungsperiode verschwindet.
- Fig. 9 und 10. Erstere die Papillenform in der Mittellinie, letztere dieselben gegen den Rand der Fahne zeigend.
- Fig. 11. Epithel aus der Kessellinnenseite, die eigenthümlichen Intercellularräume desselben zeigend, die mit den Intercellularen des darunterliegenden Parenchyms nicht direct correspondiren.

Taf. III.

Enthält die Wärmecurven einiger ausser *Arum italicum* beobachteten Aroideen. Alles zum Verständniss Nöthige ist aus der Tafel selbst, eventuell aus dem Text leicht zu ersehen.

Inhaltsübersicht.

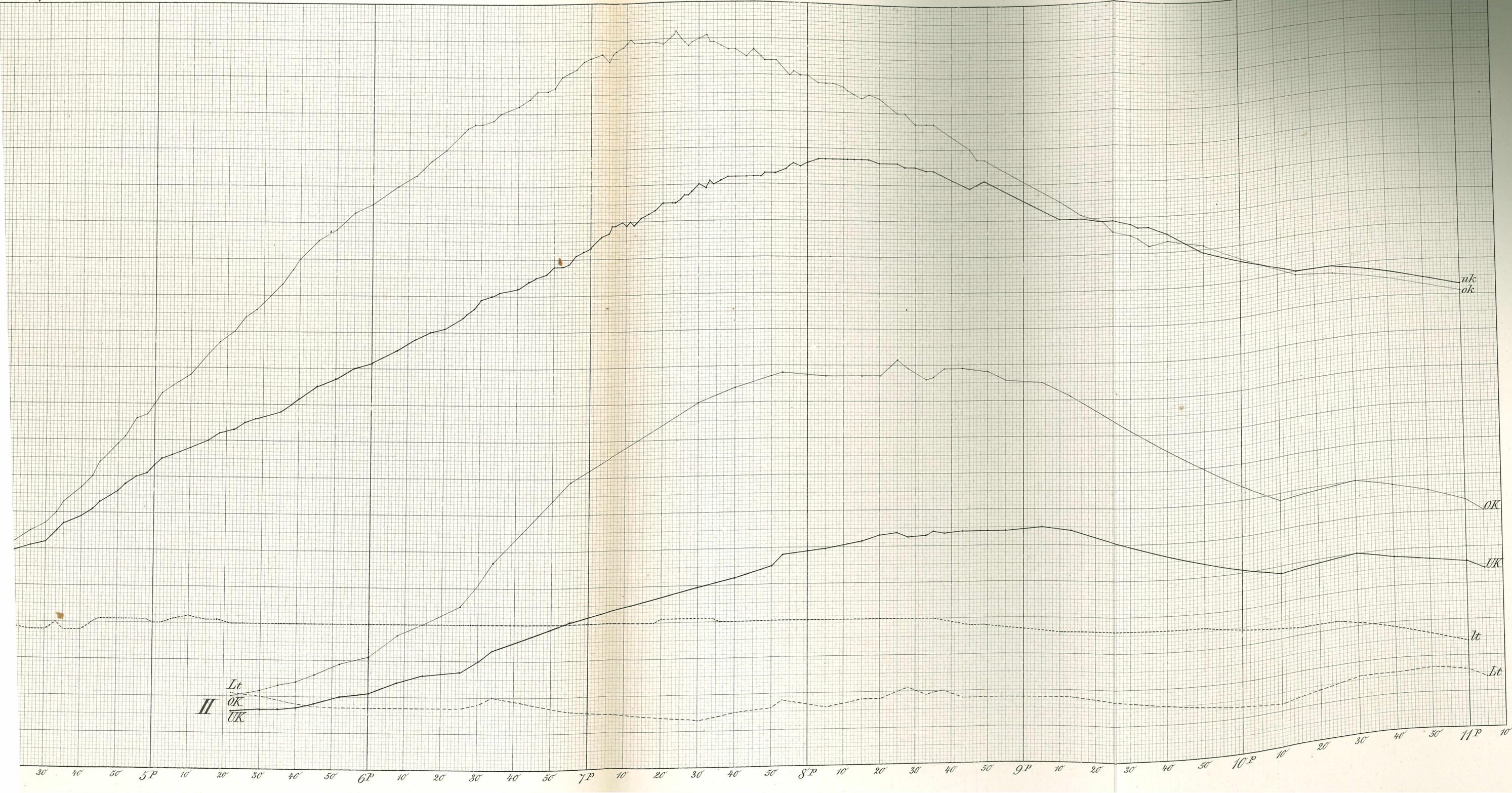
I. Abhandlung

(vgl. Abh. naturf. Ges. Bd. XVI. S. 35—76).

Einleitung. — Die Arumfelder S. 38. — Beobachtungsmethode S. 40. — Der Wärmegang in der Blüthe S. 43. — Absolute Höhe S. 45. — Antherenwärme S. 47. — Spitze und Basis der Keule S. 51. — Oberfläche und Inneres S. 52. — Biologische Bedeutung der Wärme S. 54. — Resultate S. 56. — Beobachtungstabellen S. 57—72. — Tafelerklärung S. 73. — Historische Bemerkung über die Entdeckung der Selbsterwärmung S. 74—76.

II. Abhandlung.

- I. Die stofflichen Veränderungen in der Keule zur Zeit der Erwärmung S. 261—294
Einleitung und Uebersicht der Resultate S. 261. — 1. Wasser- und Trockensubstanz S. 265. — 2. Kohlehydrate S. 270. — 3. Die Pflanzensäuren S. 276. — 4. Die stickstoffhaltigen Substanzen S. 278. — 5. Gerbsäure S. 281. — 6. Fermente S. 282. — 7. Asche S. 283. — Zur Methode S. 284. — Tabellen S. 285—294.
- II. Anatomie und anatomische Veränderungen der Keule S. 294—309
1. Normale Anatomie der Keule S. 294. — Dimensionen der Blüthentheile S. 295. — Keule und Stiel S. 295. — Spatha S. 299. — 2. Mikroskopische Veränderungen bei der Erwärmung S. 301. — Stärkeschwund, Reihenfolge in den Organen S. 303, in der Keule S. 304, in der Zelle S. 305. — Aenderung des Papillenplasmas S. 306. — Bedeutung der papillären Oberfläche S. 307. — Die in Weingeist auskrystallisirende Substanz S. 308.
- III. Transpirationsgrösse während der Erwärmungsnacht S. 309—315
Bei *Arum italicum* und *maculatum*.
- IV. Wirkung von Kohlensäure oder Wasserstoff auf die warme Keule S. 316—322
- V. Stellung unserer Resultate zur heutigen Athmungslehre S. 322—327
- VI. Weiteres zur Kenntniss der Wärmeperiode und Vergleich anderer Aroideen . . . S. 328—355
Statistisches über den normalen Gang des Blühens S. 328. — Hemmungen durch äussere Kräfte S. 331. — Maxima der Erwärmung S. 335. — Vergleich unserer Pflanze mit andern Aroideen: *Arum maculatum* S. 337. — *Sauromatum* S. 340. — *Philodendron*-Arten S. 340. — *Calla aethiopica* S. 343. — *Anthurium acaule* und *Monstera Lennea* S. 343. — Tabellen S. 344—355.
- Erklärung der Tafel I—III S. 356—358



II
Lt
OK
UK

uk
ok

OK

UK

lt

Lt

30' 40' 50' 5P 10' 20' 30' 40' 50' 6P 10' 20' 30' 40' 50' 7P 10' 20' 30' 40' 50' 8P 10' 20' 30' 40' 50' 9P 10' 20' 30' 40' 50' 10P 10' 20' 30' 40' 50' 11P 10'

