of WÜRTZ, starting from p.methoxyphenylpropyl bromide. It proved to be identical with the saturated product, mentioned before.

The structure of the polymeride 93° has now been proved; the investigation of the other polymerides being continued. We are at present engaged in preparing polymerides of analogical substances so as to obtain fresh points of view on polymerisation.

Botany. — *Die chemischen Vorgänge im Sauromatum-Kolben.* III. Mitteilung. Von A. W. H. VAN HERK. (Communicated by Prof. J. C. SCHOUTE.)

(Communicated at the meeting of September 25, 1937.)

Die Versuche, über die in der zweiten Mitteilung [1]) berichtet worden ist, haben gezeigt, dass der Faktorenkomplex, welcher die plötzlich auftretende Atmungssteigerung im Appendix von *Sauromatum guttatum* hervorruft, sich nicht in diesem Organ selbst befindet, sondern in den männlichen Blüten.

Es ist nun naheliegend sich vorzustellen, dass die Korrelation, welche nach diesem Befunde zwischen beiden Teilen des Blütenkolbens besteht, auf einer stofflichen Beeinflussung zurückzuführen ist. Die Grundidee wäre dann die folgende:

Der erwachsene Appendix enthält grosse Mengen Verbrennungssubstanzen, die mit geringer Geschwindigkeit von den Oxydationsfermenten verbrannt werden. Das Atmungssystem kann seine ganze Aktivität nicht entfalten, da ihm eine oder mehrere Substanzen, — Aktivatoren —, fehlen. In einem bestimmten Entwicklungsstadium werden diese Aktivatoren von den männlichen Blüten gebildet. Sie wandern von dieser Zone der Infloreszenz nach dem Anhängsel. Hier ergänzen sie das Oxydationssystem: nach einer Latenzzeit steigern sie die Atmungsintensität der Zellen der peripheren Gewebeschicht stark.

Diese Vermutung wird in der vorliegenden Arbeit experimentell bestätigt.

Die Isolierung der wirksamen Substanz.

Einige Stunden vor der Blüte schneidet man die Zone der Infloreszenz ab, welche die männlichen Blüten trägt. Man entfernt das weisse Markgewebe. Das Material (mindestens 10 Pflanzen) wird mit Kohlensäureschnee sofort zum Erfrieren gebracht und mit gereinigtem Quarzsand fein zerrieben. Die zerkleinerten Pflanzenteile werden mit ± 25 ccm Wasser bei 0° während einer Viertelstunde unter stetigem Umschütteln extra-

---

[1]) Proc. Royal Acad. Amsterdam, **40**, 607 (1937).

hiert; nachher wird die Flüssigkeit abzentrifugiert. Man wiederholt das Verfahren zweimal, wodurch eine hinreichend vollständige Extraktion erreicht wird. Die stark trüben, intensiv gelbgefärbten Lösungen werden vereint und unter Abkühlung wird soviel Aceton (0°) hinzugefügt, bis die Endkonzentration 70 % ist. Es bildet sich ein Niederschlag. Nach einer halben Stunde kann man Niederschlag und Flüssigkeit durch scharfes Zentrifugieren trennen. Es hat sich herausgestellt, dass die wirksame Substanz in der Lösung bleibt; die Fällung ist völlig unwirksam. Die Flüssigkeit engt man im Vakuum bei 35° bis auf 4—5 ccm ein und zentrifugiert von einer Trübung scharf ab. Man erhält eine klare, schwach grünlich-gelb gefärbte, wässerige Lösung. Das Einengen und Zentrifugieren wird unter sterilen Bedingungen ausgeführt.

Das Testobjekt.

Man kann die wirksame Substanz, — deren Existenz bis jetzt noch hypothetisch ist —, nur mit einer biologischen Reaktion nachweisen: der Körper muss die Atmungsintensität der Appendixzellen stark steigern und demzufolge die Temperatur des Infloreszenzanhängsels erhöhen. Die biologische Analyse fordert als Testobjekt einen Appendix, der sich ohne Zusatz des aktiven Stoffes nicht erwärmt.

Einige Tage, (1½ bis 3), vor der Blüte der Sauromatumkolben werden die männlichen Blüten entfernt und die Wundfläche mit Kakaobutter bedeckt. Hat man die Operation während des erwähnten Zeitabschnittes ausgeführt, so tritt keine Temperaturerhöhung auf. Gelegentlich macht man den Eingriff zu spät; dann erwärmt der Appendix sich innerhalb der nächsten 20 Stunden. Diese Pflanzen werden nicht verwendet.

Die operierten Pflanzen bleiben mindestens 36 Stunden im Versuchszimmer und immer so lange, bis die unbehandelten Kontrollpflanzen[1]) sich erwärmen. Reagieren letztere erst 90 Stunden nach dem Operationstage, oder noch später, so hat man den Eingriff bei den Versuchspflanzen zu früh ausgeführt. Obschon mehrere dieser Pflanzen sich zu Testobjekten eignen, habe ich sie in den späteren Experimenten nicht zu diesem Zwecke verwendet, da ihre Empfindlichkeit stark wechselt. Dies würde eine zu grosse Streuung in den Versuchsergebnissen verursachen.

Darauf wird das Anhängsel unter Wasser abgeschnitten. Hierdurch verhindert man, dass andere Teile der Pflanze die Wärmeentwicklung beeinflussen könnten. Man zerlegt den abgeschnittenen Appendix in zwei Hälften: die Spitze und die Basis. Die obere Hälfte ist einige Zentimeter länger als die untere. Um Austrocknen zu verhindern, bedeckt man die obere Schnittfläche des basalen Teiles mit Kakaobutter.

Es sei an dieser Stelle daran erinnert, dass beide Appendixhälften immer in derselben Weise reagieren: entweder zeigen sie eine Tempe-

---

[1]) Siehe für die Auswahl der Pflanzen: Rec. des Trav. bot. néerl. **34**, 1937, S. 92.

raturerhöhung, oder sie erwärmen sich nicht. [1]) Bei obiger Versuchsanordnung trifft der zuletzt erwähnte Fall zu, da die männlichen Blüten bereits am Tage vor der Kolbenentfaltung entfernt waren. Diese Gesetzmässigkeit bietet uns eine einfache Kontrolle unserer Arbeitsmethode: injiziert man in die eine Hälfte eine Lösung mit dem Aktivator und in die andere Hälfte die gleiche Menge Wasser oder Pufferlösung, so hat nur dann der Versuch den Beweis erbracht, wenn der zuersterwähnte Teil des Anhängsels positiv und der zweite nicht reagiert. Immer habe ich diese Versuchsanordnung angewendet. Die Kontrollhälften (entweder die Spitze oder die Basis) zeigen nie die geringste Spur einer Erwärmung (Genauigkeit der Messungen: 0,1°). Zwecks Raumersparnis gebe ich diese Temperaturmessungen nur in der ersten Abbildung.

Bei quantitativen Messungen ist es vorteilhaft die basale Hälfte als Versuchspflanze zu verwenden.

Die Grundversuche.

Erst nach diesen Vorbereitungen können wir die Richtigkeit unserer Hypothese experimentell beweisen.

$\frac{1}{4}$ — 1 ccm des Extraktes der männlichen Blüten werden möglichst steril im Markgewebe des Testobjektes injiziert. Bei Verwendung der basalen Hälfte wird die Flüssigkeit 2 cm unter die obere Schnittfläche eingespritzt und das Thermoelement in der Mitte des Organs gestellt; im Falle des Appendixgipfels injizierte ich an der Stelle, wo das Markgewebe aufhört und bestimmte ich die Oberflächentemperatur 2 cm niedriger. Das Einspritzen gelingt leicht, da das Markgewebe grosse Lufträume enthält. Sie sind durch Zerreissen und Zusammenfallen der Zellen entstanden. Da sie sich im unteren Teil der Anhängsels stark verengen, verliert man in der basalen Hälfte nur wenig der injizierten Substanz. Hingegen tritt bei Verwendung des Appendixgipfels ein grösserer Teil der eingespritzten Substanz aus der Schnittfläche heraus. Die basale Hälfte eignet sich also für diese Versuche am besten.

Abb. 1 zeigt die Temperaturkurve einer Testpflanze (Appendixbasis) nach Injektion mit $\frac{1}{2}$ ccm Extrakt. Letzterer wurde aus 10 Blütenkolben gewonnen und hatte ein Endvolumen von $2\frac{1}{2}$ ccm (p_H : 5,4). Der Appendixgipfel erhielt $\frac{1}{2}$ ccm Phosphatpuffer (1/15 mol; p_H : 5,3); er erwärmt sich nicht.

Nach Verabreichung des Extraktes tritt eine starke Temperatursteigerung auf, welche bei diesem Versuch 6° beträgt. Die Kurve steigt rasch an und erreicht ihr Maximum in etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden. Nach Ueberschreiten

---

[1]) Vgl. Mitt. II. In diesem Jahre konnte ich über etwa 400 blühenden Sauromatum-Planzen verfügen. 9 Blütenkolben hatten keinen Appendix. In 5 % der Infloreszenzen war das Anhängsel anormal entwickelt: die Spitze ist gekrümmt, verdickt, verzweigt oder verkümmert. Während diese Spitzen keine Temperaturerhöhung zeigen, kann der basale Teil normal reagieren.

des Höhenpunktes sinkt sie wieder schnell ab; der ganze Vorgang ist in 8—9 Stunden beendet. Sie stimmt also vollkommen mit der Temperaturkurve eines normalen Anhängsels überein.

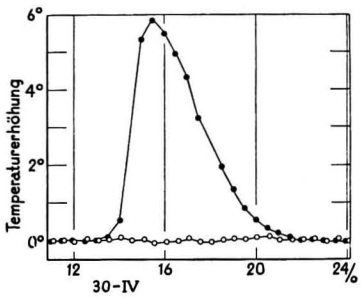

Abb. 1. Am 27-IV-20 wurden die ♂ Blüten eines Blütenstandes entfernt;
am 29-IV-17 wurde der Appendix abgeschnitten und in zwei Hälften geteilt. Sofort wurde injiziert:
in den basalen Teil: ½ ccm Extrakt (Temperaturkurve -●-●-●-)
in den Appendixgipfel: ½ ccm Phosphatpuffer (1/15 mol; p_H: 5,3) (Temperaturkurve -O-O-O-).
Anfang der Temperaturregistrierung: 29-IV-17, 30; Ende: 6-V-20.
Temperatur des Versuchszimmers: 21,9° ± 0,1; Relative Feuchtigkeit der Luft: 70—85 %.

In den injizierten Appendices verlaufen alle Nebenreaktionen wie in den normal blühenden Pflanzen. Mikroskopisch erhält man ähnliche Bilder. Die Abnahme der Blaufärbung mit Jod zeigt, dass das Reservematerial (Stärke) während der Reaktion fast vollständig verschwindet. Ebenfalls tritt bei der geringsten Temperatursteigerung der Farbwechsel des Anhängsels, von hellrot in rötlich-braun, ein.

Aus diesen Versuchen dürfen wir schliessen, dass *die Zone der Infloreszenz, welche die männlichen Blüten trägt, eine Substanz bildet, die, im Appendix injiziert, eine normale Temperaturerhöhung hervorrufen kann.*

Nach Verabreichung des Aktivators tritt die Erwärmung erst nach 19—22 Stunden ein. Die Temperatur des Versuchszimmers war ungefähr 22°; der Sättigungsgrad der Luft schwankte zwischen 70 % und 85 %. Ob die Latenzzeit variiert bei Aenderung der äusseren Bedingungen, wurde nicht untersucht. Sie ist unabhängig von der Empfindlichkeit des Testobjektes und von der Grösse der Temperatursteigerung.

Die Exstirpation der männlichen Blüten verhindert nur dann die Wärmeproduktion, wenn man die Operation mindestens 18—21 Stunden vor dem Anfang der Reaktion ausführt. Diese kritische Zeit ist fast genau gleich der Latenzzeit nach der Injektion. Man kann das so erklären: *der Aktivator wandert einen Tag vor der Kolbenentfaltung nach dem Appendix und entfaltet in diesem Organ seine Wirkung nach ± 20 Stunden.* Entfernt man die männlichen Blüten vor der Stoffwanderung, so kann der Kolbengipfel sich nie erwärmen; führt man dagegen die Operation nach der Wanderung aus, — wenn sich eine relativ grosse Aktivatormenge im Anhängsel befindet —, so ändert sie den normalen Vorgang nicht.

Nicht nur der Appendix, sondern auch die männlichen Blüten und der sterile Teil erwärmen sich. Meiner Meinung nach werden diese Tempe-

ratursteigerungen von denselben chemischen Prozessen hervorgerufen. Dann bedürfen die Atmungssysteme aller dieser Organe des Aktivators für ihre Wirkung. Nach dieser Anschauung dürfen wir erwarten, dass dasjenige Organ sich am ersten erwärmt, welches diesen Aktivator bildet. Tatsächlich trifft das zu. Ohne Ausnahme fängt die Erwärmung immer in den männlichen Blüten an, und — wie ich unten näher zeigen werde — bilden sie allein den wirksamen Stoff.

Man gewinnt aus der Reihenfolge der Temperaturmaxima in den verschiedenen Zonen der Infloreszenz keine nähere Auskunft über die Wanderungsrichtung und -Geschwindigkeit des Aktivators. So verschiebt das Temperaturmaximum im oberen Kolbenende sich von der Spitze zur Basis, während der Aktivator hier von unten nach oben geleitet wird. Hieraus ergibt sich, dass auch andere Faktoren den Atmungsmechanismus des Blütenstandes regulieren.

Der Extrakt aus den männlichen Blüten ist nicht beständig: im Eisschrank aufbewahrt verliert er seine Aktivität in 24 Stunden vollkommen. Die Wirksamkeit ist stark herabgesetzt, nachdem er 10 Minuten im kochenden Wasserbad erwärmt und danach wieder klar zentrifugiert worden ist.

Reagieren alle Versuchspflanzen in gleicher Weise? Zur Beantwortung dieser Frage wurde der folgende Versuch angestellt. Die Erwärmungskurven von sechs Reaktionspflanzen, die mit gleicher Aktivatormenge injiziert worden waren, wurden mit einander verglichen. Sie stimmten fast vollkommen überein. Der Zeitpunkt der stärksten Erwärmung ist in allen Pflanzen derselbe. Kaum nennenswert sind die Schwankungen in den Latenzzeiten: die Unterschiede können eine Stunde betragen, d.h. also eine Abweichung von 5 Prozent; dagegen sind die Differenzen zwischen den Temperaturmaxima recht erheblich: sie weichen 15—20 % ab.

Der Einfluss des Testobjektes.

Weitere Versuche dienten der Entscheidung der Frage, ob die Temperaturkurve von der Vorbehandlung des Testobjektes abhängig ist.

Hängt die Empfindlichkeit des Testobjektes von dem Zeitpunkt der Exstirpation der männlichen Blüten ab? Das Resultat eines Versuches ist aus der zweiten Abbildung zu ersehen. Die männlichen Blüten eines Blütenstandes (A) werden 3½ Tage, die eines zweiten (B) 1½ Tage vor der Kolbenentfaltung entfernt. Nach 36 Stunden werden die Kolbengipfel abgeschnitten; A wird noch 3 Tage und B 1 Tag im Versuchszimmer auf Wasser gestellt. Danach injiziert man die Anhängsel mit einer gleichen Menge des Aktivators. Die beiden Temperaturkurven haben einen ähnlichen Verlauf; die beobachteten Differenzen könnten gleichfalls zwischen zwei Individuen einer Reihe gleichbehandelter Reaktionspflanzen austreten.

Auch entfernte ich die männlichen Blüten ehe der Kolben völlig

entwickelt war und bestimmte zwei Tage nach der Operation die Reaktionsfähigkeit des Anhängsels. Nach Verabreichung der wirksamen

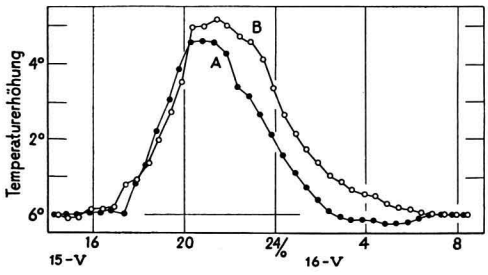

Abb. 2. Appendix A: ♂ Blüten entfernt am 10-V-8,30; Appendix abgeschnitten: 11-V-17.
Appendix B: ♂ Blüten entfernt am 12-V-9,30; Appendix abgeschnitten: 13-V-21.30.
Die basalen Teile beider Appendices wurden am 14-V-21,30 injiziert mit ½ ccm Extrakt.
Temperatur des Versuchszimmers: 22,0° ± 0,1; Sättigungsgrad der Luft: 73—83 %.

Substanz ist die gemessene Temperaturerhöhung gering oder bleibt sogar völlig aus. Sieben bis fünf Tage vor der Kolbenentfaltung reagiert der Appendix noch nicht.

Ebenfalls untersuchte ich den umgekehrten Fall: inwiefern das Testobjekt auf eine Injektion nach der normalen Blütenzeit reagieren kann. Es stellte sich heraus, dass seine Empfindlichkeit fortwährend kleiner wurde bis zuletzt (nach 3—4 Tagen) keine Reaktion mehr möglich war. Diese Inaktivierung ist immer begleitet von einer starken Vergrösserung der Lufträume im Markgewebe und von einer Abnahme des Wassergehaltes im Anhängsel.

Die Geschwindigkeit mit der die Versuchspflanzen sich entwickeln, hat einen relativ grossen Einfluss auf die Reaktionsfähigkeit des Testobjektes. Seine Empfindlichkeit ist am geringsten, wenn die Entwicklungszeit am grössten ist.

Die Temperatursteigerung ist abhängig von der Wirkung der injizierten Substanz und von den Versuchsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit), ausserdem von dem Entwicklungsgrad und der Grösse des Testobjektes und von den äusseren Verhältnissen während des Wachstums des Blütenstandes. Ein direkter Vergleich der Absolutwerte der Steigerungen ist daher unstatthaft. Man darf nur die Kurven untereinander vergleichen, die an einem Tage mit Pflanzen einer Versuchsreihe erhalten worden sind.

Der Einfluss der Konzentration des Aktivators.

Bisher habe ich nur die Frage erörtert, inwiefern eine bestimmte Menge des wirksamen Stoffes bei den verschiedenen Reaktionspflanzen die gleiche Erwärmung hervorruft. Die wichtigsten Fragen sind aber, ob der Grad der Erwärmung von der Konzentration des Stoffes abhängt und ob dieser ein quantitatives Mass für die Aktivatormenge ist.

Im folgenden Versuch (Abb. 3 A) habe ich sechs Testobjekte mit ½ ccm einer Aktivatorlösung injiziert und zwar die Pflanzen A I und II mit der

unverdünnten Lösung; B I und II nach Verdünnung mit Wasser 1 : 4; C I und II nach Verdünnung 1 : 16. Ein ccm der konzentriertesten Lösung enthält den Auszug aus den männlichen Blüten von etwa 5 Pflanzen. Die Temperatursteigerung ist in den A-Pflanzen am grössten und in den C-Pflanzen am geringsten. Die gemessenen Maxima sind im Durchschnitt 4,5°, 1,6° und 0,5°. Die Differenzen liegen weit ausserhalb der Fehlergrenzen der Kontrollversuche. Die Latenzzeit hängt nur in geringem Masse von der Aktivatormenge ab: die Versuchspflanzen fangen fast im selben Moment an sich zu erwärmen. Die Dauer der Temperaturerhöhung ist von der Konzentration abhängig: die Reaktion hört in den C-Pflanzen am ersten wieder auf.

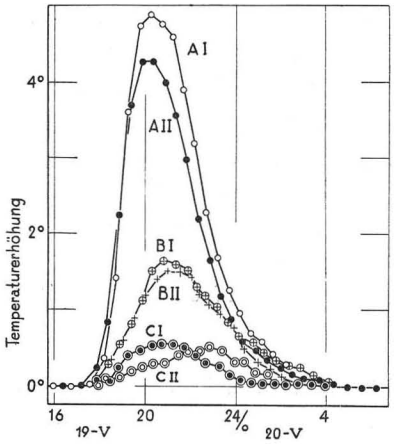

Abb. 3 A. Der Einfluss der Aktivatormenge auf die Temperaturkurve.
♂ Blüten entfernt am 16-V-8,30; die Appendices abgeschnitten am 18-V-8,30.
Die basalen Hälften wurden am 18-V-21,30 injiziert mit:
½ ccm Extrakt ..... A I und II
½ ccm Extrakt (1 Teil Extrakt und 3 Teile Wasser) ..... B I und II
½ ccm Extrakt (1 Teil Extrakt und 15 Teile Wasser) ..... C I und II
Temperatur des Versuchszimmers: 21,0° ± 0,1; Sättigungsgrad der Luft: 77—83 %.

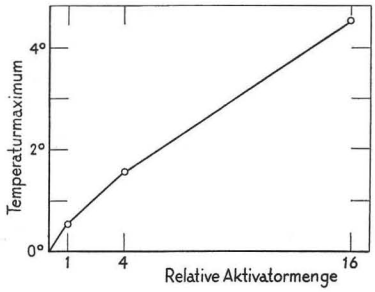

Abb. 3 B. Die Abhängigkeit der maximalen Temperatursteigerung von der Aktivatorkonzentration.
Abszisse: die relative Konzentration des Aktivators.
Ordinate: die Temperatursteigerung.

Die Stärke ist in den A-Pflanzen am Ende des Versuches fast völlig verschwunden; die noch vorhandene Menge ist nicht grösser als in den Kontrollkolben: nur kleine Zellgruppen färben sich mit einer J—KJ-Lösung schwach blau. Die Pflanzen der zweiten Gruppe enthalten grössere Stärkemengen, während der Stärke-Verbrauch in den Anhängseln der C-Pflanzen gering ist.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass *im Appendix die Intensität der Verbrennungsprozesse von der Konzentration des Aktivators abhängig ist.*

Die Temperaturerhöhung ist nach Injektion einer grösseren Aktivatormenge immer stärker; sie ist jedoch nicht direkt proportional der Konzentration (Abb. 3 B). Es ergibt sich, dass man mit vergleichenden Versuchen relative Konzentrationswerte erhalten kann. Eine grosse Genauigkeit erreicht man mit dieser Methode nicht, da man bei Wiederholung der Versuche schon beträchtliche Abweichungen erhält. Wiederholt man jeden Versuch drei Mal, so erhält man die relativen Werte mit einem Versuchsfehler von 15 %.

Die Konzentrationsänderungen des Aktivators in den männlichen Blüten.

Im Zusammenhang mit dem Problem der biologischen Bedeutung der isolierten Substanz, möchte ich kurz näher eingehen auf die Frage der Konzentrationsänderungen des Aktivators während der verschiedenen Stadien der Kolbenentwicklung. Man erhält keine wirksamen Lösungen, wenn man junge männliche Blüten extrahiert. Der Nachweis des Stoffes gelingt erst einen Tag vor der Blütenentfaltung. Man kann ihn am leichtesten isolieren kurze Zeit bevor der Appendix sein Erwärmungsmaximum erreicht. Macht man einen Auszug während des Zeitabschnittes zwischen dem Erkalten des Anhängsels und der Pollenemission, — d. h. also nach dem Erwärmungsmaximum der männlichen Blüten, — so ist derselbe in den meisten Fällen inaktiv. Nach der Pollenemission ist der Aktivator nicht mehr vorhanden.

Ueber das Vorkommen des Aktivators in anderen Teilen der Pflanze.

Es ist wichtig zu untersuchen, ob der aktive Stoff in anderen Teilen des Sauromatumkolbens vorhanden ist. Ich extrahierte die Organe, wie oben beschrieben wurde. Die Temperatursteigerungen, die in den Testobjekten auftreten nach Injektion dieser Lösungen, wurden verglichen mit denjenigen der Auszüge aus den männlichen Blüten (Vergleichslösungen). Man bestimmt so das Verhältnis der Aktivatorkonzentrationen in den untersuchten Organen und in den männlichen Blüten. Das Endvolumen der Lösungen war 2 ccm (2 gr.), entsprechend 5 gr Frischgewicht des Organs. Ich injizierte $\frac{1}{2}$ bezw. $2 \times \frac{1}{2}$ ccm.

Ich möchte hervorheben, dass nach einer Verdünnung 1 : 7 der Vergleichslösungen, immer eine Temperatursteigerung nachweisbar war. Tritt nach Zusatz der Versuchslösung keine Reaktion auf, so dürfen wir schliessen, dass sie entweder keinen Aktivator enthält oder eine Menge, die geringer ist als $^1/_7$ Teil der Vergleichslösung.

Wegen Materialmangel habe ich die Versuchsanordnung in vielen Experimenten in diesem und dem nächsten Abschnitt vereinfacht. Die Anhängsel wurden 2 Tage vor der Blüte abgeschnitten ohne vorher die männlichen Blüten zu entfernen. Sie wurden 36 Stunden auf Wasser gestellt und danach sowohl ihre oberen wie ihre basalen Teile als Testobjekte verwendet. Es fehlen also die Kontrollversuche (die Injektionen mit Wasser oder Pufferlösungen). Diese Versuchsanordnung beeinträchtigt

das Ergebnis der qualitativen Versuche nicht. Das Abschneiden des Anhängsels hemmt die Entwicklung der männlichen Blüten nicht; ich isolierte den Aktivator aus dieser Zone des Blütenstandes.

Viele Bedenken sind gegen die Extraktionsmethode geltend zu machen. Durch die Zerkleinerung der Zellen könnten chemische Veränderungen auftreten, bei der die wirksame Substanz vernichtet wird. Auch wären die Messungen nicht mehr einwandfrei, wenn die Organe Stoffe enthalten würden, welche die Wirkung des Aktivators hemmen. Man würde so im Extrakt die Gesamtwirkung der Aktivierungs- und Hemmungskörper feststellen, während sie in den Zellen getrennt vorhanden sein könnten.

Gerade die zuerstgenannte Fehlerquelle ist zu befürchten, da der Aktivator wenig beständig ist. Ich versuchte den Einfluss festzustellen, den diese Fehlerquelle auf die erhaltenen Resultate haben könnte.

In einigen Versuchen teilte ich das Gewebe in zwei Hälften und fügte zu der einen eine bestimmte Aktivatormenge hinzu. Beide Teile wurden zerrieben und in gleicher Weise extrahiert. Es stellte sich heraus, dass die Aktivität des zweiten Extraktes nicht genau die Summe der Aktivitäten des ersten Auszuges und des Aktivators ist. Es treten immer Verluste auf; sie betragen 30—40 %. Der höchste Wert, den ich beobachtete, war 60 %. Der Fehler ist am grössten, wenn die zugefügte Substanzmenge gering ist. Die Inaktivierungen werden nicht von einem bestimmten Gewebe verursacht; sie treten auch bei den männlichen Blüten auf.

Aus diesen Versuchen geht einerseits hervor, dass die Konzentrationsbestimmungen nur einen orientierenden Wert haben, andererseits, dass man das Vorhandensein der aktiven Substanz noch nachweisen kann, wenn das Gewebe $^1/_4$—$^1/_7$ Teil der Aktivatormenge der männlichen Blüten enthält.

Bemerkenswert sind die Ergebnisse der Versuche über das Vorhandensein des Aktivators in verschiedenen Teilen des Blütenstandes. *Weder die Extrakte der weiblichen Blüten, noch die aus dem sterilen Teil oder dem Appendix aktivieren die Testobjekte.* Diese sind unabhängig von dem Zeitpunkt der Probeentnahme. So ist auch einige Stunden vor der Erwärmung kein wirksamer Stoff im Appendix vorhanden.

In diesem Zusammenhang ist natürlich die Frage nach dem Verhalten der in den Testobjekten injizierten wirksamen Substanz nicht ohne Interesse. Ich gebe im Folgenden einen Versuch wieder, bei dem ich drei Gruppen von je zwei Testobjekten mit gleichen Aktivatormengen injizierte und die Pflanzen der ersten Gruppe nach 1½ Stunden extrahierte und die der zweiten Gruppe nach 14½ Stunden, also kurze Zeit vor dem Anfang der Erwärmung. Die dritte Gruppe war die Kontrolle; sie zeigte eine starke Temperaturerhöhung und wurde erst nach dem Erkalten untersucht. Aus den Pflanzen der zuersterwähnten Gruppe habe ich 30 % der injizierten Substanzmenge wieder isolieren können; in allen anderen Testobjekten ist der Aktivator nicht mehr vorhanden.

In welcher Weise können wir diese Versuchsergebnisse zu erklären versuchen?

Erstens könnte man daran denken, dass der Aktivator ein notwendiger Bestandteil des Atmungssystems ist, entweder des anaeroben oder des oxydativen Teilvorganges. Dann müsste man aus obigen Versuchen schliessen, dass die Organe nur scheinbar keinen Aktivator enthalten. Seine Menge wäre so gering, dass sie bei der biologischen Analyse nicht erfasst würde. Nur in derjenigen Zone der Infloreszenz, welche die männlichen Blüten trägt, ist die Konzentration ausserordentlich gross. Würde diese Anschauung zutreffen, so bleibt zu erklären übrig, weshalb die Reaktion von der Konzentration des Aktivators abhängig ist, da, — immer noch nach dieser Darstellung —, die Substanz in grossem Uebermass injiziert worden ist. Auch wäre es schwer zu erklären, dass die Temperatur- und Atmungserhöhung in den männlichen Blüten einerseits so viel geringer ist, und andererseits so viel längere Zeit anhält als im Appendix. Eine direkte Teilnahme des Aktivators an den Atmungsprozessen scheint vor allem deshalb ausgeschlossen, weil die Latenzzeit der Reaktion so gross ist.

Zweitens könnte die isolierte Substanz nur indirekt auf die Atmungsprozesse der Zellen einwirken. Die dritte Möglichkeit, dass sie das Atmungssubstrat der Appendixzellen wäre, kommt nicht in Betracht [1].

Es ist nicht wahrscheinlich, dass die biologische Bedeutung des Stoffes darin zu suchen wäre, dass derselbe, — im allgemeinen —, die Lebensfähigkeit der Zellen erhöht; denn so könnte man die oft explosionsartigen Temperatursteigerungen nicht erklären. Vielmehr müssen wir annehmen, dass er ein Pro-Aktivator ist, der in den Appendixzellen im Katalysator umgewandelt wird. Nach dieser Vorstellung würde er im Organ vernichtet und bei der Extraktion nicht isoliert werden. Man müsste dann annehmen, dass der Aktivator selbst eine sehr labile Substanz sei. In dieser Richtung wäre vielleicht auch die Lösung des Problems der langen Latenzzeit der Reaktion zu suchen: diese ist abhängig von der Geschwindigkeit, mit der die Zwischenreaktionen verlaufen. Diese Geschwindigkeit wäre gross im Anhängsel und verhältnismässig klein in den männlichen Blüten.

Weitere Versuche werden entscheiden müssen, welche von diesen Theorien zutrifft. Das erfordert vor allem jedoch, dass wir die Methoden zum Nachweis und zur quantitativen Bestimmung des Stoffes viel verbessern.

Der Einfluss einiger Substanzen mit bekannter chemischer Zusammensetzung.

Die wirksame Substanz nimmt in den Zuckerabbauprozessen der Sauromatum-Kolben eine so zentrale Stellung ein, dass der Frage ihrer Spezifität eine allgemeine Bedeutung zukommt. Es fragt sich, ob man durch Zugabe anderer Stoffe ebenfalls eine Erwärmung im Appendix

---

[1]) Mitteilung I.

erhalten kann. Ihre chemische Zusammensetzung ist nicht bekannt; deshalb ist die Wahl der zu prüfenden Stoffe eine willkürliche. Ich habe Lösungen der folgenden Substanzen, — wenn nötig nach Neutralisation mit Natronlauge —, injiziert: Phosphatpuffer (1/30 mol. p_H : 4,5—7,5), Glukose, Saccharose, Hexosemono- und diphosphorsaures Natrium, Glycocoll, Asparaginsäure, Co-Zymase, Ascorbinsäure und β-Indolylessigsäure, Alle Lösungen waren unwirksam. Später werde ich noch andere Substanzen untersuchen.

Zusammenfassung.

Die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit können folgenderweise zusammengefasst werden :

1. Während der Entwicklung des Infloreszenzanhängsels von *Sauromatum guttatum* tritt einmal eine Atmungs- und Temperatursteigerung auf. Der ganze Enzymkomplex, der an diesen Verbrennungsreaktionen beteiligt ist, ist vor der Temperaturerhöhung fast unwirksam. Diese Unwirksamkeit ist darauf zurückzuführen, dass ein Aktivator nicht, oder nur in ungenügender Menge, vorhanden ist. Nach Injektion des Aktivators erwärmt der Appendix sich in normaler Weise nach einer Latenzzeit von 19—22 Stunden.

2. Es wird nachgewiesen, dass dieser atmungsfördernde Stoff allein in der Zone der Infloreszenz gebildet wird, welche die männlichen Blüten trägt. Derselbe fehlt in den weiblichen Blüten, im sterilen Teil und im Appendix selbst.

3. Der Aktivator ist einen Tag vor der Kolbenentfaltung bis kurze Zeit vor der Pollenemission in den männlichen Blüten vorhanden. Der Transport des Katalysators von dieser Zone des Blütenstandes nach dem Appendix findet etwa einen Tag (20—22 Stunden) vor der Erwärmung statt.

4. Innerhalb gewisser Grenzen beschränkt der Aktivator die Erwärmung völlig; ohne Aktivator keine Reaktion. Die Maxima der Temperaturerhöhungen stehen nicht im Verhältnis zu den injizierten Aktivatormengen.

5. Der Aktivator ist nicht beständig und wird vor der Erwärmungsreaktion schon aufgebracht.

6. Ueber die chemische Natur der aktiven Substanz ist nichts bekannt. Ebensowenig wissen wir, ob dieselbe die Geschwindigkeit der Enzymreaktionen des anaeroben oder des oxydativen Teiles des Atmungsprozesses beschleunigt. Auch ist ihre Stellung zu den schon bekannten Aktivatoren der Atmung noch nicht untersucht worden. Deswegen soll man jetzt noch darauf verzichten den atmungsfördernden Stoff mit einem bestimmten Namen zu bezeichnen.

Amsterdam, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.