Botanischer Garten in Nongko Djadjar[1] bei Lassang (Ost-Java).

Von **M. Buysman.**

Ich möchte in nachstehenden Zeilen und auch weiterhin eine Übersicht geben der in meinem Garten wachsenden Pflanzen, welche entweder hier heimisch oder akklimatisiert, oder aber nur seit kurzem kultiviert worden sind.

Die Mitteltemperatur des Jahres ist etwa 19° C, das Maximum kommt mit 27—28° sehr selten vor; das Minimum habe ich zweimal mit 9° C beobachtet; höchstes Minimum 16°, niedrigstes Maximum 19°. Dies sind alles Angaben über 4 Jahre (1907—1911). Die Anzahl der Regentage war in den vorigen 3 Jahren nicht weniger als 276 pro Jahr; in diesem Jahre ist jedoch Reaktion eingetreten und ist seit 14 Wochen nur sehr wenig Regen gefallen und in 10 Wochen kein Tropfen! Jetzt (17. November 1911) scheint die Regenzeit anzufangen, aber die Quantität ist noch immer gering. Sonnenschein hatten wir in den $3^1/_2$ vergangenen Jahren sehr wenig, um die Hälfte weniger, als ich in Middelburg, Zeeland, Holland, wo ich 30 Jahre lang ansässig war, beobachtet habe; in den letzten 6 Monaten ist aber die Stundenzahl des Sonnenscheines bedeutend höher gewesen als in den vorangegangenen Jahren pro Jahr! — Es scheint also, daß es hier viele Jahre lang abnormales Wetter gegeben hat und erst seit kurzem normale Zustände eingetreten sind, wenigstens nach dem zu schließen, was ich von Leuten erfahren, welche schon viele Jahre hier am Platze ansässig sind.

Die Vegetation ist hier wunderschön, es kann sich kein einziger Teil Europas damit messen, weil es in den wärmeren Teilen (Südeuropa) viel zu trocken ist für ein üppiges Wachstum der Flora. Es wäre hier gerade ein Fleckchen, wo man fast einen Hortus universalis anlegen könnte, denn sogar von den europäischen Pflanzen gedeihen sehr viele hier im Freien, und was im Freien vom Platzregen

---

1) Der Name Nongko Djadjar bedeutet Allee von Brotfruchtbäumen (Nongko = Artocarpus integrifolia); die Allee ist jetzt verschwunden.

vernichtet wird, läßt sich leicht und ohne Kostenaufwand in Töpfen kultivieren, und zwar auf Tischen in offenen, aber oben geschützten Bambusschuppen, denn die Temperatur ist ja überall dieselbe; in eingeschlossenen, mit Glas gedeckten Bambusschuppen ließen sich die Pflanzen der allerwärmsten Teile der Insel leicht zur Blüte bringen. Manche dieser reinen Tropenpflanzen wachsen und gedeihen sogar im Freien; Mangifera indica und Musa sapientum reifen noch ihre Früchte, obwohl von geringerer Qualität als weiter unten, während Arenga saccharifera und Areca Catechu in 10—15 Jahren zu stattlichen fruchttragenden Pflanzen heranwachsen; nur wachsen sie langsamer als im Tieflande. Übrigens ist die Wärme auch unten viel leichter zu ertragen als im Hochsommer in Europa, wo man allerdings überall nur auf Kälte, aber nicht auf Wärme eingerichtet ist!

Das Klima ist hier das gesundeste, was man sich denken kann; während ich in Holland das ganze Jahr hindurch mit einer Erkältung herumlief, habe ich dieselbe Unpäßlichkeit hier noch nie beobachtet! Manchmal, speziell in der Trockenzeit (Mai—November), haben wir hier Temperatursprünge von 13—14° C (von 10° auf 24°), aber das sind nur Steigerungen der Temperatur, welche nur während der Nacht bis auf das Minimum fällt, und die Differenz von 14° hat man nur in den Morgenstunden von 6—12.

Der Regenwind ist hier SW., aber seit Februar bis heute haben wir nunmehr immer NO.-Wind gehabt. Während der Regenzeit hat man öfters starken Wind, aber keine Stürme, wie solche in Europa vorkommen; bekanntlich kommen Orkane hier nie vor.

Der von hier etwa 30 km entfernte Vulkan Semeru, welcher seit 9 Monaten keine Wirkung mehr zeigte, ist seit einigen Tagen wieder in voller Tätigkeit; hier am Platze haben wir aber, durch einen östlichen bis NO.-Wind, keine Asche und nur eine blasse Farbe des wolkenlosen Himmels ist das einzige Zeichen, daß sich eine Unmasse vulkanischer Steinteilchen in den höheren Regionen befindet. Die in der Nähe des Vulkans liegenden Pflanzungen sind aber mit Asche zum Gewicht von 3 kg pro Quadratmeter überschüttet, und wenn nicht bald starker Regen eintritt, unrettbar verloren oder doch wenigstens sehr stark beschädigt.

Die hier in den Ravinen noch im Urzustande wachsenden Pflanzen gehören meistens zu den Familien der Moreae, Melastomaceae, Euphorbiaceae, Musaceae, Aroideae, Magnoliaceae, Myrtaceae, Borragineae, Apocyneae, Zingiberaceae, Piperaceae usw und sind gewöhnlich in ungeheuren Individuen vertreten.

Von den europäischen und überhaupt von den in den gemäßigten Zonen heimischen Pflanzen wachsen die Holzgewächse äußerst langsam, weil ihnen der Winter und die starke Anregung im Frühling fehlt; einzelne Ausnahmen sind aber sehr merkwürdig: z. B. Ulex europaeus, der Stechginster, welcher in Europa oft schon im Januar blüht, wie ich selbst beobachtet habe (also durchaus keine Warmhauspflanze!), gedeiht hier ausgezeichnet und blüht fast das ganze Jahr hindurch! Robinia Pseud-Acacia, der bekannte nordamerikanische Baum, obwohl langsam wachsend, hat in 3 Jahren schon Manneshöhe erreicht. Der Goldregen (Cytisus Laburnum) hat zwar schon 3 m Höhe erreicht, zeigt aber noch keine Spur von Blüte; Sarothamnus scoparius (Pfriemen), auch ein mitteleuropäisches Gewächs, hat schon geblüht und bereits 3 m Höhe erreicht, während Camellia japonica, ein bis vor kurzem als Gewächshauspflanze in Europa kultivierter Strauch, hier absolut nicht gedeiht; dagegen hat Camellia Thea schon reich geblüht und fruktifiziert. Manche andere japanische Pflanzen gedeihen hier ganz gut, während andere (z. B. Paeonia Moutan) absolut nicht wachsen wollen!

Ich werde jetzt die einzelnen Pflanzen im Garten separat behandeln und wähle als erste:

Maoutia rugosa Wedd.

Ein bis 4 m hoher Strauch, zur Familie der Urticaceae gehörend, welcher mit den länglichen Spitzen, unten weißfilzige Blätter und dunkelrote zusammengehäufte Beeren, als Zierpflanze im Gewächshaus sicher einen Platz würdig wäre; diese Früchtchen werden von den Eingeborenen gegessen, während die Stengel eine starke Faser liefern; die Pflanze ist hier überall wildwachsend zu finden und läßt sich bei guter Pflege zu schönen Kronenbäumchen, überdeckt mit den roten Beeren, heranziehen.

Maoutia rugosa wurde von Weddell beschrieben in den Annales des Sciences Naturelles, séries IV, I auf pag. 194, weiter in Decandolle's Prodromus, Bd. XVI, I, pag. 235,[32] als diversifolia, auch von Miquel im Bd. II seiner „Flora von Ned. Indie" auf pag. 274 und abgebildet im Museum Botanicum Lugduno-Batavum in Bd. II, Fig. 12 als Lecanocnide diversifolia.

Die Pflanze ist zweihäusig, doch habe ich hier ein männliches Exemplar noch nicht gefunden.

Nongko Djadjar bei Lassang (Ost-Java).

Beiträge zur Kenntnis der Lebensvorgänge in ruhenden Pflanzenteilen II.[1]

Von **H. Müller-Thurgau** und **O. Schneider-Orelli.**

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

In einer ersten in der „Flora“ [2]) veröffentlichten Arbeit teilten wir Versuchsresultate mit, die einen gewissen Einblick in die Lebensvorgänge ruhender und aus der Ruheperiode ausgetretener Pflanzenteile gewähren. Es handelte sich dabei hauptsächlich um den Einfluß des Vorerwärmens und zum Teil des Ätherisierens, nicht allein auf die Wachstumsvorgänge, sondern mehr noch auf die damit in Zusammenhang stehenden inneren Stoffwechselvorgänge. Die meisten jener Versuche wurden mit Kartoffelknollen durchgeführt. Ein Ätherisieren, wie es beim künstlichen Treiben häufig ausgeführt wird, hatte hier eine deutliche Steigerung der Atmungsintensität zur Folge und zwar für eine längere Reihe von Tagen. Eine ebensolche Atmungssteigerung konnte nun auch durch ein kurzzeitiges Vorerwärmen der Kartoffelknollen erzielt werden, und zwar war diese Steigerung bei höheren Temperaturen beträchtlicher, so z. B. bei 44° stärker als bei 42° und hier wieder stärker als bei 40° oder gar bei 38°. Auch diese Atmungssteigerung erstreckte sich über eine längere Reihe von Tagen, besonders bei den höheren Temperaturen. Näheres hierüber ist in der zitierten Abhandlung enthalten und dort auf pag. 366 zusammengefaßt.

Eine Versuchsreihe ergab deutlich, daß diese Atmungssteigerung nicht etwa herbeigeführt wird durch einen durch den Temperaturwechsel ausgeübten Reiz, sondern daß es sich dabei um die Einwirkung der höheren Temperatur selbst handelt, und zwar war diese Wirkung die gleiche, ob die Knollen in warmem Wasser oder in warmer Luft erwärmt worden waren, vorausgesetzt, daß man das langsamere Eindringen der Wärme im letzteren Falle richtig berücksichtigte. Dementsprechend vermochte eine längere Einwirkung, z. B. von 40°, die

---

1) Aus der schweizerischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil.

2) Flora oder Allgemeine botanische Zeitung, Neue Folge, Bd. I, pag. 309.

nachfolgende Atmung mehr zu steigern, als eine kurzandauernde Erwärmung auf die gleiche Temperatur. Bei süß gewordenen Kartoffeln wird die infolge des Zuckergehaltes erhöhte Atmung durch ein Vorerwärmen noch weiter gesteigert; ebenso wirken Wundreiz und Vorerwärmen zusammen. Bei zerschnittenen, vorher süß gewordenen Kartoffeln, bei denen die CO_2-Produktion infolge des erhöhten Zuckergehaltes und des Wundreizes ohnehin beträchtlich gesteigert ist, kam dagegen durch die Vorerwärmung keine weitere Steigerung zustande, sondern die Atmung wurde vielmehr stark herabgesetzt.

Wie zu erwarten war, hatte das Vorerwärmen auch einen Einfluß auf den übrigen Stoffwechsel und damit auch auf die chemische Zusammensetzung. Es stellte sich heraus, daß bei Kartoffeln infolge der Vorerwärmung die Fähigkeit der Zuckerbildung aus Stärke vermindert ist, ebenso aber auch die der Stärkerückbildung aus Zucker. Auch in dieser Beziehung wie bei der Beeinflussung der Atmung zeigen die Folgen der Vorerwärmung eine gewisse Übereinstimmung mit den Erscheinungen des Alterns, und so konnte bei den Versuchen nach unserer Anschauung die Atmung aus zwei Gründen gesteigert werden, einmal mehr vorübergehend durch Einwirkung von Reizen und sodann dauernd durch Abnahme der Lebensenergie beim Altern oder auch bei Einwirkung höherer Temperaturen. Versuche, die festgestellte Einwirkung des Vorerwärmens auf eine Veränderung im Enzymgehalte zurückzuführen, hatten nicht den erwarteten Erfolg; es dürfte außerordentlich schwierig sein, auf diesem Wege der Lösung der gestellten Fragen näher zu kommen, und wir haben daher in den nachfolgend mitgeteilten Versuchen auf eine quantitative Feststellung des Enzymgehaltes verzichtet.

Unsere hauptsächlichsten früheren Versuche über die Einwirkung des Vorerwärmens auf die Stoffwechselvorgänge wurden mit Kartoffelknollen ausgeführt. Nun tritt aber gerade bei diesen die Ruheperiode weniger scharf zutage als bei verschiedenen anderen Pflanzenorganen; auch die Einwirkung des Vorerwärmens auf das Austreiben kommt weniger deutlich zur Geltung, und so erschien es, wie wir schon damals hervorhoben, wünschenswert, die Untersuchung auf solche Pflanzenorgane zu übertragen, bei denen die Aufhebung der Ruheperiode, z. B. infolge eines Warmwasserbades, deutlich zutage tritt. Wenn wir zuerst Kartoffeln als hauptsächliches Untersuchungsmaterial wählten, so geschah dies, weil man erwarten durfte, mit diesem homogen beschaffenen Material klare Resultate zu erhalten, um so mehr, als die Stoffwechselvorgänge in Kartoffeln nach gewissen Richtungen hin schon eingehend

untersucht waren. Für unsere weitere Untersuchung handelte es sich aber nun darum, diese chemischen Vorgänge an Pflanzenorganen zu studieren, die sich gerade in dem physiologischen Zustande befinden, in welchem sie durch das Warmbad zum Austreiben gebracht werden können. Nach den Erfahrungen früherer Versuchsansteller dürfte Convallaria majalis ein geeignetes Material sein und wir haben diese auch gewählt, obschon wir uns die Schwierigkeiten, die sie der chemischen Untersuchung entgegensetzen, nicht verhehlten, da es sich hier nicht um einheitliche, morphologisch gleichartige Gewebekörper handelt, sondern um Komplexe verschieden beschaffener Organe. Zudem sind die Stoffe, die bei Entleerung dieser Reservestoffbehälter und beim Wachstum der jungen Triebe in Betracht kommen, nicht nur Stärke und Zucker wie bei den Kartoffeln, sondern es spielen hier in ziemlicher Menge vorkommende Glykoside wie Convallarin, Convallamarin und Convallamaretin offenbar eine große Rolle [1]), ohne daß man aber in der Lage wäre, diese auf chemisch einfache Weise zu verfolgen und darzutun.

Die Untersuchung wurde dann im weiteren auch auf Flieder (Syringa vulgaris) und Aesculus ausgedehnt und Treibversuche mit Kartoffeln, mit Knollenzwiebeln von Crocus, den Rhizomen von Iris, mit Erdbeerpflanzen, Weinreben und zahlreichen Ziersträuchern ausgeführt.

A. Einfluß des Vorerwärmens auf Maiblumenkeime.

1. Einwirkung auf die chemische Zusammensetzung.

Die sogenannten Maiblumenkeime bestehen aus einem bis 2 dm langen, ziemlich dicht bewurzelten Rhizom, an dessen vorderem Ende sich eine verhältnismäßig große Knospe befindet. Diese besteht aus der Anlage des Blütenstandes, an der schon mit bloßem Auge die einzelnen Blüten zu erkennen sind. Neben dieser Anlage findet sich eine Blattknospe mit zwei Blattanlagen und das Ganze ist von einigen saftigen Hüllblättern vollständig eingehüllt. Es ist nun klar, daß beim Austreiben solcher Rhizome die Stoffwechselvorgänge in den erwähnten Teilen verschieden verlaufen können und daß eine chemische Untersuchung der ganzen Keime wohl kaum irgend eine Auskunft über die zu lösenden Fragen geben würde. Streng genommen, müßte man die Blütenanlagen für sich und ebenso die Blattanlagen, einzelne Rhizompartien, wiederum für sich untersuchen, allein dies erscheint kaum

1) Vgl. Czapek, Biochemie der Pflanzen, Bd. II, pag. 601. Jena 1905.

durchführbar, wenn man sich der makrochemischen Methoden bedienen will; denn die Blütenanlagen z. B. wiegen nur kleine Bruchteile von einem Gramm. Wir hofften zu einem Ziele zu gelangen, indem wir vor der Untersuchung zunächst alle Wurzeln ausschieden und ebenso den weitaus größten Teil der Rhizome und jeweils nur die Knospe mit einem damit in Verbindung stehenden ½ cm langen Stück des Rhizoms verwendeten. Es kann wohl angenommen werden, daß Änderungen im Stoffwechsel der Knospe sich auch in diesem angrenzenden Teile des Rhizoms bemerkbar machen.

Versuch 1.

Da es hauptsächlich darauf ankam, den Einfluß vorübergehender Erwärmung auf die chemischen Umsetzungen treibbarer Maiblumenkeime festzustellen, mußte, um eine richtige Vergleichsbasis zu erhalten, die Untersuchung auch bei solchen Keimen vorgenommen werden, die sich noch nicht in diesem Stadium befanden. Es wurden daher schon am 28. Juli 1910 einem größeren Vorrat gleichartig beschaffener Keime ca. 300 Stück entnommen. Leider waren sie infolge des regnerischen Sommers nicht sehr kräftig entwickelt, wenn auch durchaus gesund.

Von 50 solcher Keime wurde nun sofort der Zuckergehalt bestimmt. Ein gründliches Ausziehen der Inhaltsstoffe der Zellen bietet hier jedoch weit größere Schwierigkeiten als bei den Kartoffeln. Ein bloßes Zerkleinern schien ungenügend, da die so erhaltenen Zellkomplexe voraussichtlich in Wasser liegend ihre Inhaltsstoffe nicht schnell und vollständig genug austreten lassen. Das Abtöten der Zellen würde diesen Vorgang natürlich erleichtern, und wir haben dies herbeigeführt durch ein kurzdauerndes Aufkochen der Keime in Wasser. Dann wurde die nun mit ausgeglühtem Sande zerriebene Keimmasse durch 2—3 Stunden mit Wasser ausgezogen und dabei wiederholt durch einen Leinwandlappen ausgepreßt. Dieser so erhaltene Auszug betrug schlicßlich 500 ccm und ein Teil desselben wurde zunächst zu einer Bestimmung des direkt reduzierenden Zuckers benutzt. Ferner wurden 100 ccm dieses Saftes mit 0,5 ccm Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,125 während einer halben Stunde auf dem Wasserbad erwärmt, hernach neutralisiert und zur Zuckerbestimmung benützt. (Näheres über die Methode siehe in der zitierten ersten Abhandlung in der Flora, pag. 313.) Es zeigte sich, was schon hier erwähnt sein möge, daß die Convallariakeime Substanzen enthalten, die bei der Erwärmung mit verdünnter Salzsäure reduzierenden Zucker liefern; doch sind diese

Substanzen, wie unsere später anzuführenden Versuche dartun, in der Hauptsache nicht Rohrzucker, sondern Glykoside, wohl in erster Linie Convallarin, das bei der Behandlung mit verdünnter Säure Galaktose liefert, die bekanntlich die Kupferverbindung der Fehlingschen Lösung reduziert. Wir haben die Menge dieser Substanz nicht als Galaktose berechnet und angeführt, sondern als Invertzucker, weil voraussichtlich doch auch andere Substanzen, wie z. B. Rohrzucker, Dextrin, in geringen Mengen in Betracht kommen.

Am gleichen Tage, als man diese 50 Maiblumenkeime zur chemischen Untersuchung verarbeitete, wurden 240 Keime in zwei gleich beschaffene Portionen gruppiert, von denen die eine von 9 Uhr vormittags bis 5 Uhr nachmittags in Wasser von 38° C, das mit Hilfe eines Thermoregulators während der ganzen Zeit auf dieser Temperatur erhalten wurde, getaucht blieb, während die anderen 120 Keime während der gleichen Zeit in Wasser von 19° kamen und wie die ersteren immer vollständig untergetaucht blieben. Nach dieser Behandlung setzte man die Keime beider Gruppen zum Treiben in feuchtes Moos, und zwar in einen Thermostaten zu 25—26° C. Nach 4 und nach 8 Tagen wurden von den vorerwärmten und den nicht vorerwärmten Keimen je 50 auf Zucker untersucht, die übrig bleibenden je 20 Keime verblieben in dem Thermostaten, um den Einfluß des Warmbades auf das Austreiben zu beobachten.

In folgender Zusammenstellung der Ergebnisse beziehen sich die Angaben auf die zugeschnittenen Keime, d. h. Knospe mit ½ cm langem Stück des Rhizoms.

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
Nicht vorerwärmt	g	g	g	g	g
Bei Beginn des Versuches . .	33,54	0,16	8,85	0,11	5,93
Nach 4 Tagen Treiben bei 26° .	38,61	0,49	8,06	0,38	6,22
„ 8 „ „ „ 26° .	39,69	0,40	7,86	0,32	6,24
Vorerwärmt 8 Std. bei 38° C					
Bei Beginn des Versuches . .	33,54	0,16	8,85	0,11	5,93
Nach 4 Tagen Treiben bei 26° .	43,86	0,82	7,70	0,73	6,76
„ 8 „ „ „ 26° .	47,45	0,65	6,42	0,62	6,10

Das Verständnis dieser Zahlen wird dadurch wesentlich erschwert, daß in den Convallaria-Rhizomen die stickstoffreien Reservestoffe nicht in einheitlicher Form, z. B. nur als Stärke, abgelagert sind, sondern daß, wie schon erwähnt, neben der reichlich vorhandenen Stärke sich nicht geringe Mengen von Convallarin und anderen Stoffen befinden. Beim Austreiben werden dementsprechend auch verschiedenartige Umsetzungen stattfinden. Zu Atmung und Wachstum wird voraussichtlich direkt reduzierender Zucker (Dextrose, evtl. auch Galaktose) verbraucht; damit wird eine Umsetzung von Convallarin unter Bildung von Galaktose Hand in Hand gehen und ebenso eine Umsetzung der Stärke in Dextrose. Nicht ausgeschlossen ist es dabei, daß, ähnlich wie in Kartoffeln, eine Rückverwandlung der direkt reduzierenden Zuckerarten in Convallarin, Stärke usw. stattfindet. Bei dieser Sachlage wird man bei der Beurteilung unserer Versuchsergebnisse kleinere Schwankungen im Zuckergehalt nicht zu Schlußfolgerungen verwerten dürfen; nur unzweifelhaft hervortretende beträchtliche Änderungen in der Zusammensetzung können berücksichtigt werden. In vorstehender Tabelle tritt deutlich hervor, daß beim Treiben bei 26° eine merkliche Zunahme an direkt reduzierendem Zucker stattfindet, und zwar bei den vorerwärmten Keimen in noch höherem Grade als bei den nicht vorerwärmten. Es ist hierbei aber zu berücksichtigen, daß die Maiblumenkeime am 28. Juli sich noch nicht vollständig in der Ruheperiode befanden, daß deshalb eine Einwirkung auf die Stoffwechselvorgänge wohl noch leichter möglich war als in ruhenden Keimen. Immerhin zeigt sich auch bei solchen (Versuch 4) eine, wenn auch nicht so weit gehende Steigerung des Gehaltes an direkt reduzierendem Zucker beim Aufenthalt im Treibraum von 26°. Da bei dieser Temperatur die Atmung beträchtlicher ist als bei den kühl gelagerten Rhizomen und auch schon ein gewisses Wachstum stattfindet, weist dies auf eine beträchtliche Zuckerbildung hin, die vielleicht gerade durch die Steigerung der Atmungs- und Wachstumsvorgänge in Gang gesetzt wird. Wenn nun, wie sich zeigt, die Anhäufung von direkt reduzierendem Zucker bei den vorerwärmten noch beträchtlicher ist, so möchten wir hier, gestützt auf Versuch 3 und 4, doch weniger auf eine durch die Vorerwärmung gesteigerte Zuckerbildung schließen, sondern eher, entsprechend dem Verhalten der Kartoffeln, auf eine Verminderung der Rückbildung infolge des Vorerwärmens. Vergleichen wir noch das Verhalten des Gesamtzuckers, so würde aus Kolonne 3 hervorgehen, daß er prozentual abgenommen hat und zwar besonders deutlich bei den vorerwärmten Keimen. Allein diese Abnahme bedeutet nicht etwa ein Verschwinden von Zucker,

sondern es handelt sich mehr um eine Verdünnung, indem die Keime beim Treiben und wahrscheinlich auch schon beim Vorerwärmen Wasser aufgenommen haben und auch etwas gewachsen sind. Zur Prüfung, ob Zucker verschwunden ist, erweist sich Kolonne 5, die den absoluten Gehalt an Zucker angibt, geeigneter, und hieraus läßt sich eine stärkere Zuckerabnahme nicht erkennen. Wohl wird durch Atmung und Wachstum etwas Zucker verbraucht worden sein, allein dieser Verlust ist mehr als gedeckt worden. Über die Ergebnisse des Treibens bei den hier mitzuteilenden Versuchen soll nach Besprechung des letzten im Zusammenhang berichtet werden (vgl. Versuch 14 ff.).

Versuch 2.

Am 12. August 1910, also 15 Tage nach dem ersten Versuch, wurde ein zweiter in gleicher Weise wie jener durchgeführt; nur fand das Treiben nicht bei 26, sondern bei 16° statt. Es wurden wiederum nur die Knospen mit dem angrenzenden Rhizomstück von ½ cm Länge untersucht.

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
Nicht vorerwärmt					
Bei Beginn des Versuches . .	43,69	0,06	8,40	0,05	7,35
„ 4 Tagen bei 16°	46,57	0	8,26	0	7,70
Vorerwärmt 8 Std. bei 38°					
Bei Beginn des Versuches . .	43,69	0,06	8,40	0,05	7,35
Nach 1 Tag bei 16°	44,63	0,07	8,18	0,06	7,30
„ 4 Tagen bei 16°	51,09	0,06	8,94	0,06	9,14

Im Gegensatz zu vorigem Versuche hat hier während des Treibens keine Anhäufung von direkt reduzierendem Zucker stattgefunden, was wohl der niedrigen Treibtemperatur (16°) zuzuschreiben ist. Wie die Zunahme des relativen Gesamtzuckergehaltes bei den vorerwärmten Keimen zustande kam, vermögen wir nicht zu erklären; möglich, daß hier doch die Reservestärke in erheblichem Maße angegriffen wurde.

Die bei diesem Versuche erzielten Auszüge benutzte man auch zur Entscheidung, ob die Substanz, welche bei Behandlung mit verdünnter Salzsäure reduzierenden Zucker liefert, Rohrzucker sei oder

nicht. Zu diesem Behufe wurden 30 ccm des mit Soda neutralisierten Saftes der vorerwärmten Keime mit 1 % Toluol und einer kleinen Menge (etwa 18 mg) Invertase von Merck[1]) versetzt und in verschlossenem Gefäß bei 38° aufgestellt. Von dem gleichen Auszug mit verdünnter Salzsäure erwärmt ergaben 10 ccm einen Niederschlag von 162 mg Kupferoxydul; bei dem mit Invertase behandelten Auszug wog dagegen dieser Niederschlag nach 16stündiger Einwirkung nur 5,1 mg. Hieraus erhellt deutlich, daß die durch die Säure gebildete kupferreduzierende Zuckerart nicht aus Rohrzucker entstanden ist. Um sich zu vergewissern, daß die schon etwas länger gelagerte Invertase noch wirksam sei, wurde eine Saccharoselösung hergestellt, deren Gehalt demjenigen der eben untersuchten Lösung entsprach und diese ebenfalls mit Toluol und gleichviel Invertase versetzt und bei 38° aufgestellt. Schon nach 3stündiger Einwirkung ergaben 10 ccm der Lösung 52,8 mg Kuperoxydul, nach 18stündiger Einwirkung 134,9 mg, was zeigt, daß die Invertase noch sehr gut wirksam war. Damit ist aber zugleich der Nachweis geliefert, daß die Maiblumenkeime jedenfalls nur wenig Rohrzucker enthalten und daß die Substanz, die beim Erwärmen mit verdünnter Salzsäure Kupferverbindungen reduzierenden Zucker liefert, anderer Art sein muß. Nun enthalten die Rhizome von Convallaria Glykoside verschiedener Art, bei deren Hydrolyse z. B. auch Galaktose abgespalten wird, die Kupferverbindungen reduziert. Es ist also wohl denkbar, daß der beim Erwärmen der Auszüge entstandene reduzierende Zucker von diesen Glykosiden herrührt.

Das Vorhandensein von ziemlich viel Reservestärke legte den Gedanken nahe, es könnten auch Dextrine in beträchtlicher Menge vorhanden sein und die hier studierten Vorgänge wesentlich beeinflussen. Ihre Anwesenheit ließe sich feststellen durch die Mehrproduktion von reduzierendem Zucker bei 3stündigem Erwärmen mit verdünnter Säure. Der Saft aus nicht vorerwärmten Keimen ergab in einem späteren Versuche nach halbstündiger Behandlung einen Gesamtgehalt der Keime an reduzierendem Zucker von 10,46 %, nach 3stündiger Behandlung von 10,62 %, was auf einen jedenfalls nur geringen Gehalt an Dextrinen schließen läßt. Etwas größer, wenn auch nicht bedeutend, erwies sich dieser Gehalt bei den entsprechenden vorerwärmten Keimen. Der Gehalt an reduzierendem Zucker ergab nach halbstündiger Behandlung 8,92, nach 3stündiger 9,53 %.

---

1) Da diese Firma die Invertase gegenwärtig nicht mehr liefert, hatte Herr Prof. Dr. E. Schulze in Zürich die Güte, uns solche von seinem Vorrat abzutreten.

Versuch 3.

Am 27. August 1910 wurden abermals Convallariakeime vom gleichen Vorrat wie bei Versuch 1 und 2 untersucht, und zwar wollte man in diesem Falle nicht die Umsetzungen beim Treiben ergründen, sondern feststellen, wie sich die vorerwärmten und nicht vorerwärmten Keime beim Lagern in Eis verhalten. Das Ergebnis war folgendes:

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
Nicht vorerwärmt	g	g	g	g	g
Bei Beginn des Versuches . .	56,39	0,32	8,77	0,36	9,90
Nach 5 Tagen bei 0°	56,80	0,18	8,44	0,21	9,58
„ 10 „ „ 0°	54,37	0,42	9,19	0,46	10,00
Vorerwärmt 8 Std. bei 38°					
Bei Beginn des Versuches . .	56,39	0,32	8,77	0,36	9,90
Nach 5 Tagen bei 0°	55,22	0,15	8,52	0,17	9,41
„ 10 „ „ 0°	53,16	0,08	8,07	0,09	8,59

Die vorstehenden Zahlen ergeben, daß die Zeit von 10 Tagen bei 0° noch nicht genügte, eine erhebliche Aufspeicherung von direkt reduzierendem Zucker herbeizuführen; immerhin läßt sich aber doch der auch bei den Kartoffeln beobachtete Unterschied zwischen vorerwärmten und nicht vorerwärmten Organen erkennen. Bei den vorerwärmten war nach 10 Tagen noch keine Anhäufung nachzuweisen und selbst nach 25 Tagen Aufenthalt im Eis (s. folgenden Versuch 4) war sie kaum bemerkbar. Bei den nicht vorerwärmten dagegen betrug der Gehalt an direkt reduzierendem Zucker nach 10 Tagen 0,42 %, nach 25 Tagen 0,85 %. Es läßt sich also auch bei den Maiblumenkeimen eine Schwächung der Zuckerbildung durch das Vorerwärmen nachweisen.

Versuch 4.

Bei diesem am 10. Oktober 1910 begonnenen Versuch hatte man nun Keime in dem Stadium zur Verfügung, in welchem sie sich nach dem Warmbad gut treiben lassen, und man beabsichtigte festzustellen, ob bei diesen Keimen die Einwirkung des Vorerwärmens die gleiche oder eine andere sei als bei den Versuchen 1, 2 und 3. Das Ergebnis war folgendes:

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
Nicht vorerwärmt	g	g	g	g	g
Bei Beginn des Versuches . .	65,72	0	8,13	0,01	10,68
Nach 4 Tagen Treiben bei 26°	65,06	0,22	8,40	0,29	10,94
„ 9 „ „ „ 14°	67,04	0,03	8,33	0,04	11,16
„ 25 „ Lagern im Eis .	59,81	0,85	10,09	1,02	12,06
Vorerwärmt 8 Std. bei 38° C					
Bei Beginn des Versuches . .	65,72	0	8,13	0,01	10,68
Nach 4 Tagen Treiben bei 26°	67,06	0,52	8,02	0,70	10,77
„ 9 „ „ „ 14°	69,09	0,08	8,13	0,11	11,24
„ 25 „ Lagern im Eis .	63,69	0,19	9,18	0,24	11,70

Wie sich schon bei Beginn des Versuches zeigte und ja auch erwarten ließ, waren die Knospen jetzt merklich stärker entwickelt als bei den früheren Versuchen und die Keime (Knospe + ½ cm langes Rhizomstück) entsprechend gehaltreicher. Das Gewicht der Keime zeigt die mittlerweile eingetretene Größenzunahme deutlich und die Zahlen in Kolonne 5 ergeben einen Zuckergehalt, auf 100 Keime berechnet, von 10,7—12,1 g gegenüber 5,9—6,8 g am 28. Juli. Auf 100 g Substanz berechnet ist dagegen der Zuckergehalt jetzt nicht wesentlich verschieden gegenüber dem bei den früheren Versuchsperioden festgestellten.

Die bei 26° getriebenen Keime stimmten in ihrem chemischen Verhalten im wesentlichen mit den am 28. Juli getriebenen überein. Auch jetzt zeigte sich bei 26° eine Zunahme des direkt reduzierenden Zuckers und zwar bei den nicht vorerwärmten von 0,22 %, bei den vorerwärmten von 0,52 %. Oder 100 nicht vorerwärmte Keime enthielten jetzt 0,29 g, am 28. Juli 0,38 g, die vorerwärmten zu gleichen Zeitpunkten 0,70 und 0,73 g. Auch die übrigen Befunde bei diesen Keimen zeigen im ganzen keine neuen Erscheinungen. Obgleich die Knospen jetzt treibfähig sind, was sich schon in der kurzen Zeit von 4 Tagen, besonders aber bei den späteren Beobachtungen gleich behandelter Keime (Versuch 17) ergab, hatte das hinsichtlich der Wachstumsförderung so wirksame Vorerwärmen nicht jene Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung im Gefolge, wie man sie nach dem äußeren Effekt vermutet hätte. Das Gleiche läßt sich sagen für die während 9 Tagen bei 14° aufbewahrten Keime. Hier hat sich, wie

schon bei Versuch 2, auch nicht einmal die bei 26° beobachtete Steigerung des Gehaltes an direkt reduzierendem Zucker eingestellt. Die Aufbewahrung im Eis dagegen ergab ein positives Resultat und zwar in voller Übereinstimmung mit Versuch 3, indem bei 0° eine Anreicherung an direkt reduzierendem Zucker stattfand. Bei den vorerwärmten allerdings nur in geringem Maße, bei den nicht vorerwärmten dagegen um 0,85 % oder gleich 1,02 g in 100 Keimen, in 25 Tagen also etwa doppelt so viel wie bei Versuch 3 in 10 Tagen.

Versuch 5.

Im Sommer 1911 zeigten die Maiblumen infolge der anhaltend trockenen Witterung ein anderes Verhalten als im Jahre 1910, was uns veranlaßte, mit solchen Pflanzen einige schon früher durchgeführte Versuche zu kontrollieren, zum Teil auch einige weitere Fragen damit zu beantworten. Nachdem im vorigen Versuch sich gezeigt hatte, daß bei längerem Lagern der Maiblumenkeime bei 0° eine schwache Speicherung von direkt reduzierendem Zucker, ein dem Süßwerden der Kartoffeln ähnlicher Vorgang, stattfand, sollte noch geprüft werden, ob diese Neubildung von direkt reduzierendem Zucker nicht etwa eine direkte Kältewirkung sei und vielleicht durch Anwendung noch tieferer Temperaturen sich steigern ließe. Zu diesem Behufe wurden am 8. Dezember 1911 von zwei frisch dem Garten entnommenen Partien von nicht zugeschnittenen Maiblumenkeimen die eine in einen durch Kälteeinwirkung abgekühlten Raum, die andere in einen solchen von 0° gebracht; in ersterem schwankte die Temperatur zwischen —6 und —10°, sank aber einige Male tiefer, gegen Schluß des Versuches sogar vorübergehend auf —15°. Nach 10 Tagen ergab dann die chemische Untersuchung folgendes Resultat:

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
Nach 10 Tagen bei 0°	46,74	0,16	6,00	0,15	5,61
„ 10 „ „ —6 bis —15°	50,97	0	5,89	0	6,01

Während zu gleicher Zeit dem Garten entnommene Maiblumenkeime keine Spur von direkt reduzierendem Zucker enthielten (im Gegensatz zu den im Jahre 1910 gewachsenen), wurde durch das Lagern

bei 0° doch eine deutlich nachweisbare, wenn auch nicht große Menge aufgehäuft. Eine noch stärkere Abkühlung auf unter —6° hat aber diesen Vorgang der Zuckerspeicherung nicht zu steigern vermocht; im Gegenteil wurde dann gar kein direkt reduzierender Zucker gebildet. Es handelt sich also offenbar nicht um eine bloße Kälteeinwirkung, sondern es finden bei 0° Lebensvorgänge statt, als deren Resultierende jene Menge direkt reduzierenden Zuckers erscheint, während bei den ganz niederen Temperaturen diese Lebensvorgänge stille stehen. Auf die kleine Verschiedenheit in der Menge des Gesamtzuckers möchten wir hier kein größeres Gewicht legen. Daß es sich bei der konstatierten Menge von reduzierendem Zucker in den bei 0° aufbewahrten Keimen nicht etwa um eine schon anfänglich vorhandene individuelle Abweichung, sondern um ein wirkliches Resultat des Stoffwechsels bei dieser Temperatur handelt, läßt sich daraus schließen, daß diese Keime beim Treiben etwas rascher wuchsen als die nicht abgekühlten (siehe Versuch 18).

Versuch 6.

In diesem Versuche, dessen Ergebnisse hier nur kurz angeführt sein mögen, wurden Ende Dezember 1911 der Länge nach halbierte Knospen mit den daran befindlichen kurzen Rhizomteilen während 46 Stunden bei 0° erhalten, eine zweite Partie gleich zugeschnittener Keime auf ca. —20° abgekühlt, während 50 weitere Keime ohne Vorbehandlung untersucht wurden. Die in üblicher Weise vorgenommene chemische Untersuchung ergab folgendes Resultat:

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
Bei Beginn des Versuches . .	43,77	0	7,38	0	6,46
Nach 46 Stunden bei 0° . . .	42,62	0,15	7,27	0,13	6,20
„ 46 „ „ —20° . .	41,74	0,12	7,04	0,10	5,87

Während in den direkt dem Garten entnommenen Keimen, wie auch aus Versuch 8 zu ersehen, mit dem von uns angewendeten Verfahren kein direkt reduzierender Zucker nachzuweisen war, wurde bei der Kälteeinwirkung doch solcher gebildet, allein die vorhandene Menge

von 0,12 und 0,15 % wird wohl kaum der Kälteeinwirkung allein zuzuschreiben sein, denn wie aus Versuch 5 zu ersehen ist, wurde in unverletzten Keimen bei den sehr niederen Temperaturen —6 bis —15° selbst bei längerer Dauer kein Zucker erzeugt und bei 0° brauchte es 10 Tage, bis 0,16 % aufgespeichert waren. Wir werden wohl nicht fehl gehen mit der Annahme, daß im vorliegenden Versuche die Zuckeraufspeicherung von 0,12 g einer Wirkung des Wundreizes zuzuschreiben ist, wohl hauptsächlich während der Zeit, bis die Keime vorbereitet, halbiert und wirklich abgekühlt waren. Gleich beschaffene und auf dieselbe Temperatur abgekühlte Keime, die man nicht halbiert hatte, zeigten nämlich in einem zu gleicher Zeit ausgeführten Parallelversuche keine Spur von direkt reduzierendem Zucker. Bei 0° kommt dann noch das schon in Versuch 5 nachgewiesene Süßwerden hinzu, dem in 45 Stunden etwa 0,03 g Zucker entsprechen würde.

Aus den hier und bei anderen Versuchen festgestellten Veränderungen im Gesamtzuckergehalt möchten wir keine weitgehenden Schlußfolgerungen ziehen, weil, wie schon erwähnt, unter den wasserlöslichen Stoffen der Maiblumenkeime sich verschiedenartige finden, die bei Einwirkung von Salzsäure Zucker liefern, weshalb bei der von uns angewendeten Methode eine vollkommen gleichmäßige Inversion nicht vorausgesetzt werden kann.

Versuch 7.

Sowohl bei Versuch 1 als 4 haben die während 4 Tagen getriebenen Keime eine gewisse Zunahme an direkt reduzierendem Zucker gezeigt und zwar die vorerwärmten eine doppelt so große. Es könnte nun die Anschauung entstehen, diese Mehrproduktion in letzterem Falle wäre schon im Warmbade selbst, also bei der 8 Stunden dauernden Erwärmung auf 38° zustande gekommen. In diesem Falle müßte man aber den Unterschied schon am ersten Tage nach der Vorerwärmung beobachten können. Es wurde darum bei diesem, am 8. November 1910 angestellten Versuche eine Partie (50) Keime, bis dahin in der kalten Gartenerde verweilend, sofort untersucht, eine zweite und dritte möglichst gleich ausgewählte einen Tag nach der Behandlung in warmem und kühlem Wasser. Während dieses Tages hatte man die Keime ähnlich wie in den erwähnten Versuchen bei 26° in Moos stehen lassen. Sodann wurde eine vierte und fünfte Partie nach der Behandlung 3 Tage in Moos bei 12° aufbewahrt und erst dann untersucht. Das Ergebnis war folgendes:

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
Nicht vorerwärmt	g	g	g	g	g
Bei Beginn des Versuches . .	62,88	0,27	9,00	0,34	11,33
Nach 1 Tag bei 26°.	57,26	0,06	8,80	0,07	10,08
„ 3 Tagen bei 12°	60,75	0,20	9,34	0,24	11,36
Vorerwärmt 8 Std. bei 38° C					
Bei Beginn des Versuches . .	62,88	0,27	9,00	0,34	11,33
Nach 1 Tag bei 26°.	65,98	0,12	8,40	0,16	11,08
„ 3 Tagen bei 12°	61,20	0,01	8,23	0,01	10,08

Schon die Keime, die man einen Tag bei 26° aufbewahrt hatte, ließen erkennen, daß die Anhäufung von reduzierendem Zucker bei den bei 26° 4 Tage lang aufbewahrten Keimen in Versuch 1 und 4 wirklich während des Treibens zustande kam und nicht etwa während des Vorerwärmens; denn bei diesem Versuche (7) ist eine solche Anhäufung nicht eingetreten. Die kleine Differenz zwischen den vorerwärmten und nicht vorerwärmten Keimen kann wohl während des eintägigen Aufenthaltes bei 26° entstanden sein. Noch deutlicher tritt das erwähnte Versuchsergebnis hervor bei den 3 Tage bei 12° aufbewahrten, wo die vorerwärmten fast gar keinen direkt reduzierenden Zucker enthielten.

Wenn wir sowohl bei diesem als bei früheren Versuchen vermieden, aus den gefundenen Werten weitgehende Schlüsse zu ziehen, so geschah dies namentlich in Rücksicht darauf, daß es nicht gelang, für die verschiedenen Gruppen vollständig gleich beschaffene Keime auszuwählen. Doch darf man sich nicht vorstellen, daß diese Differenzen gar zu große waren. Um einen Begriff von der Größe dieser Fehlerquelle zu geben, seien im nachfolgenden die Untersuchungsergebnisse von zwei Partien Keimen zu je 50 Stück angegeben, die einen großen Gewichtsunterschied zeigten, einen größeren, als er bei den übrigen Versuchen je vorkam. Die Keime wurden am 10. Oktober direkt ohne vorhergehende Erwärmung in der üblichen Weise untersucht.

In der prozentualen Zusammensetzung sind die Keime der beiden Gruppen ziemlich übereinstimmend; dagegen zeigt dann natürlich der

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
Gruppe I: 50 Keime	72,74	0,25	8,70	0,36	12,65
„ II: 50 „	62,88	0,27	9,00	0,34	11,33

Gehalt, auf 100 Keime berechnet, infolge des verschiedenen Gewichts der Keime größere Verschiedenheit.

Versuch 8.

Im folgenden Jahre (1911), da die Keime in ihrer Zusammensetzung etwas andere Verhältnisse aufwiesen, wollten wir die Frage, ob die Vorerwärmung selbst ohne das nachfolgende Treiben die chemische Zusammensetzung der Keime verändere, nochmals einer Prüfung unterziehen. Es wurden daher am 4. Dezember 50 Keime in der beschriebenen Weise hergerichtet und sofort der chemischen Untersuchung unterworfen, während 50 gleich beschaffene Keime am 8. Dezember nach einem 14stündigen Aufenthalt in Wasser von 35° untersucht wurden. Das Ergebnis war folgendes:

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
Nicht vorerwärmt	47,63	0	6,45	0	6,14
14 Stunden in Wasser von 35° vorerwärmt	45,01	0	5,55	0	5,00

Zunächst fällt auf, daß die Keime in diesem durch Trockenheit ausgezeichneten Jahre beträchtlich leichter waren als nach dem regnerischen Sommer und Herbst 1910. Auffällig ist auch die vollständige Abwesenheit von direkt reduzierendem Zucker bei den untersuchten Keimen, ein Verhältnis, das auch durch das Warmbad nicht geändert wurde. Möglich, daß der Zustand der Ruheperiode ein anderer, vielleicht vollständiger war als im Jahre 1910. Als eine Folge des Warmbades tritt die nicht unbeträchtliche Abnahme des Gesamtzuckers (0,9 %)

zutage; sie ist wohl nicht der gesteigerten Atmung allein zuzuschreiben, sondern es haben voraussichtlich noch Rückbildungen von Zucker in andere, den Rhizomen eigene Substanzen wie Glykoside oder Stärke stattgefunden.

Zur Methode: Um die löslichen Stoffe möglichst vollständig aus den Maiblumenkeimen zu erhalten, wurde bei den bisherigen Versuchen in der Weise verfahren, daß man die Zellen der etwas zerkleinerten Keime durch kurzes Aufkochen in Wasser tötete. Es durfte wohl angenommen werden, daß beim nachfolgenden Ausziehen mit Wasser eine vollständige Erschöpfung bald erreicht würde und daß andererseits infolge des raschen Abtötens durch Erwärmen keine tiefgreifenden Umsetzungen mehr stattfinden könnten. Es war aber auch ein anderer Weg möglich, die Keime vor dem Ausziehen zu töten, indem man sie nämlich durch rasche Einwirkung starker Kälte zum Erfrieren brachte. Wider Erwarten haben diesbezügliche Versuche ergeben, daß die Art des Vorgehens nicht ohne Einfluß auf das analytische Resultat bleibt, wie folgendes Beispiel zeigt.

50 Maiblumenkeime wurden halbiert, dann in Wasser aufgekocht und ausgezogen, 50 möglichst gleich beschaffene ebenfalls halbiert und während 46 Stunden mittels Kältemischung zweimal auf -23^0 abgekühlt, hierauf zerrieben und ohne Aufkochen ausgezogen. Die chemische Untersuchung ergab folgendes:

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
Keime in Wasser aufgekocht und untersucht	47,63	0	6,45	0	6,14
Die halbierten Keime 46 Stunden in Kältemischung; ohne Kochen untersucht	47,14	0,89	6,56	0,84	6,19

Die beträchtliche Menge von direkt reduzierendem Zucker bei den durch Kälteeinwirkung abgetöteten Keimen kann jedenfalls nicht der Kälteeinwirkung als solcher zugeschrieben werden; auch wird die infolge Wundreizes eingetretene Bildung, wie Versuch 6 zeigt, nur unbedeutend beigetragen haben. Der Unterschied im Zuckergehalt zwischen den auf verschiedene Weise getöteten Keimen muß einen

anderen Grund haben. Um diesen festzustellen und damit eine für die ganze Untersuchung wichtige Frage zu erledigen, wurden in einem weiteren Versuche anfangs Januar 1912 die Keime vor der Einwirkung von Hitze und Kälte nicht halbiert und außerdem wurde auch eine Partie von 50 Keimen ohne vorheriges Abtöten durch Kälte oder Wärme einfach nach gründlichem Zerreiben mit Sand ausgezogen. Das Ergebnis war folgendes:

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
50 Keime sofort untersucht; ohne Kochen oder Kältemischung .	45,26	0,79	7,32	0,71	6,62
50 Keime 45 Stunden in Kältemischung; Keime ohne Kochen untersucht	46,72	0,80	7,48	0,74	6,99
50 Keime 45 Stunden in Kältemischung; Keime nach Kochen untersucht	44,82	0	6,91	0	6,20

Die sofort nach einfachem Zerreiben, also ohne Einwirkung der Kälte oder des Kochens untersuchten Keime (erste Zeile) stimmen in den Zuckergehalten mit den in Kältemischung zum Gefrieren gebrachten (zweite Zeile) überein, was aufs neue zeigt, daß diese Art Kälteeinwirkung keine Veränderung verursacht. Ganz abweichend verhielten sich aber die Keime, die vor dem Ausziehen aufgekocht wurden. Es war kein direkt reduzierender Zucker nachzuweisen; die als solcher bestimmte Substanz ist infolge des Kochens verschwunden, und zwar liegt die Annahme nahe, daß sie in der Wärme in unlösliche Verbindung trat mit Substanzen, die beim gewöhnlichen Ausziehen der Keime nicht in den wässerigen Auszug übergehen. Wenn man einen unter bloßem Zerreiben der Keime gewonnenen Auszug, der nach obigen Resultaten direkt reduzierenden Zucker enthält, aufkocht, so verschwindet dieser nicht (vgl. zweitfolgende Tabelle). Man könnte bei dem erwähnten Vorgange an die Phosphatide, speziell an die Lecithine der Pflanzenzellen denken, von denen bekannt ist[1]), daß sie in Wasser unlöslich sind und Zucker zu binden vermögen.

1) Schulze, E., Chemiker-Zeitung 1908, Nr. 81.

Doch dürfen hierbei jene Versuche (3 und 4) nicht unberücksichtigt bleiben, bei denen die Auszüge von bei 0° gelagerten Keimen trotz des Kochens der letzteren bei der Untersuchung doch direkt reduzierenden Zucker ergaben. Nun könnte man annehmen, daß diese Keime so viel von diesem Zucker enthielten, daß beim Aufkochen nicht aller gebunden wurde und daß nur der Rest zur Bestimmung gelangte, doch kann es sich hierbei auch um verschieden beschaffene, Kupferverbindungen direkt reduzierende Substanzen handeln. Allein es wird wohl richtiger sein, von solchen Annahmen vorläufig abzusehen, die hier festgestellte Lücke in unserer Kenntnis zuzugeben und bei der weiteren Untersuchung zu berücksichtigen.

Um die Fehlerquellen der Methode auch noch nach anderer Richtung hin zu prüfen, suchten wir festzustellen, ob die Auszüge aus nicht aufgekochten, also bloß durch Zerreiben allein oder durch Kälteeinwirkung und Zerreiben gewonnenen Auszüge, beim Stehen vielleicht infolge Enzymwirkung sich rasch veränderten. So wurde z. B. am 17. Januar aus 50 in der üblichen Weise zugeschnittenen Keimen der Saft durch bloßes Zerreiben und Ausziehen mit Wasser gewonnen; ein Teil wurde dann sofort untersucht, ein anderer Teil in einem verschlossenen Glase bei 12° 24 Stunden stehen gelassen und dann untersucht. Das Ergebnis war folgendes:

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
Auszug sofort nach dem Auspressen untersucht	47,62	0,65	6,31	0,62	6,01
Auszug nach 24stündigem Stehen bei 10° untersucht		0,85	6,57	0,81	6,26

Es trat in der Tat während des 24stündigen Stehens eine Vermehrung des direkt reduzierenden Zuckers ein; wenn auch diese Zunahme auf einzelne Stunden berechnet unbedeutend ist, so wird man sich doch bei der Untersuchung von Auszügen aus nicht aufgekochten Keimen ein möglichst rasches Arbeiten und baldiges Untersuchen zur Regel machen.

Da die bei einem Teil unserer Versuche angewendete Methode (Aufkochen der Keime) andere Resultate gibt als ein Ausziehen nach

bloßem Zerreiben, so können natürlich nur die in gleicher Weise erzielten Versuchsresultate miteinander verglichen werden, was wir selbstverständlich bei unseren weiteren Darlegungen berücksichtigen werden. Es scheint übrigens, daß die Keime in den verschiedenen Jahrgängen sich auch in dieser Beziehung verschieden verhalten; denn bei den zu Versuch 1—4 und 7 verwendeten Keimen vom Jahre 1910, bei denen der Saft überall nach Aufkochen der Keime gewonnen wurde, fanden sich trotzdem fast stets gewisse Mengen reduzierenden Zuckers, während bei den Keimen von 1911 (Versuch 5, 6, 8), wenn nicht durch längeres Verweilen bei 0° oder durch Wundreiz Zucker gebildet wurde, nach dem Aufkochen der Keime absolut kein solcher nachzuweisen war.

Mit Rücksicht auf das Ergebnis dieser erst im späteren Verlauf unserer Untersuchung angestellten, die Methode des Ausziehens der Keime betreffenden Beobachtungen, sollen im nachfolgenden noch zwei Versuche mitgeteilt werden, bei denen die Keime ohne Aufkochen ausgezogen wurden.

Versuch 9.

Bei Keimen vom Jahre 1911 stellte man im Januar 1912 die Einwirkung des Vorerwärmens auf den Gehalt an direkt reduzierendem Zucker fest. 50 Keime wurden vorerwärmt und zwar in Wasser von 35° während 14 Stunden, daneben blieben 50 möglichst gleich beschaffene ohne Vorerwärmung. Zum Ausziehen wurden die Keime dann nur im Mörser mit Sand fein zerrieben. Das Ergebnis der chemischen Untersuchung ist in folgender Tabelle enthalten. Nebenbei wurde eine Partie des Auszuges der nicht vorerwärmten aufgekocht und dann der Untersuchung unterzogen.

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
Keime nicht vorerwärmt; Saft nicht aufgekocht	47,46	0,71	6,72	0,68	6,38
Keime nicht vorerwärmt; Saft aufgekocht		0,75	6,81	0,71	6,46
Keime vorerwärmt; Saft nicht aufgekocht	47,57	0,57	5,71	0,54	5,43

Durch das Vorerwärmen wurde demnach der Gehalt an direkt reduzierender Substanz nicht, wie man vielleicht hätte erwarten können, sofort erhöht, sondern vielmehr vermindert. Dieses Ergebnis steht in vollständiger Übereinstimmung zu dem nach anderer Methode (mit Aufkochen) erzielten Resultat von Versuch 7. So wird man also die wachstumsfördernde Wirkung des Warmbades nicht auf eine momentane Zuckerspeicherung zurückführen können. Durch Erwärmen des Saftes wurde dessen Zuckergehalt nicht verändert, welche Beobachtung als Vervollständigung zu dem auf pag. 403 Ausgeführten erwähnt sein mag.

Versuch 10.

Unter den schon mit Keimen vom Jahre 1910 angestellten Versuchen möge hier noch ein solcher angeführt werden, bei dem die Keime ebenfalls ohne Aufkochen ausgezogen wurden. Während bei den meisten früheren Versuchen die Einwirkung des Warmbades während der eigentlichen Ruheperiode geprüft wurde, wollten wir diesen Einfluß auch noch in der Zeit des Ausklingens der Ruheperiode feststellen. Zu diesem Behufe wurden am 29. November 1910 wiederum 100 Keime in zwei gleiche Gruppen gebracht, die einen in Wasser von 38° während 8 Stunden vorerwärmt, die anderen während dieser Zeit in Wasser von 19° gelegt. Sodann kamen beide Partien in Moos zum Treiben bei 26°. Die hierauf folgende chemische Untersuchung wurde in der beschriebenen Weise vorgenommen und ergab folgendes Resultat:

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
Nicht vorerwärmt					
Nach 3 Tagen bei 26°	68,02	2,24	9,32	3,05	12,67
Vorerwärmt 8 Std. bei 38°					
Nach 3 Tagen bei 26°	64,76	1,23	7,99	1,60	10,36

Auffallend ist hier der hohe Gehalt an direkt reduzierendem Zucker, und zwar ist er bei den nicht vorerwärmten fast doppelt so groß als bei den vorerwärmten. Es dürfte jetzt, da die Keime aus der Ruheperiode herausgetreten sind, im Gegensatz zum Verhalten

während der Ruheperiode selbst (Versuch 1 und 4) bei der Temperatur von 26° eine sehr ausgiebige Bildung von direkt reduzierendem Zucker stattfinden, während der Verbrauch durch Rückbildung mehr zurücktritt. In diesem Falle muß dann die hemmende Wirkung des Vorerwärmens auf diese Zuckerbildung deutlicher zutage treten als in den früheren Perioden. Vielleicht hat auch das durch die Vorerwärmung angeregte stärkere Wachstum und der hierdurch verursachte stärkere Zuckerverbrauch zu dem geringeren Zuckergehalte der vorerwärmten Keime beigetragen. Der höhere Gesamtzuckergehalt der nicht vorerwärmten Keime weist darauf hin, daß die starke Produktion des direkt reduzierenden Zuckers nicht aus den Glykosiden stattfindet, sondern aus der Reservestärke.

Nicht unerwähnt soll auch an dieser Stelle das auffällig verschiedene Verhalten der Maiblumenkeime des regnerischen Sommers 1910 und derjenigen des abnorm trockenen und warmen Sommers 1911 bleiben. Während, wie der letzte Versuch (10) erkennen läßt, die Keime von 1910 schon Ende November deutlich aus dem Ruhezustand ausgetreten waren, befanden sich die vom Jahre 1911 selbst im Januar noch in voller Ruhe. Auch war der Ruhezustand hier offenbar ein tieferer; darauf weist wenigstens der Umstand hin, daß diese Keime beim Ausziehen nach Aufkochen nicht die geringste Spur von direkt reduzierendem Zucker aufwiesen, während die von 1910 bei gleicher Behandlung fast stets geringere oder größere Mengen von solchem enthielten.

2. Einfluß des Vorerwärmens auf die Atmung der Maiblumenkeime.

Versuch 11.

Es schien uns von Interesse zu sein, auch bei den Maiblumenkeimen, ähnlich wie früher bei den Kartoffeln, den Einfluß des Vorerwärmens auf die Atmungsintensität festzustellen. Zu diesem Zwecke wurden am 26. August 1910 (Datum von Versuch 3) zwei gleiche Portionen zu je 50 Stück Maiblumenkeime hergerichtet wie für die chemische Untersuchung, also jede Knospe mit einem ½ cm langen Teil des Rhizoms. Die beiden Portionen kamen dann in zwei Enzsche Gärzylinder, die wir für Atmungsversuche geeignet gefunden haben (Flora 1910, N. F. Bd. I, pag. 311). Die Atmungsbestimmungen wurden dann in der an der zitierten Stelle näher beschriebenen Weise durchgeführt, d. h. die von den Keimen entwickelte und dann getrocknete Kohlensäure in Kalilauge aufgefangen und dann durch Wägung

bestimmt. Die Atmungsapparate standen dabei in einem verdunkelten Raum, dessen Temperatur konstant bei 19° C gehalten werden konnte. Zunächst stellte man die Atmung während einiger Tage in beiden Portionen fest, und erst dann (am 29. August), nachdem man sich von ihrem übereinstimmenden Verhalten versichert, wurde die eine während 8 Stunden in Wasser von 38° vorerwärmt, während die andere in der gleichen Zeit in Wasser von 18° lag. Nach dieser Behandlung kamen die Keime wieder in die Atmungsapparate zur weiteren Verfolgung der Atmungsintensität.

I. 50 Keime 53,22 g 8 Stunden in Wasser von 18°.
II. 50 „ 54,15 g 8 „ „ „ „ 38°.

Datum	Versuchs-dauer	Kohlensäureausscheidung pro 100 g und 1 Stunde	
		I	II
	Std.	mg	mg
Vor der Behandlung			
26.—27. August 1910	19½	**20,4**	**18,9**
27.—29. „ 1910	45	**15,2**	**15,1**
Nach der Behandlung			
29.—30. August 1910	17	**11,7**	**14,6**
30. „ 1910	6	**11,6**	**13,0**
30.—31. „ 1910	24	—[1])	**12,3**

Die beiden Partien, die ja anfänglich gleich behandelt waren, zeigten in der ersten Zeit eine beträchtlich höhere Atmung als später, was teils dem Wundreiz zuzuschreiben ist, teils auch dem Umstande, daß solche isolierte Organe ein ständiges Sinken der Atmungsintensität aufweisen. In der Zeit vom 27. bis 29. August war die Atmung der beiden Partien annähernd gleich stark und man schritt nun zu der erwähnten verschiedenen Vorbehandlung in Wasser. Nach dieser 8 Stunden dauernden Behandlung wurden die Keime wieder abgetrocknet und in die Atmungsapparate gebracht, wo die bei 38° vorerwärmten Keime eine merklich stärkere Kohlensäureausscheidung ergaben. Es hat auch hier das Warmbad die nachherige Atmungsintensität gesteigert, ähnlich wie wir dies in der ersten Abhandlung für die Kartoffel nachgewiesen haben.

1) Bestimmung verunglückt.

Versuch 12.

Da die bei Versuch 7 verwendeten Maiblumenkeime, wie später gezeigt werden wird, noch nicht im treibbaren Zustande sich befanden, so wurde ein ähnlicher Atmungsversuch am 14. November 1910 begonnen, in welcher Periode sich die Keime leicht treiben ließen. Es wurden wiederum zwei Partien Keime zu 50 Stück in der beschriebenen Weise zugeschnitten, hierauf in die Atmungsapparate in konstant 19° gebracht, und nachdem so die ursprüngliche Atmung festgestellt war, der verschiedenen Behandlung ausgesetzt. Partie I wurde während 12 Stunden in Wasser von 19° gelegt, Partie II während der gleichen Zeit in Wasser von 35—38° vorerwärmt. Da nach früheren Beobachtungen die aus dem Wasser herausgenommenen Keime in der ersten Zeit beträchtliche Mengen von Kohlensäure abgeben, besonders die vorerwärmten, wahrscheinlich als Produkt der inneren Atmung beim Verweilen unter Wasser, ließ man bei diesem Versuche sämtliche Keime nach dem Herausnehmen aus dem Wasser und dem Abtrocknen während $1^1/_4$ Stunde in bedeckten Schalen bei 19° stehen. Erst von jetzt an wurde die Atmungsintensität wieder festgestellt und zwar besonders am Anfang in kurzen Terminen.

I. 50 Keime 62,82 g 12 Stunden in Wasser von 19°.
II. 50 „ 60,03 g 12 „ „ „ „ 35—38°.

Datum	Versuchs-dauer	Kohlensäureausscheidung pro 100 g und 1 Stunde	
		I	II
	Std.	mg	mg
Vor der Behandlung			
14.—15. November	17	**12,8**	**12,9**
15. „	7	**15,4**	**15,5**
15. „	3	**13,8**	**13,6**
Nach der Behandlung			
16. November	3	**12,9**	**15,6**
16. „	3	**11,3**	**14,2**
16. „	3	**9,3**	**15,4**
16.—17. „	16	**8,2**	**15,1**
17. „	8	**8,7**	**13,6**
17.—18. „	17	**8,4**	**11,6**
18. „	7	**8,7**	**11,5**
18.—19. „	16	**8,1**	**11,1**
19.—21. „	48	**6,9**	**10,0**
21.—22. „	24	**7,2**	**10,7**
22.—23. „	24	**6,7**	**10,3**
23.—24. „	24	**6,5**	**10,2**

Die beiden Partien von Keimen stimmten vor der verschiedenen Vorbehandlung fast vollständig überein; nach der Behandlung mit verschieden warmem Wasser zeigte sich aber ein deutlicher Unterschied, indem die mit warmem Wasser vorbehandelten während der ganzen ca. 8 Tage dauernden Versuchszeit eine beträchtlich höhere Atmungsintensität aufwiesen als die nur bei 19° vorbehandelten.

Die gesamte seit der Behandlung ausgeatmete Kohlensäure betrug bei den vorerwärmten 1301,5 mg, bei den nicht vorerwärmten nur 914,3 mg. Die bei den vorerwärmten und auch bei den nicht vorerwärmten zu beobachtende Abnahme der Atmungsintensität während der Versuchsdauer steht in vollständigem Einklang mit den Befunden bei Kartoffeln, die wir in der ersten Abhandlung mitgeteilt haben, z. B. auf pag. 318, wo die vorerwärmten Kartoffeln selbst 14 Tage nach der Behandlung noch wesentlich stärker atmeten als die nicht vorerwärmten. Ähnlich wie bei den Kartoffeln ist auch bei den Maiblumenkeimen neben der durch das Warmbad verursachten andauernden Erhöhung der Atmungsintensität noch eine vorübergehende, kurzdauernde zu beobachten vom 16. bis 17. November; denn bei den nicht vorerwärmten sinkt die Atmung, die vor der Behandlung 13,8 betrug, auf 12,9, 11,3, 9,3, während sie bei den vorerwärmten von 13,6 auf 15,6, 14,2, 15,4 stieg, eine Erscheinung, die ganz in gleicher Weise auch bei den Kartoffeln zu beobachten war. Wir dürfen daher wohl die Meinung aussprechen, daß jener bei den Kartoffeln beobachtete Einfluß des Vorerwärmens in seiner Mannigfaltigkeit auch Geltung hat für die in treibfähigem Zustand befindlichen Maiblumenkeime.

Die bei beiden Partien von Keimen ganz in gleicher Weise aufgetretene Atmungssteigerung am Tage nach Versuchsbeginn ist auf die durch die starke Verwundung verursachte Reizwirkung zurückzuführen.

Man konnte nun hoffen, von der chemischen Untersuchung dieser zur Atmung benutzten Keime einen weiteren Aufschluß zu erreichen, um so mehr, als man die Ergebnisse mit denjenigen einige Tage vorher der Erde entnommener Keime vergleichen konnte. Die Untersuchung wurde in beiden Fällen in der anfänglich geübten Weise (mit Aufkochen der Keime) vorgenommen und ergab folgendes Resultat:

(s. Tabelle nächste Seite!)

Am deutlichsten tritt uns hier die verschiedene Abnahme des Gesamtzuckers entgegen. Bei den nicht vorerwärmten Keimen beträgt sie 1,23 %, bei den vorerwärmten 2,38 % des Frischgewichtes. Mit

	Gewicht der Keime	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
	g	g	g	g	g
Nicht vorerwärmt					
Bei Beginn des Versuches . .	62,88	0,27	9,00	0,34	11,33
Nach 10 Tagen Atmung bei 19°	62,82	0,45	7,77	0,57	9,76
Vorerwärmt 12 Std. bei 35—38°					
Bei Beginn des Versuches . .	62,88	0,27	9,00	0,34	11,33
Nach 10 Tagen Atmung bei 19°	60,03	0,25	6,62	0,30	7,94

dieser ungleichen Zuckerabnahme steht nun auch die verschieden starke Atmung der Keime in einem gewissen Einklang. Berechnet man die in der Atmungstabelle angegebenen ausgeschiedenen Kohlensäuremengen in Invertzucker um, so ergibt sich für die nicht vorerwärmten während der ganzen Versuchsdauer ein Zuckerverlust von 0,788 g pro 100 g Keime, bei den vorerwärmten dagegen 1,037 g. Dazu wären nun noch hinzuzurechnen diejenigen Zuckermengen, die während der Behandlung in Wasser veratmet wurden, die aber nicht bestimmt werden konnten. Es wird dadurch die Menge des veratmeten Zuckers bei den nicht vorerwärmten auf etwa 0,93 %, bei den vorerwärmten auf 1,33 % der Frischsubstanz steigen. Da nun diese Größen den Betrag der bei der Analyse direkt festgestellten Zuckerverluste nicht erreichen, so weist dies darauf hin, daß während der Versuchszeit außer der Atmung noch ein weiterer Zuckerverbrauch eingetreten ist, um so mehr, als in der Zeit von 10 Tagen auch eine Neubildung von Zucker aus Stärke und den Glykosiden stattgefunden hat. Man wird in erster Linie an eine Rückbildung von Zucker in diese Verbindungen denken, worauf auch die vorgenommenen Stärkebestimmungen vermittelst Jodreaktion hinweisen.

Versuch 13.

Die starke Zuckerabnahme der Keime während des Warmbades selbst weist ja ohne weiteres auf Zuckerverlust durch gesteigerte Atmung infolge der Einwirkung höherer Temperatur hin. Es schien uns jedoch wünschenswert, hierfür einen direkten Beweis zu erbringen. Da die Atmungsbestimmung innerhalb des warmen Wassers mit allzugroßen Schwierigkeiten verbunden schien, begnügten wir uns damit, die Ein-

wirkung der auf konstant 35° erwärmten Luft festzustellen. Um dies zu erreichen, wurden Mitte Dezember 1911 je 50 in der beschriebenen Weise zugeschnittene Maiblumenkeime in die zu diesen Versuchen benutzten Atmungsgefäße eingeschlossen. Während einiger Tage bestimmte man den Atmungsverlauf bei beiden Partien in einem größeren, auf konstant 20° gehaltenen Raume (Brutraum), dann verblieb die eine Partie in diesem Raume weiterhin, während die andere rasch auf 35° erwärmt und dann konstant auf dieser Temperatur erhalten wurde. Die rasche Erwärmung fand statt durch Eintauchen des Atmungsgefäßes in Wasser von 35°, worauf dann dasselbe in einen Thermostaten zu 35° kam, auf welche Temperatur auch die zugeleitete Luft gebracht wurde. Das Ergebnis war folgendes:

I. 50 Keime 41,85 g; Atmungsgefäß dauernd bei 20°.
II. 50 „ 44,88 g; „ zu Versuchsbeginn bei 20, dann bei 35°.

Datum	Versuchs-dauer	Kohlensäureausscheidung pro 100 g und 1 Stunde	
		I	II
	Std.	mg	mg
		bei 20° C	**bei 20° C**
13.—14. Dezember	16	**12,7**	**12,2**
14. „	8	**16,9**	**15,2**
14.—15. „	24	**16,3**	**15,3**
			bei 35° C
15.—16. „	15	**14,1**	**29,8**
16. „	7	**15,5**	**33,2**
16.—18. „	41	**13,6**	**26,8**

Die während der ganzen Versuchsdauer bei 20° weilenden Keime zeigten nur im Anfang (14. bis 16. Dezember) eine bemerkbare Steigerung der Atmungsintensität, die wir zweifellos als eine Wirkung des Wundreizes betrachten müssen. Die zweite Partie verhielt sich der ersten gleich, solange sie bei 20° weilte. Bei 35° stieg die Atmung dagegen etwa auf das Doppelte. Nehmen wir als Durchschnitt bei dieser Temperatur 30 mg pro Stunde, so würden 100 g Frischsubstanz bei einer Warmbaddauer von 14 Stunden 420 mg Kohlensäure produzieren, was 286,5 mg Zucker, also nahezu 0,3 % der Frischsubstanz entsprechen würde. In Versuch 9 betrug der infolge des Vorerwärmens direkt eingetretene Verlust an direkt reduzierendem Zucker zwar nur

0,14 g, allein es darf nicht übersehen werden, daß während dieser Zeit ja auch Zucker aus anderen Verbindungen entstanden sein wird. Es hat die Menge der durch Inversion infolge Säureeinwirkung entstandenen Zuckers um 0,85 g abgenommen. Eine genaue Übereinstimmung ist aus schon erwähnten Gründen hier nicht zu erwarten.

3. Einwirkung des Vorerwärmens auf das Austreiben der Maiblumenkeime.

Als Hauptaufgabe dieser Untersuchung betrachteten wir eine nähere Erforschung des Zusammenwirkens der chemischen Vorgänge mit den Wachstumsvorgängen, d. h. dem Verbleiben in der Ruheperiode oder Austreten aus derselben. Es wurden deshalb mit den schon beschriebenen Versuchen stets auch solche verbunden, bei denen man eine Auswahl Maiblumenkeime, und zwar vorerwärmte und nicht vorerwärmte, zu treiben versuchte. Zu diesem Behufe bettete man die Keime, ähnlich wie die zur chemischen Untersuchung benutzten, in feuchtes Moos ein und stellte sie in einen Thermostaten zu konstant 25—26°, der von den Gärtnern häufig angewendeten Treibtemperatur. Da das Licht für das Verhalten der bereits im Treiben begriffenen Keime nicht ohne Einfluß ist, wurde beim Thermostaten, wenn die Keime eine gewisse Größe erreicht hatten, die äußere Tür geöffnet und nur der Glasabschluß belassen. Um das Verhalten beim Treiben jeweils mit den festgestellten chemischen Vorgängen in Zusammenhang zu bringen, wurde bei jedem Treibversuch in Klammer auf den die Stoffwechselvorgänge in gleichalterigen Keimen betreffenden Versuch hingewiesen.

Versuch 14 (zu Versuch 1).

Bei den zu diesem am 28. Juli 1910 begonnenen Versuche benutzten Keimen glaubte man am 5. August eine gewisse Verschiedenheit in der Entwicklung wahrnehmen zu können, indem bei den vorerwärmten bei allen Keimen die Knospen etwas länger geworden waren. Auch bei nicht vorerwärmten konnte eine gewisse, jedoch geringere Größenzunahme bemerkt werden, aber nur etwa beim vierten Teil der Knospen, während drei Viertel unverändert waren. Diese Größenzunahme steigerte sich jedoch bei der weiteren Versuchsdauer nicht merklich, so daß selbst am 10. Oktober, also $2^1/_2$ Monate später, nur ein Teil der Knospen eine sichtliche Zunahme erfahren hatte.

Bei den 27 vorerwärmten betrugen die Knospenlängen zusammen 77,2 cm, bei den nicht vorerwärmten nur 59,7 cm, dabei besaßen bei

den vorerwärmten 7 eine Länge von über 3 cm, darunter die längsten 6,5 und 4 cm, und 20 eine solche von 2—3 cm; bei den nicht vorerwärmten besaß nur eine die Länge von 3,1 cm, 16 waren 2—3 cm lang und 10 waren 1,8 oder 1,9 cm lang. Wie sich bei näherer Untersuchung der Knospen herausstellte, handelt es sich hier aber nicht um einen wirklichen Treiberfolg. Die im Innern verborgenen Blütenstand- und Blattanlagen haben sich nicht merkbar vergrößert, sind also nicht aus der Ruheperiode ausgetreten. Das Wachstum beschränkte sich auf die Knospenhüllen, die offenbar ein etwas anderes Verhalten zeigen als die wesentlichen Knospenbestandteile. Immerhin ist auch dieser Einfluß auf die Knospenhüllen nur ein geringfügiger geblieben, da sie bei den späteren Treibversuchen in viel kürzerer Zeit Dimensionen von 10 cm und darüber erreichten.

Versuch 15 (zu Versuch 2).

Hier wurden die Keime nach der Vorbehandlung (12. August 1910) in Moos verpackt in einen Schrank gebracht, wo sie bei einer allmählich von 16—13° sinkenden Temperatur bis zum Oktober verblieben. Hierbei fand fast gar keine Größenveränderung der Knospen statt. Diese waren nämlich schon bei Beginn des Versuches größer als bei Versuch 1, und 2 Monate später betrug die durchschnittliche Länge der Knospen bei den vorerwärmten Keimen 2,9 cm und bei den nicht vorerwärmten 2,5 cm. Bei Beginn dieses Versuches waren auch die inneren Blütenteile etwas weiter entwickelt als bei denen von Versuch 1, diese hatten vor der Entnahme aus dem Garten noch nicht die normale Entwicklung, mit der sie sonst in die Ruheperiode eintreten, erreicht.

Versuch 16 (zu Versuch 3).

Mit Versuch 3, bei dem die chemischen Umsetzungen bei 0° festgestellt wurden, wurde auch ein Treibversuch verbunden, der erkennen lassen sollte, ob die zu jenem Versuch benutzten Keime schon im Stadium der Treibfähigkeit sich befanden. Am 26. August 1910, gleichzeitig wie man Keime ins Eis brachte, wurden andere der Warmwasserbehandlung unterworfen und zwar, wie bei den anderen Treibversuchen, im unverletzten Zustande, d. h. das Rhizom wurde mit allen Wurzeln an der Knospe belassen. 25 Keime wurden ganz erwärmt, d. h. 8 Stunden vollständig in Wasser von 38° untergetaucht, während bei 25 anderen nur das Knospenende ins erwärmte Wasser reichte und 25 weitere nicht vorerwärmt wurden. Alle diese Keime kamen dann,

in Moos verpackt, in Glasschalen in den Schrank im Keller zu 15° C.

Am 13. Oktober, also etwa 7 Wochen später, zeigten die Knospen der ganz vorerwärmten Keime mit Ausnahme von vier eine schwache Größenzunahme zu 2—3 cm. Nur einer hatte sich ausnahmsweise mehr gestreckt, und zwar handelte es sich hier nicht um eine Streckung der Knospenhüllen, sondern um eine Streckung des Blütentriebes, der die Länge von 8½ cm erreichte, dann aber verkümmerte. Bei den Keimen, wo nur die Knospen ins warme Wasser reichten, haben sich diese etwas weniger entwickelt; der längste erreichte nur 3,5 cm, fast ganz unverändert erschienen die nicht vorerwärmten Keime, die längsten Knospen waren 2,7 und 3 cm lang.

Versuch 17 (zu Versuch 4).

Hier ergab der Treibversuch ein deutliches Resultat. Die Keime waren jetzt im Zustande der Treibfähigkeit. Schon 4 Tage nach der am 10. Oktober 1910 stattfindenden Behandlung ließ sich bei einigen Keimen der vorerwärmten Partie eine schwache Streckung oder der Beginn des Öffnens am Scheitel erkennen, was auf eine Vergrößerung der inneren Teile hinwies, während die nicht vorerwärmten sämtlich noch unverändert waren. Deutlicher trat dann die Wirkung des Vorerwärmens nach 9 Tagen des Treibens bei 26° ein. Von den vorerwärmten Keimen hatten sämtliche 27 Keime mit Ausnahme eines einzigen eine beträchtliche Größenzunahme erfahren, die längsten waren 8½, 8, 6, 5½ und 5 cm lang, 10 Keime zwischen 3 und 5 cm, 8 zwischen 2 und 3 cm, bei den nicht vorerwärmten hatte sich keiner merklich verändert. Dies war ebenso der Fall 10 Tage später, zu welcher Zeit bei den vorerwärmten Keimen schon bei 11 Stück die Blütentrauben 10—28 cm lang sichtbar waren. Bei allen diesen fanden sich schon vereinzelte geöffnete Blüten. Bei den weiteren Keimen war die Blütentraube zwar noch nicht sichtbar, aber doch ein deutliches Wachstum zu beobachten. Bei 4 war die Knospe 6—10 cm lang, bei 6 3½—4½, bei 5 Keimen 2½—3½ und nur bei einem Keim hatte sie sich bloß um 2 mm verlängert. Bei diesem Versuche kam also das Warmbad in ganz ausgeprägter Weise zur Wirkung, wenn die Keime sofort zu einer höheren Treibtemperatur (26°) gebracht wurden (Fig. 1).

Es wurden nun zunächst Keime, die am 10. Oktober in gleicher Weise wie die vorigen behandelt worden waren, für einige Zeit in einen kühlen Raum gebracht, um sie erst später bei höherer Temperatur (26°)

zu treiben. So konnte festgestellt werden, ob der Einfluß des Warmbades für längere Zeit gewissermaßen latent in den Keimen erhalten bleibt. Die Keime kamen nach der Behandlung in Wasser in den Kellerschrank zu 14° C. Da während der nächsten 4 Wochen bis zum 8. November sowohl bei den 50 vorerwärmten als den 50 nicht vorerwärmten Keimen kein Wachstum zu beobachten war, brachte man an diesem Tage alle Keime in Moos in den Thermostaten zu 26° C. Trotzdem war am 22. November noch kein Wachstum nachweisbar, und erst am 30. November beobachtete man bei den vorerwärmten



Fig. 1. Treibversuch mit Maiblumenkeimen. Links ohne, rechts mit Warmbad. Versuchsbeginn 10. Oktober 1910, photographiert nach 19 Tagen.

und nicht vorerwärmten je zwei in Streckung begriffene Knospen. Bis zum 8. Dezember fand dann doch noch bei einer Anzahl weiterer Keime eine Streckung statt, jedoch bei den vorerwärmten und nicht vorerwärmten gleichviel, je 15. Bei den ersteren hatten sich bei dreien Blütentrauben, jedoch nur verkürzte, gebildet, bei den nicht vorerwärmten dagegen bei fünf normale Blütenstände. Der Gesundheitszustand der Keime gestattete eine weitere Ausdehnung des Versuches nicht, dieser ließ übrigens deutlich genug erkennen, daß die günstige Wirkung des Warmbades auf das Treiben nach längerem Aufenthalt

im kühleren Raum nicht mehr zur Geltung kam. Bei sofortigem Treiben bei 26° stand am 21. Tage ein großer Teil der vorerwärmten Keime in schönster Blüte und die anderen waren weit vorgeschritten, während nach dem vierwöchentlichen Verweilen bei 14° eine 21tägige Einwirkung von 26° auch auf die gebadeten Keime fast wirkungslos blieb. Daß die Wirkung des Warmbades beim Verweilen im kühlen Raume verloren ging, erhellt ferner aus dem dann eintretenden gleichen Verhalten der vorerwärmten und nicht vorerwärmten Keime. Hiernach scheinen sich die Maiblumenkeime anders zu verhalten, als dies Molisch[1]) von verschiedenen Gehölzen angibt, die, wenn man sie nach dem Bade ins Freie bringt und der gewöhnlichen Temperatur des Nachherbstes oder Winters während 1—6 Wochen aussetzt, sich dann beim Treiben im großen ganzen so verhalten, wie sie sich verhalten hätten, wenn man sie unmittelbar nach dem Bade ins Warmhaus gestellt hätte.

Versuch 18 (zu Versuch 5).

Gleichzeitig mit den zu Versuch 5 verwendeten und dann chemisch untersuchten Keimen wurden am 18. Dezember 1911 auch je 25 bei 35° C durch 12 Stunden vorerwärmte, 25 nicht vorerwärmte und endlich 25 durch 10 Tage bei 0° gelagerte und nicht vorerwärmte Keime in den warmen Treibraum von 26° gestellt. Am 10. Tage nach dem Einbringen in den Treibraum zeigten die beiden nicht gebadeten Partien noch kein ersichtliches Wachstum, während die Knospen der gebadeten etwa 5 cm verlängert waren. Am 16. Tage nach dem Einbringen haben alle Keime ausgetrieben und bieten nun das in umstehendem Bilde (Fig. 2) dargestellte Aussehen. Am 19. Tage beginnen bei den warm gebadeten Maiblumen einige Blüten sich zu öffnen, bei den auf 0° abgekühlten haben sich die Blütentrauben hervorgestreckt, durchschnittliche Länge 11 cm, die Einzelblüten sind noch geschlossen. Bei den nicht vorbehandelten Keimen beginnen zwei zu blühen, alle anderen sind weit zurück, die Blütentrauben noch nicht sichtbar. Durchschnittliche Länge der Knospen 7 cm.

Am 23. Tage befinden sich die warm gebadeten in voller Blüte mit vielen gut ausgebildeten Laubblättern, bei dreien entwickelt sich der Blütensproß nicht richtig, sie bleiben sitzen. Die bei 0° aufbewahrt gewesenen sind zwar gegen die vorerwärmten noch etwas zurück, sie

---

1) Molisch, Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen, pag. 21. Jena 1909.

zeigen nun aber alle 1—6 offene Blüten, die Entwicklung ist eine vollständig gleichmäßige, alle entwickeln ihren Blütenstand vollständig. Die Laubblätter sind bei diesen Keimen etwas in der Entwicklung zurück und werden voraussichtlich erst nach der Blüte zu voller Entwicklung gelangen. Die nicht vorbehandelten stehen im Wachstum noch bedeutend zurück, sie sind auch bedeutend ungleichmäßiger entwickelt, die Blüten sind mit wenigen Ausnahmen noch alle geschlossen; einige Keime haben überhaupt nicht ausgetrieben.



Fig. 2. Treibversuch mit Maiblumenkeimen. Links mit Warmbad, die mittlere Gruppe ohne Vorbehandlung, rechts vorher 10 Tage bei 0°. Versuchsbeginn 18. Dezember 1911, photographiert nach 15 Tagen.

Besonderes Interesse scheint uns das Verhalten der während 10 Tagen bei 0° aufbewahrten Keime zu bieten und zwar einmal deswegen, weil sie den nicht vorbehandelten beim Treiben sichtlich voraneilten, wenn auch nicht in gleichem Grade wie die vorerwärmten, und sodann, weil sie diese letzteren in der Gleichmäßigkeit des Austreibens übertrafen.

Schon beim Einfluß des Vorerwärmens auf die chemische Beschaffenheit (Versuch 5) zeigte sich das abweichende Verhalten der im Sommer 1911 gewachsenen Keime von den im nassen Sommer 1910

entwickelten. Wie nicht anders zu erwarten, machte sich dieser Unterschied auch beim Treiben geltend. In dem Treibversuch 20 waren Mitte Dezember die Keime aus der Ruheperiode herausgetreten, während sie bei diesem mit 1911er Keimen angestellten Versuche durch das Warmbad noch eine bedeutende Förderung erfuhren.

Versuch 19 (zu Versuch 7).

Als Parallelversuch wurde auch am 8. November 1910 nach der Behandlung im Wasser eine Anzahl Keime bei 26° weitergetrieben und eine Anzahl anderer zur Beobachtung des Wachstums in einen Raum von 10° gebracht. Von den ersteren wurden am 8. November 35 Stück während 12 Stunden in Wasser von 38° vorerwärmt und die gleiche Anzahl während dieser Zeit in Wasser von Zimmertemperatur gelegt. Für die Beobachtungen bei 10° behandelte man je 15 Exemplare in ebensolcher Weise. Von den bei 26° in Moos aufgestellten Keimen zeigten die vorerwärmten schon nach 4 Tagen deutliche Anzeichen der Streckung, die nicht vorerwärmten waren dagegen zu dieser Zeit noch unverändert. Am 12. Tage (20. November) streckte die Hälfte der vorerwärmten Keime die Blütentrauben hervor, während die nicht vorerwärmten immer noch keine Streckung zeigten. Am 15. Tage beobachtete man schon an zwei vorerwärmten Pflanzen die ersten geöffneten Blüten. Von den nicht vorerwärmten zeigten zwei die ersten Anzeichen der Streckung. Am 20. Tage haben alle 35 vorerwärmten Keime getrieben (Fig. 3), nur fünf haben die Blütenrispen noch nicht hervorgestreckt, bei drei waren die Knospen 6—8 cm, bei zweien 5 cm lang. Die längste Blütentraube besitzt jetzt eine Länge von 21 cm. Die Blütenstände sind im allgemeinen etwas zu kurz geblieben, nicht ganz so gut entwickelt wie bei Versuch 17. Da bei beiden Versuchen die gleiche Temperatur zum Vorerwärmen benutzt wurde, ist diese Erscheinung, die wir als Anzeichen einer Schädigung auffassen müssen, wohl darauf zurückzuführen, daß diese etwas hohe Temperatur von 38° bei dem vorgerückteren Stadium der Ruheperiode schon eher auch nachteilig wirken kann als einen Monat früher. Nicht ausgeschlossen ist, daß dabei auch die längere Dauer des Warmbades (12 statt 8 Stunden) in dieser Hinsicht von Einfluß war. Gegenüber den im Oktober bei 26° getriebenen Keimen (Versuch 17) zeigten die im November getriebenen noch einen andern Unterschied. Es wurden nämlich von den Keimen des letzteren Versuches zahlreiche Laubblätter entwickelt, wogegen die Laubblattentwicklung beim Treiben im Oktober ganz zurücktrat, ja fast ausblieb. Es ist dies eine Differenz von großem physiologischem In-

teresse. Übrigens kann man auch bei anderen Versuchspflanzen beobachten, daß Blatt- und Blütenanlagen durch das Warmbad verschieden beeinflußt werden können. Bei Versuch 17 (Fig. 1) scheinen die Convallaria-Blattanlagen für das Wachstum beim Treiben noch nicht bereit gewesen zu sein, wohl aber die Blütenanlagen.

In den 20 Tagen vom 8. bis 28. November haben am Ende auch die nicht vorerwärmten Keime zu treiben begonnen, doch von den 35 Stück nur 8. Davon beginnen die zwei größeren die Blütentrauben hervorzustrecken, die Blüten selbst bleiben aber dauernd geschlossen



Fig. 3. Treibversuch mit Maiblumenkeimen. Links mit, rechts ohne Warmbad. Versuchsbeginn 8. November 1910, photographiert nach 20 Tagen.

und verkümmern; überhaupt ist auch die weitere Entwicklung dieser nicht vorerwärmten Keime unbefriedigend.

Noch möge hier kurz angeschlossen sein, daß von den zu 10° gebrachten Keimen weder die vorerwärmten, noch die nicht vorerwärmten zum Austreiben kamen.

Versuch 20 (zu Versuch 10).

In gleicher Weise wie zur chemischen Untersuchung wurden am 29. November 1910 auch zum Studium des Treibens 50 Keime 8 Stunden in Wasser von 38° vorerwärmt und weitere 50 während der gleichen

Zeit in Wasser von Zimmertemperatur liegen gelassen. Von jeder Partie wurden nach dieser Behandlung je 25 bei 27° weitergetrieben und je 25 Stück bei 18°.

Von den bei 27° getriebenen keimten zuerst die vorerwärmten, aber etwas langsamer als beim vorigen Versuche, denn nach 8 Tagen zeigten erst zwei Keime eine deutliche Streckung. Am 11. Tage hatten dann von den vorerwärmten Keimen allerdings alle bis auf ein Exemplar ausgetrieben, darunter waren acht Knospen schon länger als 8 cm und es zeigte sich jetzt schon eine verhältnismäßig starke Entwicklung



Fig. 4. Treibversuch mit Maiblumenkeimen. Links ohne, rechts mit Warmbad. Versuchsbeginn 29. November 1910, photographiert nach 17 Tagen.

der Blätter. Bei den nicht vorerwärmten blieb ein großer Prozentsatz, nämlich 10 Stück, im Wachstum noch zurück, 15 Stück hatten ausgetrieben, die längste Knospe war jetzt 6 cm lang. Im Gegensatz zu den vorerwärmten kamen hier zuerst die Blütentrauben zum Vorschein.

Auch am 16. Dezember, also 17 Tage nach Beginn des Treibens, bestand noch dieses eigentümliche Verhältnis zwischen Blüten- und Blattentwicklung. Bei den vorerwärmten überragten die Blätter in der Regel die in der Entwicklung noch zurückstehende Blütentraube, bei

den nicht vorerwärmten waren die Blätter noch so wenig entwickelt, daß die bei einigen Exemplaren bis 23 cm hohen Blütenstände fast kahl dastanden (Fig. 4). Das Vorerwärmen hatte in diesem Falle nicht mehr die gleiche Wirkung wie am 8. November oder gar am 10. Oktober, die nicht vorerwärmten sind nicht in gleicher Weise in ihrer Entwicklung zurückgeblieben, sie haben ohne Ausnahme und fast eben so weit ausgetrieben, allein die Entwicklung ist eine andere. Das mangelhafte Wachstum der Blätter und die unbefriedigende Ausbildung der Einzelblüten gibt diesen Pflanzen ein anormales Aussehen.

Bei den zu 18° gebrachten Keimen war die Entwicklung naturgemäß eine langsamere. Am 8. Dezember war noch kein Wachstum bemerkbar, am 10. Dezember dagegen hatten sich die Knospen von vier der vorerwärmten Keime um ½ cm gestreckt, während bei den nicht vorerwärmten auch jetzt noch keine Streckung wahrzunehmen war. Am 16. Dezember waren von den vorerwärmten 12 in Streckung begriffen, von den nicht vorerwärmten erst drei.

Gegenüber den bei hoher Temperatur (26°) getriebenen tritt bei den bei 18° gewachsenen der Unterschied in der Schnelligkeit der Entwicklung zwischen vorerwärmten und nicht vorerwärmten Keimen eher etwas deutlicher hervor, die Weiterentwicklung der Keime ist aber bei dieser Temperatur eine ganz unbefriedigende.

Versuch 21.

Als praktischer Erfolg des Vorerwärmens wird gelegentlich auch erwähnt, daß das Treiben nachher bei tieferer Temperatur vorgenommen werden könne. Mag dies vielleicht für einzelne bei uns wild wachsende Gesträuche Gültigkeit haben, so trifft es dagegen nicht zu für Maiblumenkeime, wie zur Ergänzung des schon angeführten auch noch das Resultat dieses Versuches zeigen mag.

50 Maiblumenkeime wurden am 27. November 1911 während 8 Stunden in Wasser von 32° vorerwärmt und eine zweite Partie von Keimen in Wasser von 20° gebracht; nachher wurden die Keime in üblicher Weise in Moos eingesetzt und in ein Gewächshaus gebracht, dessen Temperatur in der folgenden Zeit zwischen 15 und 20° C schwankte. Am 18. Dezember ließen die nicht vorerwärmten Keime noch kein Wachstum erkennen, während bei den vorerwärmten sieben Keime ihre Knospen um 2—5 cm verlängert hatten. Am 6. Januar, also 40 Tage nach Beginn des Versuches, waren bei den nicht vorerwärmten sechs Keime um 1—2 cm verlängert, während die übrigen

kein oder nur geringes Wachstum zeigten. Bei den vorerwärmten sind jetzt zwei Pflanzen in blühendem Zustande, eine beginnt die Blüten zu öffnen, fünf sind um 1—4 cm verlängert, fünf weitere um weniger als 1 cm verlängert und die übrigen nahezu unverändert. Das Treiben unter 20° hat also sowohl bei den vorerwärmten als auch bei den nicht vorerwärmten Maiblumenkeimen ein durchaus unbefriedigendes Resultat ergeben, wenn auch das Warmbad nicht ganz ohne Einfluß blieb.

Das vorzügliche Resultat des Wasserbades, das in Fig. 2 dargestellt ist, wurde mit Keimen ganz der gleichen Herkunft und Beschaffenheit erzielt, die Zeitdifferenz von 3 Wochen kann den Unterschied nicht erklären und wir müssen das ungünstige Treibresultat des vorliegenden Versuches der niederen Treibtemperatur zuschreiben. Will man bei im Ruhezustand befindlichen Maiblumenkeimen ein gutes Resultat erzielen, so muß also mit dem Warmbad auch noch eine hohe nachfolgende Treibtemperatur verbunden werden.

Das gleiche ungünstige Treibresultat ergab auch ein Versuch, der in ähnlicher Weise wie vorstehender, aber 8 Tage später ausgeführt wurde, also nur 14 Tage vor dem soeben erwähnten Versuch 18 mit gleich beschaffenen Keimen, bei dem eine Treibtemperatur von 26° so gute Resultate ergeben hatte.

B. Einfluß des Vorerwärmens auf die Knospen von Flieder.

Wenn auch die Verfolgung der beim Treiben stattfindenden Stoffwechselvorgänge mittelst makrochemischer Methoden bei Kartoffeln und Convallaria-Keimen nicht so scharf entscheidende Resultate ergaben, wie wir erwarteten, so versuchten wir dennoch, auf gleichem Wege dem Austreiben einer anderen zum künstlichen Treiben benutzten Pflanze, nämlich des Flieders, näherzutreten. Wir benutzten dazu 10 zum Treiben vorbereitete Topfbäumchen der Sorte Charles X und stellten damit Versuche über den Einfluß des Warmbades an.

Versuch 22.

Zunächst wurden am 3. Dezember 1910 von fünf Bäumchen zwei mit den Kronen während 8 Stunden in Wasser von 35° C getaucht, zwei andere gleich beschaffene dagegen nicht. Bei einem fünften Bäumchen wurde die Hälfte der Krone ins Warmbad gesteckt, während die andere Hälfte außerhalb desselben blieb. Nachher kamen alle fünf Bäumchen in einen Treibraum, dessen Temperatur zwischen 20 und 26° C

schwankte. Um den Einfluß, den das Warmbad als solches auf die chemischen Umsetzungen ausübt und wodurch es vielleicht den Anstoß zu rascherer Entwicklung geben kann, festzustellen, durfte man mit der chemischen Untersuchung der Knospen nicht allzulange warten. Es wurden daher am 6. Dezember, also 3 Tage nach dem Warmbad, die Blütenknospen gesammelt, der Länge nach durchschnitten und mit etwas Wasser übergossen in ein mit Glasstöpsel versehenes verschlossenes Standglas verbracht. Dieses Glas umgab man dann mit einer Kältemischung, deren Temperatur auf etwa -22^{0} C sank. Es war beabsichtigt, durch dieses Vorgehen die Zellen der Knospen abzutöten und dadurch ein vollständiges Ausziehen des Zuckers zu ermöglichen. Obgleich die beiden Gläser mit den vorerwärmten und nicht vorerwärmten Knospen während der ganzen Nacht in der Kältemischung verblieben, hegen wir doch Zweifel, daß die Zellgewebe vollständig erfroren waren. Da wir zu dieser Zeit Eis zur Verfügung hatten, so wurde dieser Methode des Erfrierens vor dem Abtöten durch Hitze der Vorzug gegeben, weil dabei doch weniger das Eintreten chemischer Umsetzungen zu befürchten ist. Hernach wurden ähnlich wie bei den Keimen von Maiblumen auch diese Fliederknospen mittelst ausgeglühtem Sande zerrieben und mit Wasser gründlich ausgezogen. Ebenso fand die Zuckerbestimmung in der dort angedeuteten Weise statt. Das Ergebnis der chemischen Untersuchung ist in folgender Tabelle enthalten.

	Gewicht der Knospen	In 100 g Frischgewicht		In 100 Keimen	
		Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker	Direkt reduzierender Zucker	Gesamtzucker als Invertzucker
Bei Beginn des Versuches	g	g	g	g	g
Aus dem Freien sofort untersucht	70 St. = 8,29 100 „ = 11,84	2,56	5,41	0,30	0,64
Nicht vorerwärmt					
Nach 3 Tagen b. 20—26°	80 St. = 10,42 100 „ = 13,03	2,73	5,36	0,36	0,70
Vorerwärmt 8 Std. bei 35°					
Nach 1 Tag bei 20—26°	70 St. = 8,44 100 „ = 12,06	1,57	4,39	0,19	0,53
„ 3 Tagen b. 20—26°	80 St. = 11,05 100 „ = 13,81	1,89	3,25	0,26	0,45

Um die ursprüngliche Beschaffenheit der Knospen vor der Warmwasserbehandlung festzustellen, wurden am 7. Dezember noch die Knospen von zwei Bäumchen untersucht, die bis dahin im Freien standen und ihre chemische Beschaffenheit in dieser kurzen Frist nicht wesentlich geändert haben konnten. Auch wurden an diesem Tage weitere zwei Bäumchen bei 35° vorerwärmt und die Knospen schon nach einem Tag Aufenthalt im Treibraum in der beschriebenen Weise untersucht. Das 10. der Versuchsbäumchen, das nur zur Hälfte dem Warmwassereinfluß ausgesetzt wurde, diente, wie schon das fünfte, zu Beobachtungen über das Austreiben.

Der Gehalt an direkt reduzierendem Zucker wurde durch den dreitägigen Aufenthalt im Treibraum ohne Vorerwärmen nicht wesentlich beeinflußt; er ist sogar etwas beträchtlicher als bei dem direkt aus dem Freien untersuchten. Jedenfalls hat man es aber nicht mit einer Abnahme an direkt reduzierendem Zucker zu tun. Es ist dies auch begreiflich, da die Knospen der nicht vorerwärmten Bäumchen in den 3 Tagen keine weitere Entwicklung, also auch keinen bedeutenderen Zuckerverbrauch, zeigten. Auch der Gesamtzucker ist bei diesen Bäumchen nicht erheblich vermindert. Ganz anders verhalten sich die Knospen der vorerwärmten Bäumchen. Schon einen Tag nach dem Vorerwärmen zeigte sich eine bedeutende Abnahme des direkt reduzierenden Zuckers, während die Substanzen, die erst bei der Säureeinwirkung solchen Zucker liefern, noch unverändert waren. 3 Tage nach dem Vorerwärmen haben aber auch diese Stoffe eine Abnahme erlitten, es scheint, daß sie erst angegriffen werden, nachdem der direkt reduzierende Zucker zum Teil verbraucht ist. Vergleicht man diese Knospen mit denen der nicht vorerwärmten, aber ebenfalls während 3 Tagen getriebenen Bäumchen, so erkennt man den ganz bedeutenden Einfluß des Vorerwärmens. Dieses hat offenbar den Anstoß zu energischen Umsetzungen gegeben, die dann beim Aufenthalt bei 20—26° zu diesen beträchtlichen Zuckerabnahmen führten, während bei den nicht vorerwärmten Knospen, wo dieser Anstoß fehlte, bei der gleichen günstigen Treibtemperatur in den 3 Tagen keine Zuckerabnahme stattfand. An dieser Stelle möge auch auf das Verhalten der Maiblumenkeime in Versuch 10 hingewiesen sein, wo die allerdings dem Ende der Ruheperiode genäherten vorerwärmten und nicht vorerwärmten Keime einen ähnlichen Unterschied im Zuckergehalt zeigten.

Dem verschiedenen chemischen Verhalten entsprechend, zeigten die vorerwärmten und nicht vorerwärmten Knospen auch bezüglich des Austreibens Unterschiede; die vorerwärmten begannen sichtlich früher

zu wachsen und erst, als bei ihnen die Blütenrispen etwa 2—3 cm über die Knospen herausragten, konnte man bei den nicht vorerwärmten Knospen das erste Anschwellen deutlich wahrnehmen. Ende Dezember waren bei beiden Versuchspartien reichlich ausgebildete Blüten vorhanden, immerhin bei den vorerwärmten in besserer Entwicklung und namentlich trat auch ein Unterschied in der Belaubung hervor, indem bei den vorerwärmten weitaus mehr Blätter zu guter Entwicklung gelangt waren.

C. Einfluß des Vorerwärmens auf die Knospen von Aesculus.

Versuch 23.

Nachdem die Versuche mit Kartoffeln und Maiblumen eine Steigerung der Atmung ergeben hatten, erschien es uns von Interesse, auch ein Gehölz nach dieser Richtung zu untersuchen; wir wählten dafür Aesculus Hippocastanum. Zu diesem Behufe wurden am 24. November 1911 100 Triebe von Roßkastanienbäumen entnommen und die Endknospen an der Basis der untersten Deckschuppe durch einen scharfen Schnitt vom Holze getrennt. Die möglichst kräftig ausgewählten Knospen brachte man zunächst in Atmungsgefäße und beobachtete die Atmungsintensität während eines Tages bei 20°. Dann kamen beide Partien während 14 Stunden in Wasser, und zwar I in Wasser von 20° und II in Wasser von 38°. Nach Verfluß dieser Zeit brachte man die warmgebadeten Knospen, um sie möglichst rasch auf 20° abzukühlen, noch während einer halben Stunde in Wasser von Zimmertemperatur und dann kamen beide Knospenpartien wieder in die bei 20° aufgestellten Atmungsgefäße.

I. 50 Roßkastanienendknospen 131,05 g; 14 Std. in Wasser von 20° C.
II. 50 „ 131,17 g; 14 „ „ „ „ 38° C.

(s. Tabelle nächste Seite!)

Die Atmungsbestimmungen vor der Wasserbehandlung ergaben eine ziemliche Übereinstimmung der beiden Knospenpartien, es wurde dann absichtlich die etwas schwächer atmende zur Behandlung im Warmbad bestimmt. Trotzdem zeigten diese Knospen nach der Behandlung eine deutlich größere Atmungsintensität als die nur im Wasserbad von 20° behandelten; während der auf die Behandlung folgenden 6 Tage betrug die gesamte Kohlensäureentwicklung bei den warmgebadeten pro 100 g Frischsubstanz 1,720 g Kohlensäure, bei den anderen nur 1,445 g.

Datum	Versuchs-dauer	Kohlensäureausscheidung pro 100 g und 1 Stunde	
		I	II
	Std.	mg	mg
Vor der Behandlung			
24.—25. November	15	**16,6**	**16,2**
25. „	$3^1/_4$	**17,3**	**17,0**
25. „	3	**19,7**	**18,4**
25. „	3	**23,1**	**22,0**
Nach der Behandlung			
26. November	2	**21,2**	**24,8**
26. „	4	**16,9**	**17,3**
26. „	2	**16,9**	**14,2**
26.—27. „	15	**13,7**	**13,6**
27. „	$2^1/_2$	**12,1**	**14,2**
27.—28. „	21	**11,9**	**14,3**
28. „	7	**10,7**	**13,7**
28.—29. „	17	**10,1**	**13,2**
29. „	$8^1/_2$	**8,7**	**11,4**
29.—30. „	$16^1/_2$	**8,4**	**11,0**
30. November — 1. Dezember	23	**7,7**	**9,8**
1.—2. „	24	**7,5**	**8,7**

Es hat sich also auch bei diesen Knospen, ähnlich wie wir dies bei Maiblumen und Kartoffeln nachgewiesen, als eine Folge der vorübergehenden Erwärmung eine Steigerung der Atmungsintensität, und zwar eine längere Zeit dauernde, herausgestellt.

Die in diesem Versuche bei beiden Partien zutage tretende Atmungssteigerung vor der Behandlung ist als eine Folge des Wundreizes aufzufassen, es sei in dieser Beziehung auf die Diskussion früherer Versuche hingewiesen. Das eigentliche Resultat des vorstehenden Versuches wurde durch diese Erscheinung natürlich nicht beeinflußt.

Es erschien nun von Bedeutung, festzustellen, ob die Knospen von Aesculus sich zu dieser Zeit wirklich in einem Zustande der Ruhe befanden, in dem sie sich treiben ließen und ob das angewendete Warmbad von 38° in 14 Stunden ausreichte, ein Treibresultat zu erzielen. Es wurden daher gleichzeitig mit den Knospen am 25. November auch ca. 40 cm lange Zweigstücke in Wasser von 20 und 38° während 14 Stunden gebracht, hernach kamen diese Zweige, mit dem unteren Teil in Wasser gestellt, in ein Gewächshaus, dessen Temperatur zwischen 15 und 20° schwankte.

Am 18. Dezember zeigten die warmgebadeten Zweige schon Wachstumserscheinungen, einzelne der Endknospen waren deutlich ange-

schwollen, zum Teil kamen grüne Stellen der Schuppen zum Vorschein, mehrere Seitenknospen waren schon etwas weiter entwickelt, 1—2 cm verlängert. Die Knospen der nicht warmgebadeten Zweige waren noch unverändert. Schon am 21. Dezember war der Unterschied noch deutlicher und am 28. wurden je drei Zweige photographiert, untenstehendes Bild (Fig. 5) zeigt die Entwicklung der warmgebadeten Knospen deutlicher als dies Worte vermögen. Die nicht warmgebadeten waren zu dieser Zeit noch unverändert. Unter den warmgebadeten zeigte die Endknospe an einem Zweig ein ausnahmsweises Verhalten, wohl kam sie bis zu diesem Zeitpunkt zu einem gewissen Anschwellen, nicht aber zum Austreiben. Die eine Seitenknospe neben der Endknospe war abgebrochen, und es scheint dieser Umstand hemmend auf die Entwicklung der Endknospe eingewirkt zu haben, immerhin kam sie später doch auch noch zum Austrieb; ihr anfängliches Zurückbleiben hat aber wohl günstig auf das Austreiben der tieferstehenden Seitenknospen gewirkt.



Fig. 5. Treibversuch mit Roßkastanienzweigen. Links ohne, rechts mit Warmbad. Versuchsbeginn 25. November 1911, photographiert nach 33 Tagen.

Am 6. Januar fangen auch die Endknospen der nicht gebadeten Zweige an, auszutreiben, sie sind jetzt um ½ bis 3 cm verlängert, ebenso sind die Seitenknospen in Streckung begriffen. Bei den gebadeten finden sich zu dieser Zeit zahlreiche grüne Blätter völlig geöffnet, eine richtige Weiterentwicklung der Blütenknospen konnte aber, wie es scheint, nicht eintreten; es mag wohl hierzu an den organischen Baustoffen, die eben nur in beschränktem Maße zur Verfügung standen, vielleicht auch an ausreichender Wasserzufuhr gefehlt haben, obgleich die Schnittflächen der Zweige von Zeit zu Zeit erneuert wurden.

Am 18. Januar waren auch bei den nicht vorerwärmten Zweigen alle End- und Seitenknospen geöffnet, zahlreiche Blätter entfaltet, ungefähr wie bei den warmgebadeten am 28. Dezember, als die Zweige photographiert wurden. Die durch das Warmbad erzielte Beschleunigung im Austreiben betrug also etwa 3 Wochen.

Versuch 24.

Da bei Versuch 23 nicht nur die warmgebadeten Zweige, sondern auch die nicht vorerwärmten sich während der Vorbehandlung in Wasser befanden und man schon aus diesem Grunde den Treiberfolg des Warmbades nicht wohl dem Aufenthalt in Wasser, sondern wenigstens in der Hauptsache der Einwirkung der Wärme zuschreiben konnte, sollte doch noch durch einen direkten Versuch entschieden werden, ob durch die Einwirkung des Vorerwärmens allein, ohne Einfluß des Wassers, ein gleichartiger Erfolg zu erzielen sei. Es wurden daher am 26. Dezember 1911 von 12 ziemlich gleich beschaffenen Roßkastanientrieben vier während 14 Stunden in Wasser von 38° getaucht, vier weitere während der gleichen Zeit in Luft von 38° gebracht, während die letzten vier unterdessen in Luft von 20° weilten; die während der Vorbehandlung in Luft weilenden Zweige waren, um ein Austrocknen zu verhindern, mit der Schnittfläche in Wasser gestellt. Am 6. Januar erschienen noch alle Knospen unverändert, am 12. Januar zeigten nur zwei Endknospen der warmgebadeten Zweige eine deutliche Verlängerung um je 1 cm. Am 18. Januar waren die Knospen an den nicht vorerwärmten Zweigen noch völlig unverändert, während bei den vorerwärmten, und zwar sowohl bei den in Wasser und Luft vorerwärmten, bei den meisten Trieben eine deutliche Weiterentwicklung stattgefunden hatte, bei je zwei Schossen waren bei den Endknospen und Seitenknospen schon die Hüllblätter zurückgeschlagen und bei einem weiteren Zweig konnte eine deutliche Streckung wahrgenommen werden. Bei den in Wasser vorerwärmten ist die Entwicklung noch ein wenig weiter fortgeschritten als bei den mit warmer Luft behandelten. Bei jeder dieser Abteilungen zeigt übrigens ein Zweig ein individuelles Abweichen, indem die Endknospen wohl angeschwollen, aber nicht ausgetrieben waren.

Am 24. Januar wurden die verschieden behandelten Zweige photographiert (s. Fig. 6). Bei den in Wasser vorbehandelten waren drei Endknospen stark ausgetrieben und bei einer davon die Blättchen schon entfaltet. Ganz ähnlich verhielten sich die Endknospen der in

Luft vorerwärmten; die Endknospe des vierten Triebes ist immerhin um etwa 1 cm gestreckt, während sie bei dem in Wasser vorerwärmten entsprechenden sich erst zu strecken beginnt. Auch die Seitenknospen zeigen, wie aus der Abbildung zu ersehen ist, in der Entwicklung keinen Unterschied. Bei den nicht vorerwärmten, also in Luft von 20° vorbehandelten Keimen begannen am 24. Januar, am Tage der Bildaufnahme, erst zwei Endknospen sich etwas zu strecken, alle übrigen Knospen schienen noch in Ruhe zu sein, mit Ausnahme der zwei unteren Seitenknospen eines Zweiges, die sich schon auffällig weit entwickelt hatten. Wodurch dieses ausnahmsweise Verhalten verursacht

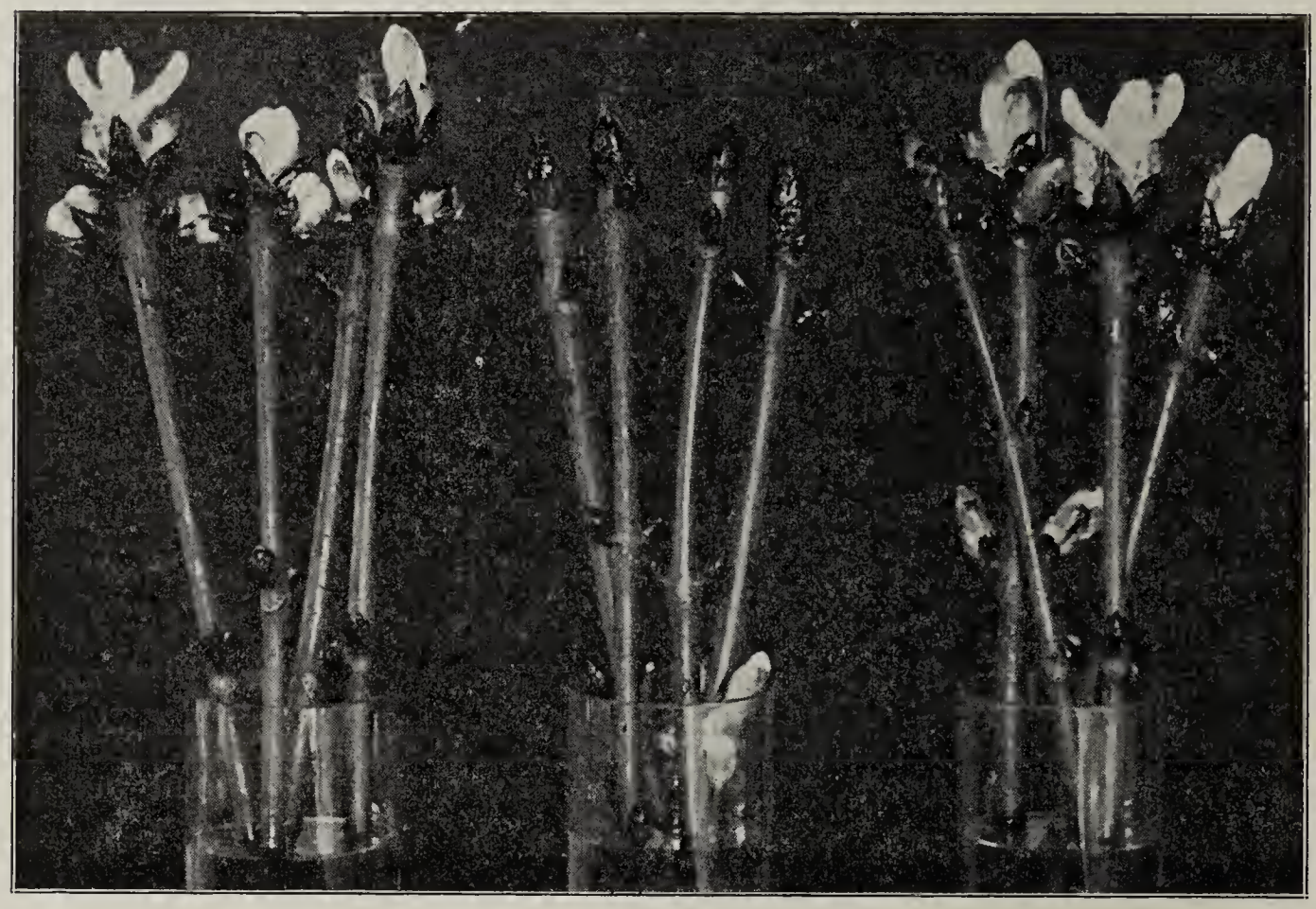


Fig. 6. Treibversuch mit Roßkastanienzweigen. Links in warmem Wasser, rechts in warmer Luft vorerwärmt, die mittlere Partie ohne Vorbehandlung. Versuchsbeginn 26. Dezember 1911, photographiert nach 29 Tagen.

wurde, vermögen wir nicht zu erklären, vielleicht daß hier eine zufällig eingetretene Veränderung an der Zweigstelle wirkte; möglicherweise haben wir aber auch damit zu rechnen, daß die Ruheperiode zur Zeit, als wir diesen Versuch anstellten, schon am Ausklingen war. 2—3 Wochen später haben dann auch die nicht vorerwärmten und die zwei ausnahmsweise zurückgebliebenen vorerwärmten schließlich das Stadium der Entwicklung erreicht, wie es für die ausgetriebenen vorerwärmten im Bilde dargestellt ist. Aus diesem Versuche geht aber

unzweideutig hervor, daß die warme Luft ebenso die Ruheperiode zu unterbrechen vermochte wie das warme Wasser.

D. Treibversuche mit anderen Pflanzen.

Versuch 25.

Mehrere der Erscheinungen, die wir früher bei Kartoffeln nachgewiesen haben, ließen sich jetzt, wie im vorstehenden gezeigt ist, auch bei Convallaria-Keimen, Flieder- und Roßkastanienknospen beobachten, so daß wir es sehr wahrscheinlich da und dort mit den gleichen Vorgängen zu tun haben und was wir bei einer Pflanze beobachten, mit gewissem Vorbehalte auch auf die anderen übertragen dürfen. Etwas hinderlich bei solchen Betrachtungen erschien uns noch der Umstand, daß bei den Kartoffeln der fördernde Einfluß des Warmbades auf das Austreiben bei den früheren Versuchen nicht zutage trat, ja sogar in gegenteiliger Richtung sich äußerte. Nun ist aber bekannt, daß ein solcher nachteilig wirkender Einfluß des Warmbades meist eintritt, wenn ein Pflanzenteil die Ruheperiode schon überschritten hat, und es war nicht ausgeschlossen, daß unsere diesbezüglichen Beobachtungen an Kartoffeln zu spät vorgenommen wurden. Deshalb wurden nochmals einige Beobachtungen über den Einfluß des Vorerwärmens auf das Austreiben von Kartoffelknollen angestellt.

Am 4. August 1910 wurde eine größere Anzahl Kartoffelknollen ausgegraben, eine Gruppe von 20 Knollen während 8 Stunden in Wasser von 38° C, eine zweite Gruppe in Luft von 38° vorerwärmt, eine dritte während der 8 Stunden in Wasser von Zimmertemperatur gelegt und eine vierte während der nämlichen Zeitdauer in Luft von Zimmertemperatur gelassen. Dann kamen alle Knollen sofort in frische Erde in den Keller, um das Austreiben beobachten zu können. Von den Beobachtungen mögen folgende hier Erwähnung finden. Am 17. August war noch kein Austreiben der Knospen bemerkbar, am 11. Oktober fanden sich Keime nur bei drei Knollen von Gruppe 1, also an den in Wasser vorerwärmten; die Keime besaßen eine Länge von 5, 10 und 13 cm. Bei den Knollen der übrigen Gruppen war jetzt noch kein Wachstum bemerkbar. Später keimte noch eine vierte Knolle von Gruppe 1, und im November kamen noch zwei Knollen von Gruppe 2 hinzu, während bei den nicht vorerwärmten Knollen bis dahin keine Keimung zu beobachten war. Dagegen begann bald auch bei den übrigen Knospen das Wachstum, so daß schon sämtliche Knollen am 10. Dezember Keime besaßen, die meisten ½ cm lang. Der Versuch läßt

erkennen, daß die betreffenden Kartoffelknollen eine deutliche Ruheperiode besaßen, und ferner, daß durch das Warmbad die Ruheperiode bei einem Teil der Knollen unterbrochen werden konnte.

Versuch 26.

Im Anschluß an die Versuche mit Convallaria-Keimen wurde auch ein Versuch über den Einfluß des Vorerwärmens auf das Austreiben von Iris-Rhizomen angestellt. Am 14. Dezember 1910 entnahm man 60 Rhizome von Iris pumila dem Garten und brachte sie in zwei gleiche Gruppen zu 30 Stück. Die erste Gruppe kam während 8 Stunden in Wasser von 35°, die zweite während der gleichen Zeit in Wasser von Zimmertemperatur zu liegen, worauf beide Gruppen in Holzkisten mit Erde ins Gewächshaus zu 12° gebracht wurden. Es trieben sowohl die vorerwärmten als auch die nicht vorerwärmten ziemlich gleichmäßig aus, vielleicht weil die Ruheperiode schon beendigt war. Hiermit würde wenigstens auch die weitere Entwicklung in Einklang stehen; denn ähnlich wie bei den zum Treiben gebrachten, schon aus der Ruheperiode getretenen Convallaria-Keimen, kommen auch hier bei den vorerwärmten Iris-Rhizomen Blätter und Blüten mehr gleichzeitig zur Entwicklung, während bei den nicht vorerwärmten die Blüten einen kleinen Vorsprung zeigten, dafür aber eine geringere Blattentwicklung eintrat. Am 24. November haben schon sieben der nicht vorerwärmten Rhizome Blüten hervorgeschoben, bei den vorerwärmten nur zwei. Am 6. März ist die Blüte auf dem Höhepunkt angelangt, von den vorerwärmten blühten nun alle Exemplare mit großen gleichmäßigen Blüten und durchschnittlich ½ cm längeren Laubblättern. Bei den nicht vorerwärmten sind vier Blüten schon verblüht, die anderen Pflanzen haben noch geschlossene Blüten. Hier ist also die Blütenentwicklung ungleichmäßiger und die Blattentwicklung geringer. Die vorerwärmten Iris waren jetzt entschieden schöner, die Blätter und Blüten schienen besser ernährt zu sein. Naturgemäß wird es auch bei Iris sehr darauf ankommen, in welchem Stadium die Treibversuche vorgenommen werden; bei Crocus, wo wir ähnliche Versuche vornahmen, hatte ein 8stündiges Warmbad bei 38° am 3. August 1910 ein kaum bemerkbares Resultat ergeben, ja die nicht gebadeten schienen sogar in der Bewurzelung und Entwicklung eher etwas besser zu stehen.

Versuch 27.

Nur ganz kurz möge hier ein Treibversuch mit Erdbeeren erwähnt werden. Am 11. November 1911 wurden von sechs in Töpfen

herangezogenen gleich beschaffenen Erdbeerpflanzen (Sorte Deutsch-Evern) drei während 10 Stunden in Wasser von 32° gebadet, die drei anderen nicht gebadet, und zwar wurde beim Baden in der Weise verfahren, daß nur der oberirdische Teil ins Wasser tauchte, der den Töpfen entnommene Ballen aber außerhalb des Wassers verblieb. Nachher kamen die Pflanzen, wieder in die Töpfe eingesetzt, in ein kleines Gewächshaus zu 15—20°. Die gebadeten Pflanzen zeigten eine etwas raschere Entwicklung der jungen Blätter; auch waren am 16. Dezember bei zwei Pflanzen Blüten zu beobachten, während bei den nicht gebadeten noch keine solchen zu sehen waren. Die Weiterentwicklung sämtlicher Pflanzen war aber eine unbefriedigende; die Blätter blieben klein und die Blüten setzten keine Früchte an, was zum Teil auf die ungenügenden Lichtverhältnisse zurückzuführen war, zum Teil aber wohl auch darauf, daß man diese Pflanzen in einem zu frühen Stadium der Ruheperiode zu treiben versucht hatte.

Es wurde daher der gleiche Versuch 3 Wochen später, am 5. Dezember, mit Pflanzen der gleichen Sorte wiederholt. Jetzt war das Treibresultat ein entschieden günstigeres. Sowohl die gebadeten als die nicht gebadeten zeigten ein besseres Wachstum als beim ersten Versuche, namentlich die gebadeten zeichneten sich nun durch schöne, gleichmäßige Entwicklung der Blätter aus. Eine Anzahl der gebadeten Blätter waren schon 10 cm lang, während bei den nicht gebadeten Pflanzen nur vereinzelte Blätter ausgetrieben hatten, von denen die längsten nur 5 cm lang waren. In der Blütenentwicklung zeigte sich diesmal kein Unterschied.

Wiederum 3 Wochen später, am 27. Dezember, wiederholte man den Versuch und erwärmte außerdem drei Pflanzen in der Weise, daß sie ganz, d. h. mitsamt den in den Töpfen bleibenden Wurzelballen, in Wasser von 32° getaucht wurden. Wiederum zeichneten sich die vorerwärmten Pflanzen durch rascheres und schöneres Austreiben vor den nicht gebadeten aus; anfangs verhielten sich die in verschiedener Weise vorerwärmten Partien gleich, später aber zeichneten sich die ganz untergetaucht gewesenen durch frühere Blütenbildung und etwas besseren Früchteansatz aus, so daß man Ende Februar an diesen die ersten reifen Früchte vorfand, an den gewöhnlich gebadeten aber noch nicht. Da das einfache Einstellen der im Topf gezogenen Erdbeerpflanzen in das erwärmte Wasser, dessen Temperatur dann allerdings nicht zu hoch sein darf, weniger Umstände verursacht als das bloße Baden der oberirdischen Teile und zudem ein besseres Resultat ergibt, wird es in der praktischen Erdbeertreiberei allein in Betracht kommen.

Versuch 28.

Von den weiteren Versuchen, die wir bezüglich des Treibens ausführten, sei endlich noch ein solcher mit Weinreben mitgeteilt. Es wurde dabei der Einfluß des Warmbades sowohl auf bewurzelte Reben, als auch auf abgeschnittene Rebschosse geprüft.

Von 10 abgeschnittenen Rebenschossen von im Weinberg stehenden Stöcken des Weißen Gutedel wurden am 10. November 1911 fünf während 10 Stunden in Wasser von 32° getaucht und dann wie die nicht gebadeten mit den unteren Enden in Gläser mit Wasser in ein kleines Gewächshaus gestellt, dessen Temperatur zwischen 15 und 20° schwankte. Am 21. Dezember, also 11 Tage später, war an den warmgebadeten Schossen ein Teil der Knospen in deutlicher Entwicklung, die Triebe hatten schon eine Länge von 1—2 cm erreicht, während bei den nicht vorerwärmten alle an der Luft befindlichen Knospen noch unverändert schienen. Am 6. Januar zeigten die warmgebadeten Schosse einen auffälligen Vorsprung. Die mit schönen grünen Blättchen versehenen neuen Triebe waren schon etwa 10 cm lang, während die Triebe bei den nicht vorerwärmten spärlicher erschienen und höchstens 4 cm lang waren. Mit der Zeit glich sich dann dieser Unterschied allerdings allmählich aus.

Ein ganz gleich ausgeführter, am 4. Dezember 1911 begonnener Versuch führte zu einem ähnlichen Resultat. Am 6. Januar zeigte sich hier ein deutlicher Unterschied zwischen den gebadeten und nicht gebadeten. Während bei den letzteren die Knospen zu dieser Zeit noch unverändert waren, hatten sich bei den warmgebadeten Sprossen acht Knospen zu kleinen Zweigen mit entfalteten Blättern entwickelt. Am 18. Januar war dann das Ergebnis ein auf den ersten Blick hervortretendes, indem an den warmgebadeten die neuen Triebe sich schön entwickelt hatten, an den nicht gebadeten dagegen die Blattentwicklung erst begann. Das Warmbad zeigt also bei den abgeschnittenen Rebschossen eine deutliche wachstumsfördernde Wirkung, was auch schon Ad. Stummer[1]) bei seinen Versuchen feststellte.

Eine praktische Bedeutung könnte dieses Verhalten erlangen, im Falle sich die Beobachtungen Reckendorfers[2]) bestätigten, nach denen

---

1) Im Jahresbericht des k. k. oenol. pomol. Institutes in Klosterneuburg bei Wien 1910/11, pag. 153.

2) Reckendorfer, Ferdinand, Zur kommenden Rebveredelung. Allgem. Weinzeitung 1912, pag. 85.

amerikanische Steckhölzer bei der Veredlung mit europäischen Reben viel günstigere Resultate ergaben, wenn die Unterlagen vor der Veredlung während 24 Stunden in Wasser von 37—38° C vorerwärmt wurden.

Es schien uns nun von Interesse, festzustellen, ob die gleiche Wirkung auch bei bewurzelten Reben eintritt; das Gegenteil von vornherein anzunehmen, lag kein Grund vor. Um diese Frage zu entscheiden, wurden daher gleichzeitig mit den Rebschossen jeweils auch bewurzelte Reben in den Versuch mit einbezogen. Man verwendete dazu gut ausgebildete Topfreben des Weißen Gutedels, also von der gleichen Sorte wie die abgeschnittenen Schosse. Am 10. November wurden drei solche Reben in der Weise vorerwärmt, daß der vorläufig nicht geschnittene oberirdische Teil der Rebe während 10 Stunden in gleichmäßig auf 32° erwärmtes Wasser tauchte, während das im Topf verbleibende Wurzelsystem in geeigneter Weise gegen eine vom Wasser ausgehende Erwärmung geschützt blieb. Nach dieser Behandlung kamen die Töpfe in das schon erwähnte kleine Gewächshaus zu stehen, sowie auch drei Topfreben, die nicht vorerwärmt waren. An allen Stöcken wurden dann die Triebe auf zwei untere Augen zurückgeschnitten, wobei ausdrücklich bemerkt sei, daß diese Augen bei den vorerwärmten Reben im warmen Wasser geweilt hatten.

Am 30. November war an diesen Rebstöcken noch kein Wachstum bemerkbar, von da an begann dann allmählich das Austreiben und am 18. Dezember hatten sowohl die warmgebadeten als auch die anderen ausgetrieben und zwar in ganz gleicher Weise. Die größten Blättchen waren schon etwa 3 cm lang. Am 21. Dezember besaßen die Triebe eine Länge von etwa 9 cm und je vier entfaltete Blättchen. Jetzt und auch bei der späteren Entwicklung zeigte sich kein Unterschied zwischen den gebadeten und nicht gebadeten Reben.

Am 4. Dezember, also gleichzeitig mit dem zweiten Versuche mit abgeschnittenen Rebschossen, wurden wiederum drei Topfreben in gleicher Weise, wie oben beschrieben, gebadet, während drei andere ohne Warmbad blieben. Am 18. Dezember zeigten diese in das kleine Gewächshaus gestellten Reben ein starkes Tränen und zwar bei den im Warmbad vorerwärmten stärker als bei den anderen. Am 21. Dezember war noch kein Austreiben zu bemerken, von da an begannen dann alle Reben gleichmäßig zu treiben, so daß am 6. Januar alle Knospen ausgetrieben waren und Triebe bis zu 11 cm Länge gebildet hatten. Auch diesmal zeigten die warmgebadeten keinen Vorsprung vor den nicht gebadeten, im Gegenteil standen letztere eher etwas besser.

Das verschiedene Verhalten der abgeschnittenen Sprosse und der mit dem Wurzelsystem in Verbindung gebliebenen ist nicht ohne Interesse; die mit den Sprossen erzielten Resultate hätten vermuten lassen, daß auch an den bewurzelten Stöcken das Warmbad eine Beschleunigung des Austreibens zu verursachen vermöchte. Wenn nun bei den bewurzelten Reben ein solcher Unterschied zwischen gebadeten und nicht gebadeten nicht eintrat, so ist dies vielleicht gerade der Wirkung des Wurzeldruckes zuzuschreiben, der eben durch das Warmbad nicht beeinflußt wurde und der verursachte, daß die nicht gebadeten bewurzelten Reben sogar früher austrieben als die warmgebadeten abgeschnittenen Sprosse. Nach den Versuchsergebnissen von Fr. Weber[1]) und Fr. Jesenko[2]) kann ein solcher wachstumsfördernder Einfluß des Wasserzudranges nicht überraschen.

E. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen.

Im ersten, schon früher veröffentlichten Teil dieser Untersuchung wurde das Hauptgewicht auf die Vorgänge in ruhenden und keimenden Kartoffelknollen, sowie auf ihre Beeinflussung durch das Ätherisieren und das Warmbad gelegt. Die erzielten Resultate ließen es geboten erscheinen, diese Vorgänge auch bei anderen Pflanzenteilen, und zwar solchen, die sich besser als Kartoffeln zum Treiben eignen, einer gründlicheren Untersuchung zu unterziehen. Wir wählten hierfür in erster Linie die Maiblumenkeime, bei denen das Treibverfahren in Gärtnerkreisen sich schon eingebürgert hat, und stellten zunächst den Einfluß des Vorerwärmens auf die chemische Beschaffenheit bzw. den Zuckergehalt fest, sodann den Einfluß auf den Atmungsvorgang und parallel damit auch auf das Wachstum.

Der Erfolg des Warmbades auf das Wachstum könnte vielleicht zu der Anschauung führen, es werde durch dasselbe direkt eine Erhöhung des Zuckergehaltes der Maiblumenkeime herbeigeführt. Allein durch unsere Versuche konnten wir eine solche Zuckerzunahme nicht nachweisen, im Gegenteil, nach Versuch 2 und 9 fand eine Abnahme

---

1) Über die Abkürzung der Ruheperiode der Holzgewächse durch Verletzung der Knospen, bzw. Injektion derselben mit Wasser (Verletzungsmethode). Sitzungsber. der k. k. Akad. d. Wissensch., mathem.-naturwissensch. Klasse, Bd. CXX, Abt. I, März 1911.

1) Einige neue Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen. Berichte der deutschen bot. Gesellsch. 1911, pag. 273.

des direkt reduzierenden Zuckers, auf den hier das Hauptgewicht gelegt werden muß, statt. Es wird eben durch die höhere, beim Warmbad einwirkende Temperatur nicht nur die Zuckerbildung durch Fermentwirkung gesteigert, sondern auch der Zuckerverbrauch durch Atmung und vielleicht auch, ähnlich wie bei den Kartoffeln, die Rückbildung des Zuckers in nicht direkt verwendbare Reservestoffe. Auch wird ja, was nicht zu übersehen ist, durch den Sauerstoffabschluß während des Warmbades die Fermentbildung eher etwas gehemmt, während der Verbrauch durch intramolekulare Atmung ausgiebig weiter stattfinden kann.

Anders ist natürlich das Resultat, wenn man die Keime erst einige Zeit nach dem Vorerwärmen während der Einwirkung der Treibtemperatur untersucht, da hat sich, wenigstens bei Einwirkung einer höheren Treibtemperatur, z. B. nach 4 Tagen, eine nicht unbeträchtliche Zunahme an direkt reduzierendem Zucker gezeigt, und zwar bei den vorerwärmten in höherem Grade als bei den nicht vorerwärmten, wenigstens während der Ruheperiode (Versuch 1 und 4). Da, wie wir später sehen werden, der Verbrauch durch Atmung bei den vorerwärmten nicht geringer, sondern größer ist, so muß auf eine Mehrbildung von Zucker oder aber auf eine verminderte Rückverwandlung von solchem in andere Substanzen (Nichtzucker), welch letztere Annahme mit den bei den Kartoffeln festgestellten Vorgängen eher in Einklang stünde, geschlossen werden.

Mit dem Ausklingen der Ruheperiode, wo die Fähigkeit der Rückbildung, nach den Versuchen mit Kartoffeln zu beurteilen, merklich geringer wird, ändern sich dann auch die soeben besprochenen Verhältnisse, wie aus Versuch 10 hervorgeht.

Die eben erwähnte stärkere Zuckeranhäufung ist nicht eine direkte Wirkung des Warmbades, sondern die Folge von durch das Vorerwärmen eingeleiteten Prozessen. Von Interesse ist hierbei, daß gleich behandelte Keime, wenn sie nach dem Warmbad nicht in ein warmes Treibhaus, sondern in einen kühleren Raum gebracht werden, diese Vermehrung des direkt reduzierenden Zuckers nicht zeigen. Es mag dies vielleicht in einem gewissen Zusammenhange stehen mit der später zu erörternden Erscheinung, daß das Warmbad als solches allein oft auch nicht ein beschleunigtes Wachstum zu verursachen vermag, sondern daß dazu auch noch eine erhöhte Treibtemperatur erforderlich ist.

Beim Lagern von Maiblumenkeimen bei 0^0 konnte bei einigen Versuchen (3 und 4) eine Zuckerspeicherung, ähnlich wie bei den

Kartoffeln, festgestellt werden; doch war sie hier geringer. Durch das Warmbad wurde dieser Vorgang nicht gefördert, sondern gehemmt (Versuch 4).

Auch bei den Kartoffeln konnten wir seinerzeit einen solchen hemmenden Einfluß des Vorerwärmens auf das Süßwerden beobachten. Es besteht hierin, wie wir schon im ersten Teil hervorhoben, kein Widerspruch gegen die vermehrte Zuckerbildung in den direkt auf das Warmbad folgenden Tagen. Bei Versuch 22 mit Flieder, wobei es sich allerdings nicht um das Süßwerden handelt, hat das Vorerwärmen sichtlich ebenfalls einen hemmenden Einfluß auf die Zuckerbildung ausgeübt; denn anders ist die Zuckerabnahme in den vorerwärmten Knospen gegenüber den nicht vorerwärmten nicht zu erklären.

Wir legen ein ganz besonderes Gewicht darauf, die Übereinstimmung dieser Vorgänge mit den bei den Kartoffeln festgestellten hervorzuheben und damit festzustellen, daß den durch zahlreiche Versuche belegten Resultaten bei Kartoffelknollen eine allgemeinere Bedeutung zukommt.

Auch Wundreiz vermag eine schwache Steigerung des Zuckergehaltes herbeizuführen. So war dies der Fall bei Versuch 6, wo allerdings die Atmung infolge niederer Temperatur bei den verletzten und nicht verletzten Keimen stark herabgesetzt war.

Wie bei den Kartoffelknollen, steigt auch bei den Maiblumenkeimen im allgemeinen der Gehalt an direkt reduzierendem Zucker, wenn die Ruheperiode am Ausklingen oder ganz abgeschlossen ist. Beim Treiben im warmen Gewächshaus nimmt dann der Gehalt anfänglich noch zu und zwar in den nicht vorerwärmten mehr als in den vorerwärmten Keimen (Versuch 10).

Der Atmungsvorgang der Maiblumenkeime wird durch das Vorerwärmen (bei 38°) gesteigert (Versuch 11 und 12), und zwar ist diese Steigerung, wie der letztere Versuch zeigt, eine länger andauernde. Es stimmt also bei den Maiblumenkeimen die Wirkung des Vorerwärmens auch in dieser Beziehung mit derjenigen bei den Kartoffeln überein (Versuch 10 und 11 der früheren Abhandlung). Die andauernd verstärkte Atmung bleibt dann nicht ohne Einfluß auf den Zuckergehalt, indem dieser beim Abschluß des Versuches bei den vorerwärmten Keimen niederer war als bei den nicht vorerwärmten, ganz übereinstimmend wie bei den Kartoffeln (I. Teil, pag. 335). Auch jene beim Ausziehen mit Wasser in die Lösung übergehenden Substanzen, die bei Erwärmen mit verdünnter Säure Zucker liefern (Glykoside usw.), haben

bei den vorerwärmten Keimen mehr abgenommen als bei den nicht vorerwärmten. Neben der gesteigerten Atmung wird nun auch das schon nach wenigen Tagen bemerkbare vermehrte Wachstum der vorerwärmten Keime beim Verbrauch der erwähnten Stoffe sich bemerkbar machen.

Daß die durch das Vorerwärmen verursachte Atmungssteigerung, die wir nun bei Kartoffeln und Convallaria-Keimen nachgewiesen haben, auch bei ruhenden Gehölzknospen eintritt, zeigt der Versuch mit Roßkastanienknospen (Versuch 23).

Bei unseren Versuchen und Darlegungen haben wir als selbstverständlich angenommen, daß während des Vorerwärmens selbst eine intensive Atmung stattfinde als Wirkung der hohen Temperatur. Es wurde dies dann bei Maiblumenkeimen noch direkt nachgewiesen (Versuch 13), wo bei 35° von den Keimen zirka doppelt soviel Kohlensäure ausgeschieden wurde wie bei 20°.

Unsere, den Einfluß des Vorerwärmens auf das Treiben betreffenden Versuchsergebnisse können folgendermaßen gruppiert werden.

Bei den Versuchen über das Treiben von Maiblumenkeimen stellte sich heraus: 1. daß die Keime sich in den verschiedenen Abschnitten der Ruheperiode gegenüber dem Vorerwärmen und Treiben sehr verschieden verhalten, was übrigens zum Teil auch aus früheren Versuchen Anderer zu ersehen ist[1]). Während Ende Sommer die Keime sich nicht treiben ließen, selbst wenn sie vorerwärmt wurden, war gegen den Herbst (Oktober) durch Vorerwärmung die Treibfähigkeit zu erreichen, wogegen die nicht vorerwärmten selbst bei 26° nicht auswuchsen. Anfang November waren die Keime schon soweit verändert, daß sich auch ohne Vorerwärmung wenigstens einzelne bei 26° zum Wachstum bringen ließen und gegen Ende November, da offenbar die Ruheperiode am Ausklingen war, gelangten vorerwärmte und nicht vorerwärmte zum Austreiben.

2. In diesen Verhältnissen zeigen die Keime untereinander beträchtliche Verschiedenheiten, selbst wenn sie der gleichen Sorte angehören und unter ganz gleichen Verhältnissen herangezogen wurden. Treibt man solche Keime ohne Vorerwärmen gegen das Ende der

---

1) Es sei namentlich auf die umfassenden Versuche von H. Molisch (Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, mathem.-naturwissensch. Klasse, 1908 u. 1909) hingewiesen. Für das Ätherisieren hat Johannsen ein ähnliches Verhalten nachgewiesen (Das Ätherverfahren beim Frühtreiben, 2. Aufl., Jena 1906).

Ruheperiode, so werden die vorgerückteren wachsen, die in der Ruheperiode noch mehr zurückstehenden dagegen nicht austreiben. Man erhält ein sehr ungleiches, also ungünstiges Treibresultat. Durch das Vorerwärmen, z. B. bei 38°, werden diese Verhältnisse geändert, die vorgerückten werden eher zurückgehalten, bei den noch in der Ruhe befindlichen wird durch das Vorerwärmen das Austreiben ermöglicht, und es wird so ein gleichmäßiges Treibresultat erzielt.

3. Blüten und Blattanlagen verhalten sich gegenüber der Ruheperiode etwas verschieden. Zu einem gegebenen Zeitpunkte sind die ersteren im Ruhezustande vorgeschrittener als die letzteren. Treibt man Keime, die sich noch im Ausklingen der Ruheperiode befinden, ohne Vorerwärmen, so gelangen einzelne Blütenstände zur Entwicklung, während die Blätter unentwickelt bleiben. Wenn man solche Keime vorerwärmt, so werden dadurch auch viele Blattanlagen aus dem Ruhezustand gebracht und sich nun ebenso rasch entwickeln wie die Blütentrauben.

4. Es lassen sich bezüglich der verschiedenen Stadien des Ruhezustandes nicht bestimmte Daten angeben; denn je nach den äußeren Verhältnissen, namentlich nach der Jahreswitterung, kann die Tiefe der Ruheperiode ungleich sein, und diese zudem in verschiedene Zeiten fallen. Im Jahre 1911 war sie nicht nur tiefer, sondern auch später als 1910.

5. Um Maiblumenkeime vorzeitig mit Erfolg zu treiben, bedarf es außer des Warmbades auch einer nachfolgenden hohen Treibtemperatur im Gegensatz zu verschiedenen Gehölzen, die sich nach dem Warmbad dann auch bei tieferen Temperaturen treiben lassen [1]). Der technische Vorteil des Warmbades besteht also bei den Maiblumenkeimen nicht darin, daß man nach dem kurzdauernden Bad dann mit niederen Temperaturen, also mit weniger Heizmaterial auskommt, sondern darin, daß man bei der hohen Treibtemperatur nicht so lang treiben muß, als dies ohne Warmbad der Fall wäre, daß das Treiben früher möglich ist, bei allen Individuen gleichmäßiger stattfindet und Blätter und Blüten zu guter Entwicklung bringt. Ein Vorerwärmen während 8—12 Stunden in Wasser von 38° ergab uns bei Maiblumen während der eigentlichen Treibperiode gute Resultate, gegen das Ende der Ruheperiode dürfte

---

1) Molisch sagt diesbezüglich (Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen, pag. 21, Jena 1909): „Das Warmbad bietet auch darin einen großen Vorteil, daß die gebadeten Pflanzen sich bei relativ niederer Temperatur treiben lassen.“

ein Warmbad von 35° vorzuziehen sein. Zum Treiben ist eine Temperatur von ca. 26° zu empfehlen.

6. Bei Convallaria-Keimen blieb die entwicklungsfördernde Wirkung des Warmbades nicht latent erhalten, wenn sie z. B. 4 Wochen lang bei 14° aufbewahrt wurden, selbst dann nicht, wenn man den Versuch mit Keimen im besten Stadium anstellte, die bei sofortigem Treiben nach dem Warmbad eine ausgeprägte Wirkung desselben zeigten (Versuch 17).

7. Der Versuch, beim Warmbade nur die Knospen der Maiblumen einzutauchen, führte zwar auch zum Ziele, allein dieses physiologisch interessante Verfahren wäre praktisch ohne Vorteil.

Die Versuche über das Vorerwärmen und Treiben von Iris-Rhizomen haben ähnliche, wenn auch weniger ausgeprägte Verhältnisse ergeben, wie sie bei den Convallaria-Keimen festgestellt wurden. Hier sowohl wie bei den Erdbeerpflanzen hat das Vorerwärmen das Austreiben etwas begünstigt.

Bei den Kartoffeln, wo unsere früheren Treibversuche kein deutliches Ergebnis lieferten, hat sich diesmal das Vorhandensein einer Ruheperiode unzweifelhaft erkennen lassen; allerdings ist die Zeit der Ruheperiode und ihre Dauer je nach der Sorte, dem Jahrgang, ungleich und auch die Knollen des gleichen Saatgutes zeigen starke individuelle Verschiedenheit. Das Vorerwärmen ergab einen fördernden Einfluß auf das Austreiben und zwar sowohl dann, wenn es in warmem Wasser, als auch in warmer Luft stattfand, doch erwies sich das Warmbad als wirksamer.

Bei Roßkastanienknospen, bei denen das Treiben durch ein Warmbad ebenfalls sehr deutlich gefördert wurde, war die Wirkung fast die gleiche, ob die Erwärmung in Wasser von 38° oder in Luft von gleicher Temperatur vorgenommen wurde.

Unter den verschiedenen Gehölzen, die wir noch zu Versuchen verwendeten und die Erfolge des Warmbades ergaben, mögen hier noch kurz Forsythia und Syringa angeführt sein. Bei Forsythia zeigte sich das ungleiche Verhalten der Blatt- und Blütenanlagen, wie es sich auch bei Convallaria-Keimen herausstellte, oft recht deutlich. Die Blüten treten ebenfalls früher aus der Ruhe. Treibt man Forsythia-Zweige etwa Mitte Dezember ohne Warmbad, so kommen die Blüten zum Vorschein, die Blätter aber, noch in der Ruheperiode weilend, treiben meist nicht aus. Unterwirft man gleiche Zweige einem Warmbad von 38°, so erweist sich dieses beim Treiben als für die vorge-

rückteren Blüten schon etwas nachteilig, während es nun ein schönes Austreiben der Blätter zur Folge hat.

Von den Resultaten mit Syringa, die manches schon Bekannte bestätigten, sei an dieser Stelle hervorgehoben, daß abweichend von dem Verhalten der Convallaria-Keime die wachstumsbegünstigende Wirkung des Warmbades auch bei einer nachfolgenden niederen Temperatur (15—20° C) deutlich zur Geltung gelangte.

Auch bei vom Stock getrennten Rebschossen ließ sich ein wachstumsfördernder Einfluß des Warmbades deutlich erkennen. Unerwarteterweise trat dieser aber bei bewurzelten Reben nicht zutage, wohl weil durch eine andere Ursache, nämlich durch den schon tätigen Wurzeldruck, die Ruhe der Knospen aufgehoben wurde.

Die winterliche Ruheperiode, mit der unsere Untersuchung sich allein befaßte, ist bekanntlich nur ein Spezialfall des durch verschiedene Ursachen (Kälte, Wärme, Trockenheit) herbeigeführten Wachstumsstillstandes bei Pflanzen. Nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse wird die Winterruhe nicht durch die niedere Temperatur allein verursacht, sondern sie stellt sich auch dann ein, wenn man die Pflanzen während des Winters in Räume mit für das Wachstum günstigsten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen bringt. Es beruht demnach der Wachstumsstillstand auf einer inneren Beschaffenheit der Pflanze, oder genauer ausgedrückt des Protoplasmas der Sproßanlagen und einiger anderer Meristeme. Über die tieferen Gründe der Ruheperiode, also über die Ursachen, warum z. B. das Wachstum von Sproßgipfeln während einiger Monate des Winters stillsteht, um hernach bei gleichen äußeren Umständen weiterzuschreiten, wollen wir uns hier nicht eingehender äußern. Wenn auch unsere Arbeit etwas zur Lösung dieses Problems beitragen soll, so sind wir uns doch bewußt, noch weit von einem vollen Verständnis entfernt zu sein.

Die winterliche Ruheperiode denken wir uns in der Weise entstanden, daß bei vielen Pflanzen gewisser Gebiete, bei denen durch die winterliche Kälte alljährlich das Wachstum während einiger Monate gehemmt wurde, diese Erscheinung im Laufe langer Zeiten schließlich im Protoplasma fixiert wurde und nun erblich ist, so daß der Stillstand auch dann eintritt, wenn der Einfluß der Winterkälte wegfällt. Es ist aber ganz wohl denkbar, daß bei den verschiedenen Gewächsen diese Fixierung in ungleich hohem Grade eintrat, ja daß sie bei

manchen Gewächsen der gleichen Gegend ganz ausblieb. So finden sich ja auch bei uns Gewächse, die den ganzen Winter hindurch, sowie die Temperatur einigermaßen über 0° steigt, ihr Wachstum fortsetzen (Bellis perennis, Senecio vulgaris, Stellaria media). Andere zeigen eine deutlich ausgeprägte Ruheperiode, jedoch von kürzerer Dauer wie z. B. Haselnuß und Weiden, Kartoffel, bei anderen noch ist sie langandauernd, tiefer und läßt sich selbst durch Ätherisieren oder Warmbad kaum aufheben (z. B. Buche).

Wie sehr übrigens selbst an demselben Zweige die verschieden ausgebildeten Knospen hinsichtlich der Ruheperiode sich verschieden verhalten können, zeigte S. Simon[1]). Wenn die mehrjährigen Basalknospen jederzeit zum Austreiben gebracht werden können, so beweist das nicht, daß sie keine Ruheperiode haben, sondern sie sind, wie der genannte Autor dartut, schon lange aus der Ruheperiode ausgetreten und nur aus anderen Gründen nicht zur Entwicklung gelangt. Die Erfolge der Schneidelungsversuche H. Dingler's[2]) beruhen offenbar auf ähnlichen Verhältnissen. Bei den, nach dem im Sommer vorgenommenen Schneideln (eine Art Entblättern) neu wachsenden Trieben ist natürlich die ganze Entwicklung künstlich verschoben, und es kann nicht überraschen, daß auch die Ruheperiode an den Knospen dieser Triebe später eintritt als an den übrigen. Bei teilweise geschneidelten Bäumen tritt dann recht deutlich hervor, daß man im Grunde nicht von der Ruheperiode eines Baumes, sondern nur von der Ruheperiode einzelner Knospen oder anderer Meristempartien sprechen kann. Das tritt auch deutlich hervor bei Betrachtung der Versuchsergebnisse von G. Klebs[3]), der in seiner Arbeit vielleicht zu scharf das Fehlen einer Ruheperiode aus inneren Gründen hervorhebt. Wenigstens dürfte es heute noch verfrüht sein, die Erscheinung restlos auf chemisch-physikalische Gründe zurückführen zu wollen, wenn dies auch unser Bestreben bleiben muß.

---

1) Untersuchungen über das Verhalten einiger Wachstumsfunktionen, sowie der Atmungstätigkeit der Laubhölzer während der Ruheperiode. Jahrb. f. wissensch. Bot. 1906, Bd. XLIII, pag. 1.

2) Versuche über die Periodizität einiger Holzgewächse in den Tropen. Sitzungsber. d. kgl. bayr. Akad. d. Wissensch., mathem.-physikal. Klasse, pag. 127, 1911.

3) Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. Sitzungsber. der Heidelberger Akad. d. Wissensch., mathem.-naturwissensch. Klasse, 23. Abhandlung, 1911.

Wir gelangen vorläufig eher zu der Anschauung, daß nicht nur Veränderungen in den Stoffwechselvorgängen beim Zustandekommen der Ruheperiode in Betracht kommen, sondern daß auch ein gewisser stabiler Zustand des Protoplasmas dabei eine Rolle spielt. Es liegt in der Natur der Sache, daß gerade der letztere Einfluß sich schwer wird direkt nachweisen lassen, während die Änderungen im Stoffwechsel experimentell eher zu fassen sind.

Daß in ruhenden Pflanzenteilen nur das Wachstum zum Stillstand gebracht ist, während chemische Umsetzungen verschiedener Art selbst in der tiefsten Ruhe weiterschreiten, ist bekannt. Unsere im ersten sowie in diesem zweiten Teil mitgeteilten Versuchsergebnisse haben nun den Beweis geliefert, daß durch das Warmbad in ruhenden Pflanzenteilen nicht nur das Wachstum in Gang gesetzt wird, sondern daß auch die Stoffwechselvorgänge eine Änderung erfahren. Man kann sich nun ganz wohl vorstellen, daß gerade diese Änderung der Stoffwechselvorgänge für das Wachstum erforderlich ist, daß aber andererseits auch die Aufhebung des stabilen Gleichgewichtszustandes des Protoplasmas gestört werden muß, daß also beide Bedingungen erfüllt sein müssen, um einen ruhenden Pflanzenteil zum Wachstum zu veranlassen. Ob die durch das Warmbad direkt herbeigeführte gesteigerte Atmung und andere Stoffwechseländerungen an und für sich den stabilen Zustand des Protoplasmas aufzuheben vermögen, ist nicht ausgeschlossen; andererseits ist aber sicher, daß das einmal in Gang gesetzte Wachstum dann die Stoffwechselvorgänge stark beeinflußt. Die kurz nach dem Warmbad vorgenommene Untersuchung, also zu einer Zeit, da noch keine Wachstumsänderung stattgefunden haben kann, weist aber unzweifelhaft darauf hin, daß die erwähnten Änderungen im Stoffwechsel wenigstens im Anfang unabhängig von Wachstumsvorgängen sind.

Um zu einer richtigen Würdigung dieser Feststellungen zu gelangen, darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß die von uns erwiesenen Änderungen der chemischen Vorgänge nicht allein die ruhenden Meristempartien betreffen, sondern zum Teil auch angrenzende, nicht mehr wachstumsfähige Gewebe, Teile von Reservestoffbehältern usw., und daß andererseits Änderungen im Stoffwechsel durch das Warmbad auch in aus der Ruhe herausgetretenen Pflanzenteilen verursacht werden. Immerhin ist hier die Änderung, wenigstens zum Teil, anderer Art.

Das Warmbad übt, wie wir namentlich in der ersten Abhandlung dargetan haben, unzweifelhaft eine sofort zur Geltung kommende Reizwirkung auf das Protoplasma aus, es zeigt sich dies in einer plötzlichen, aber kurz andauernden beträchtlichen Steigerung der Atmung. Dieser

Reiz ist es wohl, der das Protoplasma aus dem stabilen Gleichgewicht bringt. Die weiteren auf diesen Anstoß folgenden Geschehnisse, also das, was erst einige Tage nach dem Warmbad zu beobachten ist, wie die anhaltende, wenn auch nicht mehr so bedeutende Atmungssteigerung, die verminderte Fähigkeit der Zellen, Zucker aus Stärke oder anderen nicht direkt verwendbaren Stoffen zu bilden, sodann die geschwächte Rückbildung von Zucker in diese Substanzen, ähnliche, die Stickstoffverbindungen betreffenden Änderungen, sind wohl von jenen sofort auftretenden Reizwirkungen zu trennen. Vielleicht sind sie nachträgliche Folgewirkungen dieser, möglicherweise aber ebenfalls direkte Folgen des Vorerwärmens, nämlich solche, die sich auf eine längere Periode erstrecken und im Anfange durch die direkten Reizwirkungen verdeckt werden. Diese Erscheinungen, die mit den bei der natürlichen fortschreitenden Entwicklung, dem Älterwerden der Organe auftretenden Ähnlichkeit besitzen, können in gewissem Sinne als die Folgen einer durch einen starken Reiz zustande gekommenen Schwächung der Protoplasten aufgefaßt werden.

Die Vorgänge, die bei ruhenden Organen erst infolge einer Reizwirkung ausgelöst werden, kommen später ohne eine solche zustande. Bei einer aus dem Ruhezustande ausgetretenen Knospe ist die ersterwähnte, das Protoplasma aus dem stabilen Zustande bringende Reizwirkung, nicht mehr erforderlich; es kann dann ein solcher starker auf das Protoplasma einwirkender Reiz sogar nachteilig sein, worauf ja verschiedene Versuche hinweisen. Infolge des vorgerückteren Entwicklungszustandes (Alters) ist aber auch die Fähigkeit (Kraft) des Protoplasmas, die plastischen Substanzen zu fixieren, ohnehin etwas geringer geworden.

Das Ingangsetzen des Wachstums selbst kann man sich ganz wohl in der Weise vorstellen, daß die ersterwähnte Reizwirkung, die das Protoplasma aus dem stabilen Zustande der Ruhe bringt und der die vorübergehende starke Atmungssteigerung am ersten Tage zuzuschreiben ist, auch den Anstoß zum Wachstum gibt, die dem Wachstum entgegenstehenden Hemmungen auslöst. Doch läßt sich dies kaum nachweisen, da die in der kurzen Zeit von 1—2 Tagen stattfindenden ersten Wachstumsvorgänge jedenfalls nur äußerst gering sein werden. Man wird daher vorläufig wenigstens mit gleicher Berechtigung die Anschauung hegen können, daß das Wachstum erst die Folge der wegen der Reizwirkung veränderten Stoffwechselvorgänge sei und namentlich gefördert werde durch die erwähnten andauernden Änderungen,

die sich u. a. zeigen in vermehrtem Löslichwerden und verminderter Fähigkeit der Fixierung der Baustoffe.

Es kann nicht überraschen, daß nicht nur das Warmbad die vorerwähnten Wirkungen ausübt, sondern daß auch andere starke Einflüsse in ähnlichem Sinne auf die Protoplasten einwirken, wie Kälte, vermehrte Wasserzufuhr, Austrocknen, Äther, Alkohol, Verletzungen usw. Alle diese Reize, von denen bekannt ist, daß sie die Wachstumsruhe von Knospen zu unterbrechen vermögen, haben wohl auch eine sofortige Atmungssteigerung zur Folge; es ist dies nun bei fast sämtlichen direkt erwiesen. Ebenso werden jene Änderungen im Stoffwechsel, die wir als Wirkungen des Warmbades und der Kälteeinwirkung bei verschiedenen Pflanzen nachgewiesen und die Johannsen für das Ätherisieren dargetan, nach unserer Überzeugung auch bei den übrigen erwähnten Eingriffen sich einstellen.

Schweizerische Versuchsanstalt in Wädenswil, März 1912.

Druck von Ant. Kämpfe, Jena.