

Rebel gezogen ist, wohl gerechtfertigt. *Supinaria*, für welche außer Fiume und Wippach wohl das ganze Karstgebiet und sicher auch die im erwähnten Katalog bei *Falconaria* angegebene Provenienz Dalmatien, wahrscheinlich aber auch die Provenienzen Pontus und Taurus als Fluggebiet anzunehmen sein dürften, scheint eine südliche (südöstliche), in zwei Generationen auftretende Lokalform von *Glaucinaria* darzustellen. Als kurze Charakterisierung dieser Form möchte ich vorschlagen:

Alis cinereis, obsolete signatis, subtus fascia exteriore lata obscura, non vel vix albidomaculata.

Über die Wirkung anästhesierender Substanzen auf einige Lebenserscheinungen der Pflanzen.

Von

Dr. Alfred Burgerstein.

(Eingelaufen am 29. Juni 1905.)

Das rege Interesse, welches gegenwärtig die Naturforscher, insbesondere die Pflanzenphysiologen den eigentümlichen Wirkungen entgegenbringen, die Äther und Chloroform auf verschiedene Lebensprozesse auszuüben vermögen, zeigt sich in der relativ großen Zahl von Publikationen, die im Laufe der letzten fünf Jahre erschienen sind und die Beobachtungen über den Einfluß der genannten Anästhetika auf Zellteilung, auf Keimung, Knospentfaltung, Atmung, Saftleitung, Reizbewegung etc. enthalten. Auch praktische Gärtner begannen dem Äther Aufmerksamkeit zuzuwenden, seit W. Johannsen (15) in Kopenhagen bekannt gab, wie es durch Ätherisierung möglich ist, Holzpflanzen, insbesondere gewisse Fliederarten, um mehrere Wochen früher (zum Teil auch schöner) zum Blühen zu bringen, als nach den bisherigen Methoden der Frühreiberei. Die Lektüre von Johannsens Broschüre „Das Ätherverfahren beim Frühreiben“ regte auch mich an, einige Erfahrungen

zunächst über die Wirkung des Äthers (Äthyläthers) und Chloroforms, dann auch anderer anästhesierender Substanzen, wie z. B. Chloräthyl, Amylenhydrat, Essigäther, auf Erscheinungen des Pflanzenlebens zu sammeln. Die Versuche, deren Resultate ich im folgenden mitteile, wurden in der hiesigen biologischen Versuchsanstalt gemacht.

I. Knospenaustrieb bei Laubbälzern.

Wie wohl allgemein bekannt, gelang es Johannsen, verschiedene Holzpflanzen von hortikulturellem Werte durch Ätherisierung um 3—6 Wochen früher zum Austreiben und Blühen zu bringen, als dies bisher ohne Äther möglich war. Eingehende Untersuchungen über den Gegenstand wurden (nach Johannsens Methode) in den Jahren 1900—1904 im königlichen botanischen Garten zu Dresden (8) ausgeführt und veröffentlicht.

Meine „Treibversuche“ wurden im Laufe des verflossenen Winters durchwegs mit abgeschnittenen Zweigen gemacht. Von solchen wurden immer mehrere (derselben Pflanzenart) zu einem Bündel zusammengebunden, die Schnittflächen mit feuchtem Moos umhüllt und dieses mit Wachsleinwand verbunden. Die so hergerichteten Zweigbündel kamen behufs Ätherisierung in Ermangelung eines „Ätherkastens“ in 54 cm hohe Glaszylinder von 28 dm³ Rauminhalt. Zur Deckung diente eine am Rande abgeschliffene Scheibe aus starkem Glas, auf deren einen Seite in der Mitte ein Watabausch aufgeklebt war. Auf diesen wurde der Äther ausgegossen, worauf sofort der Verschluss erfolgte. Damit dieser möglichst vollkommen sei, war der Zylinderrand mit Unschlitt bestrichen; außerdem wurde über die Glasscheibe ein Wachstuch in doppelter Lage gebunden. Die Ätherdosis wurde mit ca. 40 cm³ pro hl Luft-raum bemessen („40 pro hl.“).

Von dem Rauminhalte des Ätherisierungsbehälters ist selbstredend das Volum der eingestellten Pflanzen (samt Zugehör) in Abzug zu bringen. Ich glaube der Wahrheit ziemlich nahe gekommen zu sein, wenn ich bei den erwähnten Zylindern den Nettoluftraum mit 25 Liter annahm. Demgemäß wurde der Watabausch mit 10 cm³ Äther getränkt, was 40 cm³ pro hl Luftraum ent-

spricht.¹⁾ Nach 48 Stunden wurden die Zweige herausgenommen und nach Bloßlegung der Schnittflächen gleich den ebenso behandelten, jedoch nicht ätherisierten Kontrollzweigen in mit Wasser halbgefüllten Gläsern im Warmhause aufgestellt. Dessen Temperatur schwankte bei Tage zwischen 19—21° C. und sank bei Nacht auf 15—16°.

In der ersten Versuchsreihe wurden Zweige von *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* und *Ulmus campestris* am 15. Dezember ätherisiert und am 17. Dezember zur Beobachtung aufgestellt.

Acer: Bei den ätherisierten Zweigen begannen die Knospen nach 10, bei den nicht ätherisierten erst nach 17 Tagen auszutreiben; am 19. Jänner waren bei diesen die Knospen bis 15 mm Länge herangewachsen; die ätherisierten Zweige hatten Triebe bis 35 mm Länge mit 4—6 Blättchen entfaltet.

Fraxinus: Bei den ätherisierten trieben einzelne Terminalknospen nach 23—25 Tagen, bei den nicht ätherisierten nach 30—34 Tagen aus.

Ulmus: Die Knospen der ätherisierten Zweige begannen nach 11—12 Tagen, die der Kontrollzweige nach 14—15 Tagen sich zu öffnen; nach fünf Wochen hatten die ätherisierten Zweige etwa 40 mm lange, frische Sprosse, die nicht ätherisierten nur 25—30 mm lange, zum teil turgorschwache Triebe ausgebildet.

Zwischen dem 7. bis 15. Jänner wurden abgeschnittene Zweige von *Ailanthus glandulosa*, *Aesculus Hippocastanum*, *Betula alba*, *Bignonia Catalpa*, *Cydonia vulgaris*, *Cornus sanguinea*, *Elaeagnus angustifolia*, *Ligustrum vulgare*, *Philadelphus coronarius*, *Platanus* und *Robinia Pseudacacia* ebenso ätherisiert. Bei *Betula*, *Cydonia*, *Ligustrum* und *Robinia* hatte dieses Verfahren eine beschleunigende Wirkung auf den Laubausbruch; einer der ätherisierten *Robinia*-Zweige produzierte Mitte Februar eine gut entwickelte Infloreszenz. (Bei uns belaubt sich der Baum bekanntlich

¹⁾ Die Äthermenge kann entweder nach Gewicht oder nach Volumen genommen werden: 1 g Äther = 1.4 cm³; 1 cm³ flüssigen Äthers = 0.72 g. Ich nahm die Dosierung immer nach cm³ vor. Johannsen empfiehlt für Sträucher 30—40 g Äther, was 42—56 cm³ flüssigem Äther entspricht. Das Äthergefäß ist immer im obersten Teile des Ätherisierungsraumes anzubringen.

erst Mitte Mai). Bei den anderen Arten war fast kein Unterschied in der Knospenentfaltung zu bemerken; die ätherisierten Zweige trieben zu derselben Zeit aus wie die Vergleichszweige und zeigten auch später anscheinend gleiches Verhalten. Bei *Catalpa* hatte die Ätherisierung sogar eine retardierende Wirkung; nach drei Wochen waren die nicht ätherisierten Vergleichspflanzen den ätherisierten in der Belaubung auffallend voraus.

Wie schon Johannsen fand, reagieren verschiedene Holzpflanzen während der Vegetationsruhe (Vor-, Mittel-, Nachruhe) in verschiedener Weise auf Ätherisierung; nach dem im Dresdener botanischen Garten gesammelten Erfahrungen wirkt Ätherisierung z. B. vorteilhaft auf *Syringa vulgaris*, *Viburnum Opulus* und *Staphylea colchica*; in geringerem Maße auf *Prunus sinensis*, *Azalea mollis* und *Viburnum tomentosum*; Deutzien, *Prunus triloba* und *Spiraea prunifolia* zeigten sich in den Monaten Oktober—November unabhängig von der Ätherwirkung oder wurden durch dieselbe sogar in der Entwicklung verzögert. Neben der Pflanzenart spielt eben hier die Zeit der Ätherisierung eine wichtige Rolle. „Wenn die Ruheperiode ganz vorüber ist, — bemerkt Johannsen — hat das Ätherisieren vor dem Treiben keinen Einfluß, ja scheint sogar das Hervorwachsen der Triebe ein wenig zu verlangsamen.“

Meine zwischen dem 7. bis 15. Jänner gemachten Ätherisierungen waren, wie ich glaube, im allgemeinen verspätet eingeleitet; ich beabsichtige deshalb auch, die Versuche heuer fortzusetzen und mit der Ätherisierung schon im Oktober zu beginnen.

II. Zwiebeln.

„Für Zwiebelgewächse — meint Johannsen — wird kaum etwas von Bedeutung zu gewinnen sein; meine Erfahrungen mit der Tulpensorte La Reine sind derart, daß höchstens 8—12 Tage gewonnen werden können.“ Der Autor gibt noch für Tulpenzwiebeln an, daß dieselben erst nach beendeter Wurzelentwicklung zu ätherisieren sind (20—25 g oder 28—35 cm³ pro hl Luftraum).¹⁾

¹⁾ Die zweite, wesentlich erweiterte Auflage von Johannsens „Äther-Verfahren“, die mir einige Tage vor der Satzkorrektur der vorliegenden Abhandlung zukam, enthält neue, vielfach modifizierte Experimente dieses Autors

Ich ätherisierte Zwiebeln von Tulpen, Narzissen und *Allium Cepa* schon vor der Wurzelentwicklung, da ich sehen wollte, wie die Ätherisierung auf die Wurzelbildung wirkt und ob bei *Allium Cepa* die Blätter zugleich mit oder schon vor den Wurzeln austreiben.

Am 8. Dezember wurden je acht gesunde Zwiebeln (a) der genannten Pflanzen durch 48 Stunden ätherisiert, beziehungsweise chloroformiert (30 cm³ pro hl); acht andere Zwiebeln (b) wurden zweimal 24 Stunden ätherisiert (dazwischen 24 Stunden in normaler Luft gehalten); acht ohne Vorbehandlung belassene Zwiebeln (c) dienten zum Vergleich. Am 11. Dezember wurden alle Zwiebeln in mit sandiger Erde gefüllten Töpfen angebaut und bei mäßiger Feuchthaltung im Warmhause aufgestellt.

Es sei gleich bemerkt, daß während der Chloroformierung sämtliche Zwiebeln (bei gleichzeitiger Mißfärbung der Blätter) getötet wurden; die folgenden Angaben beziehen sich daher auf die Ätherwirkung.

Die Tulpenzwiebeln begannen vom 12. Jänner an auszutreiben; irgend ein besonderer Unterschied zwischen den ätherisierten und den nicht ätherisierten war weder in der Zeit des Austreibens noch in der Schnelligkeit des Blattwachstums wahrzunehmen. Alle hatten Wurzeln gebildet, zur Blüte kam, offenbar infolge des forzierten Treibens im Warmhause, keine.

Von den Narzissen hatten anfangs Februar die ätherisierten Zwiebeln um circa eine Woche früher ausgetrieben. Die Blattlänge betrug Ende April bei den Pflanzen mit ätherisierten Zwiebeln im Mittel 25 cm, bei den Kontrollpflanzen 18 cm. Alle hatten sich reichlich bewurzelt.

Die Versuche mit Tulpen-, Narzissen- und vielleicht auch anderen Zwiebeln dürften im nächsten Winter wiederholt werden; hierbei sollen Zwiebeln, nachdem sie sich (im Kalthause) bewurzelt hatten, der Äthernarkose unterworfen werden.

Bei den *Allium*-Zwiebeln (eine kleine, rote Sorte) begannen die nicht ätherisierten nach 11 Tagen, die ätherisierten erst nach

mit der Tulpensorte „La Reine“, aus denen hervorgeht, daß bei entsprechender „Vorbereitungszeit“ der Zwiebeln, der Wahl der Ätherdosis etc. gute Resultate durch Ätherisierung erzielt werden können.

14 Tagen (mittlerweile gut eingewurzelt) auszutreiben. Bei der Weiterentwicklung blieb auch das Blattwachstum der ätherisierten Exemplare zurück und als der Versuch nach 4 Wochen unterbrochen wurde, betrug die Länge der größten Blätter im Mittel: $a = 22.4$, $b = 24.2$, $c = 28.1$ cm.

Am 12. Jänner wurden wieder je acht Speisezwiebeln (*Allium Cepa*) derselben Sorte, und zwar durch nur 24 Stunden ätherisiert, resp. chloroformiert (30 pro hl). Auch in diesem Falle wurden durch die Chloroformnarkose alle Zwiebeln getötet. Die ätherisierten Zwiebeln begannen nach 14, die nicht ätherisierten schon nach 10 Tagen auszutreiben. Am 6. Februar war (bei sonst normalem Aussehen) die Blattlänge der ersteren 23.3 cm, die der letzteren 17.2 cm.

Am 20. Jänner wurden acht *Cepa*-Zwiebeln durch 8 Stunden chloroformiert (30 pro hl) und auch getötet; statt Laubausbruch trat Fäulnis ein. Das Gesamtergebnis ist daher folgendes: Eine 48stündige Ätherisierungsdauer (Dosis 30 cm³ Äther pro hl Luftraum) übte auf Zwiebeln der Tulpe augenscheinlich keinen Einfluß aus; Narzissen trieben um etwa eine Woche früher, Küchenzwiebel (auch nach 24stündiger Ätherisierung) um 3—4 Tage später aus als die ohne vorübergehende Ätherisierung angebauten Zwiebeln.

In einer Atmosphäre von demselben Prozentgehalt an Chloroform gingen sämtliche Zwiebeln (*Allium Cepa* schon nach acht Stunden) zugrunde. Die Innengewebe wurden grau und behielten gelangend intensiven Chloroformgeruch.

III. Samenquellung.

Vor nunmehr 22 Jahren habe ich beobachtet,¹⁾ — es zeigten dies sowohl Gewichts- als auch volumetrische Bestimmungen — daß bei der Quellung von Samen (*Phaseolus*, *Pisum*, *Zea*) in Kampferwasser (1:1000) eine raschere und größere Flüssigkeitsaufnahme stattfand, als bei jenen Samen, die unter sonst gleichen Umständen in destilliertem Wasser lagen.

¹⁾ In diesen „Verhandlungen“, Jahrg. 1884.

Ich dehnte nun die Versuche auch auf andere Flüssigkeiten aus. Benützt wurden hierbei sogenannte Pulvergläser von ca. 300 cm^3 Inhalt (mit gut eingeriebenen Glasstöpseln), die mit destilliertem Wasser, beziehungsweise mit 200 cm^3 d. W. und einem Zusatz von 2, 4, 6 cm^3 der Untersuchungsflüssigkeit gefüllt waren. Es wurde eine abgezählte Menge (meist 100) lufttrockene Samen (mit Ausschluß irgendwie lädierter oder abnorm aussehender Exemplare) gewogen und in die Flüssigkeit gebracht. Die Gläser wurden nach Verschluss noch mit Wachsleinen verbunden und dann horizontal gelegt, damit alle Samen möglichst gleichmäßig der Quellung ausgesetzt wären. Nach 6, resp. 16 Stunden wurden die gequollenen Samen herausgenommen und zwischen gutem, 2—3mal erneuertem Filterpapier so lange gehalten, bis sie äußerlich trocken erschienen; hierauf erfolgte die zweite Wägung. Die Gewichts Differenz wurde dann in Prozenten des Anfangsgewichtes umgerechnet. In der folgenden Tabelle bedeutet D. W. die prozentische Gewichtszunahme der Samen in destilliertem Wasser, I, II, III jene in d. W. plus 1, 2, 3 Volumprocente von Äther, Chloräthyl etc.

a) Dauer der Quellung 6 Stunden.

Äther.	D. W.	I	II	III
<i>Phaseolus</i>	76·2	78·5	78·3	75·0
<i>Pisum</i>	58·2	57·2	56·6	56·1
<i>Helianthus</i>	61·1	66·1	60·7	49·4
Chloräthyl.				
<i>Pisum</i>	61·1	57·8	55·2	51·2
<i>Helianthus</i>	54·9	55·8	56·4	55·3
Amylenhydrat.				
<i>Phaseolus</i>	74·1	73·2	67·8	—
<i>Pisum</i>	65·0	67·8	69·6	—
<i>Zea Mais</i>	18·8	20·4	16·8	—
Essigäther.				
<i>Phaseolus</i>	71·6	70·2	49·3	51·2
<i>Pisum</i>	59·8	53·4	54·2	51·4
<i>Helianthus</i>	57·7	44·8	42·7	42·5
<i>Zea Mais</i>	18·2	16·5	17·7	17·2

Chloroform.		D. W.	I	D. W.		I
<i>Phaseolus</i>	. . .	71·7	78·6	<i>Cucurbita</i>	. . .	43·7 44·0
<i>Pisum</i>	. . .	64·7	71·5	<i>Zea Mais</i>	. . .	16·9 19·5
<i>Helianthus</i>	. . .	55·3	57·0	<i>Vicia Faba</i>	. . .	12·6 15·5

b) Dauer der Quellung 16 Stunden.

Äther.	D. W.	I	II	III	
<i>Phaseolus</i>	. . .	90·7	88·6	89·3	85·4
<i>Phaseolus</i>	. . .	91·7	88·2	89·0	84·5
<i>Helianthus</i>	. . .	76·9	78·8	72·9	70·1
<i>Zea Mais</i>	. . .	24·5	26·1	27·4	27·8
Amylenhydrat.					
<i>Helianthus</i>	. . .	75·2	69·2	65·8	63·4
<i>Zea Mais</i>	. . .	24·7	26·8	28·2	25·9
Essigäther.					
<i>Helianthus</i>	. . .	73·2	50·2	49·7	49·2
<i>Zea Mais</i>	. . .	23·8	22·7	21·0	22·2

In Lösungen des Äthers verhielten sich die Samen verschieden. Bei *Phaseolus* zeigte sich in den ein- und zweiprozentigen Lösungen nach sechs Stunden eine etwas stärkere, nach 16 Stunden eine wenig schwächere Quellung als im destillierten Wasser; bei *Helianthus* trat in beiden Fällen in der einprozentigen Lösung eine stärkere, in den höherprozentigen Lösungen eine schwächere Quellung ein als im destillierten Wasser; bei *Pisum* war nach sechs Stunden die Flüssigkeitsaufnahme in allen Konzentrationen kleiner, bei *Zea Mais* dagegen größer als im destillierten Wasser.

In Lösungen des Chloräthyls wurde — wie beim Äther — bei Erbsen die Quellung verzögert, bei *Helianthus* beschleunigt.

Das Amylenhydrat ergab je nach der Samenart und dem Konzentrationsgrad der Lösung ungleiche Resultate.

In Lösungen des Essigäthers fand unter den Versuchsbedingungen in allen Fällen eine langsamere Flüssigkeitsaufnahme gegenüber den Samen im destillierten Wasser statt.

Vom Chloroform wurden, da dieses sich nicht im Wasser löst, nur Flüssigkeiten, bestehend aus 1 cm³ Chloroform auf je

100 cm^3 destilliertes Wasser verwendet. Alle sechs darauf geprüften Samenarten nahmen in derselben Zeit von diesem „Chloroformwasser“ mehr auf als die Kontrollsamensamen destilliertes Wasser; gleichzeitig wurden jedoch sämtliche Samen mit Ausnahme jener von *Helianthus* durch das Chloroform getötet.

IV. Samenkeimung.

Coupin (4) hat gefunden, daß ein circa vierwöchentlicher Verschuß trockener Getreidefrüchte (blé de Bordeaux) in einer mit Chloroformdampf, und von trockenen Kleesamen in einer mit Ätherdampf gesättigten Luft keine wahrnehmbare Schwächung des Keimvermögens hervorzurufen imstande war. Bedeutend erwies sich jedoch der Einfluß des Äthers auf quellende, resp. gequollene Samen von Lupine, Klee, Wicke, Buchweizen, Gerste, Mais, Hanf. Bei einer Dosis von 1 cm^3 Äther auf 10 l Luft (also 10 pro hl) erfolgte Keimung wie in normaler Luft; bei 2 cm^3 wurde die Keimung wenig, bei 3 cm^3 stark verzögert; in einer Luft mit 3·5 cm^3 Äther (35 pro hl) kamen nur die Kleesamen über den Anfang der Keimung.

Daraus schloß Coupin, daß die anästhesierenden Dämpfe ohne Einfluß auf das Protoplasma im Zustande des latenten Lebens seien, während durch Feuchtigkeitsaufnahme wiederbelebte Samen diesbezüglich sehr empfindlich sind. Es ist a priori wahrscheinlich, daß wasserreiches, im aktiven Zustande befindliches Plasma durch Äther- oder durch Chloroformdämpfe stärker affiziert wird als im wasserarmen, ruhenden Zustande; dagegen ist die Ansicht Coupins, „que les vapeurs anesthésiques mêmes saturés sont sans action sur le protoplasm à l'état de vie ralentie“, nicht richtig. Denn B. Schmid (27) hat gezeigt, daß Chloroformdämpfe auch auf Plasma im latenten Zustande ein tödliches Gift sind und daß die Erhaltung des Keimvermögens einer Samenart in Chloroformgas abhängig ist von der spezifischen Durchlässigkeit der Samenschale für dieses Gas.

Townsend (30) legte Samen von *Zea*, *Avena*, *Phaseolus* und *Cucurbita*, nach 24stündiger Quellung in reinem Wasser zwischen Löschpapier gehalten, in Glaskammern von 4 l Rauminhalt aus, die durch Wasser mit Ätherzusatz (1, 2·5, 5, 10 cm^3 Äther in 100 cm^3 Wasser) dunstgesättigt erhalten wurden. Es ergab sich, daß bei

1 cm^3 Äther die Keimzeit beschleunigt, bei höherem Äthergehalte dagegen verzögert wurde, ferner, daß sich das Keimprozent mit der Zunahme der Äthermenge verminderte.

In einer anderen Serie von Versuchen setzte Townsend (31) trockene Samen (zumeist *Secale*, *Triticum*, *Phaseolus*) der Einwirkung von Blausäuregas aus, das aus $2KCN + H_2SO_4$ in einer luftdicht schließenden Büchse erzeugt wurde. Die Menge des Cyanwasserstoffgases betrug $\frac{1}{3}$ (resp. 1) Gramm pro Kubikfuß Luftraum. Nach einer Expositionsdauer von 60 Tagen betrug das Keimprozent 100, nach 153 Tagen noch 75 (resp. 60), nach 240 Tagen 50 (10), nach 365 Tagen 20 (0) Prozent. Viel schädlicher zeigte sich der Einfluß der Blausäure auf vorher (durch 12—36 Stunden) gequollene Samen.

Auch ich führte eine Anzahl von Keimversuchen aus und hatte dieselben fast schon beendet, als ich mit den eben besprochenen Abhandlungen von Coupin und Townsend bekannt wurde.

a) Trockene Samen.

Lufttrockene Samen von *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Ervum Lens*, *Vicia sativa*, *Cucurbita Pepo*, *Helianthus annuus* und *Zea Mais* wurden durch 24 Stunden ätherisiert, resp. chloroformiert; die Dosis betrug 20, 40 und 80 cm^3 pro *hl* Luftraum. Hierauf wurden die Samen in normale Luft gebracht, in Keimschalen ausgelegt und im Warmhause aufgestellt.

Durch die Ätherisierung wurde in allen Fällen die Keimung beschleunigt, das Keimprozent weder erhöht noch vermindert. Durch eine 24stündige Chloroformierung trockener Samen wurde die Keimgeschwindigkeit in manchen Fällen (*Avena*, *Zea*, *Pisum*, *Phaseolus*) beschleunigt, in anderen (*Cucurbita*, *Helianthus*) verzögert, das Keimprozent unbedeutend vermindert.

Ich teile nur eine Versuchsreihe mit, in welcher trockene Samen vor der Aussaat durch 24 Stunden in einer Atmosphäre mit 80 cm^3 Äther oder Chloroform pro *hl* Luftraum eingeschlossen waren. Die freien Zahlen bedeuten das Keimprozent nach zwei — bei *Cucurbita* und *Zea* nach drei — Tagen, die eingeklammerten Zahlen das Keimprozent überhaupt.

Wirkung anästhesierender Substanzen auf Lebenserschein. d. Pflanzen. 253

	Normal	Äther	Chloroform
<i>Avena</i> . . .	22 (86)	64 (86)	34 (71)
<i>Cucurbita</i> . . .	8 (93)	22 (89)	12 (80)
<i>Ervum</i> . . .	97 (100)	96 (99)	90 (98)
<i>Helianthus</i> . . .	43 (95)	44 (92)	32 (82)
<i>Phaseolus</i> . . .	4 (100)	12 (96)	11 (92)
<i>Pisum</i> . . .	2 (98)	16 (99)	18 (97)
<i>Vicia</i> . . .	42 (94)	63 (97)	46 (93)
<i>Zea</i>	8 (93)	22 (90)	12 (81)

b) In Wasser gequollene Samen.

Die oben angeführten Samenarten wurden nach 24stündiger Quellung in destilliertem Wasser durch acht Stunden ätherisiert. Hierbei bewirkte eine Ätherbeigabe, geboten durch Verflüchtigung von 40 cm^3 flüssigen Äthers, eine schwache, eine solche von 80 cm^3 pro hl Luftraum eine bedeutende Depression der Keimkraft, die sich sowohl in einer Verzögerung des Aufkeimens als auch in einer Verminderung des Keimprozentages zeigte. In der Luft mit 80 cm^3 Ätherzusatz hatten die Keimlinge vielfach ein abnormes Aussehen: bei *Vicia* und *Phaseolus* wuchsen die Wurzeln äußerst langsam, bei *Ervum* waren Wurzeln und Epikotyle häufig verkrümmt; fast alle Erbsenpflänzchen blieben wurzellos, indem nur die Epikotyle austrieben.

Von den im gequollenen Zustande durch acht Stunden ätherisierten Samen keimten nach zwei, bei *Cucurbita* und *Zea* nach drei Tagen (und überhaupt):

	Normal	Äther 40 pro hl	Äther 80 pro hl
<i>Cucurbita</i> . . .	23 (87)	17 (83)	6 (68)
<i>Ervum</i> . . .	98 (100)	92 (94)	12 (80)
<i>Helianthus</i> . . .	41 (83)	40 (68)	12 (56)
<i>Phaseolus</i> . . .	6 (91)	8 (72)	1 (21)
<i>Pisum</i> . . .	90 (98)	85 (97)	12 (80)
<i>Vicia</i> . . .	95 (96)	81 (84)	6 (48)
<i>Zea Mais</i> . . .	60 (91)	56 (82)	0 (61)

Sehr schädlich erwies sich der Einfluß des Chloroforms. Durch achtstündige Einschließung gequollener Samen in

eine Luft mit nur 20 cm^3 Chloroform pro *hl* Luftraum wurde mit Ausnahme von *Helianthus*, die fast so gut wie in normaler Luft keimten, die Keimzeit bedeutend retardiert; die Zahl der überhaupt keimfähig gebliebenen Samen betrug 0—10 Prozent. Bei einer Dosis von 40 cm^3 Chloroform pro *hl* Luftraum wurden alle Samen mit Ausnahme von *Helianthus* getötet.

Meine Versuche mit gequollenen Samen sind mit denen von Coupin und Townsend direkt nicht vergleichbar. Denn diese Autoren prüften die Keimung gequollener Samen in einer mit Ätherdampf erfüllten feuchten Luft; ich hingegen untersuchte, vergleichend mit normalen Verhältnissen, das Keimvermögen von Samen, die nach vorhergegangener Ätherisierung im gequollenen Zustande gewöhnlicher Luft ausgesetzt waren. Allerdings war diese Luft infolge der Verflüchtigung des in den Samen enthaltenen Äthers oder Chloroforms anfangs nicht ganz „rein“.

Vor Jahren sammelte ich Beobachtungen über die Abnahme des Keimvermögens von (eigenhändig geernteten) Getreidefrüchten mit Zunahme ihres Alters.¹⁾ Von dem damaligen Materiale besaß ich noch Haferproben aus den Jahren 1885, 1886 und 1888. Bezüglich dieser Getreideart fand ich seinerzeit, daß die Früchte bei guter Aufbewahrung nach 15 Jahren noch zu 75—80 Prozent, nach 16 Jahren noch zu 72—75 Prozent keimfähig waren. Es interessierte mich, zu erfahren, welchen Effekt die Ätherisierung auf die Keimkraft dieser alten (heuer 17—20jähriger) Samen ausüben würde.

Die Haferkörner wurden nach zwölfstündiger Quellung in je drei gleiche Portionen (à 70 Stück) geteilt, von denen die eine einer Atmosphäre mit 10 cm^3 , die zweite einer solchen mit 20 cm^3 Äther pro *hl* Luftraum durch acht Stunden ausgesetzt wurde, die dritte zum Vergleiche diente. Es keimten vier Tage nach der Aussaat (resp. überhaupt):

Hafer	normal	10 pro <i>hl</i>	20 pro <i>hl</i>
17jährig . . .	41 (57)	16 (23)	11 (18)
19 „ . . .	8 (42)	7 (16)	8 (15)
20 „ . . .	5 (18)	1 (1)	2 (2)

¹⁾ In diesen „Verhandlungen“, Jahrg. 1895 und 1901.

Die Ätherisierung übte somit auf diese alten Samen einen schädlichen, die Keimkraft schwächenden Einfluß aus. Es ist dies deshalb bemerkenswert, weil eine Dosis von nur 10 cm^3 Äther pro hl Luftraum auf frische (einjährige) Samen selbst nach vorausgegangener 24stündiger Quellung nicht ungünstig einwirkt.

c) In Wasser mit Zusatz von Äther oder Chloroform gequollene Samen.

In der folgenden Serie von Versuchen wurden je 100 Samen in Flüssigkeiten, bestehend aus 200 cm^3 destilliertem Wasser und 2, 4 oder 6 cm^3 flüssigen Äthers etc. durch 16 Stunden belassen und dann zum Keimen ausgelegt. Die Zahl der erschienenen Keimlinge betrug bei *Phaseolus* nach einem Tage, bei *Helianthus* und *Zea* nach zwei Tagen, ferner (in Klammern gestellt) nach Beendigung des Versuches:

Äther.	D. W.	1%	2%	3%
<i>Phaseolus</i>	95 (97)	77 (98)	62 (98)	30 (98)
<i>Helianthus</i>	71 (78)	57 (74)	65 (68)	52 (65)
<i>Zea Mais</i>	23 (86)	35 (90)	20 (85)	12 (86)
Amylenhydrat.				
<i>Helianthus</i>	34 (70)	33 (65)	10 (41)	10 (34)
<i>Zea Mais</i>	69 (88)	87 (88)	65 (86)	55 (87)
Chloroform.				
<i>Phaseolus</i>	74 (98)	0	0	0
<i>Helianthus</i>	46 (75)	37 (58)	36 (57)	41 (72)
<i>Zea Mais</i>	60 (78)	0	0	0

Bei *Phaseolus*-Samen wurde infolge der 16stündigen Quellung in Ätherwasser das Auskeimen verlangsamt, das Keimprozent jedoch nicht vermindert. Chloroform tötete alle Samen; zwischen Testa und Cotylen sammelte sich Chloroformwasser an, letztere wurden gelb, übelriechend und gingen bald in Fäulnis über.

Bei *Helianthus*-Samen wurde die Keimkraft in den wässerigen Lösungen des Äthers und des Amylenhydrates geschwächt.

Maissamen keimten nach Einquellung in einprozentigen Lösungen des Äthers und des Amylenhydrates rascher, in den zwei-

und dreiprozentigen Lösungen langsamer und mit geringerem Prozentsatz als nach Einquellung im destillierten Wasser. Durch Zusatz von Chloroform zum Quellwasser wurde die Lebenskraft aller Maissamen („Pferdezahnmais“) vernichtet. Das ganz verschiedene Verhalten der *Phaseolus*- und Mais-Samen einerseits und der *Helianthus*-Samen andererseits gegenüber dem Chloroform zeigt den großen Unterschied der Durchlässigkeit der Samenschale für dieses Gas.

Wie giftig das Chloroform gegenüber dem Äther auf manche (wohl die meisten) Samen wirkt, ergibt sich aus folgendem: In den eben genannten Versuchen wurde *Phaseolus* nach 16stündigem Aufenthalte in einer Flüssigkeit, die auf 100 cm^3 Wasser 1 cm^3 Chloroform enthielt, getötet. Ich ließ nun in einer ebensolchen Flüssigkeit *Phaseolus*-Samen *a*) nur 2 Stunden, *b*) nur 1 Stunde liegen und setzte sie dann sonst guten Keimungsbedingungen aus; im Falle *a* blieb jede Keimung aus, im Falle *b* keimten bloß 3 Prozent. Von Samen endlich, die durch eine Stunde in einer Mischung von 100 cm^3 Wasser + 0.5 cm^3 Chloroform belassen wurden, keimte etwa der dritte Teil schwer und zum Teil unter abnormen Erscheinungen.

V. Längenwachstum der Hypokotyle.

Bei den schon in der Einleitung erwähnten Versuchen von Townsend, in welchen die Entwicklung von Keimpflanzen in einer Luft beobachtet wurde, die durch Wasser mit Ätherzusatz (0, 1, 2.5, 5, 10 cm^3 pro 100 cm^3 Wasser) feucht und ätherhaltig erhalten wurde, bestimmte der Autor auch das Längenwachstum der Wurzeln und fand, daß dieses mit der Zunahme der Äthermenge retardiert wurde. Die Endlänge der Wurzeln betrug beispielsweise (im Mittel): bei *Phaseolus* 18, 15, 8, 6, 0 mm ; bei *Zea* 35, 20, 12, 8, 0 mm . — Bei *Phaseolus*, *Triticum*, *Secale* wurde das Wachstum der Keimpflanzen nach 15—60stündiger Einwirkung von Blausäuregas ($\frac{1}{3}$ g pro Kubikfuß) auf trockene Samen beschleunigt, nach 153tägigem Verweilen in dem genannten Gase nur wenig, nach 240tägigem Kontakt stark reduziert. Es ist jedenfalls auffallend, daß die Lebenskraft der Samen nach fünfmonatlichem Verweilen in dem so giftigen Cyanwasserstoffgase nur ganz unwesentlich geschwächt wurde.

Bei Johannsen finde ich die einzige lakonische Stelle: „Während des Ätherisierens (von Tulpenzwiebeln) geschieht ein enormes Wachstum.“

Ich führte eine Reihe von Versuchen in folgender Weise durch: Bei Keimpflanzen von *Phaseolus*, *Cucurbita* und *Helianthus*, die in Töpfen erzogen waren, wurden zur Zeit, als das Hypokotyl noch in vollem Wachstum war, zunächst die, in der Entwicklung zurückgebliebenen und ebenso die auffallend lang gewordenen Keimlinge entfernt. An den (per Topf meist sechs) übrig gebliebenen, ziemlich gleich aussehenden Exemplaren wurden in derselben Region des Hypokotyles zwei Tuschmarken übereinander angebracht und die Länge der markierten Stücke gemessen, worauf die so vorbereiteten Pflanzen behufs Ätherisierung in die früher erwähnten Glaszylinder eingeschlossen wurden, die dann unter große (ca. 1 m³ fassende) Behälter aus schwarz gestrichenem Eisenblech im Warmhause zur Aufstellung kamen. Die den Versuchspflanzen verabreichten Mengen an Äther, Chloroform etc.¹⁾ betragen 4, 8 oder 12 cm³ pro hl Luftraum. Nach 24 Stunden wurde der Markenabstand der Hypokotyle neuerdings gemessen und der prozentische Längenzuwachs berechnet. Da mir nur drei Zylinder zur Verfügung standen, konnten nur drei parallele Beobachtungen gleichzeitig gemacht werden.

Die Zahlen der nachstehenden Tabelle drücken den 24stündigen (mittleren) prozentischen Längenzuwachs des gemessenen Hypokotylstückes aus. N. = normale Luft, 4, 8, 12 Luft mit beziehungsweise 4, 8, 12 cm³ flüssigen Äther etc. pro hl Luftraum.

Äther.	N.	4	8	12
<i>Phaseolus</i> . .	{ 25·5	34·1	—	22·9
	{ 26·3	38·4	25·5	—
	{ 79·2 ²⁾	125·0	105·5	—

¹⁾ Bei den verwendeten Flüssigkeiten können folgende Relationen (im flüssigen Zustande) angenommen werden: Amylenhydrat: 1 cm³ = 0·8 g; 1 g = 1·25 cm³. — Essigäther: 1 cm³ = 0·91 g; 1 g = 1·1 cm³. — Chloräthyl: 1 cm³ = 0·92 g; 1 g = 1·09 cm³. — Äther: 1 g = 1·4 cm³; 1 cm³ = 0·72 g. — Chloroform: 1 cm³ = 1·5 g; 1 g = 0·67 cm³.

²⁾ Epikotyl (erstes Internodium).

	N.	4	8	12
<i>Cucurbita</i> . . .	48·2	70·8	—	37·0
	51·2	—	38·1	24·0
	70·3	90·6	82·0	—
<i>Helianthus</i> . . .	66·7	68·4	25·1	—
	59·1	62·7	—	11·5
Chloräthyl.				
<i>Phaseolus</i> . . .	22·2	20·0	—	16·1
<i>Cucurbita</i> . . .	50·9	82·9	60·2	—
<i>Helianthus</i> . .	83·2	96·5	—	55·6
Amylenhydrat.				
<i>Phaseolus</i> . . .	25·0	17·2	—	0
<i>Cucurbita</i> . . .	46·9	23·6	—	5·0
<i>Helianthus</i> . .	67·7	13·1	2·1	—
Essigäther.				
<i>Phaseolus</i> . . .	27·7	9·0	7·6	—
<i>Cucurbita</i> . . .	47·2	15·1	9·6	—
<i>Helianthus</i> . .	62·2	14·6	8·2	—
Chloroform.				
<i>Phaseolus</i> . . .	28·2	1·5	0	—
<i>Cucurbita</i> . . .	50·2	1·5	0	—
<i>Helianthus</i> . .	62·3	0	0	—

Aus den vorstehenden Zahlen ergibt sich: Durch eine geringe der Luft zugesetzte Äthermenge wurde das Längenwachstum des Hypokotyls beschleunigt, durch eine größere hingegen verzögert. Stark war die Beschleunigung bei *Cucurbita*, relativ schwach bei *Helianthus*. — Ähnlich dem Äther verhielt sich das Chloräthyl. — In Luft, die Amylenhydrat oder Essigäther enthielt, wurde das Längenwachstum in allen Fällen, selbst bei einem Gehalte von 4 cm^3 pro hl Luftraum (1 : 25.000), retardiert; außerordentlich schädlich erwies sich Chloroform, da in einer Luft, die nur 0·004 Prozent dieses Gases enthielt, das Wachstum vollständig oder nahezu sistiert wurde.

Übereinstimmend mit dieser Beeinflussung des Wachstums war es nicht auffallend, daß Hypokotyle in einer Ätheratmosphäre,

hergestellt durch Verdunstung von 4—8 cm^3 flüssigen Äthers in 100 dm^3 Luftraum, sich, entsprechend belichtet, heliotropisch und bei horizontaler Lage im Dunklen geotropisch krümmen. In einer Atmosphäre von demselben Prozentgehalte an Chloroform trat, übereinstimmend mit der Sistierung des Wachstums, kein Tropismus ein, auch nicht in dem Falle, wenn die Pflanzen nur eine halbe Stunde in der Chloroformatmosphäre belassen wurden, in welcher Zeit noch keine schädliche Wirkung äußerlich sichtbar war und in welcher Zeit empfindliche Keimpflanzen (*Vicia sativa*, *Sinapis* etc.) sonst deutlichen Geotropismus zeigen. In normale Luft zurückversetzt, traten allerdings Induktionswirkungen rezeptiver Nutationen in Erscheinung.

Durch Zusammenfassung der Ergebnisse, insbesondere mit Rücksicht auf die Wirkungen des Äthers und des Chloroforms, ergibt sich: Im Dezember bis Jänner wurden abgeschnittene Zweige verschiedener Holzpflanzen durch 48 Stunden ätherisiert und dann im Warmhause aufgestellt. Die Ätherisierung hatte bei *Acer*, *Fraxinus*, *Ulmus* (im Dezember), bei *Betula*, *Cydonia*, *Ligustrum*, *Robinia* (im Jänner) beschleunigend, bei *Bignonia* verzögernd auf den Austrieb der Knospen eingewirkt. Andere Arten verhielten sich indifferent. Um eine richtigere Vorstellung von dem Treibvermögen des Äthers zu gewinnen, müßte man Zweige (besser natürlich bewurzelte Pflanzen) in verschiedenen Monaten der Vegetationsruhe, oder um mit Johannsen zu sprechen, während der Vor-, Mittel- und Nachruhe ätherisieren.

Auch unbewurzelte Zwiebeln reagierten verschieden gegen die Narkose. Ätherisierte Narzissen trieben um etwa eine Woche früher, Speisezwiebeln um etwa drei Tage später aus als die nicht ätherisierten Vergleichsexemplare; Tulpenzwiebeln verhielten sich indifferent.

Während eine 48stündige Ätherisierung (30 cm^3 pro *hl*) auf *Cepa*-Zwiebeln — abgesehen von dem etwas späteren Austreiben — keinen schädlichen Einfluß ausübte, genügte eine achtstündige Chloroformierung (30 cm^3 pro *hl*), um sämtliche Zwiebeln zu töten. Wahrscheinlich hätte hierfür auch eine kürzere Expositionszeit ausgereicht.

Durch eine 24stündige Ätherisierung (20—80 cm^3 pro hl) lufttrockener Samen wurde deren Keimung beschleunigt, das Keimprozent nicht alteriert. Durch ebensolche Chloroformierung wurde die Keimzeit bei manchen Samen verkürzt, bei anderen verzögert; das Keimprozent wurde im allgemeinen vermindert. Bei Samen, die vorher durch 24 Stunden in reinem Wasser zur Quellung gebracht wurden, bewirkte eine achtstündige Ätherisierung bei einer Dosis von 40 cm^3 pro hl Luftraum unbedeutende, eine solche von 80 cm^3 pro hl eine bedeutende Depression der Keimkraft in gewöhnlicher Luft; nur Erbsen und Linsen keimten noch zu etwa 80%. Durch Chloroformnarkose wurden bei 40 cm^3 pro hl die meisten, bei 80 pro hl (mit Ausnahme von *Helianthus*) alle (vorher gequollenen) Samen getötet.

Um wie viel kräftiger, resp. giftiger Chloroform gegenüber dem Äther wirkt, zeigte folgende Tatsache. Während nach vorhergegangener 16stündiger Einquellung in einprozentiger, wässriger Ätherlösung das Auskeimen von *Phaseolus*-Samen nur wenig verlangsamt und das Keimprozent gar nicht beeinflusst wurde, starben diese Samen in einer Flüssigkeit, die auf 100 cm^3 Wasser 1 cm^3 Chloroform enthielt, schon nach einstündigem Aufenthalte darin (bis auf 3%) ab.

Luft mit 0.004% Äther begünstigte gegenüber normaler Luft das Längenwachstum der Hypokotyle von *Phaseolus*, *Cucurbita* und *Helianthus*, das noch bei einem Prozentgehalte von 0.012 ziemlich gut von statten ging; in Luft mit 0.004% Chloroform wurde das Wachstum nahezu oder vollständig sistiert. Bei zarten Keimpflanzen dürften noch geringere Chloroformmengen das Wachstum unmöglich machen. Parallel mit dem Grade der Wachstumsfähigkeit in der mit den anästhesierenden Gasen gemengten Luft ging die Reaktionsfähigkeit auf heliotropische und geotropische Reize.

Im folgenden stelle ich eine Anzahl von Arbeiten zusammen, die sich mit der Wirkung anästhesierender Substanzen auf Lebensprozesse der Pflanzen beschäftigen.

1. Anonymus. Ether and chloroform in forcing. (Americ. Gardening, 1903, p. 165.)

Wirkung anästhesierender Substanzen auf Lebenserschein. d. Pflanzen. 261

2. Becquerel P. Action de l'éther et du chloroforme sur des graines sèches. (Compt. rend. de l'Acad. des sc. Paris, Vol. 140, 1905, p. 1049.)
3. Bérnard Claude. Leçons sur les phénomènes de la vie etc. I. Paris, 1878.
4. Coupin H. Action des vapeurs anesthésiques sur la vitalité des graines sèches et des graines humides. (Compt. rend. de l'Acad. des sc. Paris, Vol. 129, 1899, II, p. 561.)
5. Darwin Fr. Observations on stomata. (Philos. Transact. R. Soc. of London, Ser. B, Vol. 190, 1898, p. 531.)
6. Dixon H. On the effects of stimulative and anaesthetic gases on transpiration. (Proceed. R. Irish Acad. Dublin, 3. ser., Vol. IV, 1898, p. 618.)
7. Dixon H. Resistance of seeds to prisons. (Notes from the Botan. school of Trinity College, Dublin, 1902, p. 187.)
8. Drude O. Frühreibversuche mit Sträuchern nach erfolgter Ätherisierung oder Chloroformierung. (Sitzungsber. u. Abh. der kgl. Gesellsch. für Botanik u. Gartenbau „Flora“ zu Dresden. 6. Jahrg., 1903; 7. Jahrg. 1904.)
9. Elfving F. Über die Einwirkung von Äther und Chloroform auf die Pflanzen. (Öfversigt af Finska vetenskaps societ. Förhandlingar, Tom. 28, 1886.)
10. Farmer J. B. and Waller A. D. Observations on the action of anaesthetics on vegetable and animal protoplasm (cfr. Botan. Zentralbl., Bd. 74, 1898, S. 377).
11. Gerassimow J. J. Ätherkulturen von *Spirogyra*. („Flora“, Bd. 94, 1905, S. 79.)
12. Harms Fr. Ätherisierung des Flieders für die Frühreiberei. (Möllers Deutsche Gartenzeitung, 1902, S. 8 + 134.)
13. Heede A. Effects de l'anesthésie sur les végétaux à forcer. (Journ. de la Soc. d'hortic. du nord de la France, 1903, p. 54.)
14. Holm F. Die Einwirkung des Äthers auf das Pflanzenleben. („Gartenflora“, 52. Jahrg., 1903.)
15. Johannsen W. Äther- und Chloroformnarkose und deren Nachwirkung. (Botan. Zentralbl., Bd. 68, 1896, S. 337.)
16. Johannsen W. Das Ätherverfahren beim Frühreiben. Jena (G. Fischer), 1900. 2. Aufl. 1906.
17. Johannsen W. Über Rausch und Betäubung der Pflanzen. (Naturw. Wochenschr., herausg. von Potonié. N. F., Bd. II, 1902.)
18. Johannsen W. Mein Ätherverfahren in der Praxis. (Gartenwelt, 5. Jahrg., 1900—1901, S. 265.)
19. Jumelle H. Influence comparée des anesthésiques sur l'assimilation et la transpiration chlorophylliennes. (Compt. rend. de l'Acad. des sc. Paris, Vol. 111, 1890, II, p. 461.)
20. Jumelle H. Influence des anesthésiques sur la transpiration des végétaux. (Rev. gen. de Botanique, Vol. II, Paris, 1890, p. 417.)

262 A. Burgerstein. Wirkung anästhesierender Substanzen etc.

21. Kauffmann K. Über die Einwirkung der Anaesthetica auf das Protoplasma und dessen biologisch-physiologische Eigenschaften. (Inaug.-Dissert., Erlangen, 1899.)
22. Mauméné A. L'anesthésie des végétaux et ses conséquences pratiques dans l'industrie du forçage. (Revue scientif., Vol. 20, 1903, p. 353.)
— Desselben Autors „Nouvelle méthode de culture forcé etc.“, Paris, 1903, Librairie hortic., enthält eine wörtliche Übersetzung der ersten Auflage von Johannsens Schrift Nr. 16.
23. Morkowin N. W. Einfluß der anästhesierenden und giftigen Stoffe auf die Atmung höherer Pflanzen. Warschau, 1901. (Russisch.)
24. Nathanson A. Physiologische Untersuchungen über amitotische Kernteilung. (Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. 35, Leipzig, 1900, S. 48.)
25. Overton. Studien über die Narkose. Jena (G. Fischer), 1901.
26. Rothert W. Über die Wirkung des Äthers und Chloroforms auf die Reizbewegungen der Mikroorganismen. (Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. 39, 1903.)
27. Schmid B. Über die Einwirkung von Chloroformdämpfen auf ruhende Samen. (Ber. der Deutsch. Botan. Gesellsch. Berlin, Bd. 19, 1901.)
28. Schneider A. Influence of anaesthetics on plant transpiration. (The Botanical Gazette, Vol. 18, 1893, p. 56.)
29. Townsend C. O. The correlation of growth under the influence of injuries. (Ann. of Bot., Vol. XI, 1897, p. 509.)
30. Townsend C. O. The effect of ether upon the germination of seeds and spores. (The Botanical Gazette, Vol. 27, 1899, p. 458.)
31. Townsend C. O. The effect of hydrocyanic gas upon the germination of seeds. (Ibid., Vol. 31, 1901, p. 241.)
32. Woods A. Some recent investigations on the evaporation of water from plants. (Ibid., Vol. 18, 1893, p. 304.)
33. Zaleski W. Zur Ätherwirkung auf die Stoffumwandlung in den Pflanzen. (Ber. der Deutsch. Botan. Gesellsch. Berlin, Bd. 18, 1900, S. 292.)
34. Zaleski W. Zur Frage über die Wirkung der Reize auf die Atmung der Pflanzen. (Denkschriften des Novo-Alexandroffschen Institutes der Landwirtschaft. etc., Bd. 15. Warschau 1902. (Russisch.)

A n h a n g.

- Aymard fils J. Les anesthésiques et le forçage des plantes. Montpellier, 1904.
- Dubois Raphael. Mécanisme de l'action des anesthésiques. (Revue gén. des sciences pures et appliquées, Nr. 17, 1891, p. 561.)
- Dubois Raphael. Anesthésie physiologique et ses applications. Paris, 1894.
- Lemoine. Use of ether and chloroform for forcing. (Journ. R. Horticultural soc., Vol. 28, 1903.)
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Burgerstein Alfred

Artikel/Article: [Über die Wirkung anästhesierender Substanzen auf einige Lebenserscheinungen der Pflanzen. 243-262](#)