Beiträge zur Kenntnis der Ruheperiode der Winterknospen von *Stratiotes aloides*.

Von

PIOTR WIŚNIEWSKI.

Bei der Untersuchung der Ruheperiode bei *Hydrocharis Morsuranae* L. im Jahre 1912¹⁾ ist von mir festgestellt worden, dass die Turionen dieser Pflanze im Dunkeln nicht keimen. Neuerdings hat Simon²⁾ gleichfalls genaue Untersuchungen der Keimung der *Hydrocharis* angestellt und unter anderem hat er meine Ergebnisse, was die Unfähigkeit dieser Knospen im Dunkeln zu keimen anbelangt, bestätigt.

Das Licht übt aber nicht nur auf die Keimfähigkeit der Knospen der *Hydrocharis* einen Einfluss aus, sondern auch anderer Wasserpflanzen. Ich habe schon in der oben erwähnten Arbeit vermerkt¹⁾, dass das Licht auch die Turionen der *Utricularia vulgaris* zur Keimung erregen kann, obgleich sie auch im Dunkeln keimen können.

Auch untersuchte Ringel-Suessenguth³⁾, welchen Einfluss verschiedene Faktoren auf die Treibbeschleunigung der Winterknospen einiger Wasserpflanzen haben, und erwies unter anderem, dass das Licht auf die Keimung der Winterknospen der *Utricularia vulgaris* und *Hydrocharis* einwirkt.

Bei Wasserpflanzen können sich, wie bekannt, die Winterknospen von der Mutterpflanze trennen und wir gewinnen dadurch die Mög-

¹⁾ Wiśniewski, P. Beiträge zur Kenntnis der Keimung der Winterknospen der Wasserpflanzen. Bull. de l'Acad. d. Scienc. de Cracovie. 1912.

²⁾ Simon. Zur Keimungsphysiologie der Winterknospen von *Hydrocharis M. r.* zugleich ein Beitrag z. Frage der Jahresperiodizität. Jahrb. f. wiss. Botanik. 68 B. 1928.

³⁾ Ringel-Suessenguth, M. Über Ruheorgane bei einigen Wasserpflanzen und Lebermoosen. Flora 1922. 115.

lichkeit auf diese Knospen unmittelbar durch äussere Faktoren einzuwirken, ohne dass dabei die Mutterpflanze beeinflusst wird ¹⁾).

Im Laufe der letzten Jahre, habe ich bei der Untersuchung der Winterknospen der *Stratiotes* bemerkt, dass auch auf ihre Keimung das Licht nicht ohne Einfluss ist. Mir stand aber anfangs keine grössere Anzahl von Versuchsmaterial zur Verfügung und aus diesem Grunde konnte ich keine genaueren Untersuchungen durchführen.

Erst im Herbst 1928 gelang es mir eine grössere Anzahl von Knospen anzusammeln, was mir ermöglichte im Laufe des verfloßenen Winters 1928/1929 genauere Untersuchungen anzustellen und gewisse Schlussfolgerungen zu ziehen.

Zu meinen Versuchen habe ich zweierlei Versuchsmaterial verwendet: das eine war in Landwarowo bei Wilno den 19. IX. 1928 gesammelt, das andere auch in Landwarowo den 4. X. 1928. Sämtliche Knospen wurden im Laufe des Winters in einer Zimmertemperatur aufbewahrt. Diese Temperatur schwankte vom September bis zum April von 10° bis zu 17° C., vom 1. April bis zum 15. Juni von 11° bis zu 22·5° C., vom 15. Juni bis zum 11. Juli von 17° bis zu 24° C. Die Knospen wurden in mit Regenwasser gefüllten Einmachgläsern im Dunkeln aufbewahrt. Es erwies sich dass eine ganze Anzahl Knospen, die sich in den oben erwähnten Bedingungen befanden, im Laufe des Winters gekeimt haben; also prinzipiell konnten diese Knospen auch im Dunkeln keimen. Es folgt jedoch aus den weiter angegebenen Untersuchungen, dass man bei Knospen, die ins Licht gebracht worden waren, eine Beschleunigung der Keimung herbeiführen kann. Auch andere Faktoren, wie Verletzung, Warmbad, Wirkung der Äthers übten einen erregenden Einfluss auf ihre Keimung aus.

Der grösste Teil der Versuche wurde in dem Gewächshause ausgeführt. Die Temperatur dieses Gewächshauses schwankte an der Stelle, wo die Einmachgläser mit den Knospen hingestellt waren, vom 16. XII. bis 15. II. von 11° bis zu 20° C., vom 15. II. bis 1. IV.,

¹⁾ Der Einfluss des Lichtes auf die Treibbeschleunigung der Winterknospen der Holzgewächse wurde unter anderen untersucht durch:

Jost. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1894.

Wiesner. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. 1904.

Molisch. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, 1908.

Klebs. Abh. d. Heidelberger Akad. 1914.

Weber. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1916.

Kühn. Jahrb. f. wiss. Botanik. 1922.

Höstermann. Zeitschr. Verein Deutsch. Ing. 1922. Zitiert nach Niethammer 1925.

Niethammer. Bioch. Zeitschr. 1925, 1926.

von 11° bis 27° C; später hingegen war sie zuweilen noch höher, ausnahmsweise bis 35° C steigend.

Zu meinen Versuchen wurden nicht gekeimte im Dunkeln in Zimmertemperatur aufbewahrte Knospen gebraucht. Die Knospen wurden meistens in Einmachgläsern mit Regenwasser, die ungefähr 6 cm im Durchmesser und 10 cm Höhe hatten, kultiviert.. Die Knospen, die ins Licht gestellt werden sollten, waren ohne weiteres in Einmachgläsern im Gewächshause auf einem mit weissem Papier verdeckten Regal untergebracht. Waren die Knospen aber für die Dunkelheit bestimmt, so waren die Einmachgläser dicht mit schwarzem Papier umhüllt.

Unten folgt eine ausführliche Beschreibung unserer Versuche in folgender Anordnung:

I. Keimung der im Dunkeln in Zimmertemperatur aufbewahrten Knospen.

II. Keimung der normalen Knospen, die im Gewächshause und im Zimmer im Lichte und im Dunkeln untergebracht waren.

III. Einfluss äusserer Faktoren auf die Keimung der Knospen im Dunkeln.

IV. Einfluss äusserer Faktoren auf die Keimung der Knospen im Lichte.

V. Vergleich der Keimung der Knospen, auf welche die oben genannten äusseren Faktoren eingewirkt haben, im Lichte und im Dunkeln.

VI. Die Keimung der Knospen nach dem 30. III., die bis zu diesem Datum nicht gekeimt haben.

I. Keimung der im Dunkeln in Zimmertemperatur aufbewahrten Knospen.

Wie schon oben erwähnt wurde, waren im Dunkeln in Zimmertemperatur (siehe oben S. 18) zwei Arten Knospen aufbewahrt worden: 1) die am 29. IX. in Landwarowo gesammelten und 2) die am 4. X. gleichfalls in Landwarowo gesammelten. Die Ergebnisse der Keimung dieser Knospen sind in der Tabelle I dargestellt.

Wie aus der Tab. I ersichtlich ist, hat das Versuchsmaterial, das später (4. X.) gesammelt worden war, bedeutend intensiver gekeimt, als das Versuchsmaterial vom 29. IX. Bis zum 23. I. haben in dem früher gesammelten Versuchsmaterial kaum 8% gekeimt, während in dem um einige Tage später gesammelten bis 62% gekeimt haben.

Die Ursache dieser Erscheinung bin ich nicht imstande festzustellen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass auf das schnellere Keimen des Versuchsmaterials vom 4. X. das starke Fallen der Temperatur,

Tabelle I.

Keimung der im Dunklen in Zimmertemperatur aufbewahrten Knospen.

Datum u. Ort der gesammelten Knospen	Anzahl	Gekeimt haben bis zum 23. I. ¹⁾	
		Anzahl	%
29. IX. 1928. Landwarowo	315	25	8%
4. X. 1928. Landwarowo	210	130	62%

das zwischen dem 29. IX. und 4. X. stattgefunden hatte, von Einfluss gewesen ist ²⁾).

Prinzipiell kann eine niedrige Temperatur die Beschleunigung der Keimung der Winterknospen bei den Wasserpflanzen verursachen. An der *Hydrocharis* habe ich das experimentell nachgewiesen ³⁾).

Selbstverständlich müsste es experimentell nachgeprüft werden, wie die niedrige Temperatur die Ruheperiode der *Stratiotes* beeinflusst, was jedoch im Laufe des verflossenen Winters von mir nicht durchgeführt werden konnte.

Jedenfalls geht aus der Tabelle I. hervor, dass die Turionen von *Stratiotes* auch im Dunkeln keimen können, gleichwohl wie das aus den unten angeführten Versuchen ersichtlich ist, veranlasst eine Belichtung eine bedeutende Beschleunigung der Keimung.

II. Keimung der normalen Knospen, die im Gewächshause und im Zimmer im Lichte und im Dunkeln untergebracht waren.

In der Tabelle II. sind drei Serien von Experimente angegeben. Die erste Serie bilden Knospen, die am 19. XII. teilweise im Licht, teilweise im Dunkeln untergebracht waren, die zweite am 23. I., die dritte am 9. III. In allen drei Serien sehen wir, dass die der Belichtung ausgesetzten Knospen bedeutend schneller als die im Dunkeln befindlichen keimen. So sehen wir in der Serie vom 19. XII., dass vom

¹⁾ Vor dem 23. I. sind die Knospen nicht kontrolliert worden.

²⁾ Gemäss den Angaben der meteorologischen Station in Troki, welche ungefähr 9 km vom Sammlungsorte der Knospen gelegen ist, sank die Temperatur der Luft im Laufe des Septembers nicht unter 0° C. Am 3. X. dagegen, d. h. einen Tag vor dem Einsammeln des zweiten Knospenmaterials sank die Temperatur bis auf -0.6° C. Die oben angeführten Daten verdanke ich dem Herrn Prof. Jantzen, dem Leiter der meteorologischen Station in Troki.

³⁾ Wiśniewski, P. Wpływ niskiej temperatury na przyśpieszenie kiełkowania pączków zimowych żabiścieku (*Hydrocharis* M. r.) Kosmos. XXXVIII. 1913.

Tabelle II.

Keimung im Gewächshause im Lichte und im Dunkeln untergebrachter Knospen.

Nr. des Versuches	Bedingungen, in denen die Kno- spen kultiviert wurden	Datum, an dem mit dem Kultiv- ieren der Kno- spen begonnen wurde	Anzahl der zum Versu- che verwandten Knospen	Es keimten bis zum in %				
				15. I.	20. I.	3. II.	1. III.	
1.	Licht	19. XII.	15	27 ⁰ / ₀	27 ⁰ / ₀	33 ⁰ / ₀	46 ⁰ / ₀	
2.	Dunkel	„	15	0	0	0	0	
				31. I.	4. II.	7. II.	18. II.	7. III.
3.	Licht	23. I.	25	84 ⁰ / ₀	92 ⁰ / ₀	92 ⁰ / ₀	92 ⁰ / ₀	92 ⁰ / ₀
4.	Dunkel	„	25	0	0	0	0	0
				17. III.	20. III.	30. III.		
5.	Licht	9. III.	10	80 ⁰ / ₀	80 ⁰ / ₀	80 ⁰ / ₀		
6.	Dunkel	„	10	0	0	0		

19. XII., bis zum 1. III. also im Laufe von 72 Tagen im Dunkeln keine Knospe gekeimt hat, während im Lichte schon am 15. I. ¹⁾ d. h. im Laufe von 27 Tagen 4 keimende Knospen (27⁰/₀) festgestellt werden konnten. Die Verspätung in der Keimung betrug also wenigstens anderthalb Monate.

In der Serie vom 23. I. sehen wir, dass im Lichte schon nach Verlauf von 8 Tagen (31. I.) 84⁰/₀ Knospen keimen, während im Dunkeln noch am 7. III., d. h. im Laufe von 43 Tagen keine Keimung festgestellt werden konnte. So betrug also die Verspätung wenigstens 35 Tage.

Endlich wurde in der Serie vom 9. III. nach Verlauf von 8 Tagen 80⁰/₀ keimende Knospen festgestellt, während im Dunkeln bis zum 30. III. keine einzige Knospe gekeimt hatte; die Verspätung musste also wenigstens 13 Tage betragen; es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass auch hier eine grössere Verspätung vorlag, ich konnte das jedoch nicht feststellen, da ich meine Beobachtungen am 30. III. unterbrechen musste.

Von den Entwicklungsstadien der Knospen im Dunkeln und im Lichte zeugen die photographischen Aufnahmen Fig. I und I a. Auf

¹⁾ Vor dem 15. I. sind die Knospen nicht kontrolliert worden.

Abb. 11.

Fig. I. Normalknospen, die am 23. I. ins Gewächshaus ins Dunkle gestellt und am 4. II. photographiert worden waren.

Fig. Ia. Normalknospen, die am 23. I. ins Gewächshaus ins Licht gestellt und am 4. II. photographiert worden waren.

Fig. II. Dreimal durchstochene Knospen, die am 23. I. ins Gewächshaus ins Dunkle gestellt und am 4. II. photographiert worden waren.

Fig. IIa. Dreimal durchstochene Knospen, die am 23. I. ins Gewächshaus ins Licht gestellt und am 4. II. photographiert worden waren.

Abb. 12.

Fig. III. Knospen, die ein Warmbad von $29-33^{\circ}\text{C}$. erhalten haben, am 23. I. ins Dunkle gestellt und am 4. II. photographiert worden waren.

Fig. III a. Knospen, die ein Warmbad von $29-33^{\circ}\text{C}$. erhalten haben, am 23. I. ins Gewächshaus ins Licht gestellt und am 4. II. photographiert worden waren.

Fig. IV. Knospen, die ein Warmbad von $34-41^{\circ}\text{C}$. erhalten haben, am 23. I. ins Gewächshaus ins Dunkle gestellt und am 4. II. photographiert worden waren.

Fig. IV a. Knospen, die ein Warmbad von $34-41^{\circ}\text{C}$. erhalten haben, am 23. I. ins Gewächshaus ins Licht gestellt und am 4. II. photographiert worden waren.

der Aufnahme Fig. I a sind Knospen dargestellt, die am 23. I. ins Licht gebracht und am 4. II. photographiert worden waren, also nach Verlauf von 12 Tagen (s. Tab. II. Vers. Nr. 3).

Die analogen Knospen im Dunkeln (s. Tab. II. Vers. Nr. 4) unterlagen bis zum 4. II. keiner augenscheinlichen Veränderung (Fig. I). Auf dieser Photographie sehen wir nur 3 aufgenommene Knospen; die übrigen 22 Knospen zeigten gleichfalls keine Tendenz zum Keimen, wurden aber nicht photographiert ¹⁾.

Die Photographie Fig. VII stellt die Entwicklung der Knospen dar, die am 9. III. ins Licht gebracht und am 20. III. aufgenommen worden waren, also nach Verlauf von 11 Tagen (s. Tab. II. Vers. Nr. 5).

Analoge Knospen unterlagen im Dunkeln bis zum 20. III. gar keiner Veränderung (s. Tab. II. Vers. Nr. 6); sie waren nicht photographiert worden, aber ihr Aussehen war mehr oder weniger dasselbe, wie das auf der photographischen Aufnahme Fig. I dargestellt ist.

Im November 1929 ist noch ein Versuch, die Keimung der Knospen im Lichte und im Dunkel betreffend, gemacht worden:

Die Einmachgläser mit den Knospen der *Stratiotes* wurden in einem nach Norden gelegenen Zimmer, in einer Entfernung von 55 cm vom Fenster untergebracht, wobei die Knospen teilweise im Dunkel (in verhüllten Einmachgläsern) untergebracht, teilweise dagegen der Wirkung des zerstreuten Lichtes, das vom Norden fiel, ausgesetzt waren.

Die Temperatur schwankte im Zimmer von 16—20° C. In den Einmachgläsern waren Thermometer untergebracht, welche die Temperatur des Wassers, in dem sich die Knospen befanden, zeigten. Die Temperatur wurde von diesen Thermometern im Laufe von 15 Tagen dreimal täglich abgelesen. Es erwies sich, dass die Unterschiede der Temperatur des Wassers in dem verhüllten Einmachglase und dem belichteten minimale waren und nicht 0.5° C. überschritten.

Zu den Versuchen ist gebraucht worden:

1) Ein Material, das in Landwarowo, unweit Wilno, am 11. XI. 1929 gesammelt und in Zimmertemperatur im Dunkeln aufbewahrt wurde.

¹⁾ Die Hauptursache, warum ich die im Dunkel befindlichen normalen Knospen nicht photographiert habe, war die, dass ich sie nicht einmal einer kurzen Belichtung aussetzen wollte; so wurden die drei photographierten Knospen nach der Aufnahme im Dunkeln in einem besonderen Einmachglase untergebracht; die weiter an diesen Knospen geführten Beobachtungen zeigten jedoch, dass diese Knospen sich nicht anders als die nicht photographierten verhielten.

2) Ein Material, das in Rudziszki, unweit Soły, am 10. IX. 1929 gesammelt und auch in Zimmertemperatur aufbewahrt wurde.

Die Knospen wurden am Fenster hingestellt, am 22. XI. das erste Material, am 27. XI. das zweite.

Aus dem ersten Material keimten von 20 Knospen im Lichte: bis zum 1. XII. 7 Knospen, bis zum 12. XII. 8 Knospen, bis zum 12. I. 8 Knospen; im Dunkeln: bis zum 12. I. 0 Knospen.

Aus dem zweiten Material keimten von 20 Knospen im Lichte: bis zum 1. XII. 0 Knospen, bis zum 12. I. 8 Knospen. Im Dunkeln dagegen keimte auch hier bis zum 12. I. keine Knospe. Im ersten Falle also haben die Knospen im Dunkeln mindestens im Laufe von 51 Tagen, im zweiten von 46 Tagen nicht mit dem Keimen begonnen.

III. Einfluss äusserer Faktoren auf die Keimung der Knospen im Dunkeln.

Aus den oben angeführten Versuchen sehen wir, dass das Aufbewahren der Knospen im Dunkeln eine Hemmung ihrer Keimung verursachte.

Jedoch konnte man sie auch im Dunkeln durch Einwirkung einiger Faktoren zu einer schnelleren Keimung zwingen und zwar: durch Verletzung, durch ein Warmbad und durch das Ätherisieren.

1) Einfluss der Verwundung.

Es sind zwei Serien von Versuchen durchgeführt worden: am 19. XII. und am 23. I. Die Verwundung ist an einem Teil der Knospen durch eine dreifache quere Durchstechung vollzogen worden und an einem anderen Teil durch ein Durchschneiden der Knospen der Länge nach in zwei Hälften. Dann wurden die Knospen wie im vorherigen Experiment in Einmachgläser gebracht und im Gewächshause im Dunkel hingestellt. Die Resultate sind auf der Tabelle III angeführt. Siehe auch photographische Aufnahme Fig. II und I.

Aus der Tabelle III sehen wir, dass die Verwundung die Keimung der Knospen im Dunkeln deutlich beschleunigt. So hat von den normalen Knospen, die im Gewächshause im Dunkeln vom 19. XII. (Tab. III. Vers. 1) bis zum 3. II. untergebracht waren, also im Laufe von 46 Tagen keine einzige gekeimt; während von den durchstochenen, die in derselben Zeit im Gewächshause untergebracht waren, (s. Tab. III. Vers. Nr. 2) schon bis zum 15. I., also im Laufe von 27 Tagen 53% gekeimt haben und bis zum 3. II. also im Laufe von 46 Tagen 100%.

Abb. 13.

Fig. V. Normale Knospen, die am 26. I. ins Gewächshaus ins Licht gestellt und am 7. II. photographiert worden waren.

Fig. VI. Ätherisierte Knospen, die am 26. I. ins Gewächshaus ins Licht gestellt und am 7. III. photographiert worden waren.

Fig. VII. Normale Knospen, die am 9. III. ins Gewächshaus ins Licht gestellt und am 20. III. photographiert worden waren.

Fig. VIII. Knospen, die ein Warmbad von 28–31° C. erhalten haben, am 9. III. in Gewächshaus ins Licht gestellt und am 20. III. photographiert worden waren.

Abb. 14.

Fig. IX. Knospen, die ein Warmbad von 35—41° C. erhalten haben, am 9. III. ins Gewächshaus ins Dunkle gestellt und am 20. III. photographiert worden waren.

Fig. IX a. Knospen, die ein Warmbad von 35—41° C. erhalten haben, am 9. III. ins Gewächshaus ins Licht gestellt und am 20. III. photographiert worden waren.

Fig. X. Ätherisierte und am 9. III. ins Gewächshaus ins Dunkle gestellte Knospen, die am 20. III. photographiert worden waren.

Fig. X a. Ätherisierte und am 9. III. ins Gewächshaus ins Licht gestellte Knospen, die am 20. III. photographiert worden waren.

Tabelle III.

Einfluss der Verwundung auf die im Dunkeln gehaltenen Knospen.

Nr. des Versuches	Art des Versuches, dem die Knospen unterlagen	Da'um, an dem mit dem Kultivieren der Knospen begonnen wurde	Anzahl der zum Ver- suche verwandten Knospen	Es keimten bis zum in $\frac{\circ}{\circ}$		
				15. I.	3. II.	
1.	Normale Kontroll- knospen	19. XII.	15	0 $\frac{\circ}{\circ}$	0 $\frac{\circ}{\circ}$	
2.	Durch 3-maliges Durchstechen ver- wundete	„	15	53 $\frac{\circ}{\circ}$	100 $\frac{\circ}{\circ}$	
3.	Durch zur Hälfte- schneiden ver- wundete	„	15 ¹⁾	60 $\frac{\circ}{\circ}$	87 $\frac{\circ}{\circ}$	
				31. I.	4. II.	18. II.
4.	Normale Kontroll- knospen	23. I.	25	0 $\frac{\circ}{\circ}$	0 $\frac{\circ}{\circ}$	0 $\frac{\circ}{\circ}$
5.	Durch 3-maliges Durchstechen ver- wundete	„	15	20 $\frac{\circ}{\circ}$	27 $\frac{\circ}{\circ}$	60 $\frac{\circ}{\circ}$
6.	Durch zur Hälfte- schneiden ver- wundete	„	15 ¹⁾	0	53 $\frac{\circ}{\circ}$	93 $\frac{\circ}{\circ}$

Ungefähr dieselben Resultate zeigten die Knospen, die am 23. I. (s. Tab. III. Vers. Nr. 4—6) im Gewächshause untergebracht waren. Von den normalen Knospen hat hier im Dunkeln bis zum 18. II. und sogar bis zum 7. III. (s. Tab. II. Vers. Nr. 4), also im Laufe von 43 Tagen keine einzige gekeimt, während von den durchstochenen schon im Laufe von 8 Tagen (31. I.) 20 $\frac{\circ}{\circ}$ und im Laufe von 26 Tagen (18. II.) 60 $\frac{\circ}{\circ}$ gekeimt haben.

Die Unterschiede in der Entwicklung der Knospen sind aus den photographischen Aufnahmen vom 4. II. d. h. nach Verlauf von 12 Tagen, nachdem die Knospen im Gewächshause untergebracht waren, (s. Fig. I und II) deutlich ersichtbar. Wir sehen, dass die durchstochenen Knospen zu keimen beginnen, wenn auch nicht alle und in sehr schwachem Grade. Es zeigen sich vor allem in der oberen Reihe drei keimende Knospen, dann kann 1 Knospe in der zweiten Reihe von oben als keimend angesehen werden (die dritte von links);

¹⁾ Zum Versuch wurden 15 Hälften gebracht.

deutlich keimen also vier Knospen, ausserdem zeigen auch einige andere gleichsam eine Tendenz zum Keimen; während die normalen Knospen (vergleiche Fig. I) keine Veränderungen aufweisen ¹⁾).

2) Einfluss des Warmbades.

Die Untersuchungen über den Einfluss des Warmbades wurden am 23. I. und 9. III. vollzogen.

Das Bad wurde auf folgende Weise ausgeführt: die Knospen wurden in Einmachgläser mit Regenwasser gelegt, das bis zur Temperatur des Bades erwärmt war, die Öffnung des Einmachglases wurde mit Gase verbunden und das Einmachglas in ein grosses Gefäss mit Regenwasser versenkt, in dem die Temperatur des Wassers dem erforderlichen Bade entsprach.

Am 23. I. wurde für eine Kategorie von Knospen beim Bade eine Temperatur von 29° bis 33° C. angewandt. Das Bad dauerte von 13 Uhr bis 23, also 10 Stunden. Am selben Tage wurde für eine andere Kategorie von Knospen ein Bad bei einer Temperatur von 34°—41° C. angewandt, gleichfalls im Laufe von 10 Stunden von 13 Uhr bis 23.

Nach der Heraushebung aus dem Bade wurden die Knospen in denselben Einmachgläsern, in demselben Wasser, in welchem sie gebadet waren, in Zimmertemperatur bis 10 Uhr morgens gelassen, dann wurde das Regenwasser gewechselt und die Knospen wurden ins Gewächshaus gestellt (Resultate s. Tab. IV).

Tabelle IV.

Einfluss des Warmbades auf die Keimung der Knospen im Dunkeln.

Nr des Versuches	Art des Versuches, dem die Knospen unterlagen	Datum, an dem mit dem Kultivieren der Knospen begonnen wurde	Anzahl der zum Ver- suche verwandten Knospen	Es keimten bis zum in %			
				31. I.	4. II.	7. II.	18. II.
1.	Normale Kontroll- knospen	23. I.	25	0%	0%	0%	0%
2.	Bad bei 29°—33 C	„	13	0%	0%	0%	0%
3.	Bad bei 34—41° C	„	11	91%	100%		
				17. III.	20. III.	30. III.	
4.	Normale Kontroll- knospen	9. III.	10	0%	0%	0%	
5.	Bad bei 35—41° C	„	„	60%	70%	70%	

¹⁾ Vergl. Erklärung auf S. 24.

Wie das aus der Tab. IV. zu ersehen ist, hat sich nur der Einfluss des Bades bei der Temperatur von 34–41° C. gezeigt. Wenn wir in den Versuchen vom 23. I. die Knospen, welche dieses Bad erhalten haben, mit den entsprechenden normalen Knospen vergleichen (s. Vers. Nr. 1 u. 3), so sehen wir dass 91% der gebadeten Turionen schon nach Verlauf von 8 Tagen (bis zum 31. I.) und 100% nach Verlauf von 12 Tagen (bis zum 4. II.), gekeimt haben, während von den normalen Knospen keine einzige Knospe bis zum 18. II. und sogar nach Verlauf von 43 Tagen, d. h. bis zum 7. III. gekeimt hat (s. Tab. II. Vers. Nr. 4). Ein Einfluss des Bades bei der Temperatur von 29–33° C. hat sich gar nicht bemerkbar gemacht (s. Tab. IV. Vers. Nr. 2). Gleich wie die normalen, so haben auch diese Knospen bis zum 18. II. also mindestens nach Verlauf von 26 Tagen nicht einmal angefangen zu keimen¹⁾.

In den Versuchen von 9. III. sehen wir gleichfalls, dass das Bad bei höherer Temperatur (35–41° C) (Vers. Nr. u. 5) die Keimung der Knospen im Dunkeln bedeutend beschleunigt hat.

Die Beobachtungen wurden hier nur vom 9. III. bis zum 30. III. geführt. Von den normalen Knospen hat im Laufe dieser Zeit (21 Tage) nicht eine einzige gekeimt, während von den gebadeten Knospen bis zum 17. III. also schon im Laufe von 8 Tagen 60% und bis zum 20. III. 70% gekeimt haben.

Ein Bad bei niedrigerer Temperatur wurde bei dieser Serie von Versuchen nicht angewandt.

Auf der photographischen Aufnahme der Fig. IV sehen wir Knospen, die am 23. I. bei einer Temperatur von 34–41° C. gebadet und am 4. II. photographiert worden waren. Auf der photographischen Aufnahme der Fig. IX dagegen sehen wir analoge Knospen (Bad bei 35–41° C.) vom 9. III. (s. Tab. IV. Vers. Nr. 5) und photographiert am 20. III.

Auf beiden Aufnahmen weist eine Reihe von Knospen eine ziemlich fortgeschrittene Entwicklung auf.

Die entsprechenden Kontrollknospen hingegen (vom 23. I. und 9. III.) wiesen am Tage des Photographierens keine Veränderungen auf und wurden aus diesem Grunde nicht photographiert. Das Aussehen dieser Knospen war der photographischen Aufnahme Fig. I u. Fig. III vollkommen ähnlich.

Auf der Aufnahme Fig. III sehen wir Knospen, die am 23. I. in einer Temperatur von 29–33° C. gebadet und am 4. II. photogra-

¹⁾ Nach dem 18. II. waren die Knospen nicht weiter kontrolliert worden.

phiert worden waren. Wir können konstatieren, dass die Knospen keine Tendenz zur Keimung aufweisen. Auf der Aufnahme sind nur 3 Knospen photographiert worden. Die übrigen 10 wurden nicht aufgenommen, jedoch war auf ihnen genau ebenso wie auf den photographierten keine Veränderung zu bemerken (s. auch Erklärung auf Seite 24.

3) Wirkung des Äthers.

Es ist nur ein einziger Versuch am 9. III. gemacht worden.

Zum Ätherisieren wurden die Knospen auf einem feuchten Löschpapier in den Petrischalen untergebracht. Die offenen Schalen wurden auf den Boden des Autoklavs gestellt und neben ihnen wurde ein kleines Gefäß mit Äther untergebracht. Darauf wurde der Autoklav auf 48 Stunden geschlossen. Von 11 Uhr den 9. III. bis 11 Uhr den 11. III.

Es wurden 25 gr Äther auf den Autoklav gegeben, d. h. also ungefähr im Verhältnis von 45 gr auf ein Hektoliter.

Während des Ätherisierens betrug die Temperatur im Autoklav ungefähr 13° C.

Nach dem Ätherisieren wurden die Knospen in den geöffneten Schalen auf dem Löschpapier im Laufe von 2 Stunden belassen. Die Schalen befanden sich unter einer Kuppel aus schwarzem Papier.

Ungefähr jede halbe Stunde wurde die Kuppel für einen Augenblick entfernt und die Schalen wurden durch mehrmaliges schnelles Heben und Senken in zerstreutem Lichte durchlüftet.

Die Kontrollknospen (normale Knospen) wurden gleichzeitig mit den ätherisierten Knospen direkt aus dem Zimmer, in welchem sie aufbewahrt wurden, ins Gewächshaus gebracht. Die Resultate sind auf der Tabelle V. angeführt.

Tabelle V.

Wirkung des Ätherisierens auf die Keimung des Knospen im Dunkeln.

Nr. des Versuches	Art des Versuches, dem die Knospen unterlagen	Datum, an dem mit dem Kultivieren der Knospen begonnen wurde	Anzahl der zum Ver- suche verwandten Knospen	Es keimten bis zum in ‰		
				17. III.	20. III.	30. III.
1.	Normale Kontroll- knospen	9. III.	10	0‰	0‰	0‰
2.	48 St. Ätherisierte	„	5	60‰	60‰	60‰

Aus dieser Tabelle ersehen wir, dass im Laufe von 21 Tagen bis zum 30. III. von den normalen Knospen (Versuch 1) keine einzige gekeimt hat, während von den ätherisierten (Versuch 2) 60% gekeimt haben.

Auf der photogr. Aufnahme Fig. X sehen wir Knospen, die ätherisiert, im Dunkeln im Gewächshause untergebracht und nach Verlauf von 11 Tagen photographiert waren. Hier nehmen wir drei deutlich keimende Knospen wahr, während die Kontrollknospen im Laufe dieser Zeit keine Veränderungen aufweisen, auch ihr Aussehen war den Knospen auf der photographischen Aufnahme Fig. I oder III ähnlich, die, wie schon oben erwähnt, zu einer anderen Versuchsserie gehören.

Die photographische Aufnahme bestätigt, dass der Einfluss des Ätherisierens sich hier verhältnismässig deutlich gezeigt hat, obgleich nur eine sehr kleine Anzahl von Knospen angewandt wurden.

IV. Einfluss äusserer Faktoren auf die Keimung der Knospen im Lichte.

Wie aus den unten angeführten Versuchen zu ersehen ist, bewirken dieselben Faktoren, die ein beschleunigtes Keimen der Knospen im Dunkeln hervorrufen, auch ihr schnelleres Treiben im Lichte.

1) Der Einfluss der Verwundung.

Es wurden so wie im Dunkeln zwei Serien von Versuchen durchgeführt am 19. XII. und 23. I. (s. Tab. VI und vergl. Aufnahmen Fig. I a und II a).

Aus der unten angeführten Tab. VI. ist zu ersehen, dass die Verwundung im Lichte ganz bedeutend die Keimung der Knospen beschleunigt. Aus den Versuchen vom 19. XII. (Tab. VI, Vers. Nr. 1—3) ersehen wir, dass bis zum 15. I. also im Verlaufe von 27 Tagen von den normalen nicht verwundeten Knospen kaum 27% bis zum 3. II., also im Verlaufe von 46 Tagen 33% keimen, während von den durchstochenen Knospen im Laufe von 27 Tagen 100% gekeimt haben; aus den Hälften hingegen keimten nach Verlauf von 27 Tagen (bis zum 15. I.) 80% und nach Verlauf von 46 Tagen (3. II.) 100%.

In den Versuchen vom 23. I. (s. Tab. VI. Vers. Nr. 4—6) tritt der Unterschied in der Keimung verwundeter und normalen Knospen gleichfalls hervor; er ist hier aber weniger auffällig, da auch die

Tabelle VI.

Einfluss der Verwundung auf die Keimung der Knospen im Lichte.

Nr. des Versuches	Art des Versuches, dem die Knospen unterlagen	Datum, an dem mit dem Kultivieren der Knospen begonnen wurde	Anzahl der zum Ver- suche verwandten Knospen	Es keimten bis zum in %			
				15. I.	20. I.	3. II.	1. III.
1.	Normale Kontroll- knospen	19. XII.	15	27 ⁰ / ₀	27 ⁰ / ₀	33 ⁰ / ₀	46 ⁰ / ₀
2.	Durch dreimaliges Durchstechen verwundete	„	15	100 ⁰ / ₀			
3.	Durch zur Hälfte- schneiden ver- wundete	„	15 ¹⁾	80 ⁰ / ₀	93 ⁰ / ₀	100 ⁰ / ₀	
				31. I.	4. II.	7. II.	
4.	Normale Kontroll- knospen	23. I.	25	84 ⁰ / ₀	92 ⁰ / ₀	92 ⁰ / ₀	
5.	Durch dreimaliges Durchstechen verwundete	„	15	100 ⁰ / ₀			
6.	Durch zur Hälfte- schneiden ver- wundete	„	16 ¹⁾	94 ⁰ / ₀	94 ⁰ / ₀	94 ⁰ / ₀ ²⁾	

normalen Knospen hier einen grösseren Prozentsatz keimender aufgewiesen haben: so haben nämlich bis zum 31. I. also im Laufe von 8 Tagen von den normalen Knospen 84⁰/₀ von den durchstochenen 100⁰/₀ gekeimt; aus den Hälften hingegen haben im Laufe von 8 Tagen auf 16—15 also 94⁰/₀ gekeimt; eigentlich darf auch hier angenommen werden, dass bis zum 31. I. 100⁰/₀ gekeimt haben, da eine ungekeimte Hälfte, wie es sich aus den späteren Beobachtungen erwies, überhaupt nicht keimfähig war und verfaulte.

Die normalen und verwundeten Knospen, die am 23. I. ins Gewächshaus ins Licht gestellt worden waren, wurden am 4. II. also nach Verlauf von 8 Tagen photographiert. Aus den photographischen Aufnahmen ist deutlich zu ersehen, dass die durchstochenen Knospen (s. Aufnahme Fig. II a) in ihrer Entwicklung bedeutend weiter vorgeschritten sind als die normalen (s. Fig. I a).

¹⁾ Zum Versuch wurden 15 eventuell 16 Hälften gebraucht.

²⁾ 15 Hälften haben gekeimt (94⁰/₀). Die 16-e Hälfte war verfault.

2. Der Einfluss des Warmbades.

Die Mehrzahl der Versuche wurde hier in denselben Terminen durchgeführt, wie auch im Dunkel. Jedoch wurde hier noch ein Versuch am 26. I. in Anwendung gebracht, der im Dunkeln nicht gemacht wurde. Ich habe hier ein Bad bei noch höherer Temperatur versucht, nämlich bei 43—47° C. im Laufe von 10 Stunden. Ich nahm an, dass Knospen, die sich in dieser Zeit noch in einer relativen Ruhe befinden, eine ziemlich hohe Temperatur ertragen können.

Es erwies sich jedoch, dass die bei dieser hohen Temperatur gebadeten Knospen getötet wurden, nachdem sie ins Gewächshaus ins Licht gebracht worden waren, nicht keimten und nach Verlauf einer gewissen Zeit alle verfaulten. Die Resultate der Versuche sind in der Tabelle VII. zusammengestellt worden und in den photogr. Aufn. Fig. I a, III a, IV a, VII, VIII, IX a dargeboten.

Tabelle VII.

Einfluss des Warmbades auf die Keimung der Knospen im Lichte.

Nr. des Versuches	Art des Versuches, dem die Knospen unterlagen	Datum, an dem mit dem Kultivieren der Knospen begonnen wurde	Anzahl der zum Versuche verwandten Knospen	Es keimten bis zum in %			
				31. I.	4. II.	7. II.	
1.	Normale Kontrollknospen	23. I.	25	84 ⁰ / ₁₀₀	92 ⁰ / ₁₀₀	92 ⁰ / ₁₀₀	
2.	Bei 29—33° (gebadete)	„	19	79 ⁰ / ₁₀₀	84 ⁰ / ₁₀₀	84 ⁰ / ₁₀₀	
3.	Bei 34—41° „	„	18	89 ⁰ / ₁₀₀	94 ⁰ / ₁₀₀	100 ⁰ / ₁₀₀	
				31. I.	7. II.	3. III.	7. III.
4.	Normale Kontrollknospen	26. I.	19	21 ⁰ / ₁₀₀	79 ⁰ / ₁₀₀	79 ⁰ / ₁₀₀	84 ⁰ / ₁₀₀
5.	Bei 43—47° (gebadete)	„		0 ⁰ / ₁₀₀	0 ⁰ / ₁₀₀	0 ⁰ / ₁₀₀	0 ⁰ / ₁₀₀
				17. III.	20. III.		
6.	Normale Kontrollknospen	9. III.	10	80 %	80 %		
7.	Bei 28—31° (gebadete)	„	10	90 %	90 %		
8.	Bei 35—41° „	„	10	90 %	90 %		

Wenn wir in den Versuchen von 23. I. den Prozentsatz der keimenden Knospen vergleichen, so sehen wir im allgemeinen keine auffälligen Unterschiede zwischen den normalen und gebadeten Knospen, da auch die normalen Knospen hier einen grösseren Prozent-

satz keimender aufweisen. Die in der Temperatur von 29–33° C. gebadeten Knospen weisen einen etwas kleineren Prozentsatz keimender auf, als die normalen, diejenigen dagegen, die im Wasser mit einer Temperatur von 34–41° C. gebadet waren, zeigen einen grösseren Prozentsatz keimender Knospen auf als die normalen.

Wenn wir statt dessen die photogr. Aufnahmen, die am 4. II. gemacht waren, vergleichen, so sehen wir jedoch, dass das Warmbad auf die Entwicklung der Knospen positiv gewirkt hat.

Knospen, die ein Bad bei 29–33° C. erhalten haben (s. Phot. Aufn. Fig. III a), sind in ihrer Entwicklung wohl fortgeschrittener als die normalen Knospen (Fig. I a), obgleich die Entwicklungsstadien auch hier keine grossen Unterschiede aufweisen. Dagegen tritt ein merklicher Unterschied zwischen den normalen (s. photogr. Aufnahme Fig. I a) und den bei einer Temperatur von 34–41° C. gebadeten Knospen auf (s. Fig. IV a).

Ähnliche Resultate ergaben auch Versuche vom 9. III. und hier hat auf den Prozentsatz keimender Knospen das Warmbad keinen merklichen Einfluss ausgeübt (Tab. VII, Vers. Nr. 6–8).

Auf der photogr. Aufn. sehen wir jedoch, dass Knospen die bei einer Temperatur von 28–31° C. gebadet wurden (s. Fig. VIII) auch hier wohl etwas fortgeschrittener als die normalen Knospen sind (s. Fig. VII). Einen grösseren Unterschied sehen wir dagegen zwischen den bei einer Temperatur von 35–41° C. gebadeten (s. Fig. IX a) und den normalen Knospen (s. Fig. VII).

3) Einfluss des Ätherisierens.

Es wurden zwei Serien von Versuchen ausgeführt: am 26. I. und 9. III. In beiden Terminen ist das Ätherisieren auf gleiche Weise durchgeführt worden wie im Dunkel (s. Seite 31). Nach dem Ätherisieren wurden Schalen zwecks Durchlüftung offen gelassen, und zwar im Laufe von 2 Stunden.

Die Resultate sind in der Tabelle VIII. angeführt (s. auch photogr. Aufn. Fig. V, VI, VII, X a).

Aus dieser Tabelle ersehen wir, dass in unseren Versuchen sowohl vom 26. I. als auch vom 9. III. das Ätherisieren eine Beschleunigung in der Keimung der Knospen hervorgerufen hat. So haben im Versuch vom 26. I. im Laufe von fünf Tagen von den normalen Knospen 21% von den ätherisierten 57% gekeimt. Jedoch ähnlich wie beim Warmbad sind deutliche Unterschiede in der Entwicklung der normalen und ätherisierten Knospen auf den photogr. Aufnahmen sichtbar (s. Aufn. Fig. V Normalknospen, Fig. VI äther. Knospen).

Tabelle VIII.

Einfluss des Ätherisierens auf die Keimung der Knospen im Lichte.

Nr. des Versuches	Art des Versuches, dem die Knospen unterlagen	Datum, an dem mit dem Kulti- vieren der Kno- spen begonnen wurde	Anzahl der zum Versu- che verwandten Knospen	Es keimten bis zum in %			
				31. I.	7. II.	3. III.	7. III.
1.	Normale Kontrollknospen	26. I.	19	21 %	79 %	79 %	84 %
2.	48 St. ätherisierte	„	21	57 %	86 %	86 %	95 %
						17. III.	20. III.
						30. IV.	4. V.
3.	Normale Kontrollknospen	9. III.	10	80 %	80 %		
4.	48 St. ätherisierte	„	10	100 %			

Die Aufnahmen wurden nach Verlauf von 12 Tagen (7. II.) gemacht. Dieselben Knospen sind wieder am 7. III. untersucht worden, und dann konnte man konstatieren, dass die ätherisierten in ihrer Entwicklung bedeutend fortgeschrittener waren, als die Normalknospen.

In den Versuchen vom 9. III. sehen wir, dass von den Normalknospen im Laufe von 8 Tagen (17. III.) 80% und von den ätherisierten 100% gekeimt haben. Auf den photogr. Aufnahmen (Fig. VII Normalknospen und Fig. X a ätherisierte Knospen) die nach Verlauf von 11 Tagen (20. III.) gemacht wurden, sehen wir einen Unterschied in den Entwicklungsstadien. Im allgemeinen aber hat sich der Einfluss des Ätherisierens in diesen Versuchen schwächer bemerkbar gemacht, als in den Versuchen vom 26. I.

V. Vergleich der Keimung der Knospen, auf welche die oben genannten äusseren Faktoren eingewirkt haben, im Lichte und im Dunkel.

Im allgemeinen konnte festgestellt werden, dass Knospen, die der Einwirkung der oben genannten Faktoren unterlagen, im Lichte schneller als im Dunkel gekeimt haben ¹⁾.

¹⁾ Wir glauben es jedoch nicht, dass wir es mit völliger Sicherheit bewiesen haben, dass die Knospen, die der Wirkung der genannten Faktoren ausgesetzt waren, in allen Fällen ausschliesslich in Folge der Belichtung schneller trieben. Sie begannen hier verhältnismässig schnell zu keimen; es konnten hier also nur quantitative Unterschiede konstatiert werden, zu deren Erklärung weitere exaktere Versuche nötig sind.

1) Vergleich der Keimung der verletzten und nachher im Lichte und im Dunkel untergebrachten Knospen.

Sowohl in den Versuchen vom 19. XII, als auch in den Versuchen vom 23. I. keimten die durch Durstechung verletzten respective durchgeschnittenen Knospen im Lichte schneller als im Dunkeln (s. Tabelle IX. u. fotogr. Aufn. Fig. II u. II a).

Aus der Tabelle IX. ersehen wir, dass in den Versuchen vom 19. XII. am 15. I. d. h. nach Verlauf von 27 Tagen im Lichte alle durchstochenen Knospen (Vers. 1) d. h. 100% gekeimt haben, während am selben Tage im Dunkeln kaum 8 von 15 also 53% gekeimt haben. Alle Knospen hingegen keimten erst nach Verlauf von 46 Tagen, am 3. II.

Von den zur Hälfte geschnittenen Knospen (Vers. 3 und 4) keimten im Lichte nach Verlauf von 27 Tagen am 15. I. 12 von 15 Hälften, d. h. 80%, im Dunkeln keimten 9 Hälften von 15, d. h. 60%.

Nach Verlauf von 46 Tagen, am 3. II. keimten im Lichte 100%, im Dunkeln 87%.

In den Versuchen vom 23. I. keimten von den durchstochenen Knospen (Tab. IX. Vers. Nr. 5 u. 6) im Lichte nach Verlauf von 8 Tagen (am 31. I.) 100%, im Dunkeln kaum 3 von 15, also 20%, und nach Verlauf von 21 Tagen am 7. II. keimten im Dunkeln kaum 9 von 15, d. h. 60%.

Von den zur Hälfte durchschnittenen Knospen am 23. I. (Vers. Nr. 7 und 8) keimten im Lichte im Laufe von 8 Tagen (am 31. I.) 15 von 16 Hälften, d. h. 94%, eigentlich kann aber angenommen werden, dass auch hier 100% gekeimt haben, da wie es sich später am 18. II. erwiesen hat, war eine Hälfte nicht keimfähig und verfaulte; im Dunkel dagegen (Vers. 8) keimten im Laufe von 8 Tagen (am 31. I.) 0%, nach Verlauf von 11 Tagen (4. II.) 8 von 15, d. h. 53% und nach Verlauf von 25 Tagen (am 18. II.) 14 von 15, d. h. 93%.

Auf der fotogr. Aufnahme Nr. II a sehen wir die am 23. I. durchstochenen dem Lichte ausgesetzten Knospen, und auf der Aufnahme Nr. II, die zur selben Zeit durchstochenen und im Dunkeln belassenen Knospen. Die einen und die anderen sind am 4. II. photographiert worden.

Wir können feststellen, dass die im Lichte untergebrachten Knospen in ihrer Entwicklung bedeutend fortgeschrittener sind, als die im Dunkel belassenen.

Tabelle IX.

Der Vergleich der Keimung der verletzten und nachher im Lichte und im Dunkel untergebrachten Knospen.

Nr des Versuches	Art des Versuches, dem die Knospen unterlagen	Verwundete Knospen im Lichte oder im Dunkeln untergebracht	Datum, an dem mit dem Kultivieren der Knospen begonnen wurde	Anzahl der zum Verwandten Knospen	Es keimten bis zum in %		
					15. I.	3. II.	
1.	Durch dreimaliges Durchstechen verwundete	im Lichte	19. XII.	15	100%		
2.	Durch dreimaliges Durchstechen verwundete	im Dunkel	"	15	53%	100%	
3.	Durch zur Hälftheschneiden verwundete	im Lichte	"	15	80%	100%	
4.	Durch zur Hälftheschneiden verwundete	im Dunkel	"	15 ¹⁾	60%	87%	
					31. I.	4. II.	7. II.
5.	Durch dreimaliges Durchstechen verwundete	im Lichte	23. I.	15	100%		
6.	Durch dreimaliges Durchstechen verwundete	im Dunkel	"	15	20%	27%	60%
7.	Durch zur Hälftheschneiden verwundete	im Lichte	"	16	94%	94%	94% ²⁾
8.	Durch zur Hälftheschneiden verwundete	im Dunkel	"	15 ¹⁾	0%	53%	93%

¹⁾ Es waren zu den Versuchen 15 Hälften genommen worden.

²⁾ Es keimten 15 Hälften, die 16-e war nicht keimfähig und verfaulte.

2) Vergleich der Keimung der Knospen, die der Einwirkung des Warmbades erlagen und nachher im Lichte und im Dunkel untergebracht waren (s. Tab. X).

In den Versuchen vom 23. I. (Tab. X. Vers. 1—4) sehen wir, dass bei Anwendung eines Bades vom $29-33^{\circ}$ C., die Knospen im Dunkeln eine bedeutende Verspätung, was die Keimung anbelangt, im Vergleich zu den belichteten aufweisen. Während im Dunkel im Verlaufe fast eines ganzen Monates (27 Tage) bis zum 18. II. keine einzige Knospe gekeimt hat, haben im Lichte schon nach 8 Tagen (am 31. I.) 15 Knospen von 19, d. h. 79% gekeimt.

Die fotogr. Aufn. Fig. III (im Dunkel) und Fig. III a (im Lichte) gemacht am 4. II. zeigen, wie gross der Unterschied in der Entwicklung der Knospen schon nach Verlauf von 8 Tagen war ¹⁾.

Bei einem Bade von $34-41^{\circ}$ C. war die Keimschnelligkeit im Dunkel und im Licht ungefähr dieselbe: z. B. keimten im Lichte (Tab. X. Vers. Nr. 3) im Laufe von 8 Tagen 16 Knospen von 18, d. h. 89% im Dunkel hingegen (Tab. X Vers. 4) 10 von 11, d. h. 91% . Ähnliche Resultate sehen wir auch nach Verlauf von 12 Tagen (4. II.) im Lichte 94% , im Dunkel 100% .

Wenn man statt dessen die Entwicklungsstadien auf den photographischen Aufnahmen beobachtet, so kann man auch feststellen, dass im allgemeinen die Entwicklung der Knospen im Lichte eine schnellere war, als im Dunkel. Sichtbar ist das auf den Aufnahmen, die am 4. II. gemacht wurden, d. h. nach Verlauf von 12 Tagen (s. Aufn. Fig. IV a im Lichte und Fig. IV im Dunkel).

Ähnliche Resultate erhielten wir in den Versuchen vom 9. III. (s. Tab. X. Vers. Nr. 5 u. 6). Auch hier, sich auf das angeführte Zahlenmaterial was die Keimung anbelangt stützend, sehen wir nicht immer bedeutendere Unterschiede in der Schnelligkeit der Keimung im Lichte und im Dunkel. Es keimten zwar im Laufe von 8 Tagen am 17. III. im Lichte 90% , im Dunkel 60% und im Laufe von 11 Tagen am 20. III. im Lichte 90% und im Dunkel 70% , die Unterschiede sind jedoch nicht so bedeutend, dass es möglich wäre, sich auf ihnen stützend einen bestimmten Schluss, was eine schnellere Keimung der belichteten Knospen anbelangt, zu ziehen.

In dem Entwicklungsstadium war hingegen ein Unterschied zu bemerken. Auch hier wiesen die belichteten Knospen eine schnellere Entwicklung auf (s. Aufn. Fig. IX a im Lichte, Fig. IX im Dunkel).

¹⁾ Auf der Aufnahme s. S. 23 sind nur 3 Knospen photographiert worden (s. auch Seite 24, 30 u. 31).

Tabelle X

Der Vergleich der Keimung der Knospen, die der Einwirkung des Warmbades erlagen und nachher im Licht und im Dunkel untergebracht waren.

Nr des Versuches	Art des Versuches, dem die Knospen unterlagen	Einwirkung des Warm- bades auf die Keimung der Knospen, welche im Licht und im Dunkel untergebracht waren	Datum, an dem mit dem Kulti- vieren der Kno- spen begonnen wurde	Anzahl der zum Ver- suche ver- wandten Knospen	Es keimten bis zum in %		
					31. I.	4. II.	18. II.
1.	Bad bei 29—33° C.	im Lichte	23. I.	19	79%	84%	84%
2.	" " 29—33° C.	im Dunkel	"	13	0%	0%	0%
3.	" " 34—41° C.	im Lichte	"	18	89%	94%	100%
4.	" " 34—41° C.	im Dunkel	"	11	91%	100%	
					17. III.	20. III.	
5.	" " 35—41° C.	im Lichte	9. III.	10	90%	90%	
6.	" " 35—41° C.	im Dunkel	"	10	60%	70%	

Vergleiche auch photogr. Aufnahmen Fig. III, III a, IV, IV a, IX, IX a; s. S. 23 u. 27.

3) Der Vergleich der Keimung der Ätherisierten und nachher im Lichte und im Dunkel untergebrachten Knospen.

Wir können hier nur eine Versuchsserie vom 9. III., die an einer kleiner Anzahl Knospen gemacht worden war, anführen. Jedenfalls konnten auch hier gewisse Unterschiede zwischen den belichteten und den im Dunkel belassenen Knospen festgestellt werden (s. Tab. XI., photogr. Aufn. Fig. X a i und Fig. X).

Tabelle XI.

Der Vergleich der Keimung der ätherisierten und nachher im Lichte und im Dunkel untergebrachten Knospen.

Nr. des Versuches	Art des Versuches dem die Knospen unterlagen	Ätherisierte Knospen im Lichte oder im Dunkel untergebracht	Datum, an dem mit dem Kultivieren der Knospen begonnen wurde	Anzahl der zum Versuche verwandten Knospen	Es keimten bis zum in %	
					17. III.	20. III.
1.	48 St. ätherisierte	im Lichte	9. III.	10	100%	
2.	48 St. ätherisierte	im Dunkel	„	5	60%	60%

Aus der Tabelle XI. ersehen wir, dass im Lichte nach Verlauf von 8 Tagen 100% und im Dunkel 60% gekeimt haben.

Ebenso sind auch Unterschiede in den Entwicklungsstadien zu bemerken (s. Aufn. Fig. X a), wo am 20. III., also nach Verlauf von 11 Tagen ätherisierte und ins Licht gebrachte Knospen photographiert sind und Aufn. Fig. X, wo wir in derselben Zeit ätherisierte und im Dunkel aufbewahrte Knospen photographiert haben.

IV. Die Keimung der Knospen nach dem 30. März, die bis zu diesem Datum nicht gekeimt haben.

Wie das aus den oben angeführten Tabellen zu ersehen ist, sind genauere Beobachtungen, was die Keimung der Knospen anbelangt, höchstens bis zum 30. März geführt worden. Es entsteht jedoch die Frage, wie verhielten sich die Knospen, die bis zu diesem Datum nicht gekeimt haben. Aus von mir unabhängigen Gründen, konnte ich keine genauere Kontrolle nach dem 30. III. ausüben. Es war jedoch eine ganze Reihe von Einmachgläsern auch weiterhin in denselben Bedingungen wie bis zum 30. III. gelassen worden, nur mit dem Unterschiede, dass die Temperatur im Gewächshause in den folgenden Monaten hin und wieder eine höhere war (s. Seite 18 u. 19).

Diese Einmachgläser wurden erst am 27. VII. resp. am 3. VIII. untersucht. Es erwies sich, dass im Lichte mit ganz unbedeutenden Ausnahmen die Pflanzen sich zersetzt hatten, die übrigen wenigen gesunden Pflanzen keimten jedoch alle. Im Dunkel fand ich dagegen in sehr vielen Fällen eine Reihe gesunder Pflanzen, wobei einige Knospen sogar bis zu diesem Datum nicht zu keimen angefangen hatten. So haben z. B. von den 25 normalen am 23. I. ins Gewächshaus ins Dunkle gestellten bis zum 3. VIII. zwei Knospen gar nicht gekeimt und 5 Knospen waren im ersten Stadium der Keimung.

Gleichfalls fand ich in den in Zimmertemperatur aufbewahrten am 4. X. gesammelten Knospen (s. Seite 19) noch im August einen bedeutenden Prozentsatz, der nicht keimte.

Wie ich das auf der S. 20 vermerkt habe (s. Tab. I.) keimten von 130 auf 210 Knospen bis zum 23. I. 62%. Nach dem 23. I. blieben 80 nicht keimende Knospen übrig, von welchen ich am 10. VIII. 46 Knospen ohne Veränderung fand (nicht keimende) d. h. also 57%. Die übrigen waren entweder verfault, oder aber keimten.

Daraus sehen wir, dass prinzipiell eine Hemmung der Keimung für einige Knospen der *Stratiotes* wenigstens bis Anfang August möglich ist, wenn diese im Dunkel aufbewahrt werden.

Zusammenstellung der wichtigsten Resultate.

1) Aus den oben beschriebenen Versuchen erfolgt, dass die Knospen von *Stratiotes aloides*, die im Gewächshause und im Zimmer im Dunkel gehalten wurden, im Vergleich zu den belichteten, eine grosse Verspätung in der Keimung aufweisen.

So z. B. keimten von 25 am 23. I. im Gewächshause untergebrachten Knospen, schon nach Verlauf von 8 Tagen 84%, während im Dunkel sogar nach Verlauf von 43 Tagen keine einzige Knospe gekeimt hat.

2) Durch Verwundung, ein Warmbad und Ätherisierung konnte man jedoch eine Beschleunigung der Keimung der Knospen auch im Dunkel verursachen, so dass sie zuweilen auch bei Lichtmangel nach Verlauf von einigen Tagen keimten.

3) Die oben erwähnten Faktoren verursachten auch eine Beschleunigung der Keimung der belichteten Knospen.

4) Beim Vergleich der Knospen, die einer Verwundung, einem Warmbade und der Ätherisierung im Dunkel und im Lichte in den vom Autor geführten Bedingungen unterlagen, sieht man, dass im

allgemeinen auch Knospen, die der Wirkung dieser Faktoren unterlagen, eine schnellere Entwicklung im Lichte, als im Dunkel aufweisen.

Aus dem oben gesagten erfolgt, dass die Bedingungen der Keimung der Knospen bei *Stratiotes aloides* in vielen Beziehungen andere sind, als diejenigen für die Turionen von *Hydrocharis M. r.*

Die Knospen von *Hydrocharis* konnten nicht, wie ich das zuvor in der oben genannten Arbeit ¹⁾ konstatiert habe, im Dunkel zur Keimung gebracht werden, durch Anwendung einer langandauernden hohen Temperatur, durch Zentrifugieren, durch Wirkung des Alkohols und durch Kultivierung in verschiedenen Mineralnährlösungen, in Zucker und dgl. Schliesslich im Januar 1928 versuchte ich auch die Einwirkung des Warmbades und der Ätherisierung, aber auch dieses blieb erfolglos ²⁾. Es gelang mir bloss in einigen Ausnahmefällen die Anfänge der Keimung bei Knospen, die in zwei, drei, oder mehr Teile durchschnitten waren, festzustellen.

Wobei diese Turionenteile ihre Entwicklung entweder dem Erscheinen neuer Knospen (durch Restitution) verdankten oder aber, was ich noch seltener beobachtet habe, der Entwicklung der im Turion tiefer im Inneren gelegenen Blätter.

In einigen Fällen gelang es mir auch auf den Knospen, die im Lichte zur Keimung gebracht und in den ersten Keimungsstadien ins Dunkle herübergebracht waren, zu beobachten, dass in der Knospe tiefer gelegene Blätter z. B. das fünfte Blatt wachsen konnte, wobei in einem Falle sogar das 3. und 4. Blatt übergangen wurde.

Aus diesen Tatsachen habe ich geschlossen, dass Lichtmangel vor allem die Entwicklung der äusseren Knospenblätter hemmt.

Simon, der neuerdings ³⁾ sich gleichfalls mit der Untersuchung der Keimungsbedingungen der Knospen von *Hydrocharis* beschäftigt hat, schreibt unter anderem: „Selbst Verwundungen können, wie Wiśniewski dies irrtümlich annahm, eine Keimung im Dunkel nicht herbeiführen“.

Augenscheinlich bin ich von dem erwähnten Forscher nicht gut verstanden worden.

Aus den eben angeführten Tatsachen habe ich nicht den Schluss gezogen, dass man durch Verwundung Knospen im Dunkel zur

¹⁾ Wiśniewski, P. 1912, l. c.

²⁾ Ringel-Suessenguth, 1922 (l. c.), hat gleichfalls erfolglos den Einfluss des Warmbades und des Ätherisierens auf das Treiben der Turionen der *Hydrocharis* untersucht.

³⁾ Simon. 1928, l. c., S. 202.

Entwicklung bringen konnte. Bei der Besprechung der Umstände, unter welchen die Hälften resp. kleineren Knospenteile im Dunkel gekeimt haben, habe ich absichtlich nirgends den Ausdruck „Verwundung“ angewandt.

Wenn ich schrieb: „Durch Zerschneiden der Knospen in zwei, drei und mehrere Teile konnte man sie aber auch im Dunkel zur Keimung bringen, wenn auch nicht immer“, und weiter: „Die Entwicklung dieser Knospenteile im Dunkel war aber von derjenigen im Hellen verschieden u. s. w.“, so habe ich nur die Tatsache selbst festgestellt, dass auf den durch Zerschneiden erhaltenen Knospenteilen hin und wieder eine spezifische Art Keimung beobachtet werden konnte.

Klebs¹⁾ hat festgestellt, dass im Lichte, wenn man die Winterknospen von *Hydrocharis M. r.* in zwei gleiche Teile der Länge nach durchschneidet, die beiden Hälften schon nach ein paar Tagen zu keimen anfangen.

Diese Tatsache ist von mir²⁾ näher analysiert worden und schliesslich kam ich zur Überzeugung, dass die durchschnittenen Knospen im Lichte durch Verwundung zur Keimung angeregt werden, jedoch ist von mir nicht untersucht worden, was für Ursachen die spezifische Art Keimung bei den durchschnittenen Knospen im Dunkel hervorrufen; aus dieser letzteren Tatsache, wie auch aus anderen oben erwähnten, habe ich nur die Schlussfolgerung gezogen, „dass Lichtmangel in erster Linie die Entwicklung der äusseren Knospenblätter hemmt und dass wahrscheinlich hierdurch die Keimfähigkeit der Winterknospen von *Hydrocharis M. r. L.* im Dunkeln bedingt wird“.

Was *Stratiotes* anbelangt, kann man aus der Tatsache, dass sowohl die Hälften, als auch die durchstochenen Knospen im Dunkeln eine normale Keimung der Knospen beschleunigen, meiner Ansicht nach, die Schlussfolgerung ziehen, dass in diesem Falle tatsächlich die Verwundung eine Rolle spielt.

Zum Schluss möchte ich noch vermerken, dass bei der Angabe der oben gegebenen Beschreibung der Versuche in der Form, wie sie gemacht wurden, wie auch bei der Anführung der Resultate unserer Versuche, es mir vollkommen klar ist, dass nicht alle unsere Versuche so weit genau durchgeführt worden sind, dass man diese

¹⁾ Klebs, G. Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. Sitzber. der Heidelb. Akademie der Wiss. 1911.

²⁾ Wiśniewski, P. l. c. S. 1048—1049.

für abgeschlossen halten könnte. So würde ich in vielen Fällen eine definitive Schlussfolgerung für voreilig halten. Vor allem müssten präzisere Versuche zwecks Aufklärung der Wirkung des Lichtes und der Temperatur, wie auch des wechselseitigen Verhältnisses dieser beiden Faktoren durchgeführt werden.

Alle photographischen Aufnahmen der Abb. 11—14 sind 3·1 Mal verkleinert.

Aus dem Institut der allgemeinen Botanik der Universität in Wilno.