

Die
Beeinflussung der Winterruhe der Holzgewächse
durch die Nährsalze.

Ein neues Fröhrtreibeverfahren.

Von

Georg Lakon.

Mit 2 Textfiguren.

Wengleich die Abhängigkeit des Pflanzenlebens von den äußeren Bedingungen im allgemeinen nicht geleugnet wird, so gibt es doch Fälle, bei welchen eine solche Abhängigkeit den Tatsachen gegenüber in Widerspruch zu stehen scheint. Zu dieser Kategorie gehört zum Teil diejenige Lebensphase der Pflanze, die man als Ruheperiode bezeichnet. Eine ausgeprägte Ruheperiode zeigen in der gemäßigten Zone die Holzgewächse im Winter, und diese Phase der Entwicklung ist bei einigen Arten auch nach Herstellung günstiger Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse nicht auszuschalten. Diese Tatsache, sowie das Verhalten zahlreicher tropischer Bäume, welche ebenfalls eine Ruheperiode aufweisen, haben zu der Annahme gedrängt, daß eine Ruheperiode auch auf inneren, selbstregulatorischen und von den äußeren Bedingungen unabhängigen Ursachen beruhen kann (autogene Ruhe). Diese Ansicht vertritt auch Pfeffer; in seiner Pflanzenphysiologie sagt er u. a.¹⁾:

»Daß aber anderen Pflanzen eine autogene Ruheperiode zukommt, lehrt schon die Erfahrung, daß die sich entlaubenden und immergrünen Holzgewächse unserer Heimat nach dem

¹⁾ Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1904. 2, 260. — Um eine nähere Besprechung zu ersparen, verweise ich auf die ausführlichen Erörterungen Pfeffers (S. 259 ff.), wo auch die ältere Literatur erwähnt wird.

Abschluß der sommerlichen Vegetationsperiode auch dann in die Winterruhe übergehen, wenn sie bei guter Beleuchtung in einem warmen Haus gehalten werden. Ebenso verhalten sich diese Pflanzen in wärmeren Ländern, z. B. in Madeira, wo Eiche, Buche, Obstbäume usw. ihre Blätter abwerfen, in eine Ruheperiode eintreten, obgleich die Mitteltemperatur des kältesten Monats (Januar) $15,4^{\circ}$ C beträgt und obgleich in dem feuchten Klima viele einheimische und tropische Pflanzen während des ganzen Jahres wachstumstätig sind«.

Über das Zustandekommen dieser autogenen Ruhe spricht sich Pfeffer folgendermaßen aus¹: »Durch eine derartige interne (selbstregulatorische) Modifikation der Wachstumsfähigkeit, nicht aber durch den Mangel an geeigneter Nahrung, wird auch der Verlauf der autogenen jährlichen Wachstumsperiodizität und der Eintritt der Ruhephase in dieser reguliert«.

Gegen diese Annahme einer inneren Selbstregulation hat sich Klebs gewendet und in seinen bekannten grundlegenden Arbeiten² den Nachweis geliefert, daß durch Darbietung besonderer günstiger Bedingungen unter Anwendung geeigneter Kulturmethoden, Pflanzen mit »innerer Periodizität« zu ununterbrochenem Wachstum zu bringen sind. Eine wichtige Arbeit, welche für die Frage der Periodizität zweifellos von entscheidender Bedeutung ist, hat Klebs neuerdings veröffentlicht³. Ohne auf diese Arbeit, welche die Frage der Rhythmik der Entwicklung in ihrem Gesamtumfang auf Grund von in den Tropen ausgeführten Untersuchungen behandelt, hier näher einzugehen, will ich nur einen Punkt besonders hervorheben, welcher die Anregung zu meinen vorliegenden Untersuchungen gegeben hat. Bei der Behandlung der verschiedenen äußeren Bedingungen, welche für Wachstum und Ruhe von Bedeutung sind, wird nämlich von Klebs dem Nährsalzgehalte des Bodens eine besondere Stelle eingeräumt⁴, und somit diesem Faktor meines

¹) l. c. S. 273.

²) Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Fischer, Jena 1903. — Probleme der Entwicklung. Biol. Centralbl. 1904. 24.

³) Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. Sitzgsber. Heidelb. Akad. Wissensch. Math. nat. Kl. 1911. 23. Abh.

⁴) l. c. S. 42—48.

Wissens zum ersten Male eine Bedeutung bei der Periodizität zugesprochen. Eine Verminderung des Nährsalzgehaltes des Bodens und somit der Salzzufuhr wirkt in gleicher Weise wie die Herabsetzung eines oder mehrerer der anderen äußeren Faktoren (Temperatur, Licht, Feuchtigkeit) zur Herbeiführung eines Ruhezustandes. Zu dieser Annahme kommt Klebs insbesondere auf Grund von Versuchen, die er in Java mit Topfpflanzen anstellte. Pflanzen, die zu einem Stillstand des Wachstums übergegangen waren, konnte er durch Begießen mit Knopscher Lösung zum Treiben veranlassen. In gleicher Weise wirkte das Umpflanzen aus der erschöpften Erde der Töpfe in die nährsalzhaltigen des freien Gartenlandes. Auch die Treibwirkung der Entblätterung ist auf eine vermehrte Zufuhr von Nährsalzen zu den Knospen zurückzuführen, welche bis dahin den vorhandenen Blättern zufließen mußten.

Klebs formuliert seine diesbezüglichen Erörterungen folgendermaßen zusammen¹:

»Eine relativ feste Ruheperiode tritt ein, wenn durch Verminderung eines oder mehrerer wesentlicher Faktoren, Temperatur, Feuchtigkeit, Nährsalzgehalt, die Wachstumstätigkeit allmählich eingeschränkt wird und bei anfangs noch fortgehender Assimilationstätigkeit die Speicherung organischen Materials die Fermente inaktiv macht«.

»Von diesem Standpunkt aus können wir folgern, daß eigentlich jede Ruheperiode aufgehoben werden muß, da es wesentlich darauf ankommt, die fermentative Tätigkeit wieder anzuregen. Wir wissen auch, daß schon heute die Ruhe durch viele verschiedene Mittel tatsächlich verkürzt oder ganz beseitigt werden kann. Kombinierte Wirkungen von höherer Temperatur und Feuchtigkeit (Gewächshauskultur, Warmwassermethode von Molisch) befördern die fermentative Tätigkeit. Ebenso kann vielleicht auch der Einfluß des Äthers darauf zurückgeführt werden. In noch höherem Grade wirkt eine Zufuhr von Nährsalzen«.

Diesen Zusammenhang zwischen Wachstum der Knospen und Nährsalzzufuhr experimentell genau zu prüfen war der Grundgedanke, welcher mich zu vorliegenden Untersuchungen

¹) l. c. S. 47—48.

führte. Bevor ich jedoch zur Besprechung meiner Versuche übergehe, will ich einiges über die Art und Weise der Versuchsanstellung vorausschicken.

Die Untersuchungen wurden — mit wenigen noch besonders hervorzuhebenden Ausnahmen — mit abgeschnittenen Zweigen angestellt, um einesteils die direkte Wirkung der Nährsalze auf die Knospen festzustellen und zweitens, um die Umständlichkeit des Operierens mit ganzen Topfpflanzen auszuschalten. Eine parallele Versuchsreihe mit ganzen Topfpflanzen schien mir allerdings von vornherein erwünscht, doch mußte ich darauf wegen Mangels eines entsprechenden Raumes, abgesehen von wenigen Ausnahmen, verzichten.

Die abgeschnittenen Zweige wurden in das geheizte Zimmer des Instituts gestellt; die Temperatur betrug hier für gewöhnlich am Tage 18—20° C, nachts 15—17° C, die Feuchtigkeits- und Beleuchtungsverhältnisse waren gerade für Treibeversuche nicht sehr günstig (ziemlich trocken und dunkel). Bei Tagen, an welchen eine strengere Kälte zu erwarten und somit eine niedrigere nächtliche Temperatur im Zimmer zu befürchten war, wurden die Pflanzen die Nacht über in große Thermostaten mit einer konstanten Temperatur von ca. 20° C und ziemlich großer Feuchtigkeit gestellt. Dort verblieben die Versuchsobjekte auch an vereinzelt Tagen, wo die Institutsräume nicht geheizt wurden.

Diese Verhältnisse, unter welchen ich meine Versuche anstellte, waren selbstverständlich nicht gerade die besten und machte ich mich daher von vornherein auf Mißerfolge gefaßt; die positiven Erfolge, die ich trotzdem erhielt, gewinnen eine um so größere Beweiskraft.

Bei meinen Versuchen handelte es sich darum, den schon in Ruhe übergegangenen Knospen eine gesteigerte Nährsalzzufuhr angedeihen zu lassen. Zuerst versuchte ich dies durch Einpressen von Wasser bzw. Knopscher Lösung zu erzielen. Der untere Teil des Zweiges wurde durch das schmale Loch eines Kautschukpfropfens geleitet und der so beschickte Pfropfen in die Öffnung einer mit Wasser bzw. Knopscher Lösung gefüllten Flasche luftdicht hereingepreßt. Durch dieses Einpressen entstand auf der Oberfläche der in der Flasche enthaltenen

Flüssigkeit ein starker Druck, der sich oft durch schwaches Bluten von frischen Blattnarben oder der Knospen selbst bemerkbar machte.

Zur Kontrolle wurden daneben Zweige ins Wasser bezw. in Knopsche Lösung frei, ohne Druck, gestellt.

Da es sich sogleich zeigte, daß die starke Injektion nach einem unbedeutenden Wachstum ein schnelles Welken der Knospen herbeiführte, wurde der Versuch in der Weise modifiziert, daß die Druckeinrichtung nur nachts — und dann viel schwächer — in Wirksamkeit gesetzt wurde.

Dieses letztere Verfahren hat auch bessere Ergebnisse geliefert, doch meine Beobachtungen an den Kontrollpflanzen haben mich bald belehrt, daß für das Studium der Einwirkung der Nährsalze auf die ruhenden Knospen das einfache Einstellen der Zweige in Knopsche Lösung die beste Methode darstellt und habe ich daher die Preßmethode aufgegeben und mich ausschließlich der anderen bedient¹.

Versuche mit *Syringa vulgaris*.

Die meisten und ausgedehntesten Versuche habe ich mit Flieder angestellt, da es mir vorerst wünschenswert erschien, mit einer Pflanze zu operieren, welche gut auf Frühtreibemittel

¹) Der begünstigende Einfluß des Wassers unter erhöhtem Druck auf die Treibfähigkeit der Knospen ist schon vielfach Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Die ersten Versuche stammen von Boehm (Über die Ursache des Saftsteigens in den Pflanzen. Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. I. Abt. 1863. 48, 11ff.) und Sachs (Handbuch der Experimental-Physiologie. 1865. S. 242). Die experimentellen Untersuchungen von Strasburger (Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. 1891. S. 843), welche gegen eine Beschleunigung des Austreibens der Knospen durch Einpressung von Wasser sprechen, sind nicht beweiskräftig, da dieselben Mitte Februar angestellt wurden, also in einer Zeit, wo die Ruheperiode der Versuchspflanzen (*Syringa vulgaris*, *Kerria japonica*, *Cydonia japonica* und *Viburnum opulus*) schon längst verschwunden ist (sie blühen bei günstiger Temperatur auch ohne jegliche Behandlung schon Ende Februar); wenn dies aber der Fall ist, sind Frühtreibebemühungen aller Art (so auch mit Äther oder Warmbad) bekanntlich umsonst, ja öfter sogar direkt schädlich.

In der neuesten Zeit hat sich Jesenko (Ber. d. d. bot. Ges. 1911. 29, 273—284) der Injektion von Zweigen mit Wasser sowie mit giftigen Flüssigkeiten zwecks Frühtreibens mit Erfolg bedient.

reagiert und an welcher alle bisher bekannten Mittel ausprobiert wurden.

Die ersten Versuchsreihen wurden im Oktober angestellt, also in einer Zeit, in welcher der Flieder in der sog. Mittel- oder Hauptruhe verharret¹. In diesem Ruhestadium sind bekanntlich die Pflanzen am schwierigsten zum Austreiben zu veranlassen, dafür aber gerade die Resultate von Frühtriebversuchen am deutlichsten und beweiskräftigsten.

Zu den Versuchen wurden Zweige herangezogen, welche unmittelbar vorher ihr Laub abgeworfen hatten.

Bei meinen Versuchen wurden drei Stadien der Entwicklung besonders aufgezeichnet, nämlich 1. die ersten deutlichen Zeichen eines Wachstums der Knospen, 2. die vollzogene Knospenbrechung, und 3. die vollständige Blattentfaltung (bezw. Streckung der Blütenstände).

Bei allen diesen Versuchen wurde durch die Nährsalze ein frühzeitiges Eintreten der drei Entwicklungsstadien hervorgerufen. Zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse seien hier folgende typische Beispiele wiedergegeben.

Versuch vom 9. Oktober 1911.

	Knospenwachstum		Knospenbrechung		Blattentfaltung	
	am	nach Tagen	am	nach Tagen	am	nach Tagen
Zweige in Wasser	10. XI.	32	14. XI.	36	23. XI.	45
Zweige in Knospscher Lösung	22. X.	13	26. X.	17	27. X.	18

Durch die Knospsche Lösung wurde also das Austreiben um 3 (Knospenbrechung) bis 4 Wochen (Blattentfaltung) beschleunigt.

Fig. 1 stellt den Stand dieses Versuches am 28. Oktober dar. Der mit I markierte Zweig ist der mit Knospscher Lösung behandelte; er hat seine beiden Terminalknospen vollständig ausgetrieben. Der zweite Zweig (II) hat im Wasser gestanden und sind seine Knospen vollständig unverändert geblieben.

¹) Johannsen, Das Ätherverfahren beim Frühreiben mit besonderer Berücksichtigung der Fliedertreiberei. Fischer, Jena 1900. (II. Aufl. 1906). — Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena. 1904. S. 421.

Obwohl meine Versuche, wie schon bemerkt, nicht unter optimalen Treibeverhältnissen standen und demnach keinen Anspruch auf das absolut erreichbare machen können, zeigen sie zur Genüge, welch großen Einfluß die Knopsche Lösung auf die Treibfähigkeit der in der Hauptruhe sich befindlichen Knospen ausübt.

Um jedoch das möglichst erreichbare — oder zum mindesten das diesem nächststehende — an Frühtrieberei beim Flieder im Oktober zu erzielen, habe ich noch ein kombiniertes Verfahren angewendet, nämlich Vortrocknung in höherer Temperatur und dann Nährsalzwirkung. Die Zweige wurden in einem Thermostaten während 3 Tagen in einer Temperatur von ca. 26° C getrocknet und dann die Hälfte ins Wasser, die anderen in Knopsche Lösung gesteckt. Die Resultate waren folgende:



Fig. 1. Zweige von *Syringa vulgaris* am 28. Oktober; bei I in Knopscher Lösung, bei II in Wasser.

Versuch vom 26. Oktober 1911.

Die Zweige wurden nach 3tägiger Trocknung gebracht in	Knospenwachstum		Knospenbrechung		Blattentfaltung	
	am	nach Tagen	am	nach Tagen	am	nach Tagen
Wasser	30. X.	4	3. XI.	8	13. XI.	18
Knopsche Lösung	28. X.	.2	30. X.	4	1. XI.	6

Durch diese Doppelbehandlung war es also möglich, den Flieder innerhalb zwei Tagen aus seiner Hauptruhe zu erwecken und innerhalb 6 Tagen zur vollen Blattentfaltung zu veranlassen, während die bloße Trocknung dieselben Entwicklungsstadien 2 bzw. 12 Tage später zu erzielen vermochte. Wenn man in Erwägung zieht, daß Knospen, welche nach 2 Tagen sichtliches

Wachstum zeigen, schon früher in Wachstumstätigkeit sich befunden haben müssen, ersieht man, daß durch das kombinierte Verfahren der Trocknung und Nährsalzlösung der Flieder selbst in seiner Hauptruhe sofort, ohne jeglichen Widerstand zum Austreiben zu bringen ist.

Mit dem Austreten der Pflanze aus der Hauptruhe geht auch das Schwinden ihrer Empfindlichkeit gegen Nährsalzlösung Hand in Hand.

Im November fangen schon die Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Zweigen an Deutlichkeit zu verlieren an. Als Beispiel sei folgender Versuch hier wiedergegeben

Versuch vom 18. November 1911.

	Knospenwachstum		Knospenbrechung		Blatt- und Blütenentfaltung	
	am	nach Tagen	am	nach Tagen	am	nach Tagen
Zweige in Wasser	13. XII.	25	16. XII.	28	19. XII.	31
Zweige in Knopscher Lösung	8. XII.	20	10. XII.	22	13. XII.	25

Im Dezember sind die Resultate von Versuchen vollständig unbrauchbar; bald sind behandelte und unbehandelte Zweige gleichwertig, bald zeigen erstere und bald letztere einen geringeren Vorsprung. Somit findet auch hier die von verschiedenen Seiten hervorgehobene Tatsache Bestätigung, daß mit ausklingender Ruhe die günstige Wirkung von jeglichen Frühtriebmitteln immer schwächer und schließlich ganz aufgehoben wird oder manchmal sogar negativ ausfällt.

Versuche mit verschiedenen Holzgewächsen.

Die Erfahrungen, die ich mit der gut reagierenden Syringe machte, wurden bald bei ähnlichen Versuchen mit verschiedenen Holzgewächsen benutzt; ich wählte zuerst *Carpinus Betulus* L., *Tilia grandifolia* Ehrh., *Acer pseudoplatanus* var. *erythrocarpa*, *Corylus avellana* L., *Aesculus Hippocastanum* L. und *Magnolia Alexandrina*.

Mit der Magnolie wurde ein Versuch schon am 27. Oktober angestellt. Die Zweige in Knopscher Lösung zeigten schon nach 2—3 Wochen eine deutliche Anschwellung der Blüten-

knospen; am 19. Dezember (also nach ca. 7 Wochen) war eine fortgeschrittene Knospenbrechung zu verzeichnen, der auch eine normale Entfaltung folgte. Bei den Wasserzweigen war eine deutliche Anschwellung erst Anfang Dezember, eine Knospenbrechung erst am 8. Januar 1912 (also um 3 Wochen später) wahrzunehmen.

Mit den übrigen Arten wurde, außer einer Anzahl von zu verschiedener Jahreszeit angestellten Versuchen, am 1. Dezember 1911 mit einer größeren Versuchsreihe operiert. Bei allen diesen Versuchen kam die günstige Wirkung der Nährlösung mehr oder weniger deutlich zum Ausdruck.

Die Lindenzweige sind am spätesten ausgetrieben. Bei den Zweigen in Knopscher Lösung waren die ersten deutlichen Zeichen einer Knospenbrechung am 17. Januar, also nach 47 Tagen zu verzeichnen; bei den Wasserzweigen trat dasselbe Stadium erst am 22. Januar, also 5 Tage später ein. Im Gegensatz zu der spät eingetretenen ersten Erwachung stand die weitere Entwicklung der Knospen; dieselbe machte rasche Fortschritte und führte bis zur vollen, normalen Blattentfaltung. Bei allen diesen weiteren Entwicklungsstadien blieben die Wasserzweige hinter denjenigen in Knopscher Lösung sichtlich weit zurück.

Diese Erfolge meiner Versuche mit der Linde sind insofern besonders bemerkenswert, als diese Pflanze sonst gegen Frühtriebmittel sich eigenartig zu verhalten scheint; bei den umfangreichen Untersuchungen von W. Howard¹ trieben Zweige derselben Tilia-Art, Ende Oktober bis Anfang November gesammelt, ohne Frühtriebbehandlung nicht, während Mitte bis Ende Dezember gesammelte Zweige nur unbehandelt oder leicht vorgetrocknet ihre Knospen zur Entfaltung (in ca. 4 Wochen) brachten. Stärkere Trocknung, verschiedenartige Ätherisierung, Frostwirkung, Dunkelheit, sowie kombinierte Wirkungen von Frost + Äther und Dunkelheit + Äther hatten nur schädliche Folgen; die Dunkelheit führte eine Verspätung der Entfaltung (um ca. 4 Wochen) herbei, die übrigen Behandlungsarten hatten das gänzliche Unterbleiben derselben zur Folge.

¹) Untersuchung über die Winterruheperiode der Pflanzen. Dissert. Halle. 1906. S. 20, 66—69.

Bei *Carpinus Betulus* war bis zum 8. Januar 1912 keine erhebliche Veränderung zu verzeichnen; am 9. Januar jedoch begannen die in Knopscher Lösung stehenden Zweige an vielen Stellen ein kräftiges Austreiben zu zeigen, welches auch zur normalen Blattentfaltung führte. Die im Wasser stehenden Kontrollzweige zeigten erst am 11. Januar ein schwaches Wachstum und dies beschränkte sich nur auf eine einzige Knospe. Die günstige Wirkung der Nährsalze war hier unverkennbar.

Die in Knopscher Lösung stehenden Zweige von *Corylus Avellana* brachten ihre Kätzchen nach 11 Tagen zum Wachstum; bei den in Wasser stehenden trat dieses Stadium 2 bis 3 Tage später ein. Bei den weiteren Entwicklungsstadien war der Unterschied zwischen Nährsalz- und Wasserzweigen noch deutlicher ausgesprochen, nicht bloß in bezug auf die Zeit, sondern auch auf die Regelmäßigkeit und Üppigkeit des Blühens. — Die Blattknospen dagegen haben bisher keine deutliche Veränderung gezeigt.

Bei Ahorn trat die erste sichtliche Veränderung der Knospen bei den Zweigen in Knopscher Lösung nach 33 Tagen allgemein ein, bei den Wasserzweigen etwas später (2—3 Tage). Die Knospenbrechung geht hier sehr langsam vor sich und jetzt erst (Mitte Januar) ist es zu einer richtigen Blätter- und Blütenentfaltung gekommen.

Zum Vergleich seien hier die Ergebnisse von Howard¹ wiedergegeben. Zweige von *Acer pseudoplatanus* Ende Oktober bis Anfang November, Anfang Dezember und Januar sowie Ende Februar gesammelt, trieben ohne Behandlung nicht. Im Dezember konnte ein Wachstum der Blüten nur durch doppelte Ätherisierung sowie durch Trocknung herbeigeführt werden, der Blätter nur durch 4tägige Trocknung. Alle anderen zahlreichen Mittel, die angewendet wurden, versagten sämtlich. Wie diese Ahorn-Art launisch auf Fröhrtreiberversuche reagiert, zeigt der Umstand, daß bei den genannten Versuchen von Howard nach 1- und 3tägiger Trocknung ein Blütenwachstum, nach einer 4tägigen Trocknung ein Blätterwachstum eintrat, während eine 2tägige Trocknung überhaupt erfolglos blieb.

Bei der Roßkastanie kam die Wirkung der Nährsalze noch

¹) l. c. S. 10, 22, 38—41.

deutlicher als bei den besprochenen Holzpflanzen zum Ausdruck. So waren die ersten deutlichen Brechungsstadien bei den Zweigen in Knopscher Lösung schon am 20. Dezember (also nach 20 Tagen), bei den Wasserzweigen erst am 28. Dezember (also 8 Tage später) zu verzeichnen. Die weiteren Entwicklungsstadien zeigten ebenfalls den gleichen zeitlichen Abstand; heute stehen sämtliche Knopflösungszweige in der schönsten Blatt- und Blütenentwicklung.

Zum Vergleich seien hier einige Versuche von Howard¹ wiedergegeben. Die Zweige wurden vom 21. November bis zum 1. Dezember der Frostwirkung, der Verdunkelung, sowie der kombinierten Wirkung von Frost und Äther unterworfen. Eine nennenswerte Verkürzung wurde nur durch Verdunkelung und starke Frost-Ätherwirkung erreicht und dann hauptsächlich nur auf die Blätterentwicklung. Bei einem anderen Versuch (vom 25. XI. bis 3. XII.) wurde die Wirkung der Vertrocknung zur Probe gestellt. Eine sechstägige Trocknung hatte den größten Vorsprung in der Entfaltung der Blätter zur Folge; auf die Blütenentwicklung hat offenbar auch diese Behandlung keinen begünstigenden Einfluß gehabt.

Bei meinen Versuchen dagegen begünstigte die Nährsalzlösung Blätter- und Blütenentwicklung in gleichem Maße.

Hier sei schließlich auch einer Versuchsreihe mit jungen Topfpflanzen von *Acer*-sp. Erwähnung getan. Die Pflanzen wurden am 6. November ins Zimmer gebracht und eine Anzahl A mit Knopscher Lösung, die übrigen B mit Wasser begossen.

Nach ungefähr vier Wochen (am 2. Dezember) war bei A eine deutliche Knospenbrechung festzustellen, während bei B bis heute keinerlei Veränderung der Knospen zu verzeichnen ist.

Es hat sich allerdings bei den Exemplaren A seit jener Zeit kein bedeutender Fortschritt bemerkbar gemacht und ist bis heute Blattentfaltung ausgeblieben, doch führe ich dieses Verhalten auf eine Benachteiligung der Wurzeln durch übermäßige Nährsalzzufuhr zurück, wovon später noch die Rede sein wird.

¹) l. c. S. 32—33, 80—81.

Versuche mit Holzgewächsen mit fester Ruheperiode.

Um die Leistungen der neuen Fröhrtreibemethode genauer festzustellen und zu sehen inwieweit dieselbe auch höheren Ansprüchen gewachsen ist, galt es auch Versuche mit Holzgewächsen mit erwiesener fester Ruheperiode anzustellen. Als solche sind bekanntlich *Fagus silvatica* L., *Fraxinus excelsior* L. und *Quercus*-Arten bei Fröhrtreiberversuchen als besonders widerspenstig von verschiedenen Seiten festgestellt worden¹.

Bei meinen Versuchen mit diesen Pflanzen wurden Resultate erzielt, welche die günstige Wirkung der Nährsalze in hohem Grade bestätigen. Sehr widerspenstig zeigte sich dabei die Esche; die erste Versuchsreihe mit dieser Pflanze wurde am 3. November angestellt. Die Knospen blieben monatelang vollständig unverändert; als ich jedoch gegen Ende Januar, dem Abschluß meiner Versuche nah, diese Zweige ausschalten wollte, bemerkte ich, daß einige Knospen der in Knopscher Lösung stehenden Exemplare ein plötzliches Wachstum zeigten. Die fraglichen Versuche wurden daher weiter fortgesetzt; das Wachstum der Knospen machte nun in der folgenden Zeit rasche Fortschritte und im Verlauf von wenigen Tagen, am 9. Februar, war eine kräftige und vollständige Blattentfaltung zu verzeichnen. Die in Wasser stehenden Zweige blieben dagegen bis zum Abschluß meiner Versuche vollständig unverändert.

Auch von den zahlreichen in Knopscher Lösung stehenden Zweigen (in mehreren Versuchsreihen) trieben nicht sämtliche aus, sondern nur einige. Gerade dieser Umstand führte mich zu der Beobachtung, daß die Esche auf die äußeren Bedingungen, insbesondere die Feuchtigkeit, sehr hohe Ansprüche zu machen

¹) Vgl. Pfeffer, Physiologie. 2, 260. — Klebs, Über die Rhythmik usw. S. 16. — Howard, l. c. — Molisch, Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen. Fischer, Jena 1909. S. 14—16. — Weber, F., Über die Abkürzung der Ruheperiode der Holzgewächse durch Verletzung der Knospen, beziehungsweise Injektion derselben mit Wasser (Verletzungsmethode). Anz. K. Akad. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. 1911. 10, 182—183. — Jesenko, Fr., Einige neue Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen. Ber. d. d. bot. Ges. 1911. 29, 273—284. Eine Zusammenstellung bei: Bürgerstein, Fortschritte in der Technik des Treibens der Pflanzen. Progr. rei botanicae. 1911. 4, 1—26; hier werden die Resultate von Johannsen und Molisch näher besprochen.

scheint. Wegen der fortgeschrittenen Jahreszeit unterließ ich es, weitere Versuche anzustellen, um diese Verhältnisse näher zu prüfen, hoffe jedoch später darauf zurückkommen zu können.

Der erzielte Erfolg, die Esche durch Nährsalzkultur schon Anfang Februar zur vollen Blattentfaltung zu bringen, ist bei der bekanntlich sehr festen Ruheperiode dieser Pflanze ein sehr bemerkenswerter. Sämtliche bisher bekannten Frühreibeverfahren blieben bei der Esche wirkungslos. Nach den Versuchen von Howard¹ schreitet diese Pflanze ohne vorangegangene Behandlung erst Ende Februar gesammelt zu einem geringen Wachstum, ohne jedoch zur Blattentfaltung zu gelangen; zur Blattentfaltung kamen nur die Zweige, welche erst Mitte März gesammelt wurden. Im Dezember den mannigfachsten Behandlungen unterworfenen Zweige konnten nicht zum Austreiben gebracht werden. Nur erst Ende Januar mit destilliertem Wasser sowie Zuckerlösung unter Druck injizierte Zweige² trieben aus.

Mit der Rotbuche habe ich eine größere Anzahl von Versuchen angestellt, davon einen Teil Anfang November, den anderen Teil Anfang Dezember 1911. Die Zweige kamen entweder sogleich in Wasser bezw. Knopsche Lösung, oder nachdem sie 1, 3 und 5 Tage lang in einer Temperatur von 25—26° C vorgetrocknet wurden.

Die Wirkung der Nährsalze machte sich schon in kurzer Zeit bemerkbar. Die Knospen der in Knopscher Lösung stehenden Zweige nahmen unter starker Anschwellung an Größe beständig zu, während die in Wasser stehenden keine Veränderung zeigten. Das kräftigste Wachstum war bei den nach dem kombinierten Verfahren (Trocknung und Knopsche Lösung) behandelten Zweigen zu verzeichnen. So hatten bei Zweigen, die am 8. November nach 5tägiger Trocknung in Knopsche Lösung gesteckt wurden, die Knospen ihren Höhepunkt der Anschwellung schon am 2. Dezember, also nach 25 Tagen erreicht, während die Kontrollzweige (mit und ohne Vertrocknung, aber im Wasser!) bis heute vollständig ruhen.

Die angeschwollenen Knospen der Nährsalzkulturen schienen

¹) l. c. S. 14, 23, 54, 56, 73.

²) Über die Art der Versuchsanstellung werden keine näheren Angaben gemacht.

nun bald zu einer Entfaltung schreiten zu wollen, sie zeigten sich an der Spitze wollig, sie hoben ihre Schuppen und warfen sie zum Teil ab; zu einer förmlichen Knospentfaltung kam es jedoch nicht. Eine nähere Untersuchung dieser Knospen im Vergleich zu den unveränderten der Kontrollemplare zeigte trotzdem, daß erstere eine unverkennbare, weit fortgeschrittene Entwicklung durchgemacht hatten. Durch Herausschälen der jungen Blättchen aus den Knospen konnte nämlich ein Größenunterschied zwischen behandelten und unbehandelten Knospen festgestellt werden, welcher zu dem gezogenen Schluß mit der größten Bestimmtheit führte.

Das Ausbleiben der Weiterentwicklung der Knospen ist unzweifelhaft auf die ungünstigen äußeren Bedingungen, insbesondere die große Trockenheit des Raumes, in welchem die Versuche angestellt wurden, zurückzuführen, ohne jedoch ausgeschlossen zu sein, daß auch mancher Mangel der Versuchsausführung — wovon später des näheren gesprochen wird — mit im Spiel sein kann.

Um den Wert des bei meinen Versuchen erzielten Erfolges, die Buche schon im November zu einem weitgehenden Wachstum zu bringen, würdigen zu können, muß man sich das Verhalten dieser Pflanze gegen die übrigen bisher bekannten und sonst gut bewährten Frühreibemittel vergegenwärtigen.

Molisch¹ hebt besonders hervor, daß diese Pflanze auf das Warmbad gar nicht reagiert. Sie ist unter allen Umständen vor März nicht zum Austreiben zu bringen. Ähnliche Erfahrungen machte Johannsen mit seinem Ätherverfahren.

Howard² erhielt folgende Resultate: ohne vorangegangene Behandlung zeigten die Knospen der Anfang November gesammelten Zweige keinerlei Veränderung, der Anfang Januar bis Ende Februar gesammelten nur die ersten Anfänge eines Wachstums; erst Mitte März gesammelte Zweige trieben aus. Mitte bis Ende November verschiedentlich mit Äther behandelte Zweige zeigten keine Spur eines Wachstums. Ende November bis Anfang Dezember der Frostwirkung, der Verdunkelung oder einer kombinierten Frost- und Ätherwirkung ausgesetzte Zweige

¹) l. c. S. 14, 16.

²) l. c. S. 14, 23, 34, 73, 77.

blieben ebenfalls vollständig unverändert. Selbst im Januar und Februar verliefen die mannigfachsten Frühtreiberversuche ergebnislos, nur das Durchschneiden der Knospen hatte einmal nach 8 Wochen eine Blattentfaltung hervorgerufen.

Auch Weber¹ konnte nach seiner Verletzungsmethode die Buche vor März nicht zum Austreiben veranlassen.

Eine wesentliche Verkürzung der Ruheperiode der Buche gelang Klebs² bei seinen Versuchen in den Tropen; eine Topfpflanze von Blutbuche, die nach Tjibodas gebracht wurde, zeigte schon Anfang Februar an einem Zweig vollentfaltete Blätter, »so daß der Beginn des Treibens jedenfalls schon im Januar stattgefunden haben mußte.« Klebs spricht bei seinen Erörterungen über diesen Gegenstand die Vermutung aus, »daß später Mittel gefunden werden, auch bei uns die Ruheperiode der Buche zu verkürzen oder ganz zu beseitigen.« Wie berechtigt diese Vermutung ist, zeigen meine Versuche zur Genüge.

Von Eichen untersuchte ich *Q. pedunculata*; die Resultate bestätigten die günstige Wirkung der Nährsalze in besonders scharfer Weise.

Bei Versuchen, welche Anfang November angestellt wurden, kamen die Zweige zur Hälfte sogleich in die Flüssigkeit, zur Hälfte nach vorausgegangener 3tägiger Trocknung. Die besten Resultate lieferten die nach der zweiten (kombinierten) Methode behandelten Zweige. Folgender Versuch vom 6. November veranschaulicht die Wirkung des kombinierten Verfahrens.

In Wasser	}	Knospenwachstum am 18. XII. (nach 42 Tagen).
		Blattentfaltung am 28. XII. (nach 52 Tagen).
In Knopscher Lösung	}	Knospenwachstum am 24. XI. (nach 18 Tagen).
		Knospenbrechung am 26. XI. (nach 20 Tagen).
		Volle Blattentfaltung (an mehreren Stellen!) am 4. XII (nach 29 Tagen).

Bei den Dezemberversuchen war eine Vortrocknung schon überflüssig; die Knopsche Lösung allein genügte, um die Knospen zum schnellen Austreiben zu veranlassen.

¹) l. c.

²) l. c.

Versuch vom 2. Dezember 1911.

	Knospenwachstum	Knospenbrechung	Blattentfaltung	Entfaltung von Kätzchen
I. In Knopscher Lösung	nach 14 Tagen (16. XII. 11) 5 Knospen	nach 17 Tagen (19. XII. 11) 10 Knospen	nach 24 Tagen (26. XII. 11) 10 Knospen	nach 24 Tagen (26. XII. 11) 4 Knospen
II. In Wasser	nach 22 Tagen (20. XII. 11) eine einzige Knospe	nach 25 Tagen (23. XII. 11) eine einzige Knospe	nach 28 Tagen (30. XII. 11) eine einzige Knospe	Bis jetzt nicht eingetreten



Fig. 2. Zweige von *Quercus pedunculata* am 31. Dezember bei I in Knopscher Lösung, bei II in Wasser.

Fig. 2 zeigt den Stand beider Kategorien am 31. Dez. 1911; bei I stehen die Zweige in Knopscher Lösung und sind überall die verschiedensten Stadien vom Wachstum bis zur vollen Entwicklung von Blättern und Kätzchen zu sehen. Bei II stehen die Zweige in Wasser und sind sämtliche Knospen, mit Ausnahme einer einzigen, völlig unverändert geblieben.

Außer diesen Versuchen hatte ich Gelegenheit, das Verhalten einer Topfpflanze, einer japanischen Eiche, *Q. crispula*, zu beobachten. Dieses kräftige Exemplar stand voriges Jahr unter

den gleichen Bedingungen und in demselben Institutsraum, wie in diesem Jahre; es trieb Anfang März 1911 aus. Dieses Jahr wurde die Pflanze, nachdem sie am 6. November ins Zimmer kam, von Zeit zu Zeit mit Knopscher Lösung begossen; am 30. Dezember 1911 fingen die Knospen deutlich zu wachsen an und am 2. Januar 1912 hatten sie schon förmlich ausgetrieben. Hier ist also durch die Nährsalzzufuhr in diesem Jahre eine Verkürzung der Ruheperiode von 8—9 Wochen erzielt worden.

Diese Versuche zeigen, daß die Eichen besonders gut auf eine Nährsalzbehandlung reagieren. *Q. pedunculata* ist zwar auch ohne Behandlung — wenn auch erheblich später und schwächer — ausgetrieben und scheint die Ruheperiode bei dieser Art keinen so festen Charakter zu haben, wie dies z. B. bei der Rotbuche der Fall ist, doch sind die erzielten großen Erfolge der Nährsalzbehandlung nicht nur als solche von nicht zu unterschätzender Bedeutung, sondern auch insofern, als bei dieser Eichenart alle bisher gemachten Frühtreibversuche meistens mißlungen sind. Bei einer Versuchsreihe von Howard¹ kamen ätherisierte, mit destilliertem Wasser sowie Zuckerlösung injizierte oder verschiedentlich vorgetrocknete Zweige überhaupt nicht zur Knospentfaltung, während die Kontroll Exemplare nach 29 Tagen ihre Blätter entfalteten. Bei einer anderen größeren Versuchsreihe wurden (im Dezember) Zweige von *Q. pedunculata* var. *fastigiata* den mannigfachsten Behandlungen unterworfen; nur eine Ätherisierung von 48 Stunden, sowie eine kombinierte Frost- und Ätherwirkung konnten einen nennenswerten Vorsprung in der Entwicklung herbeiführen, alle anderen Mittel blieben wirkungslos oder sie wirkten sogar schädlich (so z. B. die Vortrocknung).

Bemerkenswert ist ferner, daß Howard bei sämtlichen Versuchen mit *Q. pedunculata* (und der Varietät *fastigiata*) kein einziges Mal eine Entfaltung von Blütenknospen erhielt.

Jesenko² vermochte nicht *Q. pedunculata* durch Injektion mit Wasser, Alkohol oder Äther zum Austreiben zu veranlassen; die Zweige wurden von Schimmel befallen und gingen bald zugrunde.

¹) l. c. S. 73.

²) l. c. S. 275.

Bemerkungen zur Methodik.

Im Verlauf meiner Versuche sind einige methodische Fragen aufgetaucht, die ich hier kurz streifen möchte.

Als störender Umstand hat sich die Verpilzung der Schnittfläche der Zweige bemerkbar gemacht. Diesem Übelstande suchte ich dadurch entgegenzutreten, daß ich von Zeit zu Zeit die Zweige an der Basis in Fingerhöhe beschnitt und zugleich die alte Flüssigkeit durch frische ersetzte; in dieser Weise konnte ich die Schnittfläche der Zweige pilzfrei halten und somit eine Verstopfung der Wasserbahnen vermeiden.

Eine zweite Frage bildete ferner die durch die Verdunstung des Wassers eintretende Konzentrierung der Nährlösung in den Gläsern; eine schädliche Wirkung einer konzentrierten Lösung schien mir wahrscheinlich. Ich füllte daher täglich die Gläser mit Wasser nach, so daß eher eine allmähliche Verdünnung der Lösung Platz nahm. Letztere schien mir nicht bloß unschädlich, sondern geradezu erwünscht.

Diese letztere Frage scheint mir von größerer Bedeutung, nämlich, ob es nicht von Vorteil ist, die Lösung allmählich zu verdünnen, anstatt sie bis zum Schluß des Versuches konstant zu halten.

In den meisten Fällen habe ich bei jeder Erneuerung der Flüssigkeit eine schwächere Lösung genommen; schließlich wurde reines Wasser verwendet. Dazu hat mich die theoretische Erwägung geleitet, daß wenn die Wirkung der Salze auf der Aktivierung der Fermente beruht, mit dem Eintritt des aktiven Zustandes der letzteren ein Übermaß ersterer zu vermeiden ist. Bei fortgeschrittener Entwicklung der Knospen und Entfaltung der Blätter kann ein Übermaß von Salzen von direkt schädlicher Wirkung sein. Die Entscheidung der Frage auf experimentellem Wege ist für die vorliegende Frühreibemethode von größerer Bedeutung; ich hoffe diesbezügliche Versuche im nächsten Herbst in Angriff zu nehmen.

Zu untersuchen ist ferner die Frage, ob die normale Knospische Lösung die optimale Nährsalzlösung für solche Versuche darstellt; es ist nicht ausgeschlossen, daß die optimale Konzentration der Lösung für die verschiedenen Holzgewächse verschieden ist.

Eine weitere Frage bildet die chemische Zusammensetzung der Nährsalzlösung, d. h. ob Lösungen vereinzelter Salze bzw. Knopsche Lösung, welche des einen oder des anderen Salzes entbehrt, ähnliche Effekte auszulösen vermögen. Diese Frage ist allerdings für das Problem der Winterruhe nicht von Belang, da in der Natur nur kombinierte Salzlösungen von einer der Knopschen Lösung entsprechenden Zusammensetzung im Spiele sind und nicht vereinzelter Salze.

Bei der Behandlung von Topfpflanzen ist doppelte Vorsicht geboten, da hier auch die empfindlichen Wurzeln zu berücksichtigen sind. Besonders ein Übermaß von Salzen kann direkt schädliche Folgen haben; auf ein solches ist zweifellos der bei meinen Versuchen mit jungen Ahornpflanzen eingetretene Stillstand der Entwicklung zurückzuführen. Hier liegen die Verhältnisse weit komplizierter als bei abgeschnittenen Zweigen und nur größere Erfahrung kann hier eine passende Methodik liefern.

Zusammenfassung und Schlußbetrachtungen.

Die gestellte Frage, ob eine gesteigerte Nährsalzzufuhr die Knospen der Holzgewächse aus ihrer Ruhe erwecken kann, ist zu bejahen.

Die Versuche, welche zu diesem Schluß mit großer Deutlichkeit führten, sind mit abgeschnittenen Zweigen von *Syringa vulgaris* L., *Magnolia Alexandrina*, *Corylus Avellana* L., *Aesculus Hippocartanum* L., *Acer pseudoplatanus* var. *erythrocarpa*, *Tilia grandifolia* Ehrh., *Carpinus Betulus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Fagus silvatica* L., *Quercus pedunculata* und *Q. crispula* (Topfpflanze) ausgeführt worden.

Bei allen diesen Pflanzen konnte die frühtreibende Wirkung der Nährsalze festgestellt werden.

Die Versuche wurden im Oktober, November und Anfang Dezember angestellt, also in einer Zeit, in welcher die Pflanzen in ihrem festesten Ruhezustand (Haupt- oder Mittelruhe) sich befinden, aus welchem sie am schwersten zu erwecken sind.

Selbst aus diesem Ruhezustande wurden die angeführten Pflanzen durch die Nährsalzbehandlung mehr oder weniger frühzeitig zum Austreiben veranlaßt; bei den meisten der an-

geführten Pflanzen war ein allgemeines Austreiben sämtlicher Knospen festzustellen, während bei *Corylus* und *Magnolia* nur eine Entfaltung der Blüten erzielt wurde.

Bei allen diesen Pflanzen war die Entwicklung der Knospen durchaus normal und sie führte bis zur vollen Blatt- bzw. Blütenentfaltung, nur bei der Rotbuche kamen die angeschwollenen Knospen nicht zur Entfaltung.

Außer der Nährlösung (Knopsche Lösung), wurde auch ein kombiniertes Verfahren, nämlich Einwirkung der Nährsalze nach vorausgegangener Trocknung in höherer Temperatur mit Erfolg angewendet.

In der Salzlösung kann ich mit Klebs nur eine Anregung der Tätigkeit der durch die Anhäufung von Reservestoffen inaktiv gewordenen Fermente erblicken; gerade meine Versuche mit abgeschnittenen Zweigen, wo die Salze direkt mit den Inhaltsstoffen von Zweigen und Knospen in Berührung kamen, sprechen besonders zugunsten dieser Hypothese. Zur weiteren Aufklärung dieser Frage würden wahrscheinlich Untersuchungen der Reservestoffe nach Behandlung mit Nährsalzen dienen; ich hoffe im nächsten Herbst solche Untersuchungen anstellen zu können.

Klebs¹ bringt als Beispiel dieser Wirkung der Nährsalze das Verhalten von grünen Algen, welche am Licht in reinem Wasser kultiviert, zu einem Stillstand der Wachstumstätigkeit übergehen, unter Speicherung von großen Reservestoffmengen, während nach Übertragung in Nährlösung diese Algen ihre Reservestoffe auflösen und zu wachsen beginnen.

Für die Bedeutung der Nährsalze für die Erweckung ruhen- der Organe sprechen auch die Versuche von Lehmann² mit Samen. Nach den Untersuchungen dieses Forschers keimen die Samen von *Ranunculus sceleratus*, welche zur Keimung des Lichtes bedürfen, auch im Dunkeln, wenn das Substrat mit 1proz. Knopscher Lösung getränkt wurde. Ebenfalls keimt *Stellaria media* auf Fließpapier nur dann gut, wenn

¹) Über die Rhythmik usw. l. c. S. 48.

²) Lehmann, E., Zur Keimungsphysiologie und -biologie von *Ranunculus sceleratus* L. und einigen anderen Samen. Ber. d. d. bot. Ges. 1909. **27**, 476—494.

dies mit Knopscher Lösung anstatt Wasser angefeuchtet worden ist.

Ähnliche Erfahrungen machte jüngst G. Gassner¹ mit den Scheinfrüchten von *Chloris ciliata*, einer südamerikanischen Graminee. Die entspelzten Körner keimten z. B. im Dunkeln und in einer Temperatur von 15—16° auf destilliertem Wasser zu 6,5%, auf Knopscher Lösung dagegen zu 90%; die Knopsche Lösung ermöglicht also die Keimung auch in der Dunkelheit selbst in einer für die Keimung sonst unzureichenden Temperatur.

Höchstwahrscheinlich handelt es sich hier auch um eine Anregung der fermentativen Tätigkeit durch die Nährsalze.

Das Nährsalzverfahren ist insofern vom physiologischen Standpunkt für das Problem der Ruheperiode besonders von Bedeutung, als es ein natürliches ist. Daß in der Natur die Bäume, je nach der Jahreszeit infolge der Schwankungen von Transpiration, Wasseraufnahmevermögen der Wurzeln und Wassergehalt des Bodens, ein größeres oder kleineres Nährsalzquantum aufnehmen, liegt auf der Hand. Die Herabsetzung der Nährsalzaufnahme unter gleichzeitiger Verminderung der übrigen Wachstumsbedingungen muß zu einer Ruheperiode führen.

Auf weitere Erörterungen über die Wirkung der Nährsalze auf die Fermente und über das Zustandekommen der Ruhe nach den festgestellten Tatsachen, will ich nicht weiter eingehen, da diese Verhältnisse in der zitierten Arbeit von Klebs trefflich und erschöpfend behandelt wurden.

Zum Schluß möchte ich noch auf die schon zitierte Arbeit von Jesenko hinweisen. Derselbe brachte abgeschnittene Zweige dadurch zum Fröhrtreiben, daß er in dieselben durch einen besonders konstruierten Druckkessel Wasser sowie Alkohol und Äther durch die Schnittfläche hereinpreßte. Die Wirkung der einmaligen Wasserinjektion unter starkem Druck beruht möglicherweise auf feinen Gewebeerletzungen, welche infolge der starken Injektion sicherlich entstanden sind. Bei der Injektion von giftigen Flüssigkeiten kommt noch eine weitere Reizung durch die betreffenden Stoffe hinzu.

¹) Vorläufige Mitteilung neuerer Ergebnisse meiner Keimungsuntersuchungen mit *Chloris ciliata*. Ber. d. d. bot. Ges. 1911. 29, 708—722.

Bei der Wasserinjektion mittels einer Injektionsspritze ist nach Weber¹ und Jesenko die Verletzung der wirkende Faktor, denn dieselbe Wirkung konnte auch beim bloßen Anstechen mittels der Injektionsspritze oder einer Nadel festgestellt werden. Daß die Verletzung zu einer Steigerung der Wachstumstätigkeit führen kann, ist bekannt.

Tharandt, Botanisches Institut der Königl. Forstakademie.
Ende Februar 1912.

¹) l. c.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Botanik](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Lakon Georg

Artikel/Article: [Die Beeinflussung der Winterruhe der Holzgewächse durch die Nährsalze. Ein neues Frühtriebverfahren. 561-582](#)