

Zur Erklärung der wechselnden Geschwindigkeit des Vegetationsrhythmus.

Von **Julius Wiesner.**

Ueberall auf der pflanzenbewohnten Erde treten uns mit grosser Anschaulichkeit zwei Erscheinungen entgegen:

1. Soweit die äusseren Vegetationsbedingungen erfüllt sind, kommt das Pflanzenleben auch stets zur Geltung.

2. Der Rhythmus der Vegetationsprocesse spielt sich an jeder Pflanze im Einklange mit den äusseren Bedingungen des Pflanzenlebens ab, so dass in den kältesten und in den trockensten Vegetationsgebieten jedes Gewächs sein Leben oder doch seinen jährlichen Vegetationscyclus in wenigen Wochen abwickelt, während — um gleich das andere Extrem hervorzuheben — in den feucht-heissen Tropengegenden die Pflanzen das ganze Jahr hindurch wachsen und grünen, und viele auch fortwährend blühen und fruchten.

Die erstere Erscheinung bedarf keiner weiteren Erklärung, denn sie ergibt sich von selbst aus der uns bekannten Natur der Pflanze.

Anders steht es mit der zweiten Erscheinung. Wir erkennen deren Naturnothwendigkeit, suchen aber noch nach einer nächsten Erklärung, nämlich nach der Zurückführung auf einfachere Phänomene: hier stehen wir noch vor den ersten Problemen ihrer Analyse.

Zu einer solchen nächsten Erklärung der bezeichneten Erscheinung kann die bekannte Thatsache herangezogen werden, dass eine und dieselbe Baumart auf sonnigem, trockenem Standorte rascher zum Blühen kommt, als auf einem schattigen, feuchten, was ja auch bezüglich vieler strauch- und krautartiger Gewächse nachgewiesen wurde. Man erkennt hier die unmittelbare Einflussnahme der klimatischen Factoren auf die Geschwindigkeit des Vegetationsrhythmus, wodurch uns dieser dann weniger räthselhaft erscheint, als in jenen Fällen, wo die Erblichkeit im Spiele ist. Freilich drängen uns die genannten Thatsachen zu weiteren Fragen: Wie kommt es, dass die stärkere Bestrahlung bei trockener Luft die Entwicklung der Vegetationsorgane einschränkt und die der Sexualorgane beschleunigt? Wie kommt es, dass unter solchen Verhältnissen gewisse Vegetationspunkte aufhören Laub zu bilden und Blüthen hervorbringen? Ist es die verstärkte Transpiration und in ihrem Gefolge die grössere Concentration der im Protoplasma befindlichen Substanzlösungen, welche hier eine totale Umgestaltung der von der Vegetationsspitze ausgehenden Seitenglieder bedingt? Solcher Fragen liessen sich noch viele stellen. Allein ihre Beantwortung stösst derzeit noch auf fast unübersteiglich erscheinende Hindernisse.

Ich begnüge mich im Nachfolgenden mit der Anführung einiger thatsächlichen Beobachtungen, welche geeignet sein dürften, die wechselnde Geschwindigkeit, welche sich in der Anpassung der

Pflanzen an das Klima zu erkennen gibt, unserem Verständnisse näher zu bringen.

1. Vor Jahren fiel mir bei meinen Studien über die Keimung der Samen auf, dass die Samen verschiedener Nadelbäume nach Erwärmen auf 55, 60 und 70° C. rascher keimen als unerwärmt gebliebene.¹⁾ Es war mir damals noch nicht bekannt, dass einige Jahre früher Friedr. Haberlandt²⁾ an Samen anderer Pflanzen ähnliche Wahrnehmungen machte. Einige spätere Beobachter kamen zu analogen Resultaten.

Ich will hier nicht untersuchen, welche Veränderung in den Samen die Keimung beschleunigt, sondern bloß darauf hinweisen, dass die auf solche Weise geförderte Keimung zur Erklärung der raschen Entwicklung xerophytischer Gewächse herangezogen werden kann.

In Steppen und an sonnigen Standorten, auch selbst in unseren Gegenden, erwärmen sich die Böden bei hohem Sonnenstande in Folge der Sonnenstrahlung nicht selten auf 40–60° C. und dunkle Böden auch noch höher. So kommt es, dass zu solchen Zeiten gereifte auf die Erde fallende Samen thatsächlich sehr hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Schon bei der Keimung solcher Pflanzen bereitet sich aus den angegebenen Ursachen die beschleunigte Entwicklung vor.

Mit den Früchten einer Steppepflanze, der *Stipa tortilis*, welche Herr Dr. O. Stapf in Südpersien sammelte, habe ich Versuche angestellt, welche die beschleunigte Keimung dieser Pflanze nach vorhergegangener Erwärmung der Samen sehr schön vor Augen führte. Schon einer einstündigen Einwirkung bei 50–65° C. folgte rascherer Eintritt der Keimung. Sehr auffällig steigerte sich die Keimungsgeschwindigkeit nach zehnstündiger Erwärmung bei 50–65°. Bis zu 70° kann man die Erwärmung steigern, ohne dass selbst nach fünf- bis fünfzehnstündiger Erwärmung eine Abnahme der Keimfähigkeit und der Keimungsgeschwindigkeit sich einstellen würde. Bei 75–80° durch mehrere Stunden erwärmt, tritt eine schwache, nach Erhitzung bei 90–100° C. eine starke Herabsetzung der Keimfähigkeit und der Keimungsgeschwindigkeit ein.

Aehnlich wie *Stipa tortilis* verhalten sich unsere gewöhnlichen Getreidearten, welche wohl als Abkömmlinge von Steppengräsern anzusehen sein dürften.

Roggen bei 50–60° C. 1, 2, 3–10 Stunden oder bei 70° C. eine Stunde erwärmt, keimt rascher als unerwärmt gebliebener; auf 70° durch zehn Stunden erwärmt verhält sich Roggen wie normaler. Temperaturen über 70°, namentlich durch längere Zeit angewendet, setzen die Keimung, entsprechend der Höhe der Wärmegrade, herab.

¹⁾ Wiesner, Experimentaluntersuchungen über die Keimung der Samen. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. d. Wissensch. Bd. 64. I. Abth. 1871.

²⁾ Allgemeine land- und forstwirthschaftl. Zeitung. Wien 1863, Bd. I.

Auch Weizen verhielt sich so. Gewöhnlich ist die raschere Keimung auch von stärkerem Wachstum der Stengel und Wurzel begleitet. Mit der Herabsetzung der Keimungsgeschwindigkeit in Folge vorhergegangener Erwärmung nimmt die Wachstumsgrösse der Stengel, besonders aber der Wurzel ab.

Roggen und Weizen, welche auf 80—90° C. zehn Stunden erwärmt wurden, keimen nur mehr spärlich (8—12 Procent) entwickeln fast normale Stengel aber verkümmerte Würzelchen. Auf 100° C. eben so lange erwärmte Körner beider Getreidearten keimten nur mehr zu 1—3 Procent und entwickelten keine Würzelchen mehr.

Wickensamen (*Vicia sativa*) näherte sich bei analogen Versuchen sehr den genannten Getreidearten; weniger die Kresse (*Lepidium sativum*), welche nicht nur eine sehr geringe Beschleunigung der Keimung, sondern auch eine starke Empfindlichkeit gegen höhere Temperatur zu erkennen gibt.¹⁾

2. Dass im reifen Zustande lufttrockene Samen sehr niedriger Temperatur ausgesetzt sein können, ohne dass ihr Keimvermögen und ihre Keimungsgeschwindigkeit dadurch alterirt werden würde, ist durch die Versuche von Göppert und Kny sicher gestellt.

Gequollene Samen sollen hingegen — häufig reproducirten Angaben zu Folge — nach Einwirkung von Frost zu Grunde gehen. Es ist dies aber nicht ganz richtig. Es hat schon Friedr. Haberlandt gezeigt, dass fetthaltige Samen sich der Kälte gegenüber resistenter erweisen als stärkeführende, und dass die Schädigung vom maximalen Wassergehalte der gefrorenen Samen abhängt, so dass Samen, welche nur geringe Mengen von Wasser bei der Quellung aufnehmen, nachdem sie der Frostwirkung ausgesetzt waren, noch mehr oder minder reichlich keimen.²⁾

Meine Versuche wurden mit den Früchten von Weizen und Roggen und mit den Samen der Wicke und Kresse angestellt.

Ich finde, dass die Körner der Versuchspflanzen bis zu einer bestimmten Grenze desto weniger der schädigenden Wirkung der Kälte unterliegen, je kleiner die Menge des Wassers ist, welche ihnen vor der Keimung zugeführt wurde, und dass bei geringer Menge des Quellungswassers die Keimungsgeschwindigkeit durch den Frost befördert wird, dabei aber das Keimprocent sinkt.

¹⁾ Man könnte vermuthen, dass in obigen Versuchen die erhöhte Temperatur nur insoferne auf die Keimung der Samen wirke, als dadurch ein Theil des Wassers entfernt wurde. Da aber, wie wir gleich sehen werden, der Frost ähnliche Wirkungen auf die Samen ausübt wie die trockene Wärme, so ist diese Annahme schon von vornherein ziemlich unwahrscheinlich. Ich habe mich indess durch den directen Versuch von der Unhaltbarkeit der gemachten Annahme überzeugt. Weizenkörner, welchen im Exsiccator eben so viel Wasser entzogen wurde (circa 9 Procent) als sie nach mehrstündiger Einwirkung einer Temperatur von 50—65° C. verlieren, verhielten sich bei der Keimung wie unerwärmt gebliebene; bei sehr genauer Beobachtung liess sich sogar eine kleine Retardation constatiren.

²⁾ Allgem. landwirthschaftlicher Pflanzenbau, Wien 1879.

Weizen mit 42 Procent Wassergehalt und mehr wird durch den Frost in jeder Beziehung geschädigt, das Keimprocent ist geringer geworden und die Keimungsgeschwindigkeit erscheint herabgesetzt, Weizen mit 35, 32, 30 Procent Wassergehalt weist nach dem Froste wohl auch ein geringeres Keimprocent auf, aber einzelne Körner keimen entschieden rascher.

Roggen mit 45 Procent Wasser verhielt sich in meinen Versuchen so wie Weizen mit 42 Procent Wasser in obigen Versuchen, Roggen mit 39 und 35 Procent Wasser, so wie Weizen mit 35 bis 30 Procent Wasser.

Wicken mit 65 Procent Wassergehalt und mehr liessen eine starke Schädigung durch den Frost erkennen. Wicken mit 55 und 50 Procent Wasser keimten nach der Kältewirkung in verminderter Menge, aber relativ rasch, besonders einzelne Körner.

Beschleunigte Keimung einzelner Samen der Kresse stellte sich nach Frostwirkung ein, wenn der Wassergehalt 110—80 Procent betrug. 160 Procent Wassergehalt und mehr führte nur mehr eine schädigende Wirkung der Kälte bei nachfolgender Keimung herbei.

Auch diese Thatsachen können zur Erklärung der Abkürzung der Vegetationszeit, und zwar jener Pflanzen herangezogen werden, welche in kalten Erdgebieten vorkommen. Es ist anzunehmen, dass die auf dem Boden ausgestreuten Samen dieser Pflanzen verschiedene Wassermengen aufnehmen werden, bevor sie der Frostwirkung unterliegen. Jene Samen, welche wenig Wasser aufnehmen, werden sich voraussichtlich so wie die obigen Versuchsobjecte verhalten, sie werden, wenn auch mit herabgesetztem Keimprocent, doch zum Theile wenigstens rascher als normalgebliebene keimen. Die überlebenden Samen befinden sich, so darf man annehmen, schon im Keimungsstadium in einem Zustande, welcher unter den gegebenen Verhältnissen als ein der Gesamtentwicklung der Pflanze förderlicher zu betrachten ist.

Es lässt sich vermuthen, dass die Samen der verschiedenen Pflanzen der Kälte gegenüber sich nicht gleich verhalten werden, und man kann wohl annehmen, dass die Samen der den kalten Ländern eigenthümlichen Pflanzen der Kälte gegenüber am günstigsten reagiren dürften.

3. Frank¹⁾ hat die Beobachtung gemacht, dass Treibgehölze, welche dem Froste ausgesetzt waren, früher trieben, als solche, welche im Keller bei niedrigen, aber über dem Gefrierpunkt gelegenen Temperaturen aufbewahrt wurden.

Ich habe eine Reihe von Versuchen eingeleitet, welche einen ähnlichen Zweck verfolgten, aber in anderer Weise als die Frank'schen durchgeführt wurden.

¹⁾ Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gartenbaues in den kön. preuss. Staaten. Gartenzeitung 1883, p. 26. Siehe auch Krašan in den Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wissensch. Bd. 67, Abth. I.

In Zeiträumen von je zwei Wochen wurden vom Spätherbste an Zweige bestimmter Holzgewächse stets von derselben Localität aus dem Freien in ein temperirtes Gewächshaus gebracht, und hier mit den Schnittenden in Wasser bei ziemlich constanter Temperatur (15—18° C.) stehen gelassen.

Zu den Versuchen dienten: *Aesculus*, *Sambucus*, *Ligustrum*, *Syringa*, *Crataegus* und *Acer platanoides*.

In allen Versuchen trat zunächst die Thatsache der Ruheperiode klar zu Tage, aber auch die Beschleunigung und Begünstigung der Entwicklung nach länger andauerndem, stärkerem Froste stellte sich ein.

Von den am 15. October 1888 aufgestellten Zweigen entwickelte sich im Laufe der nächsten Woche blos *Aesculus*, *Sambucus* und *Ligustrum*. Die von *Syringa*, *Crataegus* und *Acer platanoides* starben noch vor Oeffnung der Knospen ab. Im Freien war keines dieser Gewächse noch Temperaturen unter Null ausgesetzt gewesen.

Die am 29. October eingebrachten Zweige hatten an zwei Tagen (24. u. 25. Oct.) Temperaturen unter Null (— 0·7 bis — 1·4° C.) zu ertragen. Bis auf den Ahorn entwickelten sie ihr Laub, aber sehr langsam und kümmerlich.

Der nächste Versuch begann am 13. November. An 9 Tagen (2 im October, 7 im November) hatten die Pflanzen im Freien Temperaturen unter Null zu ertragen (— 0·1 bis — 8·3° C.). Alle Sprosse entwickelten sich, aber nur wenig rasch und noch ziemlich kümmerlich. Ahorn kam über das Stadium der Schwellung der Knospen nicht hinaus (übrigens auch nicht in den folgenden Versuchen).

Die nächste Versuchsreihe, welche am 27. November begann, war insofern lehrreich, als die Begünstigung in der Entwicklung der Sprosse sich nur wenig bemerklich machte, was mit den übrigen Beobachtungen insofern im Einklang steht, als in der Zeit vom 13. bis 27. November nur wenige und schwache Frosttage waren.

Erst die stärkeren, im December und Jänner eingetretenen Temperaturerniedrigungen übten einen kräftigen Einfluss auf die Weiterentwicklung der Sprosse aus, mit der schon erwähnten *Acer platanoides* betreffenden Ausnahme.

Am raschesten und kräftigsten entwickelten sich jene Sprosse, welche am 26. December und 9. Jänner in das Warmhaus gebracht wurden. Die später eingeleiteten Versuche sind noch im Gange.

Schon aus den bis jetzt angestellten Versuchen ergibt sich die beschleunigende Wirkung der Kälte auf die Entfaltung der Knospen. Die nachfolgenden Tabellen werden dies anschaulich machen. In denselben erscheint das Datum des Versuchsbeginnes und die Zeit in Tagen, welche vom Anfange des Versuches bis zum Erscheinen der ersten Blätter verlief.

Aesculus hippocastanum.

Sambucus nigra.

15. October . . .	58	
29. " . . .	51	
13. November . . .	32	
27. " . . .	31	
11. December . . .	26	
26. " . . .	26	} Sprosse kräftig
9. Jänner . . .	21	

15. October . . .	48	
29. " . . .	36	
13. November . . .	41	
27. " . . .	40	
11. December . . .	24	
26. " . . .	—	} kräftigste Entwicklung
9. Jänner . . .	10	

Ligustrum vulgare.

Syringa vulgaris.

15. October . . .	70	} Entwicklung sehr
29. " . . .	61	
13. November . . .	?	} kümmerlich
27. " . . .	28	
11. December . . .	30	
26. " . . .	24	} kräftige Entwicklung
9. Jänner . . .	19	

15. Oct., kam nicht zur Entwickl.		
29. October . . .	30	
13. November . . .	24	} kümmerlich
27. " . . .	23	
11. December . . .	18	
26. " . . .	14	} kräftig
9. Jänner . . .	10	

Crataegus oxyacantha.

15. Oct., kam nicht zur Entwickl.		
29. October . . .	80	kümmerlich
13. November . . .	30	
27. " . . .	31	
11. December . . .	28	
26. " . . .	20	} kräftig
9. Jänner . . .	19	

Die Verkürzung der Entwicklungsperiode durch die Kältewirkung¹⁾ geht aus diesen Beobachtungen wohl deutlich hervor, trotz einiger kleiner Unregelmässigkeiten, welche in der Individualität der Sprosse ihre natürliche Erklärung finden.

Mit wenigen Ausnahmen sind die angegebenen Werthe ein Mittel aus 2—5 Beobachtungen.

4. Ich will hier noch einige Beobachtungen anführen, welche zeigen, dass die Geschwindigkeit der Fruchtreife von äusseren Verhältnissen beeinflusst werden kann, und bei manchen Pflanzen in höchst auffälliger Weise verändert wird.

Die Blüthenköpfe von *Taraxacum officinale* benöthigen nach meinen Versuchen auf sehr trockenem und vollkommen sonnigem Standorte 7—11 Tage zum Ausreifen der Früchtchen; an tiefschattigen, feuchten Localitäten beobachtete ich hingegen, dass zur Reife ein Zeitraum von 20—27 Tagen erforderlich war.

Senecio vulgaris reift in der Sonne auf dürrer Boden schon in 3 Tagen seine Früchtchen aus, an schattigen Standorten aber erst

¹⁾ Meine Versuche über künstlich eingeleitete Kältewirkungen auf Holzgewächse sind noch nicht zum Abschlusse gekommen. Ueber diese Versuche und andere einschlägige Untersuchungen werde ich später berichten.

nach 5—10 Tagen. Im absolut feuchten Raume kommen die Früchtchen gar nicht zur Reife, selbst wenn für alle sonstigen Vegetationsbedingungen bestens gesorgt ist.

Die auf sonnigem Standort gereiften Früchtchen von *Senecio* keimen nach 20 Stunden, die an schattigen gereiften aber erst nach 3—4 Tagen. —

Die mitgetheilten Beobachtungen erleichtern das Verständniss der Anpassung der Pflanzen an wechselnde klimatische Verhältnisse.

Sie zeigen, wie die starke Erwärmung des Bodens die Keimungsgeschwindigkeit der auf die Erde gefallenen Samen befördert; sie lehren ferner, dass ein sonniger Standort nicht nur die Entwicklung der Vegetationsorgane abkürzt und das Blühen beschleunigt, sondern auch die Fruchtreife schneller herbeiführt, ja sogar in der erhöhten Keimungsgeschwindigkeit der sonnenreifen Samen nachwirkt.

Wie die Wirkungen trockener Wärme in den Xerophytengebieten die Pflanzen zu schnellerer Entwicklung drängen, so scheint der Frost in den kältesten pflanzenbewohnten Erdgebieten die erforderliche Raschheit in der Abwicklung des jährlichen Lebenscyclus der Pflanzen herbeizuführen. Wenigstens lehren die mitgetheilten Versuche, dass die Frostwirkung unter Umständen, welche in der Natur wahrscheinlich häufig eintreten, die Keimungsgeschwindigkeit steigert, und dass auch die Laubentwicklung der Holzgewächse durch die Kälte befördert wird.

Zweifellos sind noch andere Momente thätig, um den jährlichen Vegetationsrhythmus in den trockensten und kältesten Gebieten zu beschleunigen und überhaupt je nach den klimatischen Verhältnissen zu reguliren. Auch erscheinen uns viele einschlägige Fälle, namentlich jene, in welchen die Erblichkeit mitspielt, in welchen sich also die Einwirkung des Klimas und des Bodens auf die Dauer der Vegetationsperiode viel mittelbarer als in den angeführten Fällen ausspricht, kaum weniger räthselhaft als vordem.

Wien, pflanzenphysiologisches Institut der k. k. Universität, Februar 1889.

Ueber einige kritische Labiaten der spanisch-balearischen Flora.

Von M. Willkomm.

1. *Satureja obovata* Lag. Im Jahre 1816 veröffentlichte Mariano La Gasca in seinem „generum specierumque plantarum novarum aut minus cognitarum diagnoses“ die vorstehend genannte *Satureja* mit folgender kurzen Diagnose: „pedunculis axillaribus subcymosis secundis foliolosis, calycinis segmentis muticis, foliis carinatis obovatis obtusis integris.“ Während man nach dieser Diagnose, die ebensogut auf *S. montana* L. und *S. cuneifolia* Ten. und viel-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [039](#)

Autor(en)/Author(s): Wiesner Julius Ritter

Artikel/Article: [Zur Erklärung der wechselnden Geschwindigkeit des Vegetationsrhythmus. 79-85](#)