

# Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesamtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

**Dr. Oscar Uhlworm** und **Dr. F. G. Kohl**

in Cassel

in Marburg

Nr. 2.	Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M. durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.	1900.
--------	---	-------

Die Herren Mitarbeiter werden dringend ersucht, die Manuscripte immer nur auf *einer* Seite zu beschreiben und für *jedes* Referat besondere Blätter benutzen zu wollen.  
Die Redaction.

## Wissenschaftliche Originalmittheilungen.\*)

Der Einfluss der Vegetationsbedingungen auf die  
Länge der wachsenden Zone.

Von

Professor Dr. **Alexandru P. Popovici**

in Jassy (Rumänien).

Bekanntlich sind die Organe der höheren Pflanze nicht in ihrer vollen Ausdehnung, sondern nur in einer gewissen Zone wachstumsfähig, während der übrige Theil aus Dauergewebe besteht. Abgesehen von einem grossen Theile der Blätter und gewissen Stengelorganen, bei denen die wachsende Zone intercalär zwischen Dauergewebe eingeschaltet ist, liegt in den meisten Fällen die Wachstumszone an der Spitze des Organes. Die Länge der terminalen Zuwachszone ist für dasselbe Organ von Pflanzenart zu Pflanzenart verschieden, aber bei gleichen Organen derselben Pflanzenart ist die Grösse der Zuwachszone unter gleichen Bedingungen innerhalb enger Grenzen constant. Allerdings ist es bekannt, dass neben diesen individuellen Eigenthümlichkeiten

\*) Für den Inhalt der Originalartikel sind die Herren Verfasser allein verantwortlich. Red.

Verschiedenheiten in der Länge der wachsenden Zone durch das umgebende Medium herbeigeführt werden können.\*)

Nun ist aber die Intensität des Wachsthums in hohem Maasse von den äusseren Bedingungen abhängig, und der Zweck meiner Untersuchungen war, festzustellen, inwieweit die Länge der Zuwachszone unter verschiedenen äusseren Bedingungen sich ändert.

Diese Arbeit habe ich während des Sommersemesters des Jahres 1899 im Botanischen Institut zu Leipzig ausgeführt. Ehe ich auf die Beschreibung der Methoden und Mittheilungen der Resultate eingehe, ergreife ich gern die Gelegenheit, Herrn Geheimrath Prof. Pfeffer für seinen werthvollen Rath meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Mein hauptsächlichstes Versuchsobject waren die Wurzeln von *Vicia Faba*, ausserdem habe ich auch die Wurzeln von *Cucurbita Pepo* und *Phaseolus multiflorus*, sowie das Hypocotyl von *Cucurbita Pepo* in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen. Die äusseren Bedingungen, die ich auf meine Versuchsobjecte einwirken liess, sind folgende:

1. Hohe Temperatur, die zwischen dem Optimum und Maximum der Keimung lag.
2. Niedrige Temperatur, die sich über oder unter dem Temperatur-Minimum der Keimung befindet.
3. Aether.
4. Veränderung des Turgordruckes durch Salzlösungen.
5. Wassermangel.

Um geeignetes Versuchsmaterial zu erhalten, wählte ich die besten Samen aus und liess sie nach 24 stündiger Quellung bei 24° C in Sägespähen keimen.

Es wurden zu den Versuchen nur Wurzeln von 30—40 mm Länge benutzt, damit die Objecte sich alle in der gleichen Phase der Wachstumsperiode befänden. Die Hypocotyle von *Cucurbita Pepo* liess ich im Dunkeln wachsen, weil sie bei den Versuchen im Thermostaten und im Eisschrank der Dunkelheit ausgesetzt werden mussten.

Wie bereits oben gesagt, ist die Länge der Zuwachszone individuell innerhalb engerer Grenzen veränderlich; ich musste daher naturgemäss diese Grösse an dem mir zu Gebote stehenden Versuchsmaterial bestimmen. Auf diese Weise wurden Irrthümer vermieden, die mir unterlaufen konnten, wenn ich die Angaben über die Grösse der Zuwachszone benutzt hätte.

Wurzeln von der Länge von 30—40 mm wurden gut gereinigt, mit Fliesspapier abgetrocknet und dann mit chinesischer Tusche markirt. Auf den Wurzeln von *Vicia Faba* wurden 12 Zonen von je 1 mm Länge markirt; die erste Marke wurde am Vegetationspunkte angebracht, welcher mehr oder weniger deutlich durch die Wurzelhaube durchscheint und sich 0,2—0,5

\*) Sachs, Arbeiten des Bot. Inst. Würzburg. Bd. I. 1874. p. 416—419.

oder sogar 1 mm weit von der Spitze entfernt befindet. Von da ab werden die Zonen in basipetaler Folge mit 1, 2, 3 etc. bezeichnet. Bei den Wurzeln von *Cucurbita Pepo* und *Phaseolus multiflorus* ist der Vegetationspunkt nicht so deutlich zu sehen; hier habe ich die erste Marke in einer Entfernung von 1 mm von der Wurzelspitze angebracht, so dass bei diesen Wurzeln die Zone zwischen der Spitze und der ersten Marke mit 1 bezeichnet ist; die nächsten in basipetaler Reihenfolge mit 2,3 etc. Um ein Verwischen der Marken in den Sägespähen zu verhüten, habe ich die markirten Wurzeln 2—3 Minuten lang in einem feuchten Raume belassen und dann für jede Wurzel mit einem Stäbchen in den Sägespähen einen Canal von der Stärke der Wurzel gebohrt. Die Wurzeln blieben 24 Stunden lang bei 24° C in den Sägespähen.

Das nach Ablauf dieser Zeit gemessene Gesamtwachsthum, sowie das Wachstum jeder Zone ist in nachfolgender Tabelle verzeichnet:\*)

<i>Vicia Faba</i>		<i>Cucurbita Pepo</i>		<i>Phaseol. multifl.</i>
Zone	Partialzuwachs	Zone	Partialzuwachs	Partialzuwachs
XII	0,25 mm	XI	0,00 mm	0,25 mm
XI	0,35 "	X	0,25 "	0,25 "
X	0,50 "	IX	0,25 "	0,35 "
IX	1,00 "	VIII	0,35 "	0,60 "
VIII	1,25 "	VII	0,50 "	1,00 "
VII	1,50 "	VI	1,00 "	1,50 "
VI	2,50 "	V	2,00 "	3,00 "
V	4,00 "	IV	2,50 "	5,00 "
IV	6,00 "	III	7,00 "	7,00 "
III	12,00 "	II	19,00 "	16,00 "
II	7,00 "	I	12,00 "	1,00 "
I	1,00 "			
Gesammtzuw. 37,35 mm		Gesammtzuw. 44,85 mm		35,95 mm

Die in der Tabelle verzeichneten Werthe stellen das Mittel aus den Messungen an je 10 Objecten dar.

Ausnahmslos habe ich bei Wurzeln von *Vicia Faba* und *Phaseolus multiflorus* sowohl in Sägespähen als in Wasserculturen die Länge der Zuwachszone bedeutend grösser gefunden als Sachs.\*\*\*) Nach seinen Angaben beträgt z. B. die Länge der Zuwachszone der Wurzel bei *Vicia Faba* (in Wassercultur) 10 mm, bei *Phaseolus multiflorus* 9 mm. Diese Abweichungen lehren uns deutlich, wie die Länge der Wachstumszone individuell innerhalb gewisser Grenzen schwankt.

Während bei den Wurzeln die Länge der Zuwachszone und die grosse Wachstumsperiode leicht zu bestimmen ist, weil bei ihnen das Wachstum lange andauert und dabei die Länge der

\*) Zur Messung kleiner Zuwachsgrößen bediente ich mich eines Horizontalmikroskops; jeder Scalentheil entsprach einer wirklichen Grösse von 0,0429 mm.

\*\*) Sachs, Arbeiten des Bot. Inst. Würzburg. Bd. I. 1874. p. 418—420.

Zuwachszone annähernd constant bleibt, ist es weniger leicht, diese Grösse bei Hypocotylen zu bestimmen, weil bei ihnen das Wachstum allmählich ausklingt. Um genaue Resultate zu erhalten, markirte ich acht Hypocotyle von *Cucurbita Pepo*, die sich in einem Topfe befanden, nachdem sie eine Länge von 60—70 mm erreicht hatten.\*) In Intervallen von je 24 Stunden wurde jedes Hypocotyl wieder markirt, und dies setzte ich fort, bis das Hypocotyl sein Wachstum beendet hatte. Ich fand dabei, dass zur Zeit des lebhaftesten Wachsthumms die Zuwachszone 60—63 mm lang ist und der Gesamtzuwachs in 48 Stunden 60 mm beträgt. Bei Hypocotylen, die im Dunkeln erzogen werden, dauert das Wachstum, vom Zeitpunkt ihres Sichtbarwerdens an gerechnet, 5—6 Tage und sie erreichen dabei eine Länge von 215—230 mm.

Nachdem ich diese Daten in Kürze angegeben habe, wende ich mich der Besprechung des Einflusses äusserer Bedingungen auf die Länge der Zuwachszone zu.

## 1. Der Einfluss der Temperatur.

### A) Hohe Temperatur.

Versuche mit Wurzeln von *Vicia Faba*. Da die optimale Temperatur für die Keimung dieser Pflanze zwischen 27° C und 29° C liegt, wurden die Wurzeln in 33° C gebracht. Um sie sofort in ein Medium von der betreffenden Temperatur versetzen zu können, brachte ich 24 Stunden vorher Töpfe mit Sägespähen in eine Temperatur von 33° C. In jeden Topf wurden 8 Wurzeln gesteckt. Ein Theil der Töpfe enthielt Material, das in der oben beschriebenen Weise markirt war, ein anderer dagegen unmarkirte Wurzeln.\*\*\*) Nach 24 Stunden untersuchte ich die markirten Wurzeln und constatirte folgende Zuwachsgrößen:

Zone	Partialzuwachs
XII	0,25 mm
XI	0,25 "
X	0,50 "
IX	0,75 "
VIII	1,25 "
VII	2,00 "
VI	2,00 "
V	3,00 "
IV	6,00 "
III	12,00 "
II	6,00 "
I	1,00 "
Gesamtzuwachs 35,00 mm.	

\*) Die Marken wurden in Abständen von je 3 mm angebracht.

\*\*) In den Versuchen mit einer Temperatur zwischen 21° und 34° C wurde das warme Zimmer des hiesigen botanischen Institutes benutzt, das Pfeffer in den Berichten der Deutschen botan. Gesellschaft. Bd. XIII. 1895. p. 49—54 beschrieben hat.

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass in den ersten 24 Stunden bei Einwirkung höherer Temperatur der Gesamttzuwachs derselbe ist wie bei Normaltemperatur,\*) und gleichzeitig bemerken wir, dass, wie bei Normaltemperatur, noch in der 12. Zone Wachstum stattgefunden hat.

Um zu ermitteln, ob durch den 24stündigen Aufenthalt bei 33° C die Länge der Zuwachszone sich verändert hat, verfuhr ich folgendermaßen: Die 8 zum Versuche benutzten Wurzeln wurden auf's neue markirt, und ebenso 8 andere, die unmarkirt 24 Stunden lang der Temperatur von 33° C ausgesetzt gewesen waren. Vier Stück von jeder Serie wurden einer Temperatur von 24° C ausgesetzt, die übrigen blieben bei 33° C.\*\*\*) Da das Markiren einige Zeit in Anspruch nimmt, und da die Wurzeln nicht in andere Temperatur gebracht werden dürfen, wurden sie auf der Stufe des Schrankes markirt, wo die Temperatur 33° C beträgt. Die nach 24 Stunden vorgenommenen Messungen ergaben die in nachstehender Tabelle vorgezeichneten Resultate (T bedeutet die Temperatur, in der sich die Wurzeln befunden hatten):

Zone	Partialzuwachs	
	T = 24 °	T = 33 °
XII	0,00 mm	0,00 mm
XI	0,00 "	0,00 "
X	0,00 "	0,00 "
IX	0,00 "	0,00 "
VIII	0,00 "	0,00 "
VII	0,00 "	0,00 "
VI	0,25 "	0,25 "
V	1,00 "	0,75 "
IV	3,00 "	1,50 "
III	5,00 "	4,00 "
II	7,00 "	7,00 "
I	1,00 "	1,00 "
Gesamttzuwachs 17,25 mm		14,50 mm

Aus dieser Tabelle ist folgendes zu entnehmen: 1. Die Zuwachszone verkürzt sich während der ersten 24 Stunden des Aufenthaltes in einer Temperatur von 33° C, sie wird auf die Länge von 5—6 mm reducirt, 2. der Gesamttzuwachs wird auf die Hälfte vermindert und 3. das Maximum des Wachstums findet während dieser 24 Stunden in der zweiten Zone statt.

Um zu sehen, wie die Zuwachszone bei längerem Aufenthalt in einer Temperatur von 33° C verändert wird, habe ich acht Wurzeln, die 4 Tage bei 33° C zugebracht hatten, in normale

\*) Unter Normaltemperatur verstehe ich stets die Temperatur von 24° C.

\*\*) Wegen der lebhaften Bakterien-Entwicklung bei dieser Temperatur wurden dieselben Sägespähe nur während 24 Stunden zum Versuche benutzt und dann durch frische ersetzt, die ihrerseits vorher einen Tag lang in dieser Temperatur verweilt hatten.

Temperatur gebracht; nach 24 Stunden erhielt ich folgendes Resultat:

Zone Partialzuwachs	
XII	0,00 mm
XI	0,00 "
X	0,00 "
IX	0,00 "
VIII	0,00 "
VII	0,00 "
VI	0,00 "
V	0,00 "
IV	0,00 "
III	0,00 "
II	0,50 "
I	1,50 "
Gesamttzuwachs 2,00 mm	

Demnach war nach 4 Tagen die Zuwachszone noch kürzer geworden.

Da nach 5 Tagen sämtliche Wurzeln, die einer Temperatur von 33° C ausgesetzt gewesen waren, faulten, war es mir möglich, den Einfluss eines längeren Verweilens in dieser Temperatur zu prüfen.

Nachdem wir gesehen haben, wie die Zuwachszone sich bei längerem Aufenthalt in hoher Temperatur verhält, will ich zur Besprechung der Versuche übergehen, in denen die Wachstumserscheinungen bei Normaltemperatur beobachtet wurden, nachdem die Objecte vorher längere oder kürzere Zeit bei 33° C verweilt hatten. Es ergab sich dabei, dass sich die Zuwachszone allmählich vergrössert und schliesslich ihre ursprüngliche Länge wieder erreicht.

So besitzen die Wurzeln, deren Zuwachszone durch Aufenthalt in höherer Temperatur auf 6 mm reducirt ist, und die in den ersten 24 Stunden um 10 mm wachsen, nach weiteren 24 Stunden eine Zuwachszone von 7 mm, wobei der Gesamttzuwachs 14 mm beträgt; am 3. Tage beträgt der Zuwachs 25 mm und die Länge der Zuwachszone bereits 9—10 mm. Je mehr die Zuwachszone durch den Aufenthalt in hoher Temperatur reducirt ist, um so längerer Zeit bedarf es, bis sie ihre ursprüngliche Länge wieder erreicht.

Versuche mit Wurzeln von *Cucurbita Pepo*. Da bei dieser Pflanze das Temperaturoptimum der Keimung 33,7° C und das Temperaturmaximum 46,2° C beträgt,\*) habe ich die Wurzeln dieser Pflanze in eine höhere Temperatur gebracht als diejenigen von *Vicia Faba*, doch habe ich mich nicht zu weit von dem Optimum entfernt und eine Temperatur von 36° C benützt. Nach 24stündigem Aufenthalt wurde folgendes beobachtet:

\*) Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. II. Auflage. 1887. p. 563.

Zone	Partialzuwachs
XI	0,00 mm
X	0,20 "
IX	0,25 "
VIII	0,25 "
VII	0,50 "
VI	1,00 "
V	1,25 "
IV	2,00 "
III	5,00 "
II } I }	15,00 "
<hr/>	
Gesamtzuwachs 25,45 mm	

Es ergibt sich daraus, dass ebenso, wie bei *Vicia Faba*, die Zuwachszone während der ersten 24 Stunden die normale Länge aufweist, dass aber im Gegensatz zu jener der Gesamtzuwachs eine Verminderung erfährt.

Um zu untersuchen, ob nach Verlauf dieser 24 Stunden die Zuwachszone eine Verkürzung erfährt, ging ich in derselben Weise vor, wie bei den Versuchen mit *Vicia Faba*. Es ergab sich dabei folgendes Resultat:

Zone	Partialzuwachs	
	T = 24°	T = 33°
X	0,00 mm	0,00 mm
IX	0,00 "	0,00 "
VIII	0,00 "	0,00 "
VII	0,00 "	0,00 "
VI	0,25 "	0,25 "
V	1,00 "	0,75 "
IV	3,00 "	1,50 "
III	5,00 "	4,00 "
II	7,00 "	7,00 "
I	1,00 "	1,00 "
<hr/>		
Gesamtzuw. 17,25 mm		14,50 mm

Da aus diesen Versuchen hervorgeht, dass *Cucurbita Pepo* in dieser Beziehung ein gleiches Verhalten zeigt, wie *Vicia Faba*, habe ich die Anstellung weiterer Experimente unterlassen. Ich habe mich nur davon überzeugt, dass auch hier die Zuwachszone in gleicher Weise wie bei *Vicia Faba* allmählich ihre normale Länge wieder erreicht, wenn die Wurzeln in eine Temperatur von 24° C zurückgebracht werden.

Versuche mit Wurzeln von *Phaseolus multiflorus*. Da bei dieser Pflanze das Temperaturoptimum und Maximum der Keimung mit den für *Cucurbita Pepo* angegebenen Werthen übereinstimmt, habe ich mich zur Anstellung der Versuche derselben Temperatur bedient wie dort. Dabei bemerkte ich, dass schon während der ersten 24 Stunden Wachstum nur noch von der 7. Zone abwärts stattfindet, wobei der Gesamtzuwachs von 10–17 mm beträgt. Werden die Wurzeln in normale Temperatur

zurückgebracht, so erreicht die Zuwachszone in der bekannten Weise wieder ihre ursprüngliche Länge.

Versuche mit dem Hypocotyl von *Cucurbita Pepo*. Ehe ich die Hypocotyle markierte, brachte ich den Topf 24 Stunden lang in einen Thermostaten auf eine Temperatur von 36° C; nach Ablauf dieser Zeit markierte ich mehrere Hypocotyle, die 50—60 mm lang waren, und während dessen trug ich Sorge, dass die Temperatur des Topfes sich nicht erniedrigte. Nach weiteren 24 Stunden habe ich die Hypocotyle wieder markiert u. s. w., um die Länge der Zuwachszone während der grossen Wachstumsperiode zu ermitteln. Ich fand, dass in der Zeit des intensivsten Wachstums die Länge der Zuwachszone 40—45 mm beträgt, demnach 20 mm kürzer als bei Normaltemperatur ist. Dabei beträgt der Gesamtzuwachs in 48 Stunden 30—38 mm, wie folgende Tabelle lehrt:\*)

Zone	Partialzuwachs
XV	0,50 mm
XIV	0,50 "
XIII	0,50 "
XII	1,00 "
XI	1,50 "
X	1,50 "
IX	2,00 "
VIII	2,00 "
VII	2,50 "
VI	3,00 "
V	3,00 "
IV	4,00 "
III	7,00 "
II	6,00 "
I	3,00 "
<hr/>	
Gesamtzuw. 38,00 mm	

Wegen der kurzen Dauer der Wachstumsperiode des Hypocotyls war es nicht möglich, wie bei Wurzeln, den Einfluss einer länger andauernden Einwirkung hoher Temperatur zu untersuchen. Ebenso ist es unmöglich, anzugeben, wie sich die Zuwachszone verhält, wenn die Pflanze aus hoher Temperatur in Normaltemperatur zurück gebracht wird. Es ist wahrscheinlich, dass hier dieselben Verhältnisse obwalten wie bei den Wurzeln. Wächst das Hypocotyl bei 33° C, so erreicht es die Länge von 130—140 mm, bleibt also kürzer als bei Normaltemperatur.

Resultate. Aus unseren Untersuchungen ist zu ersehen, dass durch den Aufenthalt in einer zwischen Optimum und Maximum der Keimung gelegenen Temperatur die Intensität des Wachstums herabgesetzt und die Länge der streckungsfähigen Region reducirt wird.

(Schluss folgt.)

\*) Jede Zone war von je 3 mm Länge.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [81](#)

Autor(en)/Author(s): Popovici Alexandru

Artikel/Article: [Der Einfluss der Vegetationsbedingungen auf die Länge der wachsenden Zone. 33-40](#)