

July 19 89  
Envoi de l'Acad. Imp. des sc. de St.-Petersbourg.

Washington,

Smithsonian Institution.

**MÉMOIRES**  
DE  
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII<sup>E</sup> SÉRIE.  
**TOME XXVII, N<sup>O</sup> 2.**

**DIE TÄGLICHE PERIODICITÄT**

IM

**LÄNGENWACHSTHUM DER STENGEL**

VON

**Prof. Dr. J. Baranetzky.**

Avec 5 Planches.

(Lu le 15 Mai 1879.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Petersbourg:

MM. Eggers et C<sup>ie</sup>, J. Issakof  
et J. Glasounof;

à Riga:

M. N. Kymmel;

à Leipzig:

M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. 20 Kop. = 4 Mrk.





**MÉMOIRES**  
DE  
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII<sup>E</sup> SÉRIE.  
**TOME XXVII, N° 2.**

---

**DIE TÄGLICHE PERIODICITÄT**

IM

**LÄNGENWACHSTHUM DER STENGEL**

VON

**Prof. Dr. J. Baranetzky.**

—  
Avec 5 Planches.

—  
(Lu le 15 Mai 1879.)

—  
ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:  
MM. Eggers et C<sup>ie</sup>, J. Issakof  
et J. Glasounof;

à Riga:  
M. N. Kymmel;

à Leipzig:  
M. Léopold Voss.

—  
Prix: 1 Rbl. 20 Kop. = 4 Mrk.

Octobre 1879.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.

(Vass.-Ostr., 9<sup>e</sup> ligne, № 12.)

Eins der Räthsel der gegenwärtigen Pflanzenphysiologie bilden die Lebenserscheinungen, welche, bei gleichbleibenden äusseren Bedingungen, nicht gleichmässig vor sich gehen, sondern regelmässige, an gewisse Tagesstunden, gleichsam bewusst, mehr oder weniger streng gebundene Schwankungen, — die tägliche Periodicität, — aufweisen. Es sind schon einige derartige Erscheinungen sicher constatirt und auch eingehender untersucht worden. Hierher gehören: die Periodicität in den Mengen des aus decapitirten Stengeln ausfliessenden Saftes, die periodischen Bewegungen der Blätter und ebensolche der Blumenblätter einiger Pflanzen. Vor einigen Jahren ist es mir zuerst gelungen<sup>1)</sup> für eine der genannten Erscheinungen die Natur der Periodicität aufzudecken und zu zeigen, dass die letztere nicht etwa durch die Organisation der Pflanze nothwendig bedingt, sondern durch die periodische Lichtwirkung erst geschaffen wird, um dann auch im Dunkeln als eine Art Nachwirkung noch eine Zeitlang fortzubestehen. Dasselbe konnte darauf Pfeffer auch in Bezug auf die selbstständigen, periodischen Bewegungen der Blattorgane constatiren<sup>2)</sup>. Die von G. Kraus entdeckte tägliche Periodicität der Gewebespannung hat sich, nach dem genannten Beobachter, als von der unmittelbaren Lichtwirkung direct abhängig, — also nicht «selbstständig» gezeigt<sup>3)</sup>. Es ist merkwürdig, dass alle bis jetzt sicher bekannten Fälle der «selbstständigen» täglichen Periodicität einen gemeinsamen Grund haben, indem sie alle als Nachwirkungen des Lichtes zu Stande kommen. Dieser Umstand lässt erwarten, dass man in der betreffenden Thatsache einen Angriffspunkt gewinnen werde, um die scheinbar so heterogenen Erscheinungen, wie z. B. den Saftausfluss und die Bewegungen der Pflanzentheile, in eine ursächliche Beziehung zu bringen. In dieser Hinsicht scheint mir eben eine zusammenhängende Untersuchung aller der Vorgänge, welche einen in täglichen Perioden selbstständig schwankenden Verlauf zeigen, sowie die genaue Vergleichung der Eigenschaften, welche die tägliche Periodicität dieser verschiedenen Vorgänge darbieten, von besonderem Interesse zu sein.

---

1) Die Periodicität des Blutens der krautartigen Pflanzen etc. Abhandl. naturforsch. Gesellschaft zu Halle. Bd. XIII. Heft. 1.

Mémoires de l'Acad. Imp. des sciences, VII<sup>me</sup> Série.

2) Pfeffer, Die periodischen Bewegungen der Blattorgane. Leipzig. 1875.

3) Botan. Ztg. 1867, p. 121 ff.

Ein weiterer, bis jetzt nur von einer Seite untersuchter Fall der täglichen Periodicität ist von Sachs an dem Längenwachsthum der Stengel constatirt worden<sup>1)</sup>. Die Beobachtungen über den Verlauf des Längenwachsthums wurden hier meistens bei den normalen Beleuchtungsbedingungen (also beim Lichtwechsel), zum Theil aber in dauernder Finsterniss angestellt. Im erstern Falle war die Periodicität immer klar ausgesprochen, indem das Wachsthum in der Nacht bedeutend intensiver als am Tage vor sich ging. Bei der anderwärts bekannten, hemmenden Wirkung, welche das Licht auf das Längenwachsthum ausübt, war Sachs im vollen Rechte, die hier auftretende Wachsthumperiodicität der directen Einwirkung des Lichtwechsels zuzuschreiben. Die in dauernder Finsterniss, sowohl mit grünen, als mit etiolirten Pflanzen angestellten Beobachtungen haben dem genannten Physiologen weniger klare Resultate geliefert. Die tägliche Periodicität war dabei manchmal nicht zu erkennen, ein andermal trat sie aber deutlich hervor, und zwar so, dass die Maxima und Minima der Wachsthumsintensität auf dieselben Tagesstunden kamen, wie bei den normal beleuchteten Pflanzen. Der überhaupt wenig regelmässige Verlauf des Wachsthums, d. h. die starken secundären Schwankungen, welche bei den Messungen von Sachs meistens scharf auftreten, lassen auch der Vermuthung Raum, dass die tägliche Periodicität möglicherweise von denselben zum Theil verdeckt und eben darum nicht immer deutlich zu erkennen war. Durch die Unbestimmtheit der Ergebnisse veranlasst, neigte Sachs zu der Meinung, dass die tägliche Wachsthumperiodicität, wo dieselbe in einem verfinsterten Raume zu beobachten war, als zufällig anzusehen und der unvollständigen Verdunkelung des Beobachtungszimmers zuzuschreiben ist. Es möchte aber die Thatsache, dass die Helligkeit, welche das Auge kaum noch im Stande ist wahrzunehmen, doch das Wachsthum einer Pflanze beeinflussen soll, wenig wahrscheinlich erscheinen und jedenfalls einer genaueren Prüfung werth sein. Wenn wir aber, andererseits, analoge und sicher constatirte Fälle kennen, wo die tägliche Periodicität im Verlaufe einer Lebenserscheinung ganz unabhängig von der directen Einwirkung der äussern Agentien bestehen kann, so sollte gewiss die Vermuthung als berechtigt erscheinen, dass die von Sachs im Finstern beobachtete Wachsthumperiodicität in dieselbe Kategorie der Erscheinungen zu stellen ist<sup>2)</sup>. Die hier mitzutheilenden Beobachtungen sind eben zunächst zu dem Zwecke unternommen worden, die Richtigkeit einer solchen Vermuthung durch directe Versuche zu prüfen.

---

1) Arbeiten d. botan. Instituts in Würzburg. Bd. I, p. 99.

2) Zu demselben Analogieschlusse bezüglich der von Sachs im Finstern beobachteten Wachsthumperiodicität

ist auch Pfeffer, auf Grund seiner Untersuchungen über die periodischen Bewegungen der Blattorgane (p. 56) gekommen.

## I. Beobachtungen und deren Ergebnisse.

Die eben angedeutete Aufgabe bedingte, dass die Beobachtungen über den Verlauf des Wachstums hauptsächlich in dauernder Finsterniss ausgeführt werden mussten. Zu solchen Untersuchungen eignen sich aber nur die Pflanzen mit reichlichen Nahrungsvorräthen (Zwiebel- oder Knollenpflanzen), deren Stengel allein fähig sind, in dauernder Finsterniss längere Zeit gleichmässig zu wachsen. Von solchen Pflanzen wurden die meisten Beobachtungen an *Gesneria tubiflora*, deren mit langen, geraden Internodien versehene, gleichmässig wachsende Stengel zu den Wachstumsuntersuchungen überhaupt sehr geeignet sind, dann an *Helianthus tuberosus*, *Brassica Rapa* und einigen wenigen anderen, später zu nennenden Pflanzen angestellt. Von *Gesneria* wurden nur grüne, bei normalen Bedingungen erwachsene, von *Brassica* dagegen hauptsächlich etiolirte Pflanzen beobachtet. Die weiter folgende Darlegung der Erscheinungen, welche das Wachstum von verschiedenen Pflanzen im Finstern darbietet und der vielfachen Abweichungen, welche sich dabei geltend machen, wird die Gründe ersehen lassen, welche mich verhinderten, die Beobachtungen auf eine grössere Anzahl von Pflanzen auszudehnen.

Die Zuwächse wurden mit Hülfe der später zu beschreibenden Vorrichtungen automatisch gemessen und stündlich registrirt. Die Einrichtung der Registrirapparate war derart, dass an jedem derselben zwei Pflanzen zu gleicher Zeit gemessen werden konnten. Zwei solche Pflanzen, da sie dabei nur 1—2 Fuss weit von einander standen und also fast genau dieselben Bedingungen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit genossen, sind in diesen Beziehungen vollkommen vergleichbar. Die Lufttemperatur wurde entweder direct, an einem zwischen zwei Versuchspflanzen aufgehängten, feinen Quecksilberthermometer abgelesen, oder mit Hülfe eines, unten ebenfalls zu beschreibenden, 1—2 Fuss weit von den Pflanzen gestellten Thermometrographen stündlich registrirt.

Die Beobachtungen wurden, wo es nicht anders angegeben ist, in einem so vollständig verdunkelten Raume ausgeführt, dass das Auge, selbst nach längerem Verweilen darin, keinen deutlichen Lichteindruck empfing. Um das Wachstum zu begünstigen, wurde die Luft des Versuchszimmers durch oft wiederholtes Bespritzen des Fussbodens fortwährend sehr feucht erhalten. Bei beständig feucht bleibender Luft zeigte auch jedes neue Bespritzen keinen merklichen Einfluss auf den Verlauf des Wachstums. Der Boden des Topfes wurde vor Beginn jeder neuen Beobachtungsperiode sehr stark begossen und brauchte in der Regel während 5—6 Tagen keine Begiessung mehr. Andererseits zeigte es sich, dass das reichliche Begiessen des noch hinreichend feuchten Bodens nicht im Stande ist, das Wachstum merklich zu steigern. — Weitere Details über die Behandlungsweise der einzelnen Versuchspflanzen findet man bei jeder Tabelle angegeben.

Dass dem Längenwachsthum der Stengel eine, von der directen Einwirkung der äusseren Agentien vollkommen unabhängige, tägliche Periodicität eigen ist, ist eine Thatsache, welche leicht mit voller Gewissheit constatirt werden kann. Wenn sie Sachs zweifelhaft geblieben ist, so ist wahrscheinlich die Ursache davon eine mehr zufällige: bei verschiedenen Pflanzenformen findet man nämlich die betreffende Erscheinung mit sehr ungleicher Schärfe ausgeprägt und der genannte Forscher hat offenbar nur die wenig dazu geeigneten Pflanzen beobachtet. Von den von Sachs untersuchten Pflanzen habe ich nur *Dahlia variabilis* beobachtet. Sowohl grüne, als etiolirte Stengel dieser Pflanze zeigen im Dunkeln sehr ungleiches Verhalten. Manche Stöcke lassen in ihrem Wachsthum die täglichen Perioden sehr deutlich erkennen, während an anderen, hauptsächlich den etiolirten, solche Perioden gar nicht zu unterscheiden sind. Eben solchen Verschiedenheiten im Verlaufe des Wachsthum der einzelnen Pflanzenstöcke werden wir später bei *Brassica Rapa* noch schärfer ausgeprägt begegnen. Unabhängig davon zeigen meistens die etiolirten Stengel, dabei die starken, saftigen mehr als die mageren, in ihrem Wachsthum beständige secundäre Schwankungen, deren Auftreten mit dem Verschwinden der regelmässigen, täglichen Wachstumsperioden Hand in Hand geht. Sind diese letzteren nur schwach angedeutet, so können sie dabei leicht von starken Nebenschwankungen verdeckt und unkenntlich gemacht werden. Solche, von dem Registrirapparate angegebene Schwankungen sind zum Theil unzweifelhaft dem Längenwachsthum eigen, zum Theil mögen sie aber von schwachen Nutationskrümmungen herrühren, zu welchen manche etiolirte Stengel, und unter anderen die von *Dahlia variabilis*, eine grosse Neigung zu haben scheinen. Die meisten grünen, bei normalen Bedingungen erwachsenen Pflanzen, zeigen, soviel ich beobachtet habe, derartige secundäre Schwankungen nur nach einer genügend lange Zeit dauernden Verdunkelung. Soll demnach die selbstständige, tägliche Periodicität in vollkommener Form beobachtet werden, so sind die Beobachtungen an grünen, eben aus der Cultur genommenen Pflanzen zu machen. Von solchen Pflanzen habe ich *Gesneria tubiflora*, *cardinalis*, *allagophylla*, *Helianthus tuberosus* und *annuus* und *Brassica Rapa* untersucht und bei allen dasselbe Verhalten gefunden.

In vollständiger Dunkelheit zeigen die Stengel der ebengenannten Pflanzen das periodisch gesteigerte und wieder geschwächte Wachsthum derart, dass im Ganzen im Laufe von 24 Stunden je ein Maximum und Minimum des Wachsthum zu Stande kommt. In den ersten Tagen nach der Verdunkelung ist diese Periodicität gewöhnlich sehr regelmässig, so, dass zwischen jedem Maximum und Minimum nur ein gleichmässiges Sinken oder Steigen der Wachsthumintensität stattfindet. Wird der Verlauf des Wachsthum in üblicher Weise in Curven ausgedrückt, so stellen dieselben im Anfang jeder Beobachtungsreihe eine einfache Wellenlinie von bedeutenden Amplituden, wie das an mehreren Curven der beigegebenen Tafeln (dasselbe zeigen ausserdem die Beobachtungsreihen der Tabellen 2, 4, 9, 10, 18 a, 22, 23, 30) zu sehen ist. Manche Curven sind so regelmässig, dass sie in dieser Beziehung an diejenige erinnern, die ich früher für die tägliche Periodicität des Saftausflusses (l. c.)

erhalten habe. — Die täglichen Schwankungen der Wachstumsintensität sind vollkommen selbstständig, insofern sie nicht etwa durch directe Licht- oder Temperatur-Reize hervorgebracht werden. Ich habe schon früher erwähnt, dass die täglichen Wachstumsperioden in schärfster Weise auch in einem vollständig verdunkelten Raume auftreten, wo das Auge keine Lichtreize mehr empfängt. Soll aber, einigen ausgesprochenen Meinungen zufolge, unser Auge kein Richter in Sachen des von den Pflanzen empfundenen Lichtes sein, so lässt sich die Unabhängigkeit der Wachstumsperioden von den directen Lichteinflüssen noch schlagender beweisen. So wurde in einem möglichst vollständig verdunkelten Zimmer eine Pflanze von *Gesneria tubiflora* mit einigen, in einer Entfernung von 2—3 Fuss um sie herum gestellten Stearinkerzen ununterbrochen Tag und Nacht beleuchtet. Dabei musste natürlich der vermuthete Unterschied in der Helligkeit, welche die Pflanzen während der Tages- und der Nachtzeit umgab, verschwindend klein werden und doch zeigte sich die Periodicität bei diesen Bedingungen ebenso scharf wie sonst ausgesprochen (Taf. I, C, auch Tabelle 9). In anderen Versuchen wurden die Pflanzen nur während der Tageszeit beleuchtet, um welche die Maxima der Wachstumsintensität zu kommen pflegten. Sollte sehr schwache Beleuchtung schon genügen, um die Intensität des Wachstums zu unterdrücken, so könnten die Maxima nicht auf die Zeit der Beleuchtung fallen, was aber doch geschah, so dass die Perioden nicht merklich verlegt erschienen (Tabelle 10). Freilich fällt bei derartigen Versuchen die Beleuchtung immer mit der Steigerung der Temperatur zusammen und so werden auf einmal zwei sich entgegenwirkende Factoren eingeführt, deren relative Bedeutung für jeden einzelnen Fall nicht zu bestimmen ist; jedenfalls werden wir später oft die Gelegenheit haben zu beobachten, wie die Wachsthumscurven sich vielfach mit den Temperaturcurven kreuzen, ohne ihre gesetzmässige Form dabei zu ändern. Die Selbstständigkeit der täglichen Wachstumsperioden wird schliesslich durch folgenden Umstand bewiesen. Bei einigen Pflanzen sind die Maxima der Wachstumsintensität nicht an bestimmte Tageszeit gebunden, sondern können bei verschiedenen Individuen um mehrere Stunden auseinanderliegen. Es genügt, die Curven *A*, *B* und *C* der Taf. I und die Curve *A* der Taf. II (welche alle zu *Gesneria tubiflora* gehören) mit einander zu vergleichen, um zu sehen, wie bei den einen Stöcken die Maxima in den ersten Vormittagsstunden, bei den anderen Stöcken derselben Pflanzenart erst gegen Abend eintreten. Solche Verschiebungen der Wachstumsmaxima, deren wirklichen Gründe wir später werden kennen lernen, können gleichzeitig an zweien nebeneinander stehenden und somit den gleichen äusseren Einflüssen ausgesetzten Pflanzen beobachtet werden.

Was die Unabhängigkeit der täglichen Wachstumsperioden von den etwaigen Temperaturschwankungen betrifft, so brauchten dazu keine besondere Versuche angestellt zu werden. Vergleicht man nur sorgfältig den Verlauf der Wachsthumscurven *B*, *C*, Taf. I; *A*, *B*, Taf. II; *A*, Taf. IV und die ihnen angehörigen Temperaturcurven (überall  $t^\circ$ ) so findet man, dass die Form der beiden keine Aehnlichkeit hat. Meistens steigt oder fällt hier die Temperaturecurve ununterbrochen im Laufe einiger Tage, während welcher Zeit doch die Wachsthumscurve

ihre üblichen Krümmungen unbekümmert durchmacht, so dass die Theile der letzteren der Temperaturcurve bald gleichläufig, bald gegenläufig sind. Manchmal beschreiben auch beide Curven einander ganz entgegengesetzte Wendungen, ohne dass die Form der Wachstumscurve dadurch merklich beeinträchtigt wäre.

Bei nun folgender, näherer Betrachtung der Erscheinungen, welche die selbstständige Periodicität der grünen Pflanzen darbietet, wird hauptsächlich von *Gesneria tubiflora* die Rede sein. Das Verhalten der anderen beobachteten Pflanzen, soviel es mir gelang, dasselbe durch Versuche klar zu machen, wird später damit verglichen.

Es wurde schon früher erwähnt, dass die täglichen Schwankungen der Wachstumsintensität im Anfang sehr regelmässig und glatt zu verlaufen pflegen; sie werden auch sehr scharf ausgeprägt dadurch, dass ihre Amplituden sehr bedeutend sind. Diese Regelmässigkeit erhält sich aber bei *Gesneria tubiflora* gewöhnlich nicht über 2 bis 3 Tage und verliert sich dann auf eine zum Theil ähnliche Weise, wie ich dies für die tägliche Periodicität des Saftausflusses früher gefunden habe. Die Energie des Wachstums wird nämlich im Ganzen bei längerer Versuchsdauer (im Finstern) gewöhnlich noch gesteigert. Die Amplituden der täglichen Schwankungen vermindern sich aber sehr rasch und zugleich treten die, oben schon erwähnten, secundären Schwankungen auf, welche bald soweit über die geschwächten täglichen Perioden überhandnehmen, dass die letztern schliesslich vollkommen verdeckt und unkenntlich werden. An den Curven A, Taf. I ist das allmähliche Erlöschen der täglichen Periodicität besonders deutlich zu verfolgen. Es ist dabei die Beziehung characteristisch, welche zwischen den täglichen Wachstumsperioden und den secundären Schwankungen der Wachstumsintensität besteht. Die letzteren erscheinen nämlich nur in dem Masse, als die Neigung der Pflanze zum Wachsen in täglichen Perioden geschwächt wird. Je stärker diese Neigung, was durch die Grösse der Amplituden der täglichen Wachstumsperioden bemessen werden kann, desto regelmässiger und glatter sind die Wachstumscurven. Bei verschiedenen etiolirten Stengeln, bei denen, wie wir später sehen werden, die tägliche Periodicität, wenn überhaupt, so doch gewöhnlich viel schwächer ausgesprochen wird, zeigen sich demgemäss die Wachstumscurven ihrer ganzen Länge nach mit starken und unregelmässigen Zacken bedeckt. Ich will daran erinnern, dass eine vollkommen analoge Erscheinung sich bei der Periodicität des Saftausflusses der noch jungen, wenig verholzten Stengel darbietet, im Vergleich mit derselben Periodicität bei älteren Stengeln derselben Pflanzen. («Die Periodicität d. Blutens», Taf. I, II u. III.) Dass das Längenwachsthum der Stengel nie vollkommen gleichmässig verläuft, sondern, abgesehen von den täglichen Perioden, noch secundäre, unregelmässige Schwankungen aufweist, haben schon die Beobachtungen von Sachs gezeigt. Nähere Untersuchungen lehren aber weiter, dass diese Schwankungen offenbar von Ursachen herrühren, welche in der innern Organisation der Pflanze gegeben und darum immer thätig sind; nur in Folge gewisser, später zu betrachtender äusserer Eindrücke tritt in der Pflanze ein neuer, wirksamer Factor auf, welcher die kleinen Schwankungen gleichsam beherrscht und die täglichen Wachstumsperioden erzeugt. — Die Zeitdauer und die Grösse (Amplitude) der unregelmässigen Schwankungen zei-

gen sich in verschiedenen Fällen verschieden. Manchmal sind sie alle ungefähr gleichwehrtig und von kurzer Dauer (2—4 Stunden), — wie solche an den Curven *A I, II* und *I<sup>3</sup>* der Taf. I zu sehen sind. Oefter aber nehmen einzelne Schwankungen längere Zeit (6—8 und mehr Stunden) in Anspruch und zeigen dabei bedeutende Amplituden; sie sind aber immer von ungleicher Dauer und ihr Auftreten ganz unregelmässig, so zu sagen zufällig. Da aber, wie wir gleich sehen werden, die täglichen Wachstumsperioden selbst nur selten eine Regelmässigkeit und Constanz zeigen, wie z. B. die täglichen Perioden des Saftausflusses, so gehen sie gewöhnlich in solche, ganz regellose Schwankungen von grösserer Zeitdauer ganz unmerklich über.

Unter den anderen von mir beobachteten grünen Pflanzen scheint sich hier *Helianthus tuberosus* dadurch auszuzeichnen, dass bei ihm die regelmässigen täglichen Wachstumsperioden sich in dauernder Finsterniss ungemein lange wiederholen können. Ein Stock zeigte selbst nach 14-tägigem Verweilen im Dunkeln immer noch ziemlich regelmässige Periodicität (Tabelle 25) und diese Eigenschaft der Topinambourpflanze bestätigten auch alle anderen mit ihr ausgeführten Beobachtungen (Tabellen 22, 24).

Vergleicht man bei *Gesneria tubiflora* die Lage der Wachstumsmaxima an einzelnen Tagen im Laufe einer und derselben Beobachtungsreihe, so findet man nur ausnahmsweise diese Lage unverändert bleibend (Tabelle 1). Gewöhnlich kommen bei dieser Pflanze die Maxima der Wachstumsenergie an den aufeinanderfolgenden Tagen zu verschiedenen Zeiten zu Stande und zwar nicht regellos, sondern einem bestimmten Gesetze zufolge. An jedem folgenden Tage kommt nämlich das Maximum früher als an dem vorhergehenden, was offenbar davon abhängt, das hier die Maxima in weniger als 24 Stunden nach einander eintreten (Taf. I, *A* und weiter Tabellen 4 *b*, 6, 15, 17 *b*, 18 *a*). Die entgegengesetzten Fälle, wo einzelne Perioden sich über 24 Stunden verlängern, kommen wohl nur als Unregelmässigkeiten vor. Es zeigt sich also, dass die selbstständigen Wachstumsperioden von *Gesneria tubiflora* sich keineswegs nach bestimmten Tagestunden richten, so dass bei einem und demselben Pflanzenstengel die Maxima successive am Morgen, um Mittagszeit, gegen Abend oder gar in verschiedenen Nachtstunden zu Stande kommen können (Taf. II, *A*, Tabelle 6, 17 *b*). Die Dauer der einzelnen Perioden schwankt bei verschiedenen Individuen gewöhnlich zwischen 16 und 20 Stunden, bei einem und demselben Pflanzenstengel pflegt sie sich in noch engeren Grenzen zu halten, ja manchmal bleibt sie während einiger Tage ziemlich unverändert (Tabelle 15 *a* und *b*, 18 *b*). Eine Neigung zur stetigen Verkürzung der aufeinanderfolgenden Perioden ist nicht zu bemerken: wo dieselben im Laufe einer Beobachtungsreihe von ungleicher Dauer sind, da folgen gewöhnlich kürzere und längere Perioden ohne Regel nacheinander; manchmal ist, im Gegentheil, eine fortwährende Verlängerung der Perioden zu beobachten (Taf. II, *A I*).

Bei verschiedenen anderen grünen Pflanzen sind oft die Wachstumsperioden ebenso wenig tägliche Perioden im gewöhnlichen Sinne. Einen besonders merkwürdigen Fall zeigte mir in dieser Beziehung *Gesneria cardinalis*. Während bei den einen Stöcken dieser

Pflanze die Wachstumsmaxima sich jeden Tag regelmässig in den Abendstunden wiederholten (Tab. 19), zeigten die anderen Stöcke in dieser Beziehung ein ganz abnormes Verhalten (Taf. V, Curve D.). Eine Wachstumsperiode nahm hier volle 2 Tage in Anspruch, wobei in 24 Stunden das Steigen und in weiteren 24 Stunden das Fallen der Wachstumsintensität erfolgte. Die beigegebene Temperaturcurve zeigt, dass dieser eigenthümliche Verlauf des Wachstums mit den Temperaturänderungen in keiner Weise zusammenhängt. Ein diesem entgegengesetztes Extrem ergab mir die einzige, mit einer  $1\frac{1}{4}$  Met. hohen Pflanze von *Helianthus annuus* im Finstern ausgeführte Beobachtungsreihe (Taf. V, B). Einzelne Wachstumsperioden dauerten hier nur je 12 Stunden, so dass im Laufe eines Tages (24 Stunden) zwei vollständige solche Perioden sich vollzogen. Man wäre vielleicht geneigt, die letzteren für secundäre Schwankungen zu halten; dem widerspricht aber entschieden die vollkommene Regelmässigkeit, mit der diese Periode binnen zwei Tagen (im mittleren Theil der Curve) sich immer wiederholten. Es dürfte aber freilich nach dem Beispiele von *Gesneria cardinalis* nicht behauptet werden, dass dasselbe Verhalten sich an allen Stöcken von *Helianthus annuus* zu wiederholen brauchte. — Grüne Pflanzen von *Hel. tuberosus* zeigten mir immer nur die tägliche Periodicität im strengen Sinne des Wortes. Es wurde schon oben angegeben, dass bei dieser Pflanze die Periodicität im Finstern ungewein lange Zeit bestehen bleibt. Diese Hartnäckigkeit fällt hier mit der Regelmässigkeit zusammen, mit der die Wachstumsmaxima sich immer zu denselben Tagesstunden wiederholen (Tab. 22, 24, 25).

Unabhängig von der relativen Lage der aufeinander folgenden Wachstumsmaxima, welche durch die Dauer der einzelnen Perioden bestimmt wird, ist ihre absolute Lage bei verschiedenen Individuen derselben Pflanzenform, da diese Lage von der Zeit des Auftretens des ersten Maximums abhängt. Bleibt eine grüne Pflanze von *Gesneria tubiflora* bei ihren natürlichen Beleuchtungsbedingungen, so kommen die Maxima der Wachstumsintensität jedesmal ungefähr um Mittagszeit. Das zeigen wenigstens die Curven der Taf. III, welche zweien Pflanzen angehören, die während der drei ersten Beobachtungstage in einem grossen, durch ein Fenster beleuchteten, also im Ganzen nur schwach erhellten Zimmer gemessen wurden. Vergleicht man nun die Wachstumscurven der einzelnen Pflanzen von genannter *Gesneria*, welche aber in dauernder Finsterniss gemessen wurden, so findet man, dass bei den einen von ihnen das erste Maximum schon in den Morgenstunden, bei den andern erst gegen Abend zu Stande kommt. Dem entsprechend müssen natürlich auch die folgenden Maxima verschoben werden (Taf. II, A); allein, wegen der schon oben besprochenen Unregelmässigkeiten in der Dauer der einzelnen Perioden, wird diese Verschiebung an den späteren Tagen meistens theilweise verwischt und ist darum gewöhnlich nur in den ersten Perioden vollkommen scharf zu beobachten. Ein ähnliches Verhalten lassen die wenigen, an den grünen Pflanzen von *Brassica Rapa* angestellten Messungen vermuthen; wenigstens sind von den zwei, mit dieser Pflanze im Finstern ausgeführten Beobachtungsreihen, in der einen die Maxima vor oder bald nach Mitternacht (Taf. IV, A II) in der ande-

ren erst 8 — 10 Uhr Vormittags (Tabelle 29) zu finden. Im Gegensatze dazu zeigten grüne, bei normalen Bedingungen erwachsene Pflanzen von *Helianthus tuberosus*, die Wachstumsmaxima immer nur in den frühen Morgenstunden (Tabellen 21, 22, 24, 25).

Wir können aber versuchen, den Ursachen des eben besprochenen ungleichen Verhaltens der einzelnen Pflanzen von *Gesneria tubiflora* nachzuspüren. Betrachtet man aufmerksam die Umstände, welche die Anstellung des Versuchs bei den einzelnen Stöcken begleiteten, so findet man, dass die Pflanzen, deren Wachstumsmaxima der Zeit ihres Auftretens nach weit auseinander stehen, immer diejenigen sind, mit denen der Versuch zu verschiedener Tageszeit begonnen wurde. Der Grund dieser Erscheinung kann à priori ein zweifacher gedacht werden. Es ist Thatsache, dass bei den unter natürlichen Beleuchtungsbedingungen wachsenden Pflanzen (Taf. III) das Steigen der Wachstumsintensität nicht sogleich mit dem Eintreten der Nacht, sondern erst mehrere Stunden später beginnt, um sein Maximum schon bei voller Tagesbeleuchtung zu erreichen, während andererseits die vom Tageslichte hervorgerufene Verminderung des Wachstums noch tief in die Nacht fort-dauert. Daraus ist zu schliessen, wie das auch schon früher von Sachs gethan wurde, dass ein gewisser Zustand der Wachstumsfähigkeit, welcher der Pflanze durch die eine Zeit lang dauernde Beleuchtung, resp. Verdunkelung ertheilt wird, nicht sofort mit dem Wechsel der Beleuchtungsbedingungen, sondern erst nach und nach verschwindet. Ist dabei die Dauer der Verdunkelung, welche für eine beleuchtet gewesene Pflanze nöthig ist, um ihr Wachstum auf das Maximum zu steigern, für jeden Pflanzenstock ungefähr die gleiche, so muss offenbar von zwei Pflanzen, von denen die eine am Morgen, die andere am Nachmittage verdunkelt wurden, die erstere auch ihr Wachstumsmaximum früher (der Tageszeit nach) als die letztere erreichen. — Ein zweiter, möglicher Grund des beobachteten, ungleichzeitigen Auftretens der Wachstumsmaxima wäre in der mechanischen Störung zu vermuthen, welche die Versuchspflanzen durch das spannende Gewicht erfahren müssen. Es ist wohl denkbar, dass das Spannen der jungen, bis jetzt frei gewachsenen Stengelspitze durch ein, wenn auch unbedeutendes Gewicht, in den zum Theil wahrscheinlich rein mechanischen Wachstumsprocessen eine Störung herbeiführen wird, von welcher die Pflanze sich nur allmählich wieder erholt, nachdem es ihr gelingt, ihr inneres Gleichgewicht den neuen mechanischen Verhältnissen anzupassen. So erfolgt bei jedesmaliger Verstellung des Zeigers der registrirenden Vorrichtung, was bei der von mir angewendeten, am Ende der Abhandlung zu beschreibenden Registrirmethode sehr sanft und ohne irgend eine merkliche Störung der Pflanze geschehen kann, doch gewöhnlich eine Unregelmässigkeit, derart, dass die neue, auf die Manipulation folgende Reihe plötzlich mit kleineren Zuwächsen beginnt (an den Curven der Taf. III, auch an Curve *D*, Taf. V sind solche Stellen an Unterbrechungen der Linien zu erkennen). Die von Sachs bei seiner Abhandlung (l. c.) angeführten Wachstumstabellen zeigen dasselbe. Noch bemerkenswerther ist aber die Erscheinung, dass manchmal durch die besagte, geringfügige Störung der bisher vollkommen regelmässige Verlauf des Wachstums plötzlich ganz verstört und

von nun an ganz unregelmässig wird (Taf. V, *D*, wo der auf die Unterbrechung folgende, fast vollkommen unregelmässige Theil der Curven nur zum kleinen Theil aufgetragen ist). — Bei alledem zeigten doch die directen Versuche, dass die mechanischen Eingriffe nicht im Stande sind, einen merklichen Einfluss auf die Lage der Wachstumsmaxima zu äussern: bei zweien Pflanzen, welche gleichzeitig verdunkelt und dann zu verschiedener Zeit mit spannenden Gewichten versehen wurden, fielen die Maxima und Minima immer zusammen (Taf. I, *A* und *B*; Taf. V, *D*). — Anderes ergaben die vergleichenden Versuche mit den Pflanzen, welche zu verschiedener Tageszeit verdunkelt wurden; dieser letzte Umstand zeigte sich wirklich als massgebend für die absolute Lage der Wachstumsmaxima der Versuchspflanzen. Die Beziehung aber, welche zwischen der Zeit der Verdunkelung und dem Auftreten der Maxima sich äussert, ist offenbar von den individuellen Anlagen der verschiedenen Pflanzenstücke in gewissem Grade abhängig. Bei den Pflanzen, welche am Morgen verdunkelt wurden, nimmt meistens die Wachstumsintensität nach der Verdunkelung sofort zu, um schon in den Nachmittags- oder den ersten Abendstunden desselben Tages ihr erstes Maximum zu erreichen; das nächste Maximum kommt dann in der Vormittagszeit des folgenden Tages zu Stande (Taf. I, *C*; Tabellen 6 *a*, 7 *a*, 15 *A*, *a* und *b*). Seltener ist das Wachstum nach der Verdunkelung nur unbedeutend, fällt dann noch mehr und hält sich mehrere Stunden (im Laufe des Tages und eines Theils der Nacht) auf minimalen Grössen, steigt dann aber rasch, um in den Morgenstunden oder ersten Vormittagsstunden das Maximum zu erreichen (Taf. II, *A II*; Tabelle 2). — Die Pflanzen, welche erst am Abend in's dunkle Zimmer gebracht wurden, nachdem sie im Laufe des ganzen Tages das Licht genossen haben, zeigten mir immer eine auf die Verdunkelung folgende Verminderung der Wachstumsintensität. Sind die Zuwächse im Anfang bedeutend (Tabelle 17 *b*), so vermindern sie sich sehr rasch bis sie auf das Minimum kommen; meistens aber ist das Wachstum von Anfang an sehr gering und hält sich so im Laufe der ganzen Nacht. Mit den frühen Morgenstunden beginnt aber die rasche Steigerung des Wachstums, welche den ganzen Tag anhält, so dass das Maximum hier erst spät Nachmittags oder gar in den ersten Abendstunden erreicht wird (Taf. I, *A I*, — wo die Pflanze am Abend verdunkelt wurde, Taf. II, *A I*, *B II*<sup>2</sup>, *B I*<sup>3</sup>, *D*; Tabellen 1, 7 *b*, 17 *a*, 18 *a* und *b*)<sup>1</sup>). — Dieses Verhalten der am Morgen und am Abend verdunkelten Pflanzen wird erklärlich aus der schon gemachten Annahme, dass die Einwirkung des Lichtes nicht bloss direct das Wachstum unterdrückt, sondern auch einen dauernden Zustand der geringen Wachstumsfähigkeit schafft, von dem die Pflanze nach erfolgter Verdunkelung sich nur allmählich befreit. Dieser Zustand wird aber desto hartnäckiger behalten, je eingreifender die Wirkung der ihn bestimmenden Ursache war, denn wir sehen, dass bei den Pflanzen, welche um 7—8 Uhr Morgens, also schon nach kurzdauernder Einwirkung des Tageslichtes verdunkelt wurden, die

1) Nur zwei Mal ist es mir vorgekommen, nach der am Abend erfolgten Verdunkelung der Pflanze, eine sofortige Steigerung des Wachstums zu beobachten (Taf. I, *B I*; Tabelle 9); in beiden Fällen war aber der Verlauf des Wachstums überhaupt etwas unregelmässig.

Wachstumsintensität meistens nach der Verdunkelung sofort zunimmt und schon nach einigen Stunden das Maximum erreicht, während bei den Pflanzen, welche den ganzen Tag über (bei meinen Versuchen gewöhnlich bis 8 Uhr Abends) vom Lichte getroffen wurden, dieses Maximum erst 20 — 24 Stunden nach der Verdunkelung zu Stande kommt. Das Letztere wurde zwar manchmal auch an den am Morgen verdunkelten Pflanzen beobachtet (Taf. II, A II); es ist aber zu bedenken, dass, abgesehen von der individuellen Lichtempfindlichkeit der einzelnen Pflanzenindividuen, die Dauer der Lichteinwirkung gewiss zum Theil durch die Intensität des Lichtes ersetzt werden kann.

Jetzt wollen wir versuchen, die Natur und den Ursprung der selbstständigen Wachstumsperiodicität von *Gesneria tubiflora* aufzuklären. — In Betreff der täglichen Periodicität des Saftausflusses ist es mir gelungen, für *Helianthus tuberosus* und *Ricinus insignis* durch einen entscheidenden Versuch zu beweisen, dass diese Periodicität als eine Nachwirkung in Folge des langdauernden Wechsels von Tagesbeleuchtung und nächtlicher Dunkelheit in der Pflanze entsteht, — wie etwas Aehnliches schon nach der Regelmässigkeit der an bestimmte Tagesstunden fest gebundenen Ausflussperioden im Voraus zu erwarten war<sup>1)</sup>. In dieser letzten Beziehung zeigt aber *Gesneria tubiflora* die uns schon bekannte Eigenthümlichkeit, dass ihre Wachstumsperioden wegen ihrer kürzeren Dauer eigentlich an keine Tageszeit gebunden sind. Dieser Umstand, ebenso wie die Abhängigkeit der Wachstumsperioden von der Zeit der Verdunkelung der Pflanze, widersprechen schon der Vermuthung, als seien diese Perioden durch den vorherigen Beleuchtungswechsel, als dessen Nachwirkung, bedingt. Es wurden trotzdem Versuche gemacht, um eine solche Vermuthung direct zu prüfen. Zwei einander möglichst ähnliche Pflanzen wurden während 12 Tagen so behandelt, wie das bei meinen Untersuchungen über den Saftausfluss geschah, d. h. so, dass die eine Pflanze nur vom frühen Morgen bis Mittag, die andere — vom Mittag bis zum Abend beleuchtet, die übrige Zeit aber im Dunkeln gehalten wurde. Vor dem Beginn der Messungen wurden beide Pflanzen über Nacht auf dem Fenster offen stehen gelassen und um 8 Uhr Morgens beide gleichzeitig in's dunkle Beobachtungszimmer gebracht. Beide Pflanzen zeigten sehr regelmässige Wachstumsperioden (Tabelle 15): die ersten Maxima kamen schon um Mittagszeit desselben Tages, die nächstfolgenden am Morgen (4—8 Uhr)

1) Dr. Brosig, in seiner Dissertation «Die Lehre von der Wurzelkraft» 35—37, glaubte sich, auf Grund einiger Versuche mit *Coleus sp.* und *Achyranthes Verschaffeltii*, berechtigt, meine Anschauung über die Natur der Saftausflussperiodicität dahin zu ändern, dass er diese Periodicität überhaupt als erblich erklärte. Der Verfasser brauchte aber nur die Curven der Taf. I und III meiner betreffenden Abhandlung sich anzusehen, um sich sofort zu überzeugen, dass, wenigstens bei *Ricinus insignis* und *Helianthus tuberosus*, von der Erbllichkeit keine Rede sein kann, denn junge Stöcke dieser Pflanzen zeigen noch fast keine Periodicität, welche erst mit dem Alter der

Pflanzen ganz allmählich auftritt. Es ist gewiss, dass in Bezug auf die Pflanzen, mit denen ich unmittelbar experimentirte, die von mir gegebene Erklärung vollkommen richtig und auch streng durchgeführt ist. Erst auf Grund meiner jetzigen Untersuchungen über die Periodicität des Wachstums und der Thatsachen, die wir gleich werden kennen lernen, bin ich geneigt zu glauben, dass ich damals wirklich zu weit gegangen bin, das an *Helianthus* und *Ricinus* Gefundene auf alle blutenden Pflanzen auszudehnen, und dass verschiedene Pflanzen sich in Bezug auf die Natur ihrer Blutungsperiodicität auch etwas abweichend verhalten können.

des nächsten Tages, die dritten gegen Mitternacht. Dabei fielen aber die Perioden der beiden Pflanzen sehr nahe zusammen; nur diejenige von ihnen, welche am Vormittag beleuchtet wurde, zeigte ihre Maxima und Minima regelmässig um zwei Stunden später, als die andere, am Nachmittag beleuchtete. Eine so geringe Verschiebung der Wendungspunkte kann aber entschieden nicht als ein positives Resultat angesehen werden, denn ebensolche Abweichungen werden hier oft bei den Pflanzen beobachtet, welche vollkommen gleichen Bedingungen ausgesetzt waren.

Ein weiterer Umstand, welcher die Periodicität im Wachstum der *Gesneria tubiflora* (und wahrscheinlich auch anderer *Gesnerien*) auszeichnet, ist die verhältnissmässig kurze Dauer derselben im Finstern. Ist aber die Periodicität an dem gemessenen Stengelabschnitt verschwunden, so ist sie auch nicht mehr an den jüngeren, inzwischen erschienenen Internodien zu beobachten (Taf. I, *A I*<sup>2</sup>, welche Curve das Wachstum eines jüngeren Internodiums der Pflanze *AI* darstellt). Lässt man darum eine grüne Pflanze vorläufig etwa 4—5 Tage lang im Finstern stehen, so sind darauf in ihrem Wachstum nur starke secundäre Schwankungen, aber keine täglichen Perioden mehr zu erkennen (Tabelle 14 *A*, in geringerem Grade auch 12 *A*). Dieser Umstand beweist unmittelbar, dass die tägliche Periodicität hier nicht etwa der Organisation der Pflanze selbst schon eigen ist; andererseits haben wir oben die Gründe kennen gelernt, welche nicht erlauben, die Wachstumsperiodicität bei *Gesneria tubiflora* als eine Nachwirkung in dem von mir für den Saftausfluss festgestellten Sinne aufzufassen. Im Anschluss an meine genannten Untersuchungen lehrte aber Pfeffer für die periodischen Bewegungen der Blätter eine andere Art der Nachwirkung kennen, welche möglicherweise auch für den uns beschäftigenden Fall ihre Geltung hat. Pfeffer zeigte (l. c. p. 30 ff.), dass bei einer Pflanze, welche ihre periodischen Blattbewegungen in Folge der continuirlichen Beleuchtung aufgehoben hat, wenn sie plötzlich verdunkelt und fortan im Finstern belassen wird, die Blätter zunächst die Schlafbewegung machen und nach gewisser Zeit wieder ausbreiten. Diese erste Bewegung ist die einfache Reizbewegung oder, wie Pfeffer sie nennt, — Receptionsbewegung, welche bei den periodisch beweglichen Blättern jedesmal durch den plötzlichen Beleuchtungswechsel hervorgerufen wird. Dabei bleibt die Pflanze aber nicht stehen, sondern die Bewegungen werden darauf noch einige Male in ungefähr gleichen (täglichen) Perioden, aber mit immer kleineren Amplituden wiederholt. Auf diese Weise erhielt Pfeffer durch die einfache Verdunkelung der bisher ganz unbeweglichen Blätter Bewegungscurven (l. c. Taf. I, *B*), welche den von mir für das Wachstum der *Gesneria tubiflora* gegebenen sehr ähnlich sind. Der genannte Physiologe vergleicht darum trefflich die periodisch beweglichen Blätter mit einem Pendel, welcher nach dem erfolgten Stoss eine ganze Reihe von rhythmischen Schwingungen durchmacht.

Sehen wir nun, inwiefern dieses Gesetz bei der Periodicität im Wachstum von *Gesneria tubiflora* seine Anwendung findet. — Zwei kräftige Pflanzen wurden 5 Tage lang im dunklen Raume ruhig stehen gelassen. Am sechsten Tage, um 4 Uhr Morgens, wurde die eine von den Pflanzen (I) an das Fenster gestellt, wo sie bis 2 Uhr Nachmittags (also im Ganzen 10

Stunden) am Lichte (Licht schwach, wolkig) stehen blieb. Sodann wurde sie wieder in's dunkle Versuchszimmer gestellt und das Messen angefangen. Die andere Pflanze (II) wurde erst um 10 Uhr Vormittags beleuchtet, blieb aber bis 8 Uhr Abends (also wieder 10 Stunden) am Lichte stehen und wurde dann ebenfalls in das dunkle Beobachtungszimmer zurückgebracht. Taf. II, *C* giebt die Wachsthumscurven dieser beiden Pflanzen. Der Verlauf des Wachsthumms ist sehr unregelmässig: die täglichen Perioden sind an den Zacken der Curven nur undeutlich zu erkennen. — Nach Abschluss dieser Beobachtungsreihe, um 8 Uhr Abends, wurde die Pflanze I nochmals an das Fenster gestellt, wo sie den ganzen folgenden Tag stehen blieb; das ziemlich intensive Licht wurde durch einen dahintergestellten Spiegel auf die Pflanze reflectirt. Um 8 Uhr Abends wurde die Pflanze wieder verdunkelt und die Messungen fortgesetzt. Taf. II, *D* stellt die Curve dieser neuen Beobachtungsreihe dar. Dieses Mal ist die Periodicität vollkommen regelmässig. Entsprechend der späten Tageszeit, um welche die Pflanze verdunkelt wurde, kam das erste Maximum erst spät am Abend des nächsten Tages, das zweite ist schon näher gerückt, das dritte sollte sichtlich noch früher erscheinen. Die 10-stündige Beleuchtung (bei ziemlich schwachem Tageslichte) war also nicht ausreichend, um die erloschene Periodicität wieder hervorzurufen; nach einer etwa 16 Stunden lang dauernden Beleuchtung trat aber diese Periodicität sehr scharf und in regelmässiger Weise wieder hervor. — Ich werde hier noch einen anderen, analogen Versuch anführen. Nach Beendigung der Beobachtungsreihen *A*, Taf. II, um 8 Uhr Morgens, wurde die Pflanze II sogleich dem intensiven Tageslichte ausgesetzt; die Pflanze I wurde erst seit 2 Uhr Nachmittags beleuchtet, und beide blieben nun bis 7 Uhr Abends am Lichte stehen; um 7 Uhr Abends wurden die Pflanzen verdunkelt und weiter gemessen. Diese neue Beobachtungsreihe ist in den Curven *B I*<sup>2</sup> und *B II*<sup>2</sup>, Taf. II. graphisch dargestellt. Das Wachsthum der Pflanze *I*<sup>2</sup>, welche nur 5 Stunden lang beleuchtet wurde, liess im Laufe von 36 Stunden keine deutliche Periode erkennen. Die Pflanze *II*<sup>2</sup>, welche 11 Stunden lang dem Lichte ausgesetzt gewesen ist, zeigte hingegen zwei vollkommen regelmässige Wachsthumperioden, worauf ihr weiterer Wachsthummsverlauf ebenfalls unregelmässig wurde. Die Pflanze *I*<sup>2</sup> wurde darauf, während der Zeit wo die Curve I unterbrochen erscheint, also seit 8 Uhr Morgens bis 8 Uhr Abends, nochmals dem intensiven Tageslichte ausgesetzt. Diesmal, nach 12 Stunden lang dauernder Beleuchtung, zeigte diese Pflanze (Curve *B I*<sup>3</sup>) ganz dasselbe Verhalten wie die vorige nach ebensolanger Lichteinwirkung, — ihre Perioden waren jetzt sehr deutlich, ja die erste von ihnen sogar sehr regelmässig ausgebildet. — Dasselbe Resultat ergab auch der dritte, in der beschriebenen Weise angestellte Versuch (Tabelle 14).

Das Entstehen der selbstständigen Periodicität im Wachsthum der *Gesneria tubiflora* bietet also ein vollständiges Analogon zu dem, was Pfeffer in Bezug auf den Ursprung der täglichen Bewegungsperioden der Blätter gefunden hat. Die blosse Verdunkelung der, bisher genügend lange Zeit beleuchtet gewesenen Pflanze ruft hier ebenfalls eine ganze Reihe von Schwankungen hervor, deren jede ungefähr 8—10 Stunden Zeit in Anspruch nimmt,

weshalb sie als mehr oder minder regelmässige Wachstumsperioden sich zu erkennen geben. Wie räthselhaft auf den ersten Blick ein solcher Vorgang auch erscheinen mag, so ist es doch nicht schwer, sich eine Vorstellung davon zu bilden, wie auf eine einfache Aenderung in der Beleuchtung eine ganze Reihe von regelmässigen Schwankungen der Wachstumsintensität zu Stande kommen kann. Jede schwingende Bewegung ist nicht anders zu verstehen, als durch das Zusammenwirken einer bewegenden Kraft und der Trägheit des zu bewegenden Körpers. Die inneren Bewegungen, welche im lebendigen Pflanzenorganismus vor sich gehen, sind aber dem Gesetze der Trägheit ebenso wie alle mechanischen Bewegungen unterworfen. Worin diese Erscheinung bestehen mag, davon kann man zur Zeit sich noch keine Vorstellung machen; dass dem aber so ist, zeigt die Thatsache, dass verschiedene Processe im Pflanzenorganismus, welche nur durch directe Einwirkung gewisser äusserer Agentien hervorgerufen werden, sich immer eine Zeitlang noch fortsetzen, nachdem die sie bestimmende Ursache zu wirken aufhört. So wird die bei Temperaturerhöhung begonnene Oeffnungsbewegung gewisser Blüthen einige Minuten lang auch bei rascher Erniedrigung der Temperatur fortgesetzt und umgekehrt<sup>1)</sup>; die durch einseitige Beleuchtung inducirten heliotropischen Bewegungen setzen sich eine Zeit lang noch im Dunklen fort, und dasselbe gilt auch von den Bewegungen, welche durch den Einfluss der Schwerkraft eingeleitet wurden. Diese Trägheit des Pflanzenorganismus hat man sich in letzter Zeit gewöhnt, mit dem Worte «Nachwirkung» zu bezeichnen. — Man muss sich denken, dass bei einem gegebenen Complex der inneren und äusseren Bedingungen, welche die Intensität des Wachstums einer Pflanze bestimmen, wie z. B. Reichthum und chemische Verhältnisse der Baustoffe, Feuchtigkeit des Bodens und der Luft und Temperatur derselben, — das Wachstum im Finstern eine bestimmte, den gegebenen Bedingungen entsprechende Intensität erreichen und bei derselben stehen bleiben wird. Wird nun die Pflanze eine genügend lange Zeit dem Lichte ausgesetzt, so ist sein Einfluss derart, dass es das Wachstum hemmt; die durch die übrigen Bedingungen bestimmte Fähigkeit der Pflanze zum Wachsen kann dabei dieselbe bleiben, diese Fähigkeit wird aber durch den veränderten molecularen Zustand paralytirt und kann nicht zur Geltung kommen. Nach Verfinsternung einer solchen Pflanze dauert, in Folge der Trägheit der alte Zustand noch eine Zeit lang fort und zwar so lange, bis das innere Streben der Pflanze zum stärkeren Wachstum die Oberhand gewinnt; sie fängt jetzt an rasch zu wachsen, aber in Folge desselben Trägheitsgesetzes überschreitet sie so zu sagen wieder die Grenze der Wachstumsintensität, welche ihr durch die Gesamtheit der gegebenen Bedingungen geboten wird, es tritt also wieder eine neue Reaction ein und so fort. Begreiflicher Weise müssen die Amplituden solcher Schwankungen immer kleiner werden, bis schliesslich die letzteren sich völlig ausgleichen. Je stärker der von aussen ertheilte Stoss, desto länger müssen auch die regelmässigen Schwingungen fort dauern, und wir sehen auch wirklich, dass in einem Versuche nach 16-stündiger Beleuchtung (Taf. II, D) die Pe-

1) Hier bleibt übrigens die Erwägung, dass die Aenderungen der Temperatur sich doch nicht augenblicklich | allen Zelllagen der auch noch so zarten Pflanzenorgane (Blumenblätter) mittheilen können.

riodicität regelmässiger war als in anderen Fällen, wo die Pflanzen nur 12 Stunden lang dem Lichte ausgesetzt gewesen sind (Taf. II, *B II*<sup>2</sup>, *BI*<sup>3</sup>); die 10-stündige Beleuchtung reichte aber schon nicht mehr aus, um die täglichen Perioden deutlich hervortreten zu lassen. — Nach dieser Vorstellung brauchen offenbar die Wachstumsperioden keine täglichen Perioden im strengen Sinne zu sein; die Dauer der einzelnen Schwingungen wird vielmehr durch die Energie der die Schwingungen bedingenden Kräfte bestimmt. Will man dabei zulassen, dass die inneren Zustände bei verschiedenen Individuen derselben Pflanzenform (vielleicht auch bei einem und demselben Individuum in verschiedenem Alter, Vegetationsperiode u. s. w., — was noch genauer zu untersuchen ist) bis zu einem gewissen Grade ungleich sein können, so wird dadurch die Thatsache verständlich, dass bei verschiedenen Pflanzenindividuen, — wie wir das an *Gesneria cardinalis* kennen gelernt haben, — eine einzelne Wachstumsperiode bald 24 Stunden, bald zweimal so viel Zeit in Anspruch nimmt.

In Betreff der täglichen Blattbewegungen hat Pfeffer, unabhängig von dem schon oben besprochenen Verhalten der durch continuirliche Beleuchtung unbeweglich gemachten Blätter, noch eine Neigung, so zu sagen Gewohnheit, constatirt, die unter dem Lichtwechsel längere Zeit durchgemachten Bewegungsperioden auch bei geänderten Beleuchtungsbedingungen eine Zeit lang in demselben Rhythmus fortzusetzen. Diese letztere Erscheinung ist wieder vollkommen derjenigen analog, die ich früher an der Periodicität des Saftausflusses kennen lernte. Dort, wenigstens bei *Helianthus* und *Ricinus*, wird aber diese «Gewohnheit» sehr hartnäckig behalten und es bedarf langer Zeit, um sie die Pflanze vergessen oder ändern zu lassen. Bei den periodisch beweglichen Blättern geht, im Gegentheil, eine solche Gewohnheit bei geänderten Beleuchtungsbedingungen ziemlich leicht und in verhältnissmässig kurzer Zeit verloren. Was schliesslich die Periodicität im Wachstum der *Gesneria tubiflora* betrifft, so scheint hier kaum etwas Analoges sich bemerken zu lassen. Verschiedene Thatsachen, welche wir schon bezüglich dieser Periodicität in dauernder Finsterniss kennen gelernt haben, sprechen vielmehr entschieden dagegen. Wenn nun aber die, unter dem Einflusse der natürlichen Beleuchtungsbedingungen wachsenden Pflanzen die Wachstumsmaxima immer zu ungefähr denselben Tagesstunden erscheinen lassen, so kommt das einfach in Folge des Zusammenwirkens von zweien Factoren, nämlich, — des Trägheitsgesetzes (der Nachwirkung) und der directen Lichteinwirkung zu Stande. Zur Erläuterung wollen wir die Wachsthumscurven der Taf. III, wo während der ersten drei Tagen die Pflanzen unter dem Einflusse des normalen Beleuchtungswechsels sich befanden, etwas näher betrachten. Am ersten Tage trat das Maximum erst um 4—6 Uhr Nachmittag ein, — die Pflanzen verhielten sich also auf solche Weise, als wenn sie aus dem Lichte ins Dunkle versetzt wurden; dieses Verhalten ist aber ganz verständlich, denn diese Pflanzen wurden wirklich aus dem starken Lichte in ein verhältnissmässig nur schwach beleuchtetes Zimmer übertragen. Am zweiten Tage ist die Lage des Maximums eine solche, wie sie vermuthlich auch in dauernder Finsterniss gewesen wäre. Am dritten Tage wäre das Maximum in dauernder Finsterniss bedeutend früher gekommen; da aber die Pflanze den ganzen vorhergehenden Tag beleuch-

tet wurde, so strebte sie, im Gegentheil, ihr Wachsthummaximum noch mehr gegen Abend zu verschieben. Diesem Streben wirkte aber der directe Einfluss des Tageslichtes entgegen und die Lage des neuen, wie auch aller späteren Maxima ist als Resultirende dieser beiden Wirkungen zu betrachten. — Um 12 Uhr Mittags am vierten Tage wurde das Versuchszimmer vollständig verdunkelt. In Folge dessen erreichte das Wachsthum erst spät in der Nacht sein Maximum. Wäre nun in der Pflanze eine Neigung gegeben, ihre Wachsthumperioden im gewohnten Rhythmus fortzusetzen, so müsste das nächste Maximum wieder um Mittagszeit eintreten, was aber nicht geschah, und die Lage dieses Maximums hat sich offenbar allein nach der Lage des vorhergehenden gerichtet. — Das Einzige, was noch zu Gunsten einer «Gewohnheit» im Wachsthumverlauf von *Gesneria tubiflora* zu sprechen scheint, ist der Umstand, dass bei den frischen, aus dem Freien (resp. dem Gewächshause) direct genommenen Pflanzen, die regelmässige Periodicität im Finstern längere Zeit bestehen bleibt, als bei den Pflanzen, welche ihre Periodicität schon im Dunkeln eingebüsst haben und nachher den ganzen Tag über dem Lichte ausgesetzt waren. Das kann übrigens ebensogut von der Schwächung der Pflanze abhängen, welche eine langdauernde Verdunkelung, zum Theil auch wahrscheinlich das Spannen des Stengels zum Zwecke der Messung, unzweifelhaft herbeiführen müssen.

Alles bisher Gesagte bezieht sich ausschliesslich auf *Gesneria tubiflora* (andere beobachtete *Gesnerien* zeigen wahrscheinlich dasselbe Verhalten). Zahlreichere Beobachtungen über das Verhalten der grünen Pflanzen wurden ausserdem nur an *Helianthus tuberosus* ausgeführt. Aus den schon oben angeführten, diese Pflanze betreffenden Thatsachen kann mit grosser Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass sie sich in Bezug auf die Entstehung und die Natur ihrer Wachsthumperiodicität wesentlich anders als *Gesneria tubiflora* verhalten muss. Das ungemein lange Bestehen der regelmässigen Periodicität im Finstern und die Beständigkeit, mit der die Wachsthummaxima in allen Versuchen, unabhängig von der Zeit der Verfinsterung der Pflanze, sich immer in den frühen Morgenstunden wiederholten (auf im Ganzen 6 ausgeführte Beobachtungsreihen war nur in einem Falle — Tabelle 26 — eine von Anfang an ganz unregelmässige Periodicität zu beobachten), bilden eine vollständige Analogie zu dem, was an der Periodicität des Blutens bei derselben Pflanze zu constatiren ist. Es wird darum gewiss die Vermuthung berechtigt, dass auch der Ursprung der Wachsthumperiodicität derselbe wie dort sein wird, d. h., dass unter dem Einflusse des langdauernden Beleuchtungswechsels das Streben zum periodischen Wachsthum in der Pflanze entsteht und als eine «Gewohnheit» in derselben zurückbleibt. Um das direct zu prüfen, habe ich in bekannter Weise einen Versuch angestellt, wo zwei Pflanzen im Laufe eines Monats zu verschiedener Tageszeit, und zwar die eine nur am Vormittag, die andere nur am Nachmittag, beleuchtet wurden. Die letztere von diesen Pflanzen ging leider durch einen Zufall zu Grunde, bevor der Versuch zum Abschluss gelangte. Die andere, d. h. die am Vormittag beleuchtete, zeigte im Finstern vollkommen regelmässige Wachsthumperioden (Tabelle 23); die Maxima kamen aber bei dieser Pflanze nicht am Morgen, wie das

bei den unter normalen Beleuchtungsbedingungen erwachsenen Pflanzen immer geschieht, sondern regelmässig von 8—10 Uhr Nachts, — ein Verhalten, welches nur in der vorherigen Behandlungsweise der Pflanze ihre Erklärung finden kann. Freilich genügt dieser unvollständige Versuch noch nicht, um die Frage als entschieden zu betrachten.

Von dem Verhalten der etiolirten Pflanzen war bisher noch nicht die Rede. Bezüglich der *Gesneria tubiflora* geht natürlich aus dem schon oben Gesagten hervor, dass den etiolirten Trieben dieser Pflanze keine Wachstumsperiodicität eigen sein kann. Durch directe Beobachtungen constatirte ich aber das Fehlen der Periodicität auch bei etiolirten, aus den Knollen im Finstern getriebenen Stengeln von *Helianthus tuberosus* (Tabelle 35); dasselbe gilt auch für die etiolirten, aus den Rhizomen gewachsenen Triebe von *Asclepias curassavica* (Taf. V, A II; grüne Stengel dieser Pflanze habe ich nicht beobachtet). Im Gegensatz dazu zeigten mir unerwarteter Weise die aus den Rüben im Dunkeln gezogenen Stengel von *Brassica Rapa* ein ganz anderes Verhalten. Taf. IV, A II zeigt die Wachstumscurve einer grünen und A I — die einer etiolirten *Brassica Rapa*. Man sieht, dass die Periodicität bei der etiolirten Pflanze womöglich noch schärfer und regelmässiger ausgesprochen ist, als bei der grünen. Ebenso regelmässige Wachstumsperioden der etiolirten Stengel sind an den Curven B, Taf. IV (weiter, Tabellen 29 a, 30) zu verfolgen. Diese Perioden sind ebensowenig etwa ein Product der directen Licht- oder Temperaturwirkungen, wie diejenigen der grünen *Gesneria*- oder *Helianthus*-Pflanzen. Jede Periode nimmt ziemlich genau 24 Stunden in Anspruch; kleine Unregelmässigkeiten kommen öfters vor, die Maxima werden aber dabei bald nach der einen, bald nach der andern Seite verschoben, so dass sie im Ganzen bei einem und demselben Stengel ziemlich constant an eine bestimmte Tageszeit gebunden bleiben. Desto befremdender ist der Umstand, dass bei verschiedenen Pflanzenstöcken das Auftreten der Maxima zu sehr verschiedenen Tageszeiten zu beobachten ist. Bei der Mehrzahl der beobachteten Stengel kamen die Maxima in mehr oder weniger früher Morgenzeit zu Stande; die Curven B, Taf. IV zeigen aber dieselben erst gegen Abend auftretend, und in der Tabelle 29 a sind die Maxima meistens um Mitternacht zu finden. Abgesehen von der schwankenden Lage der Wachstumsperioden bei verschiedenen Individuen in Bezug auf die Tageszeit, war die Erscheinung der Periodicität überhaupt bei verschiedenen Stengeln in sehr ungleichem Grade ausgesprochen. Denn während die einen Pflanzenstöcke, wie gesagt, vollkommen regelmässige tägliche Perioden, mit grossen Amplituden aufwiesen, waren merkwürdigerweise an den anderen etiolirten Stengeln derselben Pflanze solche Perioden nur sehr undeutlich (Tabelle 34) oder auch gar nicht (Taf. V, A I) zu bemerken. Sogar die einzelnen Beobachtungsreihen, welche nach kurzen Unterbrechungen mit einem und demselben Stengel vorgenommen wurden, ergaben gewöhnlich sehr ungleiche Resultate. So stellt z. B. Curve C, Taf. V die erste Beobachtungsreihe mit einer Pflanze und Curve A I (derselben Tafel) eine neue Beobachtungsreihe dar, welche nach 36-stündiger Unterbrechung mit Einschaltung eines jüngeren Internodiums, an derselben Pflanze begonnen wurde. In den Tabellen 31 A, B und C, welche drei die mit denselben Pflan-

zen nach einander ausgeführte Beobachtungsreihen enthalten, scheint die in der ersten Beobachtungsreihe sehr scharf ausgesprochene Periodicität in der zweiten fast vollständig verschwunden zu sein; in der dritten Beobachtungsreihe (wo neue Internodien eingeschaltet wurden) tritt sie aber wieder (bei der Pflanze *b* in früherer Weise) deutlich hervor.

Einige wenige an etiolirten Trieben von *Solanum tuberosum* ausgeführte Beobachtungen zeigten mir ebenfalls das Bestehen bei dieser Pflanze einer selbstständigen, wenn auch wenig regelmässigen Wachstumsperiodicität (Tabelle 32).

Das Vorkommen täglicher Wachstumsperioden bei den in vollständiger Dunkelheit aus unterirdischen Pflanzentheilen ausgetriebenen Stengeln lässt sich zur Zeit nicht anders deuten, als dass die, unter dem Einflusse des Beleuchtungswechsels, von den grünen Stengeln erworbene «Gewohnheit» so weit gegangen ist, dass sie sich auch den unterirdischen Pflanzentheilen mitgetheilt hat und bis zu einem gewissen Grade erblich geworden ist. Gewisse Schwierigkeiten bei dieser Vorstellungswiese scheinen allerdings einige oben angeführte, an den etiolirten Weissrübenstengeln beobachtete Thatsachen zu bieten. In der That müssten ja, wenn die von den Rüben auf deren Triebe übergehende Wachstumsperiodicität in erster Linie durch den Einfluss des täglichen Lichtwechsels bestimmt wäre, die Perioden aller Pflanzenstöcke mehr oder weniger genau zusammenfallen. Bei den meisten Pflanzen von *Brassica Rapa* findet man, wie schon früher bemerkt, die Wachstumsmaxima ziemlich beständig in den Morgenstunden auftreten. Andere Fälle, wo diese Maxima zu verschiedenen anderen Tageszeiten erscheinen, lassen sich aber möglicherweise als Unregelmässigkeiten betrachten, wo die Verschiebung der Perioden in den unterirdischen, ausdauernden Pflanzentheilen, im Laufe längerer Zeit und *ausserhalb des regulirenden, directen Einflusses des Lichtwechsels*, nach und nach durch innere Ursachen herbeigeführt wurde. Die bis jetzt überhaupt näher untersuchten Beispiele der verschiedenen periodischen Erscheinungen zeigen, dass die unter dem Einflusse des Lichtwechsels erworbene Neigung zur Periodicität im Finstern sehr ungleich lange, in verschiedenen Fällen aber nur bestimmte Zeit erhalten bleiben kann. Die Frage, in welchem Grade die Dauer der Periodicität im Finstern bei verschiedenen Individuen derselben Pflanzenform verschieden sein kann, ist aber bis jetzt noch nicht entschieden. Es lässt sich darum einstweilen denken, dass wenn bei einzelnen etiolirten Pflanzen von *Brassica Rapa* die Wachstumsperiodicität überhaupt mit so ungleicher Schärfe, wie wir das gesehen haben, auftritt, der Grund davon in den individuellen Eigenschaften der einzelnen Pflanzenstöcke zu suchen ist, — Eigenschaften, welche es bestimmen, dass die Neigung zur täglichen Wachstumsperiodicität bei den einen Individuen kürzere Zeit als bei den anderen erhalten bleibt; mit anderen Worten: ich denke mir z. B. dass dieselbe Rübe, welche im Frühjahr etiolirte, nicht mehr periodisch wachsende Stengel austreibt, im Herbste Triebe mit ganz regelmässiger Wachstumsperiodicität gegeben haben würde.

In der vorliegenden Untersuchung konnte die Frage nach dem Ursprung und der Natur der selbstständigen Wachstumsperiodicität nur in Bezug auf *Gesneria tubiflora* entschieden

werden. Für einige andere Pflanzen ist es mir nur gelungen, die äusseren Eigenschaften, d. h. die Form des Auftretens der Wachstumsperiodicität, zu bestimmen, — Thatsachen, welche allerdings schon erlaubten, gewisse Schlüsse in Bezug auf die inneren Eigenschaften, d. h. die Natur und die Entstehung dieser Periodicität zu machen. Freilich sind diese Schlüsse nur auf Analogie mit anderen bekannten Beispielen periodischer Erscheinungen gegründete Wahrscheinlichkeitsschlüsse und es bleibt späteren Untersuchungen überlassen, die damit angedeuteten Fragen direct zu entscheiden. Jedenfalls lehrten meine Beobachtungen die Thatsache kennen, welche für mich selbst unerwartet auftrat, dass nämlich verschiedene Pflanzenarten in Bezug auf die Eigenschaften und die Natur ihrer Wachstumsperiodicität in so weiten Grenzen von einander abweichen können. Die Kenntniss dieser Thatsache lässt die Nothwendigkeit fernerer und auf möglichst grosse Anzahl von Pflanzen ausgedehnter Untersuchungen noch deutlicher hervortreten.

---

Nach der von Sachs aufgestellten Hypothese soll die Membran einer Pflanzenzelle nur insofern eines activen Wachstums fähig sein, als der flüssige Inhalt der Zelle unter einem starken hydrostatischen Drucke steht. Diese Annahme stützt sich auf einige bekannte Thatsachen und scheint in der That ganz naturgemäss zu sein. Eine weitere, natürliche Folge davon wird die sein, dass die Energie des Wachstums, bei sonst gleichen Bedingungen, von der Grösse des Druckes des Zellsaftes direct abhängen muss. Da nun die Druckhöhe des aus decapitirten Stengeln ausfliessenden Saftes denselben periodischen Schwankungen, wie dessen Menge, unterliegt, so wäre man logischer Weise berechtigt, die Periodicität des Wachstums mit derjenigen des Saftdruckes in eine causale Beziehung zu bringen, ja vielleicht die erstere als von der letzteren direct bedingt zu betrachten. Vergleicht man aber die in dieser Abhandlung, bezüglich der Form des Auftretens der Wachstumsperiodicität, dargelegten Thatsachen mit denjenigen, welche ich früher für die Periodicität des Saftausflusses bekannt machte, so wird man nicht im Stande sein, eine constante Beziehung zwischen den beiden genannten Erscheinungen zu bemerken. Es wird genügen, die auf Taf. V, B gegebene Wachstumscurve von *Helianthus annuus* mit der Saftausfluscurve («Periodicität des Blutens», Taf. II und V) derselben Pflanze zu vergleichen, um zu sehen, wie weit der Verlauf der beiden Processe verschieden sein kann. Eine nähere Einsicht in die gegenseitige Beziehung der genannten Vorgänge wird freilich erst dann geboten sein, wenn durch eine Reihe ganz paralleler Versuche der Verlauf des Wachstums und des Blutens für verschiedene einzelne Pflanzenformen und bei möglich gleichen Bedingungen bestimmt sein wird. Es lässt sich erwarten, dass eben auf diesem Wege manche für die Theorie des Wachstums werthvolle Thatsachen zu gewinnen wären. — Als hierher gehörig möchte ich schliesslich noch eine gelegentlich gemachte Beobachtung erwähnen, welche sich mir im Laufe meiner zahlreichen Untersuchungen über das Wachstum von selbst auf-

drängte. Es ist nämlich die Thatsache, dass ein mit einem Gewichte gespannter Stengel immer bedeutend langsamer wächst, als wenn er ganz frei geblieben wäre. Diese Beobachtung wurde wiederholt an *Gesneria tubiflora* und zwar an solchen Stöcken gemacht, wo aus einer Knolle zwei gleichstarke Stengel gewachsen waren. Wurde der eine von ihnen, behufs der Messungen, mit einem Gewichte (von etwa 10 Gr.) gespannt, während der andere frei blieb, so wuchs der letztere jedesmal rascher und überholte bald den anderen. Und doch wurde zum Zwecke der Messungen ein möglichst kräftig aussehender Stengel gewählt, von dem eben eine grössere Wachstumsfähigkeit zu erwarten war. Diese Beobachtung steht im Einklang mit den anderen, schon oben angeführten, dass eine auch noch so geringe mechanische Störung im Laufe einer Beobachtungsreihe genügt, um das Wachstum vorübergehend zu unterdrücken. Die Thatsache, dass ein mechanisch ausgedehnter Spross langsamer wächst, als ein sich selbst überlassener, ist insofern interessant, als es im Gegentheil zu erwarten wäre, dass die mechanische Dehnung (welche allenfalls den Widerstand der passiv gespannten Stengelgewebe vermindern muss), ebensogut wie der Druck des Inhaltes auf die Zellenmembran, das Wachstum der letzteren begünstigen müsste. Die angeführte Beobachtung hätte freilich ihre volle Bedeutung erst dann, wenn durch besondere Versuche direct constatirt wäre, dass das Gewicht von 10 Gr. genügt, um den wachsenden Stengel von *Gesneria tubiflora* wirklich auszudehnen, d. h. zu verlängern. Hier mag nur angeführt werden, dass zum Zweck der Bestimmung des etwaigen Einflusses der mechanischen Dehnung auf den Verlauf der täglichen Wachstumsperioden, zwei Mal parallele Versuche mit *Gesneria tubiflora* angestellt wurden, wo die eine Pflanze mit einem Gewichte von 10 Gr., die andere mit einem solchen von 30 Gr. gespannt war. Aus diesen Versuchen (Tab. 17 und 18) ist aber auf eine das Wachstum etwa begünstigende Wirkung der stärkeren Ausdehnung des Stengels nicht zu schliessen. In beiden Fällen wuchsen die mit 30 Gr. gespannten Stengel vollkommen normal und ungemein regelmässig; ihre Wachstumsperioden wurden sehr scharf ausgebildet. Von den wenig gespannten Pflanzen hörte eine solche, in einem der Versuche, nach 24 Stunden ganz zu wachsen auf, — was mit *Gesneria tubiflora* ziemlich oft passirt, — im zweiten Versuche zeigte die analoge Pflanze im Gegentheil ein ungemein intensives Wachstum, welches im fortwährenden Steigen begriffen war, in Folge wovon auch die täglichen Perioden nur schwach angedeutet erschienen (Tabelle 18 b). In einem anderen Versuche, mit einem halb etiolirten Stengel von *Helianthus tuberosus*, wechselte im Laufe einer und derselben Beobachtungsreihe das spannende Gewicht von 2,5 Gr. auf 35 Gr. und dann wieder auf 5 Gr., ohne dass die Intensität des Wachstums, wie der Verlauf der Wachstumsperioden sich dementsprechend in irgend einer Weise änderten (Tabelle 25).

---

## II. Beschreibung der Apparate.

Für denjenigen, der sich mit experimenteller Pflanzenphysiologie vorwiegend beschäftigt, lässt sich in vielen Fällen der Mangel an ausgearbeiteten Methoden und Hilfsmitteln zur genauen Beobachtung und Controle der verschiedenen Processe des pflanzlichen Lebens noch zu sehr empfinden. Der Experimentator ist hier oft genöthigt, viel Zeit auf das Ersinnen und Probiren der neuen Apparate zu verlieren, bevor er damit zu arbeiten anfangen kann, — ein Uebelstand, welcher in den thierphysiologischen Laboratorien sich nur wenig fühlbar macht. Es wird deswegen nicht überflüssig sein, hier verschiedene Apparate und Vorrichtungen zu beschreiben, die ich bei meinen Untersuchungen über das Wachstum der Stengel benutzte, da die meisten derselben sich vollkommen practisch und zweckmässig erwiesen haben.

Die Rolle mit dem langen Zeiger, welche Vorrichtung von Sachs ursprünglich zum automatischen Messen des Längenwachsthums angewendet wurde, suchte ich, nach wenigen damit angestellten Versuchen, durch eine andere Construction zu ersetzen. Die Sachs'sche Vorrichtung, der allerdings das Verdienst gebührt, die erste derartige Vorrichtung in den pflanzenphysiologischen Laboratorien zu sein, hat doch, — vielmehr eben desswegen, — ihre schwachen Seiten, auf welche schon früher Reinke<sup>1)</sup> und dann besonders Wiesner<sup>2)</sup> aufmerksam gemacht haben. Durch dieselben Erwägungen wurde ich auch auf denselben Gedanken geführt, den Wiesner in dem von ihm beschriebenen Auxanometer (l. c.) realisirte, — den Gedanken nämlich, die kreisbogenförmige Bewegung des Zeigers durch dessen Bewegung in verticaler Linie zu ersetzen. Meine Messvorrichtung ist auch nach demselben Princip wie die Wiesner'sche gebaut, weicht aber von derselben in ihrer Construction wesentlich ab. Zu der Zeit, wo die betreffende Publication von Wiesner erschien, waren meine Apparate schon bestellt und ich kam daher nicht dazu, die von dem genannten Physiologen empfohlene Construction des Wuchsmessers zu versuchen. Nach sonstiger Erfahrung weiss ich aber, wie sehr ein auch noch so geringer Widerstand in den Axen u. s. w. des Messers seine regelmässige Wirkung beeinträchtigt und den Zeiger sich sprungweise bewegen lässt (vorausgesetzt, dass man die Pflanze nicht mit einem über 10 Gr. gehenden Gewicht spannen will). In dem Messer von Wiesner lastet aber auf der Axe der Rolle das die Pflanze spannende Gewicht von 10 Grm. und dann das doppelte Gewicht des massiven Zeigers (d. h. des Zeigers und seines Gegengewichtes); wozu noch die Reibung in der doppelten Führung des Zeigers kommt, welche, bei genauester Stellung der Theile, immer doch sehr bemerklich sein muss.

---

1) Botan. Zng. 1876, p. 116.

2) Flora. 1876, p. 467.

Mein Wuchsmesser hat folgende Construction (Fig. 1): Auf dem soliden Eisenstabe (*A*) sind zwei verschiebbare Messingarme (*a, a'*) befestigt. Die Arme sind so construiert, dass

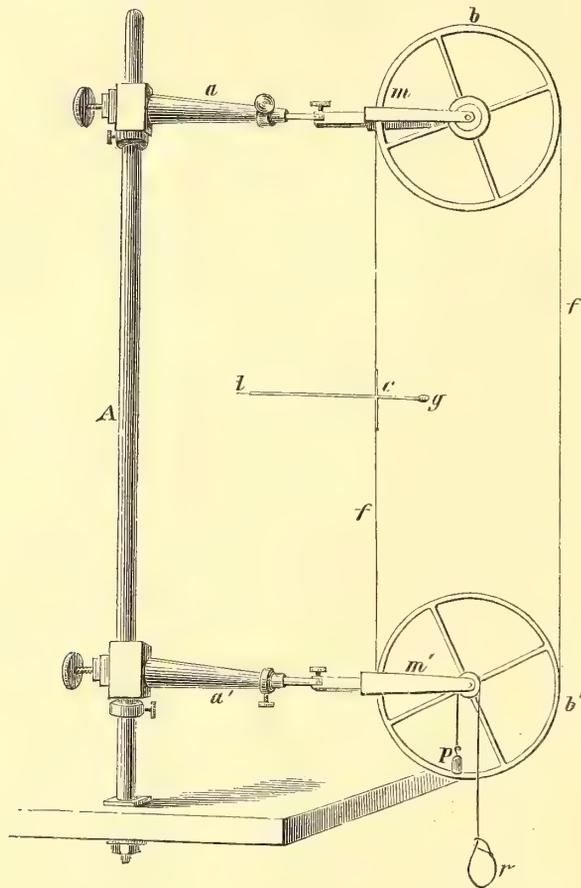


Fig. 1.

sie mittelst Hülsen und Charnieren in verschiedenen Ebenen bewegt werden können. Jeder Arm endigt mit einer Gabel (*m*), welche ihrerseits die feine Stahlaxe einer Messingrolle (*b, b'*) trägt. Die Rollen sind doppelt: ausser der grossen, von 10 Cm. Durchmesser, sitzt auf derselben Axe noch eine kleine, deren Durchmesser bei der einen Rolle des Messers (auf der Zeichnung *b'*) 1 Cm., bei der andern (*b*) — 2 Cm. beträgt. Jede der 4 Rollen ist in ihrem Umfang mit einer schmalen Furche zur Aufnahme eines Fadens versehen. Auf die Ausführung der Rollen wurde grosse Sorgfalt verwendet; sie sind leicht, sehr beweglich und genau centriert, — Eigenschaften, von denen die genaue Wirkung des Messers in hohem Grade abhängt. — Die Montirung der Vorrichtung besteht nun im Folgenden. Ueber die beiden grossen Rollen wird ein doppelt zusammengedreht, endloser Seidenfaden (*f*) ausgespannt. Auf denselben wird (bevor die Enden des Fadens zusammengebunden sind) ein

etwa 5 Cm. langes Stück (*c*) eines Strohhalms dicht aufgezogen und mit einem Tropfen Leim unverschiebbar befestigt. In der Mitte des so erhaltenen, unbiegsamen Stückes wird nun mit Siegellack ein horizontaler Zeiger (*dg*) aufgeklebt. Derselbe besteht aus einer Längshälfte eines der Länge nach gespalteten Strohhalms und hat bei mir 10 Cm. Länge. Die freie Spitze des Zeigers (*d*) ist von einer ca. 5 Mm. langen, dicken und elastischen Schweinsborste gebildet, welche als Markirspitze zu dienen hat. Zum Gegengewicht ist der Zeiger an seinem kurzen Ende mit einem Kügelchen Siegellack (*g*) versehen, so dass er an dem schlaff gelassenen Faden eine vollkommen horizontale Lage behält. Andererseits wird um die kleine Rolle des unteren Paares mit 2 (resp.  $1\frac{1}{2}$ ) Umläufen ein Seidenfaden gelegt, dessen eines Ende (*r*) an dem Gipfel der Pflanze befestigt, während das andere (*p*) mit einem, 10 Gr. nicht übertreffenden Gewichte gespannt wird. — Die Wirkungsweise

des Messers wird nach der gegebenen Beschreibung schon von selbst verständlich. Beim Aufwärtssteigen der wachsenden Stengelspitze erfolgt das entsprechende Sinken des Gewichtes, wodurch die Axe der unteren Rolle in Bewegung versetzt wird. Der endlose Faden folgt passiv der Bewegung der unteren Rolle, während die obere nur dazu dient, um jede Reibung bei der Verschiebung des Fadens zu beseitigen. Bei der fortschreitenden Bewegung des Fadens wird natürlich der Zeiger in einer geraden Verticallinie sich bewegen. Ist das Verhältniss der Durchmesser der unteren Rollen wie 1 : 10, so entspricht selbstverständlich dem Sinken des Gewichtes ( $p$ ) um 1 Mm. eine verticale Verschiebung des Zeigers um 10 Mm. Je nach Bedürfniss braucht man aber nur die Rollensysteme umzutauschen und das obere nach unten zu setzen, um eine um die Hälfte kleinere Vergrösserung (1 : 5) der Zuwächse zu erzielen. Berührt die Zeigerspitze bei ihrer Bewegung die mit berusstem Papier überzogene Oberfläche der Trommel eines Registrirapparates, so wird ihr Weg darauf markirt. Um die Zeigerspitze der Oberfläche der Trommel immer gleichmässig sanft anliegen zu lassen, dazu benutzt man die eigene Spannung eines gedrehten Fadens: hebt man nämlich den endlosen Faden von der einen Rolle ab, indem er an der anderen liegen bleibt, dreht man den freien Theil zwischen den Fingern und legt man ihn dann wieder auf die Rolle, so haben jetzt die zwischen den Rollen ausgespannten Stücke des Fadens das Streben, sich in den entgegengesetzten Richtungen zu drehen. Durch dieses Streben des Fadens zum Zurückdrehen kann die Zeigerspitze mit fast beliebiger Kraft an die Oberfläche der Trommel angedrückt werden. Der endlose Faden darf nicht zu straff auf die Rollen gespannt werden, sonst ist die Reibung in den Axen der Rollen zu gross und die Bewegung der letzteren kann dadurch unregelmässig werden. Andererseits ist das freie Gleiten des Fadens auf den Rollen bei dem beträchtlichen Umfang der letzteren nicht zu befürchten; grösserer Sicherheit wegen kann man übrigens die zur Aufnahme des endlosen Fadens dienende Furchen der Rollen inwendig matt schleifen lassen.

Es kann der Zweifel auftauchen, ob nicht die Reibung der Zeigerspitze an der Oberfläche der Trommel im Stande wäre, den Zeiger aus seiner horizontalen, fixen Lage herauszuführen, wodurch natürlich der Zuwachs zu klein angezeigt wäre. Die Möglichkeit eines solchen Fehlers wird desto grösser sein, 1) je kürzer das unbiegsame Stück des Fadens ( $c$ ), 2) je länger der Zeiger ist, 3) je schlaffer der endlose Faden gespannt und 4) je grösser die Reibung der Zeigerspitze an der Trommel wird. Ich habe versucht, die mögliche Fehlergrösse meiner Messapparate direct zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurde das freie Ende des Fadens ( $r$ ) an den Tubus eines genauen Kathetometers befestigt. Indem nun der Tubus um bestimmte Abstände vertical verschoben wurde, wurden die von der Zeigerspitze auf einer unbeweglichen Fläche gezeichneten verticalen Linien gemessen. Es zeigte sich, dass der Fehler nur bei der ersten Verschiebung des Zeigers zu bemerken war und zwar wich dabei die Zeigerspitze um ca. 1 Mm. aus, ohne der Bewegung des endlosen Fadens zu folgen (also der erste Zuwachs von ca. 0,1 Mm. wurde von dem Zeiger gar nicht angegeben); bei weiteren Verschiebungen in derselben Richtung wur-

den nunmehr die Angaben des Zeigers insofern genau, dass die Abweichungen, wenigstens bei dem Messen mit einem gewöhnlichen (in 0,5 Mm. getheilten) Massstabe nicht mehr bemerkt werden konnten.

Die Angaben der eben beschriebenen Wuchsmesser wurden bei mir mittelst zweier, nach verschiedenem Princip gebauter Apparate registriert. Der eine von ihnen ist dem,

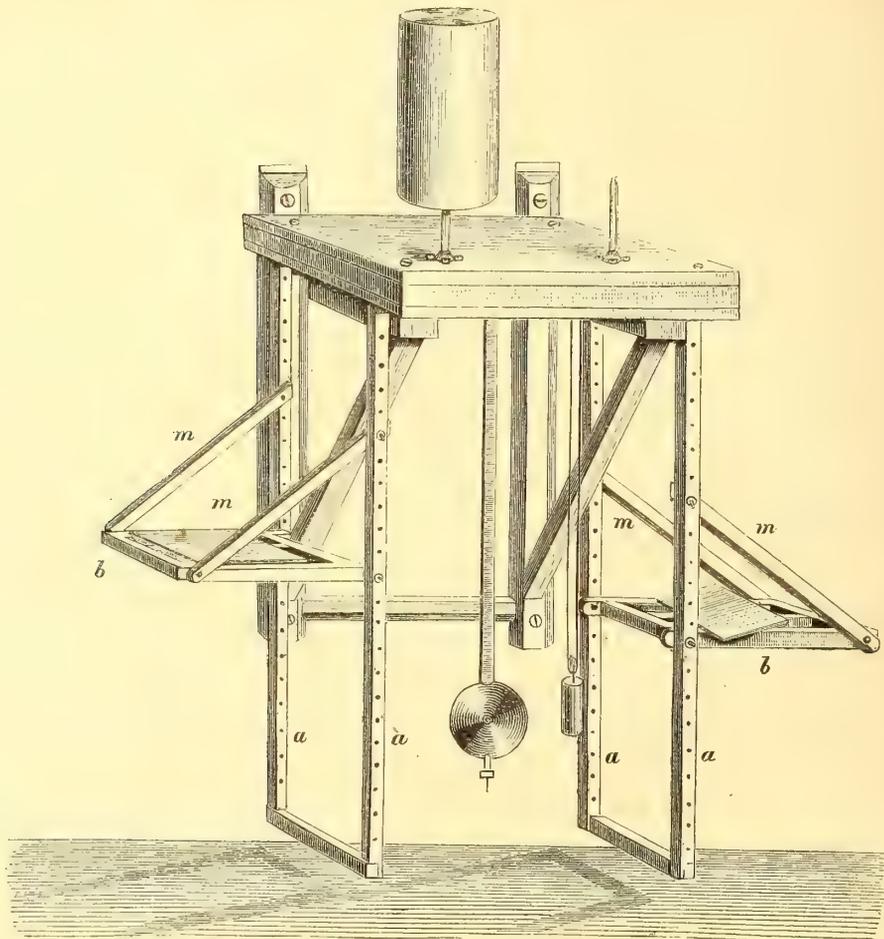


Fig. 2.

von Sachs zuerst eingeführten Auxanometer insofern ähnlich, als die Zuwächse hier auf der Oberfläche einer excentrischen, einmal in der Stunde sich umdrehenden Trommel, in Form einer Spirallinie, aufgetragen werden. Der Apparat des hiesigen Laboratoriums (Fig. 2) hat aber zwei rotirende Trommeln, was insofern wichtig ist, als dann bei vergleichenden Versuchen zwei Pflanzen gleichzeitig der Beobachtung unterzogen werden können. Das Uhrwerk ist in dem dicken Tischbrett verborgen; die zwei Trommelaxen allein ragen frei darüber hervor. Die messingenen Trommeln dieses Apparates haben 30 Cm. Höhe, bei ei-

nem Durchmesser von 14 Cm., — was bei dem in verticaler Linie sich bewegenden Zeiger vollkommen genügt<sup>1)</sup>.

Bei dem anderen meiner Registrirapparate (Fig. 3) sitzt die Trommel auf ihrer Axe genau central und rotirt nicht. Bloss einmal in der Stunde macht sie plötzlich eine kleine Bewegung um ca.  $\frac{1}{100}$  ihres Umfangs, um dann wieder eine Stunde lang ruhig stehen zu bleiben. Die Zeigerspitze schreibt somit auf der Oberfläche der Trommel während der ganzen Stunde eine gerade verticale Linie, welche bei jeder seitlichen Bewegung der Trommel durch einen horizontalen Strich unterbrochen wird. Nach einer Reihe von Stunden erhält man eine feine Zickzacklinie, wo die verticalen Striche die vergrösserten stündlichen Zuwächse ergeben, während die horizontalen nur dazu dienen, die Zuwachslinien der einzelnen Stunden von einander abzugrenzen. Die Ecken der Zickzacklinie sind vollkommen scharf und regelmässig, so dass die Länge der einzelnen Striche (nach Abnahme und Fixirung des Papierbogens) mit aller gewünschten Genauigkeit gemessen werden kann. Die gebrochene Linie läuft natürlich in einer Spirale (von verschiedener Neigung, je nach der Grösse der Zuwächse) um die Trommel herum, weshalb die letztere an ihrer ganzen Oberfläche mit berusstem Papier überzogen werden muss. — Da hier also jede Beobachtungsreihe eine ununterbrochene Linie bildet, so können auf derselben Trommel die Beobachtungsreihen von zwei, und möglicherweise auch mehr, Pflanzen gleichzeitig aufgenommen werden. — Hat nun die Zeigerspitze den unteren (resp. den oberen, — je nach der Richtung, nach welcher man den Zeiger sich bewegen lässt) Rand des Papierbogens erreicht, so braucht man noch nicht die Trommel dabei zu wechseln. Man hat dann nur mit der einen Hand die untere Rolle des Messers, um welche der Faden von der Pflanze umwickelt ist, festzuhalten, während man mit der anderen Hand den endlosen Faden so verschiebt, dass die Zeigerspitze wieder ihre Anfangsstellung einnimmt; die Fortsetzung der Beobachtungsreihe wird dann als eine neue, der früheren mehr oder weniger parallele Zickzacklinie erscheinen. Auf diese Weise konnte ich 3—4-tägige, ununterbrochene Beobachtungsreihen von zwei Pflanzen ganz bequem auf einer und derselben Trommel aufnehmen.

Die Trommel sitzt frei auf dem conisch zugeschliffenen, etwa 8 Cm. langen Ende ihrer Axe (wie bei dem Auxanometer von Sachs) und lässt sich darum sehr leicht abnehmen. Sie hat bei dem hiesigen Apparate 36 Cm. Höhe und 18 Cm. Breite. Der Durchmesser der Trommel (und somit sehr bedeutend auch die Kosten ihrer genauen Herstellung) lässt sich aber, wie ich mich später überzeugte, auch bei diesem Princip des Registrirapparates bedeutend verkleinern, ohne dass die Bequemlichkeit des Apparates dadurch entsprechend beeinträchtigt würde. In diesem Falle wird man nur, um die Zeiger nicht

1) Der Apparat hat noch zwei andere Reservetrommeln, welche mit berusstem Papier bedeckt, schon fertig stehen, wenn die zwei anderen in Arbeit sind. Geht der Papierbogen an den letzteren aus, so hat man nur die Trommeln zu wechseln, — was vielleicht eine Minute

Zeit erfordert. Dadurch wird man im Stande sein, für längere Zeiträume vollständig ununterbrochene Beobachtungsreihen zu erhalten, wie man sie in den angeführten Tabellen fast immer findet.

zu lang machen zu müssen, den Apparat näher am Rande des Tisches zu befestigen haben.

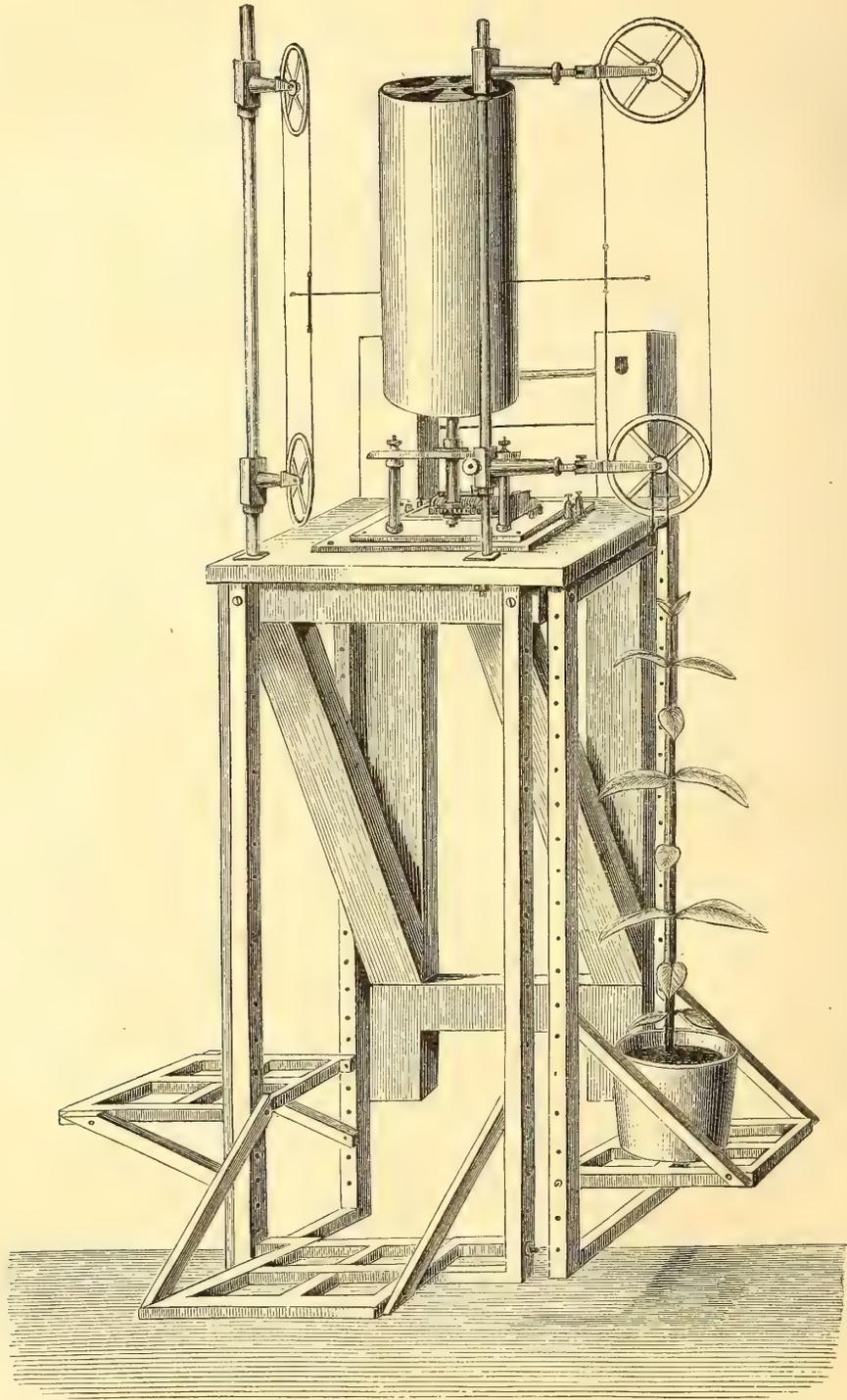


Fig. 3.

Soll aber eine engere Trommel ihre volle Umdrehung in derselben Zeit machen, wie eine breite, so werden dabei nur die horizontalen Striche (welche bei dem hiesigen Apparate etwa 6 Mm. lang sind) kürzer sein, was eigentlich ohne Bedeutung ist.

Ausser der, gleich zu beschreibenden, Einfachheit in der Construction und der Bequemlichkeit in der Handhabung, hat der beschriebene Registrirapparat noch den Vortheil, dass er sich leicht modificiren und zu andern Zwecken anpassen lässt. Setzt man z. B. auf die Axe statt der Trommel eine horizontale Scheibe, in welche die getheilten Röhren eingesenkt sind, so erhält man den, in meiner Abhandlung über das Bluten der Gewächse (l. c.) beschriebenen Apparat, welcher die periodischen Schwankungen in den ausfliessenden Saftmengen sehr anschaulich demonstirt. — Später werden wir auch sehen, dass derselbe Apparat zum Registriren in beliebigen anderen, als den stündlichen, Zeitintervallen gebraucht werden kann.

Die Trommelaxe des beschriebenen Registrirapparates wird mit Hülfe eines kleinen Electromagneten und einer Spiralfeder in Bewegung versetzt. Der einfache Mechanismus des Apparates ist durch die Fig. 4 erläutert. Auf der Axe der Trommel *A*, sind zwei Räder, *c*, *k*, befestigt, welche beide mit schrägen, aber nach verschiedenen Seiten gewendeten Zähnen versehen sind. Der Anker eines liegenden Electromagneten, *B*, bildet einen um die verticale Axe (*h*) beweglichen Hebel (*ms*). An dem einen Hebelarm, *m*, ist der Anker selbst, an dem anderen (*s*) — sind zwei von den dreien, in die Zähne eingreifenden Haken (*n* und *p*) befestigt. Bei dem Schliessen der Kette wird der Anker durch den Electromagneten angezogen, sein anderer Arm muss sich nach der entgegengesetzten Seite bewegen, wobei der Haken *n* seinen Zahn freilässt; zugleich springt auch der Haken *p* vorwärts und fällt in

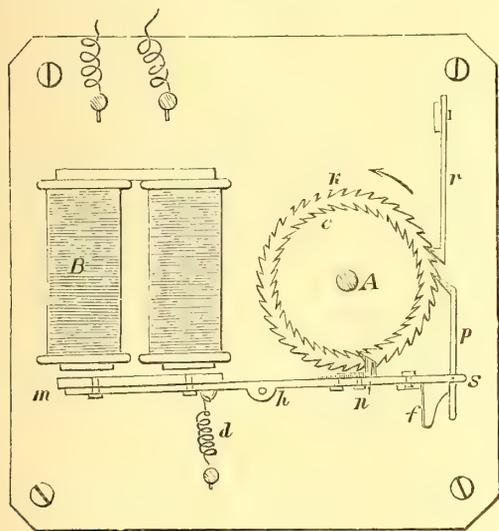


Fig. 4.

den nächsten Zahn. Wird die Kette wieder geöffnet, so wird der Hebel (*ms*) durch die Spiralfeder, *d*, in seine frühere Lage gebracht. Der Haken *p* stemmt sich dabei in den Zahn und schiebt das Rad von sich, während inzwischen der Haken *n* vor den nächsten Zahn sich stellt und die weitere Bewegung des Rades verhindert. Auf diese Weise wird, bei jedesmaligem Schliessen und Wiederöffnen der Kette, das Rad um einen Zahn weiter in der Richtung des Pfeiles vorgeschoben. Der Haken *r* dient nur dazu, um die Bewegung des Rades nach der entgegengesetzten Richtung zu verhindern. — Die Zeit, in welcher die Trommel ihre volle Umdrehung macht, wird natürlich durch die Zahl der Zähne auf den Rädern *c* und *k* bestimmt. In dem hiesigen Apparate beträgt diese Zahl einige neunzig, so

dass die Trommel (bei der Schliessung der Kette einmal in der Stunde) sich einmal in 4 Tagen umdreht<sup>1)</sup>.

Zur Schliessung des Stromes lässt sich jede billige Schlaguhr sehr leicht anpassen. Zu diesem Zwecke hat man an dem Rade, welches den Hammer zum Schlagen loslässt, nur einen Stift übrig zu lassen, damit der Hammer in jeder Stunde nur einen Schlag macht. Dann biegt man den Hammer so um, dass er aus dem Uhrgehäuse hervorsteht und man befestigt vor ihm eine dünne, federnde Kupferplatte, welche so gebogen ist, dass der ruhende Hammer sie nicht berührt; wenn er sich aber zum Schlagen hebt, dann streicht er eine Secunde lang an der Platte hinüber. Wird der eine Drath einer galvanischen Batterie mit der Platte, der andere mit der Axe des Hammers verbunden, so erzielt man auf diese Weise einmal in der Stunde eine kurzdauernde Schliessung des Stromes, welche die Trommelaxe des in die Kette eingeführten Registrirapparates in Bewegung versetzt<sup>2)</sup>. Sollte es für andere Zwecke nöthig sein, das Registriren in anderen Zeitintervallen, z. B. jede  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  Stunde u. s. w. auszuführen, so braucht man nur das zum Schliessen des Stromes dienende Uhrwerk entsprechend einzurichten.

Noch eine Einrichtung möchte ich nicht unerwähnt lassen, welche die Art der Aufstellung der Registrirapparate und der Versuchspflanzen betrifft. Wird der Apparat oder die Versuchspflanze einfach auf den Fussboden des Arbeitszimmers gestellt, so ist jedem, der mit solchen Apparaten gearbeitet hat, wohl der ärgerliche Umstand bekannt, dass man nicht an dem Apparate vorbeigehen kann, ohne durch das Erzittern des Fussbodens den Zeiger in Schwingung zu versetzen. Das lässt sich aber leicht vermeiden, wenn weder der Registrirapparat, noch die Versuchspflanze den Fussboden des Zimmers berühren. Eine Einrichtung dazu an den Registrirapparaten des hiesigen pflanzenphysiologischen Laboratoriums wird aus den Figuren 2 und 3 klar werden. Die Apparate selbst sind an der soliden Wand mittelst Kronsteine befestigt. An die horizontalen Leisten, auf denen die Apparate ruhen, sind hängende, nicht bis an den Fussboden reichende Gestelle angeschraubt, welche zum Stellen der Versuchstöpfe bestimmt sind. Jedes derselben besteht aus zwei verticalen einander ganz parallelen Leisten (Fig. 2 *a*, *a*), zwischen denen ein horizontales Brett, *b*, (in Form eines mit Querbalken versehenen Rahmens) mittelst der schiefen (etwa unter  $45^\circ$

1) Der beschriebene Mechanismus ist von Dr. Hasler in Bern nach meinen Angaben construirt und in seinen Werkstätten («Telegraphen-Werkstätte von G. Hasler und A. Escher in Bern») sehr gut und schön ausgeführt worden. Der Preis des vollständigen Apparates mit zwei Messingtrommeln (zum bequemen Wechseln) von den schon angegebenen Dimensionen und drei Wuchsmessern (Fig. 1), betrug 394 Frs. (wovon der Registrirapparat allein mit zwei Trommeln — 234 Frs.). Besonders kostspielig war dabei die Herstellung der so breiten Messingtrommeln; darum wird der Preis vielleicht auf die Hälfte reducirt, wenn man den Durchmesser der Trommel verkleinern

und sich auf eine Trommel beschränken will, — was auch, wie ich mich überzeugte, vollkommen möglich ist.

2) Für das Erzeugen der kurzdauernden Ströme werden die Zink-Kohlen Elemente (von Dove?) gebraucht, welche nur mit einer Flüssigkeit, nämlich der Mischung von Alaun- und Kochsalzlösung angefüllt werden. Einmal angefüllt, können diese Elemente wenigstens ein halbes Jahr lang wirksam bleiben. Zwei grosse Elemente von 36 Cent. Höhe (welche von den Werkstätten von Hasler und Escher zu 12 Frs. das Stück geliefert werden) genügen, um den betreffenden Registrirapparat in Gang zu setzen.

geneigten) Leisten,  $m, m$ , aufgehängt wird. Die Verbindung der Aufhängeleisten, wie auch der hinteren Seite des Rahmens, mit den verticalen Leisten wird mittelst der eisernen Stifte hergestellt, welche durch die Oeffnungen der zu verbindenden Theile einfach durchgesteckt werden. Die verticalen Leisten sind ihrer ganzen Länge nach in gleichen Abständen mit diesen Oeffnungen versehen, so dass das Brett, je nach der Länge des Stengels der Versuchspflanze, höher oder tiefer gestellt werden kann. Bei dieser einfachen und bequemen Einrichtung arbeiten die Registrirapparate äusserst genau und präcis: die durch die Zeiger geführten Linien sind fein und vollkommen glatt, so dass ihre Länge oder die Abstände zwischen ihnen bis auf Zehntel eines Millimeters genau gemessen werden können.

Bei der engen Beziehung, in welcher verschiedene pflanzenphysiologische Processe zur Temperatur stehen, wäre es überflüssig, die guten Dienste aufzuzählen, welche ein bequem eingerichteter Thermograph in einem pflanzenphysiologischen Laboratorium leisten könnte. Ich habe mir desshalb viel Mühe gegeben, um für das hiesige Laboratorium einen Thermoregistrirapparat zu schaffen, welcher bei möglichst einfacher Construction den für physiologische Zwecke erforderlichen Grad der Genauigkeit garantirte. Unter den jetzt bekannten Systemen solcher Apparate sind die, auf vielen meteorologischen Observatorien schon eingeführten, auf dem Princip der ungleichen Ausdehnung der verschiedenen Metalle durch die Wärme beruhenden Thermographen durch ihre Einfachheit besonders ausgezeichnet. Dr. Hasler in Bern, in dessen Werkstätten diese Thermographen gebaut werden, hat für das hiesige pflanzen-physiologische Laboratorium ein Instrument angefertigt, dessen Construction nur insofern von der gewöhnlichen abweicht, als seine Angaben bis auf Zehntelgrade der Celsius'schen Scale reichen können. Die Construction dieses Apparates ist in der Fig. 5 halbschematisch dargestellt. Auf der oberen Wand des Gehäuses  $B, B$  ist ein aus Eisen- und Messingstreifen der Länge nach zusammengelöthetes und spiral eingewickeltes Band ausgestellt, dessen inneres Ende unbeweglich befestigt ist und dessen freies, äusseres Ende sich in einen vertical nach unten gerichteten Arm,  $c$ , verlängert. Jenachdem die Spirale bei den Aenderungen der Temperatur sich ab — oder zusammenwickelt, wird der Arm  $c$  nach der einen oder anderen Seite geführt. Seine Bewegungen sind aber dabei immer noch zu unbedeutend und werden mit Hülfe des ungleicharmigen Hebels,  $n$ , welcher als Zeiger dient, vergrössert. Die Axe des Zeigers wird von einem Stahlprisma,  $l$ , gebildet, welches mit der scharfen Kante auf einer Stahlunterlage ruht und den Zeiger sehr beweglich macht. Oberhalb der Axe ist an dem Zeiger ein Stift,  $k$ , angebracht, welcher sich an den Arm der Spirale anlegt. Noch darüber befindet sich an dem Zeiger ein excentrisch angesetztes Gewicht,  $m$ , welches strebt, den Zeiger nach einer (in der Zeichnung — linken) Seite zu senken, um ihn dabei an den Arm der Spirale anzudrücken. Durch eine solche Einrichtung ist die bei den Systemen der zusammengesetzten Hebel mögliche Fehlerquelle, — die todte Bewegung, — vollständig beseitigt; denn bewegt sich der Arm der Spirale nach vorwärts (in der Zeichnung — nach rechts) so schiebt er den Zeiger vor sich, geht er zurück, so muss der Zeiger ihm genau nachfolgen, weil er an den Arm  $c$  durch das Ge-

wicht angedrückt wird. — Das untere Ende des Zeigers ist mit einer scharfen, nach innen gerichteten Spitze versehen, welche in kleiner Entfernung von der Fläche des vertical auf-

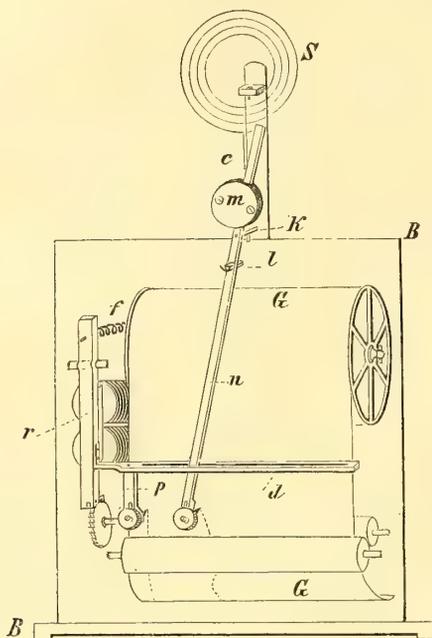


Fig. 5.

dabei eine gerade, fixe, von ebensolchen Stichen gebildete Linie, welche durch einen anderen, fixen Zeiger, *p*, hervorgebracht wird. — Die Stellung der Zeigerspitze bei verschiedenen Temperaturen muss dazu im voraus empirisch bestimmt werden, — woraus sich schon die Ablenkung der Zeigerspitze für einen Thermometergrad von selbst ergeben wird<sup>1)</sup>. Bei dem Instrumente meines Laboratoriums macht die Zeigerspitze für je 1° C. eine Bewegung um ca. 3½ Bogengrade, was bei der Länge des Zeigers von ca. 30 Ct. (die Sehne des betreffenden Bogens hat die Länge von ca. 6 Millimeter) vollkommen ausreicht, um einzelne Zehntelgrade der Celsius'schen Scala ganz sicher abzulesen.

Was die Genauigkeit der Angaben betrifft, so muss ich bemerken, dass die hier beschriebene Construction des Thermographen noch ziemlich unvollkommen ist. Das excentrisch an dem Zeiger angebrachte Gewicht macht, dass die Last, welche an den Arm (*c*) der Spirale drückt, sich mit der Lage des Zeigers ändert; der Arm *c* wird darum bei gewissen Stellungen des Zeigers (wenn nämlich dessen unteres Ende von der Verticale nach rechts abgelenkt wird) rein mechanisch und zwar (je nach dem Winkel, welchen der Zeiger mit der Verticale bildet) mit verschiedener Kraft zurückgedrängt. —

1) Zum Messen dieser Ablenkungen (d. h. zur Bestimmung der jeweiligen Lage der Zeigerspitze) dient ein bogenförmiger, mit kleinen Theilungen versehener Maasstab; der Halbmesser der Krümmung des Maasstabs muss natürlich der Länge des Zeigers (von dessen Axe bis zum Stifte) gleich sein.

gespannten Papierbandes *G*, *G* frei schwebt. — Mit seinem unteren Theile schwebt der Zeiger inmitten einer engen Gabel, *d*, welche einen seitlichen Arm des Ankers, *r*, eines Electromagneten bildet. Wird der Anker heftig angezogen, so wird das Ende des Zeigers an das Papier angedrückt und es bleibt auf dem letzteren ein Stich der Nadel zurück, welcher die jedesmalige Stellung der Zeigerspitze anzeigt. Zugleich wird das Papierband um ein Paar Millimeter vorgeschoben. — Die Stiche des Zeigers bilden so eine wellenförmige Linie (Reihe), welche unmittelbar eine Temperaturcurve darstellt. Die absoluten Werthe der einzelnen Punkte (Stiche) werden durch die nachträgliche Messung ihrer seitlichen Verschiebung nach der einen oder anderen Seite bestimmt. Zum Ausgangspunkte der Messungen dient

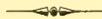
Daher kommt es, dass, wenn die Angaben des Apparates bei niederen Temperaturen (ca.  $15^{\circ}\text{C.}$ ) mit den Angaben des Quecksilberthermometers übereinstimmen, er bei höheren Temperaturen (wo eben die Zeigerspitze nach rechts abgelenkt ist) immer zu viel zeigt und desto mehr, je höher die Temperatur, so dass von  $15^{\circ}\text{C.}$  bis  $25^{\circ}\text{C.}$  die Differenz allmählich auf ca.  $0,8^{\circ}\text{C.}$  ansteigt. Wollte man also mit diesem Apparate absolut genaue Werthe erhalten, so müsste man die Fehler für verschiedene Temperaturen empirisch bestimmen, um die erhaltenen Angaben danach zu corrigiren. Solche Correctionen habe ich aber nicht ausgeführt, denn im vorliegenden Falle handelte es sich nicht sowohl um absolute Temperaturwerthe, als vielmehr um den allgemeinen Gang der Temperaturänderungen (ob Steigen oder Fallen der Temperatur), — welcher von dem Thermographen immer genau angegeben wird<sup>1)</sup>.

Bei dem Wilde-Hasler'schen Thermographen ist zum Schliessen des Stromes ebenfalls ein Uhrwerk nothwendig, von dessen Einrichtung es abhängt, in welchen Intervallen die Temperaturangaben erhalten werden sollen. Bei mir wurde die Temperatur stündlich registriert, indem der Thermograph mit dem oben beschriebenen Registrirapparate (Fig. 3) in dieselbe Kette eingeführt und der Strom für beide durch dieselbe Uhr gleichzeitig geschlossen wurde. 3—4 grosse, oben schon erwähnte Zink-Kohlen-Elemente reichten für diese doppelte Arbeit vollständig aus.

Kiew, im Januar 1879.

1) Die gewünschte Genauigkeit der Angaben eines bei vielen pflanzenphysiologischen Untersuchungen so nützlichen Apparates wird wahrscheinlich durch eine unwesentliche Aenderung in seiner Construction zu erreichen sein, nämlich dann, wenn der Zeiger nicht in der verticalen, sondern in der horizontalen Ebene zu liegen kommt. Die todte Bewegung kann dabei auf die Weise beseitigt werden, dass der Stift *l* massiver und dabei von

stark magnetisirtem Stahl gemacht wird, so dass er von dem Arme *c* immer angezogen und demselben immer dicht anliegen wird (die ursprüngliche, glückliche Idee von Dr. Hasler). Damit aber der Stift sich nicht so weit von dem Arme *c* entfernen könnte, um aus der Sphäre seiner Anziehung hervorzutreten, muss er in eine enge Gabel dieses Armes eingeführt werden.



## TABELLEN.

---

Fast sämmtliche der hier angeführten Beobachtungsreihen wurden noch im Laufe der letzten Frühjahrs- und der ersten Sommermonate der Jahre 1876 und 1877 erhalten. — Jeder meiner Registrirapparate befand sich während der Arbeit in einem besonderen dunklen Zimmer, wodurch es eben möglich wurde, in verhältnissmässig weniger Zeit so viele und lange Beobachtungsreihen zu gewinnen; denn in den hier gegebenen Tabellen sind bei weitem noch nicht alle Messungen enthalten, welche überhaupt ausgeführt wurden. Zumal zeigten sich viele der zuerst gemachten Versuche, wegen der ursprünglichen, mangelhaften Einrichtung der Apparate, vollkommen unbrauchbar. — Die Temperaturen, welche in einem der Versuchszimmer mit Hülfe des Thermographen registrirt wurden, mussten im anderen direct abgelesen werden. In den Tabellen sind die auf die erste Weise erhaltenen Bestimmungen durch die ununterbrochenen Reihen der Temperaturangaben jedesmal zu erkennen. Die Temperaturen wurden, wie schon früher bemerkt, stündlich registrirt; davon sind aber in die Tabellen nur die Angaben für je zwei Stunden aufgenommen. Das letztere bezieht sich auch auf die angeführten Zuwächse, mit dem Unterschied natürlich, dass die in den Tabellen angegebenen, zweistündigen Werthe die Summen der direct für einzelne Stunden beobachteten Zuwachsgrössen vorstellen.

---

**Tabelle 1.**

Eine grüne Pflanze von *Gesneria tubiflora*, deren Stengel ca. 35 Cm. hoch ist und aus 7 Internodien besteht. Die Pflanze um 7 Uhr Abends ins dunkle Zimmer gestellt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.					
			von—bis					von—bis					
22. Juni	8 Abend	28,00	von—bis		23. Juni	11		10—12	1,40				
	9		8—10	0,79		12 Nacht		1	12— 2	0,96			
	10		10—12	0,46		2		3	2— 4	0,60			
	11		12— 2	0,60		4		5	4— 6	0,56			
	12 Nacht		2— 4	0,87		24. Juni		6 Morgen	27,00	6— 8	1,00		
	1		4— 6	1,21				7		8	8—10	1,30	
	2		6— 8	1,25				8		9	10—12	1,35	
	3		8—10	1,50				9		10	26,80	10—12	1,35
	4		10—12	1,81				11		12 Mittag	26,80	12— 2	1,35
	5		12— 2	2,03				12 Mittag		1	26,85	2— 4	1,60
	23. Juni		6 Morgen	28,00		2— 4		2,10	3		4— 6	1,75	
			7			4— 6		1,92	4		6 Abend	6— 8	1,80
8		6— 8	2,04		5	7	8—10	1,93					
9		8—10	1,75		6	8	10—12	1,85					
10		27,75			7	9							
11		27,70			8	10							
12 Mittag		27,75			9	11							
1					10								
2					11								
3													

1) Um 2 Uhr Trommel gewechselt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
24. Juni	12 Nacht		von—bis		25. Juni	11		von—bis	
	1		12— 2	1,62		12 Nacht		10—12	1,24
	2					1		12— 2	1,21
	3		2— 4	1,46		2			
	4		4— 6	1,37		3		2— 4	1,05
25. Juni	5				4				
	6 Morgen		6— 8	1,40	5		4— 6	0,93	
	7				6 Morgen				
	8	26,30	8—10	1,42	7		6— 8	0,78	
	9				8	25,60			
	10				9		8—10	0,75	
	11	26,00	10—12	1,22	10				
	12 Mittag	26,00			11	25,50	10—12	0,62	
	1		12— 2	1,12	12 Mittag				
	2	26,05			1		12— 2	0,66	
3		2— 4	1,16	2	25,60				
4				3		2— 4	0,60		
5		4— 6	1,12	4					
6 Abend				5		4— 6	0,60		
7		6— 8	1,25	6 Abend					
8	26,20			7		6— 8	0,68		
9		8—10	1,28	8	26,00				
10									

Die ganze Zeit ist die Periodicität sehr regelmässig. Entsprechend der späten Verdunkelung der Pflanze kommt das erste Maximum erst 2—4 Uhr Nachmittag zu Stande. Ausnahmsweise ist bei dieser Pflanze keine Verkürzung der Tagesperioden zu bemerken.

**Tabelle 2.**

Eine grüne Pflanze von *Gesneria tubiflora* wurde um Mittagszeit ins dunkle Versuchszimmer gebracht. Der starke Stengel der Pflanze ist ca. 35 Cm. hoch.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
18. Juni	12 Mittag	27,80	von—bis		18. Juni	4 Mittag		von—bis	
	1		12— 2	0,28		5		4— 6	0,09
	2	27,90				6 Abend			
	3		2— 4	0,18		7		6— 8	0,07

Tag.	Stunde.	T. °C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. °C.	2-stündige Zuwächse in Mm.				
			von—bis					von—bis				
18. Juni	8 Abend	28,05			19. Juni	2 Nacht						
	9		8—10	0,07		3		2—4	1,84			
	10					4						
	11		10—12	0,05		5		4—6	1,79			
	12 Nacht					20. Juni	6 Morgen					
	1		12—2	0,05			7	27,10	6—8	1,87		
	2						8					
	3		2—4	0,16			9		8—10	2,12		
	4						10					
	5		4—6	1,00			11 <sup>1)</sup>	27,15	10—12	2,00		
	19. Juni		6 Morgen	27,40					12 Mittag	27,30		
			7				6—8	1,90	1	27,40	12—2	1,62
8					2		27,60					
9		8—10	1,62		3			2—4	1,12			
10					4							
11		10—12	1,25		5			4—6	1,10			
12 Mittag		27,20			6 Abend							
1		27,20	12—2		1,24	7		6—8	0,96			
2						8	27,60					
3		27,30	2—4		1,25	9		8—10	0,87			
4						10						
5			4—6		1,05	11		10—12	0,78			
6 Abend	27,40			12 Nacht								
7		6—8	0,96	1		12—2	0,90					
8				2								
9		8—10	1,08	3		2—4	1,12					
10				4								
11		10—12	1,47									
12 Nacht												
1		12—2	1,96									

1) Von 11 bis 2 U. Tags wurde die Pflanze mit einer Gaslampe von oben beleuchtet. Das Thermometer dicht neben der Pflanze aufgehängt.

Tabelle 3 (Taf. I, A I und II).

Am 12. Mai, Abends, wurden zwei aus dem Gewächshause genommene Töpfe mit *Gesneria tubiflora* in das dunkle Beobachtungszimmer gestellt. Um 8 Uhr früh des nächsten Tages wurden beide Pflanzen an ihre Stellen bei dem Apparate gesetzt und die Schlingen auf die Gipfel aufgelegt. Die eine von ihnen, *a*, wurde aber sogleich mit dem spannenden Gewichte versehen, während die andere, *b*, den ganzen Tag frei stehen blieb und erst seit 8 Uhr Abends wurde sie ebenfalls angespannt, um die Messung zu beginnen. Beide Pflanzen waren einander sehr ähnlich und hatten kräftige Stengel von ca. 10—12 Cm. Länge.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
13. Mai	8 Morgen	21,20				14. Mai	2 Nacht					
	9		8—10	0,15			3		2— 4	0,48	0,27	
	10						4					
	11	21,25	10—12	0,30			5		4— 6	0,44	0,26	
	12 Mittag						15. Mai	6 Morgen				
	1	21,15	12— 2	0,52				7		6— 8	0,47	0,40
	2							8	19,35			
	3	21,05	2— 4	0,60				9		8—10	0,42	0,37
	4							10				
	5		4— 6	0,85				11	19,35	10—12	0,46	0,40
	6 Abend							12 Mittag				
	7		6— 8	0,90				1	19,40	12— 2	0,53	0,45
8	20,80				2							
9		8—10	0,71	0,30	3			2— 4	0,58	0,50		
10					4							
11		10—12	0,55	0,18	5			4— 6	0,62	0,58		
12 Nacht					6							
1		12— 2	0,45	0,08	7	19,53	6— 8	0,62	0,50			
2					8							
3		2— 4	0,40	0,10	9		8—10	0,62	0,50			
4					10							
5		4— 6	0,30	0,07	11		10—12	0,62	0,45			
14. Mai	6 Morgen				12 Nacht							
7	20,10	6— 8	0,40	0,20	1		12— 2	0,57	0,42			
8					2							
9		8—10	0,70	0,28	3		2— 4	0,57	0,40			
10	20,05				4							
11		10—12	0,83	0,67	5		4— 6	0,50	0,33			
12 Mittag	20,00				16. Mai	6 Morgen						
1		12— 2	0,90	0,75		7	19,18	6— 8	0,48	0,37		
2	20,03					8						
3		2— 4	0,85	0,65		9		8—10	0,43	0,32		
4						10						
5		4— 6	0,80	0,53		11	19,15	10—12	0,44	0,40		
6 Abend						12 Mittag						
7	20,00	6— 8	0,85	0,52		1	19,20	12— 2	0,45	0,45		
8						2	19,25					
9		8—10	0,77	0,55		3		2— 4	0,40	0,48		
10						4						
11		10—12	0,60	0,45		5		4— 6	0,57	0,52		
12 Nacht					6 Abend							
1		12— 2	0,56	0,34	7		6— 8	0,72	0,65			

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.					
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.			
16. Mai	8 Abend	19,50	von—bis			17. Mai	3 Mittag	19,55	von—bis					
	9		8—10	0,68	0,65		4		2—4	0,98	0,87			
	10						5		4—6	0,95	1,03			
	11		10—12	0,73	0,73		6 Abend							
	12 Nacht						7		19,85	6—8	1,02	0,93		
	1		12—2	0,66	0,73		8							
	2						9			8—10	0,97	0,97		
	3		2—4	0,65	0,67		10							
	4						11			10—12	1,00	0,95		
	5		4—6	0,79	0,80		12 Nacht							
	17. Mai		6 Morgen	19,35							1	12—2	0,85	0,90
			7		6—8		0,76			0,80	2			
8						3	2—4	1,00						
9		8—10	0,72		0,68	4								
10						5	4—6	0,85						
11		10—12	0,80		0,82	18. Mai	6 Morgen							
12 Mittag		19,40					7	6—8	1,05					
1							8	19,85						
2	12—2	0,72	0,73											

Um 8 Uhr früh wurde bei der Pflanze *a* die Schlinge auf das nächstjüngere, bis jetzt frei gewachsene, Internodium verlegt und die Messungen fortgesetzt (Taf. I, A, I<sup>2</sup>).

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.				
			von—bis					von—bis				
18. Mai	8 Morgen	19,85	von—bis		18. Mai	11 Abend		10—12	0,40			
	9		8—10	0,26		12 Nacht						
	10					1		12—2	0,27			
	11		20,00	10—12		0,40		2				
	12 Mittag							3	2—4	0,27		
	1							4				
	2		20,15	12—2		0,40		5	4—6	0,35		
	3			2—4		0,30		19. Mai	6 Morgen			
	4								7	20,65	6—8	0,28
	5			4—6		0,29			8			
6 Abend				9	8—10	0,28						
7	20,55	6—8	0,29	10								
8	20,60			11	20,80	10—12	0,38					
9		8—10	0,29	12 Mittag								
10				1	21,00	12—2	0,60					

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis					von—bis		
19. Mai	2 Mittag				20. Mai	1 Nacht		12—2	1,22	
	3		2—4	0,55		2			2—4	1,05
	4		4—6	0,78		3			4—6	0,93
	5		6—8	0,83		4			6—8	1,20
	6 Abend	21,40	8—10	1,07		5			10—12	1,10
	7		10—12	1,03		6 Morgen			12—2	1,03
	8				7	21,35		2—4	1,02	
	9				8			4—6	0,86	
	10				9			6—8	1,05	
	11				10			8—10	1,06	
	12 Nacht				11	21,18		10—12	0,98	
	20. Mai	1		12—2	1,10	12 Mittag			12—2	0,80
2					1	21,13		2—4	0,90	
3			2—4	1,16	2	21,17		4—6	0,67	
4			4—6	1,20	3	21,20		6—8	0,82	
5			6—8	1,32	4			8—10	0,82	
6 Morgen			8—10	1,10	5			10—12	0,60	
7		21,40	10—12	1,23	6 Abend	21,25				
8 <sup>1)</sup>					7					
9					8					
10					9					
11		21,47	12—2	1,12	10					
12 Mittag			2—4	1,35	11					
1	21,60	4—6	1,38	12 Nacht						
2		6—8	1,32	1						
3		8—10	1,38	2						
4		10—12	1,28	3						
5				4						
6 Abend	21,65			5						
7				6 Morgen						
8	21,65			7	21,07					
9				8						
10				9						
11				10						
12 Nacht				11	21,05					
				12 Mittag						

1) Um 8 Uhr Morgens die Trommel gewechselt.

Tabelle 4.

Zwei grüne, um Mittagszeit ins dunkle Zimmer gestellte Pflanzen von *Gesneria tubiflora*; die eine von ihnen, *a*, hat einen Stengel von 30 Cm., die andere, *b*, einen solchen von 45 Cm. Höhe.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	<i>a</i> .	<i>b</i> .				von—bis	<i>a</i> .	<i>b</i> .
2. Juni	12 Mittag	24,80	von—bis			3. Juni	11 Abend	25,60	10—12	0,83	0,38
	1		12—2		0,50		12 Nacht		12—2	1,10	0,40
	2		2—4	0,22	0,45		1		2—4	1,45	0,54
	3		4—6	0,16	0,18		2		4—6	1,75	0,91
	4		6—8	0,12	0,19		3		6—8	1,74	1,23
	5		8—10	0,10	0,21		4		8—10	1,62	1,30
	6 Abend	25,00	10—12	0,09	0,25		5	10—12	1,40	1,30	
	7		12—2	0,10	0,45		6 Morgen	12—2	1,33	1,37	
	8		2—4	0,16	0,67		7	2—4	1,35	1,30	
	9		4—6	0,23	0,99		8	4—6	1,40	1,25	
	10		6—8	0,34	0,87		9	6—8	1,44	1,16	
	11		8—10	0,69	1,15		10	8—10	1,40	1,02	
12 Nacht	25,20	10—12	1,21	1,54	11	10—12	1,42	0,88			
1		12—2	1,41	1,59	12 Mittag	12—2	1,52	0,85			
2		2—4	1,18	1,22	1	2—4	1,50	0,78			
3		4—6	0,96	0,96	2	4—6	1,50	0,78			
4		6—8	0,86	0,58	3	6—8	1,50	0,78			
5		8—10	0,73	0,46	4	8—10	1,35	0,81			
3. Juni	6 Morgen	25,60				4. Juni	6 Morgen	25,90			
	7						7				
	8						8				
	9						9				
	10						10				
	11						11 <sup>1)</sup>				
	12 Mittag	25,10					12 Mittag				
	1						1				
	2						2				
	3						3				
4	25,20				4						
5					5						
6 Abend					6 Abend						
7					7						
8	25,60				8						
9					9						
10					10						
					11						
					12 Nacht						
					1						
					2						
					3						
					4						
					5						
					6 Morgen						
					7						

1) Um Mittag bei *a* und *b* die Trommeln gewechselt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
5. Juni	8 Morgen	26,30	von—bis			5. Juni	3 Mittag	26,60	von—bis		
	9		8—10	1,30	0,91		4		2—4	1,00	0,84
	10						5		4—6	0,92	0,85
	11	26,40	10—12	1,25	0,96		6 Abend				
	12 Mittag						7	6—8	0,85	0,78	
	1	26,45	12— 2	1,10	0,96		8		27,00		
	2										

Das erste Maximum kommt bei *a* und *b* um Mittagszeit, das nächste — früher. Nach der kleinen Störung beim Wechsel der Cylinder ist die Periodicität plötzlich unregelmässiger geworden.

Tabelle 5 (Taf. I, B I und II).

Zwei Pflanzen von *Gesneria tubiflora* wurden um 7 Uhr Abends ins dunkle Zimmer gebracht. Die eine von ihnen, *a*, wurde sogleich mit dem Apparate verbunden und der Stengel behufs der Messung angespannt; die andere Pflanze, *b*, blieb die ganze Nacht frei stehen, um erst seit 8 Uhr früh des nächsten Tages ebenso wie die vorige behandelt zu werden. Stengel *a* hat ca. 45 Cm., Stengel *b* — ca. 50 Cm. Länge.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
2. Juni	8 Abend	25,40	von—bis			3. Juni	1 Mittag	24,90	von—bis		
	9		8—10	1,93			2 <sup>1)</sup>	24,93	12— 2	2,70	3,42
	10						3		2— 4	2,70	3,45
	11		10—12	2,55			4				
	12 Nacht						5		4— 6	2,80	3,60
	1		12— 2	1,78			6 Abend				
	2						7		6— 8	3,18	4,20
	3		2— 4	2,75			8 <sup>2)</sup>	24,80			
	4						9		8—10	3,10	4,08
	5		4— 6	3,07			10				
3. Juni	6 Morgen	25,17	6— 8	3,27		11		10—12	2,85	3,45	
	7					12 Nacht					
	8					1		12— 2	2,42	2,60	
	9		8—10	2,97	2,80	2					
	10										
	11		24,90	10—12	2,57	3,20					
	12 Mittag										

1) Um 2 Uhr bei *a* die Trommel gewechselt.

2) Um 8 Uhr bei *b* die Trommel gewechselt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
3. Juni	3 Nacht		2—4	1,62	2,30	4. Juni	9 Morgen		8—10	1,25	2,20	
	4		4—6	1,55	1,92		10		11	10—12	2,43	2,83
	5		6—8	1,65	1,85		12 Mittag		24,00	12—2	2,80	3,05
4. Juni	6 Morgen					1	24,00					
	7					2						
	8	24,18										

Tabelle 6.

Von zwei sehr ähnlichen Pflanzen von *Gesneria tubiflora* wurde die eine, *a*, um 8 Uhr Morgens ins dunkle Beobachtungszimmer gebracht und mit dem Apparate verbunden, während die andere, *b*, den Tag über am Lichte stehen blieb, und erst um 8 Uhr Abends wurde sie verdunkelt und behufs der Messung mit dem spannenden Gewichte versehen. Die Stengel der Versuchspflanzen waren ca. 32—33 Cm. hoch.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
27. Mai	8 Morgen	23,53	4—6			28. Mai	5 Morgen		4—6	0,36	0,13
	9		8—10				6		24,20	6—8	0,90
	10	23,62	10—12	1,32			7	24,22	8—10	1,08	0,45
	11	23,70	12—2	1,52			8	24,24	10—12	0,80	1,20
	12 Mittag		2—4	1,55			9		24,35	12—2	0,50
	1	23,80	4—6	1,62			10	24,43	2—4	0,42	1,15
	2		8—10	0,59			11		24,50	4—6	0,15
	3	23,90	10—12	0,43	0,20		12 Abend	24,55	6—8	0,10	0,64
	4		12—2	0,18	0,17		1	24,58	8—10	0,07	0,42
	5	23,93	2—4	0,21	0,12		2		24,55	10—12	0,46
	6		2—4	0,21	0,12		3	12 Nacht		24,50	12—2
	7	23,97					4	24,50			
8					1						
9	24,07										
10											
11	24,17										
12 Nacht											
1	24,20										
2											
3	24,20										
4											

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
28. Mai	2 Nacht	24,48				30. Mai	12 Mittag	24,55			
	3		2— 4	0,60	0,10		1		12— 2	1,28	1,45
	4	24,43					2	24,64			
	5		4— 6	0,47	0,15		3		2— 4	1,58	1,55
	29. Mai	6 Morgen	24,43					4	24,70		
7			6— 8	0,50	0,40		5		4— 6	1,59	1,75
8		24,43					6 Abend	24,75			
9			8—10	0,37	1,00		7 <sup>1)</sup>		6— 8	1,70	1,80
10		24,43					8	24,80			
11			10—12	0,30	1,14		9		8—10	1,43	1,70
12 Mittag		24,45					10	24,78			
1			12— 2	0,40	0,98		11		10—12	1,58	1,90
2		24,50				12 Nacht	24,78				
3			2— 4	0,47	0,94	1		12— 2	1,75	2,46	
4		24,55				2	24,78				
5		4— 6	0,50	0,97	3		2— 4	1,75	1,78		
6 Abend	24,62				4	24,76					
7		6— 8	0,50	1,25	5		4— 6	1,80	1,55		
8	24,65				31. Mai	6 Morgen	24,75				
9		8—10	0,70	1,35		7		6— 8	1,86	1,41	
10	24,62					8	24,77				
11		10—12	0,80	1,80		9		8—10	1,90	1,34	
12 Nacht	24,60					10	24,77				
1		12— 2	0,95	1,93		11		10—12	2,14	1,20	
2	24,60					12 Mittag	24,80				
3		2— 4	0,98	1,93		1		12— 2		1,25	
4	24,57					2	24,88				
5		4— 6	0,93	1,70		3		2— 4		1,15	
30. Mai	6 Morgen	24,54					4	24,96			
	7		6— 8	0,90	1,50	5		4— 6		1,46	
	8	24,53				6 Abend	25,00				
	9		8—10	0,90	1,45						
	10	24,53									
11		10—12	1,05	1,27							

1) Um 7 Uhr bei a und b die Zeiger gehoben.

Entsprechend der Verdunkelung der Pflanzen zu verschiedener Tageszeit liegen alle ihre Maxima auseinander. Wegen der kurzen Wachstumsperioden kommen diese Maxima bald am Tage, bald in der Nacht zu Stande. Am dritten Tage des Versuches fängt das Wachstum an unregelmässig zu werden.

Tabelle 7.

*Gesneria tubiflora*. Die Pflanze *a* wurde um 8 Uhr Morgens, die Pflanze *b* — um 8 Uhr Abends verdunkelt. Unmittelbar nach der Verdunkelung wurde das Messen angefangen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>				von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>
6. Juni	8 Morgen	22,80	von—bis			7. Juni	12 Mittag	22,20	von—bis		
	9		8—10	0,14			1	22,38	12— 2	0,36	0,25
	10				2						
	11	22,65	10—12	0,27			3	22,50	2— 4	0,18	0,60
	12 Mittag				4						
	1	22,70	12— 2	0,25			5		4— 6	0,15	0,80
	2				6 Abend						
	3	22,80	2— 4	0,33			7		6— 8	0,12	0,60
	4				8		22,85				
	5		4— 6	0,34			9		8—10	0,12	0,33
	6 Abend				10						
	7		6— 8	0,32			11		10—12	0,12	0,10
8	22,97				12 Nacht						
9		8—10	0,12	0,14	1		12— 2	0,19	0,12		
10					2						
11		10—12	0,17	0,15	3		2— 4	0,22	0,03		
12 Nacht					4						
1		12— 2	0,28	0,06	5		4— 6	0,17	0,03		
2					8. Juni	6 Morgen		6— 8	0,14	0,08	
3		2— 4	0,39	0,10		7					
4						8	22,70				
5		4— 6	0,47	0,06		9		8—10	0,12	0,11	
6 Morgen						10					
7	22,20	6— 8	0,55	0,09		11	22,65	10—12	0,09	0,20	
8					12 Mittag						
9		8—10	0,63	0,07	1	22,80	12— 2	0,09	0,22		
10					2	22,90					
11		10—12	0,50	0,15							

Die Verschiebung der ersten, hier überhaupt deutlichen Maxima ist in derselben Weise, wie in der vorigen Beobachtungsreihe zu constatiren.

Tabelle 8 (Taf. I, C).

Eine kräftige Pflanze von *Gesneria tubiflora* (mit dem ca. 40 Cm. hohen Stengel) wurde Abends in das dunkle Zimmer gestellt. Um 8 Uhr Morgens des nächsten Tages wurde die Pflanze behufs der Messungen mit dem Apparate verbunden; zu gleicher Zeit wurde das Versuchszimmer mit 5 Stearinkerzen, welche symmetrisch um die Pflanze in einer Entfernung von ca. 3 Fuss gestellt wurden, beleuchtet. Die Beleuchtung dauerte ununterbrochen während der ganzen Beobachtungszeit.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
1. Juni	12 Mittag	27,80			2. Juni	1 Mittag			
	1		12—	2 2,20		2	29,10	12—	2 2,10
	2	27,93				3		2—	4 1,75
	3		2—	4 2,32		4	29,20		
	4	28,10				5		4—	6 1,35
	5		4—	6 1,81		6 Abend	29,30		
	6 Abend	28,27				7		6—	8 1,25
	7		6—	8 1,44		8	29,45		
	8	28,37				9		8—	10 1,12
	9		8—	10 0,75		10	29,53		
	10	28,40				11		10—	12 1,02
	11		10—	12 0,77		12 Nacht	29,53		
12 Nacht	28,45			1		12—	2 1,10		
1		12—	2 0,60	2	29,50				
2	28,50			3		2—	4 0,90		
3		2—	4 0,63	4	29,48				
4	28,55			5		4—	6 0,85		
5		4—	6 1,02	3. Juni	6 Morgen	29,45			
2. Juni	6 Morgen	28,65				7		6—	8 1,46
	7		6—		8 1,62	8	29,40		
	8	28,75				9		8—	10 1,59
	9		8—		10 2,16	10	29,33		
	10	28,85				11		10—	12 1,65
	11		10—		12 2,06	12 Mittag	29,13		
	12 Mittag	29,00							

Tabelle 9.

Eine Pflanze von *Gesneria tubiflora* wurde Abends um 7 Uhr in das dunkle Zimmer gestellt und um 8 Uhr das Messen angefangen. Das dunkle Zimmer wurde, wie im vorigen Versuche, fast die ganze Zeit ununterbrochen beleuchtet.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.				
			von—bis					von—bis				
30. Mai	8 Abend	25,50	von—bis		1. Juni	6 Morgen	28,40	von—bis				
	9		8—10	0,15		7		6—8	0,80			
	10					8						
	11		10—12	0,32		9		8—10	0,75			
	12 Nacht					10						
	1		12—2	0,55		11		10—12				
	2					12 Mittag		28,60				
	3		2—4	1,00		1		12—2	0,88			
	4					2		28,80				
	5		4—6	1,35		3		2—4	0,95			
	31. Mai		6 Morgen	26,20		6—8		1,40	4		4—6	0,86
			7						5			
8		26,40	8—10	1,45	6 Abend	29,20						
9					7	29,20	6—8	0,60				
10					8							
11		27,05	10—12	1,58	9		8—10	0,30				
12 Mittag					10 <sup>1)</sup>							
1					11		10—12	0,15				
2		27,60	12—2	1,50	12 Nacht							
3			2—4	1,30	1		12—2	0,35				
4					2							
5		4—6	1,50	4—6	1,50	3		2—4	0,30			
6 Abend	28,10	6—8	0,85	4		4—6	0,35					
7				5								
8	28,15	8—10	0,35	6 Morgen		6—8	0,25					
9				7								
10				8		8—10	0,37					
11				9								
12 Nacht				10	26,70							
1			12—2	0,21	11		10—12	0,28				
2					12 Mittag	26,70						
3			2—4	0,38	1		12—2	0,58				
4					2	26,70						
5			4—6	0,75								

1) Seit 10 Uhr Nachts die Beleuchtung unterbrochen.

Wie beim vorigen Versuche ist in Folge der ununterbrochenen Beleuchtung keine Aenderung in der Wachstumsperiodicität zu bemerken.

Tabelle 10.

Kräftige Pflanze von *Gesneria tubiflora*, deren Stengel ca. 40 Cm. lang war. Um 8 U. Abends wurde die Pflanze ins dunkle Versuchszimmer gebracht und mit dem Apparate verbunden. Während der Tagesstunden, um welche voraussichtlich die Wachstumsmaxima kommen sollten, wurde die Pflanze mit 5 symmetrisch um sie gestellten Stearinkerzen beleuchtet; für die übrige Zeit wurde die Beleuchtung unterbrochen und die Pflanze blieb im Dunklen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.						
			von—bis					von—bis						
27. Mai	8 Abend	26,20	von—bis		28. Mai	1 Nacht		12— 2	0,11					
	9		8—10	0,05		2								
	10					3		2— 4	0,17					
	11		10—12	0,05		4								
	12 Nacht					5		4— 6	0,13					
	1		12— 2	0,11		29. Mai		6 Morgen	26,25	6— 8	0,08			
	2		2— 4	0,21				7 <sup>1)</sup>						
	3		4— 6	0,28				8		8—10	0,54			
	4							9						
	5		6— 8	0,30				10						
	28. Mai		6 Morgen	26,17				10—12		0,65	11	26,50	10—12	0,65
			7 <sup>1)</sup>					6— 8		0,30	12 Mittag	26,97	12— 2	0,40
8		8—10	0,13		1									
9		10—12	0,57		2 <sup>2)</sup>		2— 4	0,36						
10					3		4— 6	0,23						
11		26,60	10—12		0,80		4							
12 Mittag		27,37	12— 2		0,80		5	6 Abend		6— 8	0,10			
1			2— 4		0,79	6								
2			4— 6		0,56	7	26,97	8—10	0,08					
3						8								
4			6— 8		0,44	9								
5			8—10		0,39	10								
6 Abend <sup>2)</sup>	27,90		10—12	0,14	11		10—12	0,05						
7	27,60		6— 8	0,44	12 Nacht		12— 2	0,07						
8					1									
9					2		2— 4	0,03						
10					3									
11					4		4— 6	0,03						
12 Nacht				5										

1) Um 7 Uhr Morgens die Pflanze beleuchtet.

2) Um 6 Uhr die Beleuchtung unterbrochen.

1) Um 7 Uhr Morgens die Pflanze wieder beleuchtet.

2) Um 2 Uhr Nachmittags die Beleuchtung unterbrochen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
30. Mai	6 Morgen	26,25	von—bis		30. Mai	11	26,18	von—bis	
	7		6— 8	0,05		12 Mittag		10—12	0,18
	8					1	12— 2	0,25	
	9			8—10		0,17	2	26,25	
	10	26,18							

Tabelle 11.

A (Taf. II, C I und II).

Am 21. Juni, Abends, wurden zwei kräftige *Gesneria tubiflora* mit ca. 20 Cm. hohen Stengeln ins dunkle Zimmer gebracht und frei stehen gelassen. Am 26. Juni (nach 5-tägiger Verfinsterung), spät Abends (als es schon dunkel wurde), wurde die eine von den Pflanzen, *a*, an das Fenster eines hellen Zimmers gestellt, wo sie vom frühen Morgen des nächsten Tages (27. Juni) vom Lichte getroffen wurde. Die andere Pflanze, *b*, wurde erst um 10 Uhr Vormittags (den 27. Juni) dem Lichte ausgesetzt. Die Pflanze *a* blieb bis 2 Uhr Nachmittags, die Pflanze *b* — bis 8 Uhr Abends (beide also ungefähr 10 Stunden lang) am Lichte stehen, dann wurde jede in das dunkle Versuchszimmer zurückgebracht und die Messung der Zuwächse sogleich angefangen. Das während des Tages ziemlich schwache Licht wurde durch die hinter die Pflanzen gestellten Spiegel verstärkt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
27. Juni	2 Nach-	26,40	von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>	27. Juni	4 Nacht		von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>
	3 mittag		2— 4	0,16			5		4— 6	0,13	0,06
	4				28. Juni		6 Morgen				
	5		4— 6	0,22			7	6— 8	0,20	0,05	
	6 Abend						8	25,65	8—10	0,17	0,05
	7		6— 8	0,23			9				
	8	26,50					10	25,45	10—12	0,22	0,03
	9		8—10	0,24			0,21	11			
	10						12 Mittag	25,40	12— 2	0,23	0,08
	11		10—12	0,15			0,08	1			
	12 Nacht						2	25,33	2— 4	0,35	0,13
	1		12— 2	0,15			0,10	3			
	2							4			
3		2— 4	0,12	0,10	5		4— 6	0,50	0,30		

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
29. Juni	6 Abend	24,80	von—bis	a.	b.	29. Juni	8 Abend	23,60	von—bis	a.	b.	
	7		6—8	0,33	0,30		9		8—10	1,40	1,20	
	8		8—10	0,30	0,32		10		10—12	1,16	1,25	
	9		10—12	0,30	0,42		11		12 Nacht	12—2	1,00	1,25
	10		12—2	0,60	0,30		12		1	2—4	0,97	1,53
	11		2—4	0,76	0,26		3		4	4—6	1,10	1,40
	12 Nacht		4—6	0,70	0,23		5		6 Morgen	6—8	1,10	1,45
	1		6—8	0,90	0,34		7		8	8—10	1,07	1,35
	2		8—10	1,05	0,52		9		10	10—12	1,07	1,46
	3		10—12	1,15	0,88		11		12 Mittag	12—2	1,17	1,25
	4		12—2	1,30	1,03		12		1	2—4	1,65	1,25
	5		2—4	1,23	1,03		3		4	4—6	1,37	1,27
	6		4—6	1,25	0,90		5		6 Abend	6—8		1,37
	7		6—8	1,30	1,00		7		8			

B. (Taf. II,  $DI^2$ .)

Nach dem Schlusse der Beobachtungsreihe wurde die Pflanze *a* spät Abends nochmals an das Fenster gestellt, wo sie den ganzen folgenden Tag am Lichte stehen blieb. Um 8 Uhr Abends wurde die Pflanze wieder verdunkelt und die Messungen fortgesetzt. Diesemal war also die Pflanze ungefähr 16 Stunden der Lichteinwirkung ausgesetzt. Das ziemlich intensive Licht wurde noch durch den Spiegel verstärkt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
1. Juli	8 Abend	23,00	von—bis		1. Juli	10 Abend		von—bis	
	9		8—10	0,05		11		12—2	0,03

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—	bis				von—	bis
1. Juli	12 Nacht		12—	2 0,03	3. Juli	7 Morgen		6—	8 0,15
	1					8	22,93		
	2					9		8—	10 0,23
	3		2—	4 0,02		10			
	4					11	22,93	10—	12 0,45
2. Juli	5		4—	6 0,02	12 Mittag				
	6 Morgen				1	23,00	12—	2 0,65	
	7		6—	8 0,02	2				
	8	22,80			3		2—	4 0,42	
	9		8—	10 0,03	4				
	10	22,77			5		4—	6 0,32	
	11		10—	12 0,02	6 Abend				
	12 Mittag	22,80			7		6—	8 0,20	
	1		12—	2 0,05	8	23,40			
	2	22,85			9		8—	10 0,20	
	3		2—	4 0,15	10				
	4				11		10—	12 0,32	
5		4—	6 0,35	12 Nacht					
6 Abend				1		12—	2 0,32		
7		6—	8 0,38	2					
8	23,00			3		2—	4 0,38		
9		8—	10 0,40	4					
10				5		4—	6 0,50		
11		10—	12 0,27	6 Morgen					
12				7	23,40	6—	8 0,62		
1		12—	2 0,15	8					
2 Nacht				9		8—	10 0,73		
3		2—	4 0,12	10					
4				11		10—	12 0,76		
5		4—	6 0,15	12 Mittag	23,48				
3. Juli	6 Morgen								

Tabelle 12.

A.

Zwei kräftige Pflanzen von *Gesneria tubiflora* wurden ins dunkle Zimmer gestellt und 4 Tage lang frei stehen gelassen. Nach Verlauf dieser Zeit wurden die Pflanzen in den Apparat eingeführt und gemessen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
6. Juli	12 Mittag	21,28				7. Juli	2 Nacht	21,30			
	1		12— 2	0,64	0,28		3		2— 4	0,92	0,07
	2	21,10					4	21,30			
	3		2— 4	0,66	0,22		5 <sup>1)</sup>		4— 6	0,90	0,07
	4	21,15					8. Juli	6 Morgen	21,27		
	5		4— 6	0,73	0,22	7			6— 8	1,05	
	6 Abend	21,22				8		21,22			
	7		6— 8	0,75	0,28	9			8—10	1,20	
	8	21,22				10		21,10			
	9		8—10	0,85	0,28	11			10—12	1,10	
	10	21,22				12 Mittag		21,20			
	11		10—12	0,75	0,28	1 <sup>2)</sup>		12— 2	1,10		
12 Nacht	21,22				2	21,22					
1		12— 2	0,45	0,15	3		2— 4	1,03			
7. Juli	2	21,20				4	21,25				
	3		2— 4	0,35	0,10	5		4— 6	1,13		
	4	21,18				6 Abend	21,28				
	5		4— 6	0,30	0,07	7		6— 8	1,25		
	6 Morgen	21,10				8	21,30				
	7		6— 8	0,45	0,08	9		8—10	1,27		
	8	21,05				10	21,30				
	9		8—10	0,80	0,08	11		10—12	1,17		
	10	21,03				12 Nacht	21,28				
	11		10—12	1,25	0,16	1		12— 2	1,05		
	12 Mittag	21,07				2	21,25				
	1		12— 2	1,35	0,17	3		2— 4	1,00		
2	21,12				4	21,22					
3		2— 4	1,28	0,10	5		4— 6	0,80			
4	21,15				9. Juli	6 Morgen	21,15				
5		4— 6	1,10	0,10		7		6— 8	0,92		
6 Abend	21,22					8	21,07				
7		6— 8	0,96	0,13		9		8—10	0,95		
8	21,30					10	21,03				
9		8—10	1,00	0,13		11		10—12	1,00		
10	21,32					12	20,98				
11		10—12	0,95	0,12							
12 Nacht	21,32										
1		12— 2	0,88	0,10							

1) Das weitere Messen der Pflanze *b* eingestellt.  
2) Um 2 Uhr die Trommel gewechselt.

Nach 4-tägiger Verdunkelung liess die Pflanze *a* nur eine vollkommen scharf ausgesprochene Wachstumsperiode zu Stande kommen. Das weitere Wachstum wurde schon unregelmässig und die täglichen Perioden nur undeutlich zu erkennen.

Um die, wenn auch nur wenig wahrscheinliche Möglichkeit zu prüfen, dass das Wiederherstellen der Periodicität bei den dem Lichte eine Zeit lang ausgesetzten Pflanzen, nicht von der Lichteinwirkung selbst, sondern von dem Umstande abhängt, dass nach einer genügend langer Unterbrechung die Pflanze auf die mechanischen Störungen wieder empfindlicher wird, wurde noch der folgende Versuch angestellt.

## B.

Die Pflanzen der vorigen Beobachtungsreihe wurden nach Abschluss derselben befreit und noch 2 Tage lang im Finstern ruhig stehen gelassen. Dann wurden die Stengel wieder mit Gewichten angespannt und die Zuwächse gemessen. Der Versuch wurde mit der Pflanze *a* am Vormittag, mit der Pflanze *b* — am Abend angefangen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>				von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>
11. Juli	10 Morgen	21,05	von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>	12. Juli	1 Mittag		12— 2	1,15	0,75
	11		10—12	0,70			2	21,45			
	12 Mittag	21,10					3		2— 4	1,30	0,90
	1		12— 2	0,62			4	21,55			
	2	21,16					5		4— 6	1,30	1,07
	3		2— 4	0,55			6 Abend	21,75			
	4	21,32					7		6— 8	1,35	1,10
	5		4— 6	0,54			8	21,83			
	6 Abend	21,40					9		8—10	1,48	1,07
	7		6— 8	0,52			10	21,85			
	8	21,75					11		10—12	1,62	1,10
	9		8—10	0,32	0,65		12 Nacht	21,85			
10	21,60				1		12— 2	1,50	1,13		
11		10—12	0,45	0,72	2	21,85					
12 Nacht	21,70				3		2— 4	1,37	1,02		
1		12— 2	0,55	0,58	4	21,75					
2	21,70				5		4— 6	1,35	1,00		
3		2— 4	0,70	0,50	13. Juli	6 Morgen	21,60				
4	21,70				7		6— 8	1,30	1,07		
5		4— 6	0,87	0,42	8	21,55					
6 Morgen	21,70				9		8—10	1,30	1,03		
7		6— 8	1,15	0,42	10	21,40					
8	21,68				11		10—12	1,20	1,00		
9		8—10	1,12	0,53	12 Mittag	21,27					
10	21,60				1		12— 2	1,10	1,10		
11		10—12	1,20	0,65	2	21,25					
12 Mittag	21,52										

Nach Beginn der Beobachtungsreihe ist bei jeder Pflanze zuerst das Fallen, dann wieder ebenso ununterbrochenes Steigen der Wachstumsintensität zu bemerken. Auf eine gewisse Höhe angelangt, bleibt aber diese Intensität ungefähr stationär. Von den täglichen Perioden ist keine Andeutung vorhanden.

Tabelle 13.

A. (Taf. II, A I und II).

Zwei erwachsene Pflanzen von *Gesneria tubiflora* mit ca. 45 Cent. hohen Stengeln. Die eine von den Pflanzen, *a*, wurde um 8 Uhr Abends verdunkelt und zum Messen vorbereitet. Mit der anderen Pflanze, *b*, wurde dasselbe erst um 8 Uhr Morgens des nächsten Tages vorgenommen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>				von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>	
16. Juni	8 Abend	23,80	von—bis			17. Juni	9 Abend		von—bis			
	9		8—10	0,18			10		8—10	0,50	0,07	
	10						11		10—12	0,26	0,08	
	11		10—12	0,18			12 Nacht					
	12 Nacht						1		12— 2	0,10	0,14	
	1		12— 2	0,10			2					
	2						3		2— 4	0,10	0,62	
	3		2— 4	0,07			4					
	4						5		4— 6	0,12	1,35	
	5		4— 6	0,05			18. Juni		6 Morgen			
	6 Morgen								7	6— 8	0,40	1,15
	7								8		23,65	
8	23,77			9	8—10	1,05		0,96				
9				10								
10	23,80			11	23,40	10—12		1,50	0,82			
11				12 Mittag								
12 Mittag	23,85			1	23,20	12— 2		1,46	0,47			
1				2	23,17							
2	24,00			3		2— 4	1,22	0,52				
3				4								
4				5		4— 6	0,98	0,30				
5				6 Abend								
6 Abend				7		6— 8	0,82	0,30				
7				8	22,90							
8	24,18			9		8 —10	0,75	0,45				

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
18. Juni	10 Abend		von—bis	a.	b.	19. Juni	3 Mittag	22,55	von—bis	a.	b.
	11		10—12	0,82	0,72		4		2—4	1,30	0,98
	12 Nacht						5		4—6	1,02	1,20
	1		12—2	1,00	0,86		6 Abend				
	2						7		6—8	1,05	1,47
	3		2—4	1,15	0,90		8		22,80		
19. Juni	4	22,38	4—6	1,25	1,03	9	8—10	1,03	1,30		
	5					10					
	6 Morgen					11	10—12	1,05	1,32		
	7		6—8	1,45	0,87	12 Nacht					
	8		8—10	1,35	0,80	1	12—2	1,07	1,27		
	9					2					
	10					3	2—4	1,12	1,27		
	11 <sup>1)</sup>		22,40	10—12	1,30	0,77	4				
12 Mittag	22,45	12—2	1,20	0,78	5	4—6	1,38	1,10			
1					20. Juni	6 Morgen					
2					7	6—8	1,32				
					8	22,80					

1) Um 11 Uhr bei *a* die Trommel gewechselt.

B. (Taf. II, B I<sup>2</sup> und II<sup>2</sup>).

Um 8 Uhr Morgens wurden die Messungen unterbrochen und die Pflanze *b* sogleich dem Lichte ausgesetzt. Die Pflanze *a* wurde erst um 2 Uhr Nachmittags auf dem besonnten Fenster ausgestellt und beide blieben bis 8 Uhr Abends am Lichte stehen; sodann wurden sie verdunkelt und das Messen wieder angefangen. Die Pflanze *b* wurde also 12 Stunden, die Pflanze *a*, — 6 Stunden lang beleuchtet. Der Himmel war wolkenfrei, das starke Licht durch die Spiegel auf die Pflanze reflectirt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
20. Juni	8 Abend	23,60	von—bis	a.	b.	21. Juni	5 Nacht	23,58	von—bis	a.	b.	
	9		8—10	0,06	0,11		6 Morgen		4—6	0,10	0,15	
	10						7		6—8	0,22	0,53	
	11		10—12	0,05	0,12		8					
	12 Nacht						9		8—10	0,24	0,40	
	1		12—2	0,07	0,11		10					
	2						11		23,60	10—12	0,45	0,47
	3		2—4	0,08	0,08		12 Mittag					
4				1	23,70	12—2	0,58	0,52				

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
21. Juni	2 Mittag	24,25	von—bis	a.	b.	22. Juni	2 Nacht	25,58	von—bis	a.	b.	
	3		2— 4	0,73	0,72		3		2— 4	0,77	0,18	
	4						4					
	5		4— 6	0,76	1,03		5		4— 6	0,62	0,33	
	6 Abend						23. Juni		6 Morgen			
	7		6— 8	1,00	1,25				7	6— 8	0,80	0,30
	8						8					
	9		8— 10	1,02	1,32		9		8— 10	0,88	0,38	
	10						10					
	11		10— 12	0,77	1,45		11		10— 12	0,85	0,35	
	12 Nacht						12 Mittag					
	1		12— 2	0,72	1,52		1		12— 2	0,92	0,57	
2				2								
22. Juni	3	24,50	2— 4	0,42	1,20	3	2— 4	0,82	0,80			
	4					4						
	5		4— 6	0,55	1,42	5	4— 6	1,00	0,80			
	6 Morgen					6 Abend						
	7		6— 8	0,55	1,50	7	6— 8	0,93	0,73			
	8 <sup>1)</sup>					8 <sup>1)</sup>						
	9		8— 10	1,02		9	8— 10	0,80	0,65			
	10					10						
	11		10— 12	1,37		11	10— 12	1,10	0,55			
	12 Mittag		24,65			12 Nacht						
	1		12— 2	1,38		1	12— 2	0,72	0,55			
	2		24,80			2						
3	25,25	2— 4	1,20		3	2— 4	1,10	0,40				
4					4							
5		4— 6	1,05		5	4— 6	1,08	0,30				
6 Abend					24. Juni	6 Morgen						
7		6— 8	1,32			7	6— 8	0,90	0,42			
8					8							
9		8— 10	1,05	0,28	9	8— 10	0,82	0,58				
10					10							
11		10— 12	0,93	0,25	11	10— 12	0,80	0,75				
12 Nacht					12 Mittag							
1		12— 2	0,88	0,22	1	12— 2	0,62	0,87				
					2							
				3	2— 4	0,60	0,72					
				4								
				5	4— 6	0,70	0,70					
				6 Abend								

1) Die Pflanze a, welche nach 6-stündiger Beleuchtung keine Periodicität bis jetzt erkennen liess, wurde um 8 Uhr Morgens nochmals dem starken, durch einen Spiegel reflectirten Lichte ausgesetzt. Um 8 Uhr Abends (nach 12-stündiger Beleuchtung), wurde die Pflanze wieder verdunkelt und die Messungen fortgesetzt. (Taf. II, B I<sup>3</sup>).

1) Um 8 Uhr bei b die Trommel gewechselt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
24. Juni	7 Abend	25,65	6—8	0,55	0,70	24. Juni	4 Nacht	25,38	4—6	0,37	0,60	
	8		8—10	0,57	0,87	25. Juni	6 Morgen		6—8	0,35	0,60	
	9		10—12	0,67	0,88	25. Juni	7		8	8—10	0,33	0,55
	10		12—2	0,53	0,85	25. Juni	8		10	10—12	0,17	0,65
	11		2—4	0,65	0,72	25. Juni	11		12 Mittag	25,35		
	12 Nacht											
	1											
	2											
	3											

Tabelle 14.

A.

Ein Topf mit einer starken Pflanze von *Gesneria tubiflora* wurde ins dunkle Zimmer gestellt, nach ungefähr  $3\frac{1}{2}$  Tage lang dauernder Verfinsternung wurde die Pflanze in den Apparat eingeschaltet und die Messung der Zuwächse begonnen. Der Stengel der Versuchspflanze ist ca. 50 Cm. hoch.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis					von—bis			
18. Juni	12 Mittag	22,75	12—2	2,35	19. Juni	6 Morg. <sup>1)</sup>	21,97	6—8			
	1	22,62	2—4	3,13		7	21,90	8—10	3,50		
	2		4—6	3,32		8	21,90	10—12	3,17		
	3	22,45	6—8	3,38		9	21,90	12 Mittag	21,90	12—2	3,47
	4		8—10	3,68		10		21,97	2—4	3,52	
	5	22,38	10—12	3,55		11	22,03	4—6	3,92		
	6 Abend		12—2	3,60		12		22,06	6—8	3,90	
	7	22,30	2—4			1	22,08	8—10	3,50		
	8		4—6			2					
	9	22,20				3					
	10					4					
	11	22,14				5					
	12 Nacht					6					
	1	22,06				7					
	2					8					
3				9							
4											
5											

1) Von 2—8 Uhr wurde das Registriren durch einen kleinen Zufall unterbrochen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
19. Juni	10 Abend	22,08	von—bis		20. Juni	6 Morgen	22,04	von—bis	
	11		10—12	3,65		7		6—8	4,05
	12 Nacht	22,08				8	22,04		
	1		12—2	4,10		9		8—10	3,35
	2	22,08				10	22,08		
	3		2—4	3,90		11		10—12	3,32
	4	22,08				12 Mittag	22,08		
5	4—6		3,85						

Nach einer verhältnissmässig nur kurz dauernden Verdunkelung ist bei dieser Pflanze keine tägliche Periodicität mehr zu bemerken; an deren Stelle treten nur starke secundäre Schwankungen hervor. Das tiefe Etiolement der Pflanze lässt sich auch an der ungemainen Intensität des Wachsthums derselben erkennen.

## B.

Nachdem die Beobachtung um Mittagszeit abgebrochen wurde, wurde die Pflanze an das helle Tageslicht gestellt, wo sie bis 7 Uhr Abends stehen blieb. Um diese Zeit wurde sie aber wieder ins dunkle Zimmer gebracht und die Messungen fortgesetzt:

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
20. Juni	8 Abend	22,45	von—bis		21. Juni	12 Mittag	22,70	von—bis	
	9		8—10	0,58		1		12—2	1,42
	10	22,45				2	22,75		
	11		10—12	0,61		3		2—4	0,93
	12 Nacht	22,48				4	22,83		
	1		12—2	0,36		5		4—6	1,00
	2	22,48				6 Abend	22,92		
	3		2—4	0,36		7		6—8	1,14
	4	22,50				8	23,00		
	5		4—6	0,40		9		8—10	1,45
21. Juni	6 Morgen	22,50			10	23,07			
	7		6—8	0,55	11		10—12	1,70	
	8	22,54			12 Nacht	23,10			
	9		8—10	0,78	1		12—2	2,03	
	10	22,60			2	23,13			
	11		10—12	1,00	3		2—4	1,88	

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
21. Juni	4 Nacht	23,13			22. Juni	7 Morgen	23,20	6—8	2,85
	5		4—6	2,85		8			
22. Juni	6 Morgen	23,13							

Das Wachstum steigt fast ununterbrochen; tägliche Perioden sind nicht zu bemerken.

## C.

Um 8 Uhr Morgens wurde die Pflanze nochmals an das Licht gestellt, wo sie den ganzen Tag über stehen blieb. Um 8 Uhr Abends wurde die Pflanze wieder verfinstert und die Messung der Zuwächse von neuem begonnen:

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis					von—bis		
22. Juni	8 Abend	23,70			23. Juni	3 Mittag		2—4	1,47	
	9		8—10	0,48		4	24,25			
	10	23,80				5	24,27	4—6	1,60	
	11		10—12	0,38		6 Abend				
	12 Nacht	23,85				7	24,27	6—8	1,67	
	1		12—2	0,35		8				
	2	23,90				9	24,27	8—10	1,68	
	3		2—4	0,60		10				
	4	23,90				11	24,25	10—12	1,66	
	5		4—6	0,57		12 Nacht				
	23. Juni	6 Morgen	23,94				1	24,23	12—2	1,70
		7		6—8		0,72	2			
8		24,00			3	24,20	2—4	1,40		
9			8—10	0,70	4					
10		24,05			5	24,20	4—6	1,00		
11			10—12	0,70	6 Morgen					
12 Mittag		24,15			7	24,18	6—8	0,90		
1			12—2	1,23	8					
2		24,25								

Das Wachstum zeigt diesmal anfangs ein rasches Steigen und dann ein plötzliches Fallen, was wahrscheinlich eine tägliche Periode vorstellt, denn das Aufhören des Wachstums eines Sprosses kommt nie auf eine so plötzliche Weise zu Stande. Leider wurde die Beobachtung abgebrochen, bevor eine vollständige Wachstumsperiode sich bilden konnte.

Tabelle 15.

Zwei einander sehr ähnliche Pflanzen von *Gesneria tubiflora* wurden 12 Tage lang so behandelt, dass die eine von ihnen, *a*, nur vom frühen Morgen bis Mittag, die andere, *b*, nur vom Mittag bis Abend dem Lichte ausgesetzt, die übrige Zeit im Dunklen gehalten wurden. Am letzten Tage wurden beide Pflanzen über Nacht am Fenster stehen gelassen, so dass sie vom frühen Morgen etwa 4 Stunden lang gleichzeitig beleuchtet wurden. Um 8 Uhr Morgens wurden sie sodann beide ins dunkle Versuchszimmer gebracht und die Messung der Zuwächse angefangen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>				von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>
24. Juni	8 Morgen	24,28				25. Juni	2 Mittag	24,27			
	9		8—10	0,39	0,36		3		2—4	0,33	0,80
	10	24,20					4	24,35	4—6	0,15	0,66
	11		10—12	0,65	0,60		5		6—8	0,10	0,77
	12 Mittag	24,20					6 Abend	24,40	8—10	0,20	1,57
	1		12—2	0,86	0,25		7		10—12	0,34	2,40
	2	24,20					8	24,45	12—2	0,55	2,14
	3		2—4	0,78	0,17		9		2—4	0,55	1,85
	4	24,30					10	24,50	4—6	0,58	2,05
	5		4—6	0,32	0,13		11		6—8	0,36	2,08
	6 Abend	24,30					12 Nacht	24,53	8—10	0,32	1,95
	7		6—8	0,20	0,10		1		10—12	0,27	2,07
8	24,32				2	24,53	12—2	0,22	2,30		
9		8—10	0,11	0,10	3		2—4	0,21	2,53		
10	24,32				4	24,53	4—6	0,17	2,76		
11		10—12	0,08	0,28	5		6—8	0,15	2,66		
12 Nacht	24,30				6 Morgen	24,50					
1		12—2	0,05	0,82	7		6—8	0,36	2,08		
2	24,30				8	24,50	8—10	0,32	1,95		
3		2—4	0,27	1,35	9		10—12	0,27	2,07		
4	24,27				10	24,55	12—2	0,22	2,30		
5		4—6	0,76	1,57	11		2—4	0,21	2,53		
25. Juni	6 Morgen	24,25				12 Mittag	24,65				
7		6—8	0,82	1,56	1		12—2	0,22	2,30		
8	24,25				2	24,75	2—4	0,21	2,53		
9		8—10	0,73	1,35	3		4—6	0,17	2,76		
10	24,23				4	24,78	6—8	0,15	2,66		
11		10—12	0,54	1,37	5						
12 Mittag	24,23				6 Abend	24,84					
1		12—2	0,52	1,17	7						

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
26. Juni	8 Abend	24,86				27. Juni	9 Morgen				
	9		8—10	0,10	2,55		10	24,95	8—10	0,06	2,98
	10	24,90					11		10—12	0,06	2,60
	11		10—12	0,10	2,30		12 Mittag	25,05			
	12 Nacht	24,90					1		12— 2		2,70
	1		12— 2	0,10	2,15		2	25,10			
	2	24,90					3		2— 4		2,48
	3		2— 4	0,07	2,18		4	25,13			
	4	24,86					5		4— 6		2,40
27. Juni	5		4— 6	0,10	2,16	6 Abend	25,13				
	6 Morgen	24,85				7		6— 8		2,40	
	7		6— 8	0,06	2,20	8	25,07				
	8	24,83									

Die Perioden der beiden Pflanzen zeigen sich nur um 2 Stunden gegen einander verschoben, also weniger als in der Regel die Perioden der Pflanzen, welche bei normalen Verhältnissen gewachsen und dann zu verschiedener Tageszeit verdunkelt wurden. Die am Nachmittag beleuchtet gewesene Pflanze (b) zeigt dabei ihre Maxima und Minima regelmässig früher eintreten, was schwer zu deuten ist.

Tabelle 16 (Taf. III).

*Gesneria tubiflora*. Das Wachstum bei normal wechselnder, aber nur schwacher Beleuchtung. Die Pflanzen standen an der Hinterwand eines grossen, nur durch ein Fenster beleuchteten Versuchszimmers. Um den Heliotropismus zu verhindern wurden ausserdem vor die Pflanzen, Schirme aus einem sehr durchsichtigen Zeuge gestellt; von hinten das Licht durch Spiegel reflectirt. Am vierten Versuchstage wurde das Zimmer vollständig verdunkelt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
1. Juni	8 Morgen	25,10				1. Juni	3 Mittag				
	9		8—10	0,55	0,64		4	25,40	2— 4	2,00	1,65
	10	25,20					5		4— 6	2,05	1,95
	11		10—12	0,50	0,40		6 Abend	25,45			
	12 Mittag	25,25					7		6— 8	1,24	1,62
	1		12 —2	1,07	0,95		8	25,45			
	2	25,30					9		8—10	0,97	0,85

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
1. Juni	10 Abend	25,40				3. Juni	2 Mittag	24,60			
	11		10—12	0,75	0,37		3		2— 4	1,60	2,10
	12 Nacht	25,40					4	24,60			
	1		12— 2	0,81	0,82		5		4— 6	1,40	1,75
	2	25,40					6 Abend	24,53			
2. Juni	3		2— 4	1,30	0,65	7		6— 8	1,62	1,20	
	4	25,35				8	24,43				
	5		4— 6	1,50	1,20	9		8—10	1,55	1,55	
	6 Morgen	25,33				10	24,35				
	7		6— 8	2,24	1,72	11		10—12	1,52	1,35	
	8	25,33				12 Nacht	24,25				
	9		8—10	2,12	2,80	1		12— 2	1,61	1,42	
	10	25,32				2	24,15				
	11		10—12	2,20	3,00	3		2— 4	1,75	1,45	
	12 Mittag	25,30				4	24,10				
	1		12— 2	2,40	2,37	5		4— 6	1,87	1,70	
	2	25,30				4. Juni	6 Morgen	24,00			
3		2— 4	2,28	2,60	7			6— 8	1,70	1,21	
4	25,30				8 <sup>1)</sup>		24,00				
5		4— 6	2,05	1,90	9			8—10	1,38	0,95	
6 Abend	25,20				10		23,98				
7		6— 8	1,80	2,27	11			10—12	1,90	1,80	
8 <sup>1)</sup>	25,10				12 Mitt. <sup>2)</sup>		23,95				
9		8—10	1,46	1,46	1			12— 2	1,73	2,07	
10	25,00				2		23,92				
11		10—12	1,16	1,30	3			2— 4	2,28	2,10	
12 Nacht	24,90				4		23,90				
1		12— 2	0,62	1,20	5			4— 6	2,21	2,10	
2	24,84				6 Abend	23,80					
3		2— 4	0,97	0,83	7		6— 8	2,14	1,87		
4	24,75				8	23,75					
5		4— 6	1,33	1,10	9		8—10	2,11	1,82		
3. Juni	6 Morgen	24,67				10	23,65				
	7		6— 8	1,70	0,77	11		10—12	2,22	2,00	
	8	24,62				12 Nacht	23,60				
	9		8—10	2,38	2,31	1		12— 2	2,25	2,10	
	10	24,60				2	23,50				
	11		10—12	2,03	2,40	3		2— 4	1,56	1,80	
	12 Mittag	24,57				4	23,38				
1		12— 2	2,00	2,66	5		4— 6	1,73	1,60		

1) Um 8 Uhr bei *a* und *b* die Zeiger gehoben.1) Um 8 U. die Zeiger bei *a* u. *b* nach oben verstellt.  
2) Um 12 U. das Versuchszimmer tief verdunkelt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
5. Juni	6 Morgen	23,30	von—bis	a.	b.	5. Juni	9 Abend		8—10	3,05	1,73	
	7		6—8	1,50	1,80		10	23,07				
	8	23,22					11		10—12	2,60	1,65	
	9		8—10	1,60	1,70		12 Nacht	23,02				
	10	23,15					1		12—2	2,48	1,10	
	11		10—12	1,78	1,57		2	22,97				
	12 Mittag	23,13					3		2—4	1,80	1,20	
	1		12—2	1,65	1,58		4	22,90				
	2 <sup>1)</sup>	23,13					5		4—6	1,80	1,00	
	3		2—4	2,10	1,10		6. Juni	6 Morgen	22,84			
	4	23,13					7		6—8	1,40	0,93	
	5		4—6	2,50	1,95		8	22,78				
6 Abend	23,13				9		8—10	1,60	1,05			
7		6—8	2,60	1,75	10	22,73						
8	23,10				11		10—12	1,40	0,90			
					12 Mittag	22,75						
					1		12—2		0,76			
					2	22,80						

1) Um 2 Uhr die Zeiger bei *a* und *b* nach oben ver-  
stellt.

Tabelle 17.

Um 8 Uhr Abends wurden zwei Pflanzen von *Gesneria tubiflora* verdunkelt und das Messen angefangen. Bei der einen Pflanze, *a*, ist der (etwa 40 Cm. hohe) Stengel mit einem Gewichte von 10 Gr., bei der anderen, *b*, (der Stengel ca. 36 Cm. hoch) mit einem solchen von 30 Gr. angezogen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
9. Juni	8 Abend	23,24	von—bis	a.	b.	10. Juni	6 Morgen	22,97	von—bis	a.	b.
	9		8—10	0,15	0,88		7		6—8	0,06	0,45
	10	23,13					8	22,90			
	11		10—12	0,13	0,40		9		8—10	0,08	0,36
	12 Nacht	23,08					10	22,88			
	1		12—2	0,10	0,29		11		10—12	0,10	0,65
	2	23,08					12 Mittag	22,92			
	3		2—4	0,06	0,25		1		12—2	0,32	1,30
	4	23,03					2	22,92			
	5		4—6	0,30	0,36		3		2—4	0,80	1,70

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
10. Juni	4 Mittag	22,94	von—bis	a.	b.	11. Juni	12 Mittag	22,52	von—bis	a.	b.
	5		4—6	1,00	1,46		1		12—2		1,33
	6 Abend	22,95	6—8	0,85	0,96		2	22,52	2—4		1,18
	7		8—10	0,45	0,72		3		4—6		1,25
	8	22,95	10—12	0,20	0,76		4	22,54	6—8		1,40
	9		12—2	0,12			5		8—10		1,74
	10	22,92	2—4	0,05			6 Abend	22,56	10—12		1,72
	11		4—6				7		12—2		1,95
	12 Nacht	22,88	6—8		1,60		8	22,60	2—4		1,95
	1		8—10		1,78		9		4—6		1,66
	2	22,81	10—12		1,65		10	22,58	6—8		1,35
3					11						
4	22,74				12 Nacht	22,57					
5					1						
6 Morgen	22,66				2	22,56					
7					3						
8	22,58				4	22,55					
9					5						
10	22,52				6 Morgen	22,52					
11					7						
					8	22,52					

Die Periodicität verläuft bei der mit 30 Gr. Gewicht angespannten Pflanze (b) in ganz normaler Weise; das erste Maximum fällt mit dem der anderen Pflanze (a) fast vollkommen zusammen.

Tabelle 18.

Zwei Pflanzen von *Gesneria tubiflora*: bei der einen, a, ist der 45 Cm. hohe Stengel mit einem Gewichte von 30 Gr., bei der anderen, b, — mit einem Gewichte von 10 Gr. angespannt. Die Pflanzen wurden um 8 Uhr Abends verdunkelt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
9. Juni	8 Abend	23,78	von—bis	a.	b.	9. Juni	1 Nacht		von—bis	a.	b.	
	9		8—10	0,18	0,17		2		12—2	0,08	0,10	
	10						3		2—4	0,06	0,07	
	11			10—12	0,13		0,10	4				
	12 Nacht							5		4—6	0,06	0,05

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
10. Juni	6 Morgen					11. Juni	2 Mittag				
	7		6—8	0,15	0,16		3	23,10	2—4	2,10	2,55
	8	23,08					4				
	9		8—10	0,20	0,42		5		4—6	2,00	2,85
	10						6 Abend				
	11	23,00	10—12	0,25	0,60		7		6—8	1,58	2,67
	12 Mittag	23,05					8 <sup>1)</sup>	23,38			
	1		12—2	0,65	1,25		9		8—10	1,26	3,23
	2	23,17					10				
	3		2—4	1,15	1,70		11		10—12	1,40	3,33
	4						12 Nacht				
	5		4—6	1,70	2,13		1		12—2	1,60	3,55
6 Abend					2						
7	23,45	6—8	2,10	1,73	3		2—4	1,52	3,78		
8	23,48				4						
9		8—10	1,97	1,60	5		4—6	1,57	3,80		
10					12. Juni	6 Morgen					
11		10—12	1,60	1,85		7		6—8	1,80		
12 Nacht						8	23,10				
1		12—2	1,15	1,87		9		8—10	2,05		
2						10					
3		2—4	0,97	1,96		11	23,13	10—12	2,30		
4						12 Mittag					
5		4—6	0,88	2,47		1	23,13	12—2	2,23		
6 Morgen						2					
7	23,10	6—8	0,78	2,35		3	23,20	2—4	1,90		
8						4					
9		8—10	0,85	2,90		5		4—6	1,80		
10	23,00				6 Abend						
11	23,00	10—12	1,35	2,92	7		6—8	1,70			
12 Mittag <sup>1)</sup>					8	23,40					
1	23,05	12—2	1,85	2,65							

1) Um 12 Uhr bei *b* die Trommel gewechselt.1) Um 8 Uhr bei *a* die Trommel gewechselt.

Das Resultat ist dasselbe, wie in der vorigen Beobachtungsreihe. Bei der Pflanze *b* sind, wegen der fortwährend steigenden Wachstumsintensität, die Perioden nur als verhältnissmässig kleine Zacken der Wachstumscurve zu erkennen.

Tabelle 19.

Eine Pflanze von *Gesneria cardinalis* mit einem jungen, ca. 12 Cm. hohen Stengel (*a*) und eine andere von *Gesneria allagophylla*, deren Stengel ca. 20 Cm. lang war (*b*). Die Pflanzen wurden um 6 Uhr Abends verdunkelt. Das spannende Gewicht = ca. 10 Gr.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>				von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>	
22. Mai	6 Abend		von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>	23. Mai	2 Nacht	22,47	von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>	
	7		6—8	0,20	1)		3		22,43	2—4	1,12	
	8	22,00					4		22,43	4—6	1,37	
	9		8—10	0,14			5			4—6	1,37	
	10	22,00					24. Mai	6 Morgen	22,40			
	11		10—12	0,31				7		22,40	6—8	1,54
	12 Nacht	22,00					8		22,40	8—10	1,81	
	1		12—2	0,29			9			8—10	1,81	
	2	22,00					10		22,43			
	3		2—4	0,20			11			10—12	2,35	
	4	22,00					12 Mittag	22,50				
	5		4—6	0,27			1			12—2	2,56	0,42
23. Mai	6 Morgen	22,00				2		22,63				
	7		6—8	0,56		3			2—4	2,65	0,40	
	8	22,00				4		22,80				
	9		8—10	0,82		5			4—6	2,70	0,40	
	10	22,00				6 Abd. 1)	22,90					
	11		10—12	1,12		7			6—8	2,50	0,37	
	12 Mittag	22,07				8		23,10				
	1		12—2	1,45		9			8—10	2,21	0,42	
	2	22,20				10		23,13				
	3		2—4	1,70		11			10—12	2,12	0,40	
	4	22,30				12 Nacht	23,13					
	5		4—6	1,96		1			12—2	2,25	0,21	
6 Abend	22,37				2		23,15					
7		6—8	2,25		3			2—4	2,67	0,18		
8	22,43				4		23,15					
9		8—10	2,34		5			4—6	2,46	0,08		
10	22,47				25. Mai	6 Morgen	23,13					
11		10—12	1,81			7			6—8	2,40	0,23	
12 Nacht	22,47					8		23,10				
1		12—2	1,25			9			8—10	3,00	0,40	
					10		23,10					

1) Das Registriren ging bei der Pflanze *b* unregelmässig, was nicht rechtzeitig bemerkt wurde, wodurch die Angaben für die ersten 2 Tage ohne Werth waren.

1) Um 6 Uhr bei *a* die Trommel gewechselt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
25. Mai	11 Morgen	23,10	10—12	3,45	0,55	26. Mai	8 Abend	23,97	23,95	8—10	3,20	0,46
	12 Mittag		12—2	3,50	0,55		9	23,95				
	1		2—4	3,47	0,45		10	23,95				
	2 <sup>1)</sup>		4—6	3,52	0,45		11	23,95				
	3		6—8	3,77	0,47		12 Nacht	23,95				
	4		8—10	3,75	0,35		1	23,93				
	5		10—12	2,69	0,05		2	23,90				
	6 Abend		12—2	1,62	0,13		3	23,90				
	7		2—4	1,20	0,15		4	23,90				
	8		4—6	1,50	0,12		5	23,87				
	9		6—8	2,02	0,15		6 Morgen	23,87				
	10 <sup>2)</sup>		8—10	2,37	0,22		7	23,83				
	11		10—12	2,52	0,15		8	23,83				
	12 Nacht		12—2	2,90	0,15		9	23,80				
	1		2—4	3,27	0,32		10	23,80				
	2		4—6	3,94	0,60		11	23,85				
	3		6—8	3,45	0,55		12 Mittag <sup>1)</sup>	23,85				
4				1	23,95							
5				2	23,95							
6 Morgen				3	23,95							
7				4	23,95							
8 <sup>3)</sup>				5	23,90							
9				6 Abend	23,90							
10				7	23,90							
11				8	23,90							
12 Mittag				9	23,87							
1				10	23,87							
2 <sup>4)</sup>				11	23,87							
3				12 Nacht	23,87							
4				1	23,87							
5				2	23,87							
6 Abend				3	23,83							
7				4	23,83							
				5	23,83							
				6 Mittag	23,77							
				7	23,75							
				8	23,75							

1) Um 2 Uhr bei *a* die Trommel gewechselt.

2) Um 10 Uhr Abends wurde das Zimmer mit 5 um die Pflanzen gestellten Stearinkerzen beleuchtet.

3) Um 8 Uhr Morgens die Beleuchtung unterbrochen.

4) Um 2 Uhr bei *a* die Trommel gewechselt.

1) Um 12 Uhr bei *a* die Trommel gewechselt.

Tabelle 20. (Taf. V, D I und II).

Um 8 Uhr Abends wurden zwei Pflanzen von *Gesneria cardinalis* ins dunkle Zimmer gebracht. Die eine von ihnen, *a*, (mit dem ca. 50 Cm. hohen, starken Stengel) wurde auch sogleich mit dem Apparate behufs der Messung verbunden. Die andere, *b*, deren ebenfalls robuster Stengel ca. 40 Cm. hoch war, blieb über Nacht frei stehen und erst um 8 Uhr Morgens des folgenden Tages wurde sie in den Apparat eingeschaltet.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	<i>a</i> .	<i>b</i> .				von—bis	<i>a</i> .	<i>b</i> .	
17. Mai	8 Abend	20,10				18. Mai	4 Nacht	19,63				
	9		8—10	0,95			5		4—6	0,88	0,72	
	10	19,70					19. Mai	6 Morgen	19,55	6—8	0,90	0,70
	11		10—12	1,00				7				
	12 Nacht	19,53					8	19,53				
	1		12—2	1,10			9		8—10	0,88	0,61	
	2	19,48					10	19,53				
	3		2—4	1,03			11		10—12	0,85	0,55	
	4	19,40					12 Mittag	19,60				
	5		4—6	1,30			1		12—2	0,90	0,55	
	18. Mai	6 Morgen	19,33				2	19,70				
		7		6—8	1,26			3		2—4	0,85	0,52
8		19,33				4	19,87					
9			8—10	1,37	1,13	5		4—6	0,95	0,53		
10		19,37				6 Abend	20,00					
11			10—12	1,56	1,30	7		6—8	1,15	0,63		
12 Mittag		19,37				8 <sup>1)</sup>	20,13					
1			12—2	1,72	1,42	9		8—10	0,88	0,73		
2		19,40				10	20,33					
3			2—4	1,65	1,70	11		10—12	0,85	0,80		
4		19,53				12 Nacht	20,35					
5			4—6	1,75	1,70	1		12—2	1,00	0,85		
6 Abend	19,63				2	20,37						
7		6—8	1,50	1,60	3		2—4	0,70	0,95			
8	19,67				4	20,37						
9		8—10	1,35	1,37	5		4—6	0,50	1,12			
10	19,70				20. Mai	6 Morgen	20,37					
11		10—12	1,22	1,10		7		6—8	0,90	1,22		
12 Nacht	19,70					8	20,33					
1		12—2	1,00	0,90		9		8—10	0,97	1,27		
2	19,70											
3		2—4	0,95	0,80								

1) Um 8 Uhr bei *a* die Trommel gewechselt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
20. Mai	10 Morgen	20,33				21. Mai	3 Mittag		2— 4	1,56	1,50	
	11 <sup>1)</sup>		10—12	0,94	1,32		4	21,43				
	12 Mittag	20,40					5		4— 6	1,53	1,55	
	1		12— 2	1,25	1,18		6 Abend <sup>1)</sup>	21,53				
	2	20,50					7		6— 8	1,42	1,64	
	3		2— 4	1,59	1,18		8	21,57				
	4	20,62					9		8—10	1,42	1,53	
	5		4— 6	1,59	1,26		10	21,52				
	6 Abend	20,77					11		10—12	1,52	1,48	
	7		6— 8	1,75	1,30		12 Nacht	21,47				
	8	20,90					1		12— 2	1,70	1,40	
	9		8—10	1,75	1,32		2	21,40				
10	21,00				3		2— 4	1,62	1,33			
11		10—12	0,59	1,12	4	21,40						
12 Nacht	21,10				5		4— 6	1,62	1,33			
1		12— 2	1,50	1,00	22. Mai	6 Morgen	21,33					
2	21,13					7		6— 8	1,70	1,30		
3		2— 4	1,56	1,08		8	21,33					
4	21,17					9		8—10	1,71	1,28		
5		4— 6	1,62	1,20		10	21,35					
6 Morgen	21,17					11		10—12	1,72	1,26		
7		6— 8	1,70	1,30		12 Mittag	21,37					
8	21,17					1		12— 2	1,65	1,20		
9		8—10	1,68	1,42		2	21,43					
10	21,17					3		2— 4	1,50	1,13		
11		10—12	1,62	1,50		4	21,53					
12 Mittag	21,25					5		4— 6	1,62	1,10		
1		12— 2	1,54	1,58	6 Abend	21,60						
2	21,35											

1) Um 11 Uhr bei *b* die Trommel gewechselt.1) Um 6 Uhr bei *a* und *b* die Trommel gewechselt.

Tabelle 21.

Eine grüne, im Freien gestandene Pflanze von *Helianthus tuberosus* wurde Abends ins dunkle Zimmer gebracht; der Stock hat zwei kräftige Stengel von 30 und 35 Cm. Höhe. Der grössere von ihnen wurde um Mittagszeit des folgenden Tages zum Messen vorgerichtet, wobei die jüngsten Blätter zum Theil entfernt werden mussten.



Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
11. Mai	8 Morgen	16,60	von—bis		11. Mai	2 Nacht	17,65	von—bis	
	9		8—10	1,06		3		2—4	1,06
	10	16,60			4	17,63			
	11		10—12	1,00	5		4—6	1,12	
	12 Mittag	16,87			12. Mai	6 Morgen	17,63		
	1		12—2	0,97		7		6—8	1,15
	2	17,03			8	17,65			
	3		2—4	0,80	9		8—10	0,95	
	4	17,33			10	17,68			
	5		4—6	0,70	11		10—12	0,82	
	6 Abend	17,53			12 Mittag	17,73			
	7		6—8	0,75	1		12—2	0,72	
8	17,67			2	17,78				
9		8—10	0,70	3		2—4	0,60		
10	17,67			4	17,83				
11		10—12	0,82	5		4—6	0,52		
12 Nacht	17,67			6 Abend	17,90				
1		12—2	0,94						

Tabelle 22.

Eine grüne, im Zimmer gewachsene Pflanze von *Helianthus tuberosus*; die Blätter sind klein, die Internodien ziemlich schwach und gestreckt. Um 2 Uhr Nachmittags wurde die Pflanze verfinstert.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
16. Mai	4 Mittag	20,95	von—bis		16. Mai	4 Nacht		von—bis	
	5		4—6	0,42		5		4—6	1,89
	6 Abend	20,90			17. Mai	6 Morgen			
	7		6—8	0,59		7		6—8	1,60
	8	20,80			8				
	9		8—10	0,72	9		8—10	1,51	
	10				10				
	11		10—12	1,10	11		20,40	10—12	1,35
	12 Nacht				12 Mittag				
	1		12—2	1,62	1		20,45	12—2	1,35
	2				2	20,55			
	3		2—4	2,18	3	2—4		1,28	

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis					von—bis		
17. Mai	4 Mittag	20,60	von—bis		18. Mai	2 Nacht	20,70	von—bis		
	5		4— 6	1,20		3		2— 4	1,82	
	6 Abend		6— 8	1,40		4		4— 6	1,92	
	7		8—10	1,40		5		6— 8	1,92	
	8		10—12	1,50		6 Morgen		8—10	1,88	
	9		12— 2	1,50		7		10—12	1,82	
	10		2— 4	1,63		8		12 Mittag	20,65	
	11		4— 6	1,60		9		1	20,80	
	12 Nacht		6— 8	1,42		10		2		
	1		8—10	1,25		11		3	2— 4	1,40
	2		10—12	1,10		12		4	4— 6	1,35
	18. Mai		3	12— 2		0,96		6 Abend	21,30	6— 8
4		2— 4	0,92	7	21,40	8—10	1,40			
5		4— 6	1,07	8		10—12	2,00			
6 Morgen		6— 8	1,16	9	12 Nacht	12— 2	2,11			
7		8—10	0,90	10	1	2— 4	2,30			
8 <sup>1)</sup>		10—12	1,45	11	2	4— 6	2,15			
9		12— 2	1,62	12	3	6— 8	2,20			
10				20. Mai	4	8—10	2,08			
11				6 Morgen	5	10—12	1,97			
12 Nacht				7	21,50					
1				8	21,60					
				9	21,70					
			10							
			11							
			12 Mittag							

1) Um 8 Uhr die Trommel gewechselt.

Tabelle 23.

Eine Pflanze von *Helianthus tuberosus* wurde während eines Monates jeden Tag nur in der Vormittagszeit dem Lichte ausgesetzt, die übrige Zeit im Finstern gehalten. Der Stengel der Pflanze, mit kurzen Internodien und ziemlich gut entwickelten Blättern, ist ca. 12 Cm. hoch. Um 2 Uhr Nachmittag wurde die Pflanze ins dunkle Versuchszimmer gebracht und das Messen angefangen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis					von—bis		
24. Juni	2 Mittag	26,85			25. Juni	6 Abend	26,20			
	3		2— 4	0,28		7		6— 8	0,89	
	4			8						
	5		4— 6	0,30		9		8—10	0,92	
	6 Abend					10				
	7		6— 8	0,60		11		10—12	0,87	
	8	26,90				12 Nacht				
	9		8—10	0,67		1		12— 2	0,87	
	10					2				
	11		10—12	0,47		3		2— 4	0,82	
	12 Nacht					4				
	1		12— 2	0,23		5		4— 6	0,72	
2				26. Juni	6 Morgen	25,60				
3		2— 4	0,28		7		6— 8	0,66		
4					8					
5		4— 6	0,30		9		8—10	0,56		
25. Juni	6 Morgen	26,30					10			
	7		6— 8		0,23		11	10—12	0,53	
	8						12 Mittag			
	9		8—10		0,26		1	12— 2	0,57	
	10						2			
	11	26,00	10—12		0,39		3	2— 4	0,65	
	12 Mittag						4			
	1	26,00	12— 2		0,63		5	4— 6	0,75	
	2				6 Abend					
	3	26,05	2— 4	0,71	7	6— 8	0,90			
	4				8					
	5		4— 6	0,78						

Tabelle 24.

*Helianthus tuberosus*. Die Pflanze ist im Freien gewachsen und besitzt einen kräftigen Stengel von ca. 25 Cm. Höhe; um 8 Uhr Abends wurde sie ins dunkle Zimmer gebracht und zum Messen vorgerichtet.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis					von—bis			
24. April	8 Abend	21,35			25. April	5 Nacht		4— 6	2,60		
	9		8—10	0,30		26. April	6 Morgen	19,43			
	10	20,90					7		6— 8	2,75	
	11		10—12	1,10			8	19,30			
	12 Nacht	20,73					9		8—10	2,55	
	1		12— 2	1,30			10	19,23			
	2	20,55					11		10—12	2,25	
	3		2— 4	1,20			12 Mittag	19,27			
	4	20,40					1		12— 2	2,40	
	5		4— 6	1,80			2 <sup>1)</sup>	19,27			
	25. April	6 Morgen	20,26					3		2— 4	1,63
		7		6— 8			2,50	4	19,27		
8		20,20			5			4— 6	2,10		
9			8—10	2,35	6 Abend	19,25					
10		20,10			7		6— 8	1,70			
11			10—12	1,90	8	19,20					
12 Mittag		20,16			9		8—10	1,70			
1			12— 2	2,00	10	10,13					
2		20,03			11		10—12	1,90			
3			2— 4	2,20	12 Nacht	19,00					
4		20,00			1		12— 2	2,03			
5			4— 6	2,10	2	18,93					
6 Abend		20,00			3		2— 4	2,30			
7			6— 8	2,00	4	18,80					
8 <sup>1)</sup>		19,87			5		4— 6	2,36			
9			8—10	2,00	27. April	6 Morgen	18,73				
10	19,80			7			6— 8	2,55			
11		10—12	2,80	8		18,63					
12 Nacht	19,73			9			8—10	2,50			
1		12— 2	2,85	10		18,58					
2	19,63			11			10—12	2,60			
3		2— 4	2,95	12 Mittag		18,70					
4	19,57			1			12— 2	2,20			

1) Um 8 Uhr neue Trommel gegeben.

1) Um 2 Uhr die Trommel gewechselt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.					
			von—bis					von—bis					
27. April	2 Mitt. <sup>1)</sup>	18,70	von—bis		27. April	1 Nacht	19,47	12— 2	1,70				
	3		2— 4	1,45		2		2— 4	1,82				
	4	19,86	4— 6	2,00		3		19,23	4— 6	2,25			
	5		6— 8	1,50		4			6— 8	2,35			
	6 Abend	20,07	8—10	1,67		5			19,00	8—10	2,35		
	7		10—12	1,35		6 Morg.				10—12	2,15		
	8 <sup>2)</sup>	20,33				7				18,77	12— 2	1,95	
	9					8					18,63		
	10	20,07				9							
	11					10							
	12 Nacht	19,60				11							
						12 Mittag					18,77		
				1									
				2									

1) Um 2 Uhr Nachmittags, die Pflanze wurde mit 5 Stearinkerzen beleuchtet.

2) Um 8 Uhr Abends die Beleuchtung unterbrochen.

Tabelle 25.

Die Pflanze der vorigen Beobachtungsreihe wurde nach Abschluss derselben noch 5 Tage lang frei im Dunklen stehen gelassen; dann wurden die Messungen wieder vorgenommen. Durch die im Ganzen 11 Tage lang dauernde Verdunkelung waren die oberen Stengeltheile halb etiolirt: die früheren Internodien waren blass und lang gestreckt, die neu entwickelten fast gelb; der ganze Stengel hatte jetzt ca. 60 Cm. Höhe. Das den Stengel spannende Gewicht wechselte im Laufe der Beobachtungsreihe von 2,5 bis 35 Gr.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.						
			von—bis					von—bis						
4. Mai	4 Mitt. <sup>1)</sup>	18,85	von—bis		4. Mai	1 Nacht	18,33	12— 2	1,85					
	5		4— 6	0,77		2		2— 4	1,52					
	6 Abend	18,37	6— 8	1,78		3		18,30	4— 6	1,52				
	7		8—10	1,35		4			6— 8	1,93				
	8	18,37	10—12	1,60		5			18,23	8—10	1,50			
	9					6 Morgen				10—12	1,40			
	10	18,40				7				18,20				
	11					8								
	12 Nacht	18,40				9								
						10								
						11								
						12 Mittag					18,30			

1) Der Stengel mit einem Gewicht von 2,5 Gr. gespannt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis					von—bis			
5. Mai	1 Mittag		12— 2	1,40	6. Mai	12 Nacht	18,65	12— 2	2,52		
	2	18,37				1			12— 2	2,52	
	3		2— 4	1,25		2	18,52		2— 4	2,22	
	4	18,50				3			2— 4	2,22	
	5		4— 6			4	18,40		4— 6	2,15	
	6 Abend	18,60				5			4— 6	2,15	
	7		6— 8			7. Mai	6 Morgen	18,30	6— 8	1,80	
	8 <sup>1)</sup>	18,65					7			6— 8	1,80
	9		8—10	1,70			8	18,23		8—10	1,85
	10	18,70					9			8—10	1,85
	11		10—12	2,05			10	18,13		10—12	1,35
	12 Nacht	18,67					11	18,10		10—12	1,35
1		12— 2	2,30	12 Mittag	18,15			12— 2	1,42		
2	18,60			1				12— 2	1,42		
3		2— 4	2,40	2	18,13			2— 4	1,20		
4	18,56			3				2— 4	1,20		
5		4— 6	2,15	4	18,10			4— 6	1,45		
6. Mai	6 Morgen	18,53	6— 8	2,05	5				4— 6	1,45	
	7		8—10	2,00	6 Abd. <sup>1)</sup>	18,08		6— 8	1,10		
	8	18,50			7			6— 8	1,10		
	9		10—12	1,95	8	18,05		8—10	1,20		
	10	18,55			9			8—10	1,20		
	11		12— 2	1,72	10	17,97		10—12	1,25		
	12 Mittag	18,62			11			10—12	1,25		
	1		12— 2	1,72	12 Nacht	17,82		12— 2	1,35		
	2	18,65			1			12— 2	1,35		
	3		2— 4	1,92	2	17,70		2— 4	1,25		
	4	18,68			3			2— 4	1,25		
	5		4— 6	2,07	4	17,53		4— 6	1,65		
6 Abend	18,70			5			4— 6	1,65			
7		6— 8	1,92	8. Mai	6 Morgen	17,37	6— 8	1,45			
8 <sup>2)</sup>	18,73				7			6— 8	1,45		
9		8—10	1,70		8	17,20		8—10	1,35		
10	18,72				9			8—10	1,35		
11		10—12	2,15		10	17,10		10—12	1,30		
					11			10—12	1,30		
				12 Mittag	17,05						

1) Um 8 Uhr neue Trommel und das spannende Gewicht von 35 Gr. gegeben.

2) Um 8 Uhr eine neue Trommel und das spannende Gewicht von 5 Gr. gegeben.

1) Um 6 Uhr die Trommel gewechselt.

Tabelle 26.

Eine robuste, im Freien gewachsene Pflanze von *Helianthus tuberosus* mit einem ca. 36 Cm. hohen Stengel. Um 7 Uhr Abend wurde die Pflanze verdunkelt.

Tag.	Stunde.	T. °C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. °C.	2-stündige Zuwächse in Mm.				
12. Juni	8 Abend	23,40	von—bis		13. Juni	3 Nacht	23,60	von—bis				
	9		8—10	0,47		4		2—4	0,52			
	10					5		4—6	0,70			
	11		10—12	0,40		14. Juni		6 Morgen				
	12 Nacht							7	6—8	0,95		
	1		12—2	1,03		8						
	2					9		8—10	1,22			
	3		2—4	0,80		10						
	4					11		23,73	10—12	1,28		
	5		4—6	0,37		12 Mittag						
	13. Juni		6 Morgen	22,95					1	23,85	12—2	1,38
			7			6—8		0,55	2			
8					3	24,00	2—4	1,55				
9		8—10	0,88		4							
10					5		4—6	1,75				
11		23,00	10—12		0,93	6 Abend						
12 Mittag						7		6—8	1,65			
1		23,10	12—2		0,78	8	24,20					
2						9		8—10	1,60			
3		23,30	2—4		0,65	10						
4						11		10—12	1,58			
5			4—6		0,45	12 Nacht						
6 Abend				1		12—2	1,27					
7		6—8	0,35	2								
8	23,60			3		2—4	1,17					
9		8—10	0,35	4								
10				5		4—6	1,30					
11		10—12	0,22	15. Juni	6 Morgen							
12 Nacht			7			6—8	1,40					
1		12—2	0,40		8	23,80						
2												

Von allen untersuchten Stöcken von *Helianthus tuberosus* zeigte dieser allein eine ganz regellose Folge der Wachstumsperioden: die zwei ersten Maxima sind hier nur um 10 Stunden von einander entfernt, während der dritte erst 30 Stunden nach dem zweiten zu Stande kommt; in Folge davon sind auch die Maxima an keine bestimmte Tageszeit gebunden.

Tabelle 27 (Taf. V, B).

*Helianthus annuus*. Eine im Freien erwachsene Pflanze, deren fingerdicker Stengel ca. 1 $\frac{1}{4}$  Meter Höhe hatte. Die Pflanze wurde um Mittagszeit verdunkelt und an den Apparat gestellt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis					von—bis			
14. Juni	12 Mittag	28,75			15. Juni	11 Abend		10—12	1,69		
	1		12— 2	1,00		12 Nacht					
	2	28,80				1		12— 2	1,87		
	3		2— 4	1,40		2					
	4					3		2— 4	1,80		
	5		4— 6	1,62		4					
	6 Abend					5		4— 6	1,76		
	7		6— 8	1,85		16. Juni	6 Morgen				
	8	28,80					7	27,80	6— 8	1,42	
	9		8—10	1,65			8				
	10						9		8—10	1,45	
	11		10—12	1,68			10				
12 Nacht				11	27,80		10—12	1,66			
1		12— 2		12 Mittag							
2				1	27,80		12— 2	1,80			
3		2— 4		2 <sup>1)</sup>	27,80						
4				3			2— 4	1,88			
15. Juni	5		4— 6		4						
	6 Morgen				5		4— 6	1,69			
	7	27,90	6— 8		6 Abend						
	8				7		6— 8	1,32			
	9		8—10		8	27,95					
	10				9		8—10	1,26			
	11	27,80	10—12	1,60	10						
	12 Mittag				11		10—12	1,42			
	1	27,90	12— 2	1,76	12 Nacht						
	2				1		12— 2	1,58			
	3	28,00	2— 4	1,66	2						
	4				3		2— 4	1,60			
5		4— 6	1,45	4							
6 Abend				5		4— 6	1,42				
7		6— 8	1,46	17. Juni	6 Morgen						
8	28,20				7		6— 8	1,05			
9		8—10	1,62								
10											

1) Um 2 Uhr die Trommel gewechselt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis					von—bis		
17. Juni	8 Morgen		von—bis		17. Juni	11 Abend		10—12	0,72	
	9		8—10	0,90		12 Nacht				
	10					1		12— 2	0,65	
	11	27,40	10—12	0,88		2				
	12 Mittag					3		2— 4	0,77	
	1	27,40	12— 2	0,75		4				
	2					5		4— 6	0,89	
	3	27,55	2— 4	0,66		18. Juni	6 Morgen			
	4						7		6—8	0,77
	5		4— 6	0,66			8	27,40		
6 Abend				9			8—10	0,50		
7		6— 8	0,83	10	27,50					
8	27,80	8—10	0,87	11			10—12	0,45		
9				12 Mittag	27,60					
10										

Tabelle 28 (Taf. IV, A I und II).

*Brassica Rapa. a*, etiolirte Pflanze mit einem ca. 70 Cm. hohen Stengel, auf dessen Gipfel schon junge Blütenknospen sich zeigen. Die Blätter dieser Pflanze, wie das an etiolirten Rübenstengeln oft auffällt, waren ungemein stark entwickelt, — mit kurzen Stielen und grosser, gekräuselter Spreite von citronengelber Farbe. *b*, eine grüne, am Lichte erwachsene Pflanze, deren starker, mit kurzen Internodien versehener Stengel ca. 7 Cm. hoch war; um 11 Uhr Vormittags wurde die Pflanze ins dunkle Versuchszimmer gebracht.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.				
			von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>				von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>		
23. April	12 Mittag		von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>	23. April	12 Nacht	15,92	von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>		
	1		12— 2	1,65	0,60		1		15,85	12— 2	0,81	2,05	
	2	16,52					2						
	3		2— 4	1,24	0,90		3			2— 4	1,15	2,12	
	4	16,30					4		15,80				
	5		4— 6	0,80	1,15		5			4— 6	1,55	1,72	
	6 Abend	16,22					24. April	6 Morgen	15,73				
	7		6— 8	0,65	1,55			7			6— 8	1,75	1,28
	8	16,10						8		15,71			
	9		8—10	0,65	1,70			9			8—10	1,60	1,05
	10	16,00						10		15,73			
11		10—12	0,81	1,85	11			10—12	1,20	1,08			

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
24. April	12 Mittag	15,81				25. April	1 Nacht		12— 2	0,80	2,05	
	1		12— 2	1,05	1,05		2	17,05				
	2	15,90					3		2— 4	1,10	1,62	
	3		2— 4	0,80	1,20		4	16,87				
	4	15,98					5		4— 6	1,10	1,60	
	5		4— 6	0,55	0,82		26. April	6 Morgen	16,70			
	6 Abend	15,98						7		6— 8	1,25	1,85
	7		6— 8	0,30	1,75			8	16,55			
	8	15,98						9		8—10	1,15	2,30
	9		8—10	0,70	2,20			10	16,45			
	10	15,92						11		10—12	1,15	2,33
	11		10—12	0,85	2,10		12 Mittag	16,38				
12 Nacht	15,85				1		12— 2	1,20	2,10			
1		12— 2	1,25	2,10	2 <sup>1)</sup>	16,44						
2	15,83				3		2— 4	0,90	2,00			
3		2— 4	1,40	2,15	4	16,52						
4	15,78				5		4— 6	1,10	2,15			
5		4— 6	1,30	1,45	6 Abend	16,52						
25. April	6 Morg. <sup>1)</sup>	15,75				7		6— 8	1,90	2,05		
	7	16,12				8	16,50					
	8	16,60				9		8—10	0,95	2,10		
	9		8—10	1,10		10	16,46					
	10 <sup>2)</sup>	17,32				11		10—12	1,15	2,38		
	11		10—12	0,81	1,70	12 Nacht	16,40					
	12 Mittag	17,86				1		12— 2	1,35	2,76		
	1		12— 2	0,65	1,77	2	16,35					
	2	18,40				3		2— 4	1,60	3,20		
	3		2— 4	0,35	1,75	4	16,30					
	4	18,60				5		4— 6	1,90	3,50		
	5		4— 6	0,50	0,80	27. April	6 Morgen	16,24				
6 Abd. <sup>3)</sup>	18,65				7			6— 8	2,20	3,70		
7	18,30				8		16,19					
8	18,00				9			8—10	2,30	3,80		
9		8—10	1,10	1,07	10		16,25					
10	17,60				11			10—12	2,20	3,60		
11		10—12	0,80	1,90	12 Mittag	16,25						
12 Nacht	17,33				1		12— 2	2,00				
					2	16,35						
					3		2— 4	2,00				
					4	16,35						

1) Um 6 Uhr Morgens wurden die Pflanzen mit Kerzen und Gaslampen beleuchtet, hinter den Pflanzen die Spiegel aufgestellt.

2) Um 10 Uhr bei *b* der Zeiger nach oben verstellt.

3) Um 6 Uhr Abends die Beleuchtung unterbrochen.

1) Um 2 Uhr der Zeiger bei *b* nach oben verstellt.

Tabelle 29.

*Brassica Rapa. a* — etiolirte Pflanze, deren Stengel (ca. 60 Cm. hoch) ziemlich schwach und mit mässig entwickelten, wenig ausgeschnittenen Blättern; *b* — grüne, im Zimmer gewachsene Pflanze, mit ebenfalls schwachem, ca. 20 Cm. hohem Stengel, welcher mit jungen Blütenknospen endigt. Die Pflanze wurde um 8 Uhr Abends verdunkelt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
30. April	8 Abend	17,46	von—bis			1. Mai	3 Nacht		2—4	0,82		
	9		8—10	1,00	1,50		4	18,20				
	10	17,30					5		4—6	0,70	3,43	
	11		10—12	0,84	1,70		2. Mai	6 Morgen	18,25			
	12 Nacht	17,30						7		6—8	0,64	3,50
	1		12—2	0,80	1,67			8 <sup>1)</sup>	18,30			
	2	17,30						9		8—10	0,64	4,68
	3		2—4	0,70	2,34			10	18,40			
	4	17,30						11		10—12	0,68	4,12
	5		4—6	0,55	2,85			12 Mittag	18,50			
	1. Mai	6 Morgen	17,32					1		12—2	0,74	4,18
		7		6—8	0,44			2,93	2	18,70		
8		17,33				3			2—4	1,14	3,56	
9			8—10	0,40	3,25	4		18,85				
10		17,40				5			4—6	1,48	3,86	
11			10—12	0,28	2,92	6 Abend	18,94					
12 Mittag		17,48				7		6—8	1,60	3,54		
1			12—2	0,32	2,88	8	19,03					
2		17,66				9		8—10	1,64	3,43		
3			2—4	0,32	2,82	10	19,15					
4		17,85				11		10—12	1,70	3,05		
5			4—6	0,40	2,58	12 Nacht	19,15					
6 Abend	17,90				1		12—2	1,94	3,35			
7		6—8	0,50	2,50	2	19,15						
8 <sup>1)</sup>	17,95				3		2—4	2,30	3,05			
9		8—10	0,60	2,50	4	19,15						
10	18,05				5		4—6	1,74	3,50			
11		10—12	0,70	2,43	3. Mai	6 Morgen	19,15					
12 Nacht	18,10					7		6—8	1,56	3,82		
1		12—2	0,82	2,45		8	19,20					
2	18,15					9		8—10	1,30	4,12 <sup>1)</sup>		

1) Um 8 Uhr der Zeiger bei *b* verstellt.1) Um 8 Uhr der Zeiger bei *b* verstellt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
3. Mai	10 Morgen	19,25	von—bis			3. Mai	2 Nacht	19,92	von—bis		
	11 <sup>1)</sup>		10—12	1,00			3		2—4	0,94	
	12 Mittag	19,35				4	19,95				
	1		12—2	0,90		5		4—6	0,90		
	2	19,50				4. Mai	6 Morgen	19,95			
	3		2—4	0,92			7		6—8	0,80	
	4	19,70				8	20,00				
	5		4—6	0,84		9		8—10	0,72		
	6 Abend	19,75				10	20,07				
	7		6—8	0,88		11		10—12	0,54		
	8	19,80				12 Mittag	20,15				
	9		8—10	0,94		1		12—2	0,46		
10	19,85				2	20,33					
11		10—12	1,00		3		2—4	0,50			
12 Nacht	19,88				4	20,50					
1		12—2	1,00		5		4—6	0,56			

1) Die Pflanze *b* entfernt.

Tabelle 30.

Etiolierte Pflanze von *Brassica Rapa* mit einem Stengel von ca. 25 Cm. Höhe, welcher ziemlich stark entwickelte Blätter trägt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
18. Mai	8 Morgen	19,85	von—bis		18. Mai	9 Abend	20,60	von—bis	
	9		8—10	1,78		10		8—10	2,20
	10				11	10—12	2,88		
	11	20,00	10—12	1,70	12 Nacht				
	12 Mittag		20,05		1	12—2	3,45		
	1	20,15	12—2	1,26	2				
	2		2—4	0,98	3	2—4	3,45		
	3				4				
	4				5	4—6	3,55		
	5				19. Mai	6 Morgen			
	6 Abend					7	20,65	6—8	3,22
	7	20,55	6—8	1,38	8				
8					9	8—10	2,70		

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
19. Mai	10 Morgen	20,80	von—bis		19. Mai	9 Abend		8—10	2,64
	11		10—12	2,40		10		10—12	2,20
	12 Mittag	21,00	12— 2	1,82	11	12 Nacht	21,40	12— 2	3,05
	1		2— 4	2,30	1	2— 4		3,18	
	2		4— 6	1,70	2	4— 6		2,32	
	3		6— 8	2,30	3	6 Morgen			
	4				4	7			
	5								
6 Abend									
7									
8									

Tabelle 31.

A. (Taf. IV, B I und II.)

Zwei etiolirte Pflanzen von *Brassica Rapa*. Die eine von ihnen, *a*, hatte einen ca. 20 Cm. hohen Stengel, welcher mit citronengelben, aber der Grösse und Form nach von den normalen, grünen, nur wenig verschiedenen Blättern versehen war. Die andere Pflanze, *b*, mit einem Stengel von ca. 25 Cm. Länge, besass im Gegentheil nur schwach entwickelte, aus langen Stielen und kleinen Spreiten bestehende Blätter. — Beide Pflanzen wurden gleichzeitig zum Registriren der Zuwächse vorgerichtet:

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	<i>a</i> .	<i>b</i> .				von—bis	<i>a</i> .	<i>b</i> .	
7. April	2 Mittag	19,05	von—bis			7. April	3 Nacht	18,62	2— 4	3,80	2,28	
	3	19,00	2— 4	2,38	2,00		4		4— 6	3,20	2,20	
	4		4— 6	2,68	2,77	8. April	6 Morgen	18,52	6— 8	3,00	2,10	
	5	6— 8	2,40	2,68	7		8	18,45	8—10	2,00		
	6 Abend	18,98	8—10	2,95	2,88	8	18,40	10—12	3,24	2,74		
	7	18,94	10—12	3,16	2,78	9	18,60	12 Mittag	18,60	12— 2	3,12	2,78
	8		12— 2	2,85	2,50	1		18,83	2— 4	3,52	3,10	
	9	18,83				2						
	10	18,83				3						
	11	18,76										
	12 Nacht	18,76										
	1	18,70										
2												

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
8. April	4 Mittag	19,03	von—bis			9. April	11 Morgen		von—bis	a.	b.
	5		4—6	4,35	3,02		12 Mittag <sup>1)</sup>	18,85	10—12	2,95	2,50
	6 Abend	19,10					1		12—2	3,10	2,90
	7 <sup>1)</sup>		6—8	3,80	2,80		2 <sup>2)</sup>	19,05			
	8	19,15					3		2—4	4,10	3,20
	9		8—10	3,80	2,70		4	19,25			
	10	19,10					5		4—6	4,20	3,30
	11		10—12	3,60	3,00		6 Abend	19,30			
	12 Nacht	19,05					7		6—8	4,00	3,12
	1		12—2	3,65	2,70		8	19,25			
	2	19,00					9		8—10	3,75	3,15
	3		2—4	3,30	2,55		10	19,15			
4	18,97				11		10—12	3,80	3,05		
5		4—6	2,90	2,22	12 Nacht	19,10					
9. April	6 Morgen	18,95			1		12—2	3,00	2,95		
7		6—8	2,55	2,12	2	19,00					
8	18,90				3		2—4	3,44	2,50		
9		8—10	2,90	2,15	4	18,90					
10	18,83										

1) Um 7 Uhr bei *a* und *b* die Trommel gewechselt.

1) Um 12 Uhr bei *a* neue Trommel gegeben.

2) Um 2 Uhr bei *b* die Trommel gewechselt.

### B.

Um 8 Uhr Morgens wurden die Pflanzen von den Gewichten befreit und ruhig stehen gelassen. Um 8 Uhr Abends desselben Tages wurde der Stengel der Pflanze *b* wieder gespannt und weiter gemessen; die Pflanze *a* blieb noch über Nacht frei stehen und erst seit 10 Uhr Morgens des nächsten Tages wurde das Messen wieder begonnen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
10. April	8 Abend	18,83	von—bis			10. April	4 Nacht	18,30	von—bis	a.	b.	
	9		8—10		2,30		5		4—6		2,73	
	10	18,70					11. April	6 Morgen	18,15			
	11		10—12		2,72		7		6—8		2,35	
	12 Nacht	18,55					8	18,05				
	1		12—2		2,74		9		8—10		2,40	
	2	18,40					10	17,90				
	3		2—4		2,73		11		10—12	2,60	3,00	

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
11. April	12 Mittag	17,95	von—bis	a.	b.	11. April	2 Nacht	17,96	von—bis	a.	b.	
	1		12— 2	2,50	2,75		3		2— 4	1,80	2,38	
	2 <sup>1)</sup>	18,00					4	17,85				
	3		2— 4	2,20	2,58		5		4— 6	1,80	2,15	
	4	18,15					12. April	6 Morgen	17,68			
	5		4— 6	2,40	2,70			7		6— 8	1,70	1,95
	6 Abend	18,30					8	17,57				
	7		6— 8	2,30	2,60		9		8—10	1,70	1,80	
	8 <sup>2)</sup>	18,33					10	17,53				
	9		8—10	1,85	2,35		11		10—12	1,50	1,85	
	10	18,18					12 Mittag	17,57				
	11		10—12	2,00	2,80		1		12— 2	1,60	2,00	
12 Nacht	18,08				2	17,70						
1		12— 2	1,75	2,30	3		2— 4	1,40				
					4	17,85						
					5		4— 6	1,75				
					6 Abend	18,00						

1) Um 2 Uhr bei *b* die Trommel gewechselt.

2) Um 8 Uhr bei *a* die Trommel gewechselt.

Im Laufe von 32 und 42 Stunden sind diesmal bei den Pflanzen keine Wachstumsperioden zu erkennen.

## C.

Unmittelbar nach Abschluss der vorigen Beobachtungsreihe wurde bei der Pflanze *a* die Schlinge um zwei Internodien höher (auf das jüngste, ca. 1 Cm. lange Internodium) aufgelegt und die Messungen fortgesetzt. Bei der Pflanze *b* wurde die Schlinge ebenfalls auf das jüngste, ca. 5—6 Mm. lange Internodium verlegt; diese Pflanze blieb aber 20 Stunden lang frei stehen und erst am nächsten Tage wurde sie mit spannendem Gewichte versehen und weiter gemessen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.	
12. April	8 Abend	18,10	von—bis	a.	b.	12. April	3 Nacht		2— 4	3,22		
	9		8—10	2,45			4	17,80				
	10	18,05					5		4— 6	3,55		
	11		10—12	2,80			13. April	6 Morgen	17,72			
	12 Nacht	18,00						7		6— 8	3,40	
	1		12— 2	2,90			8	17,65				
2	17,90				9		8—10	3,40				

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.				
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.		
13. April	10 Morgen	17,55				14. April	11 Morgen		von—bis	a.	b.		
	11		10—12	3,40			12 Mittag	17,65	10—12	3,50	3,30		
	12 Mittag <sup>1)</sup>	17,60					1		12—2	3,85	4,00		
	1		12—2	3,35	3,35		2	17,80	2—4	3,95	3,90		
	2	17,80					3		4—6	4,27	4,40		
	3		2—4	3,75	3,65		4	17,97	6 Abend	18,10	6—8	4,23	4,20
	4	17,95					7 <sup>1)</sup>		8	18,20	8—10	3,50	3,60
	5		4—6	3,80	3,45		9		10	18,15	10—12	3,90	3,92
	6 Abend	18,00					11		12 Nacht	18,10	12—2	3,90	3,78
	7 <sup>2)</sup>		6—8	3,75	3,30		1		2	18,05	2—4	4,00	3,50
	8	18,05					3		4	18,00	4—6	4,10	3,20
	9		8—10	3,35	3,10		5		6 Morgen	17,95	6—8	3,45	2,60
	10	18,05					7		8	17,92	8—10	2,80	2,45
	11		10—12	4,15	3,32		9		10	18,00	10—12		2,70
12 Nacht	18,00				11		12 Mittag	18,10					
1		12—2	4,50	3,20	15. April	6 Morgen	17,95						
2	17,90				7		8	17,92					
3		2—4	4,30	3,18	8		9						
4	17,80				10		11						
5		4—6	4,00	3,10	12		12 Mittag	18,10					
6 Morgen	17,73												
7		6—8	3,60	2,80									
8	17,65												
9		8—10	3,44	3,12									
10	17,65												

1) Um 12 Uhr bei *a* die Trommel gewechselt.

2) Um 8 Uhr bei *a* und *b* neue Trommel gegeben.

1) Um 7 Uhr bei *a* und *b* neue Trommeln.

Die Pflanze *a* zeigte jetzt im Laufe von  $2\frac{1}{2}$  Tagen 5 Wachstumsmaxima, so dass ihre diesmalige Wachsthumscurve der Curve *B*, Taf. V ähnlich, wenn auch weniger regelmässig ist. Die Pflanze *b* zeigte ebenfalls wieder deutlich ausgesprochene, und zwar tägliche Perioden, deren Maxima, wie in der ersten Beobachtungsreihe von derselben Pflanze (Taf. IV, *B* II), erst Nachmittag erschienen.

Tabelle 32.

Zwei etiolirte Triebe von *Solanum tuberosum*: *a* — ca. 10 Cm., *b* — ca. 15 Cm. lang.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.				
			von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>				von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>		
15. April	4 Mittag	23,80	von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>	16. April	4 Nacht		von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>		
	5		4— 6	0,45	0,50		5		4— 6	0,85	0,35		
	6 Abend		24,20	6— 8	0,30	0,76	17. April	6 Morgen		6— 8	0,85	0,50	
	7	8— 10		0,22	0,73	7		8		23,60	8— 10	0,57	0,35
	8	10— 12		10— 12	0,20	0,87	8	23,60	10	10— 12	0,35	0,65	
	9			12— 2	0,25	1,05	9		12 Mittag	23,50	12— 2	0,25	0,76
	10			2— 4	0,47	1,15	10		2 <sup>1)</sup>		2— 4	0,20	
	11	4— 6		0,75	0,95	11	3	23,30	4	4— 6	0,12		
	12 Nacht	23,81	6— 8	0,90	1,05	12	6 Abend		6— 8	0,16			
	1		8— 10	0,75	1,42	1	7	8— 10	0,05				
	2		23,80	10— 12	0,80	1,42	2	8	10— 12	0,05			
	3	12— 2		0,70	0,95	3	9	12 Nacht	12— 2	0,15			
4	2— 4	0,80		0,67	4	10	1	2— 4	0,15				
5	4— 6	24,00	4— 6	0,80	0,72	5	2	4— 6	0,35				
6 Abend	24,20		6— 8	0,80	0,78	6	3	6 Morgen	6— 8	0,32			
7			8— 10	0,40	0,50	7	4	8	8— 10	0,25			
8		10— 12	0,30	0,32	8	5	9	10— 12	0,10				
9	12— 2	22,30	12— 2	0,60	0,50	9	10	12 Mittag	12— 2	0,25			
10	2— 4		0,70	0,40	10	11	2	2— 4					
11					11	12							
12				12									

1) Um 2 Uhr die Pflanze *b* entfernt.

Die täglichen Schwankungen sind sehr deutlich, wenn auch wenig regelmässig; das letztere wahrscheinlich in Folge der Nutationen, welche die etiolirten Kartoffeltriebe zu Wachstumsuntersuchungen überhaupt ganz ungeeignet machen.

Tabelle 33.

A. (Taf. V, C.)

Etiolirter Stengel von *Brassica Rapa* von ca. 25 Cm. Länge mit sehr schwach entwickelten Blättern.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			
			von—bis					von—bis			
24. April	12 Mittag	16,10			25. April	9 Abend		8—10	0,97		
	1		12—2	1,65		10					
	2	16,40				11			10—12	1,02	
	3		2—4	1,47		12 Nacht					
	4					1					
	5		4—6	1,36		2					
	6 Abend					3					
	7	16,57	6—8	1,16		4					
	8					5					
	9		8—10	1,10		26. April	6 Morgen				
	10						7				
	11		10—12	1,13			8				
12 Nacht				9							
1		12—2	1,25	10			16,60				
2				11							
3		2—4	1,37	12 Mittag			16,65				
4				1				12—2	1,47		
25. April	5		4—6	1,27	2		16,80				
	6 Morg.				3			2—4	1,52		
	7		6—8	1,35	4						
	8				5			4—6	1,40		
	9		8—10	1,47	6 Abend						
	10	16,60			7		17,15	6—8	1,35		
	11		10—12	1,57	8						
	12 Mittag				9			8—10	1,30		
	1		12—2	1,65	10						
	2	17,00			11			10—12	1,27		
	3		2—4	1,55	12 Nacht						
	4				1			12—2	1,27		
5		4—6	1,50	2							
6 Abend <sup>1)</sup>				3			2—4	1,35			
7	17,13	6—8	1,20	4							
8											

1) Das Uhrwerk des Apparates blieb in der Nacht stehen und die Zeigerspitze zeichnete eine gerade vertikale Linie.

1) Um 6 Uhr neue Trommel gegeben.

## B. (Taf. V, A I und II).

*a* — dieselbe Pflanze von *Brassica Rapa*, welche zum vorigen Versuche (dies. Tab. A) diente und seitdem 36 Stunden lang frei im Dunklen stehen blieb; die Schlinge wurde jetzt auf das nächstjüngere Internodium aufgelegt. *b* — ein etiolirter, aus dem Rhizom getriebener Spross von *Asclepias curassavica*; er ist ca. 5 Cm. lang, fast weiss und trägt kleine, schuppenförmige, am Stengel dicht anliegende Blättchen.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.				
			von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>				von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>		
28. April	8 Abend	17,20	von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>	29. April	4 Nacht		von—bis	<i>a.</i>	<i>b.</i>		
	9		8—10	1,25	0,45		5		4—6	1,55	0,55		
	10						30. April		6 Morgen		6—8	1,53	0,58
	11		10—12	1,35	0,42				7				
	12 Nacht						8				8—10		0,63
	1		12—2	1,35	0,48		9						
	2						10		17,75		10—12		0,70
	3		2—4	1,45	0,50		11						
	4						12 Mittag		17,80		12—2	1,30	0,72
	5		4—6	1,52	0,47		1				2—4	1,02	0,56
	6 Morgen						2		18,00		4—6	1,30	0,57
	29. April		7	17,30	6—8		1,42		0,52	3			6—8
8						4							
9		8—10	1,60		0,55	5			8—10	1,10	0,62		
10						6 Abend			10—12	0,97	0,40		
11		10—12	1,62		0,57	7			12—2	1,07	0,47		
12 Mittag						8	18,50		2—4	1,02	0,40		
1		12—2	1,60		0,65	9			4—6	1,35	0,38		
2						10			6—8	1,20	0,33		
3		2—4	1,80		0,62	11			8—10	1,05	0,30		
4						12 Nacht			10—12	1,00	0,32		
5		4—6	1,52		0,63	1							
6 Abend						2							
7	17,60	6—8	1,40	0,62	3								
8					4								
9		8—10	1,30	0,61	5								
10					6 Morgen								
11		10—12	1,35	0,58	7								
12 Nacht					8								
1		12—2	1,25	0,57	9								
2					10								
3		2—4	1,60	0,58	11	18,65							

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.			Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis	a.	b.				von—bis	a.	b.
1. Mai	12 Mittag	18,75	von—bis			2. Mai	3 Mittag	20,75	von—bis		
	1		12— 2	1,10	0,22		4		2— 4	0,31 <sup>1</sup>	
	2						5		4— 6	0,32	
	3		2— 4	1,15	0,22		6 Abend				
	4						7		6— 8	0,38	
	5		4— 6	1,17	0,25		8				
	6 Abend	19,50	6— 8	1,17	0,50		9		8—10	0,32	
	7						10				
	8		8—10	1,15	0,50		11		10—12	0,32	
	9						12 Nacht				
	10		10—12	1,10	0,50		1		12— 2	0,28	
	11						2				
12 Nacht	19,70	12— 2	1,20	0,40	3	2— 4	0,27				
1					4	4— 6	0,20				
2		2— 4	1,30	0,36	5						
3					6 Morgen						
4		4— 6	1,20	0,45	7	6— 8	0,20				
5					8						
2. Mai	6 Morgen	19,70	6— 8	1,00	0,50	3. Mai	9	20,75	8—10	0,15	
	7						10				
	8		8—10		0,43		11		10—12	0,15	
	9 <sup>1)</sup>	19,75			12 Mittag						
	10				1		12— 2		0,15		
	11	10—12		0,40	2						
	12 Mittag	19,95	12— 2		0,38		3		2— 4	0,10	
1	20,25				4						
2					5	4— 6					
					6 Abend	21,40					

1) Die Pflanze a wurde entfernt.

Tabelle 34.

Etiolirte Pflanze von *Brassica Rapa* mit einem Stengel von ca. 52 Cm. Länge, welcher mit einer Traube junger Blütenknospen endigt und kleine, schwach entwickelte Blätter trägt. Die Schlinge dicht unter dem Blütenstand aufgelegt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
19. April	12 Mittag	18,85	von—bis		19. April	3 Mittag	18,90	von—bis	
	1		12— 2	3,67		4		2— 4	4,10
	2					5		4— 6	3,48

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		
			von—bis					von—bis		
19. April	6 Abend	19,10	von—bis		20. April	2 Nacht		von—bis		
	7		6—8	3,48		3		2—4	3,28	
	8		8—10	3,30		4				
	9		10—12	3,20		5		4—6	2,95	
	10					21. April		6 Morgen		
	11		12—2	3,70				7	6—8	3,00
	12 Nacht		2—4	3,15				8		
	1		4—6	3,35				9	8—10	2,80
	2		10—12	2,85				10	18,50	
	3		12—2	2,95				11	10—12	2,80
	4		2—4	3,20				12 Mittag		
	5		4—6	3,15				1 <sup>1)</sup>	18,60	12—2
20. April	6 Morgen	19,00	6—8	2,78	2					
	7		8—10	2,72	3		18,80	2—4	2,86	
	8		10—12	2,85	4					
	9		12—2	2,95	5		4—6	2,55		
	10		2—4	3,20	6 Abend					
	11		4—6	3,15	7	6—8	3,00			
	12 Mittag		6—8	3,45	8	19,00	8—10	3,00		
	1 <sup>1)</sup>		8—10	3,06	9					
	2		10—12	3,20	10	10—12	2,40			
	3		12—2	3,35	11	12—2	2,35			
	4				12 Nacht					
	5				1	12—2	2,35			
6 Abend			2	2—4	2,55					
7			3							
8 <sup>2)</sup>			4	4—6	2,20					
9			5							
10			22. April	6 Morgen						
11				7	6—8	1,55				
12 Nacht				8						
1				9	8—10	2,00				
				10	18,60					

1) Um 1 Uhr die Trommel gewechselt.

2) Um 8 Uhr die Trommel gewechselt.

1) Um 1 Uhr neue Trommel gegeben.

Tägliche Perioden, mit ihren Maxima in den ersten Abendstunden, sind nur schwach angedeutet. Der Verlauf des Wachstums wird überhaupt durch das Auftreten der starken, secundären Schwankungen sehr unregelmässig.

Tabelle 35.

Etiolirter Trieb von *Helianthus tuberosus* von ca. 7 Cm. Länge.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.						
			von—bis					von—bis						
4. Mai	8 Morgen	21,50	von—bis		5. Mai	7 Abend		6—8	2,25					
	9		8—10	1,20		8		8—10	1,95					
	10		10—12	2,80		9		10—12	1,94					
	11	21,80	12—2	2,43		10		12 Nacht	22,00	12—2	2,05			
	12 Mittag		2—4	1,75		11				2—4	2,15			
	1		4—6	2,25		12				4—6	2,00			
	2		6—8	2,65		1				6. Mai	6 Morgen	23,00	6—8	2,05
	3		8—10	2,10		2							8—10	1,50
	4		10—12	2,10		3							10—12	1,60
	5	22,30	12—2	2,55		4		12 Mitt. <sup>1)</sup>	23,05				12—2	1,12
	6 Abend		2—4	3,05		5							2—4	1,07
	7		4—6	2,45		6							4—6	1,30
8	6—8		2,43	7	6—8	1,12								
9	8—10		1,83	8	8—10	0,75								
10	10—12		2,42	9	10—12	0,88								
5. Mai	11	12,50	12—2	2,25	10	12 Nacht	23,45	12—2	0,75					
	12 Mittag		2—4	2,37	11			2—4	0,78					
	1		4—6	2,35	12			4—6	0,60					
	2	22,60	von—bis		1			12—2	0,75					
	3		8—10	1,83	2			2—4	0,78					
	4		10—12	2,42	3			2—4	0,78					
	5		12—2	2,25	4			4—6	0,60					
6 Abend	2—4	2,37	5	4—6	0,60									

1) Um 8 Uhr neue Trommel.

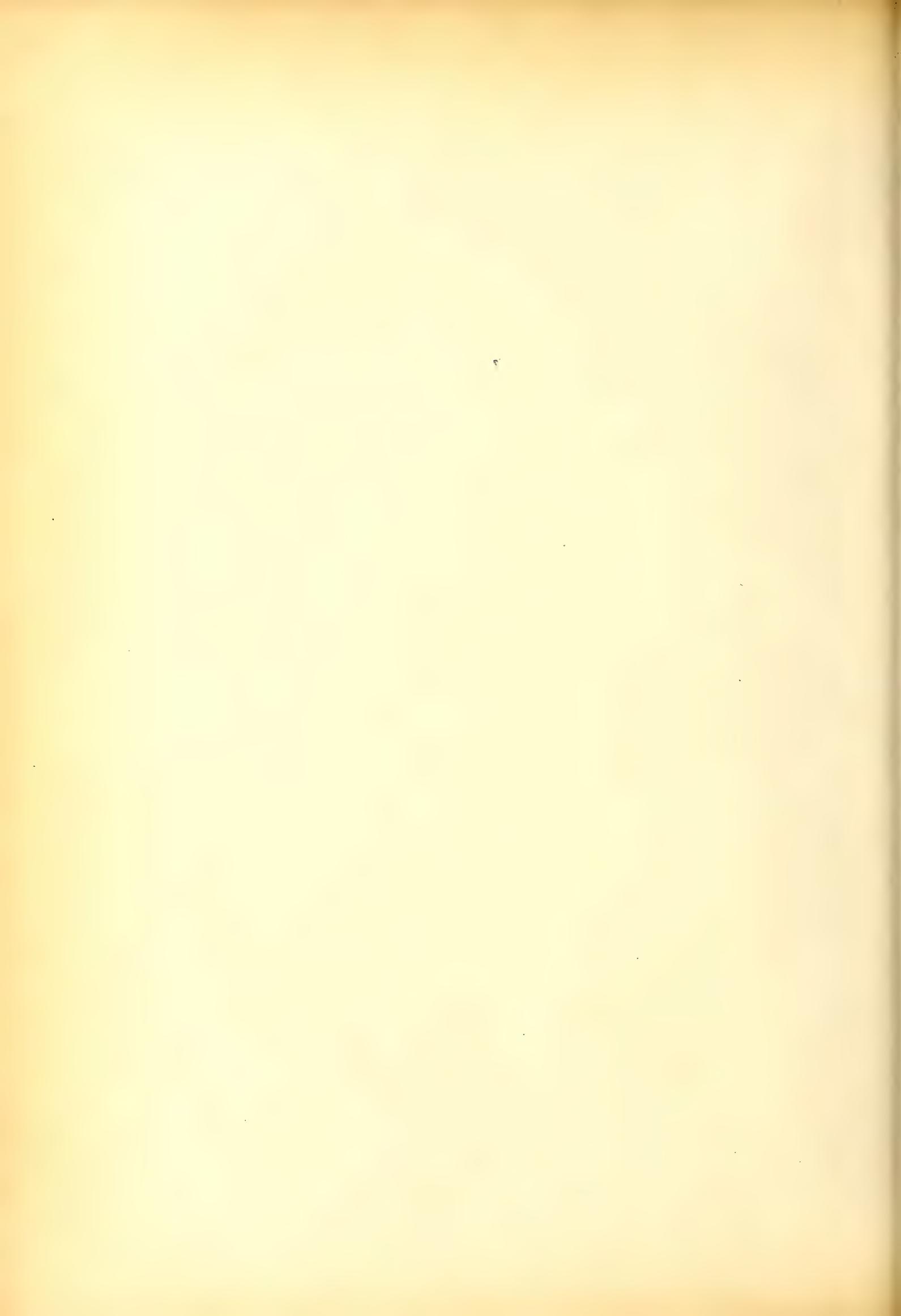
1) Um 12 Uhr die Trommel gewechselt.

Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.		Tag.	Stunde.	T. ° C.	2-stündige Zuwächse in Mm.	
			von—bis					von—bis	
7. Mai	6 Morgen	23,40	von—bis		7. Mai	11 Morgen	23,60	10—12	0,13
	7		6—8	0,60		12 Mittag		12—2	0,10
	8					1			
	9		8—10	0,23		2			
	10	23,50							

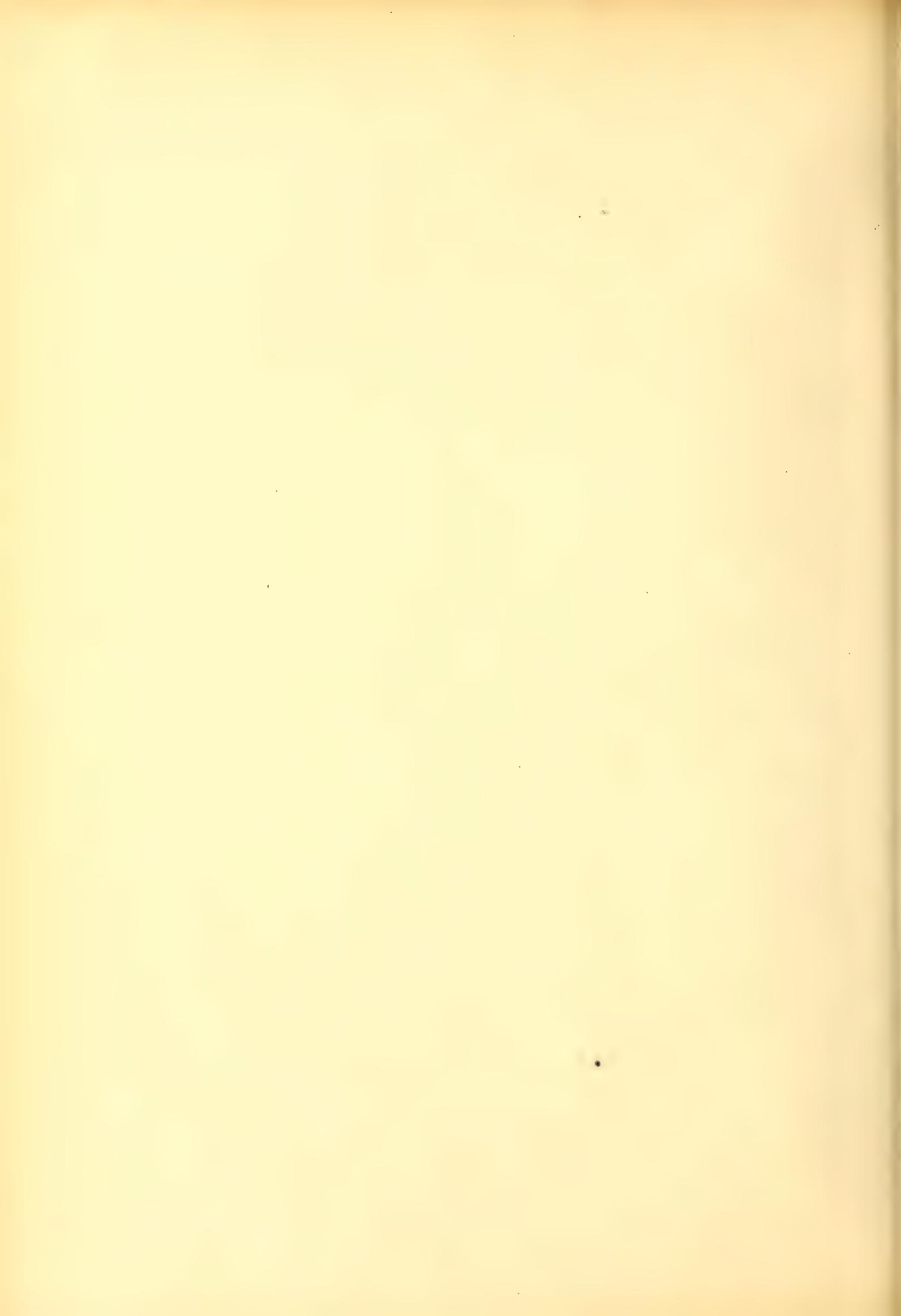
Starke secundäre Schwankungen, keine Andeutung der täglichen Periodicität.

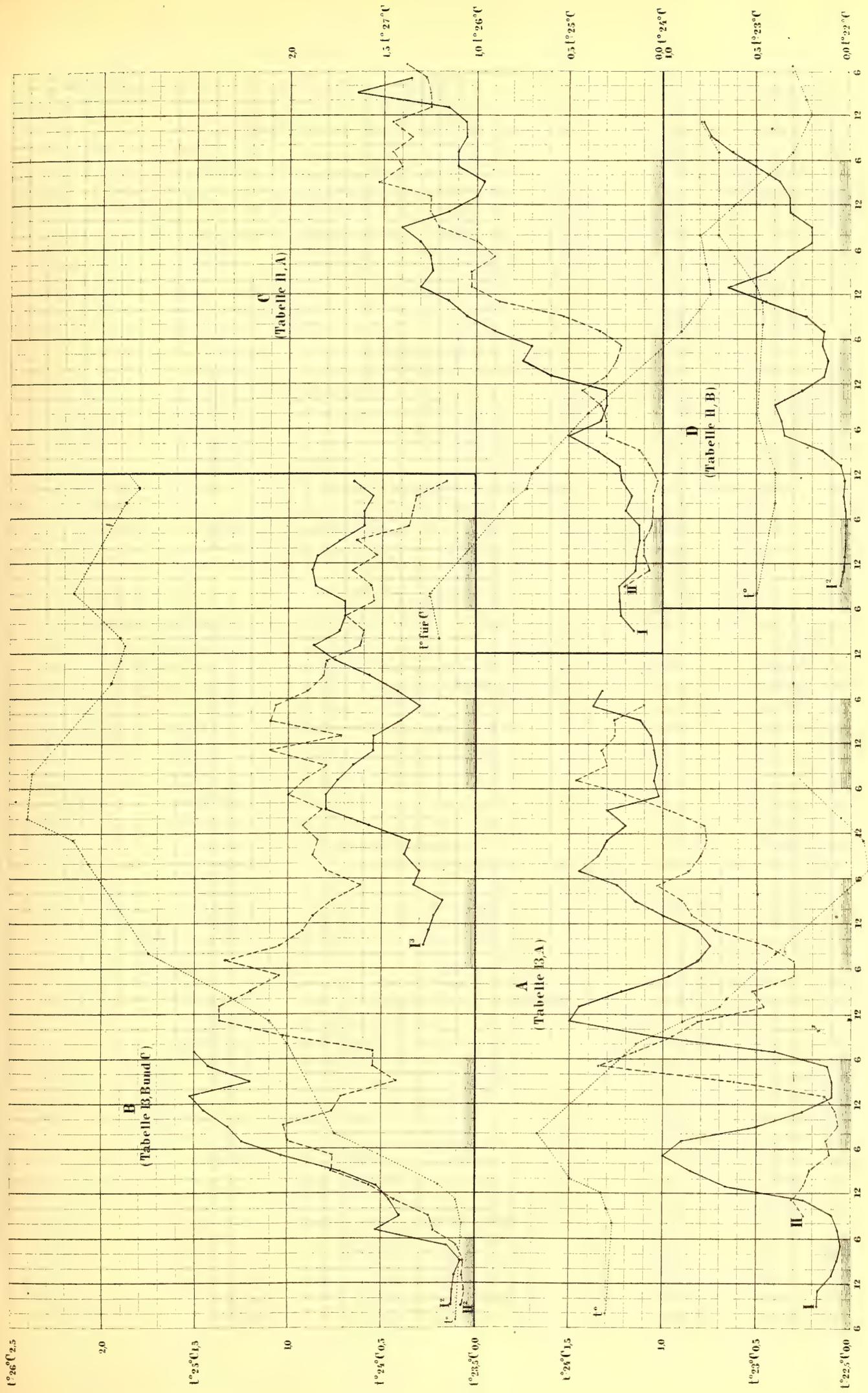
### Zur Erläuterung der Curventafeln.

Hier mag noch bemerkt werden, dass an den Abscissen die Zeit, an den Ordinaten die zweistündigen Zuwächse und die beobachteten Temperaturgrade aufgetragen sind. Jede Theilung der Abscissenaxe umfasst 2 Stunden; die der Nacht entsprechenden Zeitabschnitte sind, grösserer Uebersichtlichkeit wegen, durch schattirte Streifen bezeichnet. Einzelne Theilungen der Ordinaten entsprechen je 0,1 Mm. für Zuwächse und fast überall je 0,1° C. für Temperaturen; nur in der Taf. V, A, bezeichnet jede Theilung 0,2° C. Die Temperaturencurven sind überall mit  $t^\circ$  bezeichnet. Nähere Angaben über die Bedingungen der Versuchsanstellung mit einzelnen Pflanzen sind in den entsprechenden (bei allen Curven bezeichneten) Tabellen zu finden.



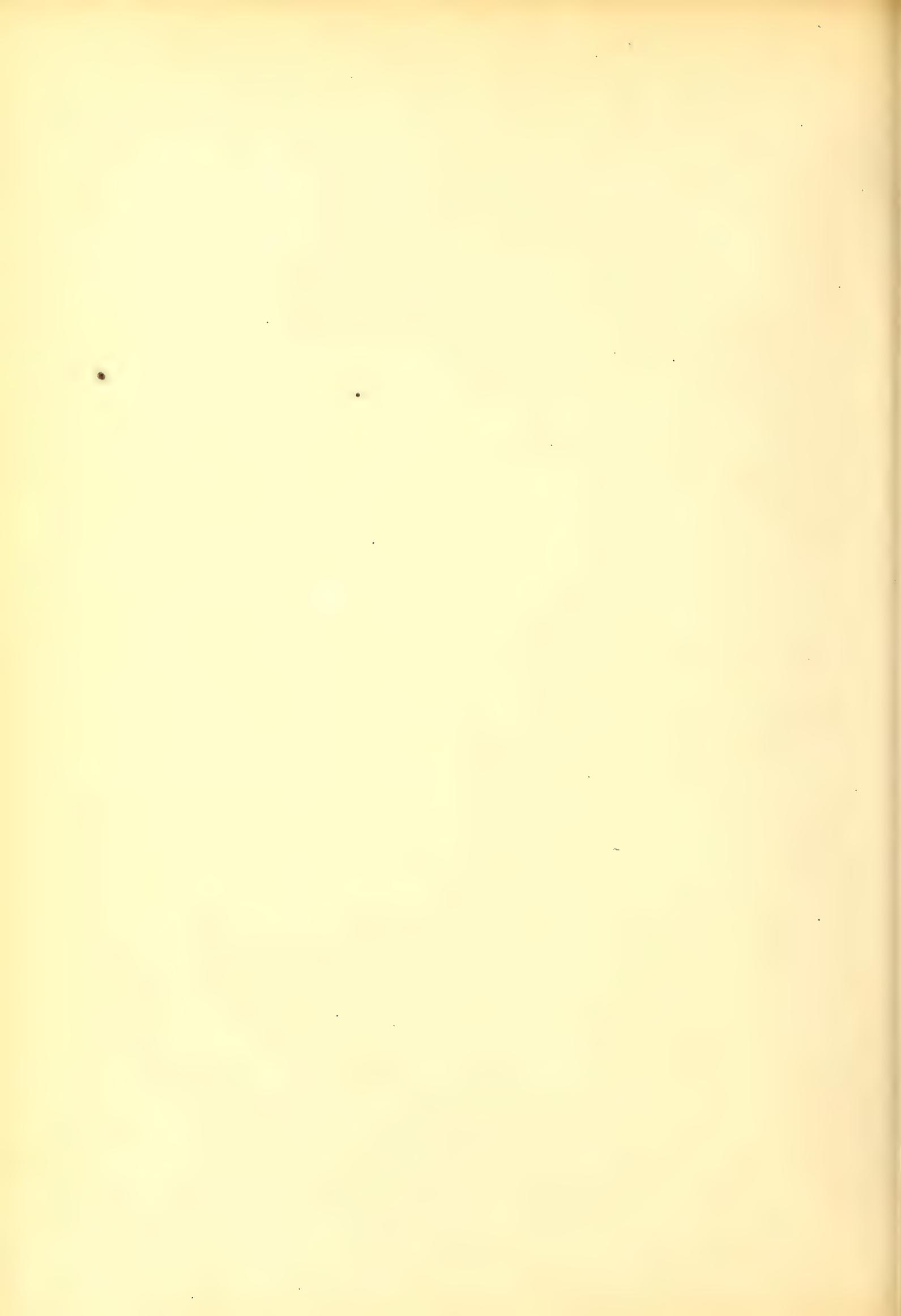


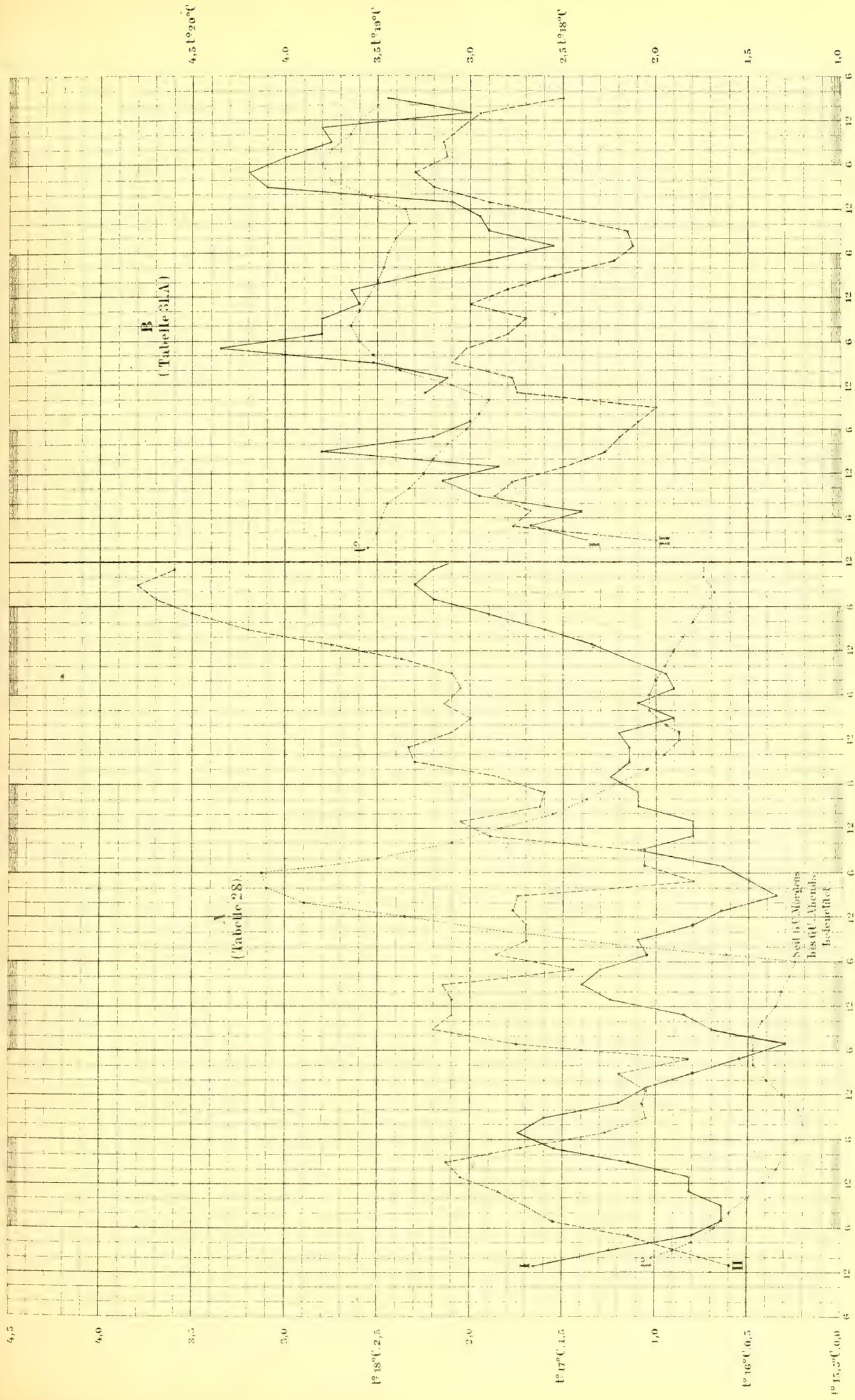










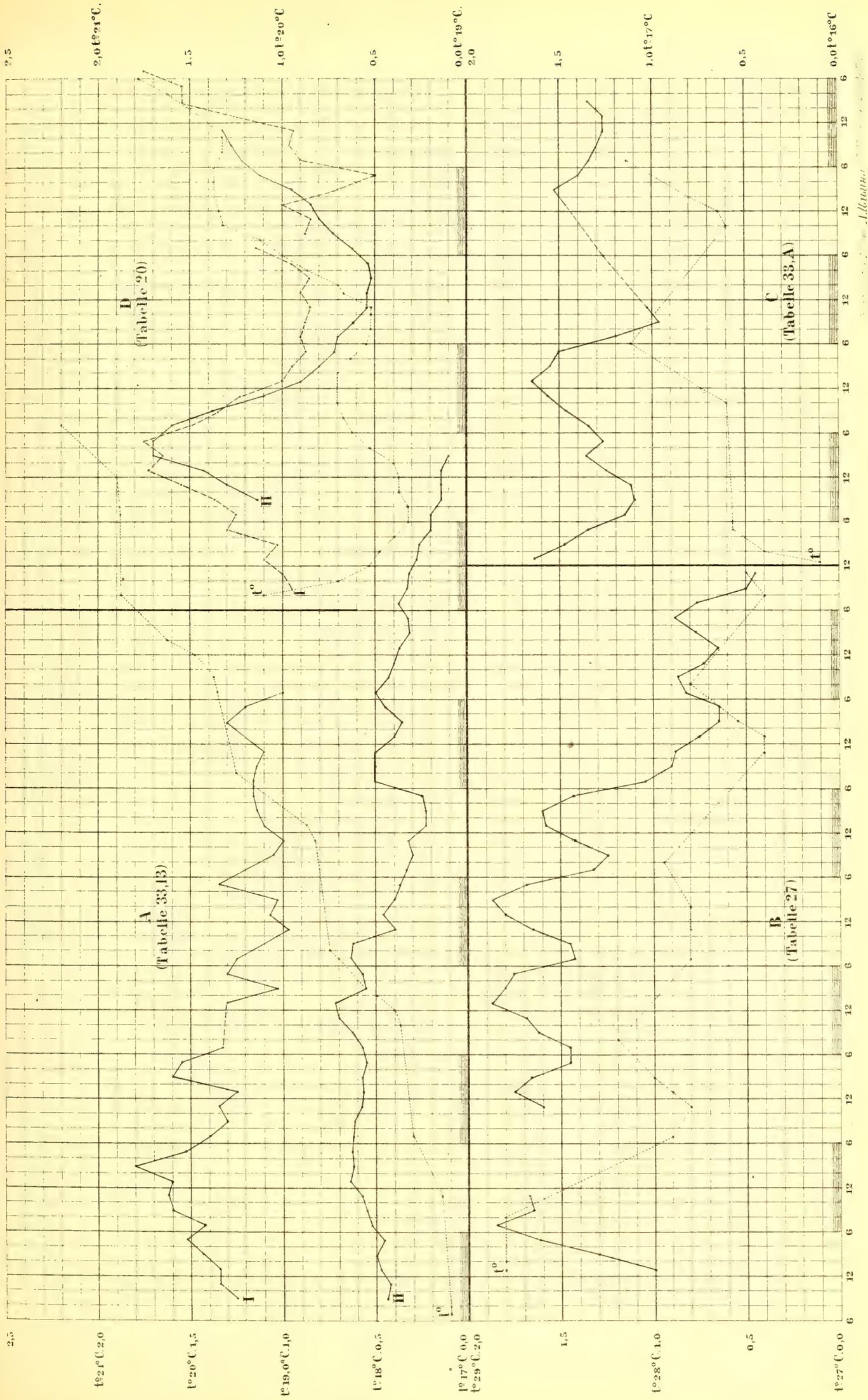


B  
(Tabelle 31A)

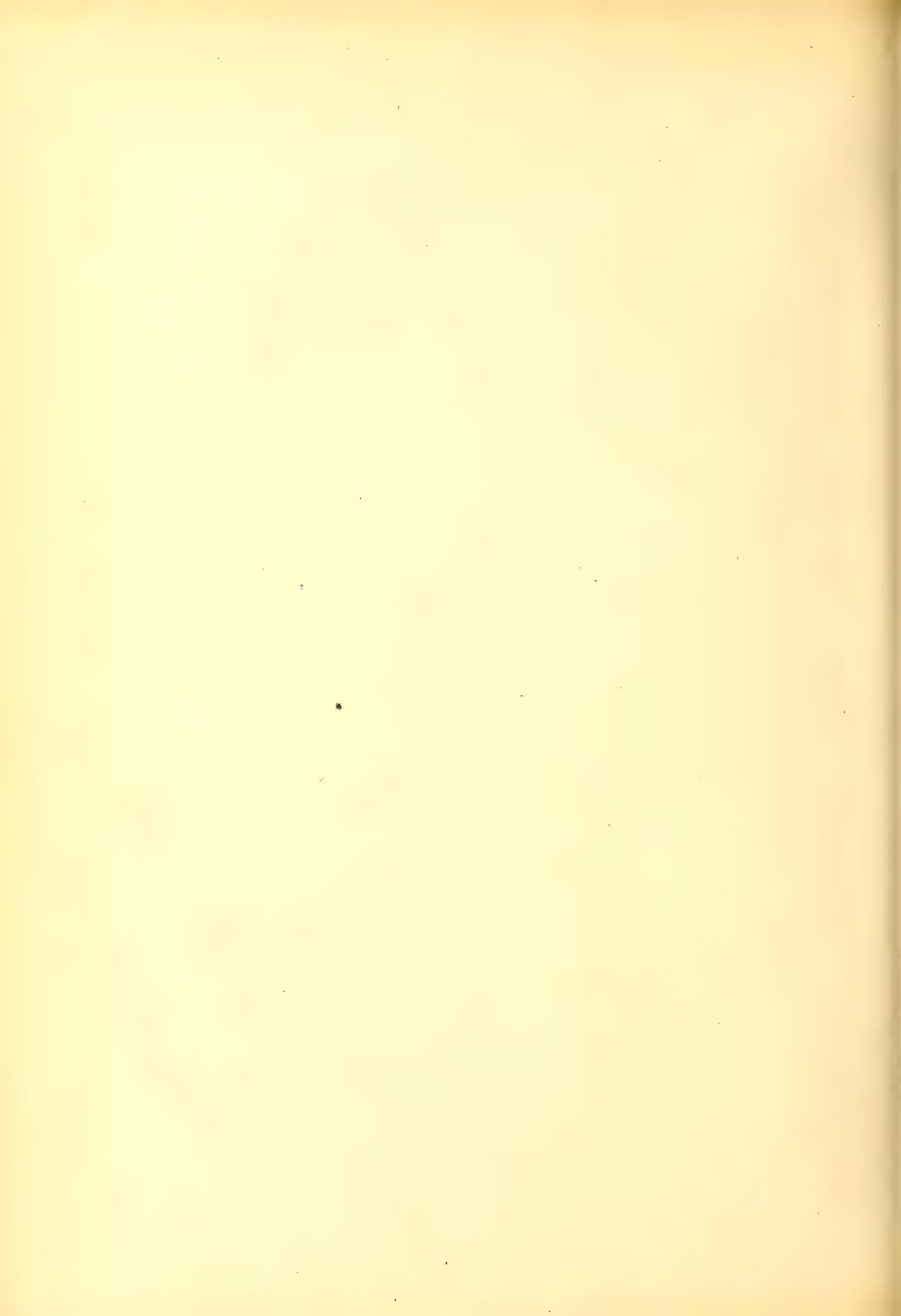
A  
(Tabelle 28)

Seed in Morgens  
Seed in Abends





Albatross





## BEKANNTMACHUNG der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einformig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

**Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844** mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B<sup>de</sup> in 4<sup>o</sup> (1847 -- 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
<b>Bd. I. Th. I.</b> Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S. ....	3	45	11	50
<b>Bd. I. Th. II.</b> Botanik. <b>Lf. 1.</b> Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
<b>Lf. 2.</b> Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 — 435. ....	3	95	13	20
<b>Lf. 3.</b> Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S. ....	2	45	8	20
<b>Bd. II. Zoologie. Th. I.</b> Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube, E. Ménétrièrs, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
<b>Th. II. Lf. 1.</b> Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.) ....	6	35	21	20
<b>Bd. III.</b> Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. <b>Th. I. Lf. 1.</b> Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S. ....	—	80	2	70
<b>Lf. 2.</b> Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397. ....	2	30	7	70
<b>Th. II.</b> Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S. ....	1	40	4	70
<b>Bd. IV.</b> Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. <b>Th. I.</b> Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. <b>Lf. 1.</b> Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlases. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlases. ....	3	15	10	50
<b>Lf. 2.</b> Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.) ....	1	10	3	70
<b>Lf. 3.</b> Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV. ....	1	70	5	70
<b>Lf. 4.</b> Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI. ....	2	45	8	20
<b>Th. II.</b> Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. <b>Lf. 1.</b> Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII. ....	2	50	8	30
<b>Lf. 2.</b> Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394. ....	2	30	7	70
<b>Lf. 3.</b> Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln. ....	3	25	10	80