

U e b e r

die Wasservertheilung in der Pflanze.

**III.**

Die tägliche Schwellungsperiode der Pflanzen.

Von

**Gregor Kraus.**



## Einleitung.

Das vorliegende 3. Heft meiner Untersuchungen über die Wasservertheilung in der Pflanze bringt Mittheilungen über eine Erscheinung, welche mit dem ungleichen (wechselnden) Wassergehalt der Pflanze zu verschiedenen Tageszeiten zusammenhängt, über die periodische An- und Abschwellung der Pflanzenorgane und des ganzen Pflanzenkörpers innerhalb 24 Stunden.

Es soll gezeigt werden, dass alle Pflanzentheile, nicht bloss, wie ich schon früher nachwies (Heft I, S. 47 ff.), die Stämme, sondern auch Blätter, Früchte, Knospen, wachsend oder ausgewachsen, und somit der ganze Pflanzenkörper in regelmässig täglichem Gang grösser und kleiner werden, an- und abschwellen, und dass diese Dimensionsänderungen zunächst die Folge eines täglich, periodisch, schwankenden Wassergehaltes der Theile sind; es soll dann weiter durch Versuche und lange Messungsreihen klar gelegt werden, wie der wachsende Wassergehalt mit der Thätigkeit der Wasser zu- und abführenden Factoren im Pflanzenkörper im Zusammenhang steht. \*)

Ausser der Feststellung des Wassergehaltes der Pflanzentheile zu verschiedenen Tageszeiten, welche nach der früher (Heft I, S. 4—5) angegebenen, auch hier völlig ausreichend und bewährt gefundenen Methode geschah, tritt als Hauptaufgabe, die Grössemessung der Organe zu verschiedenen Tageszeiten hinzu. Auch dabei kann ich zunächst darauf hinweisen, dass das höchst einfache mit Nonius versehene Messinstrument, das zu diesem Zwecke dient, in Heft I, S. 47 beschrieben und abgebildet ist. Ich muss aber, da es sich um die Feststellung sehr kleiner, oft nur in den Tausendtheilen eines Millimeters schwankenden Dimensionsunterschiede handelt, auf die Brauchbarkeit und Verlässigkeit desselben etwas näher eintreten; diese kann ich auf tausend und abertausend Messungen hin, die von mir und Andern gemacht worden sind, unbedingt versichern.

---

\*) Einige Hauptresultate dieser Arbeit sind bereits in der Sitzung der Naturf. Gesellschaft zu Halle vom 31. Juli 1880 vorgetragen und in den Sitzungsberichten auszugsweise gedruckt.

Es ist in der That möglich, durch genaue und sichere Anlegung des Instruments an einem beliebigen Pflanzentheile Einzelmessungen — alle Angaben sind in Millimetern und deren Theilen — zu machen, welche unter sich gewöhnlich nur in den Hunderteln der Millimeter differiren. Nimmt man aus solchen Messungen — 10 bis 20 derselben — das Mittel, so erhält man Zahlen, die in den Hunderteln ganz sicher, und von denen auch die 3. Decimalen, wo sie stark abweichen, wirkliche Differenzen nicht Messfehler angeben.

Ich will an einem Beispiel, das ich aus Hunderten herausnahm, zeigen, wie weit die Einzelmessungen differiren, und wie sicher die Mittelzahlen sind.

Eine *Mespilus*-Frucht, am 14. October vom Baum genommen, Stiel mit Baumwachs verklebt, bleibt frei im Zimmer liegen; die Messungen, die an derselben z. B. am 18. October und folgende Tage vorgenommen wurden, ergaben, bei aller Constanz der Durchmesser, doch die zu erwartende winzige Durchmesserabnahme (durch Wasserverdunstung veranlasst). — Grösster Querdurchmesser genommen.

18. October. Stunde:	8 15 am	10 am	11 30 am	3 pm
	32,19	32,19	32,18	32,18
	22	20	17	21
	21	17	14	20
	18	21	20	18
	17	16	20	14
	24	22	19	22
	16	20	22	19
	19	18	20	16
	18	16	21	20
	16	20	18	22
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	32,190	32,189	32,189	32,190

19. October. Stunde:	8 15 am	10 am	11 30 am	3 p	4 40 p
	32,19	32,18	32,16	32,15	32,22
	21	21	18	16	15
	23	19	21	17	19
	16	23	21	18	16
	18	16	22	23	21
	21	17	19	21	17
	22	15	15	15	15
	17	22	23	21	18
	15	21	17	19	21
	16	16	16	22	23
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	32,188	32,188	32,188	32,187	32,187

Ein zweites Beispiel soll zeigen, wie die Zahlen sich verändern, wenn Volumvergrößernde Einflüsse eintreten. Ein Topfexemplar von *Gasteria maculata* (der Ver-

such ist weiter unten Tabelle I n. 11 ausführlich beschrieben), trocken gehalten, gibt ein Paar Tage stets abnehmende Durchmesser; am letzten Tag wird die Pflanze früh nach der ersten Messung stark begossen.

3. Januar:	Stunde:	9 a	10 a	11 a	12 m	1 p	3 p	4 p
		20,60	60	60	60	60	60	60
		58	54	54	54	54	54	54
		56	56	51	51	51	52	52
		61	61	60	60	58	58	58
		62	62	60	57	57	56	57
		57	57	59	59	59	59	59
		55	55	57	57	57	57	57
		59	59	59	58	58	58	58
		60	61	60	60	59	59	59
		58	57	58	59	59	56	56
		<u>20,586</u>	<u>582</u>	<u>578</u>	<u>575</u>	<u>572</u>	<u>569</u>	<u>570</u>

4. Januar.	Stunde:	8 30 a	9 30 a	10 30 a	11 30 a	12 30 p*)
		20,60	60	60	60	60
		57	54	54	54	54
		52	52	52	52	51
		58	58	58	58	58
		57	57	57	57	57
		59	59	58	56	56
		57	56	56	55	53
		59	59	59	59	59
		60	60	59	59	59
		55	54	54	54	54
		<u>572</u>	<u>569</u>	<u>567</u>	<u>564</u>	<u>561</u>

5. Januar.	Stunde:	8 30 a	9 30 a	10 30 a	11 30 a	12 30 p
		20,50	50	50	50	50
		53	53	53	56	53
		56	56	56	53	56
		54	54	55	57	57
		58	58	58	53	58
		57	57	57	55	55
		52	52	52	52	52
		59	56	53	57	54
		53	53	56	58	51
		57	57	57	55	57
		<u>549</u>	<u>546</u>	<u>547</u>	<u>546</u>	<u>543</u>

\*) Die Pflanze wird am nun folgenden Nachmittage stark von der Sonne getroffen; daher die ansehnliche Abnahme bei der folgenden Messung.

6. Januar. Stunde:	8 15 a	9 15 a	10 15 a	11 15 a	12 15 p
	20,50	57	57	56	57
	53	58	60	60	60
	56	56	56	57	55
	57	60	62	62	62
	58	58	58	59	59
	54	53	54	53	54
	52	55	59	58	55
	53	59	57	55	60
	51	57	55	59	58
	57	56	56	56	55
	<u>20,541</u>	<u>569</u>	<u>574</u>	<u>577</u>	<u>575</u>

Ich sollte meinen, diese Zahlen genügen allen Anforderungen mehr als hinreichend.

Unter Anwendung dieser Methoden ist der Nachweis der täglichen Schwellungsperiode der Organe und ihrer nächsten Ursache (periodisch veränderlicher Wassergehalt) geführt.

Sieht man zu, wie die An- und Abschwellung bei den verschiedenen Organen anatomisch zu Stande kommt, so ist zunächst bei den fast ausschliesslich parenchymatischen Organen, wie Früchten u. s. w. der Sachverhalt ein sehr einfacher. So weit sich sehen lässt, schwillt das ganze Parenchym mehr oder weniger gleichmässig an; eine ungleiche Theilnahme desselben an der Schwellung kenne ich wenigstens nicht. Die Schwellung selbst geschieht durch Schwellung, erhöhte Turgescenz der Zelle, Aufnahme von Wasser in den lebendigen Zellinhalt — sie ist also eine Turgescenzerscheinung. In welchem Grade daneben einen, wenn auch geringeren Antheil an dem Zustandekommen der Schwellung die Imbibition der Häute, des Protoplasmas, der Chlorophyllkörner (an welchen letzteren nachgewiesener Maassen Volumveränderungen vorgehen können) haben, muss einstweilen dahin stehen. Unsere Darstellung kann hier eine sehr einfache sein und beschränkt sich auf die Beschreibung des Schwellungsganges selbst und seiner nächsten Ursachen.

Anders bei den mit dickem Vasalkörper versehenen holzigen Organen, zumal den Stämmen. Hier wird die Aufgabe complicirter. Hier lässt sich nachweisen, dass die beiden physiologischen Hauptmassen — Rinde und Holz — einen sehr verschiedenen Antheil an dem Zustandekommen der Schwellung nehmen. Ein weiterer Unterschied ist der, dass die Schwellung, des Holzes wenigstens, aus wesentlich andern Vorgängen als bei dem Parenchym resultirt. Das Holz schwillt durch Aufnahme von Wasser in die Zellhäute, die Schwellung ist hier eine Imbibitionserscheinung.

Es erhellt, dass wir demnach gut thun, parenchymatische Organe und Holzstämme gesondert zu betrachten.

Es bleibt mir vorher nur noch übrig, auch hier meinem dermaligen Assistenten, Herrn Dr. Tetzlaff, zu danken, der mich in den Messungen mit ebensoviel Ausdauer, als Geschick und Sorgfalt unterstützt hat.

## I. C a p i t e l.

### Die tägliche Schwellungsperiode parenchymatischer Organe.

#### a) Die Blätter.

Zur Messung der Blattschwellung eigneten sich ganz besonders dicke, fleischige Blätter, deren Gewebe eine feste Consistenz hat und deren Ränder ein genaues Anlegen des Instrumentes gestatten. Nur solche sind, wie man aus der Tabelle I ersieht, hiezu verwandt: *Agave*, *Mesembryanthemum*, *Aloë*, *Echeveria*. An genau bezeichneten Stellen, gewöhnlich ungefähr in der Mitte des Blattes gelegen, wurde der Querdurchmesser zu verschiedenen Tageszeiten genommen.

Da sehen wir z. B. bei *Agave Salmiana* (Tabelle I, n. 1), deren Blatt an der gemessenen Stelle nicht ganz 80 mm Durchmesser hat, wie das Maass desselben von Morgens  $\frac{1}{2}$ 7 Uhr bis Nachmittags 1 Uhr von Stunde zu Stunde, ja innerhalb halben Stunden um ein Geringes sinkt; es sind immer nur wenige Hundertel, und die ganze Senkung bis zum Minimum beträgt nicht ganz 0,2 mm, ungefähr ebensoviel procentisch. — Von 1 Uhr ab beginnt die Steigung wieder, Abends  $\frac{1}{2}$ 7 Uhr ist der Durchmesser bereits über das Maass am Morgen gelangt und steigt bis 9 Uhr noch beträchtlich weiter. — Nach anderweitigen Erfahrungen kann es nicht befremden, dass am andern Morgen um 6 Uhr der Durchmesser schon wieder geringer ist: offenbar ist in Folge der bereits mehrstündigen Morgenbeleuchtung das Nachtmaximum bereits verlassen. — Wir sehen am folgenden Tage den gleichen Gang, wenn auch weniger prägnant, wiederkehren; das Tagesminimum aber, liegt in Folge directer Besonnung, sehr viel später.

Die andern Beispiele (Tab. I) n. 2—5 zeigen ein Aehnliches: Der Blattdurchmesser fällt vom frühen Morgen bis in die Nachmittagsstunden, wo er ein Minimum erreicht; dann beginnt er wieder zu wachsen. Derselbe ist Nachts grösser als bei Tag.

6. Januar. Stunde:	8 15 a	9 15 a	10 15 a	11 15 a	12 15 p
	20,50	57	57	56	57
	53	58	60	60	60
	56	56	56	57	55
	57	60	62	62	62
	58	58	58	59	59
	54	53	54	53	54
	52	55	59	58	55
	53	59	57	55	60
	51	57	55	59	58
	57	56	56	56	55
	<u>20,541</u>	<u>569</u>	<u>574</u>	<u>577</u>	<u>575</u>

Ich sollte meinen, diese Zahlen genügen allen Anforderungen mehr als hinreichend.

Unter Anwendung dieser Methoden ist der Nachweis der täglichen Schwellungsperiode der Organe und ihrer nächsten Ursache (periodisch veränderlicher Wassergehalt) geführt.

Sieht man zu, wie die An- und Abschwellung bei den verschiedenen Organen anatomisch zu Stande kommt, so ist zunächst bei den fast ausschliesslich parenchymatischen Organen, wie Früchten u. s. w. der Sachverhalt ein sehr einfacher. So weit sich sehen lässt, schwillt das ganze Parenchym mehr oder weniger gleichmässig an; eine ungleiche Theilnahme desselben an der Schwellung kenne ich wenigstens nicht. Die Schwellung selbst geschieht durch Schwellung, erhöhte Turgescenz der Zelle, Aufnahme von Wasser in den lebendigen Zellinhalt — sie ist also eine Turgescenzerscheinung. In welchem Grade daneben einen, wenn auch geringeren Antheil an dem Zustandekommen der Schwellung die Imbibition der Häute, des Protoplasmas, der Chlorophyllkörner (an welchen letzteren nachgewiesener Maassen Volumveränderungen vorgehen können) haben, muss einstweilen dahin stehen. Unsere Darstellung kann hier eine sehr einfache sein und beschränkt sich auf die Beschreibung des Schwellungsganges selbst und seiner nächsten Ursachen.

Anders bei den mit dickem Vasalkörper versehenen holzigen Organen, zumal den Stämmen. Hier wird die Aufgabe complicirter. Hier lässt sich nachweisen, dass die beiden physiologischen Hauptmassen — Rinde und Holz — einen sehr verschiedenen Antheil an dem Zustandekommen der Schwellung nehmen. Ein weiterer Unterschied ist der, dass die Schwellung, des Holzes wenigstens, aus wesentlich andern Vorgängen als bei dem Parenchym resultirt. Das Holz schwillt durch Aufnahme von Wasser in die Zellhäute, die Schwellung ist hier eine Imbibitionserscheinung.

Es erhellt, dass wir demnach gut thun, parenchymatische Organe und Holzstämme gesondert zu betrachten.

Es bleibt mir vorher nur noch übrig, auch hier meinem dermaligen Assistenten, Herrn Dr. Tetzlaff, zu danken, der mich in den Messungen mit ebensoviel Ausdauer, als Geschick und Sorgfalt unterstützt hat.

## I. C a p i t e l.

### Die tägliche Schwellungsperiode parenchymatischer Organe.

#### a) Die Blätter.

Zur Messung der Blattschwellung eigneten sich ganz besonders dicke, fleischige Blätter, deren Gewebe eine feste Consistenz hat und deren Ränder ein genaues Anlegen des Instrumentes gestatten. Nur solche sind, wie man aus der Tabelle I ersieht, hiezu verwandt: *Agave*, *Mesembryanthemum*, *Aloë*, *Echeveria*. An genau bezeichneten Stellen, gewöhnlich ungefähr in der Mitte des Blattes gelegen, wurde der Querdurchmesser zu verschiedenen Tageszeiten genommen.

Da sehen wir z. B. bei *Agave Salmiana* (Tabelle I, n. 1), deren Blatt an der gemessenen Stelle nicht ganz 80 mm Durchmesser hat, wie das Maass desselben von Morgens  $\frac{1}{2}$ 7 Uhr bis Nachmittags 1 Uhr von Stunde zu Stunde, ja innerhalb halben Stunden um ein Geringes sinkt; es sind immer nur wenige Hundertel, und die ganze Senkung bis zum Minimum beträgt nicht ganz 0,2 mm, ungefähr ebensoviel procentisch. — Von 1 Uhr ab beginnt die Steigung wieder, Abends  $\frac{1}{2}$ 7 Uhr ist der Durchmesser bereits über das Maass am Morgen gelangt und steigt bis 9 Uhr noch beträchtlich weiter. — Nach anderweitigen Erfahrungen kann es nicht befremden, dass am andern Morgen um 6 Uhr der Durchmesser schon wieder geringer ist: offenbar ist in Folge der bereits mehrstündigen Morgenbeleuchtung das Nachtmaximum bereits verlassen. — Wir sehen am folgenden Tage den gleichen Gang, wenn auch weniger prägnant, wiederkehren; das Tagesminimum aber, liegt in Folge directer Besonnung, sehr viel später.

Die andern Beispiele (Tab. I) n. 2—5 zeigen ein Aehnliches: Der Blattdurchmesser fällt vom frühen Morgen bis in die Nachmittagsstunden, wo er ein Minimum erreicht; dann beginnt er wieder zu wachsen. Derselbe ist Nachts grösser als bei Tag.

Dass die Ursachen dieser periodischen Grössenänderungen in einem, Tag und Nacht wechselnden, Wassergehalt zu suchen sei, war bei den Transpirationsorganen eine gewiss nahe liegende Vermuthung; sie war aber als richtig zu erweisen.

Zunächst zeigt von den Versuchen n. 9, dass wurzellose Exemplare nur eine sehr undeutliche Periodicität haben; in n. 10 erscheinen trockengehaltene Exemplare ganz bewegungslos; dasselbe Beispiel und n. 7 zeigen, dass directe Wasserzufuhr (Begiessen der Pflanze) Blattschwellung hervorbringt. Aus n. 6 und n. 8 erhellt, dass durch Unterbrechung der Transpiration (Verdunkelung der Pflanze) der gleiche Effect erzielt wird.

Ich will endlich durch einige Trockengewichtsbestimmungen zeigen, dass der (procentische) Wassergehalt der Blätter bei Nacht grösser ist, als bei Tag, und an diesem in dem Sinne wechselt, wie er von dem obigen Schwellungsgang gefordert wird. Die Bestimmungen sind zwar an lamellosen Blättern, die ohne Zweifel grössere Wasserdifferenzen ergeben als fleischige; aber auch im Winter angestellt, wo die Ausschläge voraussichtlich geringere sind, als im Sommer. Als beweisend dürfen sie gleichwohl angesehen werden.

I. Versuch. 25. November. Sonniger Tag.

	8 Uhr Früh.	2 Uhr Nachm.
<i>Chloranthus inconspicuus</i>	86,65	85,81
<i>Peperomia blanda</i>	93,32	92,01

II. Versuch. 24. October. Sonnig.

	7 Uhr Früh.	3 Uhr Nachm.
<i>Peristrophe speciosa</i>	85,43	85,25
<i>Goldfussia anisophylla</i>	77,24	75,03
<i>Scutellaria sp.</i>	82,33	82,01
<i>Centradenia rosea</i>	90,56	88,41

III. Versuch. 21.—22. October.

	3 Uhr Nachm.	7 Uhr Früh.	3 Uhr Nachm.
<i>Salvia canariensis</i>	84,67	85,76	—
<i>Strobilanthes Sabinianus</i>	83,58	84,46	84,09
<i>Fuchsia globosa</i>	86,39	88,91	—
<i>Pouzolzia rhexioides</i>	85,30	85,63	85,00

IV. Versuch. 22.—23. October.

	3 Uhr Nachm.	8 Uhr Früh.
<i>Coleus Verschaffelti</i>	93,88	94,91
<i>Rivina brasiliensis</i>	86,25	87,13
<i>Ruellia strepens</i>	83,19	88,08*)
<i>Pogostemon Patchouly</i>	86,00	87,25

\*) Ob die Blätter vielleicht unmerklich mit Feuchtigkeit beschlagen waren?

## V. Versuch. 20—21. October.

	3 Uhr Nachm.	7 Uhr früh.
<i>Viburnum Tinus</i>	{ 64,54 65,07	{ 65,19 66,31
<i>Pluchea subdecurrens</i>	84,91	85,99

VI. Versuch. 27. October, sonnig. *Coleus Verschaffelti*.

	8 Uhr früh.	10 Uhr.	3 Uhr Nachm.	5 Uhr Abends.
Erster Versuch	94,16	93,97	93,91	94,41
Zweiter Versuch	94,37	93,93	93,70	95,24

VII. Versuch. 26. October. Die Pflanzen waren, aus Versehen, Morgens zwischen 8 und 10 Uhr begossen worden; das ist aus dem Wassergehalt um 10 Uhr deutlich ersichtlich.

	8 Uhr.	10 <sup>30</sup> Uhr V.	2 <sup>30</sup> Uhr N.	5 Uhr.
<i>Duranta Plumieri</i>	75,34	75,72	73,34	74,51
<i>Coleus Verschaffelti</i>	93,81	93,96	93,37	93,60
<i>Goldfussia anisophylla</i>	76,13	76,34	75,36	76,09
<i>Fuchsia globosa</i>	87,35	86,44	87,55	87,70
<i>Veronica decussata</i>	77,33	77,34	78,19	78,82

VIII. Versuch. Drei trocken gewordene Exemplare von *Coleus*. 8 Uhr früh die eine Hälfte der Blattpaare; 1<sup>1/2</sup> Stunden nach dem (um 8 Uhr) erfolgten Begiessen die andere Hälfte zur Wasserbestimmung benutzt.

	trocken	begossen
I.	94,23	94,26
II.	92,93	93,78
III.	93,94	94,91

## Tabelle I.

1. *Agave Salmiana Otto*. Eine kräftige, jüngere Topfpflanze, zur Zeit im Freien. Versuch im Zimmer. Messstelle in der Mitte eines ausgewachsenen Blattes, Querdurchmesser des Blattes zwischen zwei Zähnen. 29—30. Mai. — Hier, wie überall im Folgenden Zimmertemperatur.

	29. Mai.					
Stunde	6 <sup>30</sup> a	7 a	7 <sup>30</sup> a	8 a	8 <sup>30</sup> a	9 a
Blattdurchmesser	79,434	79,417	79,384	79,355	79,347	79,330
Stunde	11 a	1 p	4 <sup>30</sup> p	5 <sup>30</sup> p	6 <sup>30</sup> p	7 <sup>30</sup> p
Blattdurchmesser	79,272	79,241	79,332	79,370	79,468	79,502

30. Mai.						
Stunde	9 P	6 a	7 a	8 a	9 a	11 a
Blattdurchmesser	79,535	79,460	79,428	79,412	79,378	79,376
Stunde	1 P	2 <sup>30</sup> P	3 <sup>30</sup> P	6 P*)	7 P	
Blattdurchmesser	79,341	79,333	79,325	79,290	79,330	

2. *Mesembryanthemum vulpinum* Haw. Topfpflanze, gleichfalls im Zimmer beobachtet. Querdurchmesser des Blattes. Am 27—28. Mai.

Stunde	6 <sup>30</sup> a	7 a	7 <sup>30</sup> a	8 a	8 <sup>30</sup> a	9 a
Blattdurchmesser	13,817	13,799	13,765	13,751	13,737	13,712
Stunde	9 <sup>30</sup> a	10 a	10 <sup>30</sup> a	11 <sup>15</sup> a	12 m	1 P
Blattdurchmesser	13,693	13,684	13,672	13,666	13,656	13,615

28. Mai.

Stunde	5 <sup>30</sup> P	8 <sup>30</sup> a
Blattdurchmesser	13,809	13,756

3. *Mesembryanthemum adscendens* Haw. Verhältnisse wie vorher. 27. Mai.

Stunde	6 <sup>30</sup> a	7 a	7 <sup>30</sup> a	8 a	8 <sup>30</sup> a	9 a
Blattdurchmesser	21,727	21,709	21,695	21,673	21,661	21,654
Stunde	9 <sup>30</sup> a	10 a	10 <sup>30</sup> a	11 <sup>15</sup> a	12 m	1 P
Blattdurchmesser	21,646	21,638	21,633	21,629	21,611	21,595

Stunde	6 <sup>15</sup> P
Blattdurchmesser	21,875

4. *Echeveria gibbiflora* DC. Ein stämmiges Exemplar, an dem Blattquerdurchmesser und Stammdurchmesser gleichzeitig gemessen wurden. 27—28. Mai.

Stunde	Blattq.	Stammq.	Stunde	Blattq.	Stammq.
7 a	48,939	22,170	10 a	48,843	22,097
7 <sup>30</sup> a	48,917	22,162	10 <sup>30</sup> a	48,837	22,089
8 a	48,895	22,149	11 <sup>15</sup> a	48,831	22,086
8 <sup>30</sup> a	48,878	22,135	12 m	48,830	22,086
9 a	48,855	22,116	28. Mai		
9 <sup>30</sup> a	48,846	22,102	6 <sup>15</sup> a	48,870	

5. Drei Pflanzen, verschiedenen Gattungen angehörig: Ein älteres Exemplar von *Rochea falcata* DC., von der ein ziemlich altes Blatt (Querdurchmesser) gemessen wurde, ein ansehnlich grosses vielästiges Exemplar von *Crassula arborescens* (ausgewachsenes Blatt), und eine *Cacalia ficoides*, an deren Blatt die Messstelle etwas über der Mitte lag. Am 28—29. Mai.

Stunde	<i>Rochea</i>	<i>Crassula</i>	<i>Cacalia</i>
6 <sup>45</sup> a	36,763	32,272	8,744
7 <sup>15</sup> a	36,748	32,260	8,731

\*) Um 6 Uhr liegt directe Sonne auf dem Blatt; um 7 Uhr nicht mehr.

Stunde	<i>Rochea</i>	<i>Crassula</i>	<i>Cacalia</i>
7 45 a	36,730	32,241	8,728
8 15 a	36,721	32,233	8,712
8 45 a	36,702	32,207	8,699
9 15 a	36,686	32,188	8,687
6 15 p	36,876	32,304	8,705
6 45 p	36,881	32,321	8,711
6 15 a	36,850	32,293	8,766

6. *Aloë*. Zwei Arten *A. sulcata* Dyck und *Bowieana* Schult. — Am 26. Mai stehen dieselben von 2<sup>30</sup> p bis 5 p im Dunkeln; am 27. Mai geniessen sie das reguläre Tageslicht.

Stunde	<i>sulcata</i>	<i>Bow.</i>	Stunde	<i>sulcata</i>	<i>Bow.</i>
2 30 p	53,255	38,163	7 15 a	53,313	38,193
3 p	53,238	38,161	7 45 a	53,298	38,178
3 30 p	53,219	38,159	8 15 a	53,283	38,167
4 p	53,242	38,168	8 45 a	53,270	38,159
5 p	53,264	38,173	9 15 a	53,254	38,138
6 p	53,253	38,150	9 45 a	53,250	38,134
7 p	53,251	38,142	10 15 a	53,244	38,129
7 45 p	53,260	38,157	10 45 a	53,251	38,128
27. Mai. 6 15 a	53,360	38,216	11 30 a	53,244	38,131
6 45 a	53,356	38,209	12 m	53,240	38,126
		Stunde	<i>sulcata</i>		
		28. Mai. 6 30 a	53,306		

7. *Aloë*. 6 verschiedene Arten, Ende October, im Zimmer zu Versuchen über Einfluss des Begiessens benutzt. Die Töpfe sind zur Versuchszeit normal feucht; sie werden so begossen, dass das Wasser aus den Töpfen kräftig abfliesst.

a) *Gasteria obtusifolia* Haw. Das sechste der (2zeiligen) Blätter, von unten gezählt, etwa 20 cm lang, ungefähr 6 cm über dem Boden inserirt. Messstelle 6 cm vom Ansatz. 8<sup>30</sup> begossen.

Versuchszeit	Durchmesser	Versuchszeit	Durchmesser
8 30 a	55,836	8 55	<b>55,841</b>
8 45	55,829	9	55,843
8 50	55,830	9 5	55,842

b) *Aloë sulcata* Dyck. Das vierte Blatt von unten, über 30 cm lang, Messstelle 10 cm vom Ansatz, welcher am Boden geschieht. Begossen 9<sup>45</sup> a.

Versuchszeit.	Durchmesser.	Versuchszeit.	Durchmesser.
9 45 a	51,119	10 12	51,121
10 a	51,114	10 16	51,123
10 4	51,113	10 20	51,120
10 8	<b>51,120</b>	10 24	51,120

c) *Gasteria fasciata* Haw. Blatt (zweites von unten) 2 dm lang, Messstelle 1 dm vom Ansatz. Begossen (wie vorher) nach der ersten Messung.

Versuchszeit.	Durchmesser.	Versuchszeit.	Durchmesser.
10 25 a	32,834	10 53	32,845
10 40	32,834	11 0	32,844
10 46	<b>32,842</b>	11 6	32,842

d) *Aloë angustifolia* Haw. Das vierte Blatt von unten, 16 cm lang. Messstelle 7 cm vom Ansatz.

Versuchszeit.	Durchmesser.	Versuchszeit.	Durchmesser.
10 25 a	23,933	11 0	23,946
10 40	23,932	11 6	23,946
10 46	23,935	11 12	23,944
10 53	<b>23,942</b>		

e) *Aloë pluripunctata* Schult. und *Gasteria maculata* Haw. Erstere Pflanze am 3. Blatt, gerade 1 dm über der Anheftungsstelle gemessen. Das Blatt 28 cm lang. Bei der zweiten wird das vierte Blatt (von unten), 5,5 cm über der Anheftungsstelle gemessen; es ist 12 cm lang. Begießung 8<sup>15 a</sup>.

Stunde:	8 <sup>15 a</sup>	8 <sup>30 a</sup>	8 <sup>40</sup>	8 <sup>50</sup>	9 <sup>0</sup>
<i>Aloë</i> :	25,784	25,783	<b>25,794</b>	25,796	25,793
<i>Gasteria</i> :	17,191	17,193	<b>17,203</b>	17,204	17,202

8. *Aloë*. 3 Arten, von denen 2 im vorstehenden Versuch 7 unter e benutzt waren, die dritte ist *A. Bowiciana*. Versuche, um die Lichtwirkung zu zeigen. Die Pflanzen wurden abwechselnd im Tageslicht und im Dunkelschrank gehalten. — Zeitdauer von einer Messung zur andern. 25—28. October.

a) *Aloë Bowiciana*.

	Stunde.	Lichtverh.	Durchm.
	8 <sup>15 a</sup>	Dunkel	28,949
	10 a	Licht	28,932
	12 m	Dunkel	28,946
	3 p	Licht	28,936
	5 p	Dunkel	28,950
26. Oct.	8 <sup>30 a</sup>	Dunkel	28,949
	10 a	Licht	28,937
	12 m	Dunkel	28,945
	3 p	Licht	28,938
27. Oct.	8 <sup>15 a</sup>	Dunkel	28,955
	10 a	Licht	28,945
	12 m	Dunkel	28,950
	3 p	Dunkel	28,954
	4 p	Licht	28,952
28. Oct.	8 <sup>15 a</sup>	Dunkel	28,951
	10 a	Licht	28,940
	12 m	Dunkel	28,947

b) *Gasteria maculata*.

	Stunde.	Lichtverh.	Durchm.
	8 <sup>15 a</sup>	Dunkel	17,192
	10 a	Licht	17,190
	12 m	Licht	17,185
	3 p	Dunkel	17,191
	5 p	Dunkel	17,190
	8 <sup>30 a</sup>	Dunkel	17,197
	10 a	Licht	17,191
	12 m	Dunkel	17,197
	3 p	Licht	17,187
	8 <sup>15 a</sup>	Dunkel	17,201
	10 a	Licht	17,190
	12 m	Dunkel	17,192
	3 p	Dunkel	17,197
	4 p	Licht	17,194
	8 <sup>15 a</sup>	Dunkel	17,194
	10 a	Licht	17,186
	12 <sup>30 p</sup>	Dunkel	17,194

c) *Aloë pluripunctata*.

	Stunde.	Lichtverh.	Durchm.		Stunde.	Lichtverh.	Durchm.
25. Oct.	8 <sup>15</sup> a	Dunkel	25,786	26. Oct.	8 <sup>15</sup> a	Dunkel	25,786
	10 a	Licht	25,775		10 a	Licht	25,776
	12 m	Dunkel	25,782		12 m	Dunkel	25,781
	3 p	Licht	25,772		3 p	Licht	25,773
	5 p	Dunkel	25,781	27. Oct.	8 <sup>15</sup> a	Dunkel	25,789
27. Oct.	10 a	Licht	25,778	28. Oct.	8 <sup>15</sup> a	Dunkel	25,789
	12 m	Dunkel	25,780		10 a	Licht	25,781
	3 p	Dunkel	25,786		12 <sup>30</sup> p	Dunkel	25,786
	4 p	Licht	25,784				

9. *Aloë pluripunctata* Schult. Die wiederholt zu Versuchen (7, e und 8, c) gebrauchte Pflanze wird an der Wurzel, ohne Verletzung der Blätter, abgeschnitten; die Schnittfläche hermetisch verkittet (8 Uhr, 8 Nov.); darauf im natürlichen Licht gemessen; nur am ersten Tage war sie von 1—3 Uhr im Dunkel.

8. Nov.

Stunde:	8 <sup>45</sup> a	9 <sup>45</sup> a	10 <sup>45</sup> a	11 <sup>30</sup> a	1 p	3 p	6 p
Durchmesser:	25,816	25,814	25,813	25,812	25,809	25,809	25,808

9. Nov.

Stunde:	8 <sup>30</sup> a	9 <sup>30</sup> a	10 <sup>30</sup> a	11 <sup>15</sup> a	12 <sup>30</sup> p	3 p	5 <sup>30</sup> p
Durchmesser:	25,810	25,809	25,808	25,807	25,807	25,802	25,801

10. *Gasteria maculata*. Dieselbe Pflanze wie in Versuch 8 unter b. Sie war bisher unbegossen in einem luftigen Glaskasten am Nordfenster des mässig geheizten Saales gestanden. Am 3. Januar erschien die Pflanze noch durchaus normal, nicht im Mindesten Trockenheitserscheinungen zeigend, obwohl der Boden staubtrocken war, das im October gemessene Blatt zeigte sogar eine Breitenzunahme. (Messstelle wie damals). — Am 6. Jan. früh 8<sup>3/4</sup> Uhr wird die Pflanze stark gegossen.

3. Januar.

Stunde:	8 <sup>30</sup> a	9 <sup>30</sup> a	10 <sup>30</sup> a	11 <sup>30</sup> a	12 <sup>30</sup> p	1 p	3 p	4 p	5 p
Durchmesser:	17,757	17,758	17,757	17,757	17,757	17,755	17,754	17,754	17,754

4. Januar.

Stunde:	8 <sup>30</sup> a	9 <sup>30</sup> a	10 <sup>30</sup> a	11 <sup>30</sup> a	12 <sup>30</sup> p
Durchmesser:	17,753	17,754	17,755	17,755	17,755

5. Januar.

Stunde:	8 <sup>30</sup> a	9 <sup>30</sup> a	10 <sup>30</sup> a	11 <sup>30</sup> a	12 <sup>30</sup> p
Durchmesser:	17,755	17,756	17,755	17,756	17,756

6. Januar.

Stunde:	8 <sup>15</sup> a	9 <sup>15</sup> a	10 <sup>15</sup> a	11 <sup>15</sup> a	12 <sup>15</sup> p
Durchmesser:	17,755	17,772	17,782	17,785	17,784

11. *Gasteria maculata*. Eine grosse, mehrästige Pflanze, bisher im Kalthaus,

normal feucht gehalten; wird gleichzeitig mit voriger (Vers. n. 10) ins temperirte Zimmer gebracht und gemessen. Die Töpfe beider stehen neben einander (an einem Westfenster). — Begiessung wie im letzten Versuch.

## 3. Januar.

Stunde:	9 a	10 a	11 a	12 m	1 p	3 p	4 p	5 p
Durchmesser:	20,586	20,582	20,578,	20,575	20,572	20,569	20,570	20,573
	Stunde:	8 30 a	9 30 a	10 30 a	11 30 a	12 30 p		
Durchmesser:	4. Jan.:	20,572	20,569	20,567	20,564	20,561		
	5. Jan.:	20,549	20,546	20,547	20,546	20,543		
	6. Jan.:	20,541	20,569	20,574	20,577	20,575		
	7. Jan.:	20,570	20,566	20,564	20,558	20,559		

## b) Andere Organe.

Neben den Blättern sind Blütenknospen (Rose), Antherenstände (Ceder), Blütenstände (Dahlie), verschiedene grüne Nadelholzzapfen und Früchte (Kirschlorbeer, Birne, Rosskastanie, *Lycopersicum*, Kürbis, Apfel) Gegenstände der Messung gewesen.

Im Gegensatz zu den erstern sind diese Objecte alle im Freien gemessen und daher einige nöthige meteorologischen Daten anmerkungsweise beigelegt. Die Messungen des Sommers sind im hiesigen botanischen Garten, die des August und September in Bourdainville (Haute-Normandie) angestellt.

Man ersieht (Tabelle II), dass auch bei diesen Organen deutlich der tägliche Schwellungsgang hervortritt. So sehen wir beispielsweise die Rosenknospe (Tab. II n. 1) am 31. August Morgens 7 Uhr mit einem Durchmesser von 12,1 mm beginnen, schon nach 1½ Stunden ist derselbe um  $\frac{1}{100}$  mm gefallen und fällt unter dem Einfluss directer Besonnung bis nach 1 Uhr, wo das Tagesminimum eintritt. Die ganze Verminderung des Durchmessers beträgt  $\frac{12}{100}$  mm. Um ½4 Uhr ist der Durchmesser bereits wieder ansehnlich gestiegen, und um ½7 Uhr höher über dem Morgendurchmesser gelegen, als das Minimum unter ihm liegt. — In der Nacht steigt der Durchmesser offenbar weiter, und wir sehen am 1. September das Maximum nicht um 7, sondern erst um 9 Uhr früh eintreten, sonst einen ähnlichen Gang.

Die folgenden Beispiele n. 2—5 bieten weiter nichts Abweichendes von dem eben angeführten Schwellungsgang. Bei der Frucht des Kirschlorbeer (n. 6) tritt besonders am 26. August eine Erscheinung auf, die wir in der Folge mehr finden: unter dem Einfluss eines vom Regen begünstigten energischen Wachstums der

Frucht wird der tägliche Schwellungsgang verdeckt; man sieht die Frucht den ganzen Tag wachsen. Aber schon am 27. August ist die gewöhnliche Tagesremission wieder da.

Auch bei den weiteren Beispielen — es sind im Wachstum begriffene Früchte verschiedenen Alters — wird die Schwellungsperiode durch energisches Wachstum an manchen Tagen gänzlich verdeckt, aber bei keinem constant. Ueberall tritt sie dann und wann hervor, so bei der wachsenden Birne (n. 9) am 23., 24., 27., 30. und 31. August, am 1., 2. und 3. September — also hier an den meisten Tagen. An dem wachsenden Apfel (n. 11 und 12) seltener. Das Beispiel vom Kürbis (n. 10) zeigt ausserdem, dass (25. Juli) Früchte verschiedensten Alters — trotz energischen Wachsens — der täglichen Periode nicht zu ermangeln brauchen.

Dass auch diese tägliche Schwellungsperiode mit dem Schwanken des Wassergehaltes, seinem Steigen bei Nacht und Fallen bei Tage, im Zusammenhang stehe, ist auf indirectem Wege leicht ersichtlich zu machen.

Unter b der Tabelle II sind Organe analoger Art (Früchte, Knollen) von der Pflanze abgenommen, frei im Zimmer liegend, den Tageseffecten oder abwechselnd Licht und Dunkel ausgesetzt und gemessen worden. Der Genauigkeit halber sind die Zahlen vielfach aus 20, nicht bloss aus 10 Einzelmessungen die Mittel.

Im Allgemeinen zeigt sich, dass isolirte Organe gegen den Tageswechsel mehr oder weniger unempfindlich sind: sie zeigen die Tagesperiode nicht. Anfänglich ist wohl da und dort eine Art Reaction wahrzunehmen, mitunter eine winzige Durchmesserzunahme bei Nacht unverkennbar (wohl auf Kosten des Wassers des Fruchstiels?) später aber nur eine stetige Abnahme des Volums, da und dort bei Nacht schwächer als bei Tag. Daraus folgt soviel mit Bestimmtheit, dass die bei diesen Organen an der Pflanze wahrgenommene Periodicität sich nicht innerhalb des Organs regulirt, sondern durch die Wasserverhältnisse der Mutterpflanze erzielt sein muss.

Die aus der Tabelle II ersichtliche tägliche Wachstumsperiode der Früchte behalte ich mir vor später eingehend zu besprechen.

## Tabelle II.

### a) Die Organe in Verbindung mit der Pflanze.

1. Knospe einer *Centifolie*. Dieselbe ist beim Beginn der Beobachtungen (30. August) noch ganz grün, erst am 3. September früh werden zwischen den Kelchblättern 3 etwa 1½ mm. breite rothe Streifen, den Kronenblättern angehörig, sichtbar. — Grösster Querdurchmesser.

Beobachtungszeit.	Durchmesser.	Bemerkungen.		
30. Aug.	3 30 p	11,750		
	6 30 p	11,943		
31. Aug.	7 a	12,100		
	8 30 a	12,090		
	9 30 a	12,090		
	11 30 a	12,060	Seit etwa 2 Stunden besonnt.	
	1 30 p	11,980	Besonnt.	
	3 30 p	12,000	Ohne Sonne.	
	5 30 p	12,245		
1. Sept.	6 30 p	12,265		
	7 a	12,380	Stark bethaut.	
	9 a	12,420	"	
	11 a	12,330	Seit 1½ Stunden besonnt.	
	1 p	12,270	Sonne.	
	3 p	12,305	Nachlass der Sonne.	
	6 p	12,475	Im Schatten.	
2. Sept.	7 a	12,715	Stark bethaut.	
	8 a	12,730	Bethaut, nebelig.	
	9 a	12,695	Trüb.	
	11 a	12,620	"	
	1 p	12,570	Sonne.	
3. Sept.	6 30 p	12,765	Schatten.	
	7 a	12,910	Stark bethaut, bereits besonnt.	
	8 a	12,911	}	
	11 30 a	12,885		Sonne.
	5 p	12,885		

2. „Blüthenknospe“ der *Dahlie*. An einem freistehenden Stocke, der Sonne zugänglich, nickend, völlig grün, plattkugelig, glatt und glänzend.

Beobachtungszeit.	Durchmesser.	Bemerkungen.	
24. Aug.	8 30 a	19,820	
	11 15 a	19,720	Sonne.
	2 p	19,685	Sonne.
	4 p	19,860	Schatten.

Beobachtungszeit.	Durchmesser.	Bemerkungen.
25. Aug.	7 a	21,045
	10 a	21,045
	1 p	21,030
	3 30 p	21,080
26. Aug.	8 30 a	22,805
	10 30 a	22,810
	12 m	22,755
	2 p	22,932
	5 p	23,045
27. Aug.	6 30 p	23,065
	8 30 a	23,800

3. Junger männl. Zapfen der *Ceder*. Aufrecht stehender, zwischen 3—4 cm langer, noch völlig grüner Zapfen an einer reich tragenden etwa 20jährigen Ceder, im Freien. Von den späteren Vormittags- bis in die Nachmittagsstunden gewöhnlich besonnt. — Querdurchmesser im untern Drittheil.

	24. Aug.				25. Aug.			26. Aug.				
Zeit:	9 a	11 a	2 p	4 p	9 a	11 a	3 30 p	8 30 a	12 m	2 p	5 p	6 30 p
Durchmesser:	9,48	9,46	9,42	9,39	9,55	9,50	9,46	9,58	9,49	9,525	9,55	9,61

4. Zapfen von *Pinus Laricio*. Ein noch grüner halbwüchsiger Zapfen, im oberen Drittheil von einer Apophytenmitte quer zu einer andern gemessen.

	21. Aug.				22. Aug.			23. Aug.		24. Aug.		
Zeit:	9 a	11 a	2 p	5 p	6 45 p	9 30 a	1 p	6 30 p	10 a	2 p	6 30 p	9 a
Durchmesser:	29,13	29,08	29,07	29,09	29,11	29,22	29,16	29,15	29,08	29,075	29,33	29,35

5. Zapfen von *Pinus alba*. Grün, ausgewachsen. 21. August.

Zeit:	9 a	11 a	2 p	5 p	6 45
Durchmesser:	11,05	11,03	11,01	11,11	11,17

6. *Prunus Laurocerasus*. Ein im Freien stehender kräftiger Strauch mit armdicken Aesten, reichlich mit fast ausgewachsenen, aber meist noch grünen Fruchttrauben besetzt. Derselbe steht im Schatten, und wird nur in den heissesten Tagesstunden von der Sonne getroffen. Die gemessene Frucht war zu Anfang völlig grün, sie wurde in der Nacht vom 23. 24. August plötzlich roth, zum Schlusse der Messungen war sie schwarz.

	Stunde.	Durchmesser.	Bemerkungen.
21. Aug.	8 30 a	8,860	} Tageszuwachs 0.
	10 30 a	8,845	
	2 p	8,815	
	5 p	8,830	
	6 45 p	8,860	

	Stunde.	Durchmesser.	Bemerkungen.
22. Aug.	6 45 a	9,005	Nachtzuwachs 0,265.
	8 a	9,00	} Tageszuwachs 0.
	1 p	8,961	
	6 p	8,956	
23. Aug.	7 a	9,275	Nachtzuwachs 0,319.
	9 a	9,215	} Tageszuwachs 0,050.
	2 p	9,080	
	6 30 p	9,325	
24. Aug.	8 a	9,533	Nachtzuwachs 0,208.
	3 p	9,511	
25. Aug.	7 a	9,895	Nachtzuwachs 0,384.
	8 30 a	9,945	} Tageszuwachs 0.
	11 a	9,950	
	3 30 p	9,865	
26. Aug.	8 a	10,105	Nachts Regen. Zuwachs 0,240.
	10 a	10,130	} Tageszuwachs 0,140.
	12 m	10,135	
	2 p	10,140	
	4 30 p	10,225	} Tageszuwachs 0,225.
	6 30 p	10,245	
27. Aug.	7 a	10,470	Nachtzuwachs 0,225.
	8 a	10,435	} Tageszuwachs 0.
	12 m	10,440	
	6 30 p	10,470	
28. Aug.	7 a	10,800	Nachtzuwachs 0,330.
	7 p	10,650	
29. Aug.	8 a	11,00	Nachtzuwachs 0,200.

7. *Birne*. Ein reichbeladener Spalierbaum, gegen Südosten gewendet; die Frucht war wohl zu  $\frac{3}{4}$  ausgewachsen, grün und braunwangig. Es wurde der grösste Querdurchmesser genommen.

	Stunde.	Durchmesser.	Bemerkungen.
21. Aug.	8 30 a	42,121	} Tageszuwachs 0,154. Den ganzen Tag sonnig und warm.
	10 30 a	42,120	
	2 p	42,220	
	5 p	42,215	
	6 45 p	42,275	
22. Aug.	6 45 a	42,446	Nachtzuwachs 0,165.
	8 a	42,490	Tageszuwachs 0,210.
	1 p	42,500	} Von früh 6 Uhr ab den ganzen Vormittag Regen — Nachmittags regenlos, trüb und kühl.
	6 p	42,650	
23. Aug.	7 a	42,847	Nachtzuwachs 0,197.
	9 a	42,740	} Tageszuwachs 0. Tag schwül, zweimal wenig Regen.
	2 p	42,710	
	6 30 p	42,835	

	Stunde.	Durchmesser.	Bemerkungen.	
24. Aug.	8 a	43,055	}	Nachtzuwachs 0,220. Morgens 16° (C), Nebel, Tropfenausscheidung an den Blättern. Tageszuwachs 0,025. Tag schwül, Nachmittags stechende Sonne, 24,3°. Abends starke Gewitterregen.
	11 a	43,036		
	2 p	43,000		
	4 30 p	43,08		
25. Aug.	7 a	43,346	}	Nachtzuwachs 0,26.  Tageszuwachs 0.
	8 30 a	43,350		
	11 a	43,40		
	1 p	43,335		
	3 30 p	43,305		
26. Aug.	8 a	43,585	}	Nachtzuwachs 0,280.  Tageszuwachs 0,135.
	10 a	43,595		
	12 m	43,600		
	2 p	43,650		
	4 30 p	43,700		
	6 30 p	43,720		
27. Aug.	7 a	43,900	}	Nachtzuwachs 0,180.  Tageszuwachs 0,050.
	8 a	43,860		
	12 m	43,820		
	6 30 p	43,950		
28. Aug.	7 a	44,125	}	Nachtzuwachs 0,175.  Tageszuwachs 0,065.
	11 a	44,150		
	7 p	44,290		
29. Aug.	8 a	44,25		Bereits besonnt.
30. Aug.	10 30 a	44,48	}	Nachts starke Regengüsse, früh Regengüsse, Nach- mittags heiter.
	2 30 p	44,435		
	6 30 p	44,415		
31. Aug.	7 a	44,810	}	Thau auf der Frucht. Morgens Nebel. 16,4° um 7 Uhr. Tags sonnig und heiss. Um 1 30 p 25,4° Abends 7 Uhr 15,4°.
	8 30 a	44,780		
	11 30 a	44,750		
	1 30 p	44,720		
	3 30 p	44,785		
	5 30 p	44,880		
6 30 p	44,909			
1. Sept.	7 a	45,025	}	Frucht voll Thau. Nachtzuwachs 0,016.  Unbesonnt. Besonnt seit 1 1/2 Std. Schatten. Desgl.
	9 a	45,090		
	11 a	45,060		
	3 p	45,070		
	6 p	45,155		
2. Sept.	7 a	45,325		14° C. Nachtzuwachs 0,170.

	Stunde.	Durchmesser.	Bemerkungen.	
2. Sept.	8 a	45,365	Tags über Sonne.	} Tageszuwachs 0,130.
	9 a	45,335		
	11 a	45,355		
	1 p	45,335		
	6 <sup>30</sup> p	45,455		
3. Sept.	7 a	45,690	Thau auf der Frucht.	} Nachtzuwachs 0,235.
	8 a	45,730		
	11 <sup>30</sup> a	45,630		
	5 <sup>30</sup> p	45,605		
				Sonne.
				Sonne.

8. *Rosskastanie*. Grüne, ausgewachsene Frucht. Querdurchmesser.

24. — 25. August.

Stunde:	9 a	11 <sup>15</sup> a	2 p	9 a
Durchmesser:	41,81	41,68	41,59	41,80.

9. *Lycopersicum*. Eine grüne, halbausgewachsene Frucht auf sonnigem Beete.

24. — 27. August.

	Stunde.	Durchmesser.	Bemerkungen.	
24. Aug.	9 <sup>30</sup> a	42,535	Frucht stark besonnt.	} Tageszuwachs pro Stunde 0,01.
	11 a	42,535		
	2 p	42,498		
	4 p	42,630		
25. Aug.	7 a	43,280	} Sonne.	} Nachtzuwachs 0,043 p. St.
	9 a	43,225		
	11 a	43,405		
	3 <sup>30</sup> p	43,385		
26. Aug.	8 a	43,99	} Sonne.	} Tageszuwachs 0,012 p. St.
	10 a	43,903		
	12 m	43,833		
	2 p	43,790		
	5 p	43,880		
	6 <sup>30</sup> p	43,918		
27. Aug.	7 a	44,250		Nachtzuwachs 0,028 p. St.
				} Tageszuwachs 0.

10. *Kürbis*. An einer kräftigen, reichblühenden und fruchttragenden Kürbistaude, auf einem Composthaufen im hiesigen bot. Garten erzogen, wurden Ende Juli vier Früchte gleichzeitig gemessen.

I ist der Fruchtknoten einer am Morgen des ersten Messtages aufgeblühten Blume, die sogleich früh 6 Uhr künstlich bestäubt wird.

II eine am Tage vorher aufgeblühte, am 1. Messtage bereits verblühte Blume.

III und IV sind bereits heranwachsende Früchte, wie man sieht, von 4—6 cm Durchmesser.

Es wurde der Querdurchmesser der Früchte genommen.

Beobachtungszeit	Durchmesser.				Bemerkungen.
	I	II	III	IV	
24. Juli 10 <sup>a</sup>	19,35	31,768	47,066	68,39	
1 P	19,35	31,380	47,730	68,32	
4 P	19,65	31,62	48,19	68,355	
6 P	19,95	33,12	48,82	68,59	
7 <sup>30</sup> P	20,116	33,75	49,35	68,68	
	p. St. (0,08)				
25. Juli 6 <sup>30</sup> a	21,30 (0,117)	35,725	51,28	69,81	
7 <sup>30</sup> a	21,35	36,016	51,448	69,78	
8 <sup>45</sup> a	21,425	35,92	51,38	69,63	
10 <sup>a</sup>	21,40	35,90	51,37	69,476	
1 P	21,40	35,90	51,32	69,366	Zwischen 1 und 4 Uhr
4 P	21,925	36,625	52,15	70,274	gewaltiger Gewitterregen.
5 P	21,920	36,633	52,15	70,210	Sonne.
7 P	22,05 (0,112)	36,85	52,30	70,37	
26. Juli 6 <sup>a</sup>	22,65	37,80	53,45	71,275	

11. *Pyrus Malus*. An einem Apfelbaum des hiesigen bot. Gartens, mittleren Alters, kräftig und reich tragend, wurden vom 6. Juli ab Messungen einer gesunden wohl zu  $\frac{3}{4}$  ausgewachsenen Frucht gemacht.

	Stunde.	Durchmesser.	Bemerkungen.
6. Juli	2 <sup>30</sup> P	48,290	
	6 <sup>30</sup> P	48,335	
	8 P	48,405	
7. Juli	6 <sup>a</sup>	48,639	Nachtzuwachs von 6 P — 6 <sup>a</sup> : 0,234.
	8 <sup>a</sup>	48,715	
	11 <sup>a</sup>	48,730	Tageszuwachs von 6 <sup>a</sup> — 6 P: 0,151.
	1 P	48,786	
	3 P	48,757	
	4 P	48,767	
	6 P	48,790	
	8 P	48,860	
8. Juli	6 <sup>a</sup>	49,269	Nachtzuwachs von 6 P — 6 <sup>a</sup> : 0,479.
	8 <sup>a</sup>	49,399	
	10 <sup>a</sup>	49,392	Tageszuwachs von 6 <sup>a</sup> — 6 P: 0,059.
	12 <sup>m</sup>	49,311	
	2 P	49,316	
	4 P	49,343	
	6 P	49,458	
	8 P	49,502	
9. Juli	6 <sup>a</sup>	49,860	Nachtzuwachs von 6 P — 6 <sup>a</sup> : 0,402.

	Stunde.	Durchmesser.	Bemerkungen.
9. Juli	8 a	49,920	} Tageszuwachs 6 a — 6 p: 0,158.
	12 m	49,918	
	3 p	49,924	
	6 p	50,018	
	8 p	50,022	
10. Juli	6 a	50,365	Nachtzuwachs 6 p — 6 a: 0,347.
	8 a	50,340	} Frucht nass. Gewitterregen.
	10 a	50,498	
	1 p	50,410	
	6 p	50,430	
6 p	50,430	Tageszuwachs 6 a — 6 p: 0,065.	
11. Juli	8 30 a	50,820	} Tageszuw. 8 30 a — 8 30 p: 0,03.
	3 p	50,720	
	6 p	50,760	
	8 30 p	50,850	
12. Juli	6 a	51,02	Nachtzuw. 8 30 p — 8 30 a: 0,200.
	8 30 a	51,05	} Tageszuw. 8 30 a — 7 30 p: 0,040.
	1 p	51,03	
	7 30 p	51,09	
7 30 a	51,310	Nachtzuw. 7 30 p — 7 30 a: 0,210.	
13. Juli	12 30 p		
	8 30 p	51,380	Tageszuwachs; 0,070.
	8 30 p	51,750	Nachtzuw. 8 30 p — 8 30 a: 0,370.
14. Juli	1 30 p	51,680	
	8 15 p	51,70	Tageszuwachs: 0.

## 12. Eine gleiche Frucht.

8. Juli	8 a	50,705	} Tageszuw. 8 a — 8 p: 0,030.
	10 a	50,700	
	12 m	50,682	
	2 p	50,638	
	4 p	50,636	
	6 p	50,670	
	8 p	50,735	
9. Juli	6 a	50,980	Nachtzuwachs 6 p — 6 a: 0,310. 8 p — 8 a: 0,301.
	8 a	51,036	} Tageszuwachs 6 a — 6 p: 0,106. 8 a — 8 p: 0,192.
12 30 p	51,06		
3 p	51,082		
6 p	51,086		
8 p	51,228		
10. Juli	6 a	51,340	Nachtzuwachs 6 p — 6 a: 0,254.
	8 a	51,380	} Gewitter, Frucht nass.
	10 a	51,440	
	1 p	51,400	
	6 p	51,480	
6 p	51,480	Tageszuwachs 6 a — 6 p: 0,140.	

	Stunde.	Durchmesser.	Bemerkungen.
11. Juli	8 <sup>30</sup> a	51,760	Nachtzuwachs: 0,280 (14 <sup>1/2</sup> Stunden).
	3 p	51,720	} Tageszuwachs: 0,120 (12 Stunden).
	6 p	51,790	
	8 <sup>30</sup> p	51,880	
12. Juli	6 a	52,000	
	8 <sup>30</sup> a	52,000	} Tageszuwachs: 0,050 (11 Stunden).
	1 <sup>30</sup> p	51,940	
	7 <sup>30</sup> p	52,050	
13. Juli	7 <sup>30</sup> a	52,250	Nachtzuwachs 7 <sup>30</sup> p — 7 <sup>30</sup> a: 0,20.
	12 <sup>30</sup> p	52,290	} Tageszuwachs: 0,020 (13 Stunden).
	8 <sup>30</sup> p	52,270	
14. Juli	8 <sup>30</sup> a	52,39	Nachtzuwachs 8 <sup>30</sup> p — 8 <sup>30</sup> a: 0,120.
	1 <sup>30</sup> p	52,31	} Tageszuwachs: 0,110.
	8 <sup>15</sup> p	52,50	

### b) Isolierte Organe.

1. *Kartoffelknolle*. Frische, ausgewachsene, völlig unverletzte Knollen wurden frei im Saal am Lichte (Fenster) oder in einem geräumigen Dunkelkasten verweilend, abwechselnd gemessen. Die Dauer des Aufenthaltes in Licht oder Dunkel war von einer Messung zur andern. 3 Exemplare.

Beobachtungszeit.	Lichtverh.	Durchmesser.			
		I	II	III	
15. Oct.	3 <sup>30</sup> p	Licht	56,897	53,259	62,945
	4 <sup>30</sup> p	Licht	56,892	53,253	62,938
16. Oct.	8 <sup>15</sup> a	Dunkel	56,890	53,248	62,934
	10 <sup>15</sup> a	Licht	56,887	53,242	62,927
	11 <sup>30</sup> a	Dunkel	56,881	53,237	62,922
	3 p	Dunkel	56,880	53,231	62,918
18. Oct.	8 <sup>15</sup> a	Dunkel	56,865	53,217	62,905
	10 a	Licht	56,863	53,215	62,903
	11 <sup>30</sup> a	Dunkel	56,862	53,215	62,902
	3 p	Dunkel	56,860	53,216	62,901
19. Oct.	8 <sup>15</sup> a	Dunkel	56,858	53,214	62,897
	10 a	Licht	56,855	53,211	62,895
	11 <sup>30</sup> a	Dunkel	56,855	53,212	62,893
	3 p	Dunkel	56,853	53,209	62,891
	4 <sup>40</sup> p	Licht	56,853	53,209	62,892
20. Oct.	8 <sup>15</sup> a	Dunkel	56,855	53,206	62,895
	10 a	Licht	56,853	53,203	62,892
	11 <sup>30</sup> a	Dunkel	56,853	53,202	62,891
	2 <sup>50</sup> p	Licht	56,851	53,199	62,888
21. Oct.	8 <sup>15</sup> a	Dunkel	56,848	53,197	62,885

Beobachtungszeit.		Lichtverh.	Durchmesser.		
			I	II	III
21. Oct.	9 45 a	Licht	56,846	53,195	62,882
	3 p	Dunkel	56,846	53,192	62,881
22. Oct.	8 15 a	Dunkel	56,845	53,191	62,880
	10 a	Licht	56,845	53,190	62,881
	3 p	Licht	56,846	53,190	62,878

## 2. Dessgleichen.

Beobachtungszeit.		Lichtverh.	Durchmesser.
15. Oct. 10 a			
11 30 a		Licht	68,325
3 p		Dunkel	68,322
4 30 p		Licht	68,319
16. Oct.	8 15 a	Dunkel	68,314
	10 a	Licht	68,311
	11 30 a	Dunkel	68,308
3 p		Dunkel	68,304
18. Oct.	8 15 a	Dunkel	68,295
	10 a	Licht	68,292
	11 30 a	Dunkel	68,292
3 p		Dunkel	68,290
19. Oct.	8 15 a	Dunkel	68,286
	10 a	Licht	68,284
	11 30 a	Dunkel	68,285
	3 p	Dunkel	68,284
4 40 p		Licht	68,286
20. Oct.	8 15 a	Dunkel	68,282
	10 a	Licht	68,279
	11 30 a	Dunkel	68,278
	2 50 p	Licht	68,276
21. Oct.	8 15 a	Licht	68,274
	9 45 a	Licht	68,272
	3 p	Dunkel	68,273
22. Oct.	8 15 a	Dunkel	68,271
	10 a	Licht	68,270
	3 p	Licht	68,267

3. *Apfel*. Reife Frucht, frisch; Stiel hermetisch verklebt. Im Uebrigen wie vorher.

Beobachtungszeit.		Lichtverh.	Durchmesser.
15. Oct. 3 30 p			
4 30 p		Licht	79,317
16. Oct.	8 15 a	Dunkel	79,313
	10 a	Licht	79,307
	11 30 a	Dunkel	79,302

Beobachtungszeit.	Lichtverh.	Durchmesser.
16. Oct. 3 p	Dunkel	79,298
18. Oct. 8 15 a	Dunkel	79,285
10 a	Licht	79,280
11 30 a	Dunkel	79,280
3 p	Dunkel	79,278
19. Oct. 8 30 a	Dunkel	79,275
10 a	Licht	79,277
11 30 a	Dunkel	79,276
3 p	Dunkel	79,276
4 40 p	Licht	79,274
20. Oct. 8 15 a	Dunkel	79,274
10 a	Licht	79,270
11 30 a	Dunkel	79,266
2 50 p	Licht	79,262
21. Oct. 8 15 a	Dunkel	79,262
9 45 a	Licht	79,260
3 p	Dunkel	79,260
22. Oct. 8 15 a	Dunkel	79,261
10 a	Licht	79,259
3 p	Licht	79,257

4. *Mespilus germanica*. Eine fast reife Frucht mit Stiel (letzterer verklebt) für sich und ein beblätterter Zweig mit einer Frucht wurden gleichzeitig und unter gleichen Bedingungen gemessen. Der Fruchtzweig stand im Wasser.

Beobachtungszeit.	Lichtverh.	Durchmesser	
		isol. Frucht.	Frucht am Zweig.
14. Oct. 8 30 a	Dunkel	32,235	32,945
10 30 a	Licht	32,226	32,907
3 30 p	Dunkel	32,225	32,941
15. Oct. 8 15 a	Dunkel	32,236	32,940
10 30 a	Licht	32,226	32,934
11 30 a	Dunkel	32,221	.
3 p	Dunkel	32,217	.
4 30 p	Licht	32,213	.
18. Oct. 8 15 a	Dunkel	32,190	.
10 a	Licht	32,189	.
11 30 a	Dunkel	32,189	32,943
3 p	Dunkel	32,190	(Licht) 32,937
5 p	Dunkel	.	32,939
19. Oct. 8 15 a	Dunkel	32,188	32,934
10 a	Dunkel	32,188	32,937
11 30 a	Licht	32,188	32,935
3 p	Dunkel	32,187	32,938
4 40 p	Licht	32,187	32,936
20. Oct. 8 15 a	Dunkel	32,188	32,938

Beobachtungszeit.	Lichtverh.	Durchmesser.	
		isol. Frucht.	Frucht am Zweig.
10 a	Licht	32,187	32,935
11 30 a	Dunkel	32,186	32,937
2 50 p	Licht	32,185	32,934
21. Oct. 8 15 a	Dunkel	32,182	32,930
9 45 a	Licht	32,184	32,929

5. *Flaschenkürbis*. Ausgewachsene Frucht, zwei Durchmesser genommen: in der untern und obern Anschwellung. — Stiel etwa 1 dm lang, verkittet.

Beobachtungszeit.	Lichtverh.	Grosser Durchm.	Kleiner Durchm.
14. Oct. 8 45 a	Dunkel	80,550	39,958
10 45 a	Licht	80,538	39,943
3 40 p	Dunkel	80,549	39,951
15. Oct. 8 15 a	Dunkel	80,560	39,962
10 15 a	Licht	80,549	39,950
11 45 a	Dunkel	80,541	39,945
3 p	Dunkel	80,538	39,939
4 30 p	Licht	80,534	39,936
16. Oct. 8 15 a	Dunkel	80,527	39,930
10 a	Licht	80,521	39,925
11 30 a	Dunkel	80,518	39,921
3 p	Dunkel	80,514	39,916
18. Oct. 8 15 a	Dunkel	80,499	39,905
10 a	Licht	80,496	39,904
11 30 a	Dunkel	80,495	39,901
3 p	Dunkel	80,492	39,900
19. Oct. 8 15 a	Dunkel	80,487	39,900
10 a	Licht	80,486	39,899
11 30 a	Dunkel	80,484	39,898
3 p	Dunkel	80,485	39,897
4 40 p	Licht	80,480	39,995
20. Oct. 8 15 a	Dunkel	80,478	39,894
10 a	Licht	80,475	39,894
11 30 a	Dunkel	80,472	39,892
2 50 p	Licht	80,468	39,890
21. Oct. 8 15 a	Dunkel	80,463	39,887
9 45 a	Licht	80,461	39,887
3 p	Dunkel	80,461	39,885
22. Oct. 8 15 a	Dunkel	80,458	39,883
10 a	Licht	80,454	39,881
3 p	Licht	80,456	39,881

## II. Capitel.

### Die Schwellungsperiode der Stämme und ihre Ursachen.

#### § 1. Der tägliche Schwellungsgang.

Die ersten Beobachtungen darüber, dass die Baumstämme einen täglich wechselnden Durchmesser haben, machte ich im Winter 1876|77 und im Frühling 1877 gab ich in einer Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft darüber Kenntniss (vgl. Sitzgsb. Naturf. Ges. zu Halle 1877, Sitzung am 10. März).

Von da ab wurden zwei Jahre hindurch die Messungen gelegentlich fortgesetzt, und führten, wie ich am 17. Mai 1879 der Gesellschaft mittheilte, zu dem Resultate, „dass während der ganzen Vegetationsperiode, vom Frühling bis zum Herbst, der Durchmesser der Baumstämme ein täglich variirender sei, dass derselbe allgemein Morgens grösser ist, als den Tag über, dass von Morgens bis gegen Nachmittag hin eine allmähliche Senkung des Durchmessers und Abends wieder eine Steigung desselben stattfindet“ — ein Gang der „ganz mit dem täglichen Spannungsgang der Rinde conicidirt.“

Die Untersuchungen, auf welche hin diese Sätze ausgesprochen wurden sind im 1. Heft dieser Arbeiten S. 55—60 publicirt (ausgegeben im Festband der Gesellschaft zum 20. Juli 1879).

Im Mai und Juni desselben Jahres liess ich die Messungen der Art fortsetzen, dass mein derzeitiger Assistent Dr. P. Kaiser die Stammdimensionen Tag und Nacht stündlich verfolgte. Derselbe hat an 12 verschiedenen Holzpflanzen (*Betula*, *Fraxinus*, *Castanea*, *Aesculus*, *Juglans*, *Quercus*, *Pinus*, 2 *Acer*-Arten, *Pyrus*, *Caragana* und *Dracaena australis*) den Schwellungsgang in präzisester Weise bestätigt.

„Der Durchmesser der Bäume nimmt von den frühesten Morgenstunden bis in die ersten Nachmittagsstunden stetig an Grösse ab und erreicht um diese Zeit ein Minimum. Von da ab tritt eine continuirliche Vergrösserung des Durchmessers ein, bis gegen Eintritt der Dunkelheit ein erstes (kleines) Maximum erreicht wird. Nach kurzem Sinken steigt die Durchmessergrösse wiederum und erreicht gegen die Zeit der Morgendämmerung ein grosses Maximum, um dann wieder die Tagesenkung einzugehen.“\*)

\*) P. Kaiser, Ueber die tägliche Periodicität der Dickendimensionen der Baumstämme. Inaug. Dissertation. Halle 1879. S. 13.

Zum Belege will ich hier drei, am 8. und 9. Juni 1879, 24 Stunden lang gemessene Bäume, Ahorn, Eiche und Birke (n. 37—39 a. a. O.) anführen.

Schwellungsperiode der Stämme von Ahorn, Birke und Eiche  
am 8.—9. Juni 1879.

Tagesstunde.		Durchmesser in Millimetern.			Temp. C°.	Bemerkungen.
		Birke.	Eiche.	Ahorn.		
8. Juni	6 P	48,218	48,076	47,328	18,1	Himmel bewölkt.
	7	48,262	48,104	47,368	17,9	
	8	48,296	48,146	47,394	17,0	} Klar.
	9	48,316	48,188	47,422	16,0	
	10	48,280	48,142	47,388	14,8	Nacht.
	11	48,306	48,170	47,416	14,3	Starker Thau.
9. Juni	12	48,346	48,208	47,498	13,6	
	1 <sup>a</sup>	48,372	48,144	47,540	13,2	
	2	48,416	48,284	47,554	12,6	Beginn der Dämmerung.
	3	48,322	48,236	47,492	12,1	Tag. Himmel bewölkt.
	4	48,298	48,200	47,398	12,0	
	5	48,272	48,168	47,364	13,0	
	6	48,248	48,142	47,350	13,6	
	7	48,200	48,04	47,300	16,0	
	8	48,08	47,95	47,25	18,2	
	9	48,05	47,94	47,25	19,4	
	10	48,05	47,85	47,25	19,7	
	11	48,00	47,80	47,15	20,3	
	12 <sup>m</sup>	47,95	47,80	47,15	21,0	
	1 P	47,94	47,75	47,15	19,0	
	2	48,00	47,85	47,30	17,0	Regen.
	3	48,10	48,020	47,336	16,0	
	4	48,20	48,106	47,346	16,3	
	5	48,23	48,138	47,360	17,0	
	6	48,242	48,152	47,378	17,3	

§ 2. Antheil von Rinde und Holz an dem Schwellungsgang des Stammes.

Bei den im ersten Capitel betrachteten Organen, die der Hauptmasse nach aus gleichartigem Parenchym bestehen, drängte sich eine Frage, nach dem Grad der Betheiligung der einzelnen Gewebe, (z. B. der dünnen Stränge) nicht weiter auf. Bei den Stämmen aber, die so auffallend aus zwei Massen, Holz und Rinde, zusammengesetzt sind, die sich wie Schale und Kern verhalten, tritt sogleich die Frage auf, wie sich Rinde und Holz zur Schwellung des Stammes verhalten. Schwillt nur der Holzkörper Nachts auf, oder nur die Rinde, oder schwellen beide gleichzeitig an und ab?

A priori wollte es sehr annehmbar erscheinen, dass das Holz der eigentliche uns vielleicht alleinige Schwellkörper des Stammes sei. Die Quellungsfähigkeit des Holzes im Wasser ist ja eine allbekannte Eigenschaft desselben. Andererseits ist aber wohl zu beachten, dass unsere Vorstellung von der Quellungsfähigkeit der Hölzer von den Untersuchungen mit trocknen Hölzern datiren (vgl. z. B. Nördlinger, Techn. Eigenschaften d. Hölzer 1860 S. 257 und 335); Versuche dagegen über die Fähigkeit frischen Holzes, zu schwellen, (mir wenigstens) nicht bekannt sind.

Dazu kommt, dass Untersuchungen, welche ich früher angestellt, die freilich nicht sehr zahlreiche Versuche umfassen, im Gegentheil zeigten, dass Stammschwellung eintreten kann, ohne dass sich der Holzkörper betheiltigt (Heft I S. 50); ferner zeigten, dass frisches Holz im natürlichen Zustand so gesättigt sein kann, dass es in Wasser gelegt, nicht weiter schwillt (a. a. O. S. 49); endlich zeigten, dass die Rinde bei der Stammschwellung wasserreicher wird (ebenda). Es war demnach ein völlig berechtigter Schluss, dass (in jenen Fällen) die Stammschwellung allein durch die Schwellung der Rinde, ohne Betheiligung des Holzkörpers, hervorgerufen sei.

Neue und ausgedehntere Versuche über die Frage haben aber gezeigt, dass die von mir a. a. O. dargestellte Thatsache ein specieller Fall, aber nicht die allgemeine Regel ist: Holz und Rinde können sich beide an der Stammschwellung betheiligen, jedes für sich allein, oder beide im Verein.

Um hier gleich zu zeigen, dass auch der Holzkörper eines lebenden Baumes allein eine tägliche Schwellungsperiode zeigt, will ich die Messresultate anführen, die an dem entblössten Holze (Methode vgl. unten) einer Birke vom 23. Mai bis 2. Juni d. J. erhalten wurden. Millimeter.

Datum.	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	12 <sup>m</sup>	3 <sup>p</sup>	4 <sup>p</sup>	6 <sup>p</sup>
23. Mai	90,890	90,879	90,863	90,855	90,817	90,803	.	.	90,795	90,818
24. Mai	996	952	950	952	957	960	963	968	.	979
25. Mai	91,104	097	083	072	055	033	.	90,996	.	91,008
27. Mai	91,417	410	405	.	400	394	387	.	.	.
30. Mai	415	408	394	387	385	375	378	.	402	400
31. Mai	513	500	491	474	465	444	439	411	407	428
1. Juni	522	504	499	497	469	436	424	414	418	434
2. Juni	515	507	498	488	479	470	440	.	.	.

Zur Feststellung des näheren Sachverhaltes, des Antheils von Holz und Rinde bei der Stamman- und abschwellung, wurde eine grosse Anzahl Versuche gemacht, die im Folgenden näher vorgeführt werden sollen.

Zu diesem Behufe wurde an einem Baum im Freien oder an Topfexemplaren und abgeschnittenen Aesten im Zimmer, unter oder über der Rindenmessstelle, bei dünnern Stämmchen ein Rindenring gelöst, bei dickeren Exemplaren, diametral gegenüberliegend, zwei je etwa einen  $\square$  cm grosse Rindenstücke, ohne Verletzung des Holzes herausgelöst. Die Holzwunde wurde in den meisten Fällen, zur Verhütung der Verdunstung, mit Olivenöl bestrichen und ausserdem in der Zwischenzeit mit Stanniolstreifen verbunden, die sich sehr genau anschliessen lassen. — Die Erfahrung zeigte, dass auf diese Weise ein Austrocknen des Holzes vermieden, auch auf die umgebende Rinde kein störender Einfluss geübt wurde.

Wurden die Messstellen an einem möglichst cylindrisch gewachsenen Stammstück gewählt, so stimmte der neben, über oder unter einer Rindenmessstelle blossgelegte Holzdurchmesser mit dem nachträglich unter der Rindenmessstelle selbst constatirten überaus genau überein. So wurde z. B. in Versuch Tabelle III, a, 1 der Holzdurchmesser neben der Rindenmessstelle = 33,825 gefunden; als nach dem Versuch unter der Rindenmessstelle das Holz bloss gelegt wurde, ergab sich dort = 33,826.

In Versuch n. 5 war der Holzdurchmesser im Versuch = 20,959. Genau dieselbe Zahl ergab sich für den unter der Rindenmessstelle nachträglich eruirten Holzdurchmesser.

In Tabelle III, b n. 5 bei einem *Ailanthus*ast ergab das Holz in der Nähe der Rindenmessstelle 44,956. Nachträglich unter der Rindenmessstelle selbst = 44,955!

a) Betheiligung von Holz und Rinde bei der Anschwellung in Wasser gestellter Aeste.

Ich habe zunächst eine Anzahl Versuche gemacht, welche den Antheil genannter Gewebe an der Schwellung bei künstlicher Wasserzufuhr darthun sollen. Wo nicht das Gegentheil angegeben ist, sind stets frisch Morgens vom Baum genommene Aeste oder frisch über dem Boden (mit oder ohne Krone) abgeschnittene Topfexemplare verwendet, ein oder einige Meter lang, an der obern Schnittfläche mit Paraffin oder Baumwachs dicht verkittet.

Mit dem untern Ende wurden dieselben nach der ersten Messung, im Zimmer, in Wasser von Zimmertemperatur gestellt. Sie tauchten 0,5 bis 1 dm ein. Nach einer Stunde gewöhnlich (welche Zeit erfahrungsgemäss bis zu einer messbaren Anschwellung verstreicht) wurde die erste Messung vorgenommen. Nach einigen Stunden war die Schwellung der Regel nach vollendet, und auch nach ein oder mehreren Tagen eine weitere Zunahme nicht zu constatiren. Im Uebrigen ist die Frage, ob die Schwellung bis zu Ende vorgerückt sei, für unsere Untersuchung zunächst gleichgültig.

Die Resultate sind aus Tabelle III zu ersehen:

1. In einer Anzahl Fälle (Tabelle III, a) ergibt die Messung, dass das Holz allein ebensoviel zugenommen hat, als Rinde und Holz zusammen. Es ist klar, dass in diesem Fall die Stammschwellung durch eine Schwellung des Holzes allein erzielt wird.

So ist z. B. im Versuch n. 6 mit einem *Eschenast*

Der schliessliche Holzdurchmesser	=	35,316
Der anfängliche	"	= 35,305
Schwellung beträgt	=	0,011
Der schliessliche Rindendurchmesser	=	4,484
Der anfängliche	"	= 4,483
Schwellung beträgt	=	0

2. In einer zweiten Reihe von Versuchen (Tabelle III, b) zeigt sich, dass die Schwellung des Holzes die des Stammes nicht völlig deckt, dass demnach auch die Rinde bei der Schwellung mitbetheiligt ist.

Z. B. bei der kleinen *Pinie* (n. 1) schwillt das Holz von 15,291 auf 15,302 also um 0,011; der Stamm selbst schwillt von 18,146 auf 18,162 d. h. um 0,016; die Schwellung der Rinde beträgt demnach 0,005.

3. Die in Tabelle III, c zusammengestellten Versuche zeigen, dass unter Umständen ohne Schwellung, ja bei Abschwellung des Holzes, Stammanschwellung — also durch Rindenschwellung allein, stattfinden kann. — Unter welchen Verhältnissen dieser seltenere Fall eintreten kann, muss hier einstweilen unerörtert bleiben; nur mag darauf hingewiesen sein, dass wir bereits in Heft I S. 50 solche Fälle kennen lernten.

4. Die Fälle, welche ich unter d der Tab. III verzeichne sind sehr eigenthümlich. Hier schwillt der Holzkörper allein stärker, als der Stamm im Ganzen d. h. Holz und Rinde. Ein solches Vorkommniss wäre ja thatsächlich möglich und erklärlich durch die Annahme, dass mit der Anschwellung des Holzes eine Abschwellung und Compression der Rinde verbunden ist.

b) Betheiligung von Holz und Rinde bei der natürlichen Schwellungsperiode.

Die in Tabelle IV zusammengestellten Versuche sind alle im Winter, im Zimmer und an Topfpflanzen angestellt; die erhaltenen Zahlenschläge sind dem entsprechend nicht sehr gross, gleichwohl aber, wie ich glaube, sicher und genau.

Die erhaltenen Resultate sprechen dafür, dass auch unter natürlichen Ver-

hältnissen die mannichfaltigste Beteiligung von Holz und Rinde bei dem Zustandekommen der Schwellungsperiode des Stammes stattfindet: dass, selbst bei ein derselben Pflanze, je nach den gegebenen, nicht immer genau übersehbaren, Verhältnissen bald das Holz allein, bald Holz und Rinde, bald die Rinde allein die Stammschwellung besorgt. So ist in n. 1 beim *Oleander* die (allerdings geringe) nächtliche Schwellung am 18. und 20. November durch Holz und Rinde, die ganz deutliche in der Nacht des 19. November dagegen durch die Rinde allein hervorgerufen.

Bei *Pinus insignis* (n. 2) wird am 19. November, bei *Eucalyptus* am 20. November die Nachtschwellung durch das Holz allein hervorgebracht, bei *Evonymus japonica* (n. 6) dagegen bloss durch die Rinde.

Der häufigste Falle scheint aber der des Zusammenwirkens von Holz und Rinde zu sein.

#### c) Schwellungsperiode abgeschnittener verkitteter Aeste.

Schneidet man ein oder mehrere Meter lange, blatt- und zweiglose, dicke Aeste frisch vom Baum, verkittet die beiden Enden hermetisch mit Baumwachs und beobachtet dieselben fernerhin im Zimmer, so sieht man die tägliche Periode der Schwellung nicht ausbleiben (Tabelle V). Wie aus den Zahlen ohne Weiteres ersichtlich ist, nimmt unter diesen Verhältnissen der Holzkörper niemals zu, höchstens ab; die Rinde aber zeigt Nachts eine An-, Tags eine Abschwellung. An abgeschnittenen Aesten ist die Schwellungsperiode des Stammes eine Rindenschwellungsperiode.

Es genügt hier einstweilen darauf hinzuweisen, dass wir bereits in Heft I S. 50 und S. 68—71 kennen lernten, dass abgeschnittene Aeste bei Temperaturwechsel diese Erscheinung zeigen; auf die Ursachen dieser Erscheinung werden wir weiter unten zurückkommen.

## Tabelle III.

## a) Der Holzdurchmesser nimmt zu, der Rindendurchmesser nicht.

1. *Roskastanienast*. Frisch dem Baum entnommen, 1 m lang, oben verkittet. 16. Nov.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
8 45 a	36,150	33,814	In Wasser 8 45.
10	36,155	33,819	Zunahme:
12 15 p	36,158	33,824	H H + R
4 30	36,160	33,825	11 10

Holz an der Rindenmessstelle nachträglich (4<sup>30</sup>) bloss gelegt und gemessen ergibt 33,826.

2. *Eschenast*. Ast frisch, 2 m lang. Entblößtes Holz stets feucht. 16. Nov.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
8 45 a	55,090	50,304	
9 45	55,101	50,309	Zunahme:
12 15 p	55,111	50,317	H H + R
4 15	55,112	50,317	13 12

3. *Eschenast*, der schon mehrere Tage vom Baum geschnitten, im Freien gelegen.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
9. Nov. 10 a	43,548	37,597	
10 30	43,552	37,603	
11 15	<b>43,557</b>	<b>37,608</b>	
12 30 p	43,557	37,610	
3 30	43,555	37,608	
5 30	43,559	37,610	
10. Nov. 8 30 a	43,560	37,609	
10 45	43,559	37,609	
12 m	43,557	37,608	
3 30 p	43,559	37,607	Zunahme:
6 30	43,560	37,608	H H + R
8 30	43,560	37,610	13 12

4. *Nerium*. Ein Topfexemplar mit 6 wohl beblätterten Aesten, normal feucht, wird geringelt und über dem Boden abgeschnitten (2 dm unter der Ringelung) und (mit Blättern) in Wasser gestellt. Messstelle der Rinde 40 cm über dem Boden, Holzmessstelle unmittelbar unter der Rinde.

Beobachtungszeit.	H + R	H
12. Nov. 9 15 a	17,657	14,930
9 45	17,654	14,931

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
12. Nov. 10 <sup>10</sup> a	17,655	14,932	
10 <sup>30</sup>	17,662	14,940	
11	17,663	14,942	Zunahme:
11 <sup>45</sup>	17,669	14,941	H H+R
13. Nov. 8 <sup>30</sup> a	17,668	14,942	12 11

5. *Ligustrum japonicum*. Ein Topfexemplar mit buschiger Krone, der Stamm etwa  $\frac{3}{4}$  m lang; Rindenmessung 31 cm, Holzmessung (Ringelung) 11 cm über dem Boden. Nach der ersten Messung decapitirt und über dem Boden abgeschnitten und in Wasser gestellt.

Beobachtungszeit.	H + R	H
12. Nov. 9 <sup>15</sup> a	25,314	20,939
9 <sup>45</sup>	25,312	20,938
10 <sup>5</sup>	25,309	20,949
10 <sup>30</sup>	25,315	20,950
11	25,324	20,955
11 <sup>45</sup>	25,326	20,957
13. Nov. 8 <sup>30</sup> a	25,328	20,959

6. *Eschenast*. Ast seit einigen Tagen, oben und unten verkittet, in constanter Temperatur. Messung der (früheren) Rindenstelle ergab 12. Nov. früh 8 Uhr 39,786. 10 Uhr wieder gemessen und mit frisch angesägtem untern Ende in Wasser gestellt. Ast ca. 80 cm lang. Holzmessstelle 7 cm über der Rindenmessstelle.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
10 <sup>a</sup>	39,788	35,305	
10 <sup>35</sup>	39,788	35,304	
11	39,795	35,312	Zunahme:
11 <sup>45</sup>	39,799	35,315	H H+R
13. Nov. 8 <sup>30</sup> a	39,800	35 316	11 12

7. *Crataegus*-Ast. Ast 0,9 m lang, nicht völlig cylindrisch, etwas ausgetrocknet, aber noch lebendig. Messstelle des Holzes (Ringelung) 40 cm über dem untern Ende, Rindenmessstelle 9 cm über der erstern.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
11. Nov. 9 <sup>a</sup>	43,380	42,459	
10	43,386	42,469	
10 <sup>45</sup>	43,388	42,471	
11 <sup>30</sup>	43,391	42,473	Zunahme:
12 <sup>30</sup> p	43,391	42,474	H H+R
12. Nov. 9 <sup>a</sup>	43,395	42,474	15 15

8. *Ilex* und *Pinus Strobus*. Ersteres eine etwa  $\frac{1}{2}$  m hohe Pflanze, wird nach der ersten Messung bis auf den Gipfeltrieb geköpft. *Pinus Strobus* Ast in Wasser gestellt.

Beobachtungszeit.	<i>Ilex</i>		<i>Strobos</i>	
	H+R	H	H+R	H
11 a	14,487	12,117	25,766	23,745
12 m	14,493	12,121	25,772	23,749
12 45 p	14,496	12,126	25,777	23,755

### b) Bei der Stammschwellung schwillt Holz und Rinde.

1. *Pinus Pinea*. Topfpflanze, abgeschnitten und mit Gipfellaub in Wasser gestellt.

Beobachtungszeit.	H+R	H	Bemerkungen.	
			Zunahme:	
13. Nov. 10 15 a	18,146	15,291	H+R	H
11	18,162	15,295	16	11
11 30	18,162	15,302		

2. *Robinia*-Ast.

Beobachtungszeit.	H+R	H	Bemerkungen.	
			Zunahme:	
13. Nov. 10 a	30,940	27,424	H+R	H
10 45	30,949	27,429	18	12
11 45	30,958	27,436		

3. *Evonymus latifolius*. Frischer Ast, 64 cm lang, Holzmessstelle 38 cm, Rindenmessstelle 35 cm über dem untern Ende.

Beobachtungszeit.	H+R	H	Bemerkungen.	
			Zunahme:	
11. Nov. 12 m	24,594	22,259	H+R	H
12 15 p	24,602	22,263	9	7
12 30	24,603	22,265		
12. Nov. 9 a	24,603	22,266		

4. *Callistemon acerosum*. Ein sehr stark ausgetrocknetes, seit Wochen im Zimmer befindliches Topfexemplar.

Beobachtungszeit.	H+R	H	Bemerkungen.	
			Zunahme:	
14. Nov. 7 45 a	12,612	10,303	H+R	H
9 45	12,885	10,325	0,273	0,022
12 15 p	13,025	10,421	0,413	0,118
4 30	13,183	10,382	0,571	0,079

5. *Ailanthus*-Ast. Frisch aus dem Freien, oben 3 ästig, über 2 m lang. Messstellen unmittelbar über einander, 80 cm vom untern Ende.

Beobachtungszeit.	H+R	H
15. Nov. 9 a	50,327	44,940
10	50,329	44,946

	Beobachtungszeit.	H + R	H
15. Nov.	10 <sup>30</sup> a	50,340	44,951
	12 <sup>15</sup> p	50,345	44,954
16. Nov.	9 <sup>15</sup> a	50,347	44,956

Das Holz unter der Rindenmessstelle (zuletzt) bloss gelegt ergab als Maass 44,955.

6. *Thuja*. Das zu früheren Versuchen benutzte Topfexemplar, abgeschnitten in Wasser gestellt; bis auf den Gipfel entästet.

	Beobachtungszeit.	H + R	H
16. Nov.	11 <sup>a</sup>	18,445	16,158
	12 <sup>m</sup>	18,451	16,164
	12 <sup>45</sup> p	18,461	16,170

### 7. *Aesculus*-Ast.

	Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
16. Nov.	11 <sup>a</sup>	40,912	37,132	Ast Meter lang, frisch.
	12 <sup>m</sup>	40,922	37,141	
	12 <sup>45</sup> p	40,928	37,144	

8. *Robinia*, *Caragana*, *Syringa*. Frische Aeste, Morgens nach 8 Uhr gemessen und in Wasser gestellt, um Mittag wieder gemessen.

		<i>Robinia I</i>	<i>Robinia II</i>	<i>Caragana</i>	<i>Syringa</i>
Früh	H + R	40,936	43,795	37,838	32,427
	H	35,912	38,739	36,253	27,741
Mittags	H + R	40,954	43,809	37,854	32,442
	H	35,926	38,746	36,264	27,749

### c) Die Rinde schwillt, der Holzkörper nicht.

1. *Rhododendron ponticum*. Eine 1½ m hohe Topfpflanze, buschig beblättert, seit 21. October im Zimmer. Der Stammdurchmesser in 24 cm Höhe über dem Boden war anfänglich 23,06 mm. Am 14. November, stark ausgetrocknet (vgl. die jetzigen Durchmesser). Begossen.

	Beobachtungszeit.	H + R	H
	10 <sup>45</sup> a	22,577	21,544
	12 <sup>m</sup>	22,608	21,538
	2 <sup>15</sup> p	22,704	21,538

2. *Aralia papyrifera*. Abgeschnittene Pflanze, die lange trocken gestanden.

	Beobachtungszeit.	H + R	H
14. Nov.	7 <sup>a</sup>	16,508	12,462
	8 <sup>45</sup>	16,523	12,453

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
14. Nov. 9 45 a	16,654	12,450	Resultat:
11 45	16,678	12,450	Holz nimmt ab.
3 45 p	16,678	12,450	Rinde um 0,170 zu.

3. *Ailanthus*-Ast. Frisch vom Baum, 80 cm lang; Messstelle 30 cm über dem unteren Ende.

Beobachtungszeit.	H + R	H
14. Nov. 2 p	40,025	36,040
3	40,145	36,028
4 30	40,145	36,028

#### d) Holzdurchmesser nimmt zu, Rindendurchmesser ab.

##### 1. *Robinia*-Ast.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.	
13. Nov. 10 a	37,653	33,339	Zunahme:	
10 45	37,657	33,345	H + R	H
11 45	37,663	33,357	10	18

2. *Pyrus Malus*. 70 cm langer, frischer Ast; Messstelle in der Mitte. Rinde und Holz ganz nebeneinander gemessen.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.	
8 45 a	26,068	23,542		
9 45	26,078	23,550	Zunahme:	
10 45	26,074	23,553	H + R	H
12 15 p	26,077	23,554	9	12

#### Tabelle IV.

1. *Nerium Oleander*. Eine junge, etwa 1,5 m hohe, mehrstäufige, wohlblättrige Topfpflanze, beim Beginn des Versuchs ziemlich feucht. Messstelle etwa 2 dm über dem Boden.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
17. Nov. 10 30 a	14,425	11,266	Nach der 1. Messung begossen.
11	14,433	11,270	
11 30	14,438	11,272	
12 30 p	14,437	11,272	
18. Nov. 9 a	14,437	11,274	
11	14,434	11,272	
1 p	14,427	11,267	

Beobachtungszeit.	H + R	H
18. Nov. 4 p	14,430	11,265
19. Nov. 8 a	14,435	11,265
10	14,432	11,260
12 m	14,430	11,253
20. Nov. 8 a	14,435	11,255
10	14,430	11,253
12 m	14,427	11,250
22. Nov. 8 a	14,427	11,248
10 30	14,426	11,244
12 15 p	14,424	11,240
4	14,421	11,240
7 30	14,419	11,236

2. *Pinus insignis*. Topfexemplar, 1,5 m hoch, mässig trocken. Nach der ersten Messung begossen.

Beobachtungszeit.	H + R	H
17. Nov. 10 30 a	23,356	20,136
11	23,361	20,140
11 30	23,377	20,153
12 30 p	23,375	20,152
18. Nov. 9 a	23,371	20,143
11	23,366	20,135
1 p	23,361	20,130
4	23,360	20,131
19. Nov. 8 a	23,365	20,140
10	23,357	20,138
12 m	23,353	20,133
20. Nov. 8 a	23,360	20,135
10	23,357	20,131
12 m	23,353	20,129

3. *Eucalyptus* sp.

Beobachtungszeit.	H + R	H
19. Nov. 9 15 a	21,510	14,219
11	21,508	14,215
12 15 p	21,500	14,212
20. Nov. 8 a	21,508	14,219
10	21,501	14,213
12 m	21,498	14,210

4. *Kiggelaria africana*. Das Exemplar ist auch in einem späteren Versuch benutzt.

Beobachtungszeit.	H + R	H
19. Nov. 9 15 a	15,934	13,659
11	15,935	13,653
12 15 p	15,930	13,650
20. Nov. 8 a	15,948	13,655
10	15,944	13,649
12 m	15,940	13,644

5. *Pinus excelsa.*

Beobachtungszeit.	H + R	H
22. Nov. 10 a	13,417	11,501
12 m	13,414	11,500
1 p	13,411	11,497
4	13,425	11,500
23. Nov. 8 a	13,425	11,494
10	13,414	11,488
12 15 p	13,417	11,489
24. Nov. 8 a	13,418	11,484

6. *Evonymus japonica.*

Beobachtungszeit.	H + R	H
22. Nov. 9 a	21,646	18,305
10 30	21,643	18,305
11 30	21,643	18,305
4 p	21,647	18,305
8	21,647	18,304
23. Nov. 8 a	21,653	18,300
10	21,650	18,300

7. *Rhododendron ponticum.*

Beobachtungszeit.	H + R	H
19. Nov. 9 15 a	13,207	12,140
11	13,202	12,133
12 15 p	13,190	12,133
20. Nov. 8 a	13,196	12,135
10	13,193	12,135
12 m	13,190	12,132

## Tabelle V.

1. *Pyrus Malus.*

Beobachtungszeit.	H + R	H	Zunahme von	
			Rinde	Holz
18. Nov. 9 a	40,790	33,684	.	.
12 m	40,787	33,679	.	.
4 p	40,770	33,668	.	.
19. Nov. 8 a	<b>40,775</b>	<b>33,668</b>	5	0
12 m	40,768	33,658	.	.
20. Nov. 8 a	<b>40,773</b>	<b>33,658</b>	5	0
10	40,769	33,653	.	.
12 m	40,762	33,646	.	.
21. Nov. 8 a	40,757	33,641	.	.

2. *Betula alba*.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Zunahme von	
			Rinde	Holz
23. Nov. 11 <sup>45</sup> a	70,165	66,206		
6 p	70,166	66,205		
24. Nov. 8 <sup>a</sup>	<b>70,169</b>	<b>66,204</b>	3	—1
12 <sup>30</sup> p	70,166	66,201	.	.
7 <sup>45</sup>	70,168	66,202	.	.
25. Nov. 8 <sup>15</sup> a	<b>70,174</b>	<b>66,199</b>	6	—3
12 <sup>15</sup> p	70,171	66,194	.	.
26. Nov. 8 <sup>15</sup> a	<b>70,170</b>	<b>66,190</b>	0	—4
11 <sup>45</sup>	70,165	66,190	.	.

3. *Fraxinus*.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Zunahme von	
			Rinde	Holz
23. Nov. 11 <sup>45</sup> a	57,149	50,520	.	.
6 p	57,150	50,516	.	.
24. Nov. 8 <sup>a</sup>	<b>57,152</b>	<b>50,512</b>	2	—4
12 <sup>30</sup> p	57,152	50,509	.	.
7 <sup>45</sup>	57,150	50,509	.	.
25. Nov. 8 <sup>15</sup> a	<b>57,154</b>	<b>50,506</b>	4	—3
12 <sup>15</sup> p	57,149	50,504	.	.
26. Nov. 8 <sup>a</sup>	<b>57,151</b>	<b>50,497</b>	2	—7
11	57,146	50,496	.	.

4. *Evonymus latifolius*.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Zunahme von	
			Rinde	Holz
23. Nov. 11 <sup>45</sup> a	56,718	47,151		
6 p	56,723	47,150		
24. Nov. 8 <sup>a</sup>	<b>56,725</b>	<b>47,145</b>	7	—6
12 <sup>30</sup> p	56,723	47,140	.	.
7 <sup>45</sup>	56,723	47,145	.	.
25. Nov. 8 <sup>15</sup> a	<b>56,726</b>	<b>47,139</b>	3	—6
12 <sup>30</sup> p	56,717	47,136	.	.
26. Nov. 8 <sup>a</sup>	<b>56,720</b>	<b>47,136</b>	3	—3
11 <sup>30</sup>	56,718	47,136	.	.

5. *Acer Pseudoplatanus*. Stamm, 1,3 m lang, 28. Nov. geschnitten und sofort verkittet, den Tag über im ungeheizten Raum, 29. Nov. früh 6 Uhr in's Zimmer gebracht. Messstelle in der Mitte.

Beobachtungszeit.	H + R	H
29. Nov. 8 <sup>15</sup> a	79,120	74,313
10 <sup>45</sup>	79,120	74,311
1 p	79,113	74,304
5	79,117	74,305
8	79,121	74,307

Beobachtungszeit.		H + R	H
30. Nov.	8 15 a	79,125	74,303
	1 p	79,120	74,300
	4 15	79,114	74,298
	5 45	79,115	74,295
1. Dezember	8 15 a	79,120	74,296
	12 30 p	79,110	74,293

6. *Fraxinus*. Ast 1,7 m lang, sonst wie n. 5.

Beobachtungszeit.		H + R	H
29. Nov.	8 15 a	64,489	59,807
	10 45	64,486	59,805
	1 p	64,480	59,798
	5	64,482	59,799
	8	<b>64,487</b>	<b>59,802</b>
30. Nov.	8 15 a	64,494	59,798
	1 p	64,490	59,799
	4 15	64,487	59,797
	5 45	64,485	59,798
1. Dez.	8 15 a	64,491	59,799
	12 30 p	64,482	59,793

7. *Crataegus oxyacantha*. Der Ast, etwa 3 m lang, wird oben, mitten und unten gemessen.

Beobachtungszeit.	Oben.		Mitte		Unten	
	H + R	H	H + R	H	H + R	H
8. Nov. 9 15 a	40,586	37,441	47,127	43,154	52,442	48,190
10 30	40,582	37,437	47,123	43,151	52,438	48,187
12 45 p	40,579	37,434	47,121	43,152	52,436	48,187
4 45	40,576	37,432	47,119	43,146	52,434	48,186
7 15	<b>40,583</b>	37,427	<b>47,124</b>	43,146	<b>52,438</b>	48,182
9. Nov. 8 a	<b>40,588</b>	<b>37,429</b>	<b>47,127</b>	<b>43,147</b>	<b>52,443</b>	<b>48,184</b>
12 30 p	40,581	37,424	47,119	43,141	52,437	48,179
5 15	40,584	37,424	47,119	43,140	52,439	48,179
10. Nov. 8 15 a	40,579	37,422	47,113	43,140	52,434	48,180
12 30 p	40,572	37,421	47,108	43,137	52,428	48,178
11. Nov. 8 15 a	40,567	37,419	47,103	43,134	52,428	48,176

8. *Crataegus*.

Beobachtungszeit.		H + R	H
9. Nov.	9 30 a	55,399	51,613
	1 p	55,386	51,603
	5 15	<b>55,390</b>	51,601
10. Nov.	8 15 a	<b>55,399</b>	<b>51,6597</b>
	11 30	55,391	51,6598
11. Nov.	8 15 a	<b>55,395</b>	51,6598

9. *Esche.*

Beobachtungszeit.	H + R	H
17. Nov. 8 <sup>15</sup> a	56,651	51,802
10	56,650	51,801
11 <sup>15</sup>	56,647	51,801
12 <sup>30</sup> p	56,647	51,800
4	56,643	<b>51,809</b>
8	<b>56,650</b>	<b>51,815</b>
18. Nov. 8 <sup>a</sup>	56,653	51,815
12 <sup>m</sup>	56,651	51,813
4 <sup>p</sup>	56,649	51,815
19. Nov. 8 <sup>a</sup>	<b>56,656</b>	<b>51,818</b>
12 <sup>m</sup>	56,651	51,812

10. *Aesculus.\**)

Beobachtungszeit.	H + R	H
17. Nov. 8 <sup>15</sup> a	54,344	50,224
10	54,343	50,222
11 <sup>15</sup>	54,341	50,220
12 <sup>30</sup> p	54,340	50,220
4	54,327	50,207
8	<b>54,337</b>	<b>50,215</b>
18. Nov. 8 <sup>a</sup>	<b>54,339</b>	<b>50,215</b>
12 <sup>45</sup> p	54,335	50,212
4	54,329	50,204

11. *Pyrus communis.*

Beobachtungszeit.	H + R	H
17. Nov. 8 <sup>15</sup> a	55,904	48,498
10	55,900	48,495
11 <sup>30</sup>	55,895	48,490
12 <sup>30</sup> p	55,894	48,489
4	<b>55,897</b>	<b>48,491</b>
8	<b>55,900</b>	<b>48,489</b>
18. Nov. 8 <sup>a</sup>	55,898	<b>48,479</b>
10 <sup>30</sup>	55,901	48,470
12 <sup>45</sup> p	55,901	48,470
4	55,886	48,461

12. *Pyrus communis.*

Beobachtungszeit.	H + R	H
17. Nov. 8 <sup>15</sup> a	47,850	38,945
10	47,850	38,944
11 <sup>15</sup>	47,845	38,940
12 <sup>30</sup> p	47,842	38,936

\*) N. 10, 11 und 12 stehen am ersten Tag von 1 Uhr im Dunkel; am zweiten sind sie Nachmittags direct besont.

Beobachtungszeit.	H + R	H
17. Nov. 4 p	47,842	38,935
8	47,842	38,935
18. Nov. 8 a	<b>47,844</b>	<b>38,930</b>
10 <sup>30</sup>	47,842	38,930
11 <sup>30</sup>	47,838	38,923
4 p	47,835	38,922
19. Nov. 8 a	47,832	38,919

13. *Prunus Ceratus.*

Beobachtungszeit.	H + R	H
18. Nov. 9 a	49,402	48,748
12 m	49,400	48,748
4 p	49,393	48,744
19. Nov. 8 a	<b>49,399</b>	<b>48,741</b>
12 m	49,395	48,735

14. *Robinia.*

Beobachtungszeit.	H + R	H
17. Nov. 8 <sup>30</sup> a	66,453	59,993
12 <sup>15</sup> p	66,442	59,984
18. Nov. 8 <sup>15</sup> a	<b>66,448</b>	<b>59,980</b>

15. *Pyrus Malus.*

Beobachtungszeit.	H + R	H
20. Nov. 9 a	31,410	28,347
12 <sup>15</sup> p	31,403	28,339
21. Nov. 8 <sup>15</sup> a	<b>31,407</b>	28,340
12 <sup>15</sup> p	31,401	28,336
22. Nov. 8 <sup>15</sup> a	31,398	28,333

## § 3. Das Wasser als nächste Ursache der Schwellung.

Dass es sich bei der Stammschwellung, um eine Schwellung hervorgerufen durch Aufnahme von Wasser handle, daran konnte nach meinen früheren Versuchen gar kein Zweifel sein. Schon im Heft I (S. 45 ff.) habe ich nachgewiesen, dass bei der nächtlichen Stammschwellung ein erhöhter Wassergehalt der Rinde vorhanden ist.

Im Folgenden will ich eine Anzahl Versuche anführen, die in verschiedener Art angestellt, theils eine Gewichtszunahme schwellender Aeste überhaupt, theils direct einen erhöhten Wassergehalt des Holzes bei der Schwellung darthun.

1. Am einfachsten, freilich nicht direct und nicht unter Sonderung des Antheils von Holz und Rinde, lässt sich der Nachweis von Wasseraufnahme bei der Schwellung führen, wenn man Aeste vor und nach der Schwellung wägt.

Glatte und mit Rücksicht auf die Wage nur 1,5 bis 2 dm lange Aeste, frisch

vom Baum geschnitten, wurden oben und unten geglättet, oben möglichst dicht mit Paraffin verkittet, unten, zum Einstellen in Wasser frisch gelassen. Nachdem an einer bestimmten Stelle der Stammdurchmesser genommen, wurde der Ast gewogen, mit dem unteren Ende etwa zwei Stunden in Wasser gestellt, darauf die Schwellung und das Gewicht abermals constatirt.

Name der Pflanze.	Gewicht.		% Zunahme.	Durchmesser.	
	vorher	nachher		vorher	nachher.
<i>Syringa vulgaris</i>	20,962	21,100	0,67	11,485	11,492
do.	19,670	19,826	0,79	10,660	10,666
<i>Corylus Avellana</i>	27,507	27,670	0,59	14,919	14,925
do.	30,751	30,946	0,63	13,906	13,916
<i>Lonicera tatarica</i>	17,495	17,644	0,85	11,120	11,129
<i>Pyrus Malus</i>	21,227	21,404	0,83	8,362	8,371

Es ergibt sich, dass hier, bei einer deutlichen Stammschwellung, das Gesamtgewicht (Wassergehalt) des Stammes, um mehr als  $\frac{1}{2}$  % stieg.

2. In diesem Falle bleibt natürlich unentschieden, wieviel von dem gesteigerten Wassergehalt auf Holz, wieviel auf Rinde entfällt. Um zu zeigen, dass bei der Holzschwellung das Holzwasser vermehrt wird, wurden die Versuche in der Art abgeändert, dass an einer Stelle der Holzdurchmesser und seine Schwellung constatirt und vor und nach dem Versuch an einer sauber entrindeten Holzscheibe der Wassergehalt des Holzes festgestellt wurde.

Name der Pflanze.	Holzdurchmesser.		Wassergehalt des Holzes.	
	vorher	nachher.	vorher	nachher.
<i>Sambucus nigra</i>	27,460	27,470	46,1	46,8 %
<i>Cerasus acida</i>	33,174	33,186	40,06	40,21
<i>Acer Pseudoplatanus</i> *)	25,796	25,814	39,09	39,51
do.	28,500	28,514	43,5	43,9
<i>Cerasus acida</i> *)	33,266	33,275	34,21	35,21
<i>Sambucus nigra</i>	27,621	27,630	46,82	46,91
<i>Aesculus Hippoc.</i>	26,945	26,956	43,2	43,6
<i>Cerasus acida</i>	28,470	28,482	39,2	40,74

In ein Paar Versuchen gleicher Art wurde der Wassergehalt aus je drei Holzscheiben, die unmittelbar hintereinander abgesägt waren, bestimmt. Sie zeigen die Brauchbarkeit der Methode besonders klar.

1. *Pyrus Malus.*

Holzdurchmesser.		Trockengewicht der Scheiben.			
vorher	nachher	I	II	III	Mittel
29,407	29,421	55,15	55,08	54,96	55,07
		54,82	55,26	54,57	54,88

\*) Ast nicht ganz frisch. — Alle Versuche im Februar.

2. *Sambucus nigra*. Entmarkt.

Holzdurchmesser.		Trockengewicht des Holzes.			
		I	II	III	Mittel
vorher	30,195	53,31	53,15	53,66	53,37
nachher	30,211	52,91	52,67	52,69	52,76

3. *Syringa vulgaris*.

Holzdurchmesser.		Trockengewicht des Holzes.			
		I	II	III	Mittel
vorher	29,659	65,10	64,40	64,09	65,19
nachher	29,674	63,59	63,49	63,72	63,60

3. Endlich will ich noch ein Paar Beispiele anführen, welche beweisen, dass beim Begiessen einer normal wachsenden, eingewurzelten (Topf-) Pflanze, mit der Stammschwellung derselben, Wassergehalt von Holz und Rinde steigt.

Ein Topfexemplar von *Hibiscus rosa sinensis*, wenig beblättert, etwas trocken, wird Morgens 8 Uhr gemessen (Holz und Rinde). Darauf etwa 1 dm über den Messstellen der Stamm decapitirt und im untersten Theile des abgeschnittenen Stückes Wassergehalt von Holz und Rinde constatirt. Hierauf wird der Topf stark gegossen und nach zwei Stunden Schwellung und Wassergehalt bestimmt.

Zeit		Durchmesser.		Trockensubstanz.	
		H + R	H	H	R
9 <sup>30</sup> a	unbegossen	9,439	6,637	61,71	29,59
11 <sup>45</sup>	begossen	9,449	6,644	58,79	29,00

Ein Exemplar von *Eucalyptus* sp. in gleicher Weise.

Zeit		Durchmesser.		Trockensubstanz.	
		H + R	H	H	R
9 <sup>30</sup> a	unbegossen	10,103	6,053	—	37,46
11 <sup>45</sup>	begossen	10,115	6,066	—	36,34

Wie man sieht, handelt es sich hier, wie in den vorhergehenden Fällen um deutliche, aber freilich nicht sehr hohe Schwankungen des Wassergehalts; die Erhöhung des Wassergehaltes beträgt nur einige Procente. Die Untersuchungen von Th. Hartig über die natürlichen, täglichen Variationen des Holzwassers bei Forstbäumen (Bot. Ztg. 1868 S. 20—22), die einzigen mir bekannten, geben zum Theil ähnliche wenigprocentige, zum Theil aber auch viel höhere Schwankungen. Es mag späteren Versuchen vorbehalten bleiben, die Grösse der Schwankungen festzustellen; hier genügt die einfache Thatsache, dass mit der Stammschwellung der Wassergehalt von Holz und Rinde sich erhöht.

#### § 4. Regulirung des Wassergehaltes durch äussere Agentien.

a) Der Stammdurchmesser und die natürliche oder künstliche Wasserzufuhr (Begiessen, Regen).

Die nächsten Versuche, welche die Wirkung der Wasserzufuhr auf die Stammschwellung darthun sollen, sind zumeist mit eingewurzelten Pflanzen, Topfexemplaren, seltener im Freien wachsenden kleinen Bäumen angestellt; wo es sich um besondere Einzelfragen handelte, sind auch abgeschnittene Aeste benutzt worden.

Die Topfpflanzen waren 1 bis mehrere m hohe, mässig beblätterte Exemplare, mit Töpfen von mehreren dm Durchmesser. Die Bodenfeuchtigkeit derselben war anfänglich normal. Nachdem in bestimmter (unten jedesmal verzeichneter) Höhe die Messung geschehen und die Regelmässigkeit der Tagesperiode constatirt worden, wurde, um die Folgen der Wasserzufuhr kennen zu lernen, ein oder mehrmal so lange begossen, bis das Wasser unten aus dem Topfe stark abliief.

Ueber die Behandlung der Freilandpflanzen ist unten (vgl. Tabelle VI a n. 1) das Nähere angegeben.

Die Versuche zielten dahin ab, die näheren Modalitäten bei der Anschwellung durch Wasserzufuhr: Schnelligkeit der Wirkung und Fortpflanzung derselben von Unten nach Oben, wie von Innen nach Aussen zu eruiren.

Die gefundenen Hauptsätze sind übersichtlich:

1. Beim Begiessen einer Pflanze tritt nach kurzer Frist — gewöhnlich in weniger als einer Stunde — Stammanschwellung auf. — Tab. VI, a.

2. An der Stammschwellung nehmen der Regel nach Holz und Rinde Theil; erst schwillt immer das Holz, dann die Rinde. — Tab. VI, b.

3. Die Anschwellung schreitet ziemlich rasch — immer mehrere m per Stunde — von Unten nach Oben fort. — Tab. VI c und sonst.

4. Nach Verfluss einiger Zeit — etwa einer Stunde — tritt wieder allmähliche Abschwellung und der normale Periodengang des Tages ein. — Tab. VI ubique.

Betrachten wir nun einen Versuch in seinem Einzelverlauf und nehmen wir als Beispiel n. 2 aus Tab. VI, a.

Ein Exemplar von *Acacia glauca*, mehrere m hoch, mässig beblättert, in einem Topf von 5 dm Höhe und 4 dm Breite, bisher trocken gehalten, wird am 7. Juni (1880) im luftigen Flur, am Fenster stehend, an zwei Stellen gemessen; die eine Stelle (I) lag 1 m, die zweite (II) 2 m über der Erdoberfläche des Topfes.

Die Pflanze zeigt vorerst von früh 6<sup>30</sup> ab den regelmässigen Schwellungs-

gang und hat nach 3 Stunden allmählig ihren Durchmesser in I von 25,030 auf 24,977 und in II von 20,910 auf 20,860 verringert. Um 9<sup>30</sup> a wird stark (2 mal) begossen; der Durchmesser hat aber um 9<sup>45</sup>, und auch 1/2 Stunde später um 10<sup>15</sup> noch abgenommen. Um 10<sup>40</sup> aber, also nach kaum mehr als 1 Stunde ist an der untern Messstelle (I) eine sehr deutliche Schwellung da (von 24,951 auf 24,969), während die ein m darüber liegende zweite Messstelle jetzt und noch weiter hin Abschwellung zeigt. Erst eine volle halbe Stunde später, ist auch hier Anschwellung da (um 11<sup>10</sup>, schwach, aber deutlich).

Die Fortpflanzung der Anschwellung von I auf II (1 m Weg) hat also hier 1/2 Stunde Zeit gebraucht. —

Es ist sehr bemerkenswerth, dass die Abschwellung an der oberen Stelle schon nach 10 Minuten beginnt, während sich die Anschwellung an der unteren 50 Minuten hält; die Abschwellung oben ist auch gleich energischer. Das weist klar darauf hin, dass die Abschwellung durch die Thätigkeit der Krone veranlasst wird und sich demnach von Oben nach Unten allmählich fortpflanzt.

In ähnlicher Weise verläuft nun der Gang beim An- und Abschwellen in allen Versuchen; allmähliche Anschwellung von Unten nach Oben, die Abschwellung fast überall deutlich von Oben nach abwärts steigend. (Vgl. z. B. n. 1, 2, 4 u. s. w.)

Die Schnelligkeit, mit welcher sich die Schwellung innerhalb des Stammes fortpflanzt, ist aus beifolgender Uebersichtstafel zu ersehen. Man beachte, dass die Zahlen angeben, wie schnell mindestens die Wasserwirkung innerhalb des geraden und gleichmässigen Stammweges fortschreitet. Je länger die Messtermine sind, um so eher könnten die gefundenen Geschwindigkeiten zu klein ausgefallen sein. Doch ist bei *Sparmannia* (n. 7) von 5 zu 5 Minuten gemessen.

Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwellung beim Begiessen.

Versuchsn.	Pflanze.	Zurückgelegter Weg.	Gebrauchte Zeit	Demnach p. Stunde.
		m	in Minuten.	m
n. 1	<i>Ulmus</i>	2,2	20	6,6
n. 2	{ <i>Acacia</i> <i>glauca</i>	1	30	2
n. 5		1	20	3
n. 3	{ <i>Acacia</i> <i>rupicola</i>	1	10	6
n. 4		1,7	15	6,8 *)
n. 7	<i>Sparmannia</i>	0,5	5	6
n. 8	<i>Aralia</i>	0,5	10	3

\*) Trotz Ringelung des Stammes.

Versuchsn.	Pflanze.	Zurückgelegter Weg. m	Gebrauchte Zeit in Minuten.	Demnach p. Stunde. m
n. 9	<i>Callistemon</i>	1	10	6
n. 10	<i>Kiggelaria</i>	1	15	4
n. 11	<i>Thuja</i>	0,6	15	2,4
n. 12	<i>Tristania</i>	1	15	4
n. 13	<i>Astrapaea</i>	0,8	10	4,8

Die Abtheilung b der Tabelle VI zeigt, dass die Anschwellung zuerst das Holz ergreift, das Holz also zuerst Wasser aufnimmt, und dann (aus ihm) zur Rinde übertritt.

Der erste Versuch mit der *Pinie* z. B. zeigt, dass die Rindenschwellung eine Messung später (die hier in Pausen von 10 Minuten statthat) erfolgt; als aber am letzten Tag alle 5 Minuten gemessen wurde, zeigte sich, dass schon innerhalb dieser Zeit der Uebertritt von Wasser aus Holz in Rinde erfolgen kann.

Aehnliche Zahlen geben sowohl die andern Versuche mit eingewurzelten Pflanzen, als auch die abgeschnittenen in Wasser gestellten Aeste; aus letzterer Thatsache könnte man folgern, dass für die Schnelligkeit der Wasserwanderung aus Holz in Rinde die Wurzelthätigkeit unmassgeblich sei; allein für solche Schlüsse sind der Versuche noch zu wenige.

## Tabelle VI.

### a) Verlauf der Schwellung im Stamm in senkrechter Richtung.

1. *Ulmus campestris*. Das weiter unten Tabelle VII n. 17 benutzte decapitirte und geringelte Exemplar wurde am 28. Juni, nachdem es mehrere Tage nicht geregnet, durch 20 in seinem Umkreis gemachte etwa 4 dm tiefe Löcher (mit 15 Kannen Wasser im Ganzen) begossen. Das Begiessen begann um 9 Uhr und wurde bis gegen 11 Uhr fortgesetzt. — Messstellen wie vorher.

Temperatur		27. Juni 6 <sup>a</sup> :	9,0	12 <sup>m</sup> :	14,0	6 p:	16,0 <sup>o</sup> R.
		28. Juni	12,0		17,7		16,0
		Durchmesser.					
Nr.	Beobachtungszeit.	I		II			
1.	6 30 a	55,891		35,592			
2.	7 15	55,888		35,583			
3.	8	55,881		35,583			
4.	8 30	55,869		35,575			
5.	9 10	55,863		35,563			

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
6.	9 15 a	55,860	35,563
7.	9 40	55,857	35,558
8.	10	<b>55,877</b>	35,555
9.	10 20	55,878	<b>35,570</b>
10.	10 40	55,887	35,583
11.	11	55,889	35,588
12.	11 20	55,886	35,578

2. *Acacia glauca*. Topfexemplar (Topf von etwa 5 dm Höhe und 4 dm Weite), sehr trocken. Um 9<sup>1/2</sup> Uhr zweimal stark gegossen, was bis 9<sup>40</sup> in Anspruch nahm. Beblättert. Die erste Messstelle (I) ist 1 m über der Erde, die zweite (II) 1 m über der ersten. 7. Juni.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	6 30 a	25,030	20,910
2.	7	25,029	20,907
3.	7 30	25,021	20,888
4.	8 15	24,986	20,869
5.	8 45	24,985	20,862
6.	9 15	24,977	20,860
7.	9 45	24,964	20,854
8.	10 15	24,951	20,842
9.	10 40	<b>24,969</b>	20,833
10.	10 50	24,970	20,828
11.	11	24,975	20,820
12.	11 10	24,978	<b>20,825</b>
13.	11 20	24,981	20,826
14.	11 30	24,978	20,820
15.	11 40	24,970	20,820
16.	11 50	24,969	20,815
17.	12 m	24,966	20,800

3. *Acacia rupicola*. Ein Topfexemplar, das am 1. Juni decapitirt und seither nicht gegossen worden war; Erde sehr trocken. Messstellen: I 30 cm über der Erde II 1 m über dem Boden III 2 m über dem Boden. Am 8. Juni 8<sup>50</sup> begossen.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.		
		I	II	III
1.	6 15 a	22,785	19,915	18,825
2.	6 45	22,783	19,930	18,913
3.	7 30	22,762	19,903	18,912
4.	8	22,735	19,911	18,892
5.	8 30	22,719	19,900	18,865
6.	9 10	<b>22,753</b>	<b>19,918</b>	18,850
7.	9 20	22,781	19,922	<b>18,878</b>

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.		
		I	II	III
8.	9 30 a	22,771	19,925	18,877
9.	9 50	22,766	19,915	18,874
10.	10 10	22,760	19,892	18,849

4. Dasselbe Exemplar wie vorher, bisher nicht mehr begossen, wird am 16. Juni um 10<sup>a</sup> nach der Messung geringelt und begossen. — Zwei Messstellen, den obigen I und III entsprechend.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	III
1.	7 a	21,686	18,828
2.	7 45	21,667	18,807
3.	10	21,584	18,733
4.	10 15	21,584	18,727
5.	10 30	21,582	18,720
6.	10 45	<b>21,616</b>	18,715
7.	11	21,623	<b>18,726</b>
8.	11 15	21,619	18,729
9.	11 30	21,609	18,723
10.	11 45	21,600	18,715
11.	17. Juni 6 30 a	21,663	18,768
12.	10 30	21,595	18,784
13.	11 30	21,569	18,704
14.	18. Juni 6 30 a	21,696	18,861
15.	8	21,635	18,840

5. *Acacia glauca*. Das Exemplar von Versuch n. 2. Wird 15. Juni an zwei Stellen geringelt 1. 25 cm unter Messstelle I, 2. 22 cm unter Messstelle II. Obwohl die Erde noch ziemlich feucht, 9<sup>30</sup> begossen.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	6 45 a	25,117	20,947
2.	7 15	25,112	20,944
3.	7 45	25,103	20,921
4.	8 15	25,099	20,923
5.	8 45	25,095	20,925
6.	9 15	25,091	20,916
7.	9 30	25,090	20,907
8.	9 40	25,087	20,904
9.	9 50	25,086	20,902
10.	10	<b>25,110</b>	30,893
11.	10 10	25,122	20,890
12.	10 20	25,122	<b>20,909</b>
13.	10 30	25,119	20,914
14.	10 45	25,106	20,901
15.	11	25,102	20,893

6. *Fraxinus excelsior*. Exemplar von Versuch n. 15 in der Reihe II. — Der 14. Juni ist morgens trübe, es fängt schon nach 7 Uhr fein zu regnen an und geht bis gegen Mittag leise, am Nachmittag stärker fort: Gang der Schwellung an einem Regentage.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	7 <sup>a</sup>	74,430	33,968
2.	7 <sup>30</sup>	74,400	33,972
3.	8	74,394	33,971
4.	8 <sup>30</sup>	74,390	33,972
5.	9	74,396	33,974
6.	9 <sup>30</sup>	74,390	33,976
7.	10	74,395	33,975
8.	10 <sup>30</sup>	74,390	22,969
9.	11	74,380	33,968
10.	11 <sup>30</sup>	74,374	33,960
11.	12 <sup>m</sup>	74,369	33,955
12.	4 <sup>30 p</sup>	74,424	—

7. *Sparmannia africana*. Ein etwa 1,5 m hohes vielästiges aber wenigblättriges Topfexemplar. Zwei Messstellen: I ist ein Paar cm über dem Boden, II 50 cm über I. Unmittelbar nach der ersten Messung begossen. Erde sehr trocken.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	30. Oct. 8 <sup>30 a</sup>	29,222	14,625
2.	9 <sup>5</sup>	29,217	14,618
3.	9 <sup>10</sup>	<b>29,223</b>	14,618
4.	9 <sup>15</sup>	29,228	<b>14,626</b>
5.	9 <sup>20</sup>	29,227	14,626
6.	9 <sup>25</sup>	29,224	14,625
7.	9 <sup>30</sup>	29,222	14,622

8. *Aralia papyrifera*. Topfpflanze mit vier ausgewachsenen, drei halbwüchsigen Blättern. II ist von I 0,5 m entfernt. Begossen um 11 Uhr.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	30. Oct. 11 <sup>a</sup>	16,196	13,738
2.	11 <sup>30</sup>	16,192	13,733
3.	11 <sup>35</sup>	<b>16,199</b>	13,732
4.	11 <sup>40</sup>	16,203	13,732
5.	11 <sup>45</sup>	16,204	<b>13,738</b>
6.	11 <sup>50</sup>	16,203	13,738
7.	11 <sup>55</sup>	16,201	13,736

9. *Callistemon lanceolatum*. Topfexemplar wie die beiden vorigen Pflanzen im

Zimmer beobachtet; Messstelle II ist 1 m über I. Erde ziemlich trocken, um 9 Uhr begossen (am ersten Tag), nach der ersten Messung (zweiter Messtag).

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	27. Oct. 8 <sup>45</sup> a	14,041	11,572
2.	9	14,037	11,569
3.	9 <sup>10</sup>	14,035	11,564
4.	9 <sup>20</sup>	14,038	11,561
5.	9 <sup>30</sup>	<b>14,044</b>	11,562
6.	9 <sup>40</sup>	14,045	<b>11,567</b>
7.	9 <sup>50</sup>	14,044	11,568
8.	11 <sup>a</sup>	14,042	11,565
9.	28. Oct. 10 <sup>30</sup>	14,030	11,568
10.	10 <sup>45</sup>	14,027	11,565
11.	10 <sup>55</sup>	14,024	11,563
12.	11 <sup>5</sup>	<b>14,031</b>	11,565
13.	11 <sup>15</sup>	14,036	<b>11,570</b>
14.	11 <sup>25</sup>	14,035	11,571
15.	11 <sup>35</sup>	14,032	11,568

10. *Kiggelaria africana*. Topfpflanze; Topf 25 cm weit, 22 cm hoch. Messstelle I ist 15 cm über dem Boden, II genau 1 m über I. Begossen nach der ersten Messung.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	28. Oct. 9 <sup>15</sup> a	23,184	14,851
2.	9 <sup>30</sup>	23,183	14,848
3.	9 <sup>40</sup>	23,186	14,845
4.	9 <sup>50</sup>	<b>23,196</b>	14,847
5.	10 <sup>5</sup>	23,198	<b>14,855</b>
6.	10 <sup>15</sup>	23,198	14,854
7.	10 <sup>25</sup>	23,193	14,850

11. *Thuja gigantea*. Topf um 9<sup>40</sup> begossen. I 10 cm über dem Boden, II ist 60 cm über I.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	9 <sup>30</sup> a	22,673	17,090
2.	10 <sup>10</sup>	22,670	17,087
3.	10 <sup>15</sup>	<b>22,681</b>	17,085
4.	10 <sup>20</sup>	22,681	17,084
5.	10 <sup>25</sup>	22,683	17,081
6.	10 <sup>30</sup>	22,683	<b>17,086</b>
7.	10 <sup>35</sup>	22,685	17,086
8.	10 <sup>40</sup>	22,682	17,087
9.	10 <sup>45</sup>	22,680	17,083

## b) Die Schwellung geht im Stamm von Innen nach Aussen.

1. *Pinus Pinea*. Eine etwa 2 m hohe Topfpflanze mit 18 Zweigen, jeder etwa 1—2 dm lang und gut mit Nadeln besetzt. — Messstelle II liegt genau 1 m über I, diese letztere 1 dm über dem Boden.

Beobachtungszeit.	I		II		Bemerkungen.
	H + R	H	H + R	H	
6. Dez. 9 45 a	18,547	15,073	16,339	13,901	
10 45	18,542	15,068	16,336	13,899	
4 15 p	18,533	15,059	16,329	13,892	4 15 nach der Messung begossen.
5	18,529	15,056	.	.	
5 10	18,542	<b>15,068</b>	.	.	
5 20	<b>18,547</b>	15,067	16,325	13,890	
5 30	18,551	15,067	16,334	<b>13,898</b>	
5 40	.	.	<b>16,345</b>	13,903	
9. Dez. 11 a	18,603	15,499	15,841	13,208	Nach der Messung begossen.
11 30	18,598	15,495	.	.	
11 40	18,608	<b>15,505</b>	.	.	
11 50	<b>18,631</b>	15,522	15,851	<b>13,218</b>	
12 m	18,632	15,521	<b>15,875</b>	13,237	
13. Dez. 8 30 a	18,129	15,104	15,834	13,741	
11 15	18,116	15,091	15,824	13,731	Nach der zweiten Messung begossen.
12 m	18,114	15,089	15,822	13,728	
12 10 p	18,125	<b>15,098</b>	15,819	13,725	
12 20	18,142	15,117	15,817	13,723	
12 30	18,143	15,118	15,824	<b>13,731</b>	
12 40	18,142	15,118	<b>15,844</b>	13,747	
15. Dez. 8 15 a	18,177	15,156	10,877	8,814	Nach der ersten Messung decapitirt.
9	18,173	15,151	10,874	8,811	
9 15	18,184	<b>15,161</b>	10,871	8,808	
9 20	<b>18,189</b>	15,163	10,871	8,808	
9 30	18,193	15,166	10,878	8,815	
9 40	18,194	15,166	10,886	8,819	

2. *Pinus excelsa* Wall. Topfpflanze, 2 m hoch, mit 10 Zweigen. Normal feucht. — Messstelle I liegt 1 dm über dem Boden, II liegt 1,5 m über I.

Beobachtungszeit.	I		II		Bemerkungen.
	H + R	H	H + R	H	
6. Dez. 9 45 a	29,451	16,639	9,939	7,349	
10 45	29,445	16,635	9,936	7,347	Nach der zweiten Messung begossen.
11 30	29,442	16,633	.	.	
11 40	29,451	<b>16,641</b>	.	.	
11 50	<b>29,459</b>	16,643	.	.	
12 m	29,459	16,644	9,933	7,344	
12 10 p	29,459	16,643	9,932	7,343	
12 20	29,460	16,645	9,936	<b>7,349</b>	

Beobachtungszeit.	I		II		Bemerkungen.
	H + R	H	H + R	H	
6. Dez. 12 <sup>30</sup> p	29,460	16,644	<b>9,944</b>	7,350	
11. Dez. 10 <sup>30</sup> a	29,240	16,538	9,645	7,438	Nach der ersten Messung begossen.
11	29,249	<b>16,547</b>	9,642	7,434	
11 10	<b>29,260</b>	16,548	9,641	7,435	
11 20	29,262	16,549	9,641	7,434	
11 30	29,262	16,550	9,648	<b>7,442</b>	
11 40	29,263	16,551	9,662	7,447	
13. Dez. 8 15 a	29,248	16,644	9,830	7,614	Nach der ersten Messung decapitirt.
9	29,246	16,641	9,827	7,611	
9 15	29,255	<b>16,649</b>	9,824	7,609	
9 30	<b>29,270</b>	16,650	9,822	7,608	
9 45	29,269	16,652	9,829	<b>7,614</b>	
10	29,267	16,650	<b>9,834</b>	7,616	
10 15	29,267	16,651	9,836	7,617	
12 45 p	29,259	16,644	9,829	7,608	

3. *Taxodium sempervirens*. 2 m hoch, wenig ästig, aber mit jungen Blättern reichlich versehen, Topferde sehr trocken. Messstelle I 2 dm über dem Boden, II 0,6 m über I. Nach der ersten Messung begossen. 10<sup>30</sup> fast ganz entlaubt.

Beobachtungszeit.	I		II	
	H + R	R	H + R	R
5. Dez. 8 45 a	13,351	9,359	11,166	8,857
9 30	13,348	9,357	11,164	8,854
9 45	13,351	<b>9,361</b>	11,161	8,850
9 55	<b>13,358</b>	9,363	11,157	8,850
10 5	13,360	9,364	11,158	<b>8,854</b>
10 15	13,359	9,364	<b>11,163</b>	8,855
10 25	13,360	9,365	11,166	8,855
10 35	13,367	9,369	11,170	8,858
11	13,368	9,370	11,173	8,859

4. *Callistemon* sp. Reich blättert, mit ungefähr 20 Zweigen. Nach der ersten Messung begossen. I und II sind 1,5 m entfernt.

Beobachtungszeit.	I		II		Bemerkungen.
	H + R	H	H + R	H	
7. Dez. 11 <sup>30</sup> a	15,857	13,445	12,440	10,128	
12 m	15,850	13,438	12,434	10,122	
12 10 p	15,855	<b>13,443</b>	12,432	10,121	
12 20	<b>15,862</b>	13,445	12,441	<b>10,127</b>	
12 30	15,865	13,449	12,447	10,132	
12 45	.	.	12,448	10,132	
8. Dez. 8 15 a	15,817	13,445	12,777	10,342	Nach der ersten Messung decapitirt.
10 15	15,811	13,441	12,770	10,338	
11	15,809	13,439	.	.	

Beobachtungszeit.	I		II	
	H + R	H	H + R	H
8. Dec. 11 10 a	15,816	<b>13,445</b>	.	.
11 20	<b>15,821</b>	13,446	12,771	10,339
11 30	15,823	13,447	12,778	10,342
11 45	15,823	13,446	12,780	10,343

5. *Urtica macrophylla*. Die Pflanze hat 20 grosse Blätter, die Messstelle liegt 1,5 dm über dem Boden. Am 14. Dezember um 11<sup>30</sup> nach der Messung entblättert, am 15. Dezember um 9<sup>3/4</sup> stark begossen.

Beobachtungszeit.	H + R	H
14. Dez. 9 50 a	18,446	15,640
11 30	18,439	15,625
11 40	18,436	15,622
11 50	18,443	<b>15,628</b>
12 m	<b>18,448</b>	15,630
15. Dez. 8 15 a	18,318	15,462
10	18,311	15,454
10 10	18,309	15,450
10 20	18,318	<b>15,458</b>
10 30	<b>18,327</b>	15,460
10 40	18,331	15,468
10 50	18,335	15,475
12 m	18,344	15,480

6. *Acer*-Ast. Ast von etwa 1<sup>1/2</sup> m Länge. Nach der ersten Messung in Wasser gestellt.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
1. Dez. 9 45 a	63,200	57,741	
10 15	63,208	<b>57,749</b>	Rindenzunahme 0.
10 30	<b>63,215</b>	57,751	" 5.
12 30 p	63,221	57,756	" 6.

7. *Robinia*-Ast.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
1. Dez. 9 45 a	63,753	53,739	
10 15	63,762	<b>53,747</b>	Rindenzunahme 0.
10 30	<b>63,770</b>	53,750	" 6.
12 30 p	63,774	53,753	" 7.
4 30	63,773	53,752	

8. *Fraxinus*-Ast.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
27. Nov. 8 a	57,143	50,493	
8 50	57,138	50,490	In Wasser gestellt 8 <sup>50</sup> .
9 5	57,139	50,492	

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
9 20 a	57,149	<b>50,501</b>	Rindenzunahme 0.
9 30	<b>57,151</b>	50,500	" 2.
9 50	57,154	50,498	" 5.

9. *Evonymus latifolia* (Ast).

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
27. Nov. 8 a	56,715	47,134	
8 50	56,713	47,134	8 50 in Wasser.
9 5	56,708	47,135	
9 20	56,717	<b>47,145</b>	Rindenzunahme 0.
9 30	56,718	47,147	" 0.
9 50	<b>56,725</b>	47,149	" 5.

10. *Crataegus monogyna*. Stammstück 1,30 m lang, Messstelle 0,7 vom untern (in Wasser stehenden) Ende. — Ast vom 26.—27. Nov. aus dem Wasser genommen.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
26. Nov. 9 15 a	57,160	53,901	9 15 in Wasser.
9 35	57,155	53,896	
9 45	57,167	<b>53,910</b>	Rindenzunahme 0.
9 55	<b>57,172</b>	53,908	" 5.
10	57,171	53,909	
27. Nov. 10 15 a	57,156	53,893	
10 40	57,153	53,891	
10 50	57,166	<b>53,906</b>	Rindenzunahme 0.
11	<b>57,171</b>	53,907	" 2.

11. *Robinia*-Ast. Stück 1,8 m lang; Messstelle 0,82 vom untern Ende. Holz-  
messstelle hier, wie in n. 6, unmittelbar unter der Rindenmessstelle. — Jedesmal  
nach der ersten Messung in Wasser.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
26. Nov. 9 15 a	46,145	41,951	
9 35	46,140	41,945	
9 45	46,149	<b>41,954</b>	Rindenzunahme 0.
9 55	<b>46,152</b>	41,955	" 3.
10	46,155	41,949	" 6.
27. Nov. 10 15 a	46,141	41,946	
10 40	46,138	41,940	
10 50	<b>46,151</b>	<b>41,950</b>	Rindenzunahme 3.
11	46,154	41,951	" 6.

## Ein zweiter Ast.

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.
11 30 a	35,922	32,518	
12 m	35,929	32,525	Rindenzunahme 0.
1 p	35,942	32,533	" 5.

## c) Geschwindigkeit der Fortpflanzung.

1. *Tristania laurina*. Topfpflanze, 3 m hoch, mit drei Zweigen, und etwa 50 schönen Blättern. Messstellen: I (über dem Boden), II und III je 1 m von einander entfernt. Begiessung nach der ersten Messung; am 11. Dezember Decapitation; am 15. begossen.

Beobachtungszeit.	Unten		Mitte		Oben	
	H + R	H	H + R	H	H + R	H
7. Dez. 9 <sup>a</sup>	21,842	16,755	14,120	11,796	9,335	7,821
9 <sup>30</sup>	21,843	16,755	14,117	11,793	9,332	7,819
9 <sup>45</sup>	21,856	<b>16,763</b>	14,116	11,789	9,331	7,819
10	21,858	16,763	14,121	<b>11,795</b>	9,331	7,818
10 <sup>15</sup>	21,857	16,763	14,129	11,803	9,342	<b>7,824</b>
10 <sup>30</sup>	21,856	16,764	14,132	11,804	9,343	7,826
11. Dez. 8 <sup>45 a</sup>	21,800	17,530	14,107	11,788	9,525	7,797
9 <sup>45</sup>	<b>21,817</b>	<b>17,541</b>	14,104	11,785	9,520	7,792
10	21,817	17,541	<b>14,111</b>	<b>11,792</b>	9,518	7,791
10 <sup>15</sup>	21,819	17,539	14,115	11,791	<b>9,524</b>	<b>7,797</b>
10 <sup>30</sup>	21,816	17,540	14,122	11,797	9,536	7,802
15. Dez. 8 <sup>30 a</sup>	22,157	18,390	14,126	11,708	9,829	7,741
10	22,154	18,386	14,122	11,703	9,826	7,737
10 <sup>30</sup>	<b>22,160</b>	<b>18,392</b>	14,120	11,700	9,825	7,735
10 <sup>45</sup>	22,167	18,395	<b>14,130</b>	<b>11,719</b>	9,824	7,733
11	22,168	18,396	14,135	11,719	<b>9,830</b>	<b>7,740</b>
11 <sup>15</sup>	22,169	18,396	14,138	11,721	9,837	7,742

2. *Astrapaea Wallichii*. Ein niederes Exemplar, mit etwa 20 grossen Blättern. Abstand der zwei Messstellen 0,8 m. Am ersten Tage entblättert nach der ersten Messung; am zweiten begossen.

Beobachtungszeit.	Unten		Oben	
	H + R	H	H + R	H
14. Dez. 8 <sup>30 a</sup>	10,750	8,747	8,031	6,388
9	10,749	8,745	8,030	6,387
9 <sup>10</sup>	<b>10,756</b>	<b>8,751</b>	8,030	6,387
9 <sup>20</sup>	10,755	8,752	8,030	6,386
9 <sup>30</sup>	10,756	8,753	8,031	6,386
9 <sup>40</sup>	10,751	8,751	8,031	6,383
9 <sup>50</sup>	10,749	8,752	8,032	6,384
10	10,747	8,744	8,025	6,378
10 <sup>10</sup>	10,743	8,742	8,020	6,366
10 <sup>20</sup>	10,739	8,736	8,023	6,372
15. Dez. 8 <sup>15 a</sup>	10,733	8,733	8,011	6,361
8 <sup>40</sup>	<b>10,751</b>	<b>8,753</b>	8,008	6,358
8 <sup>50</sup>	10,755	8,751	<b>8,018</b>	<b>6,369</b>
9	10,755	8,751	8,035	6,377

b) Einfluss der Wasserabgabe, der Transpiration.

Während im Vorhergehenden der Einfluss der Wasser zuführenden Kräfte dargestellt worden ist, sollen eine Reihe von Versuchen, die in Tabelle VII zusammengestellt sind, die Wirkung der Wasserabgabe zeigen. Dieser Einfluss wird auf indirectem Wege erwiesen: die Pflanze wird ihrer Transpirationsorgane, der Blätter oder der ganzen Krone beraubt.

Ueber die Art der Versuchsanstellung im Einzelnen ist kaum Eingehendes zu bemerken. Die meist im Freien stehenden Bäumchen wurden entweder entlaubt (aller Blätter entledigt) unter Belassung der Aeste, Zweige und Knospen oder es wurde die Gesamtkrone, unter den Astabgängen, abgesägt; in diesem Falle die Schnittfläche verkittet. Die Operation geschah jedesmal erst dann, wenn die tägliche Anschwellung begonnen hatte und constatirt war. Wo nur eine Messstelle genommen wurde, lag dieselbe etwa in 0,5 m Höhe. — In einigen Fällen sind Angaben über die Tagestemperaturen gemacht.

Betrachten wir die Ereignisse einmal, wie sie sich gleich an den ersten Beispielen (Tab. VII n. 1—3) abspielen. — Junge Bäume, Ahorne, Eschen, Pflaumen zeigen, von Stunde zu Stunde, oder von  $\frac{1}{2}$  zu  $\frac{1}{2}$  Stunde an normalen warmen Sommernmorgen zunächst eine continuirliche Stammdiameterverminderung. In den Beispielen n. 3 ist der Durchmesser

	früh 7 <sup>30</sup> Uhr	dagegen 9 <sup>15</sup> Uhr
Ahorn	22,778	22,717
Esche	18,801	18,757
Pflaume	18,795	18,777

hat also in nicht ganz 2 Stunden um mindestens mehrere Hundertel mm abgenommen. Gleich nach der Messung um 9<sup>15</sup> werden die Bäumchen aller Blätter beraubt — und bereits nach  $\frac{1}{2}$  Stunde ist der Durchmesser um mehrere Hundertel mm gestiegen, nach Verfluss von  $1\frac{1}{2}$  Stunden aber wieder in den alten Rückgang umgekehrt. — Am andern Tag zeigen die Pflanzen trotz Entlaubung die Tagesperiode.

Und so geht es auch bei den übrigen Versuchen. Als allgemeines Resultat zeigt sich also zunächst, dass Entlaubung oder Decapitation in kurzer Zeit Stammanschwellung hervorbringt. Die Beispiele von n. 9 ab zeigen ausnahmslos, dass die Anschwellung (wie bei der Wasserzufuhr durch Begiessen) von unten nach oben fortschreitet. Daraus folgt unwiderleglich, dass die Anschwellung die Folge des ununterbrochenen Wasserzufflusses von unten her (Wurzel oder Boden) bei unterbrochenem Wasserabfluss (durch Dampfabgabe der Blätter) ist. Das Beispiel

n. 5 von *Syringa* II lehrt, dass eine halbe Entlaubung Anschwellung nicht hervor-  
zurufen vermag.

Man beachte an den Beispielen noch Zweierlei:

1. Dass, solange die Anschwellung an höher gelegenen Stellen noch nicht eingetreten, in den tiefer liegenden eine Abschwellung meist nicht eintritt;

2. dass die Abschwellung bei der Decapitation nicht (wie bei der Wasser-  
zufuhr und belassener Krone) von oben nach unten, sondern etwa gleichmässig auf  
der ganzen Stammlänge hervortritt.

Belege geben die Versuche n. 8—12 und 15, etwas abweichend n. 15 und 16.

Die letztere Thatsache belehrt, dass der nach der Schwellung wieder hervor-  
tretende Rückgang des Stammdiameters durch Uebernahme der Transpiration von  
Seite der verbliebenen oberirdischen Theile (Knospen, Zweige, Aeste, Stamm) erklärt  
werden darf — ob unter Annahme gleichbleibender oder herabgeminderter Wasser-  
aufnahme — steht dahin.

Die Versuche mit nur einer Messstelle können über die Fortpflanzungsge-  
schwindigkeit der Schwellung von der Wurzel her keinen Aufschluss geben, da hier  
die Weglänge nicht genau bestimmt werden kann. Wir sehen zwar an n. 14, dass  
Decapitation und Begiessen gleich schnell wirken.

Ein näherer Vergleich der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwellung bei  
Decapitation mit der beim Begiessen, besonders da, wo am Stamm selbst 2 Mess-  
stellen sind, ergibt aber ungleiche Geschwindigkeiten. Die folgende Tabelle zeigt es.

Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwellung bei Decapitation.

Versuchsn.	Pflanze.	Zurückgelegter Weg. m	Gebrauchte Zeit in Minuten.	Demnach p. Stunde. m
n. 8	Birke	1,5	15	6
n. 9	} Esche	2,6	30	5,2
n. 15		3,7	15	14,8
n. 16		3,0	30	6
n. 10		Ahorn	2,0	20
		oder? 4,0	20	12
n. 17	Ulme	2,2	15	8,8

Es genügt ein Blick auf diese und die früher (S. 47 f.) entworfene Tabelle um  
sofort zu erkennen, dass die Stammschwellung bei Decapitation oder Entblätte-  
rung rascher fortschreitet, als beim Begiessen. Es sind freilich nur wenige  
Beispiele, welche das demonstrieren — aber die Zahlen sehr sprechend. Sollte die  
Thatsache durch weitere Versuche allgemeiner erhärtet werden, so dürfte auch eine

Erklärung derselben nicht ferne liegen: energische Transpiration verhindert längere Zeit das Zustandekommen des zur Schwellung nöthigen Wasserüberschusses.

Von Einzelheiten seien noch folgende erwähnt:

Der Versuch n. 6 zeigt, wie die Geschwindigkeit bei verschiedenen Individuen einer Art verschieden sein kann. Bei *Robinia* ist sie in n. I und n. II verschieden. — Die Beispiele n. 11 und 12 dürfen nicht etwa als Gegenbeweise gegen die Verbreitung der Schwellung von unten nach oben angesehen werden; sie erklären sich leicht aus zu grossen Messterminen. — n. 15 zeigt unter anderm, dass Ringelung der Bewegung des Wassers und seiner Schnelligkeit kein Hinderniss bietet.

Es ist oben schon erwähnt worden, dass nach der Decapitation die Pflanzen ihren täglichen Abschwellungsgang fortsetzen; n. 1, n. 8—12 u. s. w. zeigen auch, dass decapitierte Pflanzen an den der Decapitation folgenden Tagen regelmässige Schwellungsgänge machen. Da die Decapitationswunden stets verklebt wurden, so ist die Tags statthabende Stammabschwellung nur durch starke Transpiration der Stämme selbst zu erklären.

Von ganz besonderem Interesse ist, dass unmittelbar nach der durch Decapitation hervorgerufenen Anschwellung öfter eine kleine Depression und dann Wiederanschwellung eintritt. So in n. 1, 4—6, und in n. 4 bei *Prunus* und *Fraxinus*. Betrachten wir n. 1 näher. Nachdem der junge Baum am 18. Mai von Morgens 8 Uhr ab die übliche Abschwellung zeigt, werden um 9 Uhr, wo der Stammdurchmesser auf 23,856 herabgegangen, alle Blätter abgestreift. Nach  $\frac{3}{4}$  Stunden ist eine Anschwellung auf 23,865 wahrzunehmen. Diese hält aber nicht an, sondern sinkt in  $\frac{1}{2}$  Stunde auf 23,845. Auf diese Depression folgt nach einer weiteren halben Stunde noch eine Erhebung und dann erst die allgemeine Senkung.

Dies Verhalten ist nicht überall, aber wo es eintritt, so klar zu beobachten, dass man es nicht als zufällig nehmen darf, um so weniger, als es ausserordentliche Aehnlichkeit hat mit der in der natürlichen Schwellungsperiode des Stammes nach der ersten abendlichen Hebung (kleines Maximum) vorkommenden kleinen Senkung.

Sind diese beiden Erscheinungen analog, so folgt aus der hier beobachteten sofort, dass beim Zustandekommen jener die Baumkrone und ihre Thätigkeit als wirkendes Moment ausser Acht zu lassen, und die Ursachen dieser hinter dem abendlichen „kleinen Maximum“ liegenden Depression in Stamm oder Wurzel oder beiden zugleich gesucht werden müssen.

### Tabelle VII.

Die folgenden Versuche sind mit Ausnahme von den Versuchsreihen n. 12—14 im Freien mit jungen Bäumchen aus der Baumschule angestellt, die gewöhnlich nur 2—4 m Höhe und (wie unten ersichtlich) geringen Stammdurchmesser hatten. Die Messstelle lag, wo nichts Anderes angegeben, gewöhnlich in etwa 0,5 m Höhe.

Um den Einfluss der Blätter auf den Schwellungsgang der Stämme zu studiren, wurden die Blätter einzeln, oder die ganze Krone abgeschnitten, nachdem vorher die Richtung des Schwellungsganges festgestellt war.

1. *Acer platanoides*.

Nr.	Beobachtungszeit.	Stammdurchmesser.	Bemerkungen.
1.	18. Mai 8 <sup>a</sup>	23,873	
2.	8 <sup>30</sup>	23,870	
3.	9	23,856	Um diese Zeit nach der Messung, alle Blätter abgeschnitten.
4.	9 <sup>45</sup>	23,865	
5.	10 <sup>15</sup>	23,845	
6.	10 <sup>45</sup>	23,858	
7.	11 <sup>30</sup>	23,852	
8.	19. Mai 7 <sup>30 a</sup>	23,880	
9.	8	23,863	
10.	9	23,837	
11.	10	23,828	
12.	11	23,825	

2. *Fraxinus excelsior*. Temperatur wie vorher.

Nr.	Beobachtungszeit.	Stammdurchmesser.	Bemerkungen.
1.	18. Mai 8 <sup>a</sup>	18,283	
2.	8 <sup>30</sup>	18,267	
3.	9	18,255	Nach dieser Messung alle Blätter entfernt.
4.	9 <sup>45</sup>	18,271	
5.	10 <sup>15</sup>	18,277	
6.	10 <sup>45</sup>	18,287	
7.	11 <sup>30</sup>	18,270	
8.	19. Mai 7 <sup>30 a</sup>	18,290	
9.	8	18,281	
10.	9	18,279	
11.	10	18,271	
12.	11	18,269	

3. 3 verschiedene Gattungen; *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* und *Prunus domestica* gleichzeitig und unter denselben Verhältnissen. Alle 3 entblättert nach der Messung um 9<sup>15 a</sup>.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.		
		<i>Acer.</i>	<i>Fraxinus.</i>	<i>Prunus.</i>
1.	19. Mai 7 <sup>30</sup> a	22,778	18,801	18,795
2.	8 <sup>30</sup>	22,721	18,775	18,772
3.	9 <sup>15</sup>	22,717	18,757	18,777
4.	9 <sup>45</sup>	22,732*)	18,778*)	18,807
5.	10 <sup>45</sup>	22,730	18,772	18,806
6.	11 <sup>15</sup>	22,725	18,763	18,811
7.	11 <sup>45</sup>	22,722	18,760	18,805
8.	20. Mai 7 <sup>30</sup> a	22,711	18,817	18,845
9.	9 <sup>45</sup>	22,686	18,799	18,818

4. Drei Bäume *Fraxinus*, *Prunus* und *Ulmus campestris*, gleichzeitig beobachtet. Temperatur vgl. unter n. 3. — Entblätterung nach der Messung um 9 Uhr.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.		
		<i>Fraxinus.</i>	<i>Prunus.</i>	<i>Ulmus.</i>
1.	20. Mai 7 <sup>30</sup> a	34,150	25,045	26,059
2.	8 <sup>15</sup>	34,118	25,032	26,027
3.	9	34,106	25,034	25,957
4.	9 <sup>30</sup>	34,132	25,063	26,034
5.	10	34,082	25,060	26,022
6.	10 <sup>30</sup>	34,106	25,081	25,983
7.	11	34,108	25,100	26,012
8.	11 <sup>30</sup>	34,128	25,098	25,977
9.	12 <sup>15</sup> p	34,119	25,096	25,975

5. Drei Pflanzen *Rhus typhinum* und *Syringa vulgaris* in 2 Exemplaren. *Rhus* wird decapitirt, bei *Syringa* I alle, bei II etwa die Hälfte Blätter weggenommen, um 9<sup>30</sup> a nach der Messung.

Nr.	Beobachtungszeit.	Stammdurchmesser.		
		<i>Rhus.</i>	<i>Syringa</i> I.	<i>Syringa</i> II.
1.	26. Mai 8 <sup>30</sup> a	25,226	16,375	16,450
2.	9	25,186	16,323	16,434
3.	9 <sup>30</sup>	25,166	16,282	16,402
4.	10	25,133	16,262	16,373
5.	10 <sup>15</sup>	25,128	16,267	16,364
6.	10 <sup>30</sup>	25,146	16,281	16,360
7.	10 <sup>45</sup>	25,140	16,274	16,355
8.	11	25,124	16,255	16,346
9.	11 <sup>30</sup>	25,116	15,223	16,335
10.	11 <sup>45</sup>	—	—	16,339
11.	12 <sup>m</sup>	25,107	16,210	16,358

Um 11 Uhr unmittelbar vor der Messung wurden bei *Syringa* II die übrigen Blätter vollends hinweggenommen.

\*) Mittel aus 20 Messungen.

6. *Robinia Pseudo-Acacia*. 3 Exemplare. Bei I liegt die Messstelle 85 cm über dem Boden; die Decapitation (Abschnitt der Krone) erfolgt 8<sup>20 am</sup> in 1 m Höhe über dem Boden. Bei II, wo die Decapitation 9<sup>20 am</sup> in der Höhe von 1,20 m Höhe über dem Boden erfolgt, ist die Messstelle 1 dm unter der Decapitationsstelle. III nicht decapitirt.

Nr.	Beobachtungszeit.	<i>Robinia</i> I	Durchmesser.		
				II	III
1.	31. Mai 6 <sup>45 a</sup>	36,077		31,710	27,535
2.	7 <sup>15</sup>	36,058		31,692	27,516
3.	7 <sup>45</sup>	36,056		31,685	27,499
4.	8 <sup>20</sup>	36,046		31,680	—
5.	8 <sup>30</sup>	36,038		—	27,474
6.	8 <sup>40</sup>	36,006		—	—
7.	8 <sup>50</sup>	36,007		—	—
8.	9	36,011		31,659	27,468
9.	9 <sup>10</sup>	36,015		—	—
10.	9 <sup>20</sup>	35,987		31,648	—
11.	9 <sup>45</sup>	35,958	9 <sup>30 a</sup>	31,644	—
12.	10 <sup>45</sup>	35,931	9 <sup>40</sup>	31,642	—
13.	—	—	9 <sup>50</sup>	31,651	27,459
14.	—	—	10	31,664	—
15.	—	—	10 <sup>10</sup>	31,653	—
16.	—	—	10 <sup>35</sup>	31,630	—
17.	—	—	10 <sup>50</sup>	—	27,424

7. *Crataegus monogyua* und *Fraxinus*. Erstere, strauchartig, 1,25 m über dem Boden an einem Hauptast, der unten hohl ist, gemessen. Später 35 cm über der Messstelle decapitirt (11<sup>a</sup>). Die abgeschnittene Krone stellt einen starken 2,5 m im Durchmesser haltenden Busch dar. — Die Pflanze steht im Gebüsch.

Bei *Fraxinus* liegt die Messstelle 1,40 über dem Boden; 0,50 darüber geschieht die Decapitation (10<sup>10</sup>); der abgeschnittene Gipfel war noch ca. 4 m lang und zählte etwa 350 Blätter.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		<i>Crataegus</i> .	<i>Fraxinus</i> .
1.	31. Mai 6 <sup>45a</sup>	40,288	40,097
2.	7 <sup>15</sup>	40,300	40,114
3.	7 <sup>45</sup>	40,296	40,104
4.	8 <sup>40</sup>	40,269	40,083
5.	9 <sup>10</sup>	40,250	40,070
6.	10	40,243	10 <sup>10</sup> 40,049
7.	10 <sup>20</sup>	—	40,044
8.	10 <sup>30</sup>	—	40,046
9.	10 <sup>40</sup>	—	40,048

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		<i>Crataegus.</i>	<i>Fraxinus.</i>
10.	10 <sup>50a</sup>	—	40,069
11.	11	—	40,075
12.	11 <sup>10</sup>	40,203	40,054
13.	11 <sup>20</sup>	40,191	40,046
14.	11 <sup>30</sup>	40,192	40,033
15.	11 <sup>40</sup>	40,220	40,028
16.	11 <sup>50</sup>	40,204	40,026
17.	12 <sup>m</sup>	40,195	40,018

8. *Betula alba.* Ein junger Baum, an 2 Stellen gemessen, I in 0,50 m Höhe II in 2 m Höhe über dem Boden. Decapitation 7<sup>20a</sup>.

Temperatur:	11. Juni	6 a:	11,0.	12 m:	19,5.	6 p:	20,0.
	12. Juni		15,0.		20,0.		14,0.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	6 <sup>30a</sup>	90,287	59,602
2.	7	90,274	59,591
3.	7 <sup>30</sup>	90,261	59,573
4.	7 <sup>45</sup>	90,242	59,557
5.	8	<b>90,275</b>	59,542
6.	8 <sup>15</sup>	90,275	59,571
7.	8 <sup>30</sup>	90,267	59,559
8.	8 <sup>45</sup>	90,256	59,547

9. *Fraxinus.* Die erste Messstelle (I) der ganz im Druck stehenden Pflanze liegt 0,4 m über dem Boden, die zweite (II) 3 m; Entfernung beider von einander 2,6 m. Decapitation um 7<sup>25 a</sup>. — 11. Juni.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	6 <sup>30a</sup>	55,628	40,786
2.	6 <sup>50</sup>	55,622	40,781
3.	7 <sup>10</sup>	55,610	40,772
4.	7 <sup>30</sup>	55,603	40,762
5.	7 <sup>45</sup>	55,592	40,755
6.	8	<b>55,636</b>	40,746
7.	8 <sup>15</sup>	55,640	40,741
8.	8 <sup>30</sup>	55,639	40,784
9.	8 <sup>45</sup>	55,628	40,780
10.	9	55,618	40,773

10. *Acer pseudoplatanus.* Stamm von 8 m Höhe, im Druck grösserer Bäume, aber der Stamm z. Th. von der Sonne getroffen. I ist 0,40 m über dem Boden, II und III immer je 2 m davon und von einander entfernt. Decapitation in 6 m Höhe um 8<sup>40 a</sup>.

Temperatur des sonnigen Tages 10. Juni: 6 a m: 12,0. 12 m: 19,0. 6 p: 17,0.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.		
		I	II	III
1.	7 15a	74,611	57,719	56,720
2.	7 45	74,599	—	56,709
3.	8 15	74,579	57,688	56,698
4.	8 45	74,556	57,671	56,687
5.	9	74,538	—	56,681
6.	9 20	<b>74,571</b>	57,670	56,674
7.	9 40	74,569	<b>57,707</b>	<b>56,696</b>
8.	10	74,571	57,708	<b>56,707</b>
9.	10 20	74,566	57,698	56,705
10.	10 40	74,560	57,680	56,697
11.	11	74,540	57,665	56,680

11. *Robinia*. Ein junger Baum, im Druck anderer erwachsen, Krone zur Zeit frei. Die Messstellen sind I 0,30 II 1,0 III 2,0 IV 3,0 V 4,0 m über dem Boden. Der 2. Juni war sonnig, der Stamm häufig von der Sonne getroffen. Decap. 8<sup>45 a</sup> (alle 3 ca. 3 m lange Aeste). Am 3. Juni Regentag. Am 4. Juni trocken.

An diesem letzten Tag wurde der Stamm aussen mit einem Schwamm befeuchtet, zwischen Messstelle I und II und unmittelbar über II. — Die Messstellen selbst waren trocken, nur die unterste wurde etwas feucht.

Periodicität durch Decapitation nicht gestört (3. u. 4. Juni). — 4. Juni: Schwelung durch Regen.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.				
		I	II	III	IV	V
1.	2. Juni 6 30a	88,473	71,913	64,789	59,728	43,652
2.	7 30	88,454	71,894	64,787	59,691	43,639
3.	8 15	88,422	71,847	64,768	59,670	43,623
4.	8 45	88,409	71,805	64,759	59,689	43,609
5.	9 10	88,406	71,809	64,764	59,691	59,591
6.	9 40	88,446	71,829	64,776	59,712	59,614
7.	10	88,459	71,852	64,788	59,738	59,621
8.	10 25	88,435	71,820	64,766	59,720	59,596
9.	10 50	88,422	71,795	64,747	59,695	59,587
10.	11 50	88,343	71,707	64,633	59,639	59,511
11.	2 40p	88,308	71,662	64,611	59,611	59,477
12.	3 40	88,365	71,703	64,642	59,640	59,499
13.	5 50	88,425	71,766	64,678	59,675	59,519
14.	7 50	88,443	71,787	64,706	59,703	59,553
15.	3. Juni 6 15a	88,513	71,900	64,760	59,698	59,596
16.	7	88,498	71,910	64,754	59,711	59,573
17.	7 30	88,477	71,901	64,742	59,695	59,571
18.	8	88,465	71,892	64,731	59,673	59,565

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.				
		I	II	III	IV	V
19.	4. Juni 6 <sup>15a</sup>	88,664	72,030	64,840	59,796	59,684
20.	6 <sup>45</sup>	88,664	72,027	64,831	59,790	59,664
21.	7 <sup>15</sup>	88,649	72,006	64,818	59,773	59,652
22.	7 <sup>45</sup>	88,632	71,972	64,799	59,756	59,645
23.	8 <sup>15</sup>	88,662	71,951	64,780	59,750	59,629
24.	8 <sup>45</sup>	88,635	71,943	64,766	59,744	59,613

12. *Aralia crassifolia*. Ein hohes (gegen 5 m), aber wenig blättriges Topfexemplar. Im freien hellen Flur beobachtet. Messstellen: I 20 cm II 50 cm III 1 m IV 1,5 m V 2,0 m VI 3,0 m über der Erde des Topfes. 1. Juni. Decapitation 11<sup>am</sup>, einige cm über VI.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.					
		I	II	III	IV	V	VI
1.	10 <sup>20a</sup>	31,861	28,933	29,697	27,783	25,930	18,497
2.	10 <sup>50</sup>	31,851	28,919	29,693	27,774	25,869	18,493
3.	11 <sup>20</sup>	31,839	28,901	29,694	27,750	25,871	18,472
4.	11 <sup>45</sup>	<b>31,845</b>	<b>28,931</b>	29,693	<b>27,791</b>	<b>25,933</b>	<b>18,511</b>
5.	12 <sup>10p</sup>	31,829	28,918	29,690	27,768	25,936	18,486

13. Drei Topfpflanzen *Eucalyptus resinifera*, *Eucalyptus spec. iudet.* und *Hackea acicularis*, alle 3 von ansehnlicher Höhe (I 3,5 m II 3 m III 3,4 m hoch). Beim Transport in den luftigen Flur wurden sie alle nass (daher langsame Anschwellung). Messstelle von I in 1,15 m, Decap. um 9 Uhr in 1,8 m Höhe; II gemessen in 1,2 m, decapitirt um 8<sup>1/2</sup> Uhr in 1,5 m; III gemessen in 1,2 m, decapitirt um 8<sup>1/2</sup> Uhr in 1,5 m Höhe. 24. und 25. Mai. — Schwellungsgang decapitirter Pflanzen (25. Mai).

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.		
		I <i>Euc. resinifera</i>	II <i>Euc. sp.</i>	III <i>Hackea</i>
1.	24. Mai 7 <sup>15a</sup>	18,953	14,503	29,531
2.	8	18,954	14,493	29,505
3.	8 <sup>30</sup>	18,953	14,484	29,492
4.	9	18,942	<b>14,493</b>	<b>29,507</b>
5.	9 <sup>30</sup>	<b>18,958</b>	14,479	29,484
6.	10	18,942	14,455	29,480
7.	10 <sup>30</sup>	18,938	14,438	29,469
8.	11	18,913	14,439	29,472
9.	11 <sup>30</sup>	18,887	14,421	29,453
10.	12 m	18,867	14,418	29,442
11.	25. Mai 6 <sup>15a</sup>	18,963	14,480	29,505
12.	7 <sup>15</sup>	18,955	14,468	29,474
13.	8 <sup>15</sup>	18,944	14,451	29,445

14. Zwei Topfpflanzen *Rhododendron ponticam* (strauchig) I und *Myoporum debile* (II) mit Stamm. Töpfe zur Zeit des Versuchs noch sehr feucht; dennoch um 11 Uhr stark begossen. Beide 8<sup>30</sup> decapitirt. 25. und 26. Mai.

Die decapitirte Pflanze zeigt andern Tags regelmässigen Gang.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		<i>Rhododendron.</i>	<i>Myoporum.</i>
1.	25. Mai 6 <sup>30a</sup>	18,405	13,962
2.	7	18,385	13,940
3.	7 <sup>30</sup>	18,350	13,936
4.	8	18,335	13,934
5.	8 <sup>30</sup>	18,323	13,920
6.	9	18,374	13,954
7.	9 <sup>30</sup>	18,369	13,969
8.	10	18,355	13,950
9.	10 <sup>30</sup>	18,334	13,928
10.	11	18,321	13,914
11.	11 <sup>30</sup>	18,356	13,945
12.	12 m	18,371	13,954
13.	12 <sup>30p</sup>	18,357	13,944
14.	4	18,308	13,902
15.	5 <sup>20</sup>	18,317	13,922
16.	26. Mai 6 <sup>15a</sup>	18,360	13,970
17.	7	18,354	13,960
18.	7 <sup>30</sup>	18,328	13,949
19.	8	18,311	13,938

15. *Fraxinus*. Ein mässig starkes, im Druck stehendes Exemplar. Messstelle I ist 0,5 m über dem Boden, II 4,2 m über dem Boden. 8<sup>20</sup> wird decapitirt und gleichzeitig in 0,32 m über dem Boden eine breite Ringelung gemacht und mit Baumwachs verstrichen.

	6 Uhr früh.	12 Uhr Mittags.	6 Uhr Abends.
Temperaturen 15. Juni	11,0	11,5	13,5
16. Juni	10,5	16,5	13,5
17. Juni	11,5	15,5	14,3
18. Juni	10,5	16,5	17,3

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	16. Juni 6 <sup>30a</sup>	74,611	34,122
2.	8	74,542	34,069
3.	8 <sup>30</sup>	74,526	34,065
4.	8 <sup>45</sup>	74,554	34,056
5.	9	74,551	34,082
6.	9 <sup>15</sup>	74,549	34,102
7.	9 <sup>30</sup>	74,539	34,087

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
8.	16. Juni 9 45a	74,525	34,087
9.	7 p	74,569	34,125
10.	18. Juni 6 45a	74,627	34,197
11.	7 15	74,616	34,188

16. *Fraxinus*. Gipfel ganz frei, Stamm nur locker von Gebüsch umstellt. Oefter Sonne auf dem Gipfel. — Temperatur vgl. unter n. 15. I. Messstelle 0,4 m, II. 3,4 über dem Boden. Ueber letzterer war der Baum noch ca. 2 m hoch. — Ringelung und Decapitation (beide verstrichen) gleichzeitig um 8<sup>30</sup>.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	17. Juni 6 45 a	65,909	38,887
2.	7 15	65,884	38,865
3.	7 45	65,876	38,860
4.	8 15	65,861	38,846
5.	8 45	65,849	38,827
6.	9	65,848	38,818
7.	9 15	65,887	38,808
8.	9 30	65,894	38,810
9.	9 45	65,895	38,851
10.	10	65,884	38,852
11.	10 15	65,862	38,838
12.	18. Juni 7 a	65,964	38,951
13.	7 30	65,955	38,950

17. *Ulmus campestris*. Junger, freistehender Baum mit schöner wohlbelaubter Krone. Sonniger Tag. Temp. 19. Juni: 6 Uhr früh 12,5<sup>0</sup> R. — 12 Uhr Mittags 19,0; Abends 6 Uhr 18<sup>0</sup>. Messstelle I 0,3 m über dem Boden, II 2,5 m über dem Boden. Ringelung (5 cm unter I) und Decapitation gleichzeitig zwischen 8 und 8<sup>15</sup> a.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	6 30 a	55,619	35,850
2.	7	55,604	35,830
3.	7 30	55,597	35,820
4.	8	55,583	35,808
5.	8 15	55,572	35,800
6.	8 30	55,614	35,803
7.	8 45	55,615	35,834
8.	9	55,604	35,831

c) Einfluss des Lichtes auf die Stammschwellung.

Die Untersuchungen des vorhergehenden Abschnittes zeigen uns allerdings, dass die oberirdischen Theile, speciell die Krone, durch ihre Thätigkeit die Ab-

schwellung des Stammes verursachen. Diese abschwellende Thätigkeit der Krone (Blatt, Zweige, Aeste) liegt ohne Zweifel der Hauptsache nach in der Wasserverdunstung, der Transpiration; Wasserbindung durch die Assimilation (ihre Existenz vorausgesetzt) spielt dieser gegenüber jedenfalls nur eine untergeordnete Rolle.

Im natürlichen Laufe der Vegetation selbst werden aber Transpiration und Assimilation durch das Schwinden des Tageslichtes am Abend abgebrochen. Es war daher Aufgabe, durch experimentelle Einführung von Licht und Dunkel die Bedeutung des Lichtes klar zu stellen.

Es wurden theils Topfpflanzen mit Krone, theils abgeschnittene mit dem einen Ende in Wasser gestellte, am andern Ende verkittete, oder endlich beiderseits hermetisch verkittete Aeste (Stämme) benutzt. Die Versuche geschahen im Zimmer, bei gewöhnlicher (d. h. also Tags etwas höherer, Nachts etwas niederer) Temperatur. In einer Reihe von Versuchen herrschte eine fast völlig constante Temperatur. Die Beleuchtung geschah durch Exponiren der Objecte am Fenster, die Verdunkelung durch Einbringen in einen zimmergrossen Dunkelraum.

Die gefundenen allgemeinen Sätze sind:

1. Normale (d. h. eingewurzelte) Pflanzen zeigen, aus dem Licht ins Dunkle gebracht, nach kurzer Zeit Stammanschwellung. Mit Krone oder decapitirt. Tab. VIII a.

2. Die Anschwellung des Stammes geschieht fortschreitend von Unten nach Oben. Tab. VIII a n. 1—3.

Diese Thatsache beweist, dass die schwellende Wirkung von der Wurzel ausgeht, durch den Nachschub des Wassers von da her bewirkt wird.

3. Abgeschnittene, in Wasser stehende Aeste zeigen das Gleiche. Tab. VIII a n. 4—11.

4. Abgeschnittene, beiderseits verkittete Aeste dagegen zeigen die Anschwellung der ganzen Stammlänge nach gleichzeitig.

Die Anschwellung kann hier nicht anders als durch gleichzeitigen Uebertritt von Wasser aus dem Holz in die Rinde statthaben. Ein solcher Uebertritt ist von mir bereits in Heft I S. 50 ff. bewiesen worden.

5. Bei ganz constanter Temperatur tritt mit dem Lichtwechsel Anschwellung jedenfalls an eingewurzelten Pflanzen auf. Tab. VIII b n. 1—7.

Ob abgeschnittene Aeste unter gleichen Verhältnissen reagiren möchte ich auf meine Paar Versuche hin noch nicht entscheiden (Tab. VIII b n. 8).

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwellung zeigt sich in den allerdings nur wenigen Beispielen auffallend gering. So ist sie in n. 1 der Tabelle VIIIa nur 3,4 m per Stunde, in n. 3 fast ebenso 3,6 m. Nicht Anders erscheint sie bei abgeschnittenen Aesten (n. 6, 7 ff.)

Auch in anderer Hinsicht zeigt sich eine überaus langsame Wirkung: die Querleitung des Wassers aus dem Holz in die Rinde erscheint ausserordentlich viel langsamer, als die Fortleitung der Anschwellung nach der Längsrichtung des Holzkörpers.

Nehmen wir beispielsweise den Versuch n. 9 von der Ulme. Der Oben und Unten verkittete Stamm wird am 20. Juli Morgens 7<sup>30</sup> Uhr ins Dunkle gebracht, aber erst nach 2 Stunden tritt Rindenschwellung ein. Am selben Morgen auch schon nach 1 Stunde. — Am andern Tage wiederholt sich dasselbe. Der zu durchlaufende Weg beträgt aber nicht einmal 3 cm. — Der Versuch am 29. Juli zeigt dagegen, dass innerhalb des Holzes der Länge nach in 1 Stunde die Fortpflanzungsgeschwindigkeit 1,5 m beträgt.

Mag nun auch auf die ungleiche Geschwindigkeit in der Längsrichtung des Stammes, wie sie beim Begiessen, bei Decapitation oder Verdunkelung (vgl. oben) gefunden worden, zunächst noch kein Gewicht gelegt werden: die ausserordentlich grossen Differenzen in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit zwischen Längs- und Querleitung zum Vorschein kommen, beweisen, wie mir scheint, eine sehr bedeutende Bevorzugung der erstern.

### Tabelle VIIIa.

1. *Acacia rupicola*. Das Exemplar von Versuch Tabelle VI 3 und 4, im Topf, geringelt, aber beblättert. Am 21—22. Juni wieder benutzt. Messstelle I = 30 cm II = 2 m über dem Boden. Im luftigen Saal, nahe dem Fenster — oder verdunkelt. — Die Pflanze ist ziemlich unempfindlich geworden.

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
1.	21. Juni 6 <sup>30</sup> a	Licht.	22,849	18,950
2.	7 <sup>15</sup>	Licht.	22,839	18,940
3.	8	Um 8 <sup>30</sup> ins Dunkle.	22,821	18,929
4.	8 <sup>45</sup>	Dunkel.	22,824	18,915
5.	9 <sup>15</sup>	Nach der Messung am Licht.	22,815	18,921

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
6.	21. Juni 10 15 a	Um 10 <sup>30</sup> ins Dunkle.	22,806	18,907
7.	10 45	Dunkel.	22,810	18,903
8.	11 15	Dunkel.	22,821	18,907
9.	12 m	Ans Licht.	22,813	18,900
10.	22. Juni 6 15 a	Seither am Licht.	22,819	18,936
11.	6 45	Licht.	22,811	18,931
12.	7 15	Licht.	22,806	18,926
13.	7 45	Licht.	22,799	18,921
14.	8 15	Um 8 <sup>30</sup> ins Dunkle.	22,792	18,916
15.	8 45	Dunkel.	22,792	18,910
16.	9	Dunkel.	22,791	18,908
17.	9 20	Dunkel.	22,792	18,901
18.	9 40	Dunkel.	<b>22,796</b>	18,895
19.	10	Dunkel.	22,801	18,895
20.	10 30	Dunkel.	22,804	<b>18,899</b>
21.	11	Dunkel,	22,808	18,902
22.	11 30	Licht.	22,800	18,896
23.	12 m	Licht.	22,798	18,893

2. *Acacia glauca*. Das Exemplar von Versuch 2 der Tabelle VI am 21.—22. Juni wieder benutzt. Die Pflanze ist im Versuch VI, 5 zweimal geringelt worden (vgl. o.). Die Messstellen sind gleichfalls oben angegeben (VI, 2). — Nach der letzten Messung am 21. Juni stand die Pflanze im Dunkeln bis zur ersten Messung am 22. Juni.

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
1.	21. Juni 6 30 a	Licht.	24,818	20,855
2.	7 15	Licht.	24,803	20,845
3.	8	Licht.	24,796	20,831
4.	8 45	Seit 8 <sup>1/2</sup> Dunkel.	24,827	20,829
5.	9 15	Dunkel.	24,816	20,829
6.	10 15	Seit 9 <sup>1/2</sup> Licht.	24,810	20,818
7.	10 30	Licht.	24,806	20,809
8.	11	Licht.	24,800	20,804
9.	11 30	Licht.	24,796	20,799
10.	11 45	Licht.	24,786	20,792
11.	22. Juni 6 15 a	Licht.	24,818	20,888
12.	6 45	Licht.	24,816	20,883
13.	7 15	Licht.	24,813	20,882
14.	7 45	Licht.	24,810	20,882
15.	8 15	Licht.	24,805	20,879
16.	9 45	Licht.	24,795	20,875
17.	10 45	Licht.	24,786	20,869
18.	11 15	Licht.	24,784	20,866
19.	11 45	Licht.	24,781	20,864

3. *Aralia crassifolia*. Das im Versuch 12 Tab. VII gebrauchte, decapitirte Exemplar, das später auch geringelt wurde. 23.—24. Juni. I 20 cm über dem Boden II 2 m über demselben.

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
1.	23. Juni 6 15a	Licht.	31,765	25,578
2.	6 45	Licht.	31,760	25,572
3.	7 15	Licht.	31,754	25,568
4.	8	Um 8 15 ins Dunkle.	31,745	25,561
5.	8 45	Dunkel.	31,746	25,558
6.	9 15	Dunkel.	31,747	25,556
7.	9 45	Dunkel.	31,754	25,552
8.	10 15	Dunkel.	31,755	25,555
9.	10 45	Um 10 45 ins Licht.	31,757	25,559
10.	11 15	Licht.	31,751	25,555
11.	11 45	Licht.	31,753	25,553
12.	24. Juni 6 15a	Licht.	31,740	25,605
13.	6 45	Licht.	31,736	25,600
14.	7 15	Licht.	31,733	25,596
15.	8	Um 8 15 ins Dunkle.	31,727	25,591
16.	8 45	Dunkel.	31,728	25,587
17.	9 15	Dunkel.	31,726	25,582
18.	9 45	Dunkel.	31,730	25,583
19.	10 15	Dunkel.	31,734	25,585
20.	10 45	Dunkel.	31,740	25,590
21.	11 15	Licht.	31,735	25,586
22.	11 45	Dunkel.	31,737	25,587

4. *Fraxinus excelsior*. Der Baum vom Versuch 9 in Tabelle VII (11. Juni) wird am 30. Juni früh über dem Boden abgesägt, die Schnittfläche mit Baumwachs verkittet und der Stamm in's Zimmer (luftiger Saal) gebracht. Die Messstelle I liegt etwa 4 dm über dem untern Abschnitt, H = 1,60 m über I. Ueber II bleibt noch ein etwa 1/2 m langes Stück.

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
1.	30. Juni 6 30a	Licht.	55,102	47,749
2.	7	Licht.	55,095	47,741
3.	7 30	Licht.	55,090	47,738
4.	8	Nach d. Mess. ins Dunkle.	55,085	47,733
5.	8 30	Dunkel.	55,082	47,732
6.	9	Dunkel.	55,079	47,730
7.	9 30	Dunkel.	55,080	47,730
8.	10	Dunkel.	<b>55,086</b>	<b>47,733</b>
9.	10 30	Dunkel.	55,090	47,738
10.	11	Dunkel.	55,091	47,738

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
11.	30. Juni 11 45a	11 15 ans Licht.	55,085	47,734
12.	3 30p	Licht.	55,069	47,721
13.	7	Licht.	55,074	47,733
14.	1. Juli 6 30a	Licht.	55,093	41,735
15.	7	Licht.	55,090	47,731
16.	7 30	Licht.	55,086	47,727
17.	8	Um 8 Uhr ins Dunkle.	55,081	47,724
18.	8 30	Dunkel.	55,079	47,719
19.	9	Dunkel.	55,076	47,714
20.	9 30	Dunkel.	55,075	47,712
21.	10	Dunkel.	55,076	47,713
22.	10 30	Dunkel.	55,077	47,713
23.	11	Dunkel.	55,079	47,714
24.	11 30	Dunkel.	55,076	47,713
25.	12 m	Dunkel.	55,072	47,710

5. *Fraxinus excelsior*. Ein Stück des vorigen Baumstammes, 2,5 m lang; Messstelle I und II um 1,72 m von einander entfernt. Obere und untere Schnittfläche verkittet. 29. Juni bis 1. Juli.

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
1.	29. Juni 7 a	Licht.	45,241	33,687
2.	7 45	Licht.	45,236	33,682
3.	8 15	Licht.	45,232	33,676
4.	8 45	Licht.	45,227	33,671
5.	9 15	Seit 8 45 Dunkel.	45,223	33,668
6.	9 45	Dunkel.	45,223	33,669
7.	10 15	Dunkel.	45,229	33,676
8.	10 45	Dunkel.	45,231	33,679
9.	11 15	Dunkel.	45,231	33,678
10.	11 45	Licht.	45,230	33,676
11.	30. Juni 6 30a	Licht.	45,255	33,667
12.	7	Licht.	45,221	33,663
13.	7 30	Licht.	45,217	33,660
14.	8	Licht.	45,211	33,655
15.	8 45	Dunkel.	45,203	33,650
16.	9 15	Dunkel.	45,204	33,647
17.	9 45	Dunkel.	45,209	33,647
18.	10 15	Dunkel.	45,214	33,651
19.	10 45	Dunkel.	45,217	33,654
20.	11 15	Dunkel.	45,219	33,656
21.	11 45	Dunkel.	45,200	33,655
22.	3 30p	Seit 11 45 Licht.	45,209	33,639
23.	7 30	Licht.	45,207	33,648

3. *Aralia crassifolia*. Das im Versuch 12 Tab. VII gebrauchte, decapitirte Exemplar, das später auch geringelt wurde. 23.—24. Juni. I 20 cm über dem Boden II 2 m über demselben.

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
1.	23. Juni 6 15a	Licht.	31,765	25,578
2.	6 45	Licht.	31,760	25,572
3.	7 15	Licht.	31,754	25,568
4.	8	Um 8 15 ins Dunkle.	31,745	25,561
5.	8 45	Dunkel.	31,746	25,558
6.	9 15	Dunkel.	31,747	25,556
7.	9 45	Dunkel.	31,754	25,552
8.	10 15	Dunkel.	31,755	25,555
9.	10 45	Um 10 45 ins Licht.	31,757	25,559
10.	11 15	Licht.	31,751	25,555
11.	11 45	Licht.	31,753	25,553
12.	24. Juni 6 15a	Licht.	31,740	25,605
13.	6 45	Licht.	31,736	25,600
14.	7 15	Licht.	31,733	25,596
15.	8	Um 8 15 ins Dunkle.	31,727	25,591
16.	8 45	Dunkel.	31,728	25,587
17.	9 15	Dunkel.	31,726	25,582
18.	9 45	Dunkel.	31,730	25,583
19.	10 15	Dunkel.	31,734	25,585
20.	10 45	Dunkel.	31,740	25,590
21.	11 15	Licht.	31,735	25,586
22.	11 45	Dunkel.	31,737	25,587

4. *Fraxinus excelsior*. Der Baum vom Versuch 9 in Tabelle VII (11. Juni) wird am 30. Juni früh über dem Boden abgesägt, die Schnittfläche mit Baumwachs verkittet und der Stamm in's Zimmer (luftiger Saal) gebracht. Die Messstelle I liegt etwa 4 dm über dem untern Abschnitt, II = 1,60 m über I. Ueber II bleibt noch ein etwa  $\frac{1}{2}$  m langes Stück.

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
1.	30. Juni 6 30a	Licht.	55,102	47,749
2.	7	Licht.	55,095	47,741
3.	7 30	Licht.	55,090	47,738
4.	8	Nach d. Mess. ins Dunkle.	55,085	47,733
5.	8 30	Dunkel.	55,082	47,732
6.	9	Dunkel.	55,079	47,730
7.	9 30	Dunkel.	55,080	47,730
8.	10	Dunkel.	<b>55,086</b>	<b>47,733</b>
9.	10 30	Dunkel.	55,090	47,738
10.	11	Dunkel.	55,091	47,738

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
11.	30. Juni 11 45a	11 15 ans Licht.	55,085	47,734
12.	3 30p	Licht.	55,069	47,721
13.	7	Licht.	55,074	47,733
14.	1. Juli 6 30a	Licht.	55,093	41,735
15.	7	Licht.	55,090	47,731
16.	7 30	Licht.	55,086	47,727
17.	8	Um 8 Uhr ins Dunkle.	55,081	47,724
18.	8 30	Dunkel.	55,079	47,719
19.	9	Dunkel.	55,076	47,714
20.	9 30	Dunkel.	55,075	47,712
21.	10	Dunkel.	55,076	47,713
22.	10 40	Dunkel.	55,077	47,713
23.	11	Dunkel.	55,079	47,714
24.	11 30	Dunkel.	55,076	47,713
25.	12 m	Dunkel.	55,072	47,710

5. *Fraxinus excelsior*. Ein Stück des vorigen Baumstammes, 2,5 m lang; Messstelle I und II um 1,72 m von einander entfernt. Obere und untere Schnittfläche verkittet. 29. Juni bis 1. Juli.

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
1.	29. Juni 7 a	Licht.	45,241	33,687
2.	7 45	Licht.	45,236	33,682
3.	8 15	Licht.	45,232	33,676
4.	8 45	Licht.	45,227	33,671
5.	9 15	Seit 8 45 Dunkel.	45,223	33,668
6.	9 45	Dunkel.	45,223	33,669
7.	10 15	Dunkel.	45,229	33,676
8.	10 45	Dunkel.	45,231	33,679
9.	11 15	Dunkel.	45,231	33,678
10.	11 45	Licht.	45,230	33,676
11.	30. Juni 6 30a	Licht.	45,255	33,667
12.	7	Licht.	45,221	33,663
13.	7 30	Licht.	45,217	33,660
14.	8	Licht.	45,211	33,655
15.	8 45	Dunkel.	45,203	33,650
16.	9 15	Dunkel.	45,204	33,647
17.	9 45	Dunkel.	45,209	33,647
18.	10 15	Dunkel.	45,214	33,651
19.	10 45	Dunkel.	45,217	33,654
20.	11 15	Dunkel.	45,219	33,656
21.	11 45	Dunkel.	45,200	33,655
22.	3 30p	Seit 11 45 Licht.	45,209	33,639
23.	7 30	Licht.	45,207	33,648

Nr.	Beobachtungszeit.	Lichtverhältniss.	Durchmesser.	
			I	II
24.	1. Juli 6 <sup>30a</sup>	Licht.	45,203	33,647
25.	7	Licht.	45,197	33,644
26.	7 <sup>30</sup>	Licht.	45,192	33,639
27.	8 <sup>15</sup>	Licht.	45,187	33,633
28.	8 <sup>45</sup>	Seit 8 <sup>15</sup> Dunkel.	45,184	33,629
29.	9 <sup>15</sup>	Dunkel.	45,183	33,626
30.	9 <sup>45</sup>	Dunkel.	45,184	33,626
31.	10 <sup>15</sup>	Dunkel.	45,186	33,627
32.	10 <sup>45</sup>	Dunkel.	45,190	33,628
33.	11 <sup>15</sup>	Dunkel.	45,188	33,632
34.	11 <sup>45</sup>	Dunkel.	—	33,629

6. *Fraxinus*. Die beiden im Versuch 4 und 5 gebrauchten Baumstämme werden an der Basis frisch abgesägt, 1 dm über der Basis wird die Rinde ringförmig sorgfältig eingeölt (um eine Benetzung des Stammes nach oben hin zu vermeiden) und in Gefässe mit Wasser gestellt (nach der ersten Messung). Das Wasser bildete in letzteren eine bloss mehrere Centimeter hohe Schicht.

a) Erstes Exemplar (aus Versuch 5)\*).

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.	
		I	II
1.	2. Juli 6 <sup>20a</sup>	55,611	35,544
2.	6 <sup>45</sup>	55,612	35,485
3.	7 <sup>10</sup>	<b>55,620</b>	35,462
4.	7 <sup>35</sup>	55,620	35,441
5.	8	55,618	35,431
6.	8 <sup>25</sup>	55,614	<b>35,450</b>
7.	8 <sup>50</sup>	55,609	25,445

b) Zweites Exemplar (aus Versuch 4).

1.	2. Juli 6 <sup>30a</sup>	55,116	47,747
2.	6 <sup>45</sup>	<b>55,136</b>	47,726
3.	7 <sup>15</sup>	55,152	47,722
4.	7 <sup>40</sup>	55,159	<b>47,735</b>
5.	8 <sup>5</sup>	55,159	47,760
6.	8 <sup>30</sup>	55,151	47,752
7.	8 <sup>55</sup>	55,146	47,748

7. *Fraxinus*. Der Stamm vom Versuch VII, 15 wird früh 6 Uhr (5. Juli) über dem Boden abgesägt und ins Zimmer gebracht, in 2 Stücke zerschnitten, deren jedes so lang war, dass diese 2 Messstellen (den Enden nahe gelegen) genau 2 m von einander genommen werden konnten.

\*) Die Messstellen sind hier andere als im Versuch 12.

## a) Unteres Stammstück.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.		Bemerkungen.
		I	II	
1.	5. Juli 6 <sup>30</sup> a	74,179	57,422	
2.	7 <sup>15</sup>	74,175	57,419	
3.	7 <sup>45</sup>	74,170	57,414	
4.	8 <sup>15</sup>	74,171	57,408	Von 8 <sup>30</sup> ab Stamm im Dun-
5.	9	74,168	57,403	keln. Continuirliche Ab-
6.	9 <sup>30</sup>	74,165	57,400	nahme oder Stillstand der
7.	10	74,163	57,403	Dimensionen, da, trotz des
8.	10 <sup>30</sup>	74,162	57,401	Verschlusses, am unteren
9.	11	74,163	57,399	Ende ansehnlicher Saftfluss
10.	11 <sup>30</sup>	74,164	57,401	stattfand.
11.	12 <sup>m</sup>	74,163	57,402	
12.	6. Juli 6 <sup>15</sup> a	74,202	57,432	
13.	7	74,191	57,424	Seit 7 <sup>15</sup> im Dunkel. Stamm
14.	7 <sup>45</sup>	74,185	57,419	mit dem angefrischten Ende
15.	8 <sup>15</sup>	<b>74,187</b>	57,413	seit gestern 8 <sup>30</sup> p im Was-
16.	8 <sup>45</sup>	73,193	<b>57,415</b>	ser stehend.
17.	9 <sup>15</sup>	74,197	57,422	
18.	9 <sup>45</sup>	74,197	57,420	
19.	10 <sup>15</sup>	74,192	57,412	
20.	10 <sup>45</sup>	74,186	57,409	
21.	11 <sup>15</sup>	74,183	57,406	
22.	11 <sup>45</sup>	74,182	57,404	
23.	7. Juli 6 <sup>15</sup> a	74,129	57,430	
24.	7	74,124	57,428	
25.	7 <sup>30</sup>	74,121	57,424	
26.	8	74,116	57,422	Von 8 <sup>15</sup> a ab im Dunkel
27.	8 <sup>45</sup>	74,115	57,419	bis 10 <sup>45</sup> a.
28.	9 <sup>15</sup>	74,112	57,415	
29.	9 <sup>45</sup>	74,113	57,412	
30.	10 <sup>15</sup>	74,117	57,409	
31.	10 <sup>45</sup>	74,121	57,410	
32.	11 <sup>15</sup>	74,118	57,409	
33.	11 <sup>45</sup>	74,113	57,405	
34.	3 <sup>15</sup> p	74,093	57,388	} Von der Abendsonne ge-
35.	7 <sup>15</sup>	74,090	57,385	

## b) Oberes Stammstück.

1.	5. Juli 6 <sup>45</sup> a	47,798	25,689	
2.	7 <sup>15</sup>	47,796	25,683	
3.	7 <sup>45</sup>	47,792	25,679	
4.	8 <sup>15</sup>	47,797	25,677	Um 8 <sup>45</sup> ins Dunkle bis 11 <sup>45</sup> .
5.	9 <sup>15</sup>	47,794	25,674	
6.	9 <sup>45</sup>	47,789	25,672	
7.	10 <sup>15</sup>	47,790	25,669	

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.		Bemerkungen.
		I	II	
8.	5. Juli 10 <sup>45a</sup>	<b>47,793</b>	25,669	
9.	11 <sup>15</sup>	47,794	<b>25,671</b>	
10.	11 <sup>45</sup>	47,791	25,668	
11.	6. Juli 6 <sup>30a</sup>	47,804	25,695	
12.	7	47,799	25,692	
13.	7 <sup>30</sup>	47,796	25,688	
14.	8	47,794	25,684	
15.	8 <sup>30</sup>	47,789	25,679	Von 8 <sup>45</sup> ab bis 11 <sup>45</sup> im
16.	9 <sup>15</sup>	47,787	25,674	Dunkeln.
17.	9 <sup>45</sup>	<b>47,791</b>	25,673	
18.	10 <sup>15</sup>	47,795	<b>25,776</b>	
19.	10 <sup>45</sup>	47,794	25,677	
20.	11 <sup>15</sup>	47,793	25,675	
21.	11 <sup>45</sup>	47,793	25,673	
22.	7. Juli 6 <sup>30a</sup>	47,794	25,625	
23.	7	47,790	25,622	
24.	7 <sup>30</sup>	47,786	25,619	
25.	8	47,782	25,616	Von 8 <sup>15</sup> ab im Dunkel bis
26.	8 <sup>45</sup>	47,779	25,612	10 <sup>45</sup> .
27.	9 <sup>15</sup>	47,775	25,610	
28.	9 <sup>45</sup>	47,772	25,606	
29.	10 <sup>15</sup>	<b>47,774</b>	25,605	
30.	10 <sup>45</sup>	47,777	<b>25,607</b>	
31.	11 <sup>15</sup>	47,777	25,606	
32.	11 <sup>45</sup>	47,773	25,603	
33.	3 <sup>15p</sup>	47,745	25,582	
34.	7 <sup>15</sup>	47,743	25,579	Abendsonne.

8. *Fraxinus*. Das Exemplar vom Versuch VII, 15 am 14. Juli früh über dem Boden abgeschnitten (ausserhalb der Ringelung) und in Wasser gestellt. Messstelle III ist 3,7 m von I entfernt; II liegt mitten zwischen beiden. Vom 15. Juli ab nicht in Wasser stehend, sondern an der Basis verkittet.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.			Bemerkungen.
		I	II	III	
1.	14. Juli 7 <sup>15a</sup>	72,445	52,363	38,202	
2.	8	72,440	52,357	38,197	
3.	8 <sup>45</sup>	72,433	52,352	38,192	9 Uhr ins Dunkle.
4.	9 <sup>15</sup>	72,430	52,348	38,191	
5.	9 <sup>45</sup>	<b>72,435</b>	52,333	38,188	
6.	10 <sup>15</sup>	72,433	<b>52,338</b>	38,187	
7.	10 <sup>45</sup>	72,437	52,341	<b>38,191</b>	
8.	11 <sup>15</sup>	72,435	52,340	38,189	
9.	11 <sup>45</sup>	72,432	52,339	38,187	Ins Licht.
10.	3 <sup>15p</sup>	72,410	52,316	38,164	Um 2 <sup>30</sup> ins Dunkle.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.			Bemerkungen.
		I	II	III	
11.	14. Juli 4 P	<b>72,415</b>	52,322	38,169	
12.	5 45	72,425	52,332	<b>38,180</b>	Nach der Messung ans Licht.
13.	6 45	72,423	52,329	38,177	
14.	7 30	72,427	52,333	38,182	
15.	15. Juli 6 15a	72,423	52,341	38,181	
16.	6 45	72,420	52,336	38,176	Nach 6 15 ins Dunkle.
17.	7 15	72,419	52,334	38,176	
18.	7 45	<b>72,424</b>	<b>52,337</b>	<b>38,179</b>	
19.	8 15	72,426	52,340	38,181	Um 8 30 ins Licht.
20.	9	72,419	52,330	38,176	
21.	9 30	72,415	52,326	38,173	
22.	10	72,410	52,321	38,168	
23.	10 45	72,407	52,316	38,166	Um 10 15 ins Dunkle.
24.	11 15	72,407	52,313	38,164	
25.	11 45	72,403	52,310	38,159	Ins Licht.
26.	16. Juli 6 15a	72,410	52,322	38,184	
27.	6 45	72,408	52,318	38,179	7 Uhr ins Dunkle.
28.	7 15	72,410	52,315	38,178	
29.	7 45	72,409	52,311	38,174	
30.	8 15	<b>72,416</b>	<b>52,316</b>	<b>38,177</b>	
31.	8 45	72,418	52,319	38,178	

9. *Ulmus*. Das in den Versuchen VII, 17 und VI, 1 benutzte Exemplar unterhalb der Ringelstelle abgeschnitten; die Schnittfläche verkittet. Messstellen je 1,5 m von einander entfernt.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.			Bemerkungen.
		I	II	III	
1.	20. Juli 6 15a	55,937	45,930	33,312	
2.	6 45	55,934	45,925	33,308	
3.	7 15	55,929	45,921	33,303	Um 7 30 ins Dunkle.
4.	8	55,926	45,917	33,298	
5.	8 30	55,925	45,913	33,293	
6.	9	55,920	45,914	33,294	
7.	9 30	<b>55,926</b>	<b>45,917</b>	<b>33,299</b>	
8.	10	55,928	45,917	33,300	Von 10 — 10 45 am Licht;
9.	10 30	55,922	45,913	33,295	dann wieder verdunkelt.
10.	11 15	55,920	45,910	33,294	
11.	11 45	<b>55,924</b>	<b>45,915</b>	<b>33,298</b>	11 45 ans Licht.
12.	21. Juli 6 15a	55,930	45,924	33,305	
13.	7	55,927	45,920	33,300	
14.	7 30	55,923	45,914	33,295	7 45 ins Dunkle.
15.	8 15	55,918	45,911	33,290	
16.	8 45	55,914	45,906	33,286	
17.	9 15	55,915	45,908	23,286	

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.			Bemerkungen.
		I	II	III	
18.	21. Juli 9 <sup>45a</sup>	<b>55,920</b>	<b>45,912</b>	<b>33,292</b>	Um 10 Uhr ins Licht. Von 10 <sup>45</sup> — 11 <sup>45</sup> ins Dunkle.
19.	10 <sup>30</sup>	55,913	45,906	33,287	
20.	11 <sup>15</sup>	55,915	45,907	33,286	
21.	11 <sup>45</sup>	<b>55,921</b>	<b>45,913</b>	<b>33,289</b>	
22.	3 <sup>15p</sup>	55,902	45,895	33,275	
23.	3 <sup>45</sup>	55,909	45,904	33,281	
24.	26. Juli 6 <sup>15a</sup>	55,642	45,731	32,653	Unten Schnittfläche erneuert und in Wasser gestellt.
25.	7	<b>55,647</b>	45,727	32,647	
26.	7 <sup>20</sup> ]	55,649	45,725	32,642	
27.	7 <sup>40</sup>	55,650	<b>45,730</b>	32,640	Im Licht.
28.	8	55,652	45,733	32,642	
29.	8 <sup>20</sup>	55,652	45,734	<b>32,648</b>	
30.	27. Juli 6 <sup>15a</sup>	55,738	45,691	32,798	Im Wass. stehend von gestern, um 6 <sup>30</sup> ins Dunkle.
31.	6 <sup>50</sup>	<b>55,743</b>	45,685	32,792	
32.	7 <sup>10</sup>	55,749	45,682	32,786	
33.	7 <sup>30</sup>	55,754	<b>45,684</b>	32,782	
34.	7 <sup>50</sup>	55,755	45,690	32,778	
35.	8 <sup>10</sup>	55,756	45,693	32,778	
36.	8 <sup>30</sup>	55,756	45,695	<b>32,784</b>	
37.	28. Juli 6 <sup>15a</sup>	55,704	45,663	32,769	Im Licht, im Wasser stehend von gestern.
38.	6 <sup>50</sup>	55,708	45,658	32,763	
39.	7 <sup>10</sup>	55,710	45,654	32,758	
40.	7 <sup>30</sup>	55,709	45,650	32,753	
41.	7 <sup>50</sup>	55,709	45,647	32,750	
42.	8 <sup>10</sup>	55,705	45,644	32,744	
43.	8 <sup>30</sup>	55,702	45,641	32,740	
44.	29. Juli 6 <sup>30a</sup>	55,692	45,641	32,743	Im Wasser stehend wie vor- her. 6 <sup>45</sup> ins Dunkle.
45.	7 <sup>10</sup>	<b>55,696</b>	45,637	32,738	
46.	7 <sup>30</sup>	55,698	45,632	32,734	
47.	7 <sup>50</sup>	55,701	45,630	32,729	
48.	8 <sup>10</sup>	55,702	<b>45,631</b>	32,723	
49.	8 <sup>30</sup>	55,703	45,633	<b>32,726</b>	
50.	8 <sup>50</sup>	55,700	45,633	32,727	
51.	9 <sup>15</sup>	55,694	45,631	32,728	
52.	9 <sup>35</sup>	55,690	45,626	32,726	
53.	30. Juli 6 <sup>45a</sup>	55,675	45,634	32,722	Wie vorher um 7 Uhr ins Dunkle.
54.	7 <sup>10</sup>	<b>55,679</b>	45,630	32,717	
55.	7 <sup>30</sup>	55,682	45,631	32,713	
56.	7 <sup>50</sup>	55,683	<b>45,636</b>	32,708	
57.	8 <sup>10</sup>	55,682	45,640	32,707	
58.	8 <sup>30</sup>	55,679	45,642	<b>32,713</b>	

10. *Acer*. Das Exemplar vom Versuch VII, 10. Messstellen nicht genau dieselben; sie liegen hier je 1,5 m von einander. Verkittet.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.			Bemerkungen.
		I	II	III	
1.	22. Juli 6 <sup>15a</sup>	75,119	58,730	45,938	
2.	7	75,114	58,724	45,934	
3.	7 <sup>45</sup>	75,108	58,718	45,929	Um 8 <sup>a</sup> ins Dunkle.
4.	8 <sup>30</sup>	75,104	58,714	45,924	
5.	9	75,103	58,711	45,924	
6.	9 <sup>30</sup>	<b>75,109</b>	<b>58,715</b>	<b>45,926</b>	
7.	10	75,112	58,719	45,930	10 Uhr ins Licht bis 11 <sup>45</sup> .
8.	10 <sup>30</sup>	75,104	58,712	45,924	
9.	11 <sup>15</sup>	75,102	58,711	45,923	
10.	11 <sup>45</sup>	<b>75,109</b>	<b>58,717</b>	<b>45,928</b>	
11.	23. Juli 6 <sup>15a</sup>	75,108	58,718	45,925	
12.	7	75,103	58,714	45,920	Um 7 Uhr ins Dunkle.
13.	7 <sup>30</sup>	75,099	58,710	45,916	
14.	8	75,101	58,711	45,915	
15.	8 <sup>30</sup>	<b>75,106</b>	<b>58,717</b>	<b>45,921</b>	
16.	9	75,108	58,720	45,922	Ans Licht.
17.	24. Juli 6 <sup>15a</sup>	74,989	58,707	45,917	
18.	7 <sup>15</sup>	74,983	58,700	45,911	7 Uhr ins Dunkle.
19.	7 <sup>45</sup>	74,979	58,697	45,908	
20.	8 <sup>15</sup>	74,980	58,699	45,909	
21.	8 <sup>45</sup>	<b>74,985</b>	<b>58,706</b>	<b>45,915</b>	
22.	26. Juli 8 <sup>40a</sup>	75,035	58,731	45,803	Am Licht, aber um 9 <sup>15</sup> mit
23.	9 <sup>30</sup>	75,028	58,725	45,799	angefrischtem Unterende in
24.	9 <sup>50</sup>	<b>75,034</b>	58,719	45,794	Wasser gestellt.
25.	10 <sup>10</sup>	75,039	58,717	45,790	
26.	10 <sup>30</sup>	75,043	<b>58,721</b>	45,785	
27.	10 <sup>50</sup>	75,044	58,728	45,786	
28.	11 <sup>10</sup>	75,043	58,730	<b>45,793</b>	
29.	11 <sup>45</sup>	75,037	58,726	45,795	Aus dem Wasser genommen.
30.	27. Juli 8 <sup>45a</sup>	75,030	58,805	45,748	
31.	9 <sup>20</sup>	<b>75,036</b>	58,743	45,799	Um 9 Uhr im Licht ins Wasser
32.	9 <sup>40</sup>	75,042	58,741	45,793	gestellt.
33.	10	75,044	<b>58,744</b>	45,788	
34.	10 <sup>20</sup>	75,045	58,751	45,789	
35.	10 <sup>40</sup>	75,044	58,753	<b>45,790</b>	
36.	11	75,042	58,752	45,797	
37.	11 <sup>50</sup>	75,037	58,748	45,799	
38.	28. Juli 8 <sup>45a</sup>	75,021	58,723	45,792	Wie Tags vorher.
39.	9 <sup>20</sup>	<b>75,027</b>	58,717	45,787	
40.	9 <sup>40</sup>	75,031	58,716	45,780	
41.	10	75,033	<b>58,721</b>	45,776	
42.	10 <sup>20</sup>	75,036	58,724	45,774	
43.	10 <sup>40</sup>	75,036	58,725	<b>45,780</b>	
44.	11	75,035	58,723	45,783	
45.	11 <sup>30</sup>	75,032	58,719	45,782	

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.			Bemerkungen.
		I	II	III	
46.	12 m	75,028	58,715	45,780	
47.	30. Juli 6 <sup>40a</sup>	74,961	58,729	45,742	
48.	7 10	<b>74,965</b>	58,723	45,737	Um 6 Uhr 50 Minuten ins
49.	7 30	74,969	58,722	45,731	Wasser, sonst wie vorher.
50.	7 50	74,969	<b>58,727</b>	45,725	
51.	8 10	74,971	58,731	45,726	
52.	8 30	74,970	58,733	<b>45,732</b>	
53.	8 50	74,967	58,734	45,737	

11. *Crataegus*. Frisch dem Freien entnommen; über der Wurzel und unter den Aesten abgeschnitten. Messstelle I ist 16 cm vom Ende entfernt; II ist 1,25 m von I; III ist 1,50 von II entfernt. Oben und unten verkittet.

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.			Bemerkungen.
		I	II	III	
1.	2. Aug. 6 <sup>15a</sup>	54,215	44,356	29,253	
2.	7	54,211	44,352	29,248	
3.	7 30	54,206	44,348	29,243	
4.	8	54,202	44,343	29,239	Um 8 <sup>1/4</sup> ins Dunkle bis 10 <sup>1/4</sup> .
5.	8 45	54,197	44,339	29,235	
6.	9 15	54,194	44,336	29,231	
7.	9 45	54,193	44,337	29,231	
8.	10 15	<b>54,198</b>	<b>44,342</b>	<b>29,233</b>	
9.	10 45	54,191	44,336	29,229	
10.	11 15	54,190	44,336	29,228	
11.	11 45	54,196	44,340	29,234	
12.	3. Aug. 6 <sup>15a</sup>	54,200	44,344	29,240	
13.	6 45	54,194	44,340	29,235	
14.	7 15	54,189	44,335	29,229	Von 7 30 — 10 Uhr im Dunkel.
15.	8	54,184	44,330	29,224	
16.	8 30	54,179	44,327	29,219	
17.	9	54,180	44,326	29,219	
18.	9 30	<b>54,186</b>	<b>44,331</b>	<b>29,222</b>	
19.	10	54,184	44,327	29,218	
20.	10 30	54,179	44,322	29,214	Von 10 45 ab ins Dunkle.
21.	11 15	54,178	44,320	29,213	
22.	11 45	<b>54,182</b>	<b>44,325</b>	<b>29,217</b>	
23.	4. Aug. 6 <sup>15a</sup>	54,189	44,339	29,236	
24.	7	54,184	44,333	29,231	
25.	7 30	54,179	44,328	29,227	Von 7 45 — 9 45 ins Dunkle.
26.	8 15	54,174	44,324	29,221	
27.	8 45	54,169	44,320	29,216	
28.	9 15	54,171	44,320	29,217	
29.	9 45	<b>54,176</b>	<b>44,326</b>	<b>29,222</b>	
30.	10 30	54,170	44,321	29,218	

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.			Bemerkungen.
		I	II	III	
31.	11 <sup>15a</sup>	54,167	44,319	29,217	
32.	11 <sup>45</sup>	54,173	44,324	29,222	
33.	5. Aug. 6 <sup>30a</sup>	54,183	44,328	29,224	
34.	7	54,177	44,322	29,219	Nach 7 Uhr wurde der Stamm am unteren Ende ange- frischt, geringelt und ins Wasser gestellt.
35.	7 <sup>20</sup>	54,172	44,316	29,215	
36.	7 <sup>40</sup>	<b>54,178</b>	44,312	29,210	
37.	8	54,182	44,311	29,205	
38.	8 <sup>20</sup>	54,183	<b>44,315</b>	29,200	
39.	8 <sup>40</sup>	54,182	44,320	29,201	
40.	9	54,179	44,321	<b>29,206</b>	

### Tabelle VIII b.

1. *Ilex Aquifolium*. Eine buschige, schön beblätterte Topfpflanze, in 2 dm Höhe; von unten angegebenem Stammdurchmesser. In schattigem Saale beobachtet.

Nr.	Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Lichtverhältniss.	Durchmesser in mm.	Bemerkungen.
1.	7. Mai 8 <sup>30 a</sup>	15,7	Licht.	22,693	
2.	9 <sup>30</sup>	15,4	Licht.	22,653	
3.	10 <sup>30</sup>	15,5	Licht.	22,649	Um 10 <sup>30</sup> ins Dunkle.
4.	11	15,7	Dunkel.	22,643	
5.	12 <sup>m</sup>	15,7	Dunkel.	22,669	Um 12 Uhr ins Licht.
6.	12 <sup>45 p</sup>	15,6	Licht.	22,62	
7.	2	15,6	Dunkel.	22,676	Seit 1 Uhr dunkel.
8.	8. Mai 6 <sup>a</sup>	14,0	Licht.	22,681	
9.	7	14,2	Licht.	22,659	
10.	8	14,0	Licht.	22,640	
11.	9	14,4	Licht.	22,633	Um 9 <sup>a</sup> ins Dunkle.
12.	10	14,3	Dunkel.	22,639	
13.	11	14,2	Dunkel.	22,641	Nun ins Licht.
14.	12 <sup>m</sup>	14,7	Licht.	22,629	
15.	1 <sup>15 p</sup>	14,8	Licht.	22,604	Um 1 <sup>15 p</sup> ins Dunkle.
16.	2 <sup>45</sup>	14,6	Dunkel.	22,652	Nun ins Licht.
17.	9. Mai 8 <sup>30 a</sup>	12,9	Licht.	22,633	
18.	10 <sup>30</sup>	13,4	Licht.	22,578	Nun ins Dunkle.
19.	11 <sup>30</sup>	13,4	Dunkel.	22,630	Ins Licht.
20.	10. Mai 6 <sup>30 a</sup>	12,8	Licht.	22,661	
21.	7 <sup>30</sup>	13,0	Licht.	22,656	
22.	8 <sup>30</sup>	13,0	Licht.	22,652	
23.	9 <sup>30</sup>	13,1	Dunkel.	22,656	Seit 8 <sup>30a</sup> dunkel.
24.	10	13,1	Dunkel.	22,676	Ans Licht.

Nr.	Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Lichtverhältniss.	Durchmesser in mm.	Bemerkungen.
25.	10. Mai 11 <sup>a</sup>	13,4	Licht.	22,665	
26.	11 <sup>45</sup>	13,4	Licht.	22,644	Nun ins Dunkle.
27.	1 <sup>15</sup> p	13,3	Dunkel.	22,688	Ins Licht.
28.	2 <sup>30</sup>	14,2	Licht.	22,617	Nun ins Dunkle.
29.	4 <sup>30</sup>	13,8	Dunkel.	22,665	
30.	11. Mai 6 <sup>a</sup>	13,0	Licht.	22,666	
31.	7	13,0	Licht.	22,660	
32.	8	13,1	Licht.	22,656	8 <sup>1/2</sup> ins Dunkle.
33.	9 <sup>30</sup>	13,2	Dunkel.	22,663	
34.	11	13,4	Licht.	22,649	
35.	12 <sup>m</sup>	13,6	Licht.	22,641	

2. *Sparmannia africana*. Ein etwa meterhohes mehrstäufiges Exemplar. Beobachtungsort wie oben.

Nr.	Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Lichtverhältniss.	Durchmesser in mm.	Bemerkungen.
1.	8. Mai 7 <sup>a</sup>	14,2	Licht.	22,247	
2.	8	14,1	Licht.	22,244	
3.	9	14,4	Licht.	22,235	
4.	10	14,3	Dunkel.	22,257	Seit 9 Uhr im Dunkel.
5.	11	14,2	Dunkel.	22,252	
6.	12 <sup>m</sup>	14,7	Licht.	23,240	
7.	9. Mai 8 <sup>30a</sup>	12,9	Licht.	23,299	
8.	10 <sup>30</sup>	13,4	Licht.	23,175	
9.	11 <sup>30</sup>	13,4	Dunkel.	23,295	Seit 10 <sup>30</sup> im Dunkel.
10.	1 <sup>30p</sup>	14,0	Licht.	23,24	
11.	10. Mai 6 <sup>30a</sup>	12,8	Licht.	23,254	
12.	7 <sup>30</sup>	13,0	Licht.	23,249	
13.	8 <sup>30</sup>	13,0	Licht.	23,249	
14.	9 <sup>30</sup>	13,1	Dunkel.	23,258	Seit 8 <sup>30</sup> im Dunkel.
15.	10	13,1	Dunkel.	23,263	Um 10 Uhr alle Aeste abgeschnitten und ins
16.	11	13,4	Licht.	23,282	Licht.
17.	11 <sup>45</sup>	13,4	Licht.	23,285	
18.	1 <sup>15</sup>	13,3	Dunkel.	23,275	Seit 11 <sup>45</sup> im Dunkel.
19.	2 <sup>30</sup>	14,2	Licht.	23,307	
20.	4 <sup>30</sup>	13,8	Licht.	23,235	
21.	11. Mai 6 <sup>a</sup>	13,0	Licht.	23,255	
22.	7	13,0	Licht.	23,253	
23.	8	13,1	Licht.	23,248	
24.	9 <sup>30</sup>	13,2	Dunkel.	23,260	Seit 8 <sup>30</sup> dunkel.
25.	11	13,4	Licht.	23,259	
26.	12 <sup>m</sup>	13,6	Licht.	23,251	
27.	2 <sup>p</sup>	13,4	Dunkel.	23,285	Seit 1 Uhr dunkel.
28.	3	13,6	Licht.	23,285	
29.	12. Mai 6 <sup>30a</sup>	13,0	Licht.	23,278	
30.	7 <sup>30</sup>	13,0	Licht.	23,274	
31.	8 <sup>30</sup>	13,1	Licht.	23,260	

Nr.	Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Lichtverhältniss.	Durchmesser in mm.	Bemerkungen.
32.	12. Mai 9 <sup>30a</sup>	13,2	Licht.	23,253	
33.	10 <sup>30</sup>	13,5	Licht.	23,235	
34.	12 <sup>m</sup>	13,5	Dunkel.	23,260	Seit 10 <sup>1/2</sup> dunkel.
35.	13. Mai 6 <sup>15a</sup>	14,2	Licht.	23,272	
36.	7 <sup>15</sup>	14,2	Licht.	23,269	
37.	8 <sup>15</sup>	14,2	Licht.	23,249	

3. *Thuja gigantea*. Exemplar wohl gewachsen, gut beblättert, etwa 1,5 m hoch; im Topf. Ort wie oben.

Nr.	Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Lichtverhältniss.	Durchmesser in mm.	Durchmesser.
1.	10. Mai 6 <sup>30a</sup>	12,8	Licht.	24,622	
2.	7 <sup>30</sup>	13,0	Licht.	24,606	
3.	8 <sup>30</sup>	13,0	Licht.	24,596	
4.	9 <sup>30</sup>	13,1	Dunkel.	24,621	Seit 1 Stunde dunkel.
5.	10	13,1	Dunkel.	24,657	
6.	11	13,4	Licht.	24,645	
7.	11 <sup>45</sup>	13,4	Licht.	24,634	
8.	11. Mai 6 <sup>a</sup>	13,0	Licht.	24,669	
9.	7	13,0	Licht.	24,660	
10.	8	13,1	Licht.	24,645	
11.	9 <sup>30</sup>	13,2	Dunkel.	24,661	Von 8 <sup>1/2</sup> im Dunkel.
12.	11	13,4	Licht.	24,647	
13.	12 <sup>m</sup>	13,6	Licht.	24,639	
14.	12. Mai 6 <sup>30a</sup>	13,0	Licht.	24,655	
15.	7 <sup>30</sup>	13,0	Licht.	24,651	
16.	8 <sup>30</sup>	13,1	Licht.	24,648	
17.	9 <sup>30</sup>	13,2	Licht.	24,632	
18.	10 <sup>30</sup>	13,5	Licht.	24,623	
19.	12 <sup>m</sup>	13,5	Dunkel.	24,654	Seit 10 <sup>1/2</sup> dunkel.
20.	13. Mai 6 <sup>15a</sup>	14,2	Licht.	24,659	
21.	7 <sup>15</sup>	14,2	Licht.	24,650	
22.	8 <sup>15</sup>	14,2	Licht.	24,647	
23.	9 <sup>15</sup>	14,5	Licht.	24,643	
24.	10 <sup>15</sup>	14,8	Licht.	24,640	
25.	11	14,6	Dunkel.	24,648	Seit 10 <sup>1/4</sup> im Dunkel.
26.	12 <sup>m</sup>	15,1	Licht.	24,611	
27.	14. Mai 6 <sup>30a</sup>	16,0	Licht.	24,652	
28.	7 <sup>30</sup>	16,0	Licht.	24,609	
29.	8 <sup>30</sup>	16,2	Licht.	24,591	
30.	15. Mai 7 <sup>15a</sup>	12,1	Licht.	24,577	
31.	8	12,2	Licht.	24,571	Um 8 Uhr den Stamm
32.	8 <sup>20</sup>	12,2	Licht.	24,594*)	unterhalb der Aeste ab-
33.	8 <sup>40</sup>	12,3	Licht.	24,579	gesägt.
34.	9	12,4	Licht.	24,584	

\*) Die n. 32—34 sind Mittel aus je 20 Messungen nicht wie sonst überall aus 10.

4. *Nerium Oleander*. Ein junges, etwa 1,5 m hohes Exemplar, oben mehrästig; im Topf. Ort wie oben.

Nr.	Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Lichtverhältniss.	Durchmesser mm.	Bemerkungen.
1.	12. Mai 6 <sup>30</sup> a	13,0	Licht.	21,589	
2.	7 <sup>30</sup>	13,0	Licht.	21,570	
3.	8 <sup>30</sup>	13,1	Licht.	21,567	
4.	9 <sup>30</sup>	13,2	Licht.	21,561	
5.	10 <sup>30</sup>	13,5	Licht.	21,551	10 <sup>30</sup> ins Dunkle.
6.	12 m	13,5	Dunkel.	21,567	Pflanze sehr trocken, 6 <sup>20</sup>
7.	13. Mai 6 <sup>15</sup> a	14,2	Licht.	21,544	mit Wasser von 13,5 <sup>0</sup>
8.	6 <sup>45</sup>	14,2	Licht.	21,545	stark begossen.
9.	7	14,2	Licht.	21,547	
10.	7 <sup>15</sup>	14,2	Licht.	21,571	
11.	8 <sup>15</sup>	14,2	Licht.	21,557	
12.	9	—	Licht.	21,562	
				(21,564)	Eine zweite Messung.
13.	10 <sup>15</sup>	—	Licht.	21,567	
14.	11	—	Licht.	21,565	
15.	12 m	15,1	Licht.	21,560	
16.	14. Mai 6 <sup>30</sup> a	16,0	Licht.	21,591	
17.	7 <sup>30</sup>	16,0	Licht.	21,579	
18.	8 <sup>30</sup>	16,2	Licht.	21,577	
19.	15. Mai 6 <sup>15</sup> a	12,0	Licht.	21,618	
20.	7 <sup>15</sup>	12,1	Licht.	21,610	
21.	8	12,4	Licht.	21,602	
				(21,603)	

5. *Dahlia variabilis*. Ein im Topf erzogener, kaum 1/2 m hoher Trieb mit etwa 1/2 Dutzend Blattpaaren. Ort wie oben.

Nr.	Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Lichtverhältniss.	Durchmesser mm.	Bemerkungen.
1.	12. Mai 7 <sup>a</sup>	13,0	Licht.	12,432	
2.	8	13,0	Licht.	12,429	
3.	9	13,1	Licht.	12,428	
4.	9 <sup>30</sup>	13,2	Licht.	12,428	
5.	10 <sup>30</sup>	13,5	Licht.	12,418	Nun ins Dunkle.
6.	12 m	13,5	Dunkel.	12,438	
7.	13. Mai 6 <sup>15</sup> a	14,2	Licht.	12,728	
8.	7 <sup>15</sup>	14,2	Licht.	12,555	
9.	8 <sup>15</sup>	14,2	Licht.	12,518	Pflanze ist noch feucht,
10.	9 <sup>10</sup>	—	Licht.	12,529	wird aber 8 <sup>40</sup> begossen,
11.	10 <sup>15</sup>	14,8	Licht.	12,486	
12.	11	14,6	Dunkel.	12,534	Seit 10 <sup>15</sup> .
13.	12 m	15,1	Licht.	12,508	

6. *Dracaena*. Ein etwa 2 m hohes Topfexemplar, am 22. November aus dem Kalthaus erst im geheizten, dann in einem ungeheizten Saal, sehr constanter Tem-

peratur gebracht; im Freien schwankte die Temperatur um  $\pm 1^{\circ}$  C. — Messstelle 31 cm über dem Boden; später von n. 17 ab 1 dm über dem Boden.

Nr.	Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Lichtverhältniss.	Durchmesser mm.	Bemerkungen.
1.	23. Nov. 10 <sup>am</sup>	10,0	Licht.	46,697	Geheizt.
2.	11	10,0	Licht.	46,688	
3.	12 <sup>m</sup>	10,0	Licht.	46,681	
4.	1 <sup>p</sup>	10,0	Licht.	46,659	
5.	2	10,2	Licht.	46,641	
6.	3	10,2	Tageslicht vermindert.	46,642	
7.	4	10,5	Sehr starke Dämmerung.	46,656	
8.	5	10,5	Dunkel.	46,70	
9.	6	10,5	Dunkel.	46,687	
10.	7 <sup>1/2</sup>	10,0	Dunkel.	46,725	
11.	8 <sup>1/2</sup>	11,0	Dunkel.	46,733	
12.	24. Nov. 6 <sup>a</sup>	10,0	Dunkel.	46,679	
13.	7	10,0	Noch sehr düster.	46,670	Um 8 <sup>a</sup> in einen Raum
14.	1 <sup>30 p</sup>	5,5	Tag.	46,613	von sehr constant 5,5 <sup>o</sup> .
15.	4	5,5	Starke Dämmerung.	46,699	
16.	9	5,5	Nacht.	46,673	
17.	25. Nov. 7 <sup>a</sup>	5,5	Dunkel.	55,68	
18.	8	5,5	Tag.	55,65	
19.	9	5,5	Tag.	55,617	
20.	12 <sup>m</sup>	5,8	Dunkel.	55,679	Seit 9 <sup>1/2</sup> im Dunkelraum
21.	1 <sup>p</sup>	6,0	Licht.	55,619	mit constanter Temp.
22.	2	6,0	Dunkel.	55,663	
23.	3	5,8	Licht.	55,575	
24.	6 <sup>1/2</sup>	5,5	Nacht.	55,665	
25.	26. Nov. 6 <sup>1/2 a</sup>	4,5	Nacht.	55,640	
26.	7 <sup>1/2</sup>	4,5	Tag kommt.	55,657	
27.	8 <sup>1/2</sup>	4,3	Tag.	55,663	
28.	9 <sup>1/2</sup>	5,0	Tag.	55 51	
29.	10 <sup>3/4</sup>	5,0	Verdunkelt.	55,47	5/4 Stunde.
30.	12 <sup>m</sup>	4,5	Licht.	55,34	
31.	1 <sup>p</sup>	4,5	Licht.	55,38	1 Uhr begossen (Wasser
32.	2	4,5	Licht.	55,417	10 <sup>o</sup> ; 2000 CC).
33.	3	5,0	Dunkel.	55,460	
34.	4	4,5	Dämmerung.	55,425	Seit 3 im Licht.
35.	8 <sup>1/2</sup>	4,5	Nacht.	55,450	

7. *Sempervivum urbicum*. Ein mit unverästeltem,  $\frac{2}{3}$  m hohem Stamm versehenes Topfexemplar. Trocken aus dem Succulentenhaus genommen, im ungeheizten Zimmer.

Nr.	Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Lichtverhältniss.	Durchmesser mm.	Bemerkungen.
1.	28. Nov. 7 <sup>30 a</sup>	3,5	Fast Tag.	27,564	
2.	9 <sup>30</sup>	3,5	Tag.	27,515	Begossen mit Wasser

Nr.	Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Lichtverhältniss.	Durchmesser mm	Bemerkungen.
3.	28. Nov. 10 <sup>30</sup> a	3,5	Tag.	27,555	von 4,5 <sup>0</sup> .
4.	3 p	4,8	Tag.	27,545	Abends in Temp. von 11 <sup>0</sup> ,
5.	29. Nov. 12 <sup>m</sup>	9,5	Tag.	27,645	welche Nachts 9,5 <sup>0</sup>
6.	5 p	9,5	Nacht.	27,665	sinkt.
7.	8	8,5	Nacht.	27,651	

8. *Betula*, *Fraxinus*, *Evonymus*. Frisch dem Freien entnommene Stämme, unten und oben hermetisch verkittet. Der Stamm der *Betula papyracea* Rgl. war 2,8 m lang; Messstelle in der Mitte. Der Stamm von *Fraxinus* mass 0,8 m, der von *Evonymus latifolia* 1,60 m. — In luftigem Saal bei sehr constanter Temperatur. — Zum Vergleich wurde eine eingewurzelte strauchige *Thuja* von 1,5 m Höhe mitbeobachtet. Diese wurde am 9. November 11<sup>15</sup> am begossen.

Beobachtungszeit.	Temp. C°.	Durchmesser.			
		<i>Betula.</i>	<i>Fraxinus.</i>	<i>Evonymus.</i>	<i>Thuja.</i>
8. Nov. 8 <sup>30</sup> a	9,0	63,198	.	54,682	.
9 <sup>30</sup>	8,8	63,195	.	54,679	.
10 <sup>30</sup>	8,8	63,195	.	54,678	.
11 <sup>45</sup>	8,9	63,196	39,790	54,678	.
1 p	8,9	63,196	39,789	54,678	.
3 <sup>15</sup>	8,9	63,197	39,789	54,677	.
4 <sup>45</sup>	8,9	63,198	.	54,677	.
6	8,9	63,199	39,790	54,678	.
7 <sup>30</sup>	9,0	63,199	.	54,677	.
9. Nov. 8 <sup>30</sup> a	8,8	63,198	39,788	54,675	22,649
9 <sup>30</sup>	8,8	63,197	39,789	54,675	22,648
10 <sup>30</sup>	8,9	63,197	39,789	54,675	22,646
11 <sup>15</sup>	9,0	63,198	39,788	54,674	22,645
12 <sup>15</sup> p	9,3	63,197	39,788	54,673	22,652
3 <sup>30</sup>	9,4	63,200	39,788	54,675	22,650
5 <sup>30</sup>	9,8	63,198	39,788	54,676	22,655
10. Nov. 8 <sup>30</sup> a	9,0	63,198	39,787	54,677	22,653
9 <sup>30</sup>	9,0	63,199	39,787	54,677	22,650
10 <sup>30</sup>	9,2	63,199	39,787	54,678	22,648
11 <sup>30</sup>	9,2	63,199	.	54,679	22,646
12 <sup>45</sup> p	9,2	63,198	39,787	54,680	22,644
3	9,4	63,197	.	54,679	22,647
6	9,4	63,168 (?)	.	54,679	22,647
11. Nov. 8 <sup>30</sup>	9,6	63,197	.	54,679	22,649
9 <sup>45</sup>	9,6	63,197	.	54,678	22,646
10 <sup>45</sup>	9,8	63,199	.	54,679	22,645
12 <sup>45</sup>	10,2	63,198	.	54,680	22,643

## d) Einfluss der Wärme.

Ueber den Einfluss der Wärme auf die Schwellung der Stämme habe ich bereits im Heft I S. 50 und Tabelle III, E S. 66 ff. ein Hauptresultat mitgetheilt. Wir haben dort kennen gelernt, dass bei Temperaturerhöhung abgeschnittene Aeste zu schwellen vermögen. Dabei vermehrt sich das Rindenwasser und zwar unter Umständen, die ein Herbeileiten desselben anderswoher als aus dem Holze ausschliessen. Daraus folgt zwingend, dass die Wärme Wasser aus dem Holz in die Rinde zu treiben vermag.

Ich war früher (vgl. Sitzb. Naturf. Ges. zu Halle 1877, Sitzung 13. Januar) der Ansicht, dass demnach die täglich wechselnde Wärme einen wichtigen Factor für die Rinde bez. Stammschwellung darstellen möge. Spätere Erfahrungen haben mich diese Ansicht völlig aufgeben lassen. Wir werden gleich sehen, dass auch ohne Hinzuziehung des täglichen Temperaturganges im Stamm (Rameaux, Ann. sc. nat. Sér. II. Tome XIX p. 18—19) eine befriedigende Erklärung der Schwellungsperiode erreicht werden kann.

Mag die Wärme als wasserbewegende Kraft bei der täglichen Schwellungsperiode ohne oder von untergeordneter Bedeutung sein, von wesentlicherer ist sie vielleicht bei einer anderen Erscheinung. Wir sahen Tab. VIII, dass abgeschnittene, verkittete Aeste Schwellungsperiode zeigen können; es wäre zu untersuchen, ob nicht hier der Temperaturwechsel eine wesentliche Rolle spielt.

### § 5. Erklärung der täglichen Schwellungs- und Spannungsperiode der Stämme.

An der Hand der im Vorhergehenden dargestellten Versuche bekommen wir nun eine wohlgegründete Einsicht in die Ursachen der täglichen Schwellungsperiode des Stammes und seiner Theile. Hervorgerufen überhaupt durch einen Tags über wechselnden Wassergehalt von Holz und Rinde, erklärt sie sich aus der während des Tages sich ändernden Wechselwirkung zwischen Wasser zu- und abführenden (verbrauchenden) Factoren: dass bei Nacht wesentlich nur die wasserzuführende Thätigkeit der unterirdischen, bei Tag daneben auch die wasserverbrauchende Thätigkeit der oberirdischen Theile spielt.

Am einfachsten erklärt sich die Abschwellung des Stammes, die mit dem Morgengrauen beginnt und, den Tag über sich fortsetzend, gegen Abend ein Minimum des Durchmessers erzeugt. Sie wird veranlasst durch die Thätigkeit d. h. den

Wasserverbrauch der oberirdischen Theile, im Speciellen der Blattkrone, die vom Licht eingeleitet wird. (Entfernung der Blattkrone sistirt die Abschwellung S. 58; Aufhebung der Lichtwirkung sistirt die Abschwellung S. 68). Die wasserverbrauchende Thätigkeit der Krone besteht aber im Wesentlichen in der Transpiration.

Dass die Abschwellung den Tag über sich immer weiter steigert, erklärt sich hinreichend aus der den Tag über sich steigernden Transpiration u. s. w., welche die während des Tages (selbst gesteigerte) Wasserzufuhr übertrifft.

Sowie die Sonne sinkt und das Licht schwindet, wird der Wasserverbrauch der oberirdischen Theile vermindert und bald ganz aufgehoben. Damit tritt die Thätigkeit der wasserzuführenden Wurzel allein in effectvolle Wirksamkeit: der Stamm wird wasserreicher (Heft I S. 45) und schwillt. Nimmt man an, (wie in der That der Fall ist), dass die Wasserzufuhr durch die Wurzel die Nacht über fort-dauert, so folgt eine bis zum Anbruch des Tages sich steigernde Schwellung von selbst (Nächtliches Maximum).

Selbst für das Verständniss des sog. kleinen Maximums (oder der kleinen Depression nach dem ersten abendlichen Anschwellen) haben unsere Versuche wenigstens einen Anhalt gegeben, als wir dieselbe Erscheinung auch bei der Decapitation wiederfanden, woraus folgt, dass bei der einstigen Aufklärung die Ursache nur im Stamm oder der Wurzel oder beiden zugleich gesucht werden darf.

Auch die Periodicität der Rindenspannung, der Querspannung, deren Existenz ich früher (Bot. Ztg. 1867 S. 15 ff. des Sep. Abg.) nachgewiesen habe, klärt sich durch die obigen Untersuchungen auf.

Die Thatsache, dass die Rinde in der Nacht stärker, am Tage weniger über das Holz gespannt ist und ihre Spannungsgrösse oder Intensität\*) ein tägliches Minimum und ein nächtliches Maximum zeigt, ganz nach der Art der Schwellungsperiode, wird aus dem Oben S. 31—32 Mitgetheilten völlig verständlich.

Die Erhöhung oder Erniedrigung der Spannung kann erzeugt werden durch alleinige An- oder Abschwellung des Holzkörpers, wie in Tab. III a — der einfachste wohl aber nicht häufigste Fall.

\*) Hier, wo es sich um die Spannung ein und desselben Rindenstückes handelt, darf doch wohl die Grösse der Verkürzung unbemängelt als Spannungsgrösse, Spannungsintensität bezeichnet werden.

Wenn, wie in n. 2 a. a. O. Holz und Rinde zugleich an bez. anschwellen — der gewöhnlichst vorkommende Fall — so ist dadurch gleichfalls eine Vermehrung bez. Verminderung der Spannung nothwendig involvirt.

In Heft I S. 64—65 haben wir kennen gelernt, dass die Rinde bei Wasserzufuhr sich verkürzt — in dem sub. n. 3 S. 31 dieses Heftes angeführten Falle ist also gleichfalls eine Erhöhung, im umgekehrten Falle eine Erniedrigung der Spannung gegeben.

### Rückblick.

In dem vorliegenden Heft wird eine bisher unbekannte Erscheinung, die tägliche Schwellungsperiode des Pflanzenkörpers und seiner Organe erwiesen.

Die Pflanzentheile haben den Tag über kein constantes Volum; sie unterliegen innerhalb 24 Stunden einem stetigem Wechsel desselben. Sie sind am Tag kleiner, bei Nacht grösser. Der Normalgang der Schwellung ist der, dass vom frühen Morgen an die Pflanzentheile anschwellen und am Nachmittag ein Minimum erreichen. Von diesem an steigt das Volum (gewöhnlich mit Hervortreten einer kleinen Depression unmittelbar hinter der ersten Ansteigung) die ganze Nacht hindurch, um am Morgen vor Wiedererscheinen des Lichts das Maximum zu erreichen.

Erwiesen ist der Gang, genau von Stunde zu Stunde, für die Baumstämme. Völlig sicher ist derselbe auch für die übrigen Organe (Blätter, Knospen, Früchte u. s. w.), indem für diese der Tageslauf, das Minimum, mitunter auch das Maximum des Morgens als völlig congruent mit dem Periodengang des Stammes dargethan ist, und ausserdem gezeigt wird, dass bei ihnen die ganze Erscheinung aufhört, sobald sie vom Stamm getrennt sind.

Unter besonderen Verhältnissen können in der freien Natur Abweichungen von diesem Normalgang statthaben z. B. an regnerischen Tagen der Periodengang mehr oder weniger verwischt sein (vgl. Tab. VII n. 11) oder nach starken Regenfällen selbst am Tage aussergewöhnliche Anschwellungen eintreten (vgl. oben S. 18 u. s. w.). — Es ist auch klar, dass sich die Stunde des Maximums und Minimums je nach den Jahreszeiten verrückt oder bei ausserordentlichen Gelegenheiten (directer Besonnung z. B.) aussergewöhnlich verschoben werden kann. Beispiele dafür sind in den obigen Versuchen wiederholt zu finden.

Dass die An- und Anschwellung direct mit einer absoluten Vermehrung oder

Verminderung des Wassergehaltes der Theile zusammenhängt ist auf die mannichfaltigste Weise dargethan worden.

So ist für die Blätter gezeigt, dass sie Tags über, dem Schwellungsgang conform einen erst abnehmenden, dann zunehmenden Wassergehalt haben, dass Wasserzufuhr Schwellung macht, Verhinderung der Transpiration anschwellen macht, Abschneiden der Blätter die Schwellungsperiode ins Stocken bringt u. s. w. — Die letztere Methode, des Isolirens, ist auch für Knollen und Früchte zum Beweise benutzt worden.

Dass der erhöhte Wassergehalt in Organen genannter Art (Blätter, Früchte, Knollen), wenn nicht ganz ausschliesslich, so doch weitaus überwiegend in den parenchymatischen Geweben zu suchen ist, versteht sich von selbst. Und hier kann derselbe wiederum (wenn immerhin die Zellhäute, fast möchte ich sagen, einen theoretischen Antheil an der Schwellung nehmen) doch wohl nur als vermehrter Zellinhalt auftreten. Es ist klar, dass in diesen Organen, eine bei Tag und Nacht wechselnde Turgescenz der Zellen vorhanden, dass die Schwellungsperiode hier eine Turgescenzperiode ist.

Die Schwellungsperiode der Stämme verläuft unter verschiedenartiger Betheiligung von Holz und Rinde (S. 31 ff. und Tabelle IV). Bei unsern holzigen dicotylen Bäumen lässt sich nachweisen, dass die Anschwellung bald unter Anschwellung des Holzkörpers allein, bald nur durch Schwellung des Rindenkörpers, meist aber unter Betheiligung beider hergestellt wird.

Auch hier ist wiederum nachweislich vermehrter Wassergehalt von Holz und Rinde Ursache der Anschwellung, wie theils Heft I S. 45 theils hier S. 43 ff. dargethan wurde. Ist bei der An- und Abschwellung der Rinde wenigstens zum Theil eine vermehrte oder verminderte Turgescenz der Zellen betheiligt, so ist dagegen — den Anatomen selbstverständlich — die Schwellung des Holzes nur durch Schwellung der Holzzellhäute möglich. Die Schwellung des Holzkörpers beruht auf vermehrter oder verminderter Imbibition der Häute.

Zur Erklärung der täglichen Periode, die ganz besonders an den Stämmen hervortritt, und von diesen sich — gewissermassen — nur auf Blätter, Früchte u. s. w. als Anhangsgebilde fortsetzt, war es nöthig, die Wasser zu- und -abführenden Kräfte (Bodenwasser und Transpiration) sowie die äusseren regulirenden Factoren (Licht) näher ins Auge zu fassen.

Es hat sich auch beim Stamm ergeben, dass Wasserzufuhr (Begiessen, Regen)

Schwellung, Unterdrückung der Transpiration (Decapitation und Verdunklung) ein Gleiches, Wiedereröffnung der Verdunstung Abschwellung hervorbringen.

Bei eingewurzelten Pflanzen zeigt sich deutlich, wie die Wirkung von unten her, entsprechend der von der Wurzel herkommenden Wasserzufuhr, eintritt. Die Schnelligkeit der Fortpflanzung der Schwellung wurde wiederholt constatirt.

Bei der Beobachtung abgeschnittener Aeste hat sich ergeben, wie das Holz als Wasserreservoir dient und aus ihm das Wasser, gleichzeitig auf der ganzen Stammlänge, quer in die Rinde übertritt.

Auf diese Versuche hin haben wir eine genügende Einsicht in die Ursachen der Schwellungsperiode und der Periodicität der Querspannung erhalten.

