



## Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

## Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

## Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.



HD WIDENER



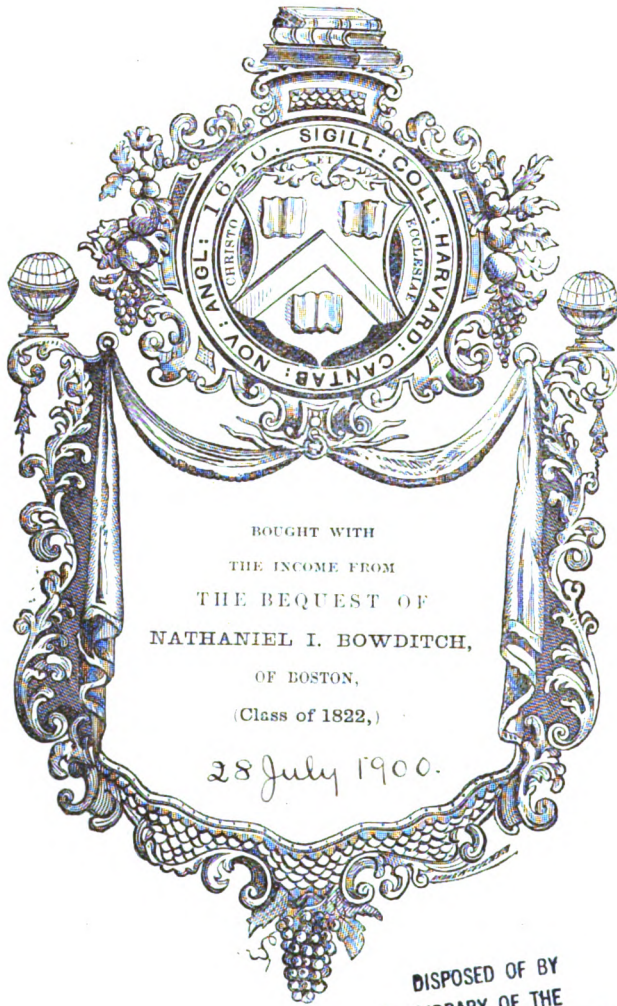
HW AAXS /





K  
71  
66  
879

~~Bot 1358.79~~



BOUGHT WITH  
THE INCOME FROM  
THE BEQUEST OF  
NATHANIEL I. BOWDITCH,  
OF BOSTON,  
(Class of 1822,)

28 July 1900.

DISPOSED OF BY  
LIBRARY OF THE  
BIOLOGICAL LABORATORIES  
HARVARD UNIVERSITY

DEPOSITED  
IN THE  
BIOLOGICAL LABORATORY

Pf. Physiol.  
C. 1,879

1879  
1878  
1877  
1876  
1875











⊙

U e b e r

die Wasservertheilung in der Pflanze.

I

Von

Gregor Kraus.

---

Halle.

Max Niemeyer.

1879.



~~Bot 1358.79~~

WID-LC

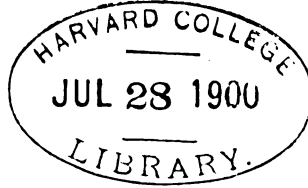
QK

871

.K66

X

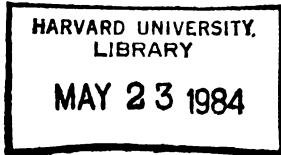
1879



*Bowditch fund*

BIOLOGICAL LABORATORIES LIBRARY  
HARVARD UNIVERSITY

*152*



*83#110*

## Einleitung.

Waage und Trockenschrank wollten mir von jeher ausserordentlich wichtige physiologische Instrumente erscheinen, mit deren Hülfe eine Reihe Zeitfragen ihrer Lösung entgegen gefördert werden könnten.

Von diesem Gedanken geleitet hatte ich vor nunmehr 10 Jahren versucht (Pringsh. Jahrb. VII. 527), für die Frage nach der Herkunft des Stärkemehls in den Chlorophyllkörnern durch Gewichtsversuche Argumente beizubringen.

Seit längerer Zeit habe ich mich bemüht, die genannten Apparate nach einer andern Seite dienstbar zu machen: es schien mir nützlich, durch Trockengewichtsbestimmungen die relative Vertheilung des Festen und Flüssigen in den einzelnen Theilen des Pflanzenkörpers zu studiren.

Untersuchungen dieser Art haben an dem in Ruhe befindlichen und für alle äussere Kräfte feste Angriffspunkte bietenden Pflanzenkörper eine ungleich höhere Bedeutung als beim Thierkörper; sie müssen bei jeder mechanischen Erklärung physiologischer Phänomene in erster Linie mit in Frage kommen. Es ist auch zu keiner Zeit verkannt worden, dass bei der überwiegenden Zusammensetzung der Pflanze aus Flüssigem, das Wasser eine hohe Bedeutung habe, sowohl bei der Erklärung des normalen Wachstums der Organe, wie bei dem Eintritt anormaler Wachstumserscheinungen zumal der, welche durch das Licht und die Gravitation hervorgerufen werden.

Die in letzterem Betracht angestellten Untersuchungen konnten zunächst nur Grundlagen für spätere Erklärungen liefern; sie werden aber, da sie in ihrer Art ohne alle Vorgänger sind immerhin willkommen sein und — so hoffe ich — über den raschen Wechsel der modernen Erklärungsversuche hinaus ihren Werth behalten.



Weiterhin habe ich aber auch Wasserbestimmungen an den Baumrinden vorgenommen; diese haben zu einer tieferen Einsicht in die Ursachen der Spannungsperiodicität dieser Rinden geführt. —

Der Werth der ganzen Arbeit liegt in den Zahlen; beweisend aber sind diese nur, wenn sie mit allen Details mitgetheilt werden. So wird der Text fast als eine Begleitung und Erklärung der Zahlentabellen auftreten.

Es wäre mir nicht möglich gewesen, die vorliegenden Daten alle zu liefern, ohne die gewissenhafte Unterstützung meiner Assistenten. Herrn Dr. A. Morgen, jetzt Assistent an der hiesigen landwirthschaftlichen Versuchsstation, Herrn Dr. Behrendes, derzeit Assistent an der gleichen Anstalt in Breslau, Herrn stud. chem. Löwenhardt danke ich an dieser Stelle freundlichst.

### Methode.

Die Zahlen, um die es sich hier handelt, sind relative, es kam weniger auf die Ermittlung des absoluten Wassergehaltes, als vielmehr auf den Vergleich des Wassergehaltes der einzelnen Theile unter einander an.

Unter diesen Verhältnissen schien mir, aus verschiedenen Gründen, die einfachste Trockenmethode, das Trocknen der Pflanzentheile im gewöhnlichen Trockenschrank und in atmosphärischer Luft bei 110—120° C. a priori völlig unbedenklich. Durch den Erfolg ist denn auch die Tüchtigkeit der Methode, wie ich glaube, vollständig erwiesen worden (vgl. die Prüfung der Methode in den einzelnen Abschnitten).

Die Trocknung der Substanz geschah in grossen kupfernen Schränken, in denen sich die Temperatur Tagesüber ohne Schwierigkeit in der oben angegebenen Höhe constant halten liess, so dass die anfängliche Verwendung von Bunsen-Desagascchen Gasregulatoren nachträglich ganz wegfallen konnte. Als Gefässe dienten numerirte, leichte, mit Deckel versehene Porcellantiegel von entsprechender Grösse und genau bestimmtem Gewichte, bei diffcileren Objecten Platintiegel.

Wo es sich um den Vergleich des Wassergehaltes ungefähr gleich grosser, gleich geformter Stücke handelte (Rindenringe, Internodiallängshälften u. s. w.) unterblieb gewöhnlich eine Substanzzerkleinerung und wurden die Stücke in toto getrocknet. Ungleichgrosse und -geformte Stücke wurden in etwa gleich grosse (0,5—1 Ctm. lange) Theile zerlegt.

In der Regel war nach 2—3 Tagen, wenn nicht Gewichtsconstanz, so doch eine Abnahme um nur 1 oder wenige Milligramme oder Theile derselben erhalten.

Differenzen dieser Kleinheit fallen bekanntlich bei der procentischen Berechnung gar nicht mehr in's Gewicht.

In den Tabellen ist nicht die erhaltene Trockensubstanz, sondern der uns interessirende Wassergehalt in Prozentzahlen angegeben. —

Ueber die Leistung der Methode nur ein Wort. Es ist selbstverständlich, dass durch eine Trockengewichtsbestimmung der Wassergehalt eines Organs, eines Gewebes u. s. w. nur sammt und sonders angegeben wird, es wird das Verhältniss des Gesamt-Festen und Gesamt-Flüssigen festgestellt. Die weitaus grösste Menge fester Stoffe des Pflanzenkörpers wird von den organisirten Gebilden der Zelle, den Zellhäuten, dann auch der Stärke, dem Protoplasma u. s. w. gebildet. Ein meist verschwindend geringer Theil der festen Stoffe ist in gelöster Form (im Zellsaft) vorhanden. — Umgekehrt findet sich das Wasser weitaus zum grössten Theil in Form des flüssigen Zellsaftes, in manchen Fällen aber auch in sehr in die Wage fallenden Mengen als Imbibitionsflüssigkeit der organisirten Zelltheile.

Aus den Trockengewichtszahlen ist nun in keiner Weise ersichtlich zu machen, wie viel von dem Wasser als Imbibitionswasser, wie viel als flüssiger Zellsaft anzusehen ist. Es ist demnach aus den erhaltenen Zahlen nur in seltenen Fällen ein Schluss auf die Concentration der Zellflüssigkeit zu ziehen. Mit Sicherheit lässt sich das nur da thun, wo man in zwei zu vergleichenden Organen oder Organtheilen die Menge der festen Substanzen und ihres Imbibitionswassers als gleich gross ansehen darf. Das wird z. B. bei einer genauen Halbierung ganz normal gewachsener symmetrischer Theile, wie der Internodien oder der Wurzeln, der Fall sein.

## I. Capitel.

### Vertheilung des Wassers im wachsenden Spross und Internodium.

Die ursächlichen Beziehungen des Wassers zum Wachstum der Pflanze, sind nicht bloss aus den täglichen Erfahrungen in der freien Natur im Ganzen und Grossen bekannt; schon die ersten experimentirenden Pflanzenphysiologen z. B. Hales machen wissenschaftliche Andeutungen über die Bedeutung des Wassers für das Längenwachstum der Stengel und Sprosse und seither nimmt man bei allen Erklä-

rungsversuchen auf diesen Körper als auf den ersten und wichtigsten Factor beim Wachstum Bezug. Ein greifbares Interesse hat das Wasser für die mechanischen Erklärungen des Zellwachstums in neuerer Zeit erhalten, als nach der Entdeckung der künstlichen Zellen durch M. Traube dem hydrostatischen Druck des Zellinhalts auf die Zellhaut ein ganz besonderes Gewicht beigelegt wurde.

Die im Folgenden aufgefundenen Thatsachen werden wenigstens einige neue Beziehungen des Wassers zum wachsenden Spross zur Darstellung bringen.

1. Nachdem durch Sachs die Vertheilung des Längenwachstums am aufrechten Spross klar gestellt worden war (Flora 1873 S. 322) schien es mir erspriesslich, die Wasservertheilung im Spross (den Gang der procentischen Wassergehaltes) zu untersuchen und zu vergleichen, ob derselbe in einer Beziehung zum Gange des Wachstums stehe.

Es wurden zu diesem Zwecke Sprosse, nachdem sie entblättert waren, von der Spitze d. h. den jüngsten sichtbaren Internodien ab, bis in die Region, wo sie nicht mehr in die Länge wuchsen, in passende Stücke zerlegt, und in diesen der Wassergehalt bestimmt. Die Laubsprosse wurde, wie die Tabelle zeigt, gewöhnlich Internodienweise, die Keimglieder von Bohnen in gleich grosse 1—2 Ctm. lange Stücke getheilt. Der Anblick der Tabelle I, A zeigt folgende Regel:

In einem wachsenden Spross oder Internodium steigt der procentische Wassergehalt von den jüngsten Internodien in den älter werdenden continuirlich bis zu einem Maximum, um dann allmählich wieder zu sinken.

Für die gewöhnliche Laubsprosse wird diese Regel wohl ausnahmslos Geltung haben; dass dieselbe unter Umständen z. B. bei Keimgliedern Ausnahmen erleidet, dafür sind in der Tabelle schon Andeutungen vorhanden. Man vergleiche z. B. die Versuche 7, 9 und 10 mit Bohnenkeimlingen, aus denen hervorgeht, dass das erste Internodium in seinem Wassergehalt sich nicht an das epicotyle Glied anschliesst.

2. Diesen Zahlen nach zeigt der Spross einen Gang des Wassergehaltes, der dem Wachstumsverlaufe ganz gleich sieht. Es war nun eine weitere Aufgabe zu entscheiden, ob der Gang des Wachstums und des Wassergehaltes coincidiren, das Maximum des Wassergehaltes mit dem Wachstumsmaximum zusammenfällt oder nicht. Der Vergleich der Stellen, wo die beiden Maxima nach äusserlicher Schätzung liegen, war einer solchen Auffassung von vornherein nicht günstig.



Zur Entscheidung der Frage wurden sowohl Sprosse als Keimglieder durch Auftragen von gleichweit abstehenden Marken (1—2 Ctm.) graduirt, wie es von Andern zur Feststellung des Wachstumsganges geschehen ist. Nach Verlauf von ein oder mehreren Tagen wurden die Stellen verschiedenen Wachstums auf ihren Wassergehalt geprüft.

Tabelle I B zeigt:

Die Steigerung des procentischen Wassergehaltes findet so lange statt, als die Theile wachsen; erst mit dem Aufhören des Längenwachstums nimmt der relative Wassergehalt ab.

3. Die Richtigkeit des vorstehenden Satzes musste sich auch ergeben, wenn der Gang des procentischen Wassergehaltes an ein und demselben Internodium in verschiedenen Altersstufen, vom Anfang des Wachstums bis zur Beendigung desselben, festgestellt würde. Dazu eignen sich ganz besonders epi- oder hypocotyle Keimglieder. Topfansaaten (Bohne) oder Wasserculturen (Kresse), im Warmhaus oder Zimmer liefern geeignetes Material. Für die Feststellung absoluter Zahlen auch darum besonders geeignet, weil die Grenzen der Stücke sehr präcis zu finden sind.

Aus der Tabelle I C ergibt sich:

Jedes Internodium nimmt von Anfang seines Wachstums bis zum Ende desselben an Wasser procentisch zu; es ist mit Beendigung des Längenwachstums am wasserreichsten und nimmt nachher erst an Trockensubstanz zu. Es durchläuft also auch eine grosse Periode des Wassergehaltes.

Ich habe diese Thatsache bei grünen und etiolirten Gliedern festgestellt. Die absoluten Trockengewichtszahlen der Tabelle zeigen, dass sich das Wachstum unter allen Verhältnissen nicht bloss durch Wasseraufnahme sondern unter gleichzeitiger aber geringerer Trockensubstanzzunahme vollzieht.

4. Endlich kam es mir noch darauf an, den Gang des Wassergehaltes in den (physiologisch genommen) Hauptgewebeformen des Sprosses, den peripherischen und centralen (Rinde, Holz und Mark) festzustellen, insbesondere nachzusehen, ob der voraussichtlich gleiche Gang gleichzeitig Aenderungen eingehe, oder nicht.

Die Versuche wurden so gemacht, wie seiner Zeit bei der Constatirung der Längsspannung des Sprosses (Bot. Ztg. 1867 S. 108), dass durch 4 Längsschnitte Rinde und Mark von einander getrennt und in ihnen gesondert der Wassergehalt bestimmt wurde.

Tabelle I D zeigt:

Der Gang des Wassergehaltes, wie er im Vorhergehenden für das ganze Internodium gefunden wurde, gilt auch für die einzelnen Gewebe Rinde und Mark.

Einige Beispiele weisen darauf hin, dass das Wassermaximum im Mark später eintritt als in der Rinde.

## Tabelle I.

### A. Gang des Wassergehaltes im Spross.

#### 1. Sprosse von Holz- und Krautpflanzen.

##### 1. *Sambucus nigra* L.

15. Mai 1877.

5 Sprosse, je ungefähr 60 Centimeter lang, in 4 ungefähr gleiche (15 Ctm. lange) Stücke zerlegt; von oben nach unten mit I—IV bezeichnet.

	Frischgewicht.	Trockengewicht.	Wassergehalt.
I.	23,420	2,205	90,59
II.	69,050	4,905	<b>92,90</b>
III.	107,270	7,960	92,57
IV.	106,670	11,257	89,53

##### 2. *Lonicera tatarica* L.

21. Juni 1877.

4 Triebe, in je 2 Internodien, von oben nach unten (I, II u. s. w.) analysirt.

	Länge der 2 Internodien.	Frischgewicht.	Trockengewicht.	Wassergehalt.
I.	4 Ctm.	0,344	0,056	83,73
II.	10 "	2,201	0,282	<b>87,19</b>
III.	15 "	6,213	0,808	87,00
IV.	20 "	11,941	1,76	85,27
V.	25 "	17,311	3,181	81,63

##### 3. *Philadelphus coronarius* L.

21. Juni 1877.

7 Triebe in den Nr. I und II; 5 Triebe bei III und IV. Die Nrn. I—III enthalten je 2, die Nr. IV nur das 7. Internodium.

	Länge in Ctm.	Frischgewicht.	Trockengewicht.	Wassergehalt.
I.	4	1,278	0,19	85,14
II.	12	12,141	1,449	<b>88,07</b>
III.	20	27,03	3,916	85,52
IV.	12	17,727	3,581	79,80

4. *Philadelphus Gordonianus* Lindl.

5 Triebe; in I und II je 2 Internodien, in III und IV nur je 1 Internodium.

	Länge in Ctm.	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	3,5	0,949	0,148	85,41
II.	11,0	9,277	1,096	<b>88,19</b>
III.	9,0	13,842	1,773	87,20
IV.	12,0	18,281	2,865	84,33

5. *Philadelphus coronarius* L.

10 Triebe. I. = zweites, II. = drittes, III. = viertes, IV. = fünftes Internodium; das sechste hatte bereits ein stark lufthaltiges Mark.

	Länge in Ctm.	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	2—3	1,072	0,183	82,93
II.	4—5	3,998	0,575	85,62
III.	7—8	10,931	1,420	<b>87,01</b>
IV.	9—10	18,802	2,763	84,31

6. *Pirus communis* L.

25. Juni 1877.

9 Triebe (in Nr. VI nur 8), je 2 Internodien.

	Länge in Ctm.	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	1—3	1,197	0,279	76,70
II.	4—8	4,495	0,907	<b>79,83</b>
III.	6—10	9,558	2,008	79,00
IV.	8—11	12,036	2,920	75,74
V.	5—11	12,646	3,358	73,45
VI.	4—8	12,198	3,355	72,50

7. *Berberis vulgaris* L.

16 Internodien, zu je 2 analysirt.

	Länge in Ctm.	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	1,5—2,5	1,339	0,192	85,86
II.	4—7	4,499	0,562	87,51
III.	7—10	10,064	1,113	<b>88,95</b>
IV.	7—9	13,457	1,598	88,13
V.	6—9	14,750	2,007	86,40
VI.	5—8	17,190	2,561	85,11
VII.	7—10	19,765	3,129	84,17
VIII.	6—12	22,267	3,772	83,07

8. *Heterocentron roseum* Hook. et Arn.

19. October 1878.

2 grosse, ca. 4 Dezimeter lange Sprosse einer Glashauspflanze. I. 2 Internodien, die übrigen Nummern je 1 Internodium umfassend.



	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,1005	0,0115	88,6
II.	0,3035	0,0255	91,6
III.	1,014	0,0565	94,43
IV.	3,474	0,1695	<b>95,13</b>
V.	5,246	0,2965	94,35
VI.	7,233	0,4665	93,55

### 9. Dieselbe Pflanze.

7 dünne Sprosse. I die Knospe; II u. ff. 1—5. Internodium.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,054	0,0145	73,15
II.	0,160	0,0175	89,06
III.	0,787	0,055	<b>93,01</b>
IV.	1,713	0,122	92,88
V.	2,764	0,1985	92,82
VI.	3,666	0,266	92,75

### 10. *Pouzolzia rhexioides* Kze.

4 grosse Triebe aus dem Warmhaus I—IV die successiven Internodien von oben nach unten bedeutend.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,1805	0,0165	90,86
II.	1,1790	0,0875	<b>92,58</b>
III.	2,2325	0,2295	89,79
IV.	4,4655	0,4610	89,68

### 2. Keimglieder.

Die Versuche sind sämmtlich mit *Phaseolus* angestellt; epicotyle Glieder und dartüberliegende Internodien.

1. Versuch. Die epicotylen Glieder sind 9—12 Ctm. lang, das erste Internodium, noch nicht ausgewachsen, 12—20 Ctm. Von 8 Stück Keimlingen werden die ersten in 2, die letztern in 3 Theile zerlegt.

		Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I.	I. Internodium oberes Drittel	1,331	0,082	93,84
II.	„ zweites Drittel	1,222	0,069	94,36
III.	„ unteres Drittel	1,392	0,075	<b>94,61</b>
IV.	Epicot. Glied obere Hälfte	3,389	0,187	94,48
V.	„ „ untere Hälfte	4,330	0,271	93,74

2. Versuch. 7 epicotyle Glieder, von den Primordialblättern bis zu den Cotylen in 6 gleiche Stücke (I, II u. s. w.) von ca. 1 Ctm. Länge zerlegt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,6125	0,0615	89,96
II.	0,954	0,0770	91,93
III.	1,0065	0,795	<b>92,11</b>
IV.	0,959	0,790	91,80
V.	1,0185	0,865	91,51
VI.	1,1765	0,970	91,75

3. Versuch. 10 Stück in der Weise wie vorher.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,623	0,0525	91,58
II.	0,8095	0,057	92,96
III.	0,9475	0,060	<b>94,09</b>
IV.	1,1115	0,060	94,06
V.	.	.	.
VI.	1,735	0,108	93,78

4. Versuch. I bedeutet die Knospe, von den Nebenblättchen befreit; II, III und IV sind die unmittelbar darunter gelegenen Stücke des epicotylen Gliedes, je 2 Millimeter gross.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,086	0,021	75,58
II.	0,4385	0,0465	89,40
III.	0,7155	0,0925	87,07
IV.	1,045	0,0855	91,82

5. Versuch. Von 22 Keimpflanzen 1) die Knospe und das darunterliegende etwa 2 Millimeter lange Internodium (I), 2) vom epicotylen Glied das oberste etwa 2 Mill. grosse Stück unter den Primordialblättern (II).

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,2245	0,061	72,83
II.	0,8025	0,082	89,78

6. Versuch. 23 Keimlinge. I die Knospe nebst dem etwa 1,5 Millimeter langen Internodium. II ein etwa 2 Mill. langes oberstes Stück des epicotylen Gliedes.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,112	0,0275	75,75
II.	0,4975	0,0605	87,84

7. Versuch. 17 Pflanzen. I. Knospe. II. Erstes Internodium. III—IV je ein 2 Mill. langes Stück des epicotylen Gliedes, von den Primordialblättern successive abwärts.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,0615	0,0170	72,36
II.	0,0600	0,0085	85,84
III.	0,3165	0,0565	82,25
IV.	0,3755	0,0360	90,23
V.	0,4460	0,3700	91,71
VI.	0,5535	0,0380	93,14

8. Versuch. Ganz wie vorher; mit 20 Pflanzen.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,0485	0,0085	82,48
II.	0,0695	0,0095	86,33
III.	0,03315	0,0355	89,29
IV.	0,4610	0,0430	90,67
V.	0,5295	0,0440	91,69

9. Versuch. Ebenso. 10 Pflanzen.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,0550	0,0160	80,91
II.	0,0670	0,0100	85,08
III.	0,3075	0,0565	81,63
IV.	0,3225	0,0320	90,08

10. Versuch. Ebenso. 12 Pflanzen.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,044	0,014	68,18
II.	0,037	0,0055	87,84
III.	0,2535	0,051	79,88
IV.	0,2270	0,023	88,68
V.	0,275	0,026	90,55
VI.	0,3455	0,031	91,03

11. Versuch. 2 epicotyle Glieder 17 Ctm. lang werden von oben nach unten (I, II etc.) in 2 Ctm. lange Stücke zerlegt; unterstes 3 Ctm. lang.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,4145	0,0330	92,04
II.	0,4185	0,0230	94,51
III.	0,511	0,0255	95,01
IV.	0,517	0,0245	<b>95,26</b>
V.	0,519	0,0250	95,19
VI.	0,6265	0,0310	95,05
VII.	0,7945	0,0415	94,78

**3. Blattstiele.**

*Begonia pilifera* Kl.

2 Blattstiele, in gleiche, von oben nach unten zu numerirte Stücke zerlegt.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I.	0,758	0,0215	97,16
II	1,194	0,0290	97,57
III.	1,696	0,0375	97,79
IV	2,303	0,0495	<b>97,85</b>
V.	3,0945	0,0690	97,77
VI.	3,343	0,0755	97,73

## B. Verhältniss zwischen Wachstum und Wasser.

### 1. *Sambucus nigra* L.

Zuwachsbeobachtungen vom 19.—26. Mai 1876; Zuwachse während dieser Zeit in der Tabelle. Die Bestimmungen des Trockengewichts aus verschiedener Anzahl von Exemplaren.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. 41 Internodien, 5—20 Mill. lang über dem Wachstumsmaximum gelegen . . . . .	2,420	0,322	86,69
II. Die Internodien des Maximums (11 an der Zahl), Zuwachs 13—17 Mill. . . . .	4,843	0,579	88,1
III. Internodien mittleren Wachstums (4 Stück). Zuw. 5—10 Mill. . . . .	19,295	1,687	91,26
IV. Internodien geringen Wachstums (4 Stück); Zuw. 2 Mill. und weniger . . . . .	19,149	1,585	91,73
V. Internodien ohne Wachstum (4 Stück) . . . . .	19,537	1,976	89,89

### 2. Dieselbe Pflanze.

Zuwachsbeobachtungen vom 26.—29. Mai. Im Uebrigen wie oben.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. Internodien über dem Maximum, Zuwachs 3 Millim.; Internod. bis 40 Mill. lang . . . . .	5,649	0,747	86,94
II. Internodien des Zuwachs-Max. 2—9 Ctm. lang; Zuwachs 5—6 Mill. . . . .	11,096	1,263	88,78
III. Internodien mittleren Zuwachses (3 Mill.) — Stücke bis 12 Ctm. lang . . . . .	57,396	5,246	90,93
IV. Internodien schwachen Wachstums; Zuwachs 1—2 Mill. . . . .	36,246	3,264	91,19
V. Internodien ohne Wachstum . . . . .	35,448	3,315	90,79

### 3. Dieselbe Pflanze.

Zuwachsbeobachtungen an den Sprossen vom 28. Mai Abends bis 31. d. M. Mittag 12 Uhr. — Sonst wie oben.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. Internodien über dem Max. gewönl. 5—8 Mill. Zuw. . . . .	3,514	0,394	88,7
II. Internodien des Maximums; öfter 10 Mill. Zuwachs; Minimaler Zuw. 6 Mill. — Die Stücke 10—15 Ctm. lang . . . . .	32,508	2,839	91,1



	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
III. Unter dem Maximum. Zuwachs 2—4 Millim. . . . .	63,676	4,658	92,7
IV. Geringeres Wachstum. Zuwachs 1 Millim. . . . .	117,422	8,265	92,97
V. Ohne Wachstum; noch biegsame Internodien . . . . .	62,296	4,388	92,96

4. Dieselbe Pflanze.

Zuwachsbeobachtungen von 10.—13. Juli 1876.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. Internodien über dem Maximum . . . . .	2,292	0,247	89,23
II. Internodien des Maximums, 15—17 Millim. Zuwachs . . . . .	3,533	0,345	90,24
III. Internodien unter dem Maximum. Zuw. 5—10 Millim.			
a) obere Hälfte . . . . .	26,029	1,996	92,34
b) untere Hälfte . . . . .	51,569	3,237	93,73
IV. Internodien mit minderem Zuwachs (1—4 Millim.) . . . . .	54,447	3,707	93,20
V. Internodien ohne Wachstum			
a) obere Hälfte . . . . .	43,971	3,478	92,10
b) untere Hälfte . . . . .	50,919	4,211	91,8

5. *Phaseolus.*

Beobachtungen an im Wachstum begriffenen epicotylen Gliedern. Glashauspflanzen (März). Epicotyle Glieder der unten jedesmal angegebenen Grösse durch Auftragen von schwarzen Strichen in Stücke von 1 Ctm. graduirt. Nach 1—2 Tagen die Stelle des Wachstumsmaximums, sowie die unmittelbar darüber und darunter liegenden Stücke des epicotylen Gliedes analysirt. Je ein ursprünglich 1 Ctm. langes Stück.

1. Versuch. 7.—9. März. 7 Stück 9—11 Ctm. Gesamtlänge.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. Internodialstück über dem Maximum, unbedeutend gewachsen . . . . .	0,7659	0,066	91,43
II. Stelle des Wachstumsmaximums. Zuwachs 2—7 Mill. . . . .	1,1305	0,0795	92,97
III. Die 2 darunter liegenden Ctm. kaum gewachsen . . . . .	1,347	0,090	93,32
IV. Die 2 weiteren Centimeter . . . . .	1,532	0,103	93,28

2. Versuch. 19 Stücke 7—9 Ctm. lang. 1½ Tage beobachtet.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. Maximum, 2—5 Millim. Zuwachs . . . . .	2,5205	0,234	90,72
II. 1 Ctm. darunter . . . . .	2,375	0,192	91,92
III. 2. Ctm. darunter . . . . .	1,873	0,151	91,94
IV. 3. Ctm. tiefer unten . . . . .	1,9015	0,156	91,80

3. Versuch. 6 Stück, 6—8 Ctm. lang. Zuwachsbeobachtung wie in Nr. 2.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. Stelle des Maximums . . . . .	1,577	0,1385	91,22
II. Darunterliegender Centimeter . . . . .	1,1235	0,0920	91,92

4. Versuch. Zuwachsbeobachtung 24 Stunden. Zuwachs 2—3 Mill. im Maximum.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. 1 Ctm. über dem Maximum . . . . .	0,8445	0,0800	90,53
II. Maximum . . . . .	1,2345	0,0940	92,39
III. Der darunterliegende Centimeter . . . . .	1,1750	0,0890	92,41
IV. Der folgende Centimeter . . . . .	1,1755	0,0875	92,56

5. Versuch. 16 Stück. 6—8 Ctm. hoch; Zuwachsverhältnisse wie vorher.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. 1 Ctm. über dem Maximum . . . . .	1,0460	0,0955	91,87
II. Maximum . . . . .	1,4820	0,1130	92,38
III. 1 Ctm. darunter . . . . .	1,5005	0,0950	93,67

6. Versuch. Wie vorher, 14 Stück.

I. 1 Ctm. über dem Maximum . . . . .	0,9405	0,0900	91,4
II. Maximum . . . . .	1,3200	0,095	92,81
III. 2 Ctm. darunter . . . . .	1,4145	0,0940	93,36

C. Das Wasser im einzelnen Internodium.

1. *Lepidium sativum* L.

Samen am 21. Juli 1877 in Wassercultur und im Lichte angesät. Von 150 Stück wurden zu verschiedenen Zeiten die hypocotylen Glieder frisch und trocken gewogen.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. Hypocotyles Glied = 0,8—1,5 Ctm. 24. Juli . . . . .	0,578	0,045	92,22
II. Hypocotyles Glied 1,3—1,9 Ctm. lang. 26. Juli . . . . .	0,964	0,055	94,30
III. Hypocotyles Glied 1,5—2,5 Ctm. 30. Juli . . . . .	1,365	0,065	95,24
IV. Hypocotyles Glied 1,5—2,5 Ctm. 2. August . . . . .	1,284	0,068	94,71
V. Hypocotyles Glied 1,5—2,5 Ctm. 6. August . . . . .	1,226	0,066	94,62

2. Dieselbe Pflanze.

Cultur im Dunkeln; völlig etiolirte Pflanzen. Ansaat 28. Juli 1877. Je 100 Stück. Sonst wie oben. —

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. Hypocotyle Glieder 0,6—1,1 Ctm. lang. 31. Juli . . . . .	.	0,026	.
II. Hypocotyle Glieder 1,3—1,8 Ctm. lang. 1. August . . . . .	.	0,036	.
III. Hypocotyle Glieder 2—3 Ctm. lang. 2. August . . . . .	1,296	0,048	96,30
IV. Hypocotyle Glieder 3—4 Ctm. lang. 4. August . . . . .	1,475	0,046	96,88
V. Hypocotyle Glieder 3—4,5 Ctm. lang. 8. August . . . . .	1,886	0,055	97,09

3. Dieselbe Pflanze.

Lichtpflanzen; Ansaat 18. Februar, Wassercultur.

	Frischgew.	Trockengew.	Wasser.	100 Stück in Milligr.
I. Hypocotyle Glieder 1 Ctm. lang, 60 Stück. 22. Febr. . . . .	0,230	0,0188	91,80	0,032
II. Hypocotyle Glieder 1,5—2 Ctm. lang, 60 Stück, 23. Febr. . . . .	0,407	0,023	94,37	0,038
III. Hypocotyle Glieder 1,5—2 Ctm. 100 Stück 24. Febr. *) . . . . .	0,766	0,038	95,04	0,038
IV. Hypocotyle Glieder 2,4—3,0 Ctm. lang, 50 Stück, 27. Febr. . . . .	0,501	0,019	96,21	0,038
V. Hypocotyle Glieder 3,2—3,7 Ctm. lang, 50 Stück, 3. März . . . . .	0,626	0,0215	96,57	0,043
VI. Hypocotyle Glieder 3,5—4,0 Ctm. lang, 50 Stück, 7. März . . . . .	0,6275	0,020	96,92	0,040
VII. Hypocotyle Glieder 3,0—4,0 Ctm. lang, 50 Stück, 10. März . . . . .	0,5805	0,023	96,04	0,046

4. *Lepidium sativum.*

Dunkelpflanzen, sonst wie Nr. 3.

	Frischgew.	Trockengew.	Wasser.	100 Stück in Milligr.
I. Hypocotyle Glieder 2,5 Ctm. lang, 60 Stück, 22. Febr. . . . .	0,559	0,021	96,24	0,35
II. Hypocotyle Glieder 2,5—3,5 Ctm. lang, 100 Stück, 24. Febr. . . . .	1,3695	0,045	96,72	0,045
III. Hypocotyle Glieder 3,5—5 Ctm., 100 St., 25. Febr. . . . .	1,604	0,044	97,26	0,044
IV. Hypocotyle Glieder 4,7—5,7 Ctm., 50 Stück, 27. Febr. . . . .	1,365	0,029	97,45	0,058
V. Hypocotyle Glieder 4,5—5,5 Ctm., 50 Stück, 3. März . . . . .	1,122	0,0305	97,29	0,061
VI. Hypocotyle Glieder 4,5—5,5 Ctm. lang, 50 Stück, 7. März . . . . .	1,109	0,031	97,21	0,062

5. *Lepidium sativum.*

Dunkelpflanzen. Ansaat 21. Februar.

	Frischgew.	Trockengew.	Wasser.	100 Stück in Milligr.
I. Hypocotyle Glieder 0,8—1,5 Ctm. 100 Stück, 24. Febr. . . . .	0,626	0,031	95,05	0,031
II. Hypocotyle Glieder 1,4—1,8 Ctm., 100 Stück, 26. Febr. . . . .	0,932	0,038	96,48	0,038
III. Hypocotyle Glieder, 2,5—3,5 Ctm., 100 Stück, 28. Febr. . . . .	1,538	0,0535	96,52	0,053
IV. Hypocotyle Glieder 3,8—4,5 Ctm. lang, 50 Stück, 1. März . . . . .	0,926	0,026	97,20	0,052

\*) Die Pflanzen waren seit gestern im Kalten gestanden.

	Frischgew.	Trockengew.	Wasser.	100 Stück in Milligr.
V. Hypocotyle Glieder 4,8—5,5 Ctm. lang, 50 Stück, 3. März . . . . .	1,193	0,027	97,74	0,054
VI. Hypocotyle Glieder 5,7—6,5 Ctm. lang, 50 Stück, 6. März . . . . .	1,2975	0,033	97,46	0,066

6. *Lepidium sativum.*

Lichtpflanzen. Ansaat 21. Februar. Sonst wie vorher.

	Frischgew.	Trockengew.	Wasser.	100 Stück in Milligr.
I. Hypocotyle Glieder 1,1—1,7 Ctm. lang, 100 Stück, 27. Febr. . . . .	0,6545	0,0375	94,27	0,037
II. Hypocotyle Glieder 1,7—2,2 Ctm. lang, 100 Stück, 28. Febr. . . . .	0,8115	0,0355	95,63	0,035
III. Hypocotyle Glieder 2,5—3,0 Ctm. lang, 50 Stück, 3. März . . . . .	0,580	0,025	95,69	0,050
IV. Hypocotyle Glieder 2,7—3,5 Ctm. lang, 50 Stück, 4. März . . . . .	0,566	0,0105	96,74	0,037
V. Hypocotyle Glieder 2,8—3,4 Ctm. lang, 50 Stück, 6. März . . . . .	0,6005	0,021	96,51	0,042

7. *Phaseolus.*

Lichtpflanzen. Gewicht und Maass der epicotylen Glieder von den Cotylen bis zu den Primordialblättern. Die letzte Columne enthält das absolute Gewicht auf je 10 Stück berechnet. VII und VIII waren ausgewachsen.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.	10 Stück
I. 17 Stück; 2,5—4 Ctm. lang . . . . .	4,173	0,330	92,10	0,194
II. 12 Stück, 4—5 Ctm. lang . . . . .	3,451	0,252	92,70	0,210
III. 7 Stück, 6—8 Ctm. lang . . . . .	2,771	0,178	93,57	0,254
IV. 11 Stück, 8—11 Ctm. lang . . . . .	7,155	0,442	93,83	0,402
V. 14 Stück, 10—14 Ctm. lang . . . . .	11,382	0,703	93,83	0,502
VI. 9 Stück, 16—18 Ctm. lang . . . . .	8,973	0,534	94,05	0,593
VII. 8 Stück, 20—25 Ctm. lang . . . . .	11,553	0,750	93,51	0,937
VIII. 7 Stück, 20—25 Ctm. lang . . . . .	10,040	0,639	93,64	0,913

8. Dieselbe Pflanze.

Epicotyle Glieder im etiolirten Zustande. In der letzten Columne das absolute Gewicht für je 7 Stück berechnet.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.	7 Stück.
I. Glieder 3—4 Ctm. lang . . . . .	1,816	1,131	92,79	0,131
II. " 5—7 " " . . . . .	2,651	0,168	93,64	0,168
III. " 9—10 " " . . . . .	6,453	0,322	95,1	0,282
IV. " 20—25 " " . . . . .	19,156	1,180	93,84	0,751

3\*



9. *Phaseolus.*

Etiolirte epicotyle Glieder. Sonst wie vorher.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Glieder 9—12 Ctm. lang . . . . .	4,995	0,329	93,42
II. „ 14—17 „ „ . . . . .	2,771	0,178	93,58
III. 3 „ 22, 28 und 30 Ctm. lang. . . . .	5,868	0,384	93,46

10. *Lupinus.*

Lichtpflanzen. Hypocotyle Glieder.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Hypoc. Glieder, 3—4 Ctm. lang, 16. Juli 77. 14 Stück . . . . .	2,228	0,132	94,24
II. „ „ 3,5—5 Ctm. lang, 20. Juli. 5 Stück . . . . .	1,552	0,070	95,49
III. „ „ 6—7 Ctm. lang, ausgewachsen. 23. Juli 7 Stück . . . . .	2,525	0,127	94,97

11. *Phaseolus.*

Absolute Gewichte von je 10 epicotylen Gliedern. Lichtpflanzen.

	Länge in Ctm.	Gewicht.
I.	2,5—4,0	0,194
II.	4—5	0,210
III.	6—8	0,257
IV.	8—11	0,402
V.	10—14	0,502
VI.	16—18	0,593
VII.	20—25	0,937

12. Dieselbe Pflanze.

Dasselbe an etiolirten Pflanzen. Je 7 Stück.

	Länge in Ctm.	Gewicht.
I.	3—4	0,131
II.	5—7	0,168
III.	11	0,329
IV.	9—12	0,383
V.	14—17	0,415
VI.	22—30	0,896

13. Dieselbe Pflanze.

Epicotyle Glieder, grün; in der letzten Columnne die Trockensubstanz auf je 2 Exemplar berechnet.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. 3 Stück à 3 Ctm. Länge . . . . .	1,188	0,099	91,67
II. 2 Stück à 4 Ctm. Länge . . . . .	1,000	0,081	91,90
III. 2 Stück à 6 Ctm. Länge . . . . .	1,3845	0,1065	92,31
IV. 2 Stück à 7,5—8,5 Ctm. Länge . . . . .	1,5015	0,1105	92,65

14. *Phaseolus*.

Ebenfalls grüne Pflanzen. Die letzte Columnne enthält die Trockensubstanz auf 1 Exemplar berechnet.

			Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.	
I.	5 Stück	3—4 Ctm. lang . . .	1,725	0,126	92,70	0,025
II.	10 „	5—6 „ „ . . .	5,6065	0,3585	93,61	0,0358
III.	7 „	7—8 „ „ . . .	5,3425	0,2255	93,91	0,0465
IV.	6 „	12,5—13,5 Ctm. lang .	7,209	0,418	94,21	0,0696
V.	6 „	14—15 Ctm. lang . .	7,393	0,4375	94,09	0,0729
VI.	9 „	16,5—18,5 Ctm. lang .	14,034	0,818	94,17	0,0909
VII.	5 „	21—23 Ctm. lang . .	10,070	0,599	94,06	0,1198

## 15. Dieselbe Pflanze.

Dunkelkeimlinge. Alle von derselben Ansaat (17. Febr.) an successiven Tagen genommen. Letzte Columnne Berechnung auf 1 epicotyles Glied.

	Länge der Glieder.	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.	
I.	5—6 Ctm. 4 Stück	2,402	0,146	93,92	0,036
II.	6—8 Ctm. (4)	2,748	0,164	94,04	0,041
III.	9,5—10,5 Ctm. (6)	6,271	0,340	94,58	0,057
IV.	11,5—13,5 Ctm. (5)	6,531	0,3599	94,49	0,0719
V.	14—15 Ctm. (5)	7,199	0,3835	94,68	0,0767
VI.	16—18 Ctm. (3)	5,0085	0,267	94,67	0,089
VII.	19—22 Ctm. (4)	8,288	0,408	95,08	0,102
VIII.	23—26 Ctm. (4)	10,2435	0,5695	94,44	0,1424
IX.	29—32 Ctm. (4)	14,807	0,760	94,87	0,190

## 16. Dieselbe Pflanze.

Gleichfalls etiolirte epicotyle Glieder. Alle von derselben Ansaat (20. Febr.).

	Länge der Glieder.	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.	
I.	3—4 Ctm. 5 Stück	2,1345	0,1305	93,89	0,026
II.	6—7 Ctm. (3)	1,701	0,096	94,36	0,032
III.	7—9 Ctm. (4)	3,325	0,1775	94,66	0,0444
IV.	9—10 Ctm. (3)	2,8725	0,1545	94,63	0,0515
V.	16,5 Ctm. (2)	3,320	0,1735	94,78	0,0867
VI.	20 Ctm. (3)	5,4195	0,2865	94,71	0,0955

## 17. Dieselbe Pflanze.

Lichtpflanzen. Alle von derselben Ansaat (17. Febr.). Letzte Columnne ist die Berechnung auf 1 epicotyles Glied.

	Länge der Glieder.	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.	
I.	6 Stück 2,0—3,5 Ctm.	1,685	0,121	92,88	0,020
II.	7 „ 3—4 Ctm.	2,762	0,185	93,31	0,026
III.	6 „ 4,5—6,5 Ctm.	2,894	0,1805	93,76	0,0302
IV.	5 „ 7—9 Ctm.	3,067	0,199	93,52	0,0398
V.	4 „ 10—10,5 Ctm.	3,322	0,210	93,68	0,0525

18. *Phaseolus.*

Grüne epicotyle Glieder.

		Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.	
I.	2 Stück 1,5 Ctm. lang	0,302	0,0235	92,22	0,0125
II.	4 „ 3,5 Ctm. lang	1,267	0,089	92,98	0,022

D. Das Wasser in Mark und Rinde.

1. *Sambucus nigra L.*

5. Juni 1877.

In kräftigen Sprossen die von oben nach unten aufeinander folgenden Stücke. I. Die obersten Internodien 1,5—2 Ctm. lang (14 Stück); II. 5 Stücke (darunter liegend) je 5 Ctm. lang; III. u. s. f. je 6 Ctm. lange Stücke (6 an der Zahl) successive sich folgend. Trockengewichtsprocente von Rinde und Mark (später auch Holz).

	Rinde.	Mark.	Holz.
I.	15,8	11,0	.
II.	11,8	6,31	.
III.	<b>9,63</b>	5,20	.
IV.	9,74	<b>5,16</b>	.
V.	11,2	5,6	.
VI.	13,8	5,8	14,5
VII.	13,5	5,7	16,3

2. *Sambucus nigra L.*

22. Juni 1877.

Versuch wie vorher. I. Oberstes Internodium 3,5 Ctm. lang; II. das darunterliegende Internodium 8—9 Ctm. lang; III. das dritte Internodium. 5 Sprosse.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Rinde	0,92	0,126	86,31
Mark	0,524	0,048	90,84
II. Rinde	3,136	0,356	<b>88,65</b>
Mark	2,236	0,167	92,86
III. Rinde	9,649	1,155	88,03
Mark	25,626	1,552	<b>93,95</b>

3. Dieselbe Pflanze.

I. Oberste Internodien (9) der Sprosse, 1,5—3 Ctm. gross; II. des zweiten Internodium (7) bis 10 Ctm. lang; III. Von 4 Trieben die 3. Internodien, 12—15 Ctm. lang.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Rinde	0,762	0,106	86,09
Mark	0,517	0,049	90,53
II. Rinde	4,031	0,461	88,57
Mark	3,382	0,232	93,15
III. Rinde	11,911	1,038	91,29
Mark	8,249	0,424	94,86

4. *Phaseolus.*

3. Juni 1877.

6 Triebe, von oben nach unten (I, II ff.) in 6 Stücke zu je 10 Ctm. Länge zerlegt. III ist noch biegsam; IV lässt schon deutlich den Holzring erkennen; in V beginnt das Mark in der Mitte lufthaltig zu werden.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Rinde	4,052	0,482	88,11
Mark	3,676	0,271	92,63
II. Rinde	11,544	1,068	<b>90,75</b>
Mark	9,929	0,560	94,36
III. Rinde	16,091	1,663	89,7
Mark	19,150	0,961	<b>94,99</b>
IV. Rinde + Holz	21,206	2,460	88,87
Mark	20,382	1,091	94,65
V. Rinde + Holz	24,534	3,277	86,65
Mark	18,461	1,026	94,45
VI. Rinde + Holz	24,275	3,528	85,1
Mark	18,196	1,068	94,2

## 5. Dieselbe Pflanze.

4. Aug. 1877.

Hypocotyle Glieder. Ansaat 27. Juli im Licht. I. Glieder 4 Ctm. lang 5 Stück. II. 5 Stück 5,5—7,5 Ctm. lang. III. 5 Stück 9—11 Ctm. lang. IV. 5 Stück 12—13 Ctm. lang.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Rinde	1,328	0,132	90,06
Mark	.	.	.
II. Rinde	2,961	0,260	91,22
Mark	2,255	0,128	94,33
III. Rinde	4,459	0,289	93,52
Mark	3,325	0,148	95,55
IV. Rinde	9,242	0,408	95,59
Mark	2,571	0,110	95,73

6. *Phaseolus.*

23. Juli 1877.

Aussaat 16. Juli. — Epicotyle Glieder. I. 11 Stück 4—6 Ctm. lang. II. 6 Stück 8—9 Ctm. lang.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Rinde	1.937	0.167	91.38
Mark	1.277	0.077	93.98
II. Rinde	1.723	0.138	92.0
Mark	1.321	0.071	94.63

7. *Nicotiana Tabacum.*

4. Novbr. 1878.

3 Stengel; das Markprisma (durch 4 Schnitte herausgeschält) von oben nach unten (I, II s. f.) in Stücke von je 2 Ctm. Länge zerlegt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I.	0.2565	0.0235	90.84
II.	0.7545	0.0545	92.78
III.	1.2020	0.0780	93.52
IV.	1.6402	0.0990	93.97
V.	2.2995	0.1255	94.55
VI.	2.8735	0.1525	94.69
VII.	3.2920	0.1705	<b>94.82</b>
VIII.	3.4255	0.1875	94.53
IX.	4.3345	0.2340	94.61
X.	4.7000	0.2605	94.46
XI.	5.0040	0.2885	94.24
XII.	4.8965	0.2930	94.02

8. *Phaseolus.*

Epicotyle Glieder grüner Pflanzen in verschiedenem Alter.

		Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. 7 Stück 3—4 Ctm. langer Glieder.	Rinde	1.247	0.1055	91.54
	Mark	0.789	0.0425	94.62
II. 4 Stück 6 Ctm. langer Glieder.	Rinde	1.2115	0.085	92.99
	Mark	0.721	0.036	95.01
III. 5 Stück 6—7 Ctm. langer Glieder.	Rinde	1.656	0.1275	92.31
	Mark	1.2095	0.063	94.79

9. Dieselbe Pflanze.

9—10 Ctm. lange, grüne. epicotyle Glieder (S) von oben nach unten mit I—III bezeichnet, in 3 Theile zerlegt.



		Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Rinde	oberes Dritteltheil	3,9245	0,2695	93,14
	mittleres „	3,609	0,2715	92,79
	unteres „	3,632	0,314	91,36
Mark	oberes „	2,3285	0,122	94,77
	mittleres „	1,911	0,0955	94,79
	unteres „	1,522	0,093	93,89

10. *Phaseolus.*

## Etiolirte Pflanzen, epicotyle Glieder.

			Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.	
I.	5 Stück,	1 Ctm. lang.	Rinde	0,288	0,0305	89,41
			Mark	0,1985	0,0155	92,15
II.	5 „	3—4 „ „	Rinde	0,8735	0,0915	89,53
			Mark	0,607	0,0355	94,16
III.	3 „	9—10 „ „	Rinde	1,5365	0,097	93,69
			Mark	1,383	0,067	95,16
IV.	5 „	18—23 „ „	Rinde	6,749	0,4105	93,92
			Mark	4,1665	0,1825	95,62
V.	3 „	27 „ „	Rinde	5,100	0,296	94,20
			Mark	2,7185	0,1095	95,98
VI.	4 „	27—33 „ „	Rinde	6,842	0,425	94,79
			Mark	5,302	0,2445	95,39

**II. Capitel.****Das Wasser bei geotropischen und heliotropischen Krümmungen.**

Noch vielmehr als beim normalen Wachstum musste bei den Erscheinungen einseitig stärkeren Wachstums, wie sie bei den Licht- und Schwerkraftskrümmungen zu Tage treten, von Interesse sein, die Vertheilung des Wassers und der festen Stoffe in den Organen zu constatiren.

In diesen Fällen war ja von Anfang her eine ungleiche Vertheilung als ursächliches Moment des ungleichen Wachstums und dadurch erfolgenden Krümmungen angesehen worden. In der Annahme einer durch äussere Kräfte hervorgerufenen ungleichen Vertheilung stimmten Alle überein; dagegen waren die Anschauungen über die Art der Vertheilung im Speciellen von Anfang an strittig.

Da ich an einer andern Stelle auf die vorliegende Frage eingehender werde zu sprechen kommen, will ich hier nicht auf eine genaue Sichtung der differenten Meinungen eintreten, sondern nur ein Paar Beispiele anführen, die zeigen, wie nothwendig es ist, durch fundamentale Versuche reale Anhalte in der Frage zu liefern.

Gleich die ersten zwei Forscher in den geotropischen Erscheinungen stehen in den Ansichten über die Stoffvertheilung bei den Krümmungen einander diametral gegenüber. Knight (Abh. die Pflanzenphysiologie betr. Nr. 6, übers. in Treviranus Beitr. zur Pflanzenphysiologie 1811 S. 201) nimmt an, dass die Schwere „den Saft zur untern Seite zieht und auf diese Weise eine vermehrte Ausdehnung dieser Seite in die Länge veranlasst“, also doch wohl, dass die Unterseite wasserreicher werde. Dutrochet hingegen (Mém. I. 1837 S. 21) sagt klar: *Lorsqu'un caudex végétal est couché horizontalement, la sève la plus dense doit se précipiter vers le côté qui regarde la terre; la sève la plus aqueuse et par conséquent la plus légère doit demeurer dans le côté qui regarde le ciel.* Er meint also, dass die Oberseite wasser- oder saftreicher werde. Seine angeblichen Beweisversuche hat Hofmeister (Allgemeine Morph. 1868 S. 601) mit entgegengesetzten Resultate wiederholt. Er behauptet: „Die obere Hälfte geneigter oder wagrechter Zweigenden ist dichter, von grösserem specifischem Gewicht als die untere.“ Den Grund findet er in einer „Anhäufung organischer Substanz in der nach oben gewandten Längshälfte.“

Auch in den neuesten Erklärungsversuchen an dem ungelösten Problem treten wieder Streitpunkte über die Vertheilung des Wassers hervor (Ciesielski in Cohn, Beitr. I, 2 S. 24 ff. — Sachs, Würzb. Arbeiten I S. 220. — Ciesielski Bot. Ztg. 1875 S. 72 f.)

Im Folgenden ist zunächst das gegeben, was Trockengewichtsbestimmungen zu besagen vermögen.

1. Es war vor Anwendung dieser Methode vor Allem zu prüfen, ob dieselbe zu unserm Zwecke auch brauchbar sei. Ich habe desshalb in der Tabelle II A 1 eine Anzahl Vorversuche zusammengestellt, in denen gezeigt wird, dass sich in den zwei Hälften normal aufrechter symmetrischer Stengel der Wassergehalt mit aller wünschenswerthen Genauigkeit gleich nachweisen lässt. Ein Vergleich mit gekrümmten oder niedergelegten Sprossen zeigt sofort, dass in letztern eine nennenswerth höhere Wasserdifferenz vorhanden ist.

2. Der Wassergehalt der Ober- und Unterseite wurde sowohl an natürlich gekrümmten (d. h. in der Natur gekrümmt vorgefundenen) Stengeln, wie an solchen bestimmt, die absichtlich niedergelegt worden waren. Normal aufrechte, gut ge-

wachsene Sengel und Sprosse verschiedenster Art wurden entblättert, mit dem abgesechnittenen Ende in feuchten Sand gesteckt in einem grossen dunkeln Zinkkasten horizontal gelegt. Die Dauer des Versuchs, der Grad der Krümmung u. s. w. ist meist bei den einzelnen Versuchen angegeben. Es versteht sich von selbst, dass strengstens dafür gesorgt war, dass die Unterseite nicht feucht wurde. Unter Umständen lagen die Versuchsobjecte so, dass sie auf Glasstäben u. s. w. als Böcken ruhten (in der Tabelle bezeichnet: „hohl gelegt.“)

Bei der Halbierung durch einen Horizontalschnitt schneidet man unwillkürlich die Unterseite grösser; das zeigen fast alle meine Zahlen. Es zeigte sich auch, als auf dies Moment ausdrücklich Rücksicht genommen wurde. — Man mag darin vielleicht von vornherein eine bedenkliche Fehlerquelle erblicken, indem dadurch (wenigstens bei markreichen Sprossen) der grösseren Hälfte ungleich mehr wasserreicheres Gewebe zugetheilt werde. — Es ist aber leicht erweislich, dass hierdurch eine wesentliche Veränderung des Versuchsergebnisses nicht herbeigeführt werde. Man vergleiche z. B. nur die Zahlen, welche bei den niedergelegten Aesten erhalten wurden (Tabelle II A 4 n. 3) oder die bei den Wurzeln erhaltenen Werthe u. s. w.

3. Aus der Tabelle II A 2 ergibt sich zunächst der Satz:

In negativ geotropisch gekrümmten Organen ist an der Krümmungsstelle der Wassergehalt auf der Unterseite (convexen Seite) grösser als auf der Oberseite (concaven).

Und aus derselben Tabelle A 3:

In den negativ gekrümmten Theilen ist die unterseitige Rinde wasserreicher als die oberseitige; die untere Markhälfte wasserreicher als die obere.

Ihre Bedeutung erhalten diese Zahlen erst durch die in Tabelle II, 4 festgestellte Thatsache:

In nicht mehr krümmungsfähigen Organen findet gleichwohl eine ungleiche Wasservertheilung zu Gunsten der Unterseite statt.

4. In gleicher Weise wie für den negativen, wurden auch für den positiven Geotropismus die Beziehungen des Wassers zur Krümmung festgestellt.

Die Versuche in der Tabelle II A 5 a—c sind mit Erbsenkeimlingen gemacht. Wurzeln gaben ein reinliches, rasch und reichlich beschaffbares Material. Nachdem die Wurzeln die gewünschte Länge erreicht hatten, wurden dieselben (an den Cotylen) auf grosse Nadeln aufgespiesst und auf Torfscheiben im Finstern horizontal gestellt. Darauf nach Bedürfniss analysirt.

In der Tabelle A wurden die ganzen Wurzeln (nicht bloss die krümmungsfähige Stelle) horizontal halbirt in eine Unter- und Oberhälfte.

In ganzen ungekrümmten Wurzeln ist nach einigen Stunden der Wassergehalt der Unterseite grösser als der der Oberseite.

Aus der Tabelle B erhellt aber:

In der krümmungsfähigen Stelle einer jungen eben gekrümmten Wurzel ist der Wassergehalt der Ober- (convexen) Seite grösser als der der Unterseite (concaven).

Der aus A gefundene Satz harmonirt vollständig mit der aus Tabella I A 4 gefundenen Thatsache und mit ihm zugleich das unter 5 D Gefundene.

Es war ausserordentlich mühsam, das unter 5 C dargestellte Resultat festzustellen. Es handelte sich darum, noch völlig ungekrümmte aber krümmungsfähige Spitzen, nachdem sie einige Stunden horizontal gestellt waren, in genügender Anzahl in obere und untere Hälften zu spalten. Aus den 3 ausgeführten Versuchen geht hervor:

In der krümmungsfähigen Stelle einer Wurzel findet vor Eintritt der Krümmung eine ungleiche Vertheilung des Wassers zu Gunsten der Oberseite statt.

Hinsichtlich des Heliotropismus sind ganz analoge Sätze, wie für den Geotropismus festgestellt worden.

Zunächst wurden heliotropisch gekrümmte Organe untersucht. Es waren theils auf natürlichem Wege heliotropisch gewordene (B, 1, 1), theils durch einseitige Lichtexposition zur Lichtwendung gezwungene Organe. In letzterem Falle wurden völlig gerade im Wachsthum befindliche Sprosse von den Blättern befreit und in kurzen Probirröhren, die unten etwas Wasser enthielten, auf den üblichen Gestellen am Fenster aufgestellt, bis sie gekrümmt waren, oder vorzeitig hinweggenommen.

Die gefundenen Regeln lauten:

1. In positiv heliotropisch gekrümmten Organen enthält die Schattenseite mehr Wasser als die Lichtseite (B, 1).
2. Diese ungleiche Vertheilung zu Gunsten der Schattenseite findet schon vor Eintritt der Krümmung statt (B, 2);
3. Sie spricht sich auch in den einzelnen Geweben aus (B, 3).

## Tabelle II.

### A. Geotropismus.

#### 1. Prüfung der Methode.

##### 1. *Rumex acetosa* L.

3. Mai 1876.

15—39 Ctm. lange normale Blüthensprosse, unverholzt, 2—4 Internodien umfassend, wurden entblättert und der Länge nach gespalten, genau halbirt. Wassergehalt normaler Hälften. In a 10 Triebe, in b 6 Triebe.

Wassergehalt.			Wassergehalt.				
a)	rechts	89,45	Diff. 0,01	b)	rechts	89,06	Diff. 0,07
	links	89,44			links	88,99	

##### 2. *Helianthus tuberosus* L.

Wasserbestimmung in den zwei Hälften normaler Triebe. Wie vorher.

Wassergeh.	
1. Hälfte	73,42
2. Hälfte	73,52
	Diff. 0,10

##### 3. *Nicotiana Tabacum* L.

Wie vorher.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.	
1. Hälfte	22,777	1,344	94,10	Diff. 0,03
2. Hälfte	21,103	1,252	94,07	

##### 4. *Columnnea Schiedeana* Schdl.

Glashauspflanze, kräftige Triebe. Längshalbirt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.	
1. Hälfte	4,315	0,245	5,67	Diff. 0,13
2. Hälfte	4,993	0,277	5,54	

### 2. Gekrümmte Organe, Ober- und Unterseite.

#### 1. *Nicotiana rustica* L.

6 entblätterte kräftige Stengel 16. October 5<sup>pm</sup> in einem Zinkkasten (Dunkel) auf Sand horizontal gelegt. Am 17. October 9<sup>am</sup> waren dieselben rechtwinkelig emporgekrümmt. Jeder Stengel horizontal d. h. in eine obere und untere Hälfte gespalten.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	71,272	3,504	95,09
II. Obere Hälften	57,844	2,942	94,92
	Untere Hälfte enthält mehr = 0,17		

2. *Nicotiana Tabacum* L.

3 Stengel. 17. October 1876 10<sup>am</sup> horizontal gelegt, aufgenommen eod. 5<sup>pm</sup>, schwach gekrümmt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	19,405	1,036	94,67
II. Obere Hälften	16,269	0,903	94,45
	Untere Hälfte enthält mehr = 0,22		

3. Dieselbe Pflanze.

3 Stengel. Niedergelegt um dieselbe Zeit wie die Vorige. Aufgenommen 18. October 9<sup>1/2</sup><sup>am</sup>. Krümmung in einem Winkel von ca. 45°.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	31,760	1,630	94,87
II. Obere Hälften	29,970	1,609	94,64
	Untere Hälfte enthält mehr = 0,23		

4. Dieselbe Pflanze.

3 Stengel. Niedergelegt 17. October Abends 5 Uhr, aufgenommen 18. October Nachmittags 3<sup>3/4</sup> Uhr. Krümmung rechtwinklig.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	12,802	0,683	94,67
II. Obere Hälften	11,793	0,667	94,35
	Untere Hälfte enthält mehr = 0,32		

5. *Wigandia urens* Don.

2 Triebe, niedergelegt 18. October Abends 4 Uhr, aufgenommen mit einer geringen Krümmung 20. October 10<sup>am</sup>.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	11,085	0,694	94,26
II. Obere Hälften	11,665	0,692	94,07
	Untere Hälfte enthält mehr = 0,17		

6. *Nicotiana rustica* L.

4 Triebe der Pflanze. Niedergelegt 19. October 1<sup>pm</sup>; aufgenommen eod. 5 Uhr Abends mit schwacher Krümmung.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	20,956	1,253	94,03
II. Obere Hälften	20,172	1,255	93,78
	Untere Hälfte enthält mehr = 0,25		

7. *Malva silvestris* L.

8 Sprosse, niedergelegt 20. October 3<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>m</sup>; aufgenommen eod. 5<sup>1</sup>/<sub>4</sub><sup>m</sup>. Krümmung ganz schwach.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	29,767	2,471	91,70
II. Obere Hälften	26,929	2,321	91,39
	Untere Hälfte enthält mehr =		0,31

8. Dieselbe Pflanze.

6 Sprosse, niedergelegt 24. October Abends 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr, aufgenommen eod. Abends 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr. Krümmung schwach.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	16,463	1,269	92,30
II. Obere Hälften	14,141	1,96	91,55
	Untere Hälfte enthält mehr =		0,75

9. Dieselbe Pflanze.

6 Triebe, niedergelegt mit den Vorigen, aufgenommen 25. October Morgens 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr; Krümmung fast rechtwinkelig.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	24,637	1,902	92,28
II. Obere Hälften	20,912	1,689	91,93
	Untere Hälfte enthält mehr =		0,35

10. Dieselbe Pflanze.

5 Triebe, niedergelegt 25. October Abends 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr; aufgenommen eod. Abends 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr. Krümmung gering.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	15,458	1,322	91,45
II. Obere Hälften	13,475	1,181	91,24
	Untere Hälfte enthält mehr =		0,21

11. Dieselbe Pflanze.

7 Triebe, niedergelegt 27. October Mittags 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr; aufgenommen eod. 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Uhr; Krümmung schwach.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	15,722	1,351	91,41
II. Obere Hälften	13,860	1,242	91,04
	Untere Hälfte enthält mehr =		0,37

12. Dieselbe Pflanze.

7 Triebe, mit den vorigen niedergelegt, aber erst 4<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Uhr Nachmittags aufgenommen; Krümmung nicht stärker als dort.



	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	20,410	1,520	91,09
II. Obere Hälften	16,543	1,528	90,77
	Untere Hälfte enthält mehr = 0,32		

13. *Malva silvestris* L.

6 Triebe, niedergelegt 2. November Morgens 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr, aufgenommen nach <sup>5</sup>/<sub>4</sub> Stunden. Krümmung O.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Untere Hälften	17,549	1,465	91,66
II. Obere Hälften	14,910	1,288	91,36
	Untere Hälfte enthält mehr = 0,30		

14. Dieselbe Pflanze.

Nicht niedergelegte Triebe (6), der Länge nach frisch halbirt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Eine Hälfte	18,094	1,454	91,97
II. 2. Hälfte	17,901	1,437	91,97
	Differenz = 0,00		

15. Dieselbe Pflanze.

In der vorigen Weise.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Eine Hälfte	20,990	1,715	91,83
II. 2. Hälfte	17,917	1,487	91,71
	Differenz = 0,12		

16. *Begonia manicata* Brngt.

Blattstiele. Nicht niedergelegt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
1. Hälfte	9,790	0,305	96,89
2. Hälfte	9,917	0,299	96,99
	Differenz = 0,10		

Blattstiele, 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Tag horizontal gelegen, ungekrümmt.

		Wassergeh.
Untere Hälften	17,256	97,05
Obere Hälften	14,195	96,91
	Untere Hälfte enthält mehr = 0,14	

**3. Die Gewebe gekrümmter Organe.**

1. *Nicotiana Tabacum* L.

1. Versuch. Kräftige Stengel, am 6. October niedergelegt, waren nach 3 Tagen in einem Bogen senkrecht emporgekrümmt. Analysirt in der gekrümmten

Stelle: unterseitige Rinde, oberseitige Rinde (je die Hälfte des Rindenmantels), ober- und unterseitige Hälfte des Markprismas.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Unterseitige Rinde	23,255	1,783	92,34
II. Unterseitiges Mark	17,918	0,968	94,60
III. Oberseitiges Mark	15,480	0,843	94,56
IV. Oberseitige Rinde	18,840	1,557	91,74

Die unterseitige Rinde besitzt also der oberseitigen gegenüber 0,6 %, die untere Markhälfte der oberen gegenüber 0,06 % mehr Wasser.

2. Versuch. Von 3 Stück Stengeln, die sich vom 6—11 October senkrecht emporgekrümmt hatten, die Markprismen in obere und untere Hälfte zerlegt.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Oberseitiges Mark	3,344	0,162	95,16
II. Unterseitiges Mark	4,756	0,220	95,37
		Unterseite enthält mehr =	0,21

3. Versuch. 2 Stengel waren vom 6—10. October niedergelegen und zuletzt in kurzen Bogen senkrecht emporgerichtet. — In der gekrümmten Stelle werden die Gewebe analysirt wie im Versuch 1.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
I. Unterseitige Rinde	8,0135	0,615	92,33
II. Unterseitiges Mark	5,386	0,309	94,27
III. Oberseitiges Mark	6,302	0,375	94,05
IV. Oberseitige Rinde	8,030	0,666	91,71

Demnach enthält die unterseitige Rinde 0,62 %, das unterseitige Mark 0,22 % mehr Wasser als die gleichnamigen oberseitigen.

## 2. *Coleus sp.*

1. 4 Triebe 2 Tage niederliegend, zeigen senkrechte Aufrichtung. Die gekrümmte Stelle senkrecht halbirt (in rechts und links, nicht oben und unten).

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
1. Hälfte	9,194	0,327	96,45
2. Hälfte	9,829	0,339	96,56
		Differenz =	0,11

2. Ein Versuch ganz gleich dem vorigen, aber 7 Triebe.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
1. Hälfte	6,290	0,2385	96,21
2. Hälfte	5,885	0,2290	96,11
		Differenz =	0,10

3. 8 Topfpflanzen, entblättert, im dunkeln Raum niedergelegt, haben nach einem Tage (13—14. Oct.) hübsche Krümmungen bis zur Senkrechtstellung der Triebe gemacht. Am 15. October wurden die gekrümmten Stellen in obere und untere Hälften getheilt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
I. Unterseitige Rinde	6,750	0,291	95,69
II. Unterseitiges Mark	4,221	0,104	97,54
III. Oberseitiges Mark	4,018	0,102	97,46
IV. Oberseitige Rinde	5,907	0,275	95,35

Die unterseitige Rinde besitzt also 0,34 %, das unterseitige Mark 0,08 % mehr Wasser als die zugehörigen Oberseiten.

### 3. *Phaseolus.*

Epicotyle Glieder. 2 Tage horizontal gelegen, senkrecht aufwärts gekrümmt.

a) Die gekrümmte Stelle. 17 Stück.

Oberseitiges Mark	3,283	0,2200	93,30
Unterseitiges Mark	4,225	0,277	93,45
		Unterseits mehr =	0,15

b) ungekrümmter Theil unterhalb der Krümmung.

Oberseitige Rinde	0,354	0,0265	92,52
Unterseitige Rinde	0,5055	0,0350	93,08
		Unterseits mehr =	0,56

### 4. Nicht mehr krümmungsfähige negativ geotr. Organe.

#### *Canna indica L.*

Im Herbst aus dem Freiland in Töpfe und ins Warmhaus gebrachte Exemplare entwickelten den Winter über reichlich kräftige Stengel. Die glatten unteren Internodien, saftreich und symmetrisch gebaut wurden als besonders geeignet gefunden zu untersuchen, ob krümmungsunfähige Theile die ungleiche Wasservertheilung gleichfalls erkennen lassen. Entweder wurden die aus dem Stengel herausgeschnittenen Internodien im Dunkelkasten auf Glasplatten, oder über Glasstäben hohl gelegt, oder die ganzen Triebe so behandelt und erst nachträglich die Zerlegung für die Analyse vorgenommen. Zu meist 2—3 Internodien zusammen analysirt.

1. Internodien liegen vom 28. November Abends 7 Uhr bis 30. November 1876 Morgens 9 Uhr. Völlig ungekrümmt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	48,901	2,329	95,24
Obere Hälften	43,953	2,122	95,17
		Unten mehr =	0,07

2. Derselbe Versuch, eine zweite Partie Internodien.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	42,296	2,050	95,18
Obere Hälften	38,582	1,892	<u>95,10</u>
		Unten mehr =	0,08

3. Derselbe Versuch, die Internodien liegen 48 Stunden horizontal.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	40,058	1,823	95,43
Obere Hälften	42,865	1,993	<u>95,35</u>
		Unten mehr =	0,08

4. Derselbe Versuch, 39stündiges Liegen. Senkrechte Halbierung.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Erste Hälfte	42,7655	2,0825	95,13
Zweite Hälfte	36,499	1,751	<u>95,21</u>
		Differenz =	0,08

5. Ein Versuch in derselben Weise, die Internodien liegen 48 Stunden.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	27,782	1,149	95,86
Obere Hälften	21,512	0,919	<u>95,73</u>
		Unten mehr =	0,13

6. Derselbe Versuch.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	56,289	2,549	95,45
Obere Hälften	35,153	1,728	<u>95,10</u>
		Unten mehr =	0,35

7. Derselbe Versuch.

Untere Hälften	53,876	2,452	95,5
Obere Hälften	47,186	2,387	<u>95,0</u>
		Unten mehr =	0,5

8. Gleichfalls.

Untere Hälften	51,102	2,924	94,93
Obere Hälften	45,572	2,610	<u>94,28</u>
		Unten mehr =	0,65

9.

Untere Hälften	32,397	1,470	95,6
Obere Hälften	26,190	1,288	<u>95,1</u>
		Unten mehr =	0,5

10. 3 junge Internodien, vom 4.—6. Dezember 1876, 69 Stunden gelegen.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	32,881	1,191	96,35
Obere Hälften	26,824	1,010	<u>96,24</u>
		Unten mehr =	0,11

11. 2 etwas ältere Internodien, sonst wie vorher.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	28,992	1,282	95,6
Obere Hälften	25,334	1,178	95,4
		Unten mehr =	0,2

12. 3 junge Internodien liegen 3 Tage horizontal.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	27,194	1,074	96,1
Obere Hälften	22,082	0,911	95,9
		Unten mehr =	0,2

13. Internodien auf Glasstäben hohl gelegt, 11—13. December 1876.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	75,989	2,923	96,16
Obere Hälften	54,059	2,200	95,93
		Unten mehr =	0,23

14. Die Internodien, 4 Tage, nicht hohl gelegen.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	38,382	1,507	96,1
Obere Hälften	29,216	1,224	95,8
		Unten mehr =	0,3

15. Internodien, hohl gelegt, 5.—10. Januar, senkrecht halbirt.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Erste Hälfte	31,237	1,295	95,9
Zweite Hälfte	32,687	1,323	95,9
		Differenz =	0

16. Vom 5—9. Januar 1877, sonst wie Nr. 15. senkrecht halbirt.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Erste Hälfte	56,370	2,290	96,0
Zweite Hälfte	57,324	2,362	95,9
		Differenz =	0,1

2. *Nicotiana Tabacum L.*

3 verholzte untere Enden von Trieben, horizontal gelegt 17. October 1876, 5 Uhr Abends, aufgenommen 20. October 10 Uhr früh, Krümmung 0.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	48,801	3,795	92,23
Obere Hälften	40,343	3,380	91,63
		Unten mehr =	0,6

3. *Pirus Malus L.*

Mehrere Centimeter starke Aeste, in Stücke von 1—2 Decimeter Länge geschnitten; werden auf den Wassergehalt der Rinde untersucht, so, dass der Cylinder-mantel der Rinde der Länge nach in 2 Halbhohlcyylinder zerlegt wird, a) von einem

frischen nicht niedergelegten, b) von einem mehrere Tage (17. October Abends 5 Uhr bis Nachm. 3 $\frac{1}{2}$  Uhr) horizontal gelegten Aeste, in obere und untere Hälfte zerlegt.

a) Nicht niedergelegte Aeste.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Erste Hälfte	36,468	16,629	54,41
Zweite Hälfte	35,515	15,779	55,58
		Differenz =	1,17

b) Horizontal gelegene Aeste.

Untere Rindenhälfte	29,034	12,923	55,49
Obere Rindenhälfte	27,390	12,915	52,78
		Unten mehr =	2,71

4. *Tilia parvifolia Ehrh.*

Aeste ganz in der Weise, wie in Nr. 3 bei *Pirus Malus*.

a) Ein Ast, niedergelegt 26. October Morgens 9 $\frac{3}{4}$ , aufgenommen 27. October Nachmittags 3 $\frac{1}{4}$  Uhr.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Rindenhälfte	19,655	8,76	55,55
Obere Rindenhälfte	13,055	5,917	54,68
		Unten mehr =	0,87

b) Ein Ast nicht niedergelegt.

Erste Rindenhälfte	20,256	9,323	53,98
Zweite Rindenhälfte	17,293	8,054	53,43
		Differenz =	0,55

5. *Solandra.*

6 Zweigstücke, ca. 1 Decimeter lang, mit etwa 2 Millimeter starkem Holzkörper, also krümmungsunfähig, mehrere Tage horizontal gelegen.

a) senkrechte Halbierung der Rinde

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Erste Hälfte	8,405		88,16
Zweite Hälfte	8,630		87,87
		Differenz =	0,29

b) horizontale Halbierung

Untere Hälfte	11,833	1,153	90,26
Obere Hälfte	14,544	1,485	89,79
		Unten mehr =	0,47

6. *Habrothammus elegans Brongn.*

Versuche wie vorher mit fingerdicken Aesten. Niedergelegt vom 26.—28. October. Rinde.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
a) Untere Hälften	9,911		79,9
Obere Hälfte	10,751		79,9
			-----
			Differenz = 0,0
b) Untere Hälfte	7,482		79,38
Obere Hälfte	9,728		79,23
			-----
			Unten mehr = 0,15
c) Untere Hälfte	10,617	2,267	78,6
Obere Hälfte	12,855	2,789	78,3
			-----
			Unten mehr = 0,3

7. *Begonia ricinifolia* Dietr.

Der etwa  $\frac{1}{2}$  Meter lange Blütenstandsträger, 36 Stunden (4—5 Dezember) horizontal gelegen. Völlig ungekrümmt. Stücke in toto halbirt.

Untere Hälften	21,204	1,139	94,7
Obere Hälften	17,766	0,994	94,4
			-----
			Unten mehr = 0,3

8. Dieselbe Pflanze.

Starke Blattstiele, 2 Tage horizontal gelegt, ungekrümmt. In toto analysirt.

Untere Hälften	15,410	0,469	96,96
Obere Hälften	13,898	0,446	96,80
			-----
			Unten mehr = 0,16

9. *Begonia hydrocotylifolia* Hook.

3, natürlich horizontal liegende, alte Stämme. Im Ganzen halbirt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	13,305	0,780	94,14
Obere Hälften	13,093	0,798	93,91
			-----
			Unten mehr = 0,23

10. *Phaseolus*.

1. 6 Stück epicotyle Glieder, die 2 Tage in den Töpfen horizontal lagen, hatten schöne Krümmungen senkrecht emporgemacht.

a) Die gekrümmten Stellen.

Untere Hälften	1,774	0,1275	92,82
Obere Hälften	1,406	0,1105	92,15
			-----
			Unten mehr = 0,67

b) Die dahinter (nach unten) liegenden (ungekrümmt) gebliebenen Stücke.

Untere Hälften	2,413	0,1835	92,40
Obere Hälften	2,233	0,1735	92,24
			-----
			Unten mehr = 0,16



2. Von ebensolchen ebenso behandelten Pflanzen (7 Stück) die ungekrümmten Stellen.

Untere Hälften	2,077	0,141	93,22
Obere Hälften	1,921	0,137	92,87
		Unten mehr =	0,35

### 5. Krümmungsfähige Wurzeln.

A. Versuche mit *Pisum sativum*.

a) 53 Exemplare, Wurzeln fast 1 Decimeter lang und mit zahlreichen Nebenwurzeln versehen, 3½ Stunden horizontal gestellt, ungekrümmt. Die Wurzeln wurden von der Spitze bis zu der Stelle, wo die ersten Nebenwurzeln erschienen, horizontal d. h. in eine obere und untere Hälfte gespalten.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Untere Hälften	2,019	0,146	92,76
Obere Hälften	2,029	0,152	92,56
		Unten mehr =	0,20

b) Pflanzen derselben Entwicklung, 5½ Stunden horizontal gestellt, 43 Stück, krümmt.

Untere Hälften	1,892	0,111	94,08
Obere Hälften	1,862	0,112	94,04
		Unten mehr =	0,04

c) Jüngere Wurzeln, erst bis 3 Ctm. lang, noch ohne Nebenwurzeln, sehr kräftig. 5 Stunden horizontal im dunkeln Raum, ungekrümmt. 117 Stück.

Untere Hälften	2,749	0,266	91,32
Obere Hälften	3,112	0,302	91,30
		Unten mehr =	0,02

d) 71 Stück, wie vorher. 7 Stunden 45 Minuten horizontal gestellt.

Untere Hälften	1,437	0,153	89,40
Obere Hälften	1,333	0,147	88,97
		Unten mehr =	0,43

e) Keimlinge mit 2—3 Ctm. langen Wurzeln, 5. Febr. 1877. Von ½11 Vormittags bis ¼6 Nachmittags horizontal gestellt, völlig ungekrümmt. 114 Stück.

Untere Hälften	2,264	0,243	89,27
Obere Hälften	2,273	0,249	89,04
		Unten mehr =	0,23

f) 98 Stück Keimlinge mit 2—3 Ctm. langen Wurzeln 10. Febr. 1877, von 9—12 Vormittags horizontal gestellt. Senkrecht halbt.

Erste Hälfte	4,105	0,322	92,16
Zweite Hälfte	3,500	0,274	92,17
		Differenz =	0,01

g) Dieselbe Saat, 1 Uhr bis  $1\frac{1}{2}$  Uhr horizontal, 131 Stück. Horizontal halbird.

Untere Hälften	2,815	0,267	90,52
Obere Hälften	2,741	0,262	90,44
		Unten mehr =	0,08

h) 176 Stück, 10<sup>45</sup> Uhr früh bis 30<sup>30</sup> Nachmittags horizontal gestellt (wenige sind gekrümmt, die fortgelassen werden). Analysirte Stücke ca. 1 Centimeter lang.

Untere Hälften	0,881	0,105	88,08
Obere Hälften	1,001	0,121	87,92
		Unten mehr =	0,16

i) Wie vorher, 169 Stück. Wurzel-Stücke (von der Spitze her) 1 Ctm. lang.

Untere Hälften	1,0735	0,0990	90,74
Obere Hälften	1,333	0,133	90,02
		Unten mehr =	0,72

B. Die Wurzeln der Exemplare sind 1,5—2 Ctm. lang; sie wurden wohlgekrümmt in obere und untere Hälften gespalten, aber nur die gekrümmte Partie.

	Anzahl der Wurzeln.		Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
a)	211	convexe	2,013	0,377	80,7
		concave Seiten	1,545	0,307	80,2
				Oben mehr =	0,5
b)	216	convexe	3,659	0,522	85,95
		concave Hälften	2,808	0,402	85,51
				Oben mehr =	0,44
c)	328	convex	3,366	0,4555	86,5
		concav	3,716	0,395	85,5
				Oben mehr =	1,0
d)	226	convex	4,193	0,484	88,5
		concav	4,467	0,536	88,1
				Oben mehr =	0,4
e)	262	erste Hälfte	4,438	0,575	86,95
		senkrechte Halbirung zweite Hälfte	3,814	0,492	86,96
				Differenz =	0,01
f)	193	erste Hälfte	2,352	0,316	86,6
		senkrechte Halbirung zweite Hälfte	2,069	0,274	86,8
				Differenz =	0,2
g)	?	convexe	0,282	0,0285	89,90
		concave Hälfte	0,260	0,0315	87,89
				Oben mehr =	2,01

C. Versuche wie unter II, aber die Krümmungsfähige Stelle (und diese allein) vor Eintritt der Krümmung aufgenommen.

a. 185 Stück Wurzeln,  $5\frac{1}{2}$  Stunden horizontal gestanden. Die analysirte Stelle ca.  $\frac{1}{2}$  Centimeter lang. Völlig ungekrümmt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Obere Seiten	0,820	0,092	88,78
Untere Seiten	0,840	0,005	88,69
		Oben mehr =	0,09

b. 172 Stück, von 9 Uhr früh bis  $\frac{1}{2}$  1 Uhr also  $3\frac{1}{2}$  Stunden (17 April 1877)  
horizontal gestanden, völlig ungekrümmt.

Obere Seiten	0,308	0,048	88,24
Untere Seiten	0,387	0,048	87,86
		Oben mehr =	0,38

c. 221 Stück, um 13 März 1877 von 12 Uhr bis  $\frac{1}{4}$  4 Uhr, also  $3\frac{1}{2}$  Stunden  
horizontal gestanden, völlig ungekrümmt. Analysirte Stücke  $\frac{1}{2}$  Ctm. lang.

Obere Seiten	0,760	0,075	90,13
Untere Seiten	0,6855	0,0690	89,94
		Oben mehr =	0,19

D. Mit jungen kräftigen Wurzeln von *Philodendron pertusum*, die ca.  $\frac{3}{4}$  Ctm. dick und mehrere Decimeter lang waren, wurden Versuche der Art angestellt, dass dieselben in etwa Decimeter grosse Stücke zerlegt und 1 (a) oder 3 Tage horizontal gelegt wurden. Die Stücke waren nach dem Versuch absolut ungekrümmt und wurden in obere und untern Hälften zerlegt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
a) Untere Hälften	20,456	2,264	88,93
Obere Hälften	20,189	2,294	88,62
		Unten mehr =	0,31
b) Untere Hälften	5,826	0,791	86,60
Obere Hälften	6,326	0,871	86,23
		Unten mehr =	0,37

## B. Heliotropismus.

### 1. Heliotropisch gekrümmte Organe.

1. Einige Dutzend Blattstiele von *Pelargonium*, die sich während des Winters im Kalthaus heliotropisch gekrümmt hatten.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Hintere Hälften	3,767	.	91,03
Vordere Hälften	3,519	.	90,85
		Hinten mehr =	0,18

2. 25 Blattstiele wie vorher.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Hintere Hälften	3,462	0,291	91,60
Vordere Hälften	3,601	0,309	91,41
		Hinten mehr =	0,19

3. *Coleus*, in Töpfen, im Zimmer einseitig beleuchtet vom 11—18. November, machen mit ihren jungen Trieben hübsche Krümmungen. Diese letzteren analysirt.

Hintere Hälften	13,451	0,581	95,68
Vordere Hälften	12,894	0,564	95,63
		Hinten mehr =	0,05

4. Triebe von *Sambucus nigra* am 20. Mai von  $\frac{3}{4}10$  früh bis  $\frac{1}{2}5$  Uhr Abends einseitig im Zimmer dem Licht ausgesetzt, sind deutlich gekrümmt.

	Wassergehalt.
Hinten	92,49
Vorn	91,80
	Hinten mehr = 0,69

5. Von der gleichen Pflanze. Exposition 17. Mai 1878. 11<sup>a</sup> bis  $\frac{1}{2}5^{\text{pm}}$ . Ganz schwache Krümmung.

	Wassergehalt.
Hinten	92,05
Vorn	91,92
	Hinten mehr = 0,13

6. Von derselben Pflanze. 7. Mai 10<sup>a</sup>—5<sup>15 pm</sup>. Ausserordentlich schwache Krümmung.

	Wassergehalt.		Wassergehalt.
a) Hinten	92,65	b) Hinten	92,10
Vorn	91,84	Vorn	92,00
	Hinten mehr = 0,81		Hinten mehr = 0,10

7. Mit den epicotylen Gliedern von *Phaseolus* wurde eine grosse Anzahl Versuche der Art angestellt, dass im Topf wachsende etwa 1 Decimeter lange Pflanzen in der Tiefe eines einseitig beleuchteten Zimmers so lange (gewöhnlich 1—2 Tage) gehalten wurden bis sie stark gekrümmt waren.

a) 10 Stück.

Hinten	5,591		0,4275		92,36
Vorn	4,713		0,363		92,30
			Hinten mehr =		0,06

b) 10 Stück.

Hinten	4,887		0,366		92,51
Vorn	3,922		0,2965		92,44
			Hinten mehr =		0,07

c) 8 Stück, wenig gekrümmt, nur die gekrümmte Stelle.

Hinten	1,4345	0,117	91,85
Vorn	1,2705	0,107	91,20
		Hinten mehr =	0,65

d) Schwach gekrümmte Exemplare.

Hinten	2,5155	0,207	91,78
Vorn	2,576	0,209	91,89
		Vorn mehr =	0,11

e) 13 Stück, nur die gekrümmte Stelle.

Hinten	4,539	0,346	92,38
Vorn	3,7035	0,2895	92,19
		Hinten mehr =	0,19

f) 11 Exemplare, schwach gekrümmt.

Hinten	3,0365	0,251	91,74
Vorn	2,597	0,2215	91,47
		Hinten mehr =	0,27

g) 9 Stück, schwach gekrümmt.

Hinten	2,629	0,2225	91,54
Vorn	2,270	0,1925	91,52
		Hinten mehr =	0,02

h) 17 Stück, die schwach gekrümmte Stelle ca 3—4 Ctm. lang.

Hinten	5,348	0,401	92,51
Vorn	4,621	0,348	92,45
		Hinten mehr =	0,06

i) 10 Stück.

Hinten	3,8535	0,296	92,32
Vorn	3,2965	0,261	92,09
		Hinten mehr =	0,23

k) 14 Stück, schwach gekrümmt.

Hinten	3,270	0,2105	93,57
Vorn	2,920	0,191	93,46
		Hinten mehr =	0,11

l) 9 Stück.

Hinten	2,058	0,1415	93,13
Vorn	1,872	0,129	93,11
		Hinten mehr =	0,02

m) Erstes Internodien (8 sehr dünn) schwach gekrümmt.

Hinten	0,771	0,0565	92,67
Vorn	0,550	0,0425	92,27
		Hinten mehr =	0,40

n) 12 Exemplare.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Hinten	3,8955	0,3075	92,11
Vorn	3,7145	0,2945	92,08
		Hinten mehr =	0,03

o) 10 Stück.

Hinten	4,1350	0,3050	92,63
Vorn	3,634	0,2730	92,49
		Hinten mehr =	0,14

p) 12 Stück.

Hinten	4,2335	0,2660	93,72
Vorn	3,8405	0,2445	93,63
		Hinten mehr =	0,09

q) 10 Stück.

Hinten	2,366	0,1445	93,89
Vorn	1,6805	0,1075	93,61
		Hinten mehr =	0,28

8. *Syringa vulgaris*. Sprosse von 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—5 Uhr Abends (7. Mai) einseitig beleuchtet, etwas gekrümmt.

	Wassergehalt.
Hinten	83,79
Vorn	83,17
	Mehr hinten = 0,62

## 2. Ungekrümmte Organe.

1. *Ornithogalum nutans* L. Blüthenschäfte von den Blüten befreit. 11 Uhr Vormittags bis 4 Uhr Nachmittags einseitig am Fenster beleuchtet (2 Stunden Sonne). Völlig ungekrümmt. Etwa 1 Dutzend Exemplare in vordere und hintere Hälften zerlegt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Hinten	21,746	1,336	93,86
Vorn	25,511	1,606	93,71
		Hinten mehr =	0,15

2. Dieselbe Pflanze. 2 Tage einseitige Beleuchtung — ungekrümmt.

	a) Hinten	20,008	1,121	94,40
	Vorn	22,223	1,266	94,31
			Hinten mehr =	0,09
	b) Hinten	9,290	0,537	94,3
	Vorn	8,659	0,535	93,9
			Hinten mehr =	0,4

3. *Anthriscus sylvestris* L. Entblätterte, Blütenknospen tragende Sprosse, 11 Uhr Vormittags bis 4 Uhr Nachmittags einseitig beleuchtet, 2 Stunden von directer Sonne.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Hinten	23,287	2,222	90,46
Vorn	24,332	2,335	90,41
			Hinten mehr = 0,05

4. *Lamium album* L. Von Blättern und Blüten befreite Stengel, a) einen Tag, b) 10 Stunden einseitig beleuchtet. Mehrere Stunden Sonne.

a) Hinten	6,950	0,660	90,51
Vorn	6,493	0,627	90,31
			Hinten mehr = 0,20
b) Hinten	6,352	0,640	90,00
Vorn	6,590	0,687	89,60
			Hinten mehr = 0,40

5. Versuche mit Hollundertrieben. Dieselben tauchten unten in mit Wasser gefüllte Reagensröhren und standen einseitig beleuchtet am Fenster. Analyse stets vor aller Krümmung.

Datum.	Expositionszeit.	Stückzahl.	Wassergehalt.		Mehr hinten.
			Hintere Seite.	Vordere Seite.	
3. Juni	$\frac{1}{2}$ 9 — 4 Uhr	4	92,35	92,31	0,04
eod.	$\frac{1}{2}$ 9 — 4 "	5	90,83	90,45	0,38
4. Juni	8 — 4 "	5	92,07	91,41	0,66
4. Juni	8 — 4 "	3	92,11	91,87	0,24
15. Juni	9 — 5 "	4	92,0	91,89	0,11
15. Juni	9 — 5 "	4	92,59	92,44	0,15
15. Juni	9 — 5 "	3	91,66	91,24	0,42
20. Juni	$\frac{1}{2}$ 11 — 4 "	5	91,88	91,48	0,40
20. Juni	$\frac{1}{2}$ 11 — 4 "	3	91,20	90,95	0,25
24. Juni	$\frac{1}{2}$ 10 — 5 "	4	92,72	92,77	— 0,05
24. Juni	9 — 4 "	4	90,98	90,75	0,23
24. Juni	9 — 4 $\frac{1}{2}$ "	6	90,09	90,13	— 0,04
2. Juli	$\frac{1}{2}$ 10 — 3 $\frac{1}{2}$ "	7	90,10	89,96	0,14
5. Juli	$\frac{1}{2}$ 10 — 3 $\frac{3}{4}$ "	7	90,21	90,19	0,02

6. In gleicher Weise Sprosse von *Syringa*.

Datum.	Expositionszeit.	Stückzahl.	Wassergehalt.		Mehr hinten.
			Hintere Seite.	Vordere Seite.	
3. Juni	8 — 5 $\frac{1}{2}$ Uhr	4	81,07	80,80	0,27
4. Juni	$\frac{1}{2}$ 9 — 3 $\frac{3}{4}$ "	7	77,63	77,65	— 0,02
4. Juni	8 — 1 $\frac{1}{2}$ 5 "	4	80,82	80,49	0,33
15. Juni	9 — 1 $\frac{1}{2}$ 5 "	5	79,54	79,26	0,28
15. Juni	$\frac{1}{2}$ 9 — 5 "	5	78,47	79,22	— 0,75
15. Juni	9 — 1 $\frac{1}{2}$ 5 "	4	77,17	77,11	0,06
18. Juni	9 — 4 "	5	79,72	78,85	0,87

Datum.	Expositionszeit.	Stückzahl.	Wassergehalt.		Mehr hinten.
			Hintere Seite.	Vordere Seite.	
18. Juni	1/29 — 3 Uhr	3	79,23	79,07	0,16
19. Juni	1/29 — 1,44 "	5	81,03	80,31	0,72
21. Juni	1/29 — 4 "	5	81,59	81,83	— 0,24
21. Juni	1/29 — 4 "	4	81,02	81,02	0
24. Juni	10 — 1/25 "	7	79,83	79,44	0,39

### 3. Die einzelnen Gewebe.

#### 1. *Phaseolus*. 6 Stück heliotropisch gekrümmter exicotyler Glieder.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Hintere Rinde	1,105	0,0935	91,56
Vordere Rinde	0,956	0,081	91,53
Hinteres Mark	2,593	0,1655	93,61
Vorderes Mark	1,1695	0,075	93,59

#### 2. Epicotyle Glieder (12) derselben Pflanze, heliotropisch gekrümmt, in vier aufeinander folgende Schichten gespalten.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
Vordere Rinde	1,323	0,111	91,61
Vorderes Mark	2,7225	0,176	93,54
Hinteres Mark	3,5805	0,228	93,64
Hintere Rinde	2,011	0,1555	92,27

## III. Kapitel.

### Ueber das Verhalten des Wassers bei der Rindenspannung.

In meiner Arbeit über Gewebespannung (Bot. Ztg. 1867) habe ich nach einer ausführlichen Beschreibung der Periodicität der Längs- und Querspannung auch Erörterungen über die Ursachen der täglichen Spannungsänderungen angestellt. Ich kam zu dem Schlusse, dass zwar die Spannungsänderungen in keinem nachweisbaren Zusammenhang mit den Wasser zu- und abführenden Kräften stehen, schloss dabei aber die Möglichkeit nicht aus, dass die Spannungsänderungen doch von Aenderungen des Wassergehaltes abhängig sein könnten. „Wenn nun auch, heisst es a. a. O. S. 124,



eine Abhängigkeit der Spannungsperioden von der Periode der Wasserkräfte nicht vorhanden ist, so ist damit nicht ausgeschlossen, dass die tägliche Periodicität von periodischen Schwankungen des Wassergehaltes hervorgerufen sei. Ohne dass sich der absolute Wassergehalt der Pflanze ändert, ohne dass also die genannten Kräfte mit in's Spiel kommen, könnte den Gehalt der Gewebe an Wasser zu verschiedenen Zeiten verschieden sein“ u. s. w.

Der Gedanke, dass die tägliche Spannungsperiode besonders der Rinde unserer Bäume durch einen wechselnden Wassergehalt hervorgerufen werde, ist es, der die nachfolgenden Untersuchungen hervorgerufen hat. Es schien des Versuchs werth, bei Baumrinden den täglichen Wassergehalt und sein Verhältniss zu den täglichen Spannungsänderungen zu prüfen.

#### I. Wassergehalt der Baumrinde bei Tag und bei Nacht.

Bei der Feststellung der Rindenspannung habe ich (a. a. O. S. 114) einen Rindenring vom Baume gelöst und nach dem Wiederanlegen die Grösse des Klaffens gemessen\*), ganz in der gleichen Weise wurde hier verfahren, dann aber zugleich das Frisch- und Trockengewicht des Ringes bestimmt.

Es musste nun zunächst aber die Brauchbarkeit der Methode geprüft d. h. nachgesehen werden, wie genau sich der Wassergehalt in 2 und mehr aufeinanderfolgenden Rindenringen bestimmen lässt. Die Tabelle III A a enthält eine Anzahl solcher Vorversuche, welche die Differenzen anzeigen, die man zwischen mehreren hintereinander von derselben Stelle genommenen Rindenringen bekommt. Man vergleiche dazu die in den späteren Versuchen erhaltenen viel grösseren Unterschiede und es wird kein Zweifel über die Brauchbarkeit der Methode sein.

Beim näheren Herantreten an die Versuche entschied ich mich vor Allem dafür, dieselben nicht an im Freien stehenden Bäumen, sondern an ins Zimmer gebrachten Aesten vorzunehmen, hauptsächlich desshalb, weil es mir unmöglich schien im Freien unmassgebliche atmosphärische Feuchtigkeit von den Rinden völlig fern zu halten; und eine saubere Lösung der Rinde zu bewirken.

Anfänglich hatte ich grosse, etwa 1 Meter lange Aeste vom Baum genommen und diese in einem geräumigen Zinkschranke vor allzugrosser Verdunstung zu schützen gesucht. Es zeigte sich aber bald, dass auf diese Weise dennoch eine continuirliche

---

\*) In allen folgenden Angaben über die Grösse der Spannung bedeutet die angegebene Zahl einfach die in Millimetern ausgedrückte Weite des Klaffens. Es hat keine procentische Umrechnung stattgefunden.

Abnahme des Rindenwassers stattfand (vgl. Tabelle III A b). Um diesem Uebelstand abzuhelpfen, mussten die kürzeren abgesägten Aststücke unter mit Wasser gesperrten dem Volum der Aeste möglichst angepassten Glasglocken gehalten werden.

Bis ich zu den gesuchten Resultaten kam zeigte sich aber noch ein anderes störendes Moment. Da die Versuche im Winter gemacht wurden, erlitten die aus dem Freien genommenen in's Zimmer versetzten Aeste eine sehr beträchtliche Temperaturveränderung. Die Temperaturerhöhung — um eine solche handelte es sich ja — hatte einen oder mehrere Tage hindurch eine fortwährende Vermehrung des Rindenwassers zur Folge. Wie sich nachträglich ergab bewirkt Temperaturerhöhung Austritt des Wassers aus dem Holze in die Rinde. Tabelle III A c giebt ein Beispiel, wie in solchen ins Zimmer gebrachten Aesten in der Rinde eine successive Erhöhung des Gehaltes an Wasser erfolgte.

Erst nach diesen Vorversuchen und Erfahrungen war es möglich die entscheidenden Versuche anzustellen. Dies geschah in folgender Weise.

Von den Versuchsbäumen wurden Aeste im Grossen, 1 bis mehrere Meter lang, abgenommen, und 1 bis mehrere Tage im Ganzen in dem Raume, in welchem sie zu Versuchen benutzt werden sollten, aufbewahrt. Es sollte auf diese Weise zunächst ein Gleichgewichtszustand zwischen Holz- und Rindenwasser hergestellt worden.

Darauf wurden die Aeste in 1—2 Decimeter grosse Stücke zerlegt und diese, in Glasschalen stehend, unter Glasglocken gebracht, die unten mit Wasser oder feuchtem Sand gesperrt waren. Die Glasglocken wurden so gewählt, dass ihr Volum das der Stücke nicht allzusehr übertraf. Unter diesen Glocken verloren die Aeste nur geringe, das Resultat nicht beeinflussende Wassermengen.

Gewöhnlich wurde eine grössere Anzahl Aeste, unter 2 oder 3 Glocken benutzt. Die numerirten Aeste wurden öfter vor dem Versuche (zusammen) gewogen, darauf von jedem Ast ein Rindenring gelöst, seine Spannung und endlich durch Trocknen desselben der Wassergehalt festgestellt.

Die Resultate sind in der Tabelle III B mitgetheilt.

Mit der Veränderung der Rindenspannung während des Tages geht eine Veränderung des Wassergehaltes der Rinde gleichlaufend einher; der höheren Spannung entspricht ein höherer Wassergehalt der Rinde. Die folgenden Blätter werden zeigen, dass der erhöhte Wassergehalt die Ursache der höheren Spannung ist.

Obwohl ich den Gang des Wassergehaltes nicht wie die Spannung von Stunde zu Stunde Tag und Nacht verfolgt habe, so scheint es mir doch zweifellos zu sein,

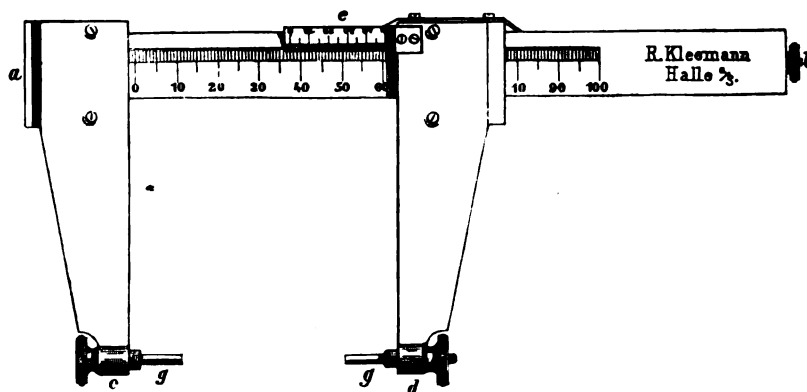
dass der Gang des Wassergehaltes der Rinde dem täglichen Gang der Spannung genau conform ist. D. h. die Baumrinde zeigt ein tägliches Maximum des Wassergehaltes, das in die Stunden gegen Sonnenaufgang fällt, und ein tägliches Minimum gegen Sonnenuntergang hin. Zwischen Minimum und Maximum findet ein mähliches Ansteigen bezw. Abfallen des Wassergehaltes statt, ohne Zweifel mit Hervortreten der kleineren Hebung und Senkung.

## II. Periodische Dickenänderung der Baumstämme.

Da die Rinde mit der Vermehrung des Wassergehaltes nicht länger, sondern kürzer wird (grössere Verkürzung zeigte), so lag die Annahme nahe, dass mit der Spannungs- und Wassergehaltsänderung eine Dickenänderung eintreten müsse. Das mit der Erhöhung der Spannung in die Rinde eintretende Wasser muss eine radiale Schwellung, ein Dickerwerden der Rinde und damit eine Verdickung des Stammes hervorbringen.

Genau Dickenmessungen an lebenden Baumstämmen haben in der That diese Annahme gerechtfertigt. Es hat sich in der That ergeben, dass der Durchmesser der Baumstämme mit den Tageszeiten wechselt. Dem Spannungs- und Wassergehaltgange entsprechend fällt der Durchmesser von Morgens bis Nachmittags, um gegen Abend wieder zu steigen und ein nächtliches Maximum zu erreichen.

Das Instrument, dessen ich mich zur Feststellung genauer Maasse bedient habe, ist in untenstehendem Holzschnitt wiedergegeben. Dasselbe ist aus Messing gefertigt. Der Maassstab (*a b*) ist auf 100 Millimeter in halbe Millimeter getheilt



(auf dem Holzschnitt nur die Ganzen angegeben). An dem einen Ende ist ein feststehender Arm (*a c*) verschiebbar, ferner auf dem Maassstab ein Arm (*d*) angebracht, an dem zugleich ein Nonius (*e*) sich findet, dessen 49 halbe Millimeter in 50 Theile

getheilt sind. Der Abstand der beiden Spitzen (*gg*) wird auf dem Maassstab, wie man sieht, auf  $\frac{1}{100}$  Millimeter Genauigkeit abgelesen.

Mit dem Instrumente in der angegebenen Form ist es möglich, Baumstämme oder Aeste bis zu 1 Decimeter Durchmesser genau zu messen. Dies wurde zu verschiedenen Tageszeiten damit ausgeführt.

Es wurden glattrindige Bäume ausgewählt und an diesen, gewöhnlich in Brusthöhe, die zu messenden im Diameter stehenden Stellen durch Bleistiftmarken bezeichnet. Es kommt, um genaue Resultate zu erhalten, zunächst darauf an, den beweglichen Arm leicht gehend, dabei aber doch so fest zu stellen, dass er in gegebener Lage unverändert stehen bleibt. Es kommt ferner darauf an, den verschiebbaren Arm bei den aufeinander folgenden Messungen immer gleich stark an die Rinde anzudrücken. Wie mir zahlreiche hintereinanderfolgende Messungen gezeigt haben, bringt man es durch Uebung bald dahin, das richtige und immer gleiche Maass der Art zu treffen, dass die hintereinander gemachten Messungen nur um wenige Hundertstel, höchstens um  $\frac{1}{10}$  Millimeter differiren. Die Rinde nicht aller Bäume ist gleich geeignet zu genauen Messungen; zu weiche Rinden geben leicht irrthümliche Zahlen. Die ausgeführten Messungen, in Tabelle III C zusammengestellt, führen zu folgenden Schlusse:

1. Unsere Bäume zeigen während des Tages einen wechselnden Stammdurchmesser; der Durchmesser der Stämme sinkt vom frühen Morgen bis Nachmittag, um dann gegen Abend wieder zu steigen.

Die Dimensionsänderungen coincidiren unzweifelhaft mit dem Spannungsgange und dem periodischen Wassergehalt der Rinde.

2. Diese Dimensionsänderungen finden in allen Jahreszeiten statt; bei Laub- und Nadelbäumen, bei ersteren im belaubten und unbelaubten Zustand.

Von Einzelbemerkungen zu den Tabellen seien noch folgende gestattet:

Zur besseren Beurtheilung sind in einer Reihe von Beobachtungen kurze Temperatur- und Witterungsbemerkungen hinzugefügt. — In einer ganzen Beobachtungsreihe, welche durch den Frühling andauert, zeigt sich in den Dickenmessungen zugleich die Zunahme des Holzkörpers durch Cambiumtheilungen. — Die An- oder Anschwellung der Rinde scheint nicht bei allen Bäumen genau gleichzeitig, auch in verschiedener Höhe eines Stammes nicht gleichzeitig zu geschehen.

### III. Das Verhalten des Wassers zur Spannungs- und Wasserperiode der Rinde.

Nachdem im Vorhergehenden festgestellt worden, dass die Baumrinden während ihrer täglichen Spannungsperiode einen damit coincidirenden veränderlichen Wassergehalt und mit Erhöhung der Spannung und des Wassergehaltes einen variablen Dickendurchmesser zeigen, will ich nun zunächst zeigen, dass Wasserzufuhr zum Holze alle die oben genannten Erscheinungen hervorruft.

In der Tabelle III D ist unter 1 eine Anzahl Versuche zusammengestellt, welche beweisen, dass Wasserzufuhr zum Holze allein die Rindenspannung vermehrt. Dieselben wurden so angestellt, dass abgeschnittene Aeste unten auf einige Centimeter entrindet und mit dem entrindeten Ende, nachdem Astgewicht und Spannung constatirt war, bei möglichst constanter Zimmertemperatur in Wasser gestellt wurden. Zu einer Zeit, wo unter normalen Verhältnissen ihre Spannung hätte abnehmen müssen, wurde Astgewicht und Spannung wiederum gemessen. Es zeigte sich, dass die Aeste durch das Holz Wasser aufgenommen (schwerer geworden waren) und ihre Rindenspannung vermehrt hatten.

In den unter Tabelle III D 2 zusammengestellten Versuchen wird gezeigt, dass unter gleichen Verhältnissen auch der Wassergehalt der Rinde steigt.

Was in III D 1 und 2 für sich getrennt gefunden wurde, ist in Tabelle III D 3 neben einander festgestellt: Wasserzufuhr zum Holze vermehrt die Spannung und den Wassergehalt der Rinde.

Aus der Eruirung eines erhöhten Wassergehaltes der Rinde bei Vermehrung der Spannung geht schon von selbst hervor, dass jedenfalls der Rindenkörper bei den täglichen Dimensionsänderungen des Stammes die Hauptrolle spielen müsse, dass wesentlich durch Dickenzuwachs (Zunahme des radialen Rindendurchmessers) die Dimensionsänderung des Stammes verursacht wird. Wir werden später sehen, dass selbst bei Abnahme des Wassergehaltes des Holzes (III E 4) der Rindendurchmesser schwellen kann. In der Tabelle III D 4 habe ich aber zum Ueberfluss noch gezeigt, dass bei Wasserzufuhr zum Holze der Durchmesser derselben (bei lebenden Aesten) nicht geändert wird.

Endlich zeigen die in Tabelle III D 5 und 6 zusammenstellten Versuche, dass Wasseraufnahme in den Rindenringen Verkürzung und Verdickung derselben zur Folge hat.

#### IV. Einfluss der Wärme auf Spannung und Rindenwasser.

Die Erfahrungen, die ich im Anfange meiner Versuche gemacht hatte, dass ins warme Zimmer gebrachte Aeste continuirlich an Wassergehalt der Rinde zunehmen, konnten nach einiger Ueberlegung nicht anders gedeutet werden, als dass durch die Wärme Wasser aus dem Holze in die Rinde getrieben werde.

Durch sie schien ein näheres Eingehen auf den Einfluss der Wärme bei der Spannung der Rinde geboten. Von den in dieser Absicht gemachten Versuchen lege ich hier einstweilen nur einen Theil vor. Es wurden Versuche zunächst so angestellt, dass Aeste aus der niedern Wintertemperatur im Freien entnommen, an denselben die variablen Factoren vorerst festgestellt (Spannung, Rindendicke und -Wasser) und nach längerem Verweilen in höherer Temperatur die gleichen Momente untersucht wurden.

Die Tabellen, in denen die Versuche aufgeführt sind, verstehen sich ohne Weiteres von selbst. Zur näheren Erläuterung nur Folgendes: 1) die unter der Rubrik „Temperatur“ angegebenen Zahlen beziehen sich auf Celsius-Grade und sind so zu verstehen, dass die angegebene Temperatur während der ganzen dem Versuch vorhergegangenen Zeit geherrscht hat (vom vorigen Versuch abgerechnet). Da es sich um Zimmertemperaturen handelt, sind kleine (aber nur kleine) Schwankungen selbstverständlich. Grössere und länger dauernde Abweichungen sind angegeben. 2) die in den Tabellen angegebenen Astgewichte sind nur ungefähre; sie wurden auf einer Decimalwage genommen und sollen nur die Sicherheit geben, dass das Gesamtwasser während der Versuchszeit keinesfalls zugenommen hat.

Die Untersuchungsreihen sind in der angehängten Tabelle III E aufgeführt; die massgebenden Factoren theils einzeln, theils neben einander untersucht. Das Resultat derselben lautet:

1. Baumäste nehmen in höherer Temperatur an Spannung, Dicken-Durchmesser und Wassergehalt der Rinde zu.
2. Diese Veränderungen finden statt, ohne dass der Holzdiameter sich wesentlich ändert, und ohne dass das Gesamtwasser der Aeste vermehrt wird, woraus von selbst folgt, dass das in die Rinde getretene Wasser aus dem Holze stammt. — Temperaturerhöhung treibt Wasser aus dem Holze in die Rinde.

### Tabelle III.

#### A. Methode.

##### a) Prüfung der Methode.

1. *Pyrus Malus*. Frischer Ast vom fast entblätterten Baum (16. October) genommen, 4 Ctm. dick. 2 etwa 1 Ctm. breite Rindenringe zusammen genommen.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erstes Paar	3,519	1,627	53,77
Zweites Paar	3,242	1,498	53,80
			Diff. = 0,03

2. Derselbe Ast, aber je ein Rindenring.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erster Ring	2,505	1,149	54,13
Zweiter Ring	2,648	1,2195	53,94
			Diff. = 0,19

3. Derselbe Ast und Versuch wie Nr. 1.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erstes Paar	5,670	2,588	54,36
Zweites Paar	6,249	2,908	54,46
			Diff. = 0,10

4. *Pyrus communis*. Um dieselbe Zeit. Je 1 Rindenring.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erster Ring	2,048	0,920	55,08
Zweiter Ring	1,869	0,837	55,22
			Diff. = 0,18

5. *Pyrus nivalis*. 9. November. Je 1 Rindenring.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erster Ring	2,634	1,158	56,04
Zweiter Ring	2,503	1,097	56,18
Dritter Ring	2,732	1,209	55,88
Vierter Ring	2,642	1,161	56,05

6. Ast von derselben Pflanze. 9. November 1877. Je 2 Rindenringe.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erstes Paar	2,013	0,8685	56,86
Zweites Paar	2,023	0,8710	56,95
			Diff. = 0,09

7. 10. November, Ast derselben Pflanze. Je 1 Rindenring.

	Frishgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erster Ring	7,835	3,5015	55,31
Zweiter Ring	7,143	3,2065	55,12
			Diff. = 0,19

8. *Pyrus communis*. Ast von 3,5 Ctm. Durchmesser, 11. November 1878 aus dem Freien genommen. Je 1 Ring.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erster Ring	1,8305	0,5065	55,94
Zweiter Ring	2,1095	0,9275	56,03
		Diff. =	0,09

9. Derselbe Versuch.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erster Ring	2,0385	0,8905	56,31
Zweiter Ring	1,322	0,576	56,43
		Diff. =	0,12

10. Derselbe Ast, nachdem er 1 Tag im geschlossenen Raum (also bei höherer Temperatur als im Freien) verweilt hatte. Je 1 Ring.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erster Ring	2,2585	0,955	57,71
Zweiter Ring	2,0555	0,867	57,82
		Diff. =	0,11

11. *Pyrus communis*. Von Aesten, die seit mehreren Tagen im Zimmer gestanden (bei 20° Wärme, 16. November 1878). Je 1 Tag.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erster Ring	2,126	0,8985	57,64
Zweiter Ring	1,793	0,763	57,45
		Diff. =	0,19

12. Derselbe Baum. Seit 1 Tag im Zimmer (18°C). 3 Ringe hintereinander gelöst.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
Erster Ring	1,6415	0,6970	57,53
Zweiter Ring	1,9070	0,8110	57,47
Dritter Ring	1,7330	0,7340	57,65

#### b) Einfluss der Verdunstung.

4 Aeste von *Prunus domestica*, ca. 2 Decimeter lang, wurden am 10. December (1876) in einem grossen Zinkkasten theils dem Dunkel, theils dem Lichte ausgesetzt. Die Schnittflächen verdunsteten dabei aber soviel Wasser, dass die successive Lösung von Rindenringen nur eine successive Vertrocknung der Rinde zeigte.

Datum.	Stunde.	Beleuchtung.	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
10. December	9 <sup>am</sup>	Licht	24,332	9,102	62,1
	3 <sup>pm</sup>	Licht	29,461	12,250	59,5
11. "	7 <sup>am</sup>	Dunkel	27,476	11,271	59,98
	1 <sup>pm</sup>	Licht	29,617	12,428	58,1
	5 <sup>pm</sup>	Dunkel	21,132	8,967	57,6
12. "	7 <sup>30 am</sup>	Licht	.	.	57,18
	5 <sup>pm</sup>	Dunkel	.	.	56,53



c) Einfluss der Wärme.

1. *Pyrus communis*. Abgeschnittene mehrere Decimeter lange Aeste, aus dem Freien (6. Januar 1877) ins Zimmer gebracht und hier gehalten, zeigen (Rindenringe) folgende Wassergehalte der Rinde:

Datum.	Stunde.	Wassergeh.
6. Januar	6 <sup>30 am</sup>	58,31
	3 <sup>p</sup>	58,76
7. „	7 <sup>am</sup>	58,84
	3 <sup>p</sup>	59,30
8. „	8 <sup>am</sup>	59,50
	3 <sup>p</sup>	59,20
9. „	8 <sup>a</sup>	59,30
	3 <sup>p</sup>	59,30
10. „	8 <sup>a</sup>	59,60.

2. *Pyrus communis*. Ein gleicher Versuch.

Datum.	Stunde.	Wassergeh.
17. December 1876	7 <sup>am</sup>	54,96
	3 <sup>p</sup>	55,48
18. „	6 <sup>30 am</sup>	55,62
	3 <sup>p</sup>	56,32
19. „	7 <sup>am</sup>	56,31
	2 <sup>30 p</sup>	56,40

B. Periodicität des Wassergehaltes.

Versuch 1.

I. Spannungen.

Datum.	Nummern der Aeste.											Temperatur.	
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.		
5. Febr.	7 <sup>a</sup>	3,0	.	2,0	2,3	2,7	2,8	2,7	1,8	.	2,2	2,3	Allmählig ansteigende Temperatur.
	5 <sup>p</sup>	2,3	2,3	1,0	1,0	2,0	2,0	1,9	1,5	2,8	2,0	2,0	
6. Febr.	7 <sup>a</sup>	.	2,0	0,8	1,3	2,3	1,8	1,8	.	2,8	2,3	1,8	7 <sup>a</sup> 15 <sup>0</sup> und steigt auf 25 <sup>0</sup> bis 3 Uhr.
	3 <sup>p</sup>	2,0	2,2	1,0	1,8	1,6	.	2,1	.	2,5	2,0	2,0	
7. Febr.	8 <sup>a</sup>	2,2	.	1,2	.	1,8	2,3	2,8	.	3,0	2,8	1,0	Gewöhnliche Zimmertemperatur.
	2 <sup>p</sup>	1,9	.	1,0	.	1,5	1,8	2,0	1,0	2,0	1,0	.	
8. Febr.	8 <sup>a</sup>	1,8	.	0,6	.	1,8	1,7	1,0	0,9	.	1,3	.	Die Aeste früh nach 8 Uhr in Wasser gestellt, daher rührt die Steigung der Spannung und des Wassergehaltes.
	2 <sup>p</sup>	2,0	.	1,8	.	1,8	2,0	2,0	.	.	2,2	.	

II. Wassergehalt.

Datum.	Zeit.	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.	Bemerkungen.
5. Febr.	7 <sup>a</sup>	60,552	22,073	63,55	Das Steigen des Wassergehalts ist Wärmewirkung.
	5 <sup>p</sup>	61,654	22,579	63,38	
6. Febr.	7 <sup>a</sup>	66,038	24,118	63,5	
	3 <sup>p</sup>	60,550	21,773	64,1	
7. Febr.	8 <sup>a</sup>	53,281	19,316	63,8	
	2 <sup>p</sup>	47,845	17,420	63,6	
8. Febr.	8 <sup>a</sup>	50,806	18,544	63,5	
	2 <sup>p</sup>	54,619	19,688	64,0	

Versuch 2.

I. Spannungen.

Zeit.	Astnummern.								Mittel.	
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.		
1877.										
15. Januar	9 <sup>min</sup>	4,7	5,3	3,5	4,5	5,0	3,9	4,0	4,0	4,36
	11 <sup>16a</sup>	4,3	4,3	3,3	3,5	4,0	2,5	3,5	3,8	3,65
16. Januar	8 <sup>a</sup>	5,3	5,3	4,0	4,8	5,4	4,0	3,8	4,0	4,57

II. Wassergehalt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wasserg.
9 <sup>a</sup>	24,792	9,718	60,8
11 <sup>16a</sup>	21,523	8,470	60,6
8 <sup>a</sup>	25,041	9,765	61,0

Versuch 3.

I. Spannungen.

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
17. Januar	8 <sup>a</sup>	5,0	4,8	4,0	3,3	—	5,0
	10 <sup>a</sup>	4,8	4,8	3,0	—	4,8	3,8

II. Wassergehalt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wasserg.
8 <sup>a</sup>	22,566	8,804	61,0
10 <sup>a</sup>	21,834	8,578	60,7

Versuch 4.

I. Spannungen.

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	Mittel.
24. Januar	8 <sup>a</sup>	4,3	4,7	5,0	3,5	4,0	4,0	3,0	2,8	3,91
	12 <sup>m</sup>	3,6	3,8	4,0	2,8	3,3	3,5	3,0	2,8	3,35

II. Wassergehalt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
	27,784	10,865	60,1
	28,107	11,270	59,9

Versuch 5. Aeste am 9. Januar 1877 zerlegt. 13 Aeste dienten zur Wasserbestimmung, von 5 Aesten wurde die Spannung gemessen.

		I.	II.	III.	IV.	V.	Mittel.
11. Januar	8 <sup>a</sup>	5,7	5,7	4,9	4,6	4,2	5,03
	11 <sup>a</sup>	5,0	5,0	4,2	4,0	3,8	4,5

Umfang der Aeste: 198,0 202,3 202,2 171,5 153,5.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
8 <sup>a</sup>	41,985	16,536	60,7
11 <sup>a</sup>	37,794	15,652	58,6

Versuch 6. Die Aeste des vorigen Versuchs. Am folgenden Tage.

I. Spannungen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
9 <sup>a</sup>	7,0	6,0	6,2	.	5,0
11 <sup>a</sup>	6,0	5,0	5,6	4,8	4,0
3 <sup>p</sup>	5,0	.	5,2	4,2	3,5

II. Wassergehalt.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergeh.
9 <sup>a</sup>	41,036	16,839	59,0
11 <sup>a</sup>	37,789	16,483	58,6
3 <sup>p</sup>	40,352	16,727	58,6

C. Periodicität der Dickenänderung der Rinden.

1. *Prunus insititia* L.

Datum.	Stunde	Durchmesser.		
23. März 1877	11 <sup>a</sup>	53,15	} Die Temperatur hält sich an diesen Tagen zwischen ca. 3 <sup>o</sup> C früh und ca. 12 <sup>o</sup> C um Mittag. 1 Frosttag.	
	6 <sup>p</sup>	53,30		
29. März	12 <sup>m</sup>	53,24		
30. März	6 <sup>a</sup>	53,30		
	1 <sup>30 p</sup>	53,30		
31. März	6 <sup>a</sup>	53,58		
	12 <sup>m</sup>	53,19		
	6 <sup>p</sup>	53,40		
1. April	7 <sup>a</sup>	53,50		} 5 <sup>o</sup> C. — Eben Tag.
	3 <sup>p</sup>	53,23		
2. April	6 <sup>a</sup>	53,30	} Sonne; 10 <sup>o</sup> .	
	12 <sup>m</sup>	52,80		
	3 <sup>p</sup>	52,91		
	6 <sup>30 p</sup>	52,92	6,5 <sup>o</sup> — der Abend kommt.	

Datum.	Stunde.	Durchmesser.	
3. April	6 <sup>a</sup>	53.35	0 <sup>0</sup> — Sonnenschein.
	9 <sup>a</sup>	53,05	8 <sup>0</sup> — Sonnenschein.
	12 <sup>30m</sup>	53,00	14 <sup>0</sup> Stamm von der Sonne getroffen.
6. April	6 <sup>a</sup>	53.11	6 <sup>0</sup> ; die Sonne erscheint.
	9 <sup>a</sup>	53,08	12 <sup>0</sup> ; sonnig.
	3 <sup>p</sup>	53.00	16,5 <sup>0</sup> , sonnig.
	7 <sup>p</sup>	53.30	11,5 <sup>0</sup> , starke Dämmerung.
7. April	7 <sup>a</sup>	52.92	9 <sup>0</sup> } 15 <sup>0</sup> } Sonnenschein.
	11 <sup>a</sup>	52,81	

## 2. Ein gleicher Baum.

Datum.	Stunde.	Durchm.	Bemerkungen.
23. März	11 <sup>a</sup>	69.90	Die Temperaturverhältnisse wie im vorhergehenden Versuche.
	6 <sup>p</sup>	69.00	
29. März	12 <sup>m</sup>	69.85	
30. März	6 <sup>a</sup>	69.92	
	1 <sup>30p</sup>	69.92	
	5 <sup>30p</sup>	70.15	
31. März	6 <sup>a</sup>	70.16	
	12 <sup>m</sup>	69.75	
	6 <sup>p</sup>	69.92	
1. April	7 <sup>a</sup>	69.95	
	3 <sup>p</sup>	69.72	
2. April	6 <sup>a</sup>	69.90	
	12 <sup>m</sup>	69.59	
	3 <sup>p</sup>	69.66	
3. April	6 <sup>a</sup>	69.79	
	6 <sup>a</sup>	70.05	
	9 <sup>a</sup>	70.00	
6. April	12 <sup>30p</sup>	69.86	
	6 <sup>a</sup>	70.05	
	9 <sup>a</sup>	69.75	
7. April	3 <sup>p</sup>	69.66	
	7 <sup>p</sup>	69.82	
	7 <sup>a</sup>	70.10	
	2 <sup>p</sup>	69,68	

## 3. *Pyrus communis* L.

Der Durchmesser wurde an 2 Stellen des Stammes gleichzeitig genommen: I lag wie gewöhnlich in Brusthöhe, II ungefähr 2 Decimeter tiefer.

Datum.	Stunde.	Durchmesser.	
		I.	II.
30. März	6 <sup>a</sup>	49,95	51,05
	1 <sup>30p</sup>	49.91	50,95
	5 <sup>30p</sup>	50.04	51,05

Datum.	Stunde.	Durchmesser.	
		I.	II.
31. März	6 <sup>a</sup>	50,11	51,12
	12 <sup>m</sup>	49,77	50,83
	6 <sup>p</sup>	49,87	50,96
1. April	7 <sup>a</sup>	50,25	51,00
	3 <sup>p</sup>	49,60	50,95
2. April	6 <sup>a</sup>	49,62	50,90
	12 <sup>m</sup>	49,26	50,56
	3 <sup>p</sup>	.	50,92
3. April	6 <sup>30p</sup>	49,50	51,05
	6 <sup>a</sup>	49,50	51,02
	9 <sup>a</sup>	49,27	50,97
	12 <sup>30p</sup>	48,90	50,57
6. April	6 <sup>a</sup>	49,27	50,75
	9 <sup>a</sup>	49,15	50,60
	3 <sup>p</sup>	49,00	50,60
	7 <sup>p</sup>	49,38	50,85
7. April	7 <sup>a</sup>	49,10	50,80
	11 <sup>a</sup>	.	50,70
	2 <sup>p</sup>	48,80	50,40

#### 4. *Pyrus communis* L.

Datum.	Datum.	Durchmesser.
31. März 1877	6 <sup>a</sup>	58,75
	12 <sup>m</sup>	58,34
	6 <sup>p</sup>	58,42
1. April	7 <sup>a</sup>	58,40
	3 <sup>p</sup>	58,36
2. April	12 <sup>m</sup>	58,10
	3 <sup>p</sup>	58,10
	6 <sup>30p</sup>	58,23
3. April	6 <sup>a</sup>	58,15
	9 <sup>a</sup>	58,17
	12 <sup>30p</sup>	57,73
6. April	6 <sup>a</sup>	58,06
	9 <sup>a</sup>	57,90
	3 <sup>p</sup>	57,75
	7 <sup>p</sup>	58,04
7. April	7 <sup>a</sup>	57,97
	2 <sup>a</sup>	57,65

#### 5. Ein gleicher Baum.

Die Knospen des Baumes fingen eben zu treiben an. Die Messungen geschahen an drei verschiedenen Stellen (I, II, III), die je ungefähr zwei Decimeter von einander entfernt waren.

Datum.	Stunde.	Durchmesser.		
		I.	II.	III.
2. April 1877	6 <sup>a</sup>	42,80	47,92	52,33
	12 <sup>m</sup>	42,55	47,50	52,21
	3 <sup>p</sup>	42,65	47,68	52,23
	6 <sup>30p</sup>	42,85	47,92	52,29
3. April	6 <sup>a</sup>	42,92	48,00	52,45
	9 <sup>a</sup>	42,96	47,91	52,37
	12 <sup>30p</sup>	42,86	47,75	52,21
6. April	6 <sup>a</sup>	42,92	47,94	52,44
	9 <sup>a</sup>	42,75	47,73	52,08
	3 <sup>p</sup>	42,60	47,71	52,00
	7 <sup>p</sup>	42,81	47,92	52,34
7. April	7 <sup>a</sup>	42,89	48,00	52,40
	11 <sup>a</sup>	42,69	47,90	52,00
	2 <sup>p</sup>	42,43	47,85	.

### 6. Derselbe Baum

wie in Nr. 5 wurde, belaubt, im August, an denselben Maassstellen wieder beobachtet. Es hat indess selbstverständlich ein entsprechendes Dickenwachsthum stattgefunden.

Datum.	Stunde.	Durchmesser.		
		I.	II.	III.
24. August 1877	5 <sup>30a</sup>	49,58	54,91	58,32
	9 <sup>30a</sup>	49,40	54,31	58,13
	12 <sup>m</sup>	49,31	54,50	57,82
	3 <sup>p</sup>	49,15	54,50	57,70
	6 <sup>p</sup>	49,67	54,50	57,82
	7 <sup>p</sup>	49,67	.	57,82
	25. August	5 <sup>a</sup>	49,88	55,25
7 <sup>a</sup>		49,73	54,92	58,30
9 <sup>a</sup>		49,50	54,82	58,00
2 <sup>p</sup>		49,08	54,80	57,66
6 <sup>p</sup>		49,82	54,80	57,90
27. August	5 <sup>a</sup>	49,90	54,96	58,20
	10 <sup>a</sup>	49,38	54,75	58,00

7. Beobachtungen an verschiedenen Baumarten  
angestellt im Halle'schen botanischen Garten, Frühling bis Herbst 1877—1878.

Datum.	Stunde.	Temperatur.	<i>Betula papyracea</i> Ait.	<i>Quercus imbricaria</i> W.	<i>Pinus Strobus</i> L.	<i>Robinia Pseud-Acacia</i> L.	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	<i>Acer Pseudoplatanus</i> L.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Bemerkungen.
1877.		° Reaum.								
9. April	5 <sup>p</sup>	.	64,00	35,50	26,00	38,25	39,54	.	.	
	1/2 7 <sup>p</sup>	.	64,00	35,50	26,37	38,35	39,65	60,70	44,65	
	7 <sup>p</sup>	.	64,08	.	.	.	.	.	.	
10. April	5 <sup>a</sup>	+ 7,5	64,20	35,60	26,75	38,50	39,75	61,10	44,75	
	8 <sup>a</sup>	+ 11,7	64,10	35,40	26,55	38,40	39,65	60,75	44,60	
	1/2 12 <sup>a</sup>	+ 17,0	63,90	35,34	26,30	38,34	39,57	60,56	44,55	
	3 <sup>p</sup>	+ 20,0	63,87	35,34	26,25	38,20	39,58	60,60	44,45	
	6 <sup>p</sup>	+ 15,0	63,85	35,30	26,45	38,35	39,64	60,70	44,52	
11. April	5 <sup>a</sup>	+ 8,0	64,12	35,41	26,68	38,46	39,91	61,09	44,77	
	1/4 9 <sup>a</sup>	+ 13,0	63,90	35,46	26,40	38,32	39,70	60,76	44,65	Sonnenschein.
	3/4 1 <sup>p</sup>	+ 15,0	63,86	35,40	26,40	38,38	39,60	60,70	44,71	bedeckter Himmel.
	4 <sup>p</sup>	.	63,90	.	.	.	.	.	.	Regen.
	5 <sup>p</sup>	+ 8,7	64,09	35,59	26,74	38,42	39,78	60,75	44,83	nach Regen alle Stämme nass.
12. April	5 1/2 <sup>a</sup>	+ 6,0	63,94	35,57	26,69	38,59	39,88	60,92	44,74	
	1/4 10 <sup>a</sup>	+ 6,0	63,92	35,61	26,50	38,50	39,67	60,92	44,71	bedeckter Himmel.
	4 <sup>p</sup>	+ 7,3	63,84	35,59	26,43	.	39,69	60,77	44,71	bedeckter Himmel.
13. April	3 <sup>p</sup>	+ 10,0	63,74	35,50	26,46	38,38	39,70	60,68	44,54	
	7 <sup>p</sup>	+ 5,0	63,94	35,50	26,60	38,44	39,73	.	.	
14. April	7 <sup>a</sup>	+ 4,5	63,86	35,58	26,66	38,50	39,80	60,81	44,59	Himmel bedeckt.
15. April	7 <sup>a</sup>	+ 1,5	63,85	35,50	26,66	38,46	39,78	60,77	44,75	
	12 <sup>m</sup>	+ 7,0	63,81	.	.	38,42	39,61	60,76	44,36	
17. April	11 <sup>a</sup>	.	63,70	35,50	26,54	38,43	39,69	.	.	
18. April	7 <sup>a</sup>	+ 1,0	63,90	35,59	26,64	38,30	39,71	60,83	44,54	
19. April	7 <sup>a</sup>	+ 0,5	64,09	35,60	26,79	38,32	39,75	60,86	44,75	
25. April	7 <sup>a</sup>	+ 2,5	63,87	35,72	26,70	38,42	39,82	60,79	44,71	
	4 <sup>p</sup>	.	63,65	.	.	.	.	.	.	
28. April	3/4 11 <sup>a</sup>	+ 10,5	63,81	35,50	26,65	38,45	39,75	60,60	44,70	Himmel heiter.
5. Mai	9 <sup>a</sup>	+ 8,0	63,75	35,65	26,73	38,33	39,65	60,58	44,67	Himmel heiter.
7. Mai	6 1/2 <sup>a</sup>	+ 3,5	63,86	35,78	26,90	38,55	39,84	60,63	44,75	Himmel heiter.
22. Mai	12 <sup>m</sup>	.	64,37	36,43	28,71	39,23	40,35	.	.	Himmel heiter.
23. Mai	4 <sup>a</sup>	.	64,30	36,38	.	.	.	.	.	
18. Juni	6 <sup>p</sup>	+ 20,0	67,65	37,90	31,80	40,65	40,50	.	.	Himmel heiter.
19. Juni	6 <sup>a</sup>	+ 13,0	67,76	38,05	31,80	40,78	41,00	.	.	
	12 1/2 <sup>m</sup>	+ 25,0	67,58	37,85	31,85	40,40	40,50	.	.	
20. Juni	6 <sup>a</sup>	+ 14,0	67,83	.	.	40,65	40,75	.	.	
	1 <sup>p</sup>	+ 21,0	67,65	.	.	40,40	40,55	.	.	
22. Juni	6 <sup>a</sup>	+ 13,0	67,80	.	.	40,90	40,50	.	.	Trübe; feiner Regen.

Datum. 1878.	Stunde.	Temperatur. o Reaum.	<i>Betula pa- pyracea</i> Ait.	<i>Betula alba</i> L.	<i>Juglans cinerea</i> L.
14. October	12 <sup>m</sup>	+ 10,0	83,84	90,07	56,20
	4 <sup>30 p</sup>	8,0	83,78	90,05	56,24
15. „	6 <sup>a</sup>	6,5	83,91	90,11	56,28

## D. Einfluss des Wassers.

### 1. Wasserzufuhr zum Holz vermehrt die Rindenspannung.

I. Aeste von *Pyrus communis*, unten entrindet, mit dem entrindeten Holz in Wasser tauchend. Zimmertemperatur von grosser Constanz, kaum um 1° während des Versuchs schwankend.

Datum.	Stunde.	Astgewicht.	Zunahme.	Spannung.	Zunahme.
1. 1. Februar 1877	8 <sup>a</sup>	109,410		1,8	
	2 <sup>p</sup>	113,780	4,370	2,3	0,5
2. 1. Februar	8 <sup>a</sup>	55,932		1,8	
	2 <sup>p</sup>	59,530	3,598	2,1	0,3
3. 2. Februar	8 <sup>a</sup>	56,404		1,8	
	2 <sup>p</sup>	57,778	1,374	2,0	0,2
4. 2. Februar	8 <sup>a</sup>	108,820		2,2	
	2 <sup>p</sup>	111,660	2,840	2,6	0,4
5. 1. Februar	8 <sup>a</sup>	109,410		1,8	
	2 <sup>p</sup>	113,780	4,370	2,3	0,5

II. Aeste von *Pyrus Malus* (29. Nov. 1878), seit einem Tage im Zimmer, werden mit (auf 5 Ctm.) entrindetem Ende in Wasser von 21,5 (Temperatur des Raumes) gestellt.

	Versuchszeit.	Wassertemperatur.	Astgewicht.	Spannung.
30. Nov.	10 <sup>a</sup>	21,5	180,5	3,0
	3 <sup>30 p</sup>	23,5	184,0	3,5
	7 <sup>a</sup>	20,5	185,0	3,7

III. Ast desselben Baumes, gleich behandelt, auf 6 Ctm. entrindet.

30. Nov.	10 <sup>a</sup>	21,5	170,0	3,3
	3 <sup>30 p</sup>	23,5	172,0	3,5
	7 <sup>a</sup>	20,5	173,0	3,7

IV. Gleichfalls, seit einem Tag in kühlem Raum (12—15°). Auf 4 Ctm. entrindet.

	10 <sup>15 a</sup>	11,8	76,0	2,8
	3 <sup>30 p</sup>	12,5	77,0	3,0



V. 2 Aeste des gleichen Baumes, mehrere Tage im kühlen Raum aufbewahrt.

			a	b	a	b
30. Nov.	8 <sup>a</sup>	7,3 <sup>0</sup>	130,0	110,5	3,0	2,6
	3 <sup>p</sup>	8,0	133,0	114,0	3,2	2,8

VI. Ein Ast von demselben Baum. 3. Decbr.

	11 <sup>45a</sup>	19,0	58,0	2,5
	7 <sup>45a</sup>	18,0	61,0	3,0

VII. Frischer Ast von *Caragana arborescens*. Es wird (3. November 1877) eine dünne Scheibe entnommen, diese sauber entrindet, der Durchmesser genommen und das Gewicht bestimmt. Dieselbe liegt darnach frei in der Zimmerluft und wird nachträglich wieder gemessen und gewogen.

1. Scheibe 9 Millimeter dick.

	Gewicht.	Durchmesser.
7 <sup>30am</sup>	7,8415	37,77
3 <sup>pm</sup>	7,656	37,60

2. Scheibe 7 Millimeter dick.

7 <sup>30a</sup>	5,720	37,23
3 <sup>p</sup>	5,540	36,68

## 2. Wasserzufuhr zum Holz vermehrt den Wassergehalt der Rinde.

*Pyrus communis*. Versuchsmodus wie vorher. Rindenringe zur Wasserbestimmung selbstverständlich von derselben Stelle.

Datum.	Versuchsdauer.	Zunahme des Astgew.	Wassergeh. der Rinde.	Zunahme.
I. 10.—11. Febr.	4 <sup>p</sup> —7 <sup>a</sup>	74 Gramm	55,9	1,2
			57,1	
II. 9.—10. Febr.	2 <sup>3/4</sup> <sup>p</sup> —8 <sup>a</sup>	7 Gramm	63,1	1,3
			64,4	
10. Febr.	8 <sup>a</sup> —4 <sup>p</sup>	2 Gramm	64,6	0,2
III. 3. Febr.	8 <sup>a</sup> —2 <sup>p</sup>	9 Gramm	60,0	0,8
			61,8	
IV. 9.—10. Febr.	2 <sup>3/4</sup> <sup>p</sup> —8 <sup>a</sup>	7 Gramm	63,1	1,3
			64,4	
10. Febr.	8 <sup>a</sup> —4 <sup>p</sup>	3 Gramm	64,6	0,2

## 3. Wasserzufuhr zum Holze vermehrt Spannung und Rindenwasser.

1. *Pyrus communis* L.

Ein Aststück aus einem grösseren seit mehreren Tagen vom Baum genommenen Aste, der seither in kaltem Raume aufbewahrt worden. Versuche wie vorher.

Datum.	Stunde.	Spannung.	Gewicht des Astes.	Rindenwasser.	Zunahme.
24. October	7 <sup>1/2</sup> <sup>a</sup>	2.8	140.5	55.2	3.9
bis 25. October	8 <sup>a</sup>	3.0	144.0	59.1	

2. *Pyrus Malus L.*

Ein ähnlicher Ast.

	8 <sup>a</sup>	.	305,0	50.98	3.39
26. October	11 <sup>a</sup>	.	312.5	54.37	

3. Dieselbe Pflanze. Ebenso.

26. October	3 <sup>30p</sup>	2,5	201.0	49.2	6,1
bis 27. October	7 <sup>a</sup>	3.8	213.0	55.3	

4. Dieselbe Pflanze. Dünner Ast.

29. October	11 <sup>1/2</sup> <sup>a</sup>	2,0	122.5	47,4	8,7
bis 30. October	8 <sup>a</sup>	3.8	135.0	56.1	

5. *Pyrus communis L.*

10—15 Ctm. starke Aeste (9) — Spannung aus allen berechnet. Von jedem 1 Ring zur Wasserbestimmung genommen. — In der Nacht vom 3. auf 4. Februar lagen die Aeste frei im Zimmer und hatten 37 Gramm an Gewicht verloren!

3. Februar	8 <sup>a</sup>	1,7	1704	61.0	0,8
	2 <sup>p</sup>	2,1	1715	61,8	
4. Februar	8 <sup>a</sup>	1,5	1678	61.1	— 0,7
	1 <sup>p</sup>	2.1	1694	61,7	0,6

6. *Pyrus communis L.*

15 Aeste fast alle gleich stark (3 Ctm. dick); seit 4 Tagen im Ganzen im Zimmer; vor dem Versuche zu Stücken zerlegt. — Spannung das Mittel aus Allen.

10. Februar	7 <sup>a</sup>	1,46	2245	53.7	2,2
	1877	4 <sup>p</sup>	1,73	2360	
11. Februar	7 <sup>a</sup>	.	2434	57,1	1,2

7. *Pyrus Malus L.*

Ein Ast aus dem Freien genommen und in Temperatur von ca. 18° gebracht. In Wasser stehend.

Datum.	Stunde.	Spannung.	Astgewicht.	Durchm. der Aeste.
3. December	11 <sup>45a</sup>	2,5	58,0	21,90
4. December	7 <sup>45a</sup>	3.0	61.0	21,93

4. Wasserzufuhr vermehrt nicht den Holz- — aber den Rindendurchmesser.

1. Ein Ast von *Pyrus communis*, der, seit 8 Tagen im Zimmer, beträchtlich ausgetrocknet war und eine faltig gewordene Rinde, deren Ringe sich sehr schwer

abnehmen liessen, bekommen hatte. Entrindet in Wasser gelegt. Astgewicht anfänglich 72,953 Grm. Holzumfang 86 Mill. — Zimmertemperatur.

Datum.	Stunde.	Astgewicht.	Wasserzunahme.	Holzumfang.
11. Februar	9 <sup>a</sup>	72,953		
	7 <sup>p</sup>	85,600	11,647	86,0
12. Februar	7 <sup>a</sup>	87,150	2,550	86,0
	9 <sup>p</sup>	88,490	1,340	86,0
13. Februar	8 <sup>a</sup>	88,940	0,450	86,0
	7 <sup>p</sup>	89,170	0,230	86,0
14. Februar	8 <sup>a</sup>	89,880	0,510	86,0

2. Frische Aeste von *Pyrus communis*, auf 2—3 Centimeter unten ihrer Rinde beraubt, mit dem Holz in Wasser tauchend, unter Glocken. Eine markirte Stelle der Rinde und des Holzes gemessen; Zahlen aus 3 (wenig differenten) Messungen des Mittel.

Datum.	Stunde.	Holzdrehm.	Rindendrehm.	Astgewicht.	Spanng.
I. 18. Octob. 1877	8 <sup>10a</sup>	37,35	0,84		
	10 <sup>10</sup>	37,35	1,35		
II. 19. Octob.	10 <sup>20a</sup>	33,31	0,99	219	
	bis 20. Octob.	8 <sup>a</sup>	33,24	1,00	228
III. 20—21. Octob.	8 <sup>a</sup>	37,40	0,53	211	
	8 <sup>a</sup>	37,37	0,77	216	
IV. 21. Octob.	8 <sup>a</sup>	35,41	1,87	191,0	1,6
	12 <sup>1/2</sup> <sup>p</sup>	35,41	1,98	193,5	2,8
	22. Octob.	8 <sup>a</sup>	35,41	2,03	195,0
V. 22. Octob.	8 <sup>a</sup>	32,55	2,33	200,7	2,8
	4 <sup>p</sup>	32,50	2,41	204,0	4,2

3. Ein etwa 2 Decimeter langes Aststück von *Pinus Strobus*, seit 4. Decbr. 1878 im Zimmer unter Glocke, am 2. Januar 1879 zum Versuch benutzt. Das Holz enthielt an diesem Tage 55,41 % Wasser. Durchmesser des Holzes an einer entrindeten Stelle genommen. In toto in Wasser von Zimmertemperatur (11°).

Datum.	Stunde.	Astgewicht.	Langer	Kurzer Holzdrehm.
2. Januar	11 <sup>a</sup>	90,00	38,285	36,36
	3 <sup>p</sup>	95,00	38,29	36,31
4. Januar	7 <sup>30a</sup>	102,0	38,29	36,28
5. Januar	10 <sup>a</sup>	105,0	38,25	36,28
4. März	10 <sup>a</sup>		38,12	36,0

4. Frischer Ast von *Prunus domestica* aus dem Freien, unten entrindet und in Wasser tauchend (13° C) — H = Holzdurchmesser. H + R = Durchmesser von Holz und Rinde d. h. des ganzen Astes.

Datum.		H.	H + R.
1. März	8 <sup>a</sup>	24,5	27,58
	9 <sup>a</sup>	24,50	27,75
	10 <sup>a</sup>	24,50	27,90
	11 <sup>a</sup>	24,50	27,92
	3 <sup>p</sup>	24,50	28,00
2. März	12 <sup>m</sup>	24,50	28,33
3. März	8 <sup>a</sup>	24,50	28,22

5. Ein Ast derselben Pflanze, gleich behandelt, jedoch nur H genommen.

1. April	9 <sup>a</sup>	28,625
	11 <sup>a</sup>	28,64
	3 <sup>p</sup>	28,62
2. April	12 <sup>m</sup>	28,58

6. Ein frischer Ast von *Pyrus communis*, abgeschält, und in Wasser von Zimmertemperatur gebracht. Der Ast ist nicht ganz cylindrisch, D = grosser, d = kleiner Diameter.

Datum	D	d	Astgewicht
21. October			
8 <sup>a</sup>	42,33	38,44	29,260
23. October			
8 <sup>a</sup>	42,32	38,32	29,920
1. November			
8 <sup>a</sup>	42,33	38,28	31,890

### 5. Wasseraufnahme vermehrt die Spannung des Rindenringes.

Versuche mit Aesten von *Pyrus communis*. — Die frischgelösten Rindenringe zunächst auf die Grösse des Klaffens (Spannung) untersucht, dann in Wasser von Zimmertemperatur (15—18°) gebracht und zur Feststellung der Spannung wieder an ihre Lösungsstelle angelegt.

I. Ein Ast der seit einem Tage mit seinem untern Ende in Wasser gestanden, oben bereits feucht geworden; die Rinde ist wasserreich und platzt beim Einschneiden kräftig auseinander.

Dauer des Versuchs.	Ursprüngl. Spannung.	Spannung n. d. Versuch.	Differenz!
8 <sup>28</sup> —9 <sup>58</sup>	2,3 <sup>mm</sup>	3,6 <sup>mm</sup>	1,2
9 <sup>58</sup> —4 <sup>p</sup>	3,6	4,0	0,4

II. Ein Ast, der mehrere Tage frei im Zimmer lag, 15 Ctm. lang, 3 Ctm. dick.

Versuchsdauer.	Anfängl. Gew.	Erlangtes Gew.	Anfängl. Spanng.	Erlangte Spanng.
8 <sup>34a</sup> —10 <sup>a</sup>	1,648	2,162	0	2,7
10 <sup>a</sup> —4 <sup>p</sup>	2,162	2,322	2,7	3,3

III. Ein  $\frac{1}{2}$  Decimeter langer Ast.

Versuchsdauer.	Anfängl. Gewicht.	Erlangtes Gewicht.	Anfängl. Spannung.	Erl. Spannung.
8 <sup>42</sup> —8 <sup>60</sup>	1,936	2,010	2,5	2,8
8 <sup>60</sup> —9 <sup>60</sup>	2,010	2,080	2,8	3,0

## IV.

Versuchsdauer.	Astgewicht.	Anfängliches Rindenringgewicht.	Erlangtes Rindenringgewicht.	Anfängliche Spannung.	Erlangte Spannung.
10 <sup>10</sup> —10 <sup>45</sup>	75,155 75,383	1,825	1,840	2,0	2,3

## 6. Rindenringe nehmen im Wasser an Dicke zu, an Länge ab.

I. Rindenringe von einem Ast von *Pyrus communis*. Wassertemperatur 14,2°; war in der Nacht auf 14° gefallen.

	Versuchsdauer.	Dicke des Ringes in mm		Sprung (Klaffen in mm)	
		anfängl.	zuletzt	anfängl.	zuletzt.
4. März.	5 <sup>36</sup> —5 <sup>53</sup>	2,1	2,55	1,0	4,2
	5 <sup>53</sup> —6 <sup>5</sup>	2,55	2,70	4,2	4,0 (?)
	6 <sup>5</sup> —8 <sup>p</sup>	2,70	2,75	4,0 (?)	4,8
	8 <sup>p</sup> —8 <sup>a</sup>	2,75	2,75	4,8	5,2
5. März.	12 <sup>40</sup> —12 <sup>47</sup>	2,025	2,075	3,0	3,3
	12 <sup>47</sup> —3 <sup>40</sup>	2,075	2,1	3,3	4,0
5. März.	8 <sup>25</sup> —8 <sup>30</sup>	1,925	2,05	0	0,8
	8 <sup>30</sup> —8 <sup>45</sup>	2,05	2,15	0,8	1,5
	8 <sup>45</sup> —9 <sup>20</sup>	2,15	2,4	1,5	1,6
	9 <sup>20</sup> —12	2,4	2,5	1,6	1,8

II. *Pyrus Malus*. 4. März. Wassertemperatur 14,0°.

11 <sup>28</sup> —11 <sup>31</sup>	1,275	1,35	0,9	1,2
11 <sup>31</sup> —11 <sup>38</sup>	1,35	1,45	1,2	1,3
11 <sup>38</sup> —12 <sup>m</sup>	1,45	1,525	1,3	1,6
12 <sup>m</sup> —12 <sup>35</sup>	1,525	1,55	1,6	1,7
12 <sup>35</sup> —3 <sup>40</sup>	1,55	1,66	1,7	1,7
3 <sup>40</sup> —8 <sup>p</sup>	1,66	1,675		
8 <sup>p</sup> —8 <sup>a</sup> (12 °C)		1,7		

III. Ein mehrere Centimeter starker Ast, der schon Tage lang im Zimmer lag, Spannung ursprünglich = 0.

Versuchszeit.	Gewicht.	Dicke d. Ringes.	Spannung.	Wassertemperatur.
8 <sup>35</sup>	0,898	1,4 <sup>mm</sup>	0	14,5
8 <sup>45</sup>	1,213	1,95	2,7	14,5
9 <sup>20</sup>	1,325	2,025	3,2	14,5
9 <sup>45</sup>	1,370	2,075	3,2	15,0
10 <sup>45</sup>	1,413	2,1	3,7	15,2
11—11 <sup>15</sup>	1,424	2,15	4,0	2,5
11 <sup>15</sup> —1 <sup>45</sup>	1,434	2,125	3,8	15,0

9\*

### E. Einfluss der Wärme.

#### 1. Aeste nehmen in der Wärme an Spannung und Dimension der Rinde zu.

1. Ein junger Apfelstamm wird in etwa 2—3 Decimeter lange Stücke zerlegt, die über Nacht im Freien liegen, Morgens zu den Untersuchungen verwendet werden. H = Holzdurchmesser, H + R = Durchmesser des ganzen Stammes, Holz + Rinde.

	Versuchszeit.	Temperatur.	Spannung.	H.	H+R.
I. Stück	6 <sup>a</sup>	5 <sup>o</sup>	1,4	24,90	29,66
	(10 —) 12 <sup>m</sup>	(19 —) 25 <sup>o</sup>	1,8	24,78	29,40
	2 <sup>p</sup>	25 <sup>o</sup>	1,5	24,78	29,35
II. Stück	6 <sup>a</sup>	5 <sup>o</sup>	1,3	33,30	36,61
	12 <sup>m</sup>	25 <sup>o</sup>	1,5	33,11	36,77
	2 <sup>p</sup>	25 <sup>o</sup>	1,3	33,10	36,78
III. Stück	6 <sup>a</sup>	5 <sup>o</sup>	1,9	43,90	50,92
	12 <sup>m</sup>	25 <sup>o</sup>	2,2	43,70	50,81
	2 <sup>p</sup>	25 <sup>o</sup>	1,8	43,70	50,35

In vorstehendem Versuch lagen die Aeste frei in der Luft, die die angegebene Temperatur hatte; die kleine Reduction des Holzdurchmessers erklärte sich, scheint mir, am einfachsten aus der Verdunstung der oberflächlichen Holzlagen. — Zur Beurtheilung der Versuchsergebnisse ist nöthig zu beachten, dass die Erhöhung der Temperatur tagüber vorgenommen wurde, wo sonst die Spannung zu fallen pflegt.

2. In folgendem ebenfalls mit *Pyrus* ausgeführten Versuch wurde der Ast im Centrum des Holzes (Mark) mit einem Thermometer versehen, und der untere Theil desselben in flüssiges Paraffin getaucht. Der Rindendurchmesser wurde in dem frei herausragenden Theile in der Höhe der Thermometerkugel genommen. Die Temperaturgrade sind die des eingesenkten Thermometers.

Zeit.	Temperatur.	Stammdurchmesser.
8 <sup>45</sup>	12 <sup>o</sup>	30,96
8 <sup>54</sup>	15 <sup>o</sup>	31,06
9 <sup>14</sup>	13 <sup>o</sup>	30,98
9 <sup>51</sup> — 9 <sup>58</sup>	16 <sup>o</sup>	30,99

#### 2. Aeste nehmen in der Wärme an Rindenwasser zu.

1. Am 24. November 1878 frisch vom Baume (*Pyrus Malus*) genommene Aeste, von 2,5 Ctm. Holzdurchmesser. Lufttemperatur im Freien für 10 Uhr 2,5<sup>o</sup> C.; dann ins Zimmer (20<sup>o</sup> C.) gebracht. Wasserbestimmung aus 3 hineinader gelösten Ringen.

Versuchszeit.	Temperatur.	Wassergehalt.
10 <sup>a</sup>	2,5	57,17
5 <sup>p</sup>	20 <sup>o</sup>	57,57

2. Ast von *Pyrus communis*, 25. Nov. Mittags 11½ Uhr dem Freien bei 10° C. entnommen. Bei einer Zimmertemperatur von ca. 18° gehalten bis 26. Nov. früh 7 Uhr.

Datum.	Versuchszeit.	Temperatur.	Rindenwasser.
25. Nov.	11 <sup>30a</sup>	10°	56,69
26. Nov.	7 <sup>a</sup>	18,6	57,29

3. Ast vom nämlichen Baum, 2 Ctm. dick, einer Temperatur von 11,8° entnommen und in's Zimmer von ca. 18° gebracht. 25. Nov. — 26. Nov.

Versuchszeit.	Temperatur.	Rindenwasser.
3 <sup>pm</sup>	11,8	57,17
8 <sup>30pm</sup>	26,0	57,85
6 <sup>30am</sup>	18,6	59,04
10 <sup>45am</sup>	11,5	58,93

4. Ast von *Pyrus Malus*. Gewicht des Astes 182,5 Grm. vor dem Versuche, nach dem Versuche 180. Er hatte also 2,5 Grm. Wasser verloren. Gleichwohl war das Rindenwasser vermehrt. 26.—28. Nov., den 27. hohe Zimmertemperatur.

Datum.	Versuchszeit.	Temperatur.	Rindenwasser.
26. Nov.	9 <sup>am</sup>	11,6	55,33
27. Nov.	7 <sup>am</sup>	24,6	55,94
28. Nov.	7 <sup>am</sup>	12,2	56,66

5. Ein starker einjähriger Trieb von *Paulownia imperialis* von 4,5 Ctm. Durchmesser, 20 Ctm. lang genommen. Markhöhle 2 Ctm. Durchmesser haltend. Dem Freien entnommen.

Datum.	Versuchszeit.	Temperatur.	Rindenwasser.	Astgewicht.
3. December	8 <sup>a</sup>	0,5°	64,35	202
	4 <sup>p</sup>	seither 19°	64,99	200
4. December	8 <sup>a</sup>	Ueber Nacht 17°	65,57	198

6. Ein Ast von *Ailantus glandulosa*, 9 Ctm. im Durchmesser haltend, frisch dem Baume entnommen.

Datum.	Versuchszeit.	Temperatur.	Rindenwasser.
16. December	7 <sup>a</sup>	— 1,5	39,55
	3 <sup>p</sup>	— 1,0	39,71

### 3. Aeste nehmen in der Wärme an Spannung und Rindenwasser zu.

Die folgenden Untersuchungen wurden mit abgeschnittenen Aesten von gewöhnlich mehreren Centimeter Durchmesser und 2—3 Decimeter Länge gemacht, die unmittelbar dem Baume im Freien entnommen waren. Sie wurden dann unter Glocken auf Glasplatten stehend in Räume verschiedener Temperatur gebracht.

Versuche mit *Pyrus communis*.\*)

	Datum.	Versuchsdauer.	Temperatur.	Spannung.	Wassgeh. d. Rinde.
1.	24. Januar	10 <sup>a</sup>	— 2,5	2,80	58,00
	1877	10 <sup>a</sup> —3 <sup>30p</sup>	+ 14 <sup>0</sup>	2,96	59,50
2.	1. März	8 <sup>a</sup>	— 0,5	3,0	59,8
		8 <sup>a</sup> —9 <sup>40a</sup>	+ 11,8	3,3	62,3
		9 <sup>40a</sup> —4 <sup>45p</sup>	2,5—0	2,8	60,6
3.	2. März	9 <sup>30a</sup>	— 1,5	3,7	61,2
		9 <sup>30a</sup> —12 <sup>30m</sup>	17,8	4,0	61,9
		12 <sup>30</sup> —3 <sup>p</sup>	19,5	3,5	61,7
4.	3. März	7 <sup>30a</sup>	— 4,0	1,5	60,9
		7 <sup>30a</sup> —12 <sup>m</sup>	15,7	2,8	63,1

5. Der unter Nr. 3 summarisch angegebene Versuch in seinen Einzelheiten:

a) Einzelspannung der Aeste (I, II etc. bezeichnet)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
9 <sup>30a</sup>	3,7	4,8	3,9	4,3	5,0	4,8	4,0
12 <sup>30m</sup>	4,0	5,1	5,0	5,9	5,2	4,8	4,5
3 <sup>p</sup>	3,5	4,5	4,5	4,2	4,8	4,6	4,0

b) Die Temperaturen oben sind die Lufttemperaturen; gleichzeitig war in einem Ast ein Thermometer bis in die Holzmitte eingesenkt. Gang der Luft- und Astthermometer.

	Luftthermometer.	Astthermometer.
9 <sup>30a</sup>	9,8—17,8 <sup>0</sup>	3,0—13,7 <sup>0</sup>
12 <sup>30m</sup>	17,8—19,5 <sup>0</sup>	13,7—19,0 <sup>0</sup>
3 <sup>p</sup>		

c) Gewichte der Ringe.

	Frischgew.	Trockengew.	Wassergehalt.
9 <sup>30a</sup>	27,327	10,615	61,2
12 <sup>30m</sup>	29,243	11,143	61,9
3 <sup>p</sup>	22,130	8,471	61,7

**4. Aeste nehmen in der Wärme an Spannung und Rindenwasser zu, selbst wenn sie an Gesamtwasser verlieren.**

1. Ein Ast von *Pyrus Malus* 2 Cm. dick, 10 lang, seit einem Tage abgeschnitten und in frostfreiem Raume aufbewahrt, 27.—28. Novbr.

\*) In allen diesen Versuchen sind die in der Spannung und den Wasserprocenten angegebenen Zahlen Mittelzahlen. Von wenigstens  $\frac{1}{2}$  Dutzend Aesten wurden die Rindenringe einzeln auf Spannung untersucht und dann von allen zusammen der Wassergehalt gesucht.



Datum.	Versuchszeit.	Temperatur.	Spannung.	Wassergeh.	Astgewicht.
27. Nov.	7 <sup>a</sup>	bisher 12 <sup>0</sup>	3,5	57,52	81,5
28. Nov.	7 <sup>a</sup>	seit gestern 20—23 <sup>0</sup>	3,8	58,37	81,0

2. Ein ganz gleicher Versuch. Ast 4,5 Ctm. dick, 20 Ctm. lang.

27. Nov.	8 <sup>a</sup>	wie in	5,3	57,64	358,2
28. Nov.	7 <sup>a</sup>	Versuch 1.	5,7	58,83	357

3. Der gleiche Versuch. Ast von 2,5 Ctm. Dicke, 14 Ctm. Länge. Direct dem Baume entnommen (2<sup>o</sup> Wärme).

1. Dez.	9 <sup>a</sup>	2 <sup>o</sup>	2,8	55,43	104,5
	4 <sup>p</sup>	bisher 19—20 <sup>0</sup>	3,5	55,61	104,0
2. Dec.	7 <sup>a</sup>	Nachts 20—18 <sup>0</sup>	3,8	55,89	103,0

4. Ast 2 Ctm. dick, dem Freien entnommen.

3. Dec.	8 <sup>a</sup>	0,5	2,8	55,47	81,5
	4 <sup>p</sup>	seit 8 Uhr 19 <sup>0</sup>	3,2	55,79	81,0

5. Aeste nehmen in der Wärme an Spannung, Durchmesser und Wassergehalt der Rinde zu.

1. Ein Ast von *Pyrus Malus*, der schon zu Versuchen im Zimmer gebraucht war, kommt 24 Stunden in einen kühlen Raum, wo er in Wasser steht. Dann zum Versuch (unter Glocke ausserhalb Wasser) benutzt.

Datum.	Versuchszeit.	Temperatur.	Spannung.	Astdicke.	Rindenwasser %.	Astgewicht.
5. Dec.	7 <sup>30a</sup>	8,2	3,3	46,29	58,96	320,5
	eod.	7 <sup>30p</sup>	19—22 <sup>0</sup>	4,5		59,02

2. Ein Ast von *Pyrus Malus*, unmittelbar dem Freien entnommen, 4 Ctm. stark, 16 Ctm. lang.

5. Dec.	9 <sup>a</sup>	3 <sup>0</sup>	2,8	39,95	57,20	206,0
					57,75	
	4 <sup>p</sup>	seith. 19—20 <sup>0</sup>	3,7	40,07	58,25	205,5
6. Dec.	7 <sup>a</sup>	Nacht 19—17 <sup>0</sup>	3,1	39,96	57,63	205,0

3. Ein gleicher Ast.

5. Dec.	9 <sup>a</sup>	wie oben	3,0	38,33	56,92	208,0
					57,12	
	4 <sup>p</sup>		3,5	38,67	57,02	207,5
					57,21	

4. Derselbe Ast, später benutzt.

7. Dec.	8 <sup>a</sup>	3,4 <sup>0</sup>	3,0	38,29	58,37	192,0
	8 <sup>p</sup>	16 <sup>0</sup>	3,8	38,38	58,75	191,5

5. Ein frischer Ast von *Aesculus Hippocastanum*.

Datum.	Versuchszeit.	Temperatur.	Spannung.	Astdicke.	Rindenwasser %.	Astgewicht.
6. Dec.	8 <sup>30a</sup>	2 <sup>0</sup>	2,0	34,73	57,51	119,0
	3 <sup>p</sup>	seither 19 <sup>0</sup>	3,2		58,09	118,0

6. Ein desgleichen.

6. Dec.	8 <sup>30a</sup>	2 <sup>0</sup>	2,0	37,27	55,13	115,0
	3 <sup>p</sup>	seither 19 <sup>0</sup>	2,8	37,37	55,18	113,5

Seit 6. Dec. bleibt der Ast unter Glasglocke im Zimmer bei 16—19<sup>0</sup>.

9. Dec.	7 <sup>a</sup>	18 <sup>0</sup>	2,7	37,81	56,06	111,0
	3 <sup>p</sup>	seith. 6,2—5 <sup>0</sup>	2,3	37,76	55,93	110,5

7. *Pinus Strobus*. Die Gipfeläste eines ca. 20jährigen Baumes. Ueber Nacht abgeschnitten, im Freien gelegen (0,3<sup>0</sup>), bereift.

7. Dec.	7 <sup>a</sup>	— 0,3	4,8	40,65	61,02	197,5
	8 <sup>p</sup>	seither 18 <sup>0</sup>	5,3	41,05	61,82	197,0
8. Dec.	12 <sup>m</sup>	17,5 <sup>0</sup>	4,5	40,57	60,61	196,0

8. Derselbe Baum.

7. Dec.	7 <sup>a</sup>	} Temperatur	5,0	50,26	58,88	235
	8 <sup>b</sup>		wie in	6,5	50,31	61,38
8. Dec.	12 <sup>m</sup>	} Vers. 7.	4,8	50,29	60,69	.
	7 <sup>p</sup>		von 12 ab 4,6 <sup>0</sup>	4,5	50,24	59,67

9. *Quercus dschorochensis Koch*. Ast aus dem Freien.

7. Dec.	9 <sup>a</sup>	— 0,3 <sup>0</sup>	2,8	42,73	47,02	239
	8 <sup>p</sup>	bisher ca. 18 <sup>0</sup>	3,0	43,10	47,66	238

10. Ein zweiter Ast desselben Baumes.

7. Dec.	9 <sup>a</sup>	s. oben.	2,8	43,06	46,03	242
	8 <sup>p</sup>	„	3,0	43,15	46,07	241,5

11. Rosskastanienast aus dem Freien, bei 3<sup>0</sup> Kälte. Stück 12 Ctm. lang.

9. Dec.	8 <sup>a</sup>	— 3,0	1,5	66,57	53,74	413
	3 <sup>p</sup>	17,5	4,5	66,83	54,03	412,5
10. Dec.	3 <sup>p</sup>	17—18 <sup>0</sup>	4,7	66,91	55,28	.
11. Dec.	8 <sup>a</sup>	bish. 3,5—1,8 <sup>0</sup>	4,0	66,89	55,15	.

12. Ein gleicher Ast 16 Ctm. lang.

9. Dec.	8 <sup>a</sup>	Temp.	2,8	70,56	54,24	572
	3 <sup>p</sup>	s. oben	4,8	70,76	54,63	571,5
11. Dec.	3 <sup>p</sup>	bish. 3,5—1,4	4,0	70,60	54,46	.

13. Ein Ast desselben Baumes. Frisch aus dem Freien bei — 1°. 20 Ctm. lang.

Datum.	Versuchszeit.	Temperatur.	Spannung.	Astdicke.	Rindenwasser %.
10. Dec.	10 <sup>a</sup>	— 1°	4,0	75,38	54,08
	3 <sup>p</sup>	17°	4,2	75,49	53,43

14. Desgleichen.

Datum.	Versuchszeit.	Temp.	Spannung.	Astdicke.	Rindenwasser %.
10. Dec.	10 <sup>a</sup>	Temp.	4,0	88,27	.
	3 <sup>p</sup>	s. oben	4,3	88,38	.

15. *Ailantus glandulosa*. Starke Aeste eines frisch gefällten Baumes.

Datum.	Versuchszeit.	Lufttemp.	Temp. des Astes.	Spannung.	Astdicke.	Rindenwasser.	Astgewicht.
13. Dec.	7 <sup>30a</sup>	— 3,5°	— 2°	2,0	89,40	38,73	690
	2 <sup>p</sup>	17,6	15,0	2,2	89,36	39,31	690
	7 <sup>p</sup>	seither	— 7°	1,8	89,12	38,33	.



Ueber  
die Wasservertheilung in der Pflanze.

**II.**

Der Zellsaft und seine Inhalte.

Von

**Gregor Kraus.**

---

Halle.

Max Niemeyer.

1880.



## Einleitung.

Durch die im Heft I Cap. I und II mitgetheilten Trockengewichtsbestimmungen ist der Wassergehalt der Stengel und Wurzeln beim normalen und einseitig geförderten Wachsthum festgestellt und gefunden worden, dass die Pflanzenstengel, so lange sie wachsen, an Wasser procentisch zunehmen, dass in niedergelegten Sprossen die convex werdende Unterseite, in einseitig beleuchteten die Schattenseite wasserreicher ist u. s. w. Diese Untersuchungen sollten die erste Grundlage bilden für eine Erkenntniss der inneren, stofflichen, Vorgänge beim Wachsthum; sie haben zunächst nur im Grossen und Rohen die Betheiligung der beiden Hauptmassen, des Festen und Flüssigen, beim Wachsen zeigen wollen.

Die weitere Aufgabe war nun offenbar die bedeutungsvollen Stoffe im Einzelnen zu verfolgen und einige Ueberlegung musste sofort sagen, dass es wesentlich darauf ankomme, das Flüssige, den Zellsaft und seine Bestandtheile näher in's Auge zu fassen.

Ueber seine Betheiligung und seine Veränderungen beim Wachsthum geben aber Trockengewichtsbestimmungen wenig sicheren Aufschluss. Denn die Thatsache, dass zwei Theile z. B. die obere und untere Hälfte eines gekrümmten Sprosses einen verschiedenen Wassergehalt besitzen, kann auf verschiedene Weise zu Stande kommen. Verschiedener Wassergehalt kann z. B. hervorgerufen werden dadurch, dass in einem Theile die Zellen grösser sind und ihr flüssiger Inhalt den festen Wänden gegenüber prävalirt, ebenso gut aber auch dadurch, dass bei gleich grossen Zellen und gleicher Wanddicke eine ungleiche Menge fester Inhaltsstoffe vorhanden ist, endlich allerdings auch dadurch, dass bei völliger sonstiger Gleichheit der Zellsaft verschiedene Concentration hat.

Diese Möglichkeiten können einzeln oder combinirt auftreten und Fälle, wo sie sich klar beurtheilen lassen, sind gar nicht häufig. Mir ist eigentlich nur ein Fall bekannt, der im vorigen Heft Cap. II Tab. II A 4 oder 5 C—D gegeben ist. Hier wurde in symmetrisch gebauten, ungekrümmten Organen ein verschiedener Wassergehalt gefunden; es darf in dem Falle angenommen werden, dass die Zellgrösse und -form, Wanddicke u. s. w. in beiden Hälften gleich waren, demnach ungleicher Wassergehalt nur durch ungleiche Inhalte hervorgerufen ist. Ob freilich auf der wasserreicheren Seite weniger feste Inhaltsstoffe oder weniger Stoffe in Lösung seien, das bleibt selbst hier, was auch immer zu Gunsten letzterer Annahme angeführt werden mag, streng genommen unerweislich. Also nicht einmal in diesem, geschweige in anderen Fällen lässt sich aus Trockengewichtsbestimmungen mit Sicherheit auf die Saftconcentration schliessen.

Es trat sonach die Aufgabe heran, mittelst einer anderen Methode den Zellsaft, seine Dichtigkeit und seine Hauptinhalte, so weit es möglich ist, einer genaueren Prüfung bei den verschiedenen Wachstumsvorgängen zu unterwerfen.

## Methode.

### 1. Gewinnung des Saftes.

Die zur Untersuchung bestimmten Pflanzentheile, ganze Stengel, einzelne Internodien oder Internodialtheile mussten selbstverständlich nicht allein von fremden, z. B. erdigen Theilen, insbesondere auch von etwa anhängendem Thau- oder Regenbeschlag frei sein und zu diesem Behufe eventuell mit einem Tuch oder Filtrirpapier gereinigt und abgepresst werden.

Die Zerkleinerung geschah zunächst gröblich mit Skalpellen, das Zerreiben der etwa  $\frac{1}{2}$ —1 Ctm. langen Stücke zu feinem Brei aber in den meisten Fällen in Porcellanmörsern mit rauhem Boden, mittelst einer Porcellan- oder Holzkeule. Nur sehr saftige und massige Pflanzentheile z. B. Blattstiele von *Rheum* konnten auch auf dem Reibeisen zu Brei verarbeitet werden.

Es versteht sich von selbst, dass die so erhaltene Masse je nach der Structur der Pflanzentheile einen verschiedenen Grad der Zerkleinerung besass. Nur in seltenen Fällen kann behauptet werden, dass die zerriebene Masse aus lauter geöffneten Zellen bestand. Mit Bestimmtheit kann ich das z. B. vom zerriebenen Mark des Hollunders behaupten. Hier waren die dünnflüssigen Massen vor der Filtration nichts als Flüssigkeit, in der Plasmawolken, kleine Stärkekörnchen und Zell-



hautfragmente schwammen. — In den meisten Fällen waren zwar die Parenchymzellen durch das Reiben geöffnet, Epidermiszellen und Fibrovasalmassen dagegen in grossen Fetzen oder Strängen intakt. Diese blieben wohl auch beim Auspressen unversehrt. — Ich kann mir nicht denken, dass für die Entscheidung der vorliegenden Fragen diese Ungleichheit schaden konnte; es kam ja nur darauf, die zu vergleichenden Partien möglichst gleichartig zu zerkleinern — und darauf wurde mit besonderer Sorgfalt gesehen.

Die nach Bedürfniss zerriebenen Massen kamen auf ein trocknes Colirtuch und wurden mit der Hand ausgepresst, die Pressung geschah bei den zu vergleichenden Substanzen stets gleich stark; immer wurden die Massen so lange mit den Händen heftig ausgepresst, als noch Saft abfloss. Nur selten kam eine Handpresse zur Verwendung.

Der ausgepresste Saft — Rohsaft im Folgenden genannt — war, ganz seltene Fälle (z. B. *Rheum*) ausgenommen, gewöhnlich sehr trübe; im besten Falle molkenartig, aus Chlorophyll-haltigen Theilen der Regel nach grünlich, bei Anthokyan haltigen (*Phytolacca*) roth, in andern Fällen an der Luft alsbald gebräunt (*Sambucus*). Schleimige Säfte, wie die von *Ampelopsis*, konnten überhaupt nicht verwendet werden. Mikroskopisch betrachtet zeigt der Rohsaft eine Menge geformter Bestandtheile, zumeist Protoplasmawolken, Chlorophyll- und Stärkekörnchen, Krystalldrusen u. s. w., je nach der Art des Pflanzentheils in wechselnder Menge.

Gleichwohl wurde ausnahmslos sofort nach dem Auspressen vom ganz frischen Saft eine Bestimmung des Gewichtes vorgenommen, bevor durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft oder der im Saft suspendirten Körper auf einander u. s. w. Veränderungen eintreten konnten.

Schon durch Stehenlassen klärte sich der Rohsaft theilweise freiwillig; es setzten sich Stärke- oder Chlorophyllkörner als weissliches oder grünliches Pulver („Satzmehl“) nieder. Gewöhnlich wurde eine solche theilweise Reinigung nicht abgewartet, sondern der Saft durch trockne Filter (von gewöhnlichem Filtrirpapier) filtrirt. In vielen Fällen genügte einmaliges, in andern erst mehrmaliges Filtriren. Grössere Massen brauchen unter Umständen längere Zeit (mehrere Stunden) zum Filtriren. So lange wurde mit der Bestimmung des Gewichtes des „filtrirten Saftes“ gewöhnlich nicht gewartet, sondern die erste genügende Menge verwendet.

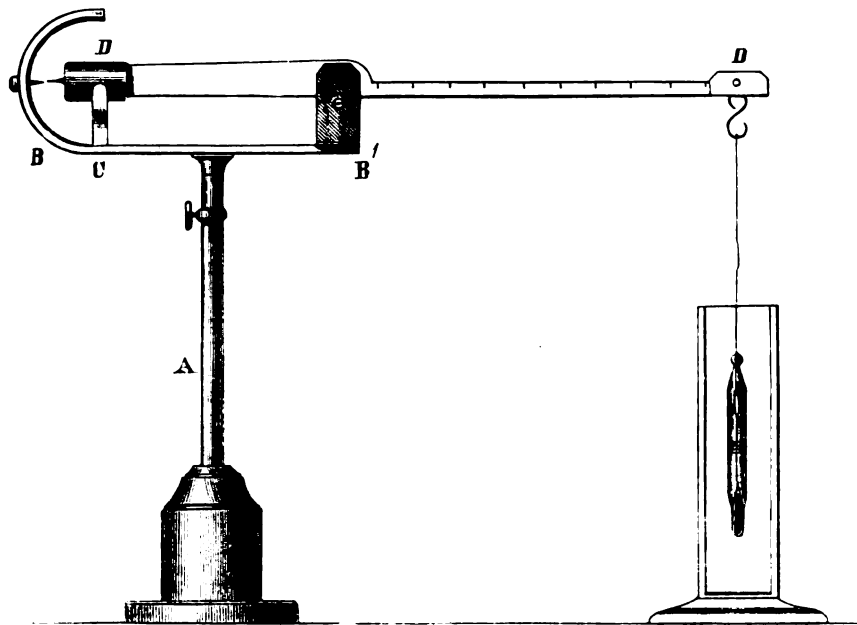
In den besten Fällen war der „filtrirte Saft“ ganz wasserklar (*Phytolacca*, *Rheum*, *Datura* u. s. w.), klar aber etwas gebräunt war er beispielsweise bei *Sambucus Ebulus*, noch häufiger erhielt man selbst durch mehrmaliges Filtriren einen

immer etwas trüblichen, nur stark durchscheinenden Saft, der aber mikroskopisch Formbestandtheile kaum wahrnehmen liess. Dieser war das Material mit dem Zucker-, Säure- oder Trockengewichtsbestimmungen vorgenommen wurden.

Alle Gewichtsbestimmungen geschahen sofort, die weiteren Prüfungen spätestens in den nächsten Stunden.

## 2. Die Wage.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes des Saftes diente mir die kleine Wage von G. Westphal in Celle (n. 14 des Preiscourants vom J. 1875), ein Instrument, das an niedlicher Handlichkeit, sowie an Genauigkeit seines Gleichen sucht.



Vorstehende Figur giebt ein Bild der Wage in  $\frac{1}{2}$  natürlicher Grösse. Die Beschreibung gebe ich mit möglichster Anlehnung an die Worte des Erfinders.

Sie besteht aus einem Stativ, dem in das Lager desselben einzulegenden Wagebalken, einem Senkkörper von Glas mit Thermometer und den (Reiter-)Gewichten.

Der Stativfuss A endigt nach oben in ein mit einer Pressschraube versehenes Leitungsrohr, worin sich das Stativobertheil BB' mit einer Leitstange auf- und abschieben und feststellen lässt. Das Obertheil BB', ein Bügel, trägt an einer Seite das Achsenlager B', auf der andern in derselben Horizontale eine Spitze, die als

Nullpunkt für die Einstellung des Balkens beim Wägen dient, und einen Fangkloben C, der den Balken vor Aushebung aus dem Lager schützt.

Der Balken DD, ein ungleicharmiger Hebel, ist von Achse zu Achse in 10 Theile getheilt und läuft nach der entgegengesetzten Seite in ein Balancirgewicht aus, das mit einer Spitze versehen ist, die als Zunge dient. Oberhalb der Eintheilung sind Einkerbungen angebracht, um die in Reiterform mit einer Schneide gebildeten Gewichte aufnehmen zu können.

Der Senkkörper ist ein ganz kleines Thermometer von 40 mm. Länge und 5 mm. Durchmesser mit einer Marke für die Normaltemperatur. Am obern Ende desselben ist eine Platinöse eingeschmolzen, in welche der Aufhängedraht eingefügt wird. Um beweglicher zu sein, ist letzterer oben und unten mit Doppelösen versehen (die in der Zeichnung der Einfachheit halber weggelassen sind).

Die Gewichte sind so hergestellt, dass die zwei grössten gleich sind dem Gewichte des vom Senkkörper verdrängten destillirten Wassers bei  $+15^{\circ}$  C. (Normaltemperatur). Das eine derselben, mit Oese versehen, wird bei Bestimmungen des Gewichts von Flüssigkeiten, die schwerer als Wasser sind (wie in unserm Falle) in den Haken des Balkenendes zum Senkkörper gehängt, und bedeutet dann 1,0.

Die andern drei Gewichte sind als Reiter gebildet und oben zu einer Schärfe abgefeilt, um mit dieser auf den tiefsten Punkt der Kerben gehängt werden zu können. Die beiden Enden der Reiter sind als Haken gebogen, damit sie sich eventuell aneinander hängen lassen, falls sie an dieselbe Wageeintheilung zu stehen kommen. Die Schwere der Reiter ist je  $\frac{1}{10}$  des zunächst vorhergehenden; sie bedeuten je 0,1 dann 0,01 endlich 0,001.

### 3. Bestimmung des Gewichtes.

Zum Gebrauch wurde die Wage auf einer in der Fensternische eingemauerten Schieferplatte aufgestellt und nach den Vorschriften eventuell durch einseitiges Unterlegen von Papierstreifen so horizontal gerichtet, dass die oben beschriebenen zwei Spitzen einander gegenüberstanden, beim Schweben des Senkkörpers in der Luft ohne Anhängen eines Gewichtes, beim Schweben desselben in destillirtem Wasser von Normaltemperatur mit dem oben genannten Gewichte (1,0).

Als Gefäss für die Aufnahme der Flüssigkeit dienten Glascylinder, aus Reagenröhren hergestellt, 7 Ctm. hoch und etwas über 2 Ctm. weit. Engere wurden, damit der Senkkörper möglichst Spielraum habe, für gewöhnlich vermieden und nur dann genommen, wenn die Saftmenge (für die gewöhnlichen Cylinder waren unge-

fähr 17 cc. nöthig) nicht ausreichte. Der Cylinder war in einen breiten durchbohrten Kork als Stativ eingelassen, aus dem er leicht zum Füllen oder Reinigen herausgenommen werden konnte. Eine angebrachte Marke zeigte, wie tief der Cylinder jedesmal in den Kork eingesetzt wurde.

Eine gleiche Marke gegen den Rand hin angebracht, zeigte an, wie weit der Cylinder zu füllen war; es versteht sich dass die zu vergleichenden Flüssigkeiten jedesmal gleiche Temperatur hatten und etwa aufsitzende Schaummassen oder Luftbläschen vor dem Wägen entfernt wurden.

Die Gewichtsbestimmung geschah nun so, dass die Wage in der eben genannten Art hergerichtet, zunächst mit dem Gewichte des destillirten Wassers belegt, und darauf der Senkkörper in die Versuchsflüssigkeit eingesenkt wurde. Durch Auflegung der Gewichte wurde das Gleichgewicht hergestellt. Bei vergleichenden Versuchen war ganz besonders darauf zu achten, dass der Senkkörper immer gleich tief in der Flüssigkeit stand.

Das Gewicht der Flüssigkeiten lässt sich mit grösster Genauigkeit in der 3. Decimale d. h. also auf  $\frac{1}{1000}$  ablesen; aber durch Verschieben des Gewichtes zwischen 2 Theilstrichen ist bei einiger Uebung fast mit gleicher Sicherheit noch eine weitere Decimale zu schätzen, d. h.  $\frac{1}{10000}$ . Ich kann die volle Sicherheit der Wage in der 4. Decimale für Pflanzensäfte auf Tausende von Wägungen hin versichern und man kann sich jederzeit davon überzeugen, wenn man bei Säften, die nur in der 4. Decimale differiren, das Gewicht von einer Wägung auf die andere liegen lässt. Die kleinen Differenzen, die in den zahlreichen Wägungen der Tabellen hervortreten, sind immer auf letzterem Wege erhalten und gesichert worden.

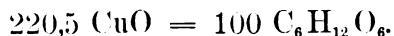
#### 4. Bestimmung der Inhaltsstoffe.

Meistens habe ich nicht bloss das specifische Gewicht der Zellsäfte, sondern auch einige der physiologisch-wichtigen Inhalte derselben untersucht.

In erster Linie steht hier der Zucker oder, richtiger gesagt, die kupferreducirenden Substanzen des Zellsaftes. Bei der hervorragenden Rolle, die Zucker nach der einstimmigen Annahme der Physiologen durch seine Beziehung zur Zellhautbildung hat, wurde derselbe in erster Reihe ins Auge gefasst.

Die quantitative Bestimmung desselben geschah in folgender Weise: Eine genau gemessene Quantität Saft, gewöhnlich 20, auch wohl 10 oder 40 cc. wurden mit einem Ueberschuss von (frischer) Fehling'scher Lösung versetzt und so lange gekocht als noch Reduction eintrat. Das erhaltene  $\text{Cu}_2\text{O}$  wurde auf einem kleinen Fil-

ter (von bekanntem Aschengewichte) gesammelt, und nachdem das (warme) Wasser nicht mehr alkalisch reagirte, feucht in einen gewogenen Platintiegel gebracht, in möglichst wenig Salpetersäure gelöst; vorsichtig zur Trockne verdampft und geglüht. Nach mehrmaligem Wiederglühen und Wägen entsprechen



Nach dieser Gleichung ist in zahlreichen Fällen der „Zucker“ procentisch berechnet, in zahlreichen andern nur das gefundene CuO direct angegeben.

Ich weiss wohl, dass gegen diese allgemein gebrauchte Methode neuerdings gewichtige Bedenken ausgesprochen worden sind. So schwer die Fehler, mit denen diese Methode behaftet ist, ins Gewicht fallen da, wo es sich um minutiöse Richtigkeit absoluter Zahlen handelt, so wenig braucht sie verworfen zu werden, wenn es sich, wie hier zumeist, bloss um relative Zahlen, um ein Mehr oder Weniger, um ein blosses Verhältniss handelt, auf dessen absolute Genauigkeit es vorläufig wenigstens gar nicht ankommt.\*)

Seltener, gewöhnlich dann, wenn die Resultate schon gesichert waren und es sich nur um Erweiterung des Beobachtungskreises handelte, wurde der „Zucker“ auch durch Titration bestimmt. Es wurde dann die Menge des verbrauchten Fehling gar nicht notirt, sondern nur das Mehr oder Minder gesucht.

Wiederholt ist — ganz im Rohen — das im Saft gelöste „Eiweiss“ bestimmt worden. Die Bestimmung geschah so, dass gleichfalls 20 cc. des reinen Saftes gekocht und das durch Gerinnung gefüllte Eiweiss auf einem Filter gesammelt und bei 100° getrocknet wurde. Dass die beim Kochen entstehenden Gerinnsel nur der Hauptsache nach Eiweiss sind, versteht sich von selbst. — Besonders schön erscheinen diese Bestimmungen bei den Säften etiolirter Bohnenkeimlinge. Der klare, farblose Saft trübt sich hier beim Erhitzen alsbald milchig; aus der milchig getrübbten Flüssigkeit scheiden sich, unter Klarerwerden, darauf schneeweisse, lockere, schwimmende Flocken aus, die sich beim weiteren Kochen mehr gelblich färben, zu Boden sinken oder als festere Coagula an den Wänden ankleben.

Viel ausgedehnter wurde die allgemeine Acidität des Saftes untersucht. Ueber das Verhalten der so allgemein verbreiteten Pflanzensäuren bei den normalen und einseitigen Wachstumsvorgängen des Stengels ist wo möglich noch weniger bekannt, als über das des Zuckers. Ich habe ihr Verhalten freilich nur soweit stu-

---

\*) Wenn es richtig ist (woran nicht gezweifelt wird), dass kleine Zuckermengen relativ mehr Fehling reduciren als grosse (Soxleth), dann werden die von mir gefundenen Differenzen thatsächlich etwas zu klein, meine gezogenen Schlüsse also nur um so sicherer sein.

fähr 17 cc. nöthig) nicht ausreichte. Der Cylinder war in einen breiten durchbohrten Kork als Stativ eingelassen, aus dem er leicht zum Füllen oder Reinigen herausgenommen werden konnte. Eine angebrachte Marke zeigte, wie tief der Cylinder jedesmal in den Kork eingesetzt wurde.

Eine gleiche Marke gegen den Rand hin angebracht, zeigte an, wie weit der Cylinder zu füllen war; es versteht sich dass die zu vergleichenden Flüssigkeiten jedesmal gleiche Temperatur hatten und etwa aufsitzende Schaummassen oder Luftbläschen vor dem Wägen entfernt wurden.

Die Gewichtsbestimmung geschah nun so, dass die Wage in der eben genannten Art hergerichtet, zunächst mit dem Gewichte des destillirten Wassers belegt, und darauf der Senkkörper in die Versuchsflüssigkeit eingesenkt wurde. Durch Auflegung der Gewichte wurde das Gleichgewicht hergestellt. Bei vergleichenden Versuchen war ganz besonders darauf zu achten, dass der Senkkörper immer gleich tief in der Flüssigkeit stand.

Das Gewicht der Flüssigkeiten lässt sich mit grösster Genauigkeit in der 3. Decimale d. h. also auf  $\frac{1}{1000}$  ablesen; aber durch Verschieben des Gewichtes zwischen 2 Theilstrichen ist bei einiger Uebung fast mit gleicher Sicherheit noch eine weitere Decimale zu schätzen, d. h.  $\frac{1}{10000}$ . Ich kann die volle Sicherheit der Wage in der 4. Decimale für Pflanzensäfte auf Tausende von Wägungen hin versichern und man kann sich jederzeit davon überzeugen, wenn man bei Säften, die nur in der 4. Decimale differiren, das Gewicht von einer Wägung auf die andere liegen lässt. Die kleinen Differenzen, die in den zahlreichen Wägungen der Tabellen hervortreten, sind immer auf letzterem Wege erhalten und gesichert worden.

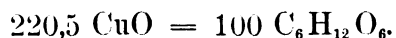
#### 4. Bestimmung der Inhaltsstoffe.

Meistens habe ich nicht bloss das specifische Gewicht der Zellsäfte, sondern auch einige der physiologisch-wichtigen Inhalte derselben untersucht.

In erster Linie steht hier der Zucker oder, richtiger gesagt, die kupferreducirenden Substanzen des Zellsaftes. Bei der hervorragenden Rolle, die Zucker nach der einstimmigen Annahme der Physiologen durch seine Beziehung zur Zellhautbildung hat, wurde derselbe in erster Reihe ins Auge gefasst.

Die quantitative Bestimmung desselben geschah in folgender Weise: Eine genau gemessene Quantität Saft, gewöhnlich 20, auch wohl 10 oder 40 cc. wurden mit einem Überschuss von (frischer) Fehling'scher Lösung versetzt und so lange gekocht als noch Reduction eintrat. Das erhaltene  $\text{Cu}_2\text{O}$  wurde auf einem kleinen Fil-

ter (von bekanntem Aschengewichte) gesammelt, und nachdem das (warme) Waschwasser nicht mehr alkalisch reagirte, feucht in einen gewogenen Platintiegel gebracht, in möglichst wenig Salpetersäure gelöst; vorsichtig zur Trockne verdampft und geglüht. Nach mehrmaligem Wiederglühen und Wägen entsprechen



Nach dieser Gleichung ist in zahlreichen Fällen der „Zucker“ procentisch berechnet, in zahlreichen andern nur das gefundene CuO direct angegeben.

Ich weiss wohl, dass gegen diese allgemein gebrauchte Methode neuerdings gewichtige Bedenken ausgesprochen worden sind. So schwer die Fehler, mit denen diese Methode behaftet ist, ins Gewicht fallen da, wo es sich um minutiöse Richtigkeit absoluter Zahlen handelt, so wenig braucht sie verworfen zu werden, wenn es sich, wie hier zumeist, bloss um relative Zahlen, um ein Mehr oder Weniger, um ein blosses Verhältniss handelt, auf dessen absolute Genauigkeit es vorläufig wenigstens gar nicht ankommt. \*)

Seltener, gewöhnlich dann, wenn die Resultate schon gesichert waren und es sich nur um Erweiterung des Beobachtungskreises handelte, wurde der „Zucker“ auch durch Titration bestimmt. Es wurde dann die Menge des verbrauchten Fehling gar nicht notirt, sondern nur das Mehr oder Minder gesucht.

Wiederholt ist — ganz im Rohen — das im Saft gelöste „Eiweiss“ bestimmt worden. Die Bestimmung geschah so, dass gleichfalls 20 cc. des reinen Saftes gekocht und das durch Gerinnung gefüllte Eiweiss auf einem Filter gesammelt und bei 100° getrocknet wurde. Dass die beim Kochen entstehenden Gerinnsel nur der Hauptsache nach Eiweiss sind, versteht sich von selbst. — Besonders schön erscheinen diese Bestimmungen bei den Säften etiolirter Bohnenkeimlinge. Der klare, farblose Saft trübt sich hier beim Erhitzen alsbald milchig; aus der milchig getrübbten Flüssigkeit scheiden sich, unter Klarerwerden, darauf schneeweisse, lockere, schwimmende Flocken aus, die sich beim weiteren Kochen mehr gelblich färben, zu Boden sinken oder als festere Coagula an den Wänden ankleben.

Viel ausgedehnter wurde die allgemeine Acidität des Saftes untersucht. Ueber das Verhalten der so allgemein verbreiteten Pflanzensäuren bei den normalen und einseitigen Wachsthumsvorgängen des Stengels ist wo möglich noch weniger bekannt, als über das des Zuckers. Ich habe ihr Verhalten freilich nur soweit stu-

---

\*) Wenn es richtig ist (woran nicht gezweifelt wird), dass kleine Zuckermengen relativ mehr Fehling reduciren als grosse (Soxleth), dann werden die von mir gefundenen Differenzen thatsächlich etwas zu klein, meine gezogenen Schlüsse also nur um so sicherer sein.

dirt, als es sich in der sauren Reaction des Saftes ausspricht, und durch Titration unter Anwendung eines passenden Indicators gefunden werden kann.

Als Lauge diente mir eine  $\frac{1}{10}$  procentige, die auf 1 Liter destillirten Wassers 1 grm. Natronhydrat enthielt. Sie erwies sich in den meisten Fällen sehr passend. Als Indicator benutzte ich einige (gewöhnlich 5) Tropfen einer weingeistigen Lösung von Phenolphthaleïn.

Sind die Säfte wasserklar, so treten die Reactionen mit ausserordentlicher Schärfe und Genauigkeit hervor. Vorversuche haben die Brauchbarkeit der Methode glänzend bewiesen. Halbirt man z. B. normale Stengel (sehr schön bei etiolirten z. B. Dahlien- oder Bohnen-Stengeln), so ergibt sich in den Auszügen der beiden Hälften der Säuregehalt bis auf einen Tropfen Lauge genau übereinstimmend.

In manchen Fällen entstehen beim Titiren Niederschläge, in andern unangenehme Nebenfärbungen; doch stört das nur selten soweit, dass eine genaue Vergleichung unmöglich wäre.

##### **5. Allgemeine Bemerkungen über die Natur der Säfte und ihr Gewicht.**

Die Säfte, welche ich zur Klärung physiologischer Probleme gewonnen habe, waren der Hauptmasse nach der Zellsaft der Gewebe, d. h. das im Saft Raum der Zelle vorhandene tropfbar flüssige Wasser, das bekanntlich eine Lösung sehr verschiedener Stoffe, hauptsächlich von Zucker und pflanzensauren Salzen, darstellt. Es versteht sich, glaube ich, von selbst, dass das Imbibitionswasser der organisirten Gebilde, der Zellhaut, der Stärke und der protoplasmatischen Gebilde beim Auspressen nicht erhalten wird. Gleichwohl ist es unwahrscheinlich, dass der erhaltene Saft den Zellsaft ausschliesslich und im ganz unveränderten Zustande darstelle. Es sind verschiedene Vorgänge denklich, welche eine Aenderung des ursprünglichen Zellsaftes herbeiführen können. Es wäre z. B. möglich, dass der Zellsaft, in welchem beim Zerkleinern nach und nach Zellhäute, Protoplasma, Chlorophyll u. s. w. frei flotiren, diesen Salze u. s. w. entzöge, und dabei also schwerer und substanzeicher würde. Es wäre a priori ebenso denklich, dass die genannten Gebilde umgekehrt aus dem Zellsaft Substanzen aufnehmen, letzterer also etwas leichter würde. Es ist auch denklich, dass während des Zerkleinerns durch Einwirkung des Zellsaftes auf die neuen Elemente, mit denen er in Berrührung kommt, oder dieser aufeinander neue lösliche Bestandtheile, beispielsweise etwa Zucker, erzeugt würde, der in den Saft übertritt, ohne vorhin in ihm gewesen zu sein.

Ich bin diesen verschiedenen Möglichkeiten nicht im Einzelnen näher getreten,



aber in zwei Richtungen, die aus praktischen Gründen etwas zu verfolgen nahe lag, habe ich sie berührt.

Ich habe zunächst einmal die Frage untersucht, ob der Zellsaft möglichst rasch von den festen Bestandtheilen getrennt ein anderes specifisches Gewicht zeige als der, welcher eine Zeit lang mit den festen Theilen in Berührung ist. Die Versuche, welche in der Tabelle, 2, n. 1—11 zusammengestellt sind, wurden so angestellt, dass in dem einen Falle, die beim Zerreiben erscheinende Saftmasse immer gleich mit dem Erscheinen abgossen wurde, später der von Saft durchtränkte Rückstand abgepresst und beide Portionen verglichen wurden; in dem andern Falle wurde die Masse zunächst zerrieben, dann in toto längere Zeit stehen, d. h. der Saft auf die festen Massen einwirken lassen, dann erst Saft, so lange es ging, freiwillig ablaufen lassen, der Rückstand aber abgepresst.

Es ergibt sich aus den Versuchen zweifellos Folgendes:

1. dass der zuerst abfließende, gleich von den festen Bestandtheilen getrennte Saft specifisch leichter ist, als der mit den festen Theilen in Berührung bleibende. Ein Paar Beispiele zeigen auch (n. 4, n. 7a), dass das höhere specifische Gewicht bei letzterem mit einer Vermehrung des Zuckergehaltes zusammenfällt; 2. dass, wenn man Saft und feste Substanz eine Zeit lang zusammenstehen lässt, das freiwillig Abfließende und das Abgepresste gleiche Schwere haben.

Das Zweite zeigt offenbar, dass der Grund der Gewichtsverschiedenheit in der Berührung mit den festen Theilen gesucht werden muss; als Erklärung bleibt die Annahme, dass bei der Maceration entweder den festen Theilen durch die Flüssigkeit vorhandene Substanzen entzogen, oder neue Substanzen aus denselben gebildet und aufgenommen werden.

Eine zweite Frage, die durch meine Versuche keineswegs völlig beantwortet, aber doch etwas beleuchtet wird ist: Welchen Einfluss übt die Stärke des Auspressens auf die Concentration des erhaltenen Saftes? Bekanntlich hat man in der Zuckerindustrie bereits Erfahrungen darüber, dass der Zuckergehalt des Rübensaftes nach der Art der Darstellung variirt\*); ich weiss nicht, bezweifle aber, dass man in diesem Falle auch das specifische Gewicht des Rübensaftes festgestellt hat. Jedenfalls forderte diese Erfahrung auf, den Einfluss der Gewinnungsweise auf die Saftconcentration zu beachten.

---

\*) Vgl. z. B. Biedermann, Centralbl. f. Agriculturchemie 1876 Juliheft S. 68 und 1880, Febr.-Heft S. 133.

Meine wenigen Versuche, die in der Tabelle, 2, n. 12—17 zusammengestellt sind, brauchen nach dem in der Tabelle selbst Bemerkten keiner weiteren Erläuterung. Es geht aus ihnen hervor, dass die Concentration des Saftes mit der Stärke des Pressens abnimmt. Ob dieser Satz allgemein gültig ist, möchte ich auf meine zu wenig ausgedehnten Untersuchungen hin nicht entscheiden; ich unterlasse es daher auch über die Ursachen dieser Erscheinung eine Meinung zu äussern.

Das Vorstehende reicht aber hin, zweierlei abzuleiten:

1. dass der gewonnene Saft nicht ohne Weiteres als der wirkliche Zellsaft anzusehen ist;

2. dass bei vergleichenden Versuchen über Concentration des Zellsaftes bis in's Minutiöse hinein eine ganz gleiche Behandlung der Pflanzentheile nöthig ist.

Das ist im Folgenden geschehen.

---

Es ist endlich noch einer Thatsache zu gedenken, die bei der Betrachtung der Zahlentabellen überall hervortritt, nemlich des Unterschiedes im Gewichte zwischen Roh- und filtrirtem Saft. Gewöhnlich stellt sich das Gewicht des Rohsaftes namhaft höher.

Der Rohsaft unterscheidet sich vom filtrirten Saft im Wesentlichen dadurch, dass in ihm zahlreiche feste Partikelchen (s. oben) suspendirt sind. Diese sind alle schwerer als Wasser und würden sich nach und nach zu Boden setzen, sind aber in der bewegten Flüssigkeit nach allen Richtungen in Bewegung begriffen.

Darf man nicht einfach annehmen, dass durch sie der Senkkörper eine starke Reibung zu überwinden hat und deshalb weniger leicht einsinkt — sei es nun dass die Partikeln (wie Plasma) die Flüssigkeit viscid machen, sei es dass sie im Gegenstrom gegen den Körper begriffen sind? Für eine solche Auffassung sprechen mehrere Umstände. Einmal die Thatsache, dass die Differenz zwischen filtrirtem und Rohsaft um so weniger hervortritt, je reiner der Rohsaft erscheint; ferner die Thatsache, dass die Rohsäfte um so schwerer erschienen, je heftiger die Pflanzentheile zu ihrer Herstellung gepresst wurden. Es ist klar, dass in den Saft durch das Tuch um so mehr feste Theile eingehen, je heftiger diese gepresst werden. Man vgl. z. B. nur die „Rohsaftzahlen“ in den oben angeführten Versuchen über den Einfluss des Pressens auf die Saftconcentration. Hier ist besonders auffallend, dass nach dem Filtriren die Zahlen oft umgekehrt liegen, als vor demselben.

Eine andere Annahme, die man vielleicht zur Erklärung machen möchte, ist

jedenfalls unzulässig, die nemlich, dass durch das Filtriren selbst (das Filtrir-Papier) der Lösung Stoffe entzogen würden. Ich könnte mich zur Zurückweisung dieser Erklärung auf Versuche beziehen, die von Anderen für andere Zwecke angestellt, hieher beweisen. Ich führe lieber ein Paar von den Versuchen an, die ich zu dem Behufe eigens angestellt habe.

Eine Lösung von phosphorsaurem Natron wurde zunächst genau gewogen; ihr Gewicht betrug 1,0315. Darauf wurde diese 3 mal hinter einander successive durch trockne Filter, wie ich sie bei meinen Versuchen gebrauchte, filtrirt. Das Gewicht bleibt genau gleich (constatirt durch Liegenlassen der Gewichte). — Darauf wurde die Lösung noch einmal durch drei ineinander gelegte Filter gegossen. Gewicht absolut unverändert.

*Rheum*-Blattstiele, zerrieben, der milchig-grünliche Rohsaft wiegt 1,0240. Nach der ersten Filtration (mehrmals zurückgegossen) wiegt derselbe — völlig wasserklar — 1,0230 und dieses Gewicht behält er durch 6 Filtrationen (mit jedesmal trockenem Filter) genau bei.

Ganze Stengel von *Solanum tuberosum* ergeben ein Saftrohgewicht = 1,0222. Nach dem Filtriren ist der Saft klar und wiegt 1,0200, bei der dritten Filtration tritt das Gewicht 1,01975 ein, das durch vier weitere Filtrationen absolut unverändert bleibt.

---

Das specifische Gewicht der Säfte in Stengeln, welche ich hier vor Allem im Auge habe, schwankt wie man aus den Tabellen (besonders I) sieht, erheblich. Dasselbe hat eine der höchsten Höhen z. B. bei *Anthriscus silvestris* im Versuch n. 4—7 oder bei *Lonicera tatarica* in n. 10 u. s. w., wo das Gewicht 1,03 und darüber erreicht wird. Es kann aber auf 1,009 (Tabak n. 17) und selbst auf 1,0059 heruntergehen, welches letzteres Gewicht sich in Tabelle II, 4 n. 9 von *Datura*-Stengeln ergeben hat.

Diese Gewichte bleiben um das 2, 3 und 4fache zurück hinter den Gewichten, welche die Säfte z. B. in den reifen Früchten haben. Reife Beeren von *Lonicera tatarica* ergaben ein Gewicht des klar filtrirten Saftes von 1,080; der Saft reifer Johannisbeeren wog 1,050. So hoch sind nach Beobachtungen der hiesigen landwirthschaftlichen Versuchsstation auch die Gewichte der Zuckerrübensäfte in unserer Provinz; sie schwankten im letzten Jahre zwischen 1,0572 und 1,0744 (Prof. Märker).

Selbst Säfte unreifer Früchte und Wurzeln (Apfel halberwachsen 1,0490; halbwüchsige Carotte 1,032) erscheinen dagegen noch hoch concentrirt.

Die obige Saftconcentration der Stengel entspricht, wie man aus ein Paar Beispielen direct ersehen kann, wenigen Procent fester Stoffe. Man vergleiche z. B. Tabelle I n. 25. Wie die gleiche Tabelle zeigt, ist ein ansehnlicher Theil dieser festen Stoffe Zucker. Dass neben diesem andere Stoffe, Salze, Eiweiss u. s. w. noch einen beträchtlichen Theil an der Zusammensetzung des Zellsaftes nehmen, ergibt sich auch indirect, wenn man die gefundenen Zuckerprocente und das specifische Gewicht des Saftes mit Tabellen über die Dichtigkeit der Zuckerlösungen vergleicht; man vgl. beispielsweise die Tabelle in Compt. rend. T. LXXXVII. 1878 p. 111.

### 6. Geschichtliches zur Methode.

Als ich mir die Aufgabe gestellt hatte, das specifische Gewicht der Pflanzensäfte zu untersuchen, war ich keinen Moment im Zweifel, die Versuche so auszuführen, wie sie unten ausgeführt sind d. h. durch directe Wägung des ausgepressten Pflanzensaftes; ich wusste wohl dass ein Paar Versuche existirten, die auf andere Weise ausgeführt waren. Diese rühren von Dutrochet und von Hofmeister her.

Dutrochet und sein Nachfolger haben eigentlich gar nicht das specifische Gewicht der Pflanzensäfte bestimmt (obwohl sie dieses anstrebten), sondern das specifische Gewicht ganzer Pflanzentheile.

Dutrochet sucht in seinen Mémoires (Paris) II p. 21 anlässlich der Erklärung der Schwerkraftskrümmungen zu beweisen, dass die Schwere den dichteren Pflanzensaft auf die Unterseite des Stengels ziehe und zwar durch folgenden Versuch:

„Je pris de jeunes tiges de bourrache dont j'avais sollicité le redressement vers le ciel, en les maintenant courbées vers la terre. Je retranchai les parties droites de ces tiges, et ne conservai que les portions courbées. Je fendis en deux ces tiges courbées par une section longitudinale pratiquée dans le sens de la courbure, de la même manière que cela est présenté pour la tige du pissenlit dans la fig. 3. Je plongeai ces deux moitiés de tige dans l'eau: elles se précipitèrent au fond, parce que leur pesanteur spécifique était plus considérable que celle de l'eau. Je les transportai dans de l'eau sucrée, suffisamment dense pour que ces deux moitiés de tige surnageassent; alors j'ajoutai de l'eau peu-à-peu à la solution sucrée, et je diminuai ainsi sa densité d'une manière graduelle; bientôt je vis la moitié de tige inférieure, c'est-à-dire celle qui, dans l'état naturel, était située du côté de la terre, se précipiter au fond du liquide, tandis que la moitié de tige supérieure con-

tinuait de surnager. J'ai répété cette expérience plusieurs fois, et toujours avec le même résultat. Je dois faire observer ici que l'on ne doit faire cette expérience qu'avec des plantes dont la moelle est entièrement remplie de liquides, et ne contient point d'air du tout. Or, les jeunes tiges de bourrache remplissent parfaitement à cet égard les vues de l'expérimentateur; il faut avoir soin seulement qu'il ne reste point de bulles d'air adhérentes aux poils dont l'écorce de la plante est chargée. Ces expériences prouvent que la tige qui s'est courbée pour se redresser, offre une pesanteur spécifique plus grande dans sa moitié longitudinale inférieure que dans sa moitié longitudinale supérieure; celle-ci contient donc des liquides dont la densité est plus grande que ne l'est la densité des liquides contenus dans la moitié supérieure. Cette déduction est rigoureuse: car la matière solide du végétal, qui consiste tout entière dans les parois des cellules ou des tubes, n'est pas susceptible d'augmenter de pesanteur d'un instant à l'autre. La sève lymphatique, au contraire, peut devenir plus dense en très peu de temps dans la partie latérale qui regarde la terre, chez une tige ou chez une racine placée horizontalement, parce que la pesanteur précipite nécessairement vers la partie inférieure la portion la plus dense ou la plus pesante, de cette sève, dont la diffusion s'opère avec la plus grande facilité dans le tissu végétal."

Ich habe diese Stelle unverkürzt mit Dutrochet's Worten gegeben, nicht bloss um seine Methode, sondern auch seine Resultate und Auffassung zu zeigen, auf die ich unten zurückkommen werde.

Hofmeister muss diese Versuche Dutrochet's gekannt haben; er sagt das zwar nicht ausdrücklich, allein seine Versuchsmethode ist genau die Dutrochet's. \*) Gelegentlich der Besprechung hakenförmig gekrümmter Zweigenden behauptet er (Allg. Morph. S. 601), die obere Hälfte solcher Zweigenden sei dichter, von grösserem specifischen Gewichte als die untere, sie enthalte eine relativ grössere Menge fester Bestandtheile als diese. „Jene sinkt in einer Zuckerlösung unter, in welcher diese schwimmt.“ Den Beweis aber liefert er so (S. 602): „Der Nachweis der grösseren Dichtigkeit der oberen Längshälfte gegen die Horizontebene geneigter junger Zweige lässt sich leicht an den wachsenden hakenförmig abwärts gekrümmten Sprossen von *Ulmus*, *Corylus*, *Platanus*, *Ampelopsis*, *Tilia* führen. Man spalte die Stelle eines solchen Zweigendes, welche die vordere Hälfte der nach unten concaven Beugung mit

---

\*) Und in seinen Versuchen über Schwerkraftswirkungen (Abh. sächs. Ges. d. Wissensch. Sitzung 12. Dec. 1860 S. 176) citirt er Dutrochet's Arbeit auf derselben Seite.

horizontaler Chorda bildet, in eine obere und untere Hälfte; entferne etwa ansitzende Blätter, tauche die Präparate einige Secunden in Weingeist, um anhängende Luft zu entfernen, und bringe sie in ein wenigstens 10 Ctm. tiefes Glasgefäss, das mit einer Zuckerlösung von beiläufig 1,2 spec. Gewicht gefüllt ist, und welches man längere Zeit ruhig stehen liess, so dass den Inhalt des Gefässes an dessen Boden eine Schicht grösser Dichtigkeit bildet, und von da aufwärts allmählich specifisch leichter wird. Die obere Längshälfte des Zweigstückes sinkt stets tiefer ein als die untere. — *Ulmus effusa* zeigt auf dünnen Längsschnitten der betreffenden Stelle eine um die Hälfte grössere Dicke der Zellwände des Rindengewebes der oberen Stängelseite, verglichen mit denen der untern.“

Die Versuchsweise ist, wie man sieht, bei beiden völlig die gleiche; aber es ist wohl zu beachten, dass sie nicht das Gleiche aus ihrem Versuche erschliessen.

Hofmeister empfindet wohl, dass der Versuch in Bezug auf den Antheil der verschiedenen Stoffe an dem Gewichte nichts entscheidet, und nimmt, um diesen zu finden, das Mikroskop zu Hülfe, mit dem er als Ursache des höheren specifischen Gewichtes der einen Seite dickere Zellhäute findet. An eine grössere Saftconcentration denkt er, wie es scheint nicht. Dutrochet hingegen hält in seinem Falle (man vgl. oben seine eigenen Worte) die festen Substanzen der beiden Stengelhälften für unveränderlich; deshalb glaubt er ganz „rigorös deduciren“ zu können, dass der Zellsaft in beiden Hälften verschiedene Schwere haben müsse.

Eine kurze Ueberlegung zeigt aber, dass die Methode für die genaue Bestimmung des Zellsaftgewichtes durchaus unzulässig ist: Die Substanzen, welche den Pflanzenkörper zusammensetzen, sind bekanntlich alle specifisch schwerer als Wasser, sowohl die festen (Eiweiss, Stärke, Zellhaut) wie auch der Zellsaft. Wenn wir gleichwohl sehen, dass es Pflanztheile gibt, die im Wasser schwimmen, so zeigt uns das augenfällig, dass das specifische Gewicht der Pflanztheile ganz wesentlich und in erster Reihe mitbedingt wird durch die luftefüllten Hohlräume des Körpers, insbesondere die Intercellularräume. Ob ein Pflanztheil schwerer oder leichter ist, wird zwar durch die Menge der Substanz, besonders aber durch die Grösse und Form der lufthaltigen Intercellularräume bedingt. Grösse und Form dieser Räume ändert sich aber beim Wachsthum.

Zwei Stengelhälften, die symmetrisch gewachsen sind, haben, wie man ohne grossen Fehler annehmen darf, ziemlich genau gleiche Intercellularen; wenn aber ein Stengel einseitig stärker wächst, wie bei den Krümmungen, dann ist wahrscheinlich das Intercellularsystem auf der convexen Seite grösser; schon desshalb müsste,

ohne dass eine Aenderung im Saftgewicht vorhanden wäre, eine Aenderung des specifischen Gewichtes eintreten.

Ich glaube diese Ueßerlegung allein reicht hin, zu zeigen, dass die Dutrochet'sche Methode für unsere Untersuchungen unbrauchbar ist. —

Die entgegengesetzten Resultate Dutrochet's, meinen ganzen folgenden Untersuchungen gegenüber, veranlassten mich gleichwohl nach seiner Methode ein Paar Versuche anzustellen. Dieselben sind freilich mit anderen Pflanzen angestellt, hätten aber doch wohl, falls er richtig experimentirte, sein Resultat erzielen müssen. Meine Versuche ergeben aber einstimmig das gerade Gegentheil. Ich führe sie im Folgenden auf; wie Dutrochet ein anderes Resultat erhalten konnte, ist mir nicht klar. Die Richtigkeit meiner Resultate wird, glaube ich, durch die nachfolgenden Blätter überfallen Zweifel<sup>er</sup> erhoben.

Als Versuchsobjective dienten krautartige Stengel, die sich im Dunkelraum gekrümmt hatten. Der gekrümmte Theil, zumeist blattlose Internodialstücke wurden horizontal in obere und untere Hälften getheilt, durch rasches Eintauchen in absoluten Alkohol die der Epidermis anhängende Luft entfernt und die beiden Hälften gleichzeitig in die Probenflüssigkeit gelegt. Als solche diente meist eine Zuckerlösung, die durch empirisches Zumischen von *Syrupus simplex* zu destillirtem Wasser hergestellt war. Zumeist war die Flüssigkeit nicht geradezu von der geeigneten Concentration: durch Zumischen von Wasser oder Syrup unter jedesmaligem Umrühren konnte sehr bald eine Concentration gefunden werden, bei der sich die beiden Hälften ungleich verhielten, die eine sank, die andere schwamm. Z. B.

Versuch 1. *Coleus*-Triebe, mit ihren abgeschnittenen Enden in feuchten Sand gesteckt, nach 24 Stunden senkrecht emporgekrümmt. Das gekrümmte Stück ein, auch zwei Internodien umfassend, in letzterem Falle die Blätter entfernt.

Vier successive Versuche mit verschiedenen Internodien ergaben:

1. Von jeder Hälfte schwimmt der obere (jüngere) Theil nach unten gekehrt.
2. Die concave (obere) Hälfte sinkt tiefer ein, zuletzt auf den Boden, während die convexe schwimmt.

Versuch 2 und 3. Mit derselben Pflanze wiederholt — gleiches Resultat.

Versuch 4. Schöne junge Triebe von *Mesembryanthemum purpurcum* mit etwa 2 Ctm. langen, glatten, kahlen Internodien. Nach 12 Stunden, wie oben, gekrümmt; nach 24 Stunden zum Versuch benutzt.

Beim Versuch schwimmt die convexe Hälfte stets höher als die concave. —

Ich bemerke, dass hier eine von oben nach unten an Concentration zunehmende Flüssigkeit hergestellt war.

Die Concentration der Lösung, in welcher die obere Hälfte sank, die untere schwamm, wurde bestimmt. Sie war bei dünnen Internodien 1,0460, bei dicken Internodien 1,0242.

Versuch 5. *Achyranthes*. In voriger Weise. — Wiederholt das obige Resultat.

Versuch 6. Junge etwa  $\frac{1}{2}$  Dc. lange Sprosse von *Prunus Padus*.

Ein senkrecht gewachsener Spross zeigte, senkrecht halbirt, beide Hälften gleichmässig schwimmend in Kochsalzlösung von 1,031.

Ein im Freien gekrümmter Spross, horizontal halbirt, zeigt: die obere Hälfte sinkend, die untere schwimmend in einer Lösung von 1,001.

Versuch 7. *Coleus*-Triebe, etwa 1 Dc. lang, wie oben behandelt. Die 3 oberen Internodien, etwa 3 Ctm. lang genommen. Sie waren nach eintägigem Horizontal-liegen noch gerade. Die obere Hälfte sank, die untere schwamm in einer Zuckerlösung von 1,0131 Gewicht.

## Tabelle zur Methode.

### 1. Empfindlichkeit der Wage.

1. Jüngere, aufrechte Internodien von *Canna indica*, im Glashaus während des Winters erwachsen, senkrecht halbirt. In den beiden (gleichen) Hälften das spezifische Gewicht des Saftes, den Zuckergehalt desselben und an gleichen Trieben das Trockengewicht gleicher Hälften bestimmt. 18. Febr. 1878.

a) Specificisches Gewicht.	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Zucker %
Erste Hälfte	1,0120	1,0120	0,19
Zweite Hälfte	1,0116	1,0117	0,15
	Differenz = 0,0004	Differenz = 0,0003	0,04 %
Erste Hälfte	1,0112	1,0112	0,147
Zweite Hälfte	1,0110	1,0110	0,134
	Differenz = 0,0002	0,0002	0,013 %
b) Trockengewicht	Frischgew.	Trockengew.	Wasser %
Erste Hälfte	22,354	0,6360	97,16
Zweite Hälfte	19,9075	0,5570	97,21
			Differenz = 0,05 %
Erste Hälfte	17,0140	0,5170	97,08
Zweite Hälfte	19,3875	0,5825	97,00
			Differenz = 0,08 %



2. Mit jungen Blütenknospen versehene halbwtchsige Stengel von *Antbriscus silvestris*. Entgipfelt und entblättert. Senkrecht halbirt. 14. Mai 1879.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Erste Hälfte	1,0300	1,0300
Zweite Hälfte	1,0310	1,0300
Differenz =	0,0010	0
Erste Hälfte	1,0325	1,0320
Zweite Hälfte	1,0322	1,0315
Differenz =	0,0003	0,0005

3. *Sambucus nigra*. Laub-Sprosse. — 26. Mai 1879.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
a) Erste Hälfte	1,0200	1,0172
Zweite Hälfte	1,0197	1,0172
Differenz =	0,0003	0
b) Erste Hälfte	1,0185	1,0158
Zweite Hälfte	1,0186	1,0160
Differenz =	0,0001	0,0002
c) Erste Hälfte	1,0167	1,0155
Zweite Hälfte	1,0166	1,0155
Differenz =	0,0001	0
d) Erste Hälfte	1,0204	1,0182
Zweite Hälfte	1,0204	1,0183
(9. Juni) Differenz =	0	1,0001
e) Erste Hälfte	1,0200	1,0182
Zweite Hälfte	1,0198	1,0180
(12. Juni) Differenz =	0,0002	0,0002

4. Bilaterale Organe. Blattstiele (horizontal stehende, ausgewachsene) von *Rheum*. 13. Mai.

a) Halbirung in 2 gleiche Hälften (durch einen Medianschnitt).

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Erste Hälfte	1,0210	1,0210
Zweite Hälfte	1,0212	1,0213
Erste Hälfte	1,0227	1,0230
Zweite Hälfte	1,0228	1,0231
Erste Hälfte	1,0228	1,0230
Zweite Hälfte	1,0229	1,0231

b) Halbirung in obere und untere Hälfte, d. h. ungleiche Hälften.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Oberseite	1,0232	1,0230
Unterseite	1,0238	1,0238
Oberseite leichter um	0,0006	0,0008

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Oberseite	1,0225	1,0225
Unterseite	1,0237	1,0238
Oberseite leichter um	<u>0,0012</u>	<u>0,0013</u>
Oberseite	1,0195	1,0195
Unterseite	1,0220	1,0218
Oberseite leichter um	<u>0,0025</u>	<u>0,0023</u>

## 2. Einfluss der Behandlung auf das Saftgewicht.

1. *Sambucus nigra*. Mark überaus kräftiger Sprosse, rein ausgeschält und so zerrieben, dass der hergestellte Brei aus lauter zerriebenen Zellen besteht.

Der während des Zerreibens sich sammelnde Saft stets sofort abgegossene a), der nachher durch Abpressen gewonnene Saft b).

a) 1,0193  
b) 1,0198.

2. Derselbe Versuch. Bezeichnung gleich.

a) 1,0230  
b) 1,0234.

3. Der gleiche Versuch so, dass die zerriebene Masse eine Zeitlang steht.  
3 Versuche

	1.	2.	3.
a)	1,0229	1,0214	1,0230
b)	1,0236	1,0217	1,0232

4. Ein Versuch wie vorher, Zuckerbestimmung.

	Saftgewicht.	CuO in 15 cc. Saft.
a)	1,0237	0,338
b)	1,0240	0,351

5. Die gleichen Triebe und Markprismen, wie oben zerrieben; darnach aber  $\frac{1}{2}$  Stunde stehen (maceriren) lassen. Das nach  $\frac{1}{2}$  stündiger Maceration von der Masse freiwillig Ablaufende a), das Abgepresste b).

	1. Versuch.	2. Versuch.
a)	1,0200	1,0211
b)	1,0200	1,0211

6. Derselbe Versuch, die zerriebene Masse steht 1 Stunde, a) das nach der Maceration freiwillig Ablaufende, b) das Abgepresste.

a) 1,0220  
b) 1,0220

7. *Rheum*-Blattstiele mit Epidermis und Gefäßbündeln zerrieben.

a. Versuch der Art, dass der ablaufende Saft sofort gesammelt und a), der feste Rückstand dann ausgepresst wurde b).

	Rohsaft.	Filtr. Saft.	CuO in 20 cc. Saft.
a)	1,0240	1,0215	0,490
b)	1,0255	1,0255	0,525

b. Die zerriebene Masse macerirt in toto  $\frac{1}{2}$  Stunde; darauf wird das freiwillig Ablaufende a), und das Abgepresste b) gesammelt.

a)	1,0222	1,0226
b)	1,0227	1,0226

c. Derselbe Versuch wie b, aber 1 stündige Maceration vor der Sonderung der Säfte.

			CuO in 20 cc. Saft.
a)	1,0214	1,0216	0,5865
b)	1,0218	1,0216	0,5940

8. *Rheum*-Blattstiele. Versuche in voriger Art, nach a.

	Rohsaft.	Filtr. Saft.
a)	1,0230	1,0225
b)	1,0240	1,0230
a)	1,0243	1,0242
b)	1,0255	1,0250

9. *Rheum*-Blattstiele. Versuche wie n. 7 b und c. Maceration 2 Stunden.

	Rohsaft.	Filtr. Saft.
a)	1,0222	1,0213
b)	1,0222	1,0213

10. *Sambucus*-Triebe. In toto grüblieh zerrieben, 3 Stunden macerirend, darauf a) das freiwillig Ablaufende, b) das Abgepresste.

a)	1,0270	eine spätere Wägung	1,0268
b)	1,0270		1,0268

11. Versuch, in derselben Art, Maceration  $\frac{1}{2}$  Stunde dauernd, a) das freiwillig Ablaufende, b) das schwach, c) das stark Abgepresste.

a)	1,0234
b)	1,0234
c)	1,0234

12. *Sambucus*-Triebe in der vorigen Weise zerstossen, aber a) das sofort beim Zerstossen Ablaufende, b) und c) mit Versuch 11 übereinstimmend.

2 Wägungen, vom Rohsaft.

a)	1,0252	1,0250
b)	1,0250	1,0245
c)	1,0240	1,0240

2 Wägungen (2. nach 24 Stunden) des filtrirten Saftes.

a)	1,0250	1,0260
b)	1,0238	1,0252
c)	1,0230	1,0245

13. Zwei gleiche Versuche.

	1.		2.
a)	1,0250	1,0250	1,0246
b)	1,0242	1,0245	1,0238
c)	1,0235	1,0235	1,0236

14. *Canna*-Stengel. In toto nach Thunlichkeit zerstoßen. a) das nach dem Zerstoßen Ablaufende, b) der schwach abgepresste Rückstand von a); das Rückständige von b), sehr stark ausgepresst = c. d) endlich eine auf die gewöhnliche Weise hergestellte Saftmasse d. h. die zerstoßene Masse in toto im Colirtuch stark ausgepresst.

	Rohsaft.	Filtr. Saft.
a)	1,0115	1,0117
b)	1,0116	1,0115
c)	1,0124	1,0110
d)	1,0120	1,0116

15. *Canna*. Versuche wie vorher.

	1.		2.
a)	1,0119	1,0119	1,0115
b)	1,0123	1,0119	1,0114
c)	1,0127	1,0118	1,0123
d)	1,0126	1,0118	1,0121

16. Die gleichen Versuche, ohne d).

	1.		2.
a)	1,0119	1,0120	1,0121
b)	1,0118	1,0115	1,0128
c)	1,0127	1,0114	1,0131

17. Blattstiele von *Petasites officinalis*. Bezeichnungen wie vorher.

	1.		2.
a)	1,0186	1,0172	1,0180
b)	1,0180	1,0168	1,0188
c)	1,0193	1,0172	1,0195

## I. Capitel.

### Der Zellsaft im wachsenden Spross.

Im I. Cap. des ersten Heftes dieser Untersuchungen habe ich festgestellt, dass sich in einem wachsenden Spross oder Stengel der procentische Wassergehalt von

den jüngsten zu den älteren Internodien steigert (Tab. I, A) und zwar so lange, als Wachstum stattfindet (Tab. I, B); erst nach Beendigung des Längenwachstums nimmt der Wassergehalt ab, die Trockensubstanz relativ zu. — Einen gleichen Gang muss auch das einzelne Internodium oder eine beliebige Wachstumszone durch ihre verschiedenen Altersstadien hindurch nehmen („grosse Periode“).

Dieses Resultat lässt, nach dem in der Einleitung Gesagten, noch keineswegs auch eine gleichsinnige Aenderung des Zellsaftes erschliessen. Es darf daraus nicht ohne Weiteres gefolgert werden, dass auch der Zellsaft von den jüngern nach den ältern Internodien an Concentration abnimmt, specifisch leichter wird. Es könnte ja das Trockengewichtsergebnis ebensogut erhalten werden, wenn die Concentration des Zellsaftes ganz unverändert bliebe, aber das Verhältniss des wässerigen Saftes zur festen Substanz sich änderte.

Aber unsere Tabelle I zeigt nun, dass Ersteres wirklich der Fall ist, dass in einem wachsenden Spross das specifische Gewicht des Zellsaftes von den jüngeren zu den älteren Internodien abnimmt, um gewöhnlich später wieder etwas zu wachsen. Es ist also in den jüngsten Internodien der Zellsaft am schwersten; das Wachstum der Zelle geht mit einer fortschreitenden Verdünnung des Zellsaftes, mit einer fortwährend überwiegenden Aufnahme von Wasser Hand in Hand.

Eine ganze Reihe von Beispielen — ganz deutlich n. 17 — zeigt, dass die Concentration des Zellsaftes noch nicht zugenommen an den Stellen, wo das Internodium schon stark verholzt ist, demnach längst aufgehört hat, in die Länge zu wachsen. Soweit meine Zahlen blicken lassen, fällt also das Maximum des Wassergehaltes eines Sprosses mit dem Minimum der Zellsaftconcentration in ihm nicht zusammen. Die Tabelle I, B im ersten Heft zeigt nemlich, dass gleich mit dem Aufhören des Längenwachstums die Trockensubstanz energisch zunimmt; anatomisch ganz begreiflich, da nun die Holzbildung und Verdickung der Elemente beginnt. Die Zahlen über das specifische Gewicht dagegen nehmen noch ab in Theilen, die dick verholzt sind.

Eine wesentliche Aufgabe, von deren Lösung die Physiologie erst Nutzen ziehen kann, ist nun die, die Stoffe, welche an der Constitution des Zellsaftes Theil nehmen, zu verfolgen. Es versteht sich von selbst, dass es sich hier nur um die physiologisch bedeutsamen handelt, d. h. diejenigen, von denen man bis jetzt mit mehr oder weniger Sicherheit eine Rolle im Lebensprocess der Pflanze kennt.

Meine Untersuchungen in dieser Hinsicht bedürfen noch sehr der Fortführung.

Sie haben sich in erster Linie auf Zucker, dann auf die „Pflanzensäuren“ im Allgemeinen und in ein Paar Fällen auf das Eiweiss bezogen. Was ich bis jetzt ermittelt habe, ist Folgendes:

1. Die n. 23—24 sind die einzigen Versuche, in denen das im Zellsaft gelöste Eiweiss berücksichtigt ist. Was man darunter zu verstehen und wie dasselbe gewonnen worden, ist Eingangsbemerkt worden. Man sieht, dass das im Zellsaft gelöste Eiweiss mit dem Wachstum und Alter des Internodiums relativ abnimmt. Ueber das absolute Verhalten geben die Zahlen natürlich keinen Aufschluss. Mit der relativen Abnahme wäre unter den gegebenen Verhältnissen sehr wohl ein absolutes Gleichbleiben, ja sogar eine absolute Zunahme verträglich.

2. Die freien Säuren des Zellsafts, durch Titration mit Lauge bestimmt, zeigen gleichfalls mit dem Wachstum eine kontinuierliche relative Abnahme. Die Acidität des Saftes ist in den jüngsten sichtbaren Internodien am grössten; sie nimmt ab, so lange die Internodien wachsen, um öfter später wieder etwas zuzunehmen. Das zeigen besonders die Versuche von n. 30 ab; die Beispiele 36, 37, 39, 41 und 50 zeigen auch noch, dass die procentische Abnahme weit über die Zeit des Längenwachstums hinausreicht. Die relative Abnahme der Acidität ist die Regel; sie ist aber jedenfalls nicht ausnahmslos; bei *Rhcum* sind die älteren Blattstiele auch relativ saurer als die jüngeren.

Wie verhält sich nun die absolute Menge freier Säuren im Internodium? Vermindert sich diese mit dem Wachstum gleichfalls, bleibt sie gleich? Oder vermehrt sie sich, aber nur in geringerem Verhältniss als das Wasser?

Zu einer gesicherten allgemeinen Antwort auf diese Fragen bin ich durch folgende Ueberlegungen und Versuche gekommen. Es ist gewiss, dass sich in einem wachsenden Internodium die feste Substanz um das Mehrfache vermehrt. Man vgl. z. B. die Trockengewichtszahlen von *Phaseolus* im I. Heft S. 17, wo die Trockensubstanz des epicotylen Gliedes während des Wachsens um das 4—5fache zunimmt. Macht man die Annahme (die hier ohne grossen Fehler gemacht werden darf), dass die von oben ab aufeinander folgenden Internodien eines Sprosses die verschiedenen Altersstufen eines Internodiums darstellen; so zeigen die Trockengewichtsbestimmungen Heft I S. 8—10, dass sich auch die krautigen Stengel oder die Sprosse der Holzpflanzen analog verhalten. Da aber das Internodium beim Wachsen wasserreicher wird, muss dasselbe füglich um mehr als das 4—5fache Wasser aufnehmen.

Würde nun die Menge freier Säuren im Internodium beim Wachsen unverändert bleiben, so müsste das ältere Internodium um das Mehrfache säureärmer sein

als junge; unter Umständen also z. B. mehr als das 4—5fache. Solche Differenzen kommen aber nicht vor. Sie sind vielmehr relativ gering. Daraus folgt, dass die absolute Menge der freien Säuren beim Wachsen sich vergrössert.

Es lässt sich ferner durch Versuche direct zeigen, dass Zellsäfte aus jüngeren Theilen einen Wasserzusatz von viel geringeren Procenten vertragen, wenn sie relativ gleichviel Säure, wie ältere, enthalten sollen. Diese Versuche sind unter n. 51 ff. in der Tabelle I zusammengestellt. Hier nur ein Beispiel.

Blattstiele von *Beta vulgaris* in zwei Grössen 1) ausgewachsene, im Mitte 20 Ctm. lang, 2) im Wachstum begriffene junge, 7 Ctm. lang, ergeben folgende Trockengewichtszunahmen und Wassergehalte

	Frischgewicht	Trockengewicht	demnach Wasser.
Ein älterer Blattstiel	12,804	0,849	11,955
Ein jüngerer Blattstiel	1,565	0,221	1,344

Nehmen wir an der ältere Blattstiel sei praeter propter der herangewachsene jüngere, so hätte derselbe über 10 gm. Wasser, also 1000 Procent, Wasser aufgenommen.

Im ausgepressten Saft werden für 2 cc. (mit 5 cc. Wasser verdünnt) Lauge verbraucht

jüngerer Blattstiel	2,8
älterer „	2,0.

Setzt man zu 2 cc. Saft aus dem jüngeren Blattstiel 1 cc. Wasser d. h. also 50 %, so erfordern nun 2 cc. Saft, um gleiche Färbung anzunehmen, die gleiche Menge Lauge.

Es ist ersichtlich, dass sich die Säuren im wachsenden Spross absolut um ein sehr Beträchtliches vermehren müssen, d. h. im wachsenden Spross fortwährend Säuren gebildet werden.

Aber in noch viel höherem Maasse vermehrt sich der 3. untersuchte Saftinhalt, der Zucker.

3. Ein Blick auf die Tabelle I n. 14 ff. zeigt, dass der relative Zuckergehalt abweichend von den Säuren im wachsenden Stengel eine Zeitlang zunimmt, ein Maximum erreicht, und von diesem ab wieder sinkt. Da der Zellsaft beim Steigen des Zuckergehaltes an Concentration abnimmt, so folgt von selbst, dass auch eine absolute Zunahme im wachsenden Internodium Statt findet, dass im wachsenden Internodium eine Zeitlang mit steigender Geschwindigkeit Zucker gebildet wird.

Es war von Interesse, die Lage des relativen Zuckermaximums im Spross mit der Lage seines Wachstumsmaximums zu vergleichen, bez. ihre gegenseitige Lage festzustellen. Aus den unter n. 46—50 mitgetheilten Versuchen geht zweifellos her-

vor, dass das Zuckermaximum ansehnlich unter dem Wachstumsmaximum liegt und daraus folgt, dass die Remission des Wachstums, wie sie mit erreichtem Maximum statt hat, nicht in erster Linie von der Remission der Zuckerbildung abhängen kann.

### Tabelle I.

#### Das Saftgewicht im Spross.

1. 4 Stengel von *Nicotiana Tabacum*, ca. 72 cm. lang, 7. August 1877. — Saft des Gesamt-Stengels.

		Spec. Gewicht.
I.	Oberes Drittel (24 cm.)	1,019
II.	Mittleres „	1,016
III.	Unteres „	1,016

2. 10 Triebe derselben Pflanze, ca. 65 cm. lang, Saft des Markes für sich. I. ist der oberste 20 cm. lange Theil, II., III. die je folgenden, nur 10 cm. lang.

	Spec. Gewicht.
I.	1,0222
II.	1,0195
III.	1,0195
IV.	1,0195
V.	1,0210
VI.	1,0219

3. 18 Seitenäste von *Balsamina hortensis*, je ca. 50 cm. lang, in 3 Theile getheilt, der Gesamtsaft.

		Spec. Gewicht.
I.	Oberes Drittel	1,0252
II.	Mittleres „	1,0175
III.	Unteres „	1,0140

4. Mit jungen Blütenknospen versehene halbwüchsige Stengel von *Anthriscus silvestris*. 15. Mai 1879.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Die zwei obersten Internodien	1,0330	1,0308
Das 3. Internodium	1,0297	1,0295
Das 4. Internodium	1,0290	1,0285
Das 5. (unterste) Internodium	1,0288	1,0283

5. Dieselbe Pflanze in gleichem Zustand. 16. Mai.

Die zwei obersten Internodien	1,0345	1,0333
Das 3. Internodium	1,0333	1,0321
Das 4. „	1,0317	1,0305
Das 5. (letzte) Internodium	1,0300	1,0294



## 6. Dieselbe Pflanze, längere Exemplare.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Die zwei oberen Internodien	1,0284	1,0268
Das 3. Internodium	1,0270	1,0259
Das 4. „	1,0264	1,0256
Das 5. „	1,0262	1,0253
Das 6. „	1,0262	1,0253
Das 7. (unterste) Internodium	1,0266	1,0254

## 7. Dieselbe Pflanze.

1. Internodium	1,0368	1,0292
2. „	1,0286	1,0274
3. „	1,0280	1,0270
4. „	1,0273	1,0267
5. „	1,0268	1,0266
6. „	1,0268	1,0267

8. Spross von *Sambucus nigra* (21. Mai 1879). Vom ersten sichtbaren Internodium ab.

1. Internodium	1,0278	1,0231
2. „	1,0239	1,0225
3. „	1,0230	1,0222
4. „	1,0223	1,0221

## 9. Das Gleiche. 23. Mai.

1. Internodium	1,0246	1,0184
2. „	1,0221	1,0175
3. „	1,0218	1,0165
4. „	1,0209	1,0160
5. „	1,0208	1,0160

10. Sprosse von *Lonicera tatarica*. Vom 1. sichtbaren Internodium ab. 23. Mai.

1. Internodium	1,0336	1,0324
2. „	1,0330	1,0294
3. „	1,0294	1,0284
4. „	1,0300	1,0272
5. „	1,0280	1,0273

11. *Sambucus* Sprosse. Vom 1. sichtbaren Internodium an. 26. Mai.

1. Internodium	1,0235	1,0180
2. „	1,0210	1,0175
3. „	1,0194	1,0175
4. „	1,0192	1,0172
5. „	1,0180	1,0172
6. „	1,0180	1,0170

12. Triebe von *Rosa canina*, von der Spitze bis zur Stelle der stärkeren Verholzung in 3 gleiche Theile zerlegt. 26. Mai.

		Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Oberer	Theil	1,0292	1,0236
Mittlerer	"	1,0255	1,0228
Unterer	"	1,0250	1,0222

13. *Sambucus*-Sprosse, ca. 40 cm. lang, in 5 ungefähr gleiche Stücke zerlegt. I. das oberste Stück. 30. Juni.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
I.	1,0198	1,0150	—
II.	1,0169	1,0132	2,440
III.	1,0157	1,0113	2,396
IV.	1,0134	1,0110	2,395
V.	1,0124	1,0105	2,292

14. *Helianthus annuus*. Von 7 ungefähr 40—50 cm. langen Stengeln die Markprismen in 5 gleiche Stücke (also ca. 8 cm. lang) getheilt. 30. Juni.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
I.	1,0167	1,0144	2,163
II.	1,0149	1,0136	2,165
III.	1,0144	1,0130	2,079
IV.	1,0142	1,0129	1,837
V.	1,0125	1,0120	1,794

15. Dieselbe Pflanze in gleicher Weise. 1. Juli.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
I.	1,0189	1,0182	2,359
II.	1,0163	1,0159	2,324
III.	1,0149	1,0148	2,299
IV.	1,0132	1,0141	2,188

16. Ein Gleiches. 3. Juli.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
I.	1,0200	1,0184	2,381
II.	1,0167	1,0138	2,479
III.	1,0158	1,0128	2,347
IV.	1,0147	1,0128	2,323
V.	1,0143	1,0125	2,133
VI.	1,0129	1,0116	1,843

17. Stengel von *Nicotiana Tabacum*, 50 cm. hoch, oben mit jungen Blütenknospen, in Stücke von je 8 cm. zerlegt (I, II u. s. w. von oben nach unten). Das unterste Stück bereits mit starkem Holzkörper (Rinde und Mark). 1. August.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
I.	1,0205	1,0174	2,227
II.	1,0122	1,0115	2,326
III.	1,0117	1,0099	2,332
IV.	1,0110	1,0098	2,281
V.	1,0105	1,0095	2,280
VI.	1,0117	1,0105	2,114

18. Stengel von *Nicotiana rustica*, ca. 25 cm. hoch, in 3 Theile zerlegt, deren jeder ca. 6 cm. lang war. 1. August.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
I.	1,0110	1,0100	0,904
II.	1,0089	1,0079	0,927
III.	1,0081	1,0073	0,814

19. *Sambucus*-Sprosse; 2 Stücke, je 5 cm. lang, unter der Knospe genommen. 2. August.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
I.	1,0230	1,0184	0,974
II.	1,0186	1,0170	1,056

20. Triebe von *Rhus viridiflorum*. 2 Stücke von der Knospe ab, je 5 cm. lang. Das Mark. 4. August.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
I.	1,0271	1,0255	2,344
II.	1,0225	1,0210	2,370

21. Dieselbe Pflanze, gleiche Behandlung.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
I.	1,0257	1,0249	2,342
II.	1,0220	1,0215	2,529

22. Junge Pflanzchen von *Nicotiana Tabacum*, 40—50 cm. lang, oben mit Blütenknospen versehen. 10 Stück in je 4 etwa gleiche Theile zerlegt. Mark.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Zucker in 20 cc.	% Eiweiss.
I.	1,0300	1,0290	0,458	0,300
II.	1,0240	1,0230	0,404	0,296
III.	1,0245	1,0215	—	0,269
IV.	1,0250	1,0245	0,587	0,167

23. 8 Stück derselben Pflanze; Versuch sonst gleich. 23. September 1879.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.	% Eiweiss.
I.	1,0246	1,0220	2,303	0,068
II.	1,0151	1,0138	2,225	0,065
III.	1,0179	1,0142	2,252	0,063
IV.	1,0184	1,0151	2,402	0,071 (?)

24. *Nicotiana glauca*. Schöne, etwa 1<sup>m</sup> hohe, reich verästelte Pflanzen, ohne Blüten (29. September 1879).

a) die Hauptstengel, 80—120 cm. lang, in 8 gleiche Stücke zerlegt; Mark. Schon n. VI. ist stark verholzt.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.	% Eiweiss.
I. oben	1,0277	1,0269	2,020	0,110
II.	1,0274	1,0265	2,543	0,104
III.	1,0270	1,0265	1,704	0,103
IV.	1,0273	1,0265	1,676	0,109
V.	1,0270	1,0261	1,792	0,086
VI.	1,0277	1,0263	2,066	0,071
VII.	1,0296	1,0283	2,416	0,122
VIII.	2,0285	1,0277	2,314	0,119

b) die längeren Seitenäste, 10 cm. lang, in 2 Theile zerlegt. I oben.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.	% Eiweiss.
I.	1,0276	1,0259	0,964	0,068
II.	1,0263	1,0257	1,234	0,066

25. *Canna*-Stengel (5. November 1879). Die Internodien von oben nach unten (I, II u. s. w.).

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Trockensubstanz im Saft.	% Zucker.
I.	1,0168	1,0157	2,670	—
II.	1,0123	1,0123	1,952	0,834
III.	1,0120	1,0122	1,844	0,685
IV.	1,0121	1,0123	1,851	0,614
V.	1,0125	1,0125	1,960	0,866

26. 7 *Canna*-Stengel von oben nach unten in 3 Theile zerlegt. (17. Nov. 1879).

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.	Aschen % im Saft.
I.	1,0154	1,0152	1,903	1,087
II.	1,0141	1,0135	1,895	1,115
III.	1,0141	1,0141	2,03	1,164

27. Der gleiche Versuch; 4 Stücke.

I.	1,0150	1,0155	2,115	0,827
II.	1,0129	1,0138	1,942	0,887
III.	1,0131	1,0141	1,893	0,956
IV.	1,0139	1,0149	1,950	1,076

28. 9 Triebe von *Colcus Verschaffelti*, jeder ca. 18 cm. lang, werden von oben nach unten (I, II u. s. w.) in 5 ungefähr 3—4 cm. lange Stücke zerlegt. Die Frischgewichte waren I 4,55 II 8,00 III 10,84 IV 13,37 V 14,16 grm.

Die Zuckermengen sind % von dem Frischgewicht

	%
I.	0,40
II.	0,46
III.	0,55
IV.	0,51
V.	0,53

Der Säuregehalt nahm von oben nach unten continuirlich ab.

29. 10 Triebe derselben Pflanze wurden folgendermassen von oben abwärts zerlegt.

- I. Die 2—3 obersten Internodien, 4 grm. wiegend.
- II. Die 2 weiteren Internodien, wohl im stärksten Wachsthum begriffen, 8 grm.
- III. 1—1½ weitere Internodien, noch gut biegsam, 8 grm.
- IV. Die darunter liegenden ziemlich festen Internodien, 8 grm.
- V. Die darunter liegenden Stücke, ganz steif und fest, 12 grm.
- VI. " " " " " " " " 16 "
- VII. " " " " ganz verholzt 20 "

In gleichen Theilen (20 cc) des auf gleiche Volumien gebrachten Auszuges fand sich Zucker:

I.	0,0189	IV.	0,0318	VII.	0,0239
II.	0,0272	V.	0,0296		
III.	<b>0,0376</b>	VI.	0,0308		

30. Etiolirte *Dahlien*-Triebe, entblättert in 4 Theile, von oben ab I, II u. s. w. bezeichnet, je 12—15 cm. lang, getheilt. Der ausgepresste Saft, mit je 50 cc. Wasser verdünnt. Die Gewichte der Theile waren I 12,8 II 18,1 III 24,15 IV 30,92 grm. Zur Herstellung einer blassen Rosa-Farbe wurden für je 5 oder (im 3. Fall) 10 cc. Flüssigkeit an Natronlauge gebraucht:

I.	3,0	2,6*	6,1
II.	2,7	2,45	6,0
III.	2,4	2,40	6,0
IV.	2,1	2,1	5,3

Der Säuregehalt nimmt also continuirlich von oben nach unten ab.

31. *Mirabilis Jalapa*, Dunkeltriebe, etwa 4 Decimeter lang in 4 gleiche Theile. Gew. I 12,94 II 20,7 III 23,0 IV 21,90. — Behandlung wie vorher. Für 5 cc. Saft werden an Natronlauge verbraucht

I.	3,4	3,6	3,0
II.	3,0	3,4	2,6
III.	2,4	2,6	1,8
IV.	2,8	2,8	2,0

Der Säuregehalt im untersten Theil etwas gestiegen.

Zur Hervorbringung gleicher lichtblauer Färbung werden an Fehling verbraucht cc.

I.	3,5	III.	5,05
II.	4,5	IV.	4,8

\*) Es sei hier ein für allemal bemerkt, dass die Verschiedenheit der absoluten Zahlen in verschiedenen Reihen desselben Versuchs daher rührt, dass in diesen nicht ein gleicher Grad der Färbung eingehalten wurde.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.	% Eiweiss.
I. oben	1,0277	1,0269	2,020	0,110
II.	1,0274	1,0265	2,543	0,104
III.	1,0270	1,0265	1,704	0,103
IV.	1,0273	1,0265	1,676	0,109
V.	1,0270	1,0261	1,792	0,086
VI.	1,0277	1,0263	2,066	0,071
VII.	1,0296	1,0283	2,416	0,122
VIII.	2,0285	1,0277	2,314	0,119

b) die längeren Seitenäste, 10 cm. lang, in 2 Theile zerlegt. I oben.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.	% Eiweiss.
I.	1,0276	1,0259	0,964	0,068
II.	1,0263	1,0257	1,234	0,066

25. *Canna*-Stengel (5. November 1879). Die Internodien von oben nach unten (I, II u. s. w.).

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Trockensubstanz im Saft.	% Zucker.
I.	1,0168	1,0157	2,670	—
II.	1,0123	1,0123	1,952	0,834
III.	1,0120	1,0122	1,844	0,685
IV.	1,0121	1,0123	1,851	0,614
V.	1,0125	1,0125	1,960	0,866

26. 7 *Canna*-Stengel von oben nach unten in 3 Theile zerlegt. (17. Nov. 1879).

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.	Aschen % im Saft.
I.	1,0154	1,0152	1,903	1,087
II.	1,0141	1,0135	1,895	1,115
III.	1,0141	1,0141	2,03	1,164

27. Der gleiche Versuch; 4 Stücke.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.	% Eiweiss.
I.	1,0150	1,0155	2,115	0,827
II.	1,0129	1,0138	1,942	0,887
III.	1,0131	1,0141	1,893	0,956
IV.	1,0139	1,0149	1,950	1,076

28. 9 Triebe von *Colcus Verschaffelti*, jeder ca. 18 cm. lang, werden von oben nach unten (I, II u. s. w.) in 5 ungefähr 3—4 cm. lange Stücke zerlegt. Die Frischgewichte waren I 4,55 II 8,00 III 10,84 IV 13,37 V 14,16 grm.

Die Zuckermengen sind % von dem Frischgewicht

	%
I.	0,40
II.	0,46
III.	0,55
IV.	0,51
V.	0,53

Der Säuregehalt nahm von oben nach unten continuirlich ab.

29. 10 Triebe derselben Pflanze wurden folgendermassen von oben abwärts zerlegt.

- I. Die 2—3 obersten Internodien, 4 grm. wiegend.
- II. Die 2 weiteren Internodien, wohl im stärksten Wachstum begriffen, 8 grm.
- III. 1—1½ weitere Internodien, noch gut biegsam, 8 grm.
- IV. Die darunter liegenden ziemlich festen Internodien, 8 grm.
- V. Die darunter liegenden Stücke, ganz steif und fest, 12 grm.
- VI. „ „ „ „ „ „ „ „ 16 „
- VII. „ „ „ „ ganz verholzt 20 „

In gleichen Theilen (20 cc) des auf gleiche Volumien gebrachten Auszuges fand sich Zucker:

I.	0,0189	IV.	0,0318	VII.	0,0239
II.	0,0272	V.	0,0296		
III.	<b>0,0376</b>	VI.	0,0308		

30. Etiolirte *Dahlien*-Triebe, entblättert in 4 Theile, von oben ab I, II u. s. w. bezeichnet, je 12—15 cm. lang, getheilt. Der ausgepresste Saft, mit je 50 cc. Wasser verdünnt. Die Gewichte der Theile waren I 12,8 II 18,1 III 24,15 IV 30,92 grm. Zur Herstellung einer blassen Rosa-Farbe wurden für je 5 oder (im 3. Fall) 10 cc. Flüssigkeit an Natronlauge gebraucht:

I.	3,0	2,6*	6,1
II.	2,7	2,45	6,0
III.	2,4	2,40	6,0
IV.	2,1	2,1	5,3

Der Säuregehalt nimmt also continuirlich von oben nach unten ab.

31. *Mirabilis Jalapa*, Dunkeltriebe, etwa 4 Decimeter lang in 4 gleiche Theile. Gew. I 12,94 II 20,7 III 23,0 IV 21,90. — Behandlung wie vorher. Für 5 cc. Saft werden an Natronlauge verbraucht

I.	3,4	3,6	3,0
II.	3,0	3,4	2,6
III.	2,4	2,6	1,8
IV.	2,8	2,8	2,0

Der Säuregehalt im untersten Theil etwas gestiegen.

Zur Hervorbringung gleicher lichtblauer Färbung werden an Fehling verbraucht cc.

I.	3,5	III.	5,05
II.	4,5	IV.	4,8

\*) Es sei hier ein für allemal bemerkt, dass die Verschiedenheit der absoluten Zahlen in verschiedenen Reihen desselben Versuchs daher rührt, dass in diesen nicht ein gleicher Grad der Färbung eingehalten wurde.

32. Etiolirte *Dahlien*-Triebe, wie die vorigen (24. Februar 1880) im Warmhaus getrieben, etwa 4 dc. lang, in 4 Stücke zerlegt.

Gewicht: I 13,9 II 21,12 III 21,25 IV 25,37. Laugenverbrauch für

	5 cc. Saft.	10 cc. Saft.
I.	1,5	3,2
II.	1,9	4,0
III.	1,6	3,0
IV.	1,6	3,0

Die Zahlen ergeben unter Berücksichtigung der angewandten Mengen eine Säureabnahme von Oben nach Unten.

Durch Titration wird der Zuckergehalt des Saftes folgendermassen gefunden: I enthält am wenigsten; II am meisten reducirende Substanz; III und IV enthalten je etwas weniger als II.

Ein gleicher Versuch mit etwas kürzeren Trieben (ca. 30 cm. lang). Gew. I 17,48 II 21,15 III 25,38 IV 31,72. Laugenverbrauch für 5 cc. Lösung:

I.	5,0
II.	5,8
III.	4,5
IV.	3,0

Der grösste Zuckergehalt ist in n. II.

33. Etiolirte Bohnenkeimlinge, etwa 1 dc. lang, vom Ansatz der Cotylen bis zum Primordialblattpaar in 4 Theile zerlegt: Gewicht der Theile I 9,70 II 11,45 III 13,00 IV 15,69, ergaben Laugenverbrauch bei 5 cc. Lösung:

I.	1,5	1,3
II.	1,8	1,5
III.	1,7	1,5
IV.	2,2	2,0

Die letztere Reihe ist genauer; sie ergibt unter Berücksichtigung der angewandten Substanzmenge Abnahme von Oben nach Unten.

Das Zuckermaximum liegt in IV.

34. *Dahlia*. Etiolirte Triebe in gleiche (5 cm.) Stücke zerlegt. Gewichte I 21,79 II 26,73 III 31,02 IV 33,38 V 33,45 VI 35,26. — Laugenverbrauch bei 5 cc Lösung.

I.	1,3	IV.	1,8
II.	1,4	V.	1,9
III.	1,9	VI.	2,0

Das Maximum des Zuckers fällt auf IV.

35. Junge Stengel von *Saponaria officinalis* in 4 Stücke zerlegt; der ausgepresste Saft allein. 2 cc. werden mit 10 cc. Wasser verdünnt. Laugenverbrauch:



I.	4,1	3,7
II.	4,1	3,7
III.	3,7	3,4
IV.	3,5	3,0

36. Dieselbe Pflanze. Die 4 obern Internodien, jedes für sich. Das 3. ist oben noch weich und biegsam, im unteren Theile fest; das 4. ganz verholzt. — I höchstens ca. 1,5 cm. — Anwendung wie vorher.

I.	4,0	3,8	4,0	4,2
II.	3,5	3,5	3,5	3,9
III.	3,5	3,5	3,5	3,5
IV.	3,2	3,2	3,5	3,4

37. *Lonicera iberica*. Schöne aufrechte Sprosse so zerlegt, dass I die 2 obersten II, III u. s. w. je ein folgendes Internodium begreifen. Die letzten waren sehr stark verholzt.

	Gewicht.	Lauge.
I.	2,0	1,5
II.	2,5	1,4
III.	5,0	0,8
IV.	10,0	0,7
V.	15,0	0,7
VI.	20,0	0,5
VII.	20,0	0,4

Die 10fache Menge Wasser zum Auspressen zugesetzt. Laugenverbrauch für 5 cc. Saft.

38. *Sambucus Ebulus*-Triebe.

	Gewicht.	Zuges. Wassermenge.	Laugenverbrauch für 5 cc.	
I. Oberstes Internodium	3 grm.	30 cc.	1,4	0,6
II. Zweites „	18,0	180	0,8	0,35
III. Obere Hälfte des 3. Internodiums	30,0	150	0,7	0,3
IV. Untere „ „ „ „	30,0	150	0,5	0,25
V. Obere „ „ 4. „	40,0	200	0,6	0,4
VI. Untere „ „ „ „	50,0	250	0,4	0,25
VII. Obere „ „ 5. „	50,0	250	—	0,35
VIII. Untere „ „ „ „	40,0	200	—	0,2

39. Dieselbe Pflanze. Das Mark der Internodien.

	Gewicht des Markes.	Wassermenge zugesetzt.	Für 5 cc. verbrauchte Lauge gefunden. berichtigt.	
I. 1. Internodium, $\frac{1}{2}$ dc. lang	2,233	22 cc.	0,7	0,7
II. 2. „ $\frac{3}{4}$ dc. lang	4,833	48	0,4	0,4
III. 3. „ 1—1,5 dc. lang	23,813	119	0,7	0,35
IV. 4. „ 1,5—2 dc. lang				
Mark schon fest, und saftärmer	46,213	120	1,4	0,35
V. 5. Internodium, ganz verholzt,				
Mark auch Innen noch saftaltig	49,113	123	1,3	0,33

40. Dieselbe Pflanze. Mark. Die Sprosse in 3 Stücke zerlegt, zu je 20 Cen-

timeter Je 10 grm. Mark genommen mit 30 cc. Wasserzusatz. Laugenverbrauch für 5 cc. Saft.

I.	1,2	3,0	1,3	3,0
II.	1,1	2,6	1,15	2,5
III.	1,0	2,4	1,0	2,4

41. Mark derselben Pflanze. 3 sehr kräftige Sprosse von der Spitze bis in die gänzlich verholzte Region in Stücke von je 10 cm. Länge zerlegt.

	Mark-Gewicht.	Zuges.	Wassermenge.	Laugenverbr. für 5 cc. berechnet.
I. Obere 2 Internodien	6 grm.		30 cc.	2,7
II. Das 3. Internodium	12		60	2,4
III. Das 4. „	12,0		60	2,1
IV. Das 5. „	24,0		60	1,8
V. ziemlich verholzt	18,0		45	1,9
VI. stark „	24,0		60	1,75

42. Aus 3 älteren Internodien von *Sambucus Ebulus* wurden die übrigens noch völlig saftigen Markprismen möglichst vollständig herausgeschält und dann

a) Der innere Theil des Markes

b) Der äussere Theil desselben für sich — zu gleichen Theilen und mit gleichen Wassermengen behandelt — untersucht. Für 5 cc. — Laugenverbrauch

Innere Marksichten	4,5	4,0	3,0
Äussere „	3,5	3,0	2,0

Es erklärt dieser Versuch das Resultat n. V im vorigen Versuch. Es waren hier die Markpartien etwas zu stark geschält worden.

Ein ähnlicher Versuch mit *Ebulus*-Mark wurde so gemacht, dass Sprosse in je 3 Stück à ungefähr 25 cm. zerlegt (I, II, III) und deren möglichst ganz ausgeschältes Mark, zu gleichen Gewichtstheilen (äussere und innere Markpartien), untersucht wurden. — Laugenverbrauch für 5 cc.

	Äussere	Innere Schichten.
I.	1,0	1,2
II.	1,0	1,5
III.	1,3	1,6

43. *Vitis vinifera*. Von wohl entwickelten Sprossen die einzelnen Internodien. Zu 5 cc. Saft werden Lauge verbraucht

I. Internodium	3,0
II. „	2,8
III. „	2,5
IV. „	2,25
V. „	1,75

44. *Physalis Alkekengi*. Entblätterte Stengel (vor dem Blüthen) in 3 Theile

zerlegt I jüngste Internodien, II noch biegsam, III verholzt. I 7,0 II 10,0 III 15 gm. wiegend mit 70, 100 und 75 cc. Wasser zerrieben. Zu je 5 cc. Lösung wird Lauge verbraucht

I.	1,2	1,1	0,9	1,0
II.	1,0	1,0	0,7	0,75
III.	1,2	1,0	0,8	0,8

45. *Plantago media*. Blüthenschaft, 20—25 cm. lang, in 3 Theilen je 15 gm. mit gleichen Theilen Wasser. Zu 5 cc. Lösung. Verbrauch:

I.	1,5	1,6	1,4
II.	1,0	1,3	1,1
III.	1,7	1,6	1,4

Ein gleicher Versuch, 4 Theile, je 15 gm. mit 75 cc. Wasser.

I.	2,0	1,0	1,0
II.	1,4	0,85	0,85
III.	1,0	0,6	0,5
IV.	1,2	0,6	0,6

Ein dritter Versuch. 10 gm. Substanz. 2 cc. Saft zum Versuch:

I.	0,8	0,8	1,0
II.	0,6	0,5	0,8
III.	0,45	0,3	0,5
IV.	0,5	0,4	0,6

46. *Rumex obtusifolius*. Etwa 1 m. lange Stengel in 3 Theile zerlegt. I die jüngsten Internodien, die stärkst wachsenden und ein Theil, der schon an Biegsamkeit verloren, II wenig biegsam, vielleicht nur ganz wenig noch wachsend, III holzig. Saft ohne Wasserzusatz, ganz klar. Sehr sauer. Lange zu 2 cc. Saft.

I.	7,0	7,0
II.	6,2	6,0
III.	7,5	7,2

Zu 2 cc. Lauge werden 6 cc. Fehling gesetzt, in II wird dabei (jedesmal) Alles Cu reducirt. Hier liegt das Zuckermaximum.

47. Sprosse von *Sambucus nigra*. Mark aus I den 2 jüngsten Internodien II stärkst wachsenden Theilen III wenig mehr biegsamen älteren, darunterliegenden. Zuckermaximum im (reinen) Saft von III gelegen.

Ein zweiter Versuch, die ganzen Internodien ausgepresst, sonst dem vorigen gleich. Zu 1 cc. Saft 4 cc. Fehling. Spec. Gew. II 1,0228 III 1,0220.

Zuckermaximum in III.

Ein dritter Versuch, worin I alle energisch wachsenden Internodien II die vielleicht noch ein wenig wachsenden Theile der Sprosse enthält. Spec.-Gew. I 1,0265 II 1,0205.

Zuckermaximum in II.

Ein vierter Versuch mit derselben Pflanze. Die ganzen Internodien. I jüngste, II im kräftigsten Wachstum befindliche Theile, III im obern Theil noch etwas, unten nicht mehr biegsame Stücke. II und III ungefähr 1,5 dc. lang, I 0,5 dc. lang.

Zuckermaximum in n. III.

In einem fünften gleichen Versuch ebenso. Spec. Gew. II 1,0247 III 1,0238.

In 3 weiteren gleichen Versuchen, das gleiche Resultat.

48. *Sambucus Ebulus*. Sprosse vom jüngsten Internodium bis an die Stelle, wo es zweifellos nicht mehr wächst (ahnsehnlich verholzt). In 2 Theilen I die stark wachsenden II die nur noch wenig biegsamen Theile darstellend.

3 Versuche mit dem Resultat, dass in II der Saft zuckerreicher ist als in I.

49. *Sambucus nigra*. Die Sprosse in 4 Stücke zerlegt. I die bestwachsenen Internodien, II noch etwas biegsame, kaum noch wachsende Theile, III bestimmt ausgewachsen, weil schon im Verholzen begriffen, IV stark verholzt — Saft ohne Wasserzusatz.

Das Maximum des Zuckers fällt in n. II.

Die Säurebestimmung ergibt für 1 cc. Saft Verbrauch an Lauge:

I.	3,4
II.	4,2
III.	4,6
IV.	5,1

Ein zweiter Versuch gleicher Art gibt für die Lage des Zuckermaximums dasselbe.

Für die Säure: Laugenverbrauch

	bei 0,6 cc. Saft.	bei 1 cc. Saft.
I.	2,0	4,5
II.	2,2	4,9
III.	2,4	5,2
IV.	2,6	5,6

In einem dritten Versuche fällt gleichfalls das Zuckermaximum in die in Wachstumsremission befindliche Region (II).

Die Säurebestimmung ergibt Verbrauch

	bei 0,6 cc. Saft.	bei 0,4 cc. Saft.
I.	3,2	2,3
II.	3,3	2,3
III.	3,5	2,4
IV.	3,7	2,8 Lauge.

50. Sprosse von *Sambucus Ebulus*, 75—100 cm. lang, in 4 gleich lange

Stücke zerlegt; deren I die vorzugsweise wachsenden Theile II nur noch oben biegsame III feste IV dick verholzte Theile enthält. Mark allein, Saft ohne Wasserzusat.

Säuregehalt in 2 cc. Saft

I.	3,5	3,8	3,5
II.	2,9	3,3	3,1
III.	2,4	2,8	2,5
IV.	2,2	2,5	2,3

Das gefundene Kupferoxyd aus 20 cc. (mit Fehling) ist

I.	0,418	III.	0,420
II.	0,4255	IV.	0,3855

51. Von blühenden *Datura*-Stengeln, die oberste und die unterste Partie des Hauptstammes; von jedem 20,5 gm. Diese ausgekocht und beide auf 150 cc. Lösung gebracht. Sie ist wasserklar. Diese gebrauchen zur Neutralisation an Lauge

Jüngere Theile	0,8	0,7
Aeltere „	0,5	0,5

Nun wurden zu 100 cc. Lösung aus dem jüngern Theile 5 cc. Wasser gesetzt; jetzt gebrauchten beide Partien gleichviel Lauge zur Neutralisation.

52. Von derselben Pflanze, in gleicher Weise jüngere und ältere Theile des Stengels genommen; aber der Saft ausgepresst. Für 1 cc. Saft war an Lauge nöthig bei

Jüngeren Theilen	2,3
Aelteren „	1,5

bei 50% Wasserzusatz zu dem Saft der jüngeren Stengeltheile war die Säure in beiden gleich.

53. Blattstiele von *Beta vulgaris*, jüngere ca. 0,5 dc. lange, und ältere ausgewachsene. Der ausgepresste Saft ergibt Laugenverbrauch in den

jungen Blattstielen	1,85
älteren „	1,5

bei 50% Wasserzusatz zu dem Saft der jüngern Blattstiele (1 cc. Wasser zu 2 cc. Saft) ergibt sich Laugenverbrauch für 1 cc.

Jüngere Blattstiele	0,8
Aeltere „	0,9

54. Blattstiele von *Datura*. Jüngere 35—40 cm. lang und ältere ausgewachsene 80—120 cm. lang.

	Frishgewicht.	Trockengewicht.	% Wasser.
1 jüngerer Blattstiel	0,4072	0,1908	90,63
1 älterer „	3,3226	0,2928	91,19

Der ausgepresste Saft braucht (1 cc.) zur Neutralisation an Lauge

jüngere Blattstiele	1,5	für 2 cc.	3,5
ältere „	1,1		2,1

Bei Zusatz von 50% Wasser, brauchte man zur Neutralisation von 2 cc.

jüngere Blattstiele	2,0
ältere „	2,4

55. Blattstiele von *Beta vulgaris*. Grössen wie im oben im Text angeführten Beispiele. Für 1 cc. Saft wird Lauge gebraucht

Junge Blattstiele	2,0	2,2
Erwachsene „	1,0	1,1

Bei Zusatz von 60% Wasser zu dem Saft der jungen Blattstiele wird das Verhältniss:

Junge Blattstiele	2,3
Erwachsene „	2,0

56. *Datura*-Blattstiele, wie in n. 54. Für 2 cc. Saft.

Anfänglich	Junge Blattstiele	2,9
	Ältere „	1,5

Nach Zusatz von 75% Wasser zu den jüngeren

jüngere Blattstiele	1,4
ältere „	1,5.

## II. Capitel.

### Veränderungen des Saftgewichtes bei einseitigen Wachstumsvorgängen im Spross.

Schon im ersten Hefte haben wir Thatsachen gefunden, welche auf die innern Vorgänge im Spross bei geotropischen und heliotropischen Krümmungen einiges Licht werfen. Es wurde gefunden (Cap. II), dass sich bei ungleichem Wachstum der Wassergehalt der ungleich wachsenden Theile zu Gunsten der stärker wachsenden Seite ändere, und 2) dass diese innere Aenderung schon stattfindet, bevor äusserlich davon etwas (Krümmung) sichtbar wird.

Die inneren stofflichen Vorgänge bei und vor den Krümmungen sind hier nun weiter verfolgt worden.

Das Material zu den Untersuchungen wurde in kaum einem Falle direct dem Freien entnommen, sondern zum Versuche eigens hergestellt. Als Objecte dienten

frisch eben der Pflanze im Freien entnommene Sprosse der verschiedensten Kraut- oder Holzpflanzen, theils im Topf erzogene Keimpflanzen. Die geotropischen Versuche wurden durchweg im Dunkel angestellt; entweder wurden die Pflanzentheile auf Brettchen mit Nadeln angeheftet oder mit ihrem untern Ende in feuchten Sand schwebend gesteckt und (seltener) in grosse Botanisirkapseln oder in einem grossen feucht gehaltenen Zinkkasten (der ungefähr einen Meter Dimensionen hatte) gebracht. — Ob die Theile beblättert, entblättert oder aber entblättert und entgipfelt waren, ist im Speciellen immer angegeben. — Keimpflanzen wurden mit dem Topf, unverändert, horizontal gelegt.

In manchen Versuchen wurden die geotropisch zu prüfenden Pflanzentheile frei im Dunkelraum auf die Ränder von grossen Krystallisirschalen, oder über zwei Glasstäbe gelegt („hohl gelegt“); in andern war auf minutiöse Fernhaltung von Wassertheilchen zu sehen — solche Einzelheiten sind zumeist beim Versuche selbst bemerkt.

In Gleichem ist das Nöthige über die weitere Behandlung, Halbierung der Sprosse aus freier Hand, oder genaue Tarirung der Hälften auf der Wage weiter unten bemerkt. —

1. In geotropisch gekrümmten Stengeln ist der Zellsaft auf der untern (convexen) Seite specifisch leichter, minder concentrirt, als auf der obern (concaven). Er ist auf der Unterseite procentisch ärmer an Zucker und freier Säure.

Die beweisenden Versuche sind in Tabelle II, 1 niedergelegt. Einer speciellen Erläuterung bedürfen dieselben nicht. Besonders instructiv sind die Nummern, wo neben gekrümmten auch gleiche normale Sprosse halbirt und analysirt sind, wie n. 10 und 11. Diese zeigen, dass die gefundenen Differenzen wesentliche sind.

Von n. 17 ab beginnen Versuche, welche beweisen, dass die Zucker- und Säureabnahme auf der Unterseite nicht bloss relativ, sondern eine absolute ist. Es wird auf der Unterseite beim Krümmungsvorgang Zucker und freie Säure verbraucht.

Dass bei dem einseitig energischeren Wachsthum der Unterseite Zucker verbraucht wird, kann dem Physiologen nicht auffallen; dagegen ist die Thatsache völlig neu und überraschend, dass dabei die freien Säuren eine Verminderung erfahren. Der Vorgang kehrt in derselben Weise später und noch frappanter, bei den „Erschütterungskrümmungen“ wieder.

2. Die geringere Concentration des Zellsaftes auf der Unterseite ist

schon in ungekrümmten horizontal liegenden Sprossen nachweislich. Tabelle II, 2 n. 1—9.

3. Nach dem in der Tabelle II, 1 n. 17 ff. Bewiesenen möchte es erscheinen, als ob die geringere Saftconcentration der Unterseite wesentlich damit zusammenhänge, dass auf der Unterseite gelöste Stoffe verbraucht würden. So gewiss das Letztere der Fall, so gewiss ist auch, dass eine Wanderung von Wasser aus der Ober- in die Unterseite statt finden kann.

Der directe Beweis liegt in den Versuchen der Abtheilung 4 von Tabelle II.

Die Versuche sind so angestellt, dass nur die Theile von Stengeln, die überhaupt krümmungsfähig sind, genommen und so (im Dunkeln) niedergelegt wurden, dass sie kein Wasser aufnehmen (nur verlieren) konnten. Sie wurden in toto halbirt und analysirt. Ursprünglich war in den geraden Stengeln offenbar in den Hälften der Wassergehalt gleich; findet er sich unter gegebenen Verhältnissen später ungleich, einseitig absolut höher, so kann das nur durch Wanderung des Wassers aus der einen in die andere Hälfte erfolgt sein.

4. Während der Zeit, wo eine Wasserwanderung statt findet, ist auch eine absolute Vermehrung des Zuckergehaltes der Unterseite nachweislich.

Tabelle II, 2 n. 10—17 ergibt die Versuche. Keimlinge oder Sprosse, kurze Zeit niedergelegt; vor der Krümmung aufgenommen, in obere und untere Hälften getheilt, die auf der Wage genau beglichen wurden. Beide Hälften mit Wasser erschöpft; im ganzen Auszug oder in gleichen Mengen des auf gleiches Volum gebrachten Extrakts der Zucker bestimmt. Versuche wie n. 10 und 11 zeigen, wie rasch der Zustand des höheren Zuckergehaltes der Unterseite in den des niederen übergeht. —

In derselben Zeit der Zuckervermehrung ist häufig, aber nicht immer eine absolute **Verminderung** des Säuregehaltes der Unterseite zu erweisen gewesen. Tab. II, 2, n. 16 u. ff. Es ist der Anfang der Säureverminderung, die wir oben beim gekrümmten Spross überall gefunden, die also schon vor der Krümmung beginnt.

5. In der Tabelle II, 5 habe ich eine grössere Anzahl Versuche zusammengestellt, welche zeigen, dass horizontal gelegte Stengel oder Stengelstücke (Sprosse) in kurzer Frist zuckerreicher werden als gleichgebildete senkrecht stehende, dass beim Niederlegen der Stengel sofort Zuckerbildung in denselben anhebt.



Auch hier geht mit der Zuckerbildung eine Verminderung der freien Säuren Hand in Hand. Bei der Einleitung der geotropischen Krümmungen **verschwindet** freie Säure aus dem Zellsaft.

Fassen wir die bisher festgestellten Thatsachen noch einmal in umgekehrter Reihenfolge zusammen:

Legt man einen krümmungsfähigen Stengel horizontal, so beginnt sofort in demselben eine vermehrte Zuckerbildung und verringern sich die freien Säuren des Zellsaftes; diese gesteigerte Zuckerproduction in Verband mit Säureschwund findet ganz besonders auf der Unterseite statt. Dabei wandert Wasser von der Ober- nach der Unterseite — und erst nun beginnt die Krümmung sich äusserlich merkbar zu machen.

Die Schlüsse, die sich aus vorstehenden Facten für die Erklärung des negativen Stengelgeotropismus, sowie der sog. Nachwirkung ziehen liessen, liegen für den Kenner der Litteratur des Gegenstandes auf der Hand.

6. In krümmungsunfähigen Stengeln findet gleichfalls eine Wasserwanderung zur Unterseite und eine Verminderung der absoluten Zuckermenge unterseits statt (Tabelle II, 3).

Daraus geht mit grosser Klarheit hervor, dass die ungleiche Stoffvertheilung nicht erst eine Folge eingeleiteten ungleichen Längenwachsthums ist; ferner aber auch, dass die ungleiche Stoffvertheilung allein nicht im Stande ist, eine Krümmung zu veranlassen; ein Internodialstück bedarf dazu noch anderer Eigenschaften.

7. Ich habe noch für die heliotropischen Krümmungen einige Versuche beizubringen. Die Versuchspflanzen waren theils Keimlinge, die in ihren Töpfen einseitig am Fenster oder an der Hinterwand eines Zimmers beleuchtet wurden; theils abgeschnittene Sprosse, die in Reagenröhren (mit wenig Wasser gefüllt) auf Gestellen ebenso exponirt wurden. Die Resultate sind in Tabelle II, 6 zusammengestellt. Man ersieht:

- 1) dass auch hier schon vor der Krümmung eine ungleiche Wasser- und Zuckervertheilung eingeleitet (n. 1—4),
- 2) in Gleichem nach der Krümmung vorhanden ist (n. 5—7), ganz wie den Schwerkraftskrümmungen und
- 3) auch bei krümmungsunfähigen Stücken nicht ausbleibt (n. 8).

## Tabelle II.

### Geotropismus und Heliotropismus.

#### 1. Geotropisch gekrümmte Organe.

1. Entblätterte, aber mit Gipfelknospe versehene halbwüchsige Stengel von *Anthriscus silvestris*, 1 Tag niedergelegt, wenig gekrümmt. 17. Mai 1879.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Obere Hälften	1,0247	1,0240
Untere Hälften	<u>1,0237</u>	<u>1,0226</u>
Obere schwerer um	0,0010	0,0014

2. Dieselbe Pflanze, Stengel nach 1 tägigem Liegen sehr schön aufwärts gekrümmt. 20. Mai.

Obere Hälften	1,0239	1,0223
Untere Hälften	<u>1,0232</u>	<u>1,0215</u>
Obere schwerer um	0,0007	0,0008

3. Dieselbe Pflanze. Die starken Stengel liegen von 2<sup>pm</sup> 15. Mai bis 7<sup>am</sup> 16. Mai, und sind senkrecht emporgekrümmt.

Obere Hälften	1,0262	1,0253
Untere Hälften	<u>1,0253</u>	<u>1,0243</u>
Obere schwerer um	0,0009	0,0010

4. Stengel derselben Pflanze, 15. Mai von 7—9 Uhr früh horizontal in feuchten Sand gesteckt, sind nach dieser Zeit fast alle schön aufwärts gekrümmt.

Obere Hälften	1,0269	1,0255
Untere Hälften	<u>1,0260</u>	<u>1,0252</u>
Obere schwerer um	0,0009	0,0003

5. Triebe von *Sambucus nigra*. 26. Mai. 1 Tag niedergelegen, aufrecht gekrümmt.

Obere Hälften	1,0176	1,0160
Untere Hälften	<u>1,0168</u>	<u>1,0150</u>
Obere schwerer um	0,0008	1,0010

6. Dieselbe Pflanze. — Hierzu als Controlversuch Tabelle: Methode 3 b.

Obere Hälften	1,0172	1,0161
Untere Hälften	<u>1,0169</u>	<u>1,0155</u>
Obere schwerer um	0,0003	0,0006

7. Dieselbe Pflanze. 27. Mai. 1 Tag gelegen, gekrümmt.

Obere Hälften	1,0170	1,0152
Untere Hälften	<u>1,0164</u>	<u>1,0140</u>
Obere schwerer um	0,0006	0,0012

8. Dieselbe Pflanze. cod. 1½ Tage gelegen; gekrümmt.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Obere Hälften	1,0185	1,0156
Untere Hälften	<u>1,0180</u>	<u>1,0152</u>
Obere schwerer um	0,0005	0,0004

9. Dieselbe Pflanze. 29. Mai. 1 Tag gelegen.

Obere Hälften	1,0180	1,0165
Untere Hälften	<u>1,0175</u>	<u>1,0162</u>
Obere schwerer um	0,0005	0,0003

Ebenso:

Obere Hälften	1,0190	1,0174
Untere Hälften	<u>1,0190</u>	<u>1,0165</u>
Obere schwerer um	0	0,0009

Ebenso:

Obere Hälften	1,0197	1,0176
Untere Hälften	<u>1,0189</u>	<u>1,0155</u>
Obere schwerer um	0,0008	0,0021

Ebenso. 30. Mai.

Obere Hälften	1,0209	1,0198
Untere Hälften	<u>1,0205</u>	<u>1,0191</u>
Obere schwerer um	0,0004	0,0007

10. *Sambucus*. 9. Juni. 1½ Tage gelegen, senkrecht emporgekrümmt. Der gekrümmte Theil allein.

Obere Hälften	1,0186	1,0182
Untere Hälften	<u>1,0178</u>	<u>1,0174</u>
Obere schwerer um	0,0008	0,0008

Zugleich vorgenommen, völlig gerade Triebe aus dem Freien.

Eine Hälfte	1,0204	1,0182
Andere Hälfte	<u>1,0204</u>	<u>1,0183</u>
	0	0,0001

11. Dieselbe Pflanze. 16. Juni.

Obere Hälften	1,0182	1,0165
Untere Hälften	<u>1,0176</u>	<u>1,0154</u>
Obere schwerer um	0,0006	0,0011

Normale Sprosse daneben.

Erste Hälfte	1,0215	1,0200
Zweite Hälfte	<u>1,0213</u>	<u>1,0198</u>
Differenz =	0,0002	0,0002

12. *Nicotiana Tabacum*. Die Stengel (5) hatten von Abends 8 Uhr bis Morgens um dieselbe Zeit horizontal gelegen und waren in scharfem Bogen fast senkrecht emporgekrümmt. Untere und obere Hälfte der Krümmungsstelle (25—30 cm.) Nur das Mark.

	Spec. Gewicht.
Obere (concave) Hälfte	1,0205
Untere (convexe) Hälfte	1,0202
	Differenz = 0,0003

13. Dieselbe Pflanze. Das Mark von 10 Stengeln; sonst wie oben.

Concave Hälfte	1,0181
Convexe Hälfte	1,0176
	Differenz = 0,0005

14. *Balsamina hortensis*. 20 Stengel. Gesamtsaft.

Concave Hälfte	1,0170
Convexe Hälfte	1,0165
	Differenz = 0,0005

15 Stengel.

Concave Hälfte	1,0192
Convexe Hälfte	1,0190
	Differenz = 0,0002

Concave Hälfte	1,0210
Convexe Hälfte	1,0205
	Differenz = 0,0005

Dieselbe Pflanze, obere und untere Hälfte niedergelegener Stengel, die nicht gekrümmt waren.

oben	1,0140
unten	1,0141

Gleichfalls (ungekümmt) senkrechte Halbirung.

Erste Hälfte	1,0152
Zweite Hälfte	1,0150

15. *Phytolacca decandra*. 24 Triebe, 15—25 cm. lang entblättert und entgipfelt, im Dunkeln, bis sie gekrümmt, niedergelegt.

	Rohsaft.	Filtr. Saft.	Gefundenes CuO in 10 cc. Saft.	% Zucker.
Oben	1,0378	1,0342	0,5613	2,545
Unten	1,0358	1,0333	0,5301	2,404

16. *Nicotiana rustica*. Stengel entblättert, 24 Stunden niedergelegt, darauf deutlich erhoben. In toto genommen, wie sie niederlagen. Eiweiss % und Zucker des Saftes.

	Eiweiss %	CuO in 25 cc.	% Zucker.
Oben	0,1272	0,7755	1,406
Unten	0,0806	0,7336	1,330

17. Etiolirte Bohnen, von 8—12 Morgens im Dunkeln (in Töpfen befindlich) niedergelegt. Alle ansehnlich emporgekümmt. Hier wie in allen Versuchen nur diejenigen Exemplare ausgewählt, deren Krümmungsebene genau senkrecht zur Krümmungsebene des entirenden Gipfels stand.

a) Die oberen und unteren Hälften wurden auf der Wage tarirt = 26,0756 gm. Die Massen mit kochendem Wasser erschöpft und die reducirende Substanz in der ganzen Extraktmassen bestimmt.

	CuO
Oben	1,1368
Unten	1,0650

b) Ein zweiter Versuch. Bohnen bis 1 dc. lang. Gewicht der Hälften 25,97. Gefundenes CuO.

Oben	1,144
Unten	1,0569

c) Dritter Versuch, wie vorher. Hälften = 30,85. CuO gefunden.

Oben	1,0500
Unten	0,9710

d) Vierter Versuch. Bohnen 0,5—1,0 dc. lang; ein Theil liegt nieder von 8—10 Uhr, zum Theil deutlich gekrümmt. Hälften 14,55 gm. Gefundenes CuO

Oben	0,2257
Unten	0,2252

Ein anderer Theil liegt von 8—12 Uhr. Hälften = 18,02 gm. Gefundenes CuO

Oben	0,2785
Unten	0,2558

e) Ein Versuch mit  $\frac{3}{4}$  dc. langen Keimlingen, von 8—10 $\frac{1}{2}$  Uhr gelegen. Alle etwas gekrümmt. Hälften = 38,36 gm. Gefundenes CuO

		Zucker.
Oben	1,6211	0,7352
Unten	1,5753	0,7144

f) Etiolirte Keimlinge, 19 Stunden gelegen, hoch emporgekrümmt. Hälften 17,894 gm.

	Gefundenes CuO	entspricht Zucker.
Oben	1,2403	0,5624
Unten	1,1842	0,5370

g) Derselbe Versuch, Dauer 23 Stunden. Hälften 7,10 gm.

	Gefundenes CuO	entspricht Zucker.
Oben	0,4722	0,2141
Unten	0,4402	0,1996

h) Exemplare gewöhnlich über 1 dc. lang, 24 Stunden gelegen, senkrecht emporgekrümmt. Hälften = 10,50.

	Gefundenes CuO	entspricht Zucker.
Oben	0,5160	0,2340
Unten	0,4475	0,2029

i) Wie vorher. 48 Stunden niedergelegen, alle senkrecht emporgekrümmt. Hälften = 11,55.

	Gefundenes CuO	entspricht Zucker.
Oben	0,5992	0,2717
Unten	0,5960	0,2612

k) Exemplare nicht ganz 1 dc. lang, 8—9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr früh gelegen, einzelne etwas wenig gekrümmt. Hälften = 13,53 grm.

	Gefundenes CuO	entspricht Zucker.
Oben	0,4810	0,2181
Unten	0,4577	0,2075

l) Exemplare 1,5 dc. lang, mehrere Tage gelegen, nur die gekrümmte Stelle analysirt. Hälften = 8,26 grm.

	Gefundenes CuO	entspricht Zucker.
Oben	0,480	0,2176
Unten	0,469	0,2126

m) Exemplare 1—1,5 dc. lang, 1 Tag gelegen, senkrecht emporgekrümmt. Hälften = 8,45 grm. Auf 120 cc. gebracht.

	Gefundenes CuO	entspricht Zucker.
Oben	0,4048	0,1831
Unten	0,3814	0,1729

#### Laugenverbrauch

	bei 2 cc.	bei 100 cc.
Oben	1,4	30,0
Unten	1,3	27,8

18. *Lonicera tatarica*. Etwa <sup>1</sup>/<sub>2</sub> m. lange, unten stark verholzte Triebe, etwa 24 Stunden horizontal mit dem Ende in feuchtem Sand steckend. Die oberen Theile sind bogig gekrümmt (etwa auf <sup>1</sup>/<sub>2</sub>—1 dc. Länge). Gewicht der Hälften je 18,85 grm.

	Gefundenes CuO in 20 cc. erschöpften Extrakts.	Spec. Gewicht.	Laugenverbrauch für 2 cc.
Oben	0,162	0,0120	2,2
Unten	0,161	0,0117	2,0

19. *Sambucus*-Triebe, 18 Stunden gelegen, senkrecht emporgekrümmt. Gewicht der Hälften 53,20. — Der Auszug auf 90 cc. gebracht.

	Spec. Gew. der Flüssigkeit.	CuO in 20 cc.
Oben	0,0128	0,2752
Unten	0,0123	0,2690

20. Gleicher Versuch. Gewicht der Hälften 19,45. Auszug auf 50 cc. gebracht.

	CuO in 40 cc. Flüssigkeit.
Oben	0,446
Unten	0,336

21. Die gleiche Pflanze. In 40 cc. des Auszugs gefundenes CuO.

Oben	0,190
Unten	0,166

22. *Coleus*. Reichverzweigte Topfpflanzen im Warmhaus mehrere Wochen horizontal liegend. Gewicht der Hälften der gekrümmten Stücke 7,15 gm. Auszug auf 74 cc. gebracht.

Zur Säurebestimmung werden 10 cc. Lösung genommen. Laugenverbrauch

Oben	0,9	0,9
Unten	0,8	0,8

23. *Vicia Faba*. Keimpflanzen, 12 Stunden niedergelegt, senkrecht emporgekrümmt. Gewicht der Hälften 15,60 gm. Auf 200 cc. gebracht. Laugenverbrauch für 10 cc.

Oben	5,0	5,0
Unten	4,0	4,9

## 2. Niedergelegte, krümmungsfähige Stengel vor der Krümmung.

1. *Sambucus*-Sprosse. 28. Mai 7 Uhr fröh 1 Stunde niedergelegt, ohne die geringste wahrnehmbare Krümmung.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Obere Hälften	1,0183	1,0160
Untere Hälften	<u>1,0184</u>	<u>1,0155</u>
Obere schwerer um	— 0,0001	0,0005

Nach 2 Stunden, ebenfalls ungekrümmt.

Obere Hälften	1,0177	1,0139
Untere Hälften	<u>1,0177</u>	<u>1,0136</u>
Obere schwerer um	0	0,0003

Nach 3 Stunden, dergleichen.

Obere Hälften	1,0156	1,0141
Untere Hälften	<u>1,0152</u>	<u>1,0139</u>
Obere schwerer um	0,0004	0,0002

2. *Sambucus*. 30. Mai. Sprosse 3 Stunden horizontal gelegen, völlig ungekrümmt.

Obere Hälften	1,0190	1,0174
Untere Hälften	<u>1,0189</u>	<u>1,0165</u>
Obere schwerer um	0,0001	0,0009
Oben	1,0205	1,0181
Unten	<u>1,0199</u>	<u>1,0175</u>
Oben schwerer um	0,0006	0,0006
Oben	1,0200	1,0188
Unten	<u>1,0190</u>	<u>1,0164</u>
Oben schwerer um	0,0010	0,0024

3. *Sambucus*. 6. Juni. 3—4 Stunden horizontal gelegene, ungekrümmte Sprosse.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Obere Hälften	1,0210	1,0198
Untere Hälften	<u>1,0195</u>	<u>1,0181</u>
Obere schwerer um	0,0015	0,0017
Oben	1,0210	1,0195
Unten	<u>1,0202</u>	<u>1,0190</u>
Oben schwerer um	0,0008	0,0005
Oben	1,0200	1,0188
Unten	<u>1,0182</u>	<u>1,0173</u>
Oben schwerer um	0,0018	0,0015

4. *Sambucus*. 7. Juni. Sprosse über Nacht gelegen, gekrümmt.

a) Der ältere ungekrümmte Theil

Obere Hälften	1,0200	1,0178
Untere Hälften	<u>1,0197</u>	<u>1,0174</u>
Obere schwerer um	0,0003	0,0004

b) Der gekrümmte Theil

Obere Hälften	1,0235	1,0212
Untere Hälften	<u>1,0220</u>	<u>1,0198</u>
Obere schwerer um	0,0015	0,0014

5. *Sambucus*. Sprosse 3 Stunden gelegen (7. Juni), ohne Krümmung.

Oben	1,0198	1,0169
Unten	<u>1,0192</u>	<u>1,0155</u>
Oben schwerer um	0,0006	0,0014
Oben	1,0206	1,0170
Unten	<u>1,0200</u>	<u>1,0163</u>
Oben schwerer um	0,0006	0,0007

6. *Philadelphus coronarius*. Sprosse 28. Mai. Ungekrümmt nach mehrstündigem Liegen.

Obere Hälften	1,0210	1,0210
Untere Hälften	<u>1,0207</u>	<u>1,0205</u>
Obere schwerer um	0,0003	0,0005

7. Von gekrümmten (3 Stunden gelegenen) *Sambucus*-Sprossen der ältere noch nicht gekrümmte Theil. 9. Juni.

Obere Hälften	1,0200	1,0185
Untere Hälften	<u>1,0193</u>	<u>1,0170</u>
Obere schwerer um	0,0007	0,0015

8. Derselben Sprosse. 10. Juni.

a) Gekrümmter Theil

Obere Hälften	1,0221	1,0197
Untere Hälften	<u>1,0210</u>	<u>1,0192</u>
Obere schwerer um	0,0011	0,0005



## b) Der ungekrümmte untere Theil

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Obere Hälften	1,0200	1,0198
Untere Hälften	<u>1,0195</u>	<u>1,0195</u>
Obere schwerer um	0,0005	0,0003

9. *Sambucus*-Sprosse, 3 Stunden gelegen (10. Juni), der ungekrümmte Theil.

Obere Hälften	1,0258	1,0227
Untere Hälften	<u>1,0245</u>	<u>1,0223</u>
Obere schwerer um	0,0013	0,0004
Obere Hälften	1,0255	1,0238
Untere Hälften	<u>1,0245</u>	<u>1,0226</u>
Obere schwerer um	0,0010	0,0012

## 10. Etiolirte Bohnenkeimlinge, 1—1,5 dc. lang, 8—10 Uhr früh niedergelegt, ungekrümmt. Häftengewicht 14,24.

	CuO in dem Auszug	entspricht Zucker.
Oben	0,5190	0,2358
Unten	0,5201	0,2404

Der gleiche Versuch,  $\frac{1}{4}$  Stunde später. Häftengewicht 11,87 grm.

	Gefundenes CuO im Auszug	entspricht Zucker.
Oben	0,4565	0,2070
Unten	0,4304	0,1947

Der gleiche Versuch,  $\frac{3}{4}$  Stunde später. Häftengewicht 13,35 grm.

	Gefundenes CuO im Auszug	entspricht Zucker.
Oben	0,4620	0,2095
Unten	0,4575	0,2074

## 11. Ein zweiter Versuch mit Bohnenkeimlingen, 0,5—1 dc. lang. 2 Stunden gelegen, ungekrümmt. Häftengewicht 13,65.

	CuO im Auszug	entspricht Zucker.
Oben	0,5344	0,2423
Unten	0,5651	0,2562

## Nach 3 stündigem Liegen. Hälfte wiegt 15,83.

	CuO im Auszug	entspricht Zucker.
Oben	0,6780	0,3074
Unten	0,6317	0,2864

12. Dieselben Pflanzen.  $1\frac{3}{4}$  Stunden gelegen, völlig ungekrümmt. Häftengewicht 12,35.

	CuO im Auszug	entspricht Zucker.
Oben	0,3834	0,1738
Unten	0,405	0,1837

Im gleichen Versuch nach 2—2¼ Stunden, alle Exemplare noch ungekrümmt. Häftengewicht 8,15.

	CuO im Auszug.
Oben	0,2800
Unten	0,2860

13. Etiolirte Keimpflanzen von *Vicia Faba*, etwa 1 dc. lang, im Dunkel 1 Stunde (ungekrümmt) gelegen. Häftengewicht 4,525.

	CuO im Auszug	entspricht Zucker.
Oben	0,1753	0,0795
Unten	0,2200	0,0997

14. Bohnenkeimlinge, etiolirt, nicht ganz 1 dc. lang, 1 Stunde (8—9) gelegen, völlig ungekrümmt. Häftengewicht 10,55 gm.

	CuO im Auszug	entspricht Zucker.
Oben	0,3601	0,1633
Unten	0,3869	0,1754

Dieselben nach reichlich ¼ Stunde. Hälften 11,6 gm.

	CuO im Auszug	entspricht Zucker.
Oben	0,3987	0,1805
Unten	0,3943	0,1790

15. *Vicia Faba*. 1,0—1,5 dc. lange etiolirte Keimlinge. Nach 1 Stunde Liegen völlig ungekrümmt. Hälften = 7,25 gm.

	CuO im Auszug	entspricht Zucker.
Oben	0,1895	0,0859
Unten	0,2231	0,1011

16. Bohnenkeimlinge wie früher, 1 Stunde gelegen, ungekrümmt. Hälften = 13,50 gm.

	CuO im Auszug	= Zucker.	Laugenverbrauch für 5 cc.	
Oben	0,3566	0,1612	0,6	0,6
Unten	0,3810	0,1637	0,5	0,6

Ein gleicher Versuch. Hälften = 4,0 gm.

	CuO im Auszug	= Zucker.	
Oben	0,1610	0,0730	0,7
Unten	0,1749	0,0793	0,6

Ein gleicher Versuch. Hälften = 8,55 gm.

	CuO im Auszug	= Zucker.	Laugenverbrauch in zahlreichen Versuchen oben und unten gleich.
Oben	0,2988	0,1355	
Unten	0,3208	0,1455	

Ein gleicher Versuch. Hälften = 9,19 gm.

	CuO im Auszug	= Zucker.	Laugenverbrauch für 10 cc.
Oben	0,3075	0,1395	2,1
Unten	0,3175	0,1439	2,0

17. *Vicia Faba*. Finsterkeimlinge, etwa  $\frac{1}{2}$  dc. lang; nach 1 Stunde Liegen, völlig ungekrümmt. Hälften = 7,25 grm.

	CuO im Auszug	= Zucker.	Laugenverbrauch für 10 cc.		
Oben	0,3370	0,1523	1,8	1,8	2,2
Unten	0,3859	0,1750	1,8	1,8	2,1

Der gleiche Versuch. Hälften = 6,52 grm. Auszug auf 52 cc. gebracht.

	Spec. Gewicht.	CuO im Auszug.	Säuregehalt gleich.
Oben	1,0020	0,1978	
Unten	1,0014	0,1972	

Exemplare etwa 1 dc. lang. Hälften = 23,90. Auf 150 cc. gebracht.

	CuO im Auszug	= Zucker	Spec. Gewicht.	Säuregehalt gleich.
Oben	0,4929	0,2235	0,0033	
Unten	0,5182	0,2350	0,0036	

Wie vorher. Hälften = 9,76. Auf 90 cc. gebracht.

	CuO im Auszug	= Zucker.	Laugenverbrauch für 10 cc.		
Oben	0,1995	0,0904	5,1	5,0	5,0
Unten	0,2068	0,0937	5,0	5,0	5,0

### 3. Niedergelegte krümmungsunfähige Stengel.

1. *Nicotiana Tabacum*. 5 starke nicht mehr krümmungsfähige Stengel, 5 Tage im Dunkel (hohl) gelegen. Das Mark.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.	
Obere Hälfte	1,0325	1,0317	3,7984	(3,7376)
Untere Hälfte	1,0322	1,0312	3,3732	(3,3560)
Obere schwerer um	0,0003	0,0005	0,4252	(0,3816)

2. Ausgewachsene *Canna*-Stengel (Nov. 1877), mehrere Tage hohl gelegen.

	Rohsaft.	% Zucker.	% fester Rückstand im Saft.
Obere Hälfte	1,0118	0,6780	
Untere "	1,0115	0,5020	
			% fester Rückstand im Saft.
Obere "	1,0120	0,4655	1,82
Untere "	1,0117	0,4170	1,77
Obere "	1,0114	—	—
Untere "	1,0111	—	—
Obere "	1,0107	0,5024	—
Untere "	1,0104	0,5168	—
Obere "	1,0113	0,279	1,56
Untere "	1,0102	0,187	1,40
	Frischgew.	Trockengew.	% Trockensubstanz.
Obere "	8,722	0,439	5,03
Untere "	10,034	0,492	4,89

3. Versuche mit ausgewachsenen *Canna*-Stengeln. Die aus den Blattscheiden herausgeschälten Internodien, einzeln im Dunkeln, auf Glasstäben ruhend, horizontal gelegt. Später halbirt und nach verschiedener Richtung analysirt; Saft ohne Wasserzusatz.

a) Normale *Canna*-Internodien der Länge nach halbirt.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Trockensubstanz in 10 cc.
Erste Hälfte	1,0127	1,0134	0,2108
Zweite „	1,0129	1,0134	0,2104

b) Ein Gleiches.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Trockensubstanz in 10 cc.	Gefundenes CuO.
Erste Hälfte	1,0164	1,0153	0,2468	0,1829
Zweite „	1,0164	1,0153	0,2443	0,1897

c) Ein Gleiches.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Trockensubstanz in 10 cc.	Gefundenes CuO.
Erste Hälfte	1,0160	1,0172	0,2832	0,3576
Zweite „	1,0161	1,0173	0,2868	0,3349

d) Internodien, 48 Stunden horizontal gelegen.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Trockensubstanz in 20 cc.
Oben	1,0155	1,0156	0,4186
Unten	1,0157	1,0156	0,4134

e) Ein Versuch wie in d.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Trockensubstanz in 20 cc.
Oben	1,0151	1,0148	0,4221
Unten	1,0150	1,0148	0,3944

f) Ebenso.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Trockensubstanz in 20 cc.
Oben	—	1,0153	0,4421
Unten	—	1,0153	0,4345

g) Weiterer Versuch.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Trockensubstanz %	Asche %
Oben	1,0160	1,0158	2,21	1,19
Unten	1,0155	1,0152	2,17	0,99

h) Oben

Oben	—	1,0165	2,20	1,09
Unten	—	1,0160	2,11	1,00

i) Oben

Oben	1,0132	1,0130	1,98	—
Unten	1,0125	1,0127	1,94	—

k) Oben

Oben	1,0140	1,0146	1,96	—
Unten	1,0132	1,0146	1,98	—

l) Oben

Oben	1,0132	1,0134	2,07	—
Unten	1,0130	1,0130	2,06	—

4. *Sambucus*-Triebe, im Dunkeln niedergelegt (16 Stunden) im obern Theil stark emporgekrümmt. Die verholzte ungekrümmt und krümmungsunfähige Partie. Gewicht der Hälften = 27,60 grm. Auszug auf 50 cc. gebracht.

CuO in 20 cc. gefunden.

Oben	0,222
Unten	0,219

5. *Lonicera tatarica*, der gleiche Versuch, 24 Stunden gelegen. Gewicht der Hälften = 20,4. Auszug auf 50 cc. gebracht.

CuO in 20 cc. gefunden.

Oben	0,1535
Unten	0,1410

6. Versuch mit *Sambucus* wie in n. 4. Mark der angewandten Internodien bereits lufthaltig. Hälften = 53,35 gm. Auszug auf 60 cc. gebracht.

CuO gefunden in 20 cc.

Oben	0,2565
Unten	0,2520

7. Ein gleicher Versuch. Hälften 28,25 gm. Auf 55 cc. gebraucht.

CuO in 40 cc. gefunden.

Oben	0,508
Unten	0,492

8. *Lonicera tatarica*. Wie in n. 5. — Hälften 14,95 gm.

CuO in 40 cc

Oben	0,1865
Unten	0,165

9. *Sambucus*. 24 Stunden gelegen. Hälften = 40,55 gm. Auf 80 cc. gebracht. Spec. Gewicht des Auszugs

Oben	0,0100
Unten	0,0095

#### 4. Der höhere Wassergehalt der einen Seite beruht auf Wasserwanderung quer durch's Internodium.

1. Am 27. Juni 1879 wurden von 3 verschiedenen Pflanzen je 5 Triebe, entblättert und entgipfelt, ca. 3—4 Internodien lang, gewogen, darauf im dunkeln Schrank auf trockener Unterlage mit Nadeln festgeheftet. Nach der Krümmung wieder gewogen und der Länge nach ganz halbirt und zum Versuch genommen.

a) *Silphium scaberrimum*. Von 12<sup>m</sup>—4<sup>pm</sup> gelegen, an der Spitze deutlich erhoben. In obere und untere Hälfte zerlegt. Das Gewicht nach dem Versuche ist aus der Summe beider Hälften genommen.

Anfangsgewicht	59,55	
Gewicht nach dem Versuch	58,492	Wasserverlust während des Versuchs: 1,058 gm.
	1,058	

	Frischgew.	Trockengew.	Wasser in gleichen (100) Theilen.
Obere Hälften	28,725	2,4749	91,384
Untere Hälften	29,767	2,4920	91,628

b) *Helianthus tuberosus*. Von 12<sup>m</sup>—5<sup>pm</sup>, deutlich aber wenig gekrümmt.

Anfangsgewicht	41,1	
Gewicht nach dem Versuch	40,327	Wasserverlust 0,773.
	0,773	
	Frischgew.	Trockengew.
Obere Hälften	20,7991	1,7393
Untere Hälften	19,5279	1,6300
		Wasser in 100 Theilen.
		91,633
		91,658

c) *Silphium trifoliatum*. 12<sup>m</sup>—5<sup>1/2</sup><sup>pm</sup>. Alle Triebe schwach gekrümmt.

Anfangsgewicht	37,75	
Gewicht nach dem Versuch	37,176	Wasserverlust 0,574.
	0,574	
Obere Hälften	19,374	1,7832
Untere Hälften	17,802	1,6380
		90,796
		90,799

2. 28. Mai. 11 Triebe von *Actinomeris helianthoides* Nutt. je 2 Internodien lang, liegen von 7<sup>30a</sup>—9<sup>30am</sup>; sie sind dann alle in flachem Bogen aufwärts gekrümmt. — Versuch wie vorher.

Anfangsgewicht	29,153	
Gewicht nach dem Versuch	28,864	Wasserverlust 0,289.
	0,289	

In 2 Portionen analysirt.

a) 6 Stück.

Obere Hälften	6,6134	0,6410	90,308
Untere Hälften	7,0209	0,6680	90,487

b) 5 Stück.

Obere Hälften	7,011	0,676	90,358
Untere Hälften	8,008	0,768	90,358

3. 5 Triebe von *Napaea laevis*, etwa 5 Internodien lang. Von 9<sup>am</sup>—4<sup>pm</sup> gelegen. 30. Juni.

Anfangsgewicht	24,911		
Gewicht nach dem Versuch	24,6331	Wasserverlust 0,2779.	
	0,2779		
Obere Hälften	11,9850	1,2035	89,958
Untere Hälften	12,2940	1,2300	89,996

4. *Philadelphus*-Sprosse. 5 Triebe, von 7<sup>a</sup>—3<sup>pm</sup> (1. Juli 1879) gelegen, alle leicht gekrümmt.

Anfangsgewicht	32,870		
Gewicht nach dem Versuch	32,440	Wasserverlust 0,430.	
	0,430		
Obere Hälfte	16,2422	1,3080	91,95
Untere Hälfte	15,900	1,2694	92,02

5. 7 Stengel von *Helianthus annuus*, zumeist 60 cm. lang, wurden] 4. Juli 9 Uhr früh entblättert und entgipfelt und horizontal, trocken, niedergelegt; 7 gleiche in einem Cylinder aufrecht gestellt.

a) die niedergelegten, Abends 6 $\frac{1}{2}$  Uhr, also nach 9 $\frac{1}{2}$  Stunden an der Spitze etwas erhoben.

Anfangsgewicht	700			
Gewicht nach dem Versuch	<u>689</u>	Wasserverlust 11 gm.		
	11			
	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Zucker %.	
Obere Hälften	1,0119	—	1,692 (1,696)	(Zweite Bestimmung.)
Untere Hälften	1,0118	—	1,684 (1,695)	

b) die aufrechten Stengel, wogen 767 gm.

Erste Hälfte	1,0121	1,0118	1,829 (1,818)
Zweite Hälfte	1,0121	1,0119	1,839 (1,818)

6. Ein gleicher Versuch mit *Helianthus*. 6. Juli Abends 9 Uhr werden je 8 Stengel, 30—35 cm. lang, horizontal gelegt und gestellt. Die gelegten sind nach 16 Stunden noch straff und wenig gekrümmt.

a) Niedergelegte.

Anfangsgewicht	380		
Gewicht nach dem Versuch	<u>376</u>	Wasserverlust 4 gm.	
	4		
Obere Hälften	1,0171	1,0162	2,307
Untere Hälften	1,0164	1,0157	2,213

Eine Trockengewichtsbestimmung des obern und untern Saftes ergab: Oben 4,101 %, unten 3,291 %.

b) Aufrechte.

Eine Hälfte	1,0148	1,0140	1,966
Andere Hälfte	1,0148	1,0141	1,935
Anfangsgewicht	360		
Gewicht nach dem Versuch	<u>353</u>	Wasserverlust 7 gm.	
	7		

7. 14 Stengel (blühend) von *Datura Stramonium*, ca. 4 Internodien begreifend und 25 cm. lang. 8. Juli. 6 $\frac{1}{2}$ <sup>a</sup>—10 $\frac{1}{2}$ <sup>am</sup>.

Anfangsgewicht	173		
Gewicht nach dem Versuch	<u>170</u>	Wasserverlust 3 gm.	
	3		
Obere Hälften	1,0089	1,0090	
Untere Hälften	1,0081	1,0081	

8. Ein gleicher Versuch. Von 8—9. Juli Abends 9 $\frac{1}{2}$  bis früh 6 Uhr niedergelegt. 16 Stück, 25 cm. lang. Deutlich gekrümmt.

Anfangsgewicht	170	
Gewicht nach dem Versuch	<u>165</u>	Wasserverlust 5 grm.
	5	
	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Obere Hälften	1,0096	1,0085
Untere Hälften	1,0091	1,0071
		Zucker %.
		0,494
		0,419

9. 18 Stück *Datura*-Stengel, ca. 20 cm. lang. 9. Juli von früh 6 $\frac{1}{2}$  Uhr bis  $\frac{1}{2}$ 4 Nachmittags gelegen, alle schön aufwärts gebogen.

Anfangsgewicht	118	
Gewicht nach dem Versuch	<u>114</u>	Wasserverlust 4 grm.
	4	
Obere Hälften	1,0090	1,0070
Untere Hälften	1,0080	1,0059
		0,795
		0,681

Gleiche Sprosse stehend

Erste Hälfte	1,0085	1,0065	0,786
Zweite Hälfte	1,0081	1,0063	0,788

10. 12 Stück *Datura*-Stengel, 20 cm. lang. 10—11. Juli. Abends 7 $\frac{1}{2}$  bis 9 Uhr früh. Wohl gekrümmt.

Anfangsgewicht	132		
Gewicht nach dem Versuch	<u>128</u>	Wasserverlust 4 grm.	
	4		
Obere Hälften	1,0109	1,0105	0,629
Untere Hälften	1,0098	1,0095	0,572

Gleiche Stengel, gestellt.

Eine Hälfte	1,0100	1,0092	0,581
Andere Hälfte	1,0100	1,0092	0,594

11. 10 Stück Sprosse von *Phytolacca decandra*, 25 cm. lang. Am 10. Juli von 6 Uhr früh ab 4 Stunden niedergelegt, alle gekrümmt.

Anfangsgewicht	177		
Gewicht nach dem Versuch	<u>175</u>	Wasserverlust 2 grm.	
	2		
Obere Hälften	1,0135	1,0126	
Untere Hälften	1,0127	1,0121	

Gleiche Triebe, aufrecht gestanden.

Eine Hälfte	1,0128	1,0119
Andere Hälfte	1,0128	1,0120

12. 8 Stück *Phytolacca*-Triebe, 25 cm. lang, 11—12. Juli. Von 10 Uhr früh



bis 9 Uhr früh. Anfangsgew. 152, Endgewicht 147; Verlust 5 gm. Senkrecht emporgekrümmt.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	Zucker %.
Obere Hälften	1,0144	1,0136	1,895
Untere Hälften	1,0136	1,0126	1,861

Die Gleichen, aufrecht gestanden.

Eine Hälfte	1,0140	1,0130	1,862
Zweite Hälfte	1,0141	1,0130	1,870

13. Ganz gleicher Versuch.  $\frac{1}{2}$  7 Uhr früh bis  $\frac{1}{2}$  11 Uhr (14. Juli). — Schwache Krümmung. Gewichtsverlust 1 gm. (113—112 gm.).

Obere Hälften	1,0143	1,0138	2,235
Untere Hälften	1,0133	1,0121	2,058

Die Gleichen, aufrecht.

Eine Hälfte	1,0135	1,0129	2,123
Zweite Hälfte	1,0137	1,0129	2,099

14. 40 *Phytolacca*-Sprosse 25 cm. lang am 15. Juli zum Versuch zu verschiedenen Zeiten zu je 10 aufgenommen. Die Hälfte niedergelegt, die andere gestellt.

a) Niedergelegte nach 3 Stunden etwas gekrümmt; 113 gm. wiegend; hatten kaum abgenommen.

Obere Hälften	1,0179	1,0170	2,368
Untere Hälften	1,0173	1,0158	2,283

Gleichzeitig aufgenommen, stehende:

Eine Hälfte	1,0175	1,0164	2,330
Zweite Hälfte	1,0176	1,0166	2,354

b) Von 15. Juli Nachm. 2 Uhr bis 7 Uhr früh 16. Juli gelegen, alle steif und schön gekrümmt, von 143 auf 135 gm. abgenommen.

Obere Hälften	1,0163	1,0154	2,022
Untere Hälften	1,0155	1,0140	1,922

Gleichzeitig gestandene:

Eine Hälfte	1,0158	1,0143	1,913
Zweite Hälfte	1,0158	1,0143	1,884

15. Ein gleicher Versuch mit 33 Sprossen, 20—25 cm. lang. In 3 gleichen Theilen verwendet. 17. Juli.

a) Nach  $5\frac{1}{2}$  Stunden wohl gekrümmt. 11 Stück, die 1 gm. Gewichtsverlust erlitten hatten.

Obere Hälften	1,0167	1,0164
Untere Hälften	1,0160	1,0148

Während der gleichen Zeit senkrecht stehende 11 Sprosse:

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Eine Hälfte .	—	1,0147
Andere Hälfte	—	1,0150

b) Nach 20 stündigem Liegen; starke Aufwärtskrümmung. 4 grm. Wasserverlust.

Obere Hälften	1,0164	1,0155
Untere Hälften	1,0160	1,0150

### 5. In einem niedergelegten Spross vermehrt sich nach kurzer Zeit der absolute Zuckergehalt.

Die Versuche wurden so angestellt, dass Keimlinge im Topfe oder abgeschnittene Sprosse möglichst gleichmässig zu 2 Portionen ausgewählt wurden, die eine Portion wurde (im Dunkel) stehen gelassen, die andere daneben horizontal gelegt. Gleiche Gewichtsmengen beider (die Sprosse ganz) wurden zerstossen mit kochendem Wasser erschöpft; die Auszüge auf gleiche Volume gebracht und analysirt.

1. *Vicia Faba*. Dunkel-Keimlinge 1,5—5 cm. lang; 1 Stunde lang gelegt, bezw. gestellt. Gewichtsmengen = 13,44. Auf 110 cc. gebracht.

	CuO gefunden aus 20 cc. Lösung	entspricht Zucker.
Horizontale Pfl.	0,2120	0,0961
Verticale Pfl.	0,2038	0,0924

2. Ein gleicher Versuch. Menge = 15,15 grm. Auf 162 cc. Lösung gebracht.

	Gefundenes CuO aus 20 cc	entspricht Zucker.
Horizontale Pfl.	0,3209	0,1455
Verticale Pfl.	0,2538	0,1151

Für 10 cc. Lösung ist Lauge nöthig

Hor.	5,0	5,0	5,0
Vert.	5,0	5,0	5,0

3. Der gleiche Versuch. Gew. = 13,15 grm. Lösung = 130 cc.

Gefundenes CuO.	
Hor.	0,3522
Vert.	0,3625

Für 10 cc. Lösung wird beiderseits je 5,0 cc. Lauge verbraucht.

4. *Vicia Faba*. Keimlinge  $\frac{1}{3}$  Stunden exponirt. Gewicht = 22,50 grm. Lösung = 102 cc.

	CuO in 20 cc	entspricht Zucker.
Hor.	0,3550	0,1609
Vert.	0,3111	0,1411

Zu 5 cc. Lösung wird Lauge verbraucht

Hor. 6,0  
Vert. 6,0

5. Ganz wie vorher. Gew. = 18,20 grm. 132 cc.

	CuO.	Zucker.
Hor.	0,3643	0,1652
Vert.	0,3052	0,1384

Säure ist in horizontalen und verticalen Pflanzen gleich (4,0 cc. Lauge für 5 cc. Lösung).

6. Dieselben Pflanzen, 3—4 cm. lang. 1¼ Stunde exponirt. Gewichtsmenge = 15 grm. auf 200 cc. gebracht

Durch Titration den Zucker bestimmt.

30 cc. Lösung reduciren an Fehling.		5 cc. Lösung erfordern Lauge.
Hor.	16,6	1,6
Vert.	15,3	1,6

10 cc. Lösung reduciren

Hor. 7,6  
Vert. 6,7

7. Die gleichen Pflanzen, 1 Stunde exponirt. Gewicht = 18,45 grm. Lösung 140 cc.

	CuO.	Zucker.
Hor.	0,2978	0,1350
Vert.	0,2830	0,1283

Säure in 5 cc. bestimmt. Laugenmenge

Hor.	3,1	3,0
Vert.	3,0	3,0

8. Bohnenkeimlinge im Finstern erzogen, bis 1 dc. lang, vom Ansatz der Cotylen bis zur Nutationskrümmung genommen. Menge = 30,35 grm. Auf 150 cc. gebracht.

	Spec. Gewicht der Lösung	Laugenverbrauch für 5 cc.
Hor.	0,0040	2,0
Vert.	0,0034	2,0 (wiederholt.)

9. Dieselben, ½ dc. lang; Gew. = 17,15. Lösung 120 cc.

	CuO gefunden aus 20 cc.	Laugenverbrauch für 5 cc.
Hor.	0,4210	2,8
Vert.	0,4200	2,8

10. Gleiche Pflanzen, 1 dc. lang Gew. = ? 162 cc. Lösung.

	CuO.	Laugenverbrauch für 10 cc.
Hor.	0,5512	3,5
Vert.	0,5488	3,5

11. Dieselben Pflanzen, ½ dc. lang. je 12,2 grm. wiegend, 1 Stunde exponirt. Auf 130 cc. gebracht.

	CuO gefunden	entspricht Zucker.	Lauge auf 10 cc.
Hor.	0,2800	0,1269	2,1
Vert.	0,2565	0,1163	2,0

In 2 weiteren Versuchen ähnlicher Art wurde gleichfalls der Zucker in den horizontalen Stengeln höher, die Säure dagegen gleich der der Verticalen gefunden (Titration).

12. Je 5 Stück junger Triebe von *Lonicera tatarica* wurden im Dunkeln eine Stunde horizontal gelegt oder gestellt. Entblättert und entgipfelt wiegen sie nachher je 17,65 gm. Auszug 80 cc.

	Aus 20 cc. Lösung gefundenen CuO.	Lauge auf 5 cc.
Hor.	0,1746	2,4
Vert.	0,162	2,4

13. Gleicher Versuch. Gewicht 19,75. 100 cc. Lösung.

	Aus 20 cc. erhaltenes CuO.	
Hor.	0,157	
Vert.	0,150	Säure gleich.

14. Triebe der gleichen Pflanze von 2 Uhr Nachmittags bis 8 Uhr früh niedergelegen bzw. gestanden; die gelegenen gekrümmt. Gew. 12,40 gm, 80 cc. Lösung.

	CuO in 20 cc.
Hor.	0,1128
Vert.	0,1383

15. *Lonicera*-Triebe, 1 Stunde exponirt.

	CuO erhalten.	
Hor.	0,1803	
Vert.	0,1586	Säure gleich.

16. Je 11 Triebe von *Symphoricarpos racemosa*, ca. 6 Internodien lang. 1 Stunde exponirt. Gew. = 18,15 gm. Lösung 130 cc.

	CuO in 20 cc.	CuO in 50 cc.
Hor.	0,032	0,056
Vert.	0,021	0,050

17. *Lonicera*-Triebe (6 Stück), 1 Stunde exponirt. Gew. 11,16 gm. Lösung 100 cc.

	In 30 cc. gefundenes CuO.	
Hor.	0,102	
Vert.	0,105	Säure ganz gleich.

18. Je 5 Triebe von *Viburnum Opulus*, 3 Internodien lang, 1 Stunde exponirt.

	CuO in 20 cc.	
Hor.	0,2745	
Vert.	0,248	Säure gleich.

19. Junge Stengel von *Physalis Alkekengi*, (8 Stück),  $\frac{3}{4}$  Stunde gelegen bzw. gestanden; auf 35 cc. gebracht.

Erhaltenes CuO aus 20 cc.

Hor.	0,402
Vert.	0,3325

20. Ein gleicher Versuch.

CuO aus 20 cc.

Hor.	0,327
Vert.	0,284

21. 12 *Gratiola*-Stengel,  $1\frac{1}{2}$  Stunden exponirt.

Aus 20 cc. erhaltenes CuO.

Hor.	0,136
Vert.	0,112

22. *Physalis*-Stengel, 2 Stunden exponirt, die horizontalen etwas gekrümmt.

Aus 20 cc. erhaltenes CuO.      2 cc. Saft verlangen Lauge

Hor.	0,433	1,5
Vert.	0,373	1,8

23. Dieselbe Pflanze. 12 Stück, Gew. = 17,85 grm. Lösung 40 cc.

Aus 20 cc. erhaltenes CuO.

Hor.	0,243	
Vert.	0,217	Säure gleich.

24. *Gratiola*. 12 Stück, Gew. = 11,98. Lösung 40 cc.

CuO in 20 cc.      Laugenverbrauch auf 2 cc.

Hor.	0,101	1,0
Vert.	0,091	1,1

## 6. Heliotropische Organe.

1. Etiolirte Bohnenkeimlinge, bis 1 de. hoch, von früh 10 Uhr bis Nachmittag 3 Uhr einseitig am Fenster beleuchtet, ergrünt aber nicht im Mindesten gekrümmt.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
Vorn	1,0211	1,0195	2,52
Hinten	1,0207	1,0190	2,14

2. Dessgleichen, exponirt von früh 7 Uhr bis Nachmittag 3 Uhr (13. Dez.) Die meisten Exemplare etwas gekrümmt.

Vorn	1,0190	1,0190
Hinten	1,0178	1,0184

3. Ein Gleiches. Bohnen 0,5—1 de. hoch. Von 9—11 Uhr exponirt, völlig gerade.

Vorn	1,0220	1,0215	1,79
Hinten	1,0220	1,0212	1,77

4. Dersgleichen. Exposition von 8 Uhr bis 12 $\frac{1}{2}$  Uhr. Keine Krümmung.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
Vorn	1,0205	1,0210
Hinten	1,0203	1,0202

5. Gleiche Keimlinge, 2 Tage einseitig beleuchtet, stark gekrümmt. In vordere und hintere Hälfte, je 24,77 gm. wiegend, getheilt.

Gefundenes CuO im ganzen Auszug.

Vorn	1,4323
Hinten	1,4100

6. Durch 2 tägige einseitige Beleuchtung in gleicher Weise gekrümmte Keimlinge. Hälfte = 19,92 gm.

Gefundenes CuO.

Vorn	0,7847
Hinten	0,7486

7. *Colcus*-Stecklinge, 1—2 dc. lang, im Warmhaus einseitig heliotropisch gekrümmt. Je 5 gm. die vordere und hintere Hälfte wiegend.

Aus 20 cc. gefundenes CuO.

Vorn	0,0192
Hinten	0,0145

8. *Canna*-Internodien, ausgewachsen und krümmungsunfähig, wurden einseitig verschiedene Zeiten beleuchtet und in Vorder- und Hinterhälfte analysirt.

a) Beleuchtung von 9 Uhr früh bis 4 Uhr Nachmittags. (November).

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	°o Trockensubstanz des Saftes.
Vorn	1,0141	1,0135	1,88
Hinten	1,0143	1,0134	1,86

b) Ein Gleiches.

	Filtrirter Saft.	°o Trockensubstanz im Saft.
Vorn	1,0118	1,86
Hinten	1,0100	1,77

c) 2 Tage einseitig beleuchtet.

Vorn	1,0154	1,30
Hinten	1,0149	1,28

d) Ebenso.

Vorn	1,0145	2,25
Hinten	1,0140	2,20

e) Jüngere Internodien, manche zeigten etwas Krümmung.

Vorn	1,0143	2,34
Hinten	1,0128	2,10

## f) Alte Internodien, ganz gerade.

	Filtrirter Saft.	% Trockensubstanz im Saft.
Vorn	1,0169	3,14
Hinten	1,0162	3,04

## g) Ebenso.

	Filtrirter Saft.	% Trockensubstanz im Saft.	% Zucker.
Vorn	1,0150	2,38	1,39
Hinten	1,0145	2,30	1,22

## h) Ebenso.

Vorn	1,0152	2,37	0,85
Hinten	1,0150	2,32	0,64

## i) 2 Tage beleuchtet.

Vorn	1,0145	2,37	1,06
Hinten	1,0143	2,29	0,86

## k) Ebenso.

Vorn	1,0155	2,58	0,59
Hinten	1,0144	2,47	0,59

## l) Ebenso.

Vorn	1,0135	2,02	0,96
Hinten	1,0132	1,96	0,88

## m) Ebenso.

Vorn	1,0132	1,96	1,20
Hinten	1,0129	1,93	1,09

### III. Capitel.

#### Zuckerbildung bei Erschütterung der Pflanzen.

Neben den geotropischen und heliotropischen Krümmungen schienen mir besonders die sogenannten Erschütterungskrümmungen werth zu sein, hinsichtlich der Stoffveränderung studirt zu werden, einmal weil hier die Vorgänge plötzlich eintreten und andererseits weil sie zu andern rasch eintretenden Gestalt- und Volumänderungen an den Pflanzen nicht beziehungslos zu sein schienen.

Das nähere Eingehen auf diese Phänomene hat in der That ganz unerwartete und an Interesse Schritt für Schritt sich steigernde Resultate gehabt, die, wie ich glaube, für die ganze Physiologie überaus wichtig sind.

1. Schüttelt man einen frischen (wachsenden) Spross einer Kraut-

oder Holzpflanze in der bekannten Art, so dass er sich bogenförmig, mit überhängendem Gipfel, krümmt, dann ist **sofort** die Concentration des Zellsaftes auf der concaven und convexen Seite nicht mehr gleich; der Saft auf der convexen Seite ist concentrirter geworden, als auf der concaven. Bei geo- und heliotropischen Krümmungen ist bekanntlich das Gegentheil der Fall. (Tabelle III, 1).

Die nebenhergehenden Zuckerbestimmungen zeigen, dass die höhere Saftconcentration der convexen Seite mit einem wesentlich höheren Zucker-gehalt verknüpft ist.

2. Die eben festgestellte Thatsache, dass der einen Seite ein höherer Zucker-gehalt zukommt, gewinnt aber in höchstem Grade Interesse dadurch, dass sich nachweisen lässt, dass der Zucker eine Neubildung im Moment der Erschütterung der Pflanze ist.

Dass dies wirklich der Fall ist, darauf weist mit Sicherheit schon der Vergleich mancher Zahlen in Tabelle III, 1. Vergleicht man z. B. n. 1 b  $\alpha$  und  $\beta$  d. h. die absolute Saftconcentration geschüttelter und ungeschüttelter Sprosse, so ergibt sich eine grössere Concentration in jenen als in diesen. Vergleicht man die Procentzahlen des Zuckers in n. 11, so finden sich höhere Zuckerprocente nach dem Schütteln.

Direct erwiesen aber wird dieser Satz, durch die Versuche in Tabelle III, 2. Die Art der Versuchsweise ist am Kopfe derselben beschrieben. Kein Zweifel: In dem Moment, wo ein wachsender Spross geschüttelt wird, entsteht in ihm Zucker in ansehnlicher Menge. Die Erschütterung braucht keine sehr heftige zu sein. Sie darf sich innerhalb der Grenzen halten, die in der freien Natur bei mässig bewegter Luft stattfinden. Man vgl. z. B. n. 20.

Der Zucker wird in den Stengeln selbst gebildet; denn die Zuckerneubildung lässt sich auch in blattlos geschüttelten Sprossen nachweisen. Vgl. Versuche n. 5, 8, 9, 10 u. s. w.

3. Die Erscheinung, dass durch Bewegen in den Geweben Zucker gebildet wird, beschränkt sich nicht auf wachsende Stengel. Auch Blattstiele, ausgewachsen und halbwüchsig, sowie Blattflächen zeigen das gleiche Verhalten. Versuche von n. 20 ab. Selbst in verholzten und verkorkten Zweigen scheint das Gleiche einzutreten (n. 30).

Die letzteren Versuche zeigen auch, dass die Zuckerbildung nicht nothwendig an die Krümmung gebunden ist; auch ohne, dass eine merkliche bleibende Beugung hervortritt, wird durch die Bewegung Zucker erzeugt. —



Nach dem Vorstehenden möchte man versucht sein, jede mechanische Einwirkung auf die Pflanze als zuckerbildend in den Geweben anzusehen, den Fall z. B. dass in niedergelegten Sprossen Zuckerneubildung statt hat (wie wir oben gesehen) nur als einen Specialfall der Zuckerbildung bei mechanischer Einwirkung zu betrachten; auch die plötzlich eintretenden Erscheinungen in den beweglichen Blattgelenken (*Mimose*, *Oxalis*, *Phaseolus* u. s. w.) hieherzuziehen. Ob dies gerechtfertigt ist, müssen spätere Versuche zeigen.

4. Mit der Zuckerbildung ist häufig ein Verschwinden freier Säure aus dem Zellsaft nachzuweisen. Tabelle III, 2.

### Tabelle III.

#### Erschütterungskrümmungen.

##### 1. Veränderungen in den Hälften.

1. *Sambucus nigra*. 19. Juni 1879.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.
a) Convexe Hälfte	1,0240	1,0200
Concave „	1,0222	1,0189
Convexe Hälfte schwerer um	0,0018	0,0011

b) Sprosse ungeschüttelt, gerade und solche mit Erschütterungskrümmungen.

20. Juni.

a) Gerade Sprosse

			% Zucker.
Rechte Hälfte	1,0185	1,0160	2,054
Linke „	1,0186	1,0162	2,098
Differenz =	0,0001	0,0002	0,044 %

β) Durch Schütteln in schöne Bogen gekrümmte, sehr steif gebliebene.

Convexe Hälfte	1,0198	1,0178	
Concave „	1,0188	1,0170	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0010	0,0008	
Convexe Hälfte	1,0218	1,0194	2,223
Concave „	1,0208	1,0188	2,186
Convexe Hälfte schwerer um	0,0010	0,0006	0,037
Convexe Hälfte	1,0210	1,0189	2,247
Concave „	1,0200	1,0185	2,220
Convexe Hälfte schwerer um	0,0010	0,0004	0,027

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
Convexe Hälfte	1,0220	1,0195	1,904
Concave „	1,0210	1,0188	1,787
Convexe Hälfte schwerer um	0,0010	0,0007	0,117 %
Convexe Hälfte	1,0199	1,0190	2,004
Concave „	1,0194	1,0178	1,881
Convexe Hälfte schwerer um	0,0005	0,0012	0,123

2. *Sambucus*-Sprosse. Der gleiche Versuch.

Convexe Hälfte	1,0182	1,0190	1,471
Concave „	1,0186	1,0163	1,434
Convexe Hälfte schwerer um	—	0,0027	0,037
Convexe Hälfte	1,0255	1,0239	2,086
Concave „	1,0240	1,0231	2,018
Convexe Hälfte schwerer um	0,0015	0,0008	0,068

3. Sehr schöne, starke, blüthenknospentragende Triebe von *Silphium perfoliatum*. 23. Juni.

Convexe Hälfte	1,0395	1,0276	1,060
Concave „	1,0381	1,0273	1,035
Convexe Hälfte schwerer um	0,0014	0,0003	0,025
Convexe Hälfte	1,0305	1,0255	1,065
Concave „	1,0296	1,0250	1,057
Convexe Hälfte schwerer um	0,0009	0,0005	0,008
Convexe Hälfte	1,0203	1,0181	
Concave „	1,0200	1,0179	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0003	0,0002	
Convexe Hälfte	1,0293	1,0269	
Concave „	1,0285	1,0263	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0008	0,0006	

## Gekrümmte Sprosse in der Krümmungsebene halbirt.

Erste Hälfte	1,0270	1,0180	0,9085
Zweite Hälfte	1,0271	1,0181	0,9070
Differenz	0,0001	0,0001	0,0015

4. Gleiche Sprosse von *Silphium scaberrimum*.

Convexe Hälfte	1,0285	1,0262	0,8957
Concave „	1,0271	1,0241	0,8888
Convexe Hälfte schwerer um	0,0014	0,0021	0,0069

5. Laubsprosse von *Phytolacca decandra*. 26. Juni.

Convexe Hälfte	1,0206	1,0202	
Concave „	1,0205	1,0198	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0001	0,0004	

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
Convexe Hälfte	1,0192	1,0175	2,294
Concave „	1,0175	1,0169	2,229
Convexe Hälfte schwerer um	0,0017	0,0006	0,065 %

Dieselben, 20—25 cm. lang, 26. Juli.

Convexe Hälfte	1,0180	1,0165	3,227
Concave „	1,0172	1,0154	3,013
Convexe Hälfte schwerer um	0,0008	0,0011	0,214
Convexe Hälfte	1,0174	1,0172	
Concave „	1,0173	1,0168	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0001	0,0004	

Mit letzterem Versuch gleichzeitig eine Halbierung in der Krümmungsebene.

Erste Hälfte	1,0159	1,0159	
Zweite Hälfte	1,0160	1,0160	
Differenz	0,0001	0,0001	

6. Blüthentragende Stengel von *Borago officinalis*. 28. Juli.

Convexe Hälfte	1,0085	1,0083	
Concave „	1,0083	1,0080	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0002	0,0003	
Convexe Hälfte	1,0095	1,0095	1,914
Concave „	1,0090	1,0090	1,859
Convexe Hälfte schwerer um	0,0005	0,0005	0,055
Convexe Hälfte	1,0100	1,0097	2,290
Concave „	1,0093	1,0090	2,057
Convexe Hälfte schwerer um	0,0007	0,0007	0,233

7. Junge Stengel von *Nicotiana tabacum*, mit sehr kleinen Blütenknospen.

31. Juli.

Convexe Hälfte	1,0120	1,0111	
Concave „	1,0116	1,0108	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0004	0,0003	

8. Dessgleichen von *Nicotiana rustica*.

Convexe Hälfte	1,0148	1,0135	
Concave „	1,0140	1,0130	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0008	0,0005	

Halbierung in der Krümmungsebene:

Erste Hälfte	1,0159	1,0149	
Zweite Hälfte	1,0158	1,0148	
Differenz	0,0001	0,0001	

9. Je 13 Laubtriebe von *Phytolacca decandra*, 20—25 cm. lang. 21. Juli.

a) Gerade, ungeschüttelte Triebe.

	Rohsaft.	Filterirter Saft.	% Zucker.
Erste Hälfte	1,0150	1,0143	
Zweite Hälfte	<u>1,0152</u>	<u>1,0145</u>	
Differenz	0,0002	0,0002	

## b) Durch Erschütterung gekrümmte.

Convexe Hälfte	1,0177	1,0165	
Concave „	<u>1,0165</u>	<u>1,0157</u>	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0012	0,0008	

## 10. Ein gleiches Beispiel.

Erste Hälfte	1,0180	1,0165	2,245
Zweite Hälfte	<u>1,0181</u>	<u>1,0170</u>	<u>2,292</u>
Differenz	0,0001	0,0005	0,047 %
Convexe Hälfte	1,0180	1,0178	2,305
Concave „	<u>1,0175</u>	<u>2,0165</u>	<u>2,113</u>
Convexe Hälfte schwerer um	0,0005	0,0013	0,192

11. 15—20 cm. lange Sprosse von *Sambucus Ebulus*. Gerade und gekrümmt.

21. Juli.

Erste Hälfte	1,0165	1,0150	1,678
Zweite Hälfte	<u>1,0171</u>	<u>1,0153</u>	<u>1,778</u>
Differenz	0,0006	0,0003	0,100
Convexe Hälfte	1,0173	1,0165	1,959
Concave „	<u>1,0163</u>	<u>1,0150</u>	<u>1,766</u>
Convexe Hälfte schwerer um	0,0010	0,0015	0,193

**2. Beim Schütteln wird Zucker gebildet.**

Die folgenden Versuche, die beweisen sollen, dass durch Erschütterung von wachsenden Pflanzentheilen, der Zucker (richtiger die kupferreducirende Substanz) in denselben absolut vermehrt wird, sind so angestellt, dass zunächst möglichst gleichmässig zwei Portionen von Sprossen ausgewählt wurden. Von diesen wurde die eine Hälfte geschüttelt, die andere unerschüttelt gelassen. Dies geschah im beblätterten Zustand, oder nach dem die Blätter, häufig auch die Gipfelknospe entfernt war. Die beiden Theile wurden sodann entweder in toto genommen, oder nur die gekrümmten Stücke und ihre Analoga (an den unerschüttelten), auf der Wage genau ausgeglichen und die zerkleinerte Substanz mit kochendem Wasser erschöpft. Die Lösung eingedampft, auf gleiches Volumen gebracht und in der Regel aus 20 cc. der Zucker bestimmt.

1. *Alliaria officinalis*. Je 7 mit Gipfelblüthen versehene Stengel. Nach dem Erschüttern schön gekrümmt. Gewicht = 20,07 grm. auf 130 cc. gebracht. In 20 cc.

	CuO.
Erschüttert	0,2948
Normal	0,2743

2. Je 8 gleiche Pflanzen; schön gekrümmt. Nur die gekrümmte Stelle genommen. In 20 cc.

	CuO.
Erschüttert	0,2578
Normal	0,2323

3. In 2 weiteren Versuchen mit derselben Pflanze wurde durch Titration mit Fehling das gleiche Resultat erhalten.

Die Säure war in den beiden Fällen in geschüttelten und normalen Sprossen gleich.

4. Je 5 Stengel von *Alliaria*, wohl gekrümmt. Auf 200 cc. gebracht. In 20 cc.

	CuO.
Geschüttelt	0,1618
Normal	0,1463 Säure gleich.

5. 8 Stengel der gleichen Pflanze, nach dem Entblättern geschüttelt. Auf 200 cc. gebracht. In 20 cc.

	CuO.
Geschüttelt	0,1226
Normal	0,0770 Säure gleich.

6. Junge, ca. 3—4 dc. lange Sprosse von *Anthriscus silvestris*. Das gekrümmte Internodium allein.

Der Zuckertüberschuss wurde sowohl durch Titration mit Fehling als auch gewichts-analytisch festgestellt. Aus 20 cc. Lösung erhielt ich

	CuO.
Geschüttelt	0,1128
Normal	0,0913

7. Sprosse von *Prunus Padus*, (6 Stück). Nur der Bogen der Krümmung, etwa 1—1,5 dc. lang.

Es wurde in 20 cc. Flüssigkeit, gefunden

	CuO.
Erschüttert	0,1638
Normal	0,1553 Säure in „geschüttelt“ etwas weniger.

8. Je 7, etwa 6 Internodien umfassende Sprosse von *Lonicera tatarica*, vor dem Schütteln entblättert. CuO in 20 cc.

Geschüttelt	0,1178
Normal	0,0853 Säure gleich.

9. Derselbe Versuch.

	CuO.
Geschüttelt	0,1628
Normal	0,1188 Säure gleich.

	Rohsaft.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
Erste Hälfte	1,0150	1,0143	
Zweite Hälfte	<u>1,0152</u>	<u>1,0145</u>	
Differenz	0,0002	0,0002	

## b) Durch Erschütterung gekrümmte.

Convexe Hälfte	1,0177	1,0165	
Concave „	<u>1,0165</u>	<u>1,0157</u>	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0012	0,0008	

## 10. Ein gleiches Beispiel.

Erste Hälfte	1,0180	1,0165	2,245
Zweite Hälfte	<u>1,0181</u>	<u>1,0170</u>	<u>2,292</u>
Differenz	0,0001	0,0005	0,047 %
Convexe Hälfte	1,0180	1,0178	2,305
Concave „	<u>1,0175</u>	<u>2,0165</u>	<u>2,113</u>
Convexe Hälfte schwerer um	0,0005	0,0013	0,192

11. 15—20 cm. lange Sprosse von *Sambucus Ebulus*. Gerade und gekrümmt.

21. Juli.

Erste Hälfte	1,0165	1,0150	1,678
Zweite Hälfte	<u>1,0171</u>	<u>1,0153</u>	<u>1,778</u>
Differenz	0,0006	0,0003	0,100
Convexe Hälfte	1,0173	1,0165	1,959
Concave „	<u>1,0163</u>	<u>1,0150</u>	<u>1,766</u>
Convexe Hälfte schwerer um	0,0010	0,0015	0,193

## 2. Beim Schütteln wird Zucker gebildet.

Die folgenden Versuche, die beweisen sollen, dass durch Erschütterung von wachsenden Pflanzentheilen, der Zucker (richtiger die kupferreducirende Substanz) in denselben absolut vermehrt wird, sind so angestellt, dass zunächst möglichst gleichmässig zwei Portionen von Sprossen ausgewählt wurden. Von diesen wurde die eine Hälfte geschüttelt, die andere unerschüttelt gelassen. Dies geschah im beblätterten Zustand, oder nach dem die Blätter, häufig auch die Gipfelknospe entfernt war. Die beiden Theile wurden sodann entweder in toto genommen, oder nur die gekrümmten Stücke und ihre Analoga (an den unerschüttelten), auf der Wage genau ausgeglichen und die zerkleinerte Substanz mit kochendem Wasser erschöpft. Die Lösung eingedampft, auf gleiches Volumen gebracht und in der Regel aus 20 cc. der Zucker bestimmt.

1. *Alliaria officinalis*. Je 7 mit Gipfelblüthen versehene Stengel. Nach dem Erschüttern schön gekrümmt. Gewicht = 20,07 grm. auf 130 cc. gebracht. In 20 cc.

	CuO.
Erschüttert	0,2948
Normal	0,2743

2. Je 8 gleiche Pflanzen; schön gekrümmt. Nur die gekrümmte Stelle genommen. In 20 cc.

	CuO.
Erschüttert	0,2578
Normal	0,2323

3. In 2 weiteren Versuchen mit derselben Pflanze wurde durch Titration mit Fehling das gleiche Resultat erhalten.

Die Säure war in den beiden Fällen in geschüttelten und normalen Sprossen gleich.

4. Je 5 Stengel von *Alliaria*, wohl gekrümmt. Auf 200 cc. gebracht. In 20 cc.

	CuO.
Geschüttelt	0,1618
Normal	0,1463 Säure gleich.

5. 8 Stengel der gleichen Pflanze, nach dem Entblättern geschüttelt. Auf 200 cc. gebracht. In 20 cc.

	CuO.
Geschüttelt	0,1226
Normal	0,0770 Säure gleich.

6. Junge, ca. 3—4 dc. lange Sprosse von *Anthriscus silvestris*. Das gekrümmte Internodium allein.

Der Zuckerüberschuss wurde sowohl durch Titration mit Fehling als auch gewichts-analytisch festgestellt. Aus 20 cc. Lösung erhielt ich

	CuO.
Geschüttelt	0,1128
Normal	0,0913

7. Sprosse von *Prunus Padus*, (6 Stück). Nur der Bogen der Krümmung, etwa 1—1,5 dc. lang.

Es wurde in 20 cc. Flüssigkeit, gefunden

	CuO.
Erschüttert	0,1638
Normal	0,1553 Säure in „geschüttelt“ etwas weniger.

8. Je 7, etwa 6 Internodien umfassende Sprosse von *Lonicera tatarica*, vor dem Schütteln entblättert. CuO in 20 cc.

	CuO.
Geschüttelt	0,1178
Normal	0,0853 Säure gleich.

9. Derselbe Versuch.

	CuO.
Geschüttelt	0,1628
Normal	0,1188 Säure gleich.

10. Derselbe Versuch. Die Triebe etwa 20 mal ganz leicht bewegt, eine energische Krümmung, wie früher, ist nicht vorhanden gleichwohl eine geringe Neigung der Sprosse (ohne Blätter). Gewicht 23,10 gm. Auf 160 cc. gebracht. In 20 cc. gefundenes CuO

Geschüttelt	0,1548	
Normal	0,1393	Säure gleich.

11. Die gleiche Pflanze. 8 Triebe. Gew. = 20,85 gm. Auf 142 cc. gebracht. Am Tage selbst (29. April 1880) war Sturm. In 20 cc. gefundenes CuO.

Geschüttelt	0,1398	
Normal	0,1073	Säure gleich.

12. *Sambucus nigra*. Je 6 Sprosse, 2—3 dc. lang, vor dem Erschüttern entblättert. Lösung auf 140 cc. gebracht. CuO in 20 cc.

Geschüttelt	0,0726	
Normal	0,0328	

13. 7 Blattstiele von *Imperatoria Ostruthium*. Ohne Blattfläche, 6 mal stark geschüttelt. 16,35 gm. wiegend. Auf 180 cc. gebracht. CuO in 20 cc.

Geschüttelt	0,1021	
Normal	0,0708	Säure gleich.

14. Je 5 etwa 2 dc. lange Triebe von *Aconitum Dodonaci* ohne Blätter 5 mal nicht zu heftig geschüttelt, sehr schön gekrümmt. Gewicht = 21,05 gm. Auf 130 cc. In 20 cc. ist CuO:

Geschüttelt	0,1106	
Normal	0,0638	

Säurebestimmung aus 5 oder 10 cc. ergab etwas mehr in „normal“.

15. Je 5 Stengel von *Rumex maximus*, ohne Blattflächen, etwa 1 Dutzendmal hin und her bewegt. Gewicht 43,85. CuO in 20 cc. Lösung.

Bewegt	0,2138	
Normal	0,1903	

Säure in „normal“ etwas mehr.

16. 7 Stengel von *Barbarea*, ohne Blätter, vielleicht 2 Dutzendmal hin und her bewegt, krümmen sich nicht.

Zucker durch Titration in „bewegt“ mehr; in diesem dagegen etwas weniger Säure. Für 5 cc. Lösung wird gebraucht Lauge

Bewegt	1,0	
Normal	1,1	

17. *Paconia albiflora*. Mit kleinen Blütenknospen versehene Stengel werden



entblättert und geköpft; und krümmen sich nach 2 maligem Schütteln sehr stark. Gew. = 26,69 grm. Lösung = 130 cc. CuO in 20 cc.

Geschüttelt	0,2867
Normal	0,2813

18. *Solidago virga aurea*. Triebe mit Blütenknospen. Etwa 12 mal geschüttelt.

Durch Titration (3 mal) ein Mehr reducirender Substanz in den geschüttelten Pflanzen nachgewiesen.

19. Mit Blütenknospen tragenden Kartoffelstengeln wurden vier Versuche angestellt.

- a) beblätterte Stengel, stark geschüttelt, sehr stark gekrümmt.
- b) entblätterte Stengel nach 3 maligem Schütteln deutlich gekrümmt.
- c) entblätterte Stengel, nur 3 mal schwach geschüttelt, gleichwohl gekrümmt.
- d) Versuch wie b.

Jedesmal wurde ein Plus zu Gunsten des Zuckergehaltes der geschüttelten Stengel sehr klar nachgewiesen (Titration).

20. 6 Blattstiele von *Rumex obtusifolius*, 12 mal leicht hin und her bewegt, so dass sie sich langsam hin und her biegen. Gew. = 15,5 grm. Lösung = 110 cc.

	CuO aus 20 cc.
Bewegt	0,0736
Normal	0,0268

Zur Neutralisirung von 5 cc. Lösung wurden gebraucht an Lauge

Bewegt	2,3	2,0	2,0
Normal	2,4	2,2	2,2

21. 5 Blattstiele von *Imperatoria Ostruthium*. Stiele mit Blattflächen 12 mal hin und her geschwenkt; darauf etwas gebogen. Gew. = 19,32 grm. Lösung = 80 cc.

	In 20 cc. gefundenes CuO.	Spec. Gewicht d. Lösung.	
Geschwenkt	0,2348	1,0063	Säure in „geschwenkt“
Normal	0,2023	1,0060	etwas weniger.

22. *Rheum undulatum*. Blattstiele ohne Fläche. Schwach hin und her bewegt, etwa 20 mal; darauf etwas gekrümmt. Saft ohne Wasserzusatz.

	Spec. Gewicht filtr.	CuO in 20 cc.	Laugenverbrauch für 2 cc.	
Bewegt	1,0190	0,2848	0,8	1,2
Normal	1,0189	0,2798	1,2	1,8

23. *Rheum undulatum*. 1 halb ausgewachsenes Blatt, der Mittelrippe nach halbirt, die Hauptrippen ausgeschnitten. Die eine Hälfte heftig geschüttelt, die andere nicht. Gew. = 13,02. Lösung = 142.

CuO in 20 cc.		
Geschüttelt	0,0776	Säure entschieden in „geschüttelt“
Normal	0,0378	etwas weniger.

24. Je 3 Rosskastanienblätter, fast ausgewachsen (27. April). Die einen geschüttelt, so etwa wie heftiger Sturmwind erschüttern dürfte. Blattflächen nach Entfernung des grössten Theiles der Mittelrippen = 14,1 grm. Auf 170 cc. Lösung gebracht.

CuO in 40 cc.		
Geschüttelt	0,0866	Säure in „geschüttelt“
Normal	0,0378	etwas weniger.

25. *Rumex obtusifolius*. Je 4 ausgewachsene Blätter; mit Blattstielen geschüttelt; darauf Stiele und Hauptrippen gekrümmt. Flächen allein = 14,1 grm. 130 cc. Lösung.

CuO in 40 cc.		
Geschüttelt	0,1463	Säure in „geschüttelt“
Normal	0,1043	etwas weniger.

26. 5 Rosskastanienblätter, sonst wie n. 24. Gew. = 25,24. Volum = 150.

CuO in 40 cc.		
Geschüttelt	0,1321	
Normal	0,0888	

27. Dessgleichen.

CuO in 40 cc.		Säure durch Laugenverbrauch für 5 cc.	
Geschüttelt	0,1878	4,0	3,5
Normal	0,0703	5,0	4,0

28. *Lonicera tatarica*. Die Blätter von erschütterten Sprossen und zwar nur die Blätter, die an den Erschütterungskrümmungen sassen. Gew. = 15,80. Volum 130.

CuO in 40 cc.		
Geschüttelt	0,1496	
Normal	0,0808	

29. *Rheum undulatum*. Obere Drittheile je zweier Blätter. Die etwa 20 mal geschüttelt waren. Gew. = 50,80.

In 20 cc. gefundenes CuO.		
Geschüttelt	0,1448	
Normal	0,1408	

30. *Syringa vulgaris*. Einjährige verkorkte Triebe, Wurzelschösslinge ca. 1 m. lang; auf einige dc. genommen. — 2 derselben öfter hin und her gebogen und durch Schwenken hin und her bewegt, 2 gleiche normal verwendet. Rinde. Gewicht = 10,0. Volum 110 cc.

CuO in 20 cc.		
Geschüttelt	0,0796	Säure in „geschüttelt“
Normal	0,0218	etwas weniger.

U e b e r  
die Wasservertheilung in der Pflanze.

**III.**

Die tägliche Schwellungsperiode der Pflanzen.

Von

**Gregor Kraus.**

---

**Halle.**

**Max Niemeyer.**

1881.



## 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	
		<u>32,190</u>	<u>32,189</u>	<u>32,189</u>	<u>32,190</u>	
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
		<u>32,188</u>	<u>32,188</u>	<u>32,188</u>	<u>32,187</u>	<u>32,187</u>

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

sich 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, hiez zu 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; 1½ 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	79,400	79,428	79,412	79,378	79,376
Stunde	1 p	2 30 p	3 30 p	6 p*)	7 p	
Blattdurchmesser	79,341	79,333	79,325	79,290	79,330	

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

28. Mai.						
Stunde	6 30 a	7 a	7 30 a	8 a	8 30 a	9 a
Blattdurchmesser	13,817	13,799	13,765	13,751	13,737	13,712
Stunde	9 30 a	10 a	10 30 a	11 15 a	12 m	1 p
Blattdurchmesser	13,693	13,684	13,672	13,666	13,656	13,615
Stunde			5 30 p	8 30 a		
Blattdurchmesser			13,809	13,756		

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

27. Mai.						
Stunde	6 30 a	7 a	7 30 a	8 a	8 30 a	9 a
Blattdurchmesser	21,727	21,709	21,695	21,673	21,661	21,654
Stunde	9 30 a	10 a	10 30 a	11 15 a	12 m	1 p
Blattdurchmesser	21,646	21,638	21,633	21,629	21,611	21,595
Stunde			6 15 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 30 a	48,917	22,162	10 30 a	48,837	22,089
8 a	48,895	22,149	11 15 a	48,831	22,086
8 30 a	48,878	22,135	12 m	48,830	22,086
9 a	48,855	22,116	28. Mai		
9 30 a	48,846	22,102	6 15 a	48,870	

5. Drei Pflanzen, verschiedenen Gattungen angehörig: Ein älteres Exemplar von *Roehea 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>Roehea</i>	<i>Crassula</i>	<i>Cacalia</i>
6 45 a	36,763	32,272	8,744
7 15 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 <sup>30</sup> 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 <sup>30</sup> 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 <sup>30</sup> 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 <sup>30</sup> a	55,836	8 <sup>55</sup>	<b>55,841</b>
8 45	55,829	9	55,843
8 50	55,830	9 <sup>5</sup>	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 5	<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 15 a.

Stunde:	8 15 a	8 30 a	8 40	8 50	9 0
<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) <i>Aloë Bowiciana</i> .			b) <i>Gasteria maculata</i> .		
Stunde.	Lichtverh.	Durchm.	Stunde.	Lichtverh.	Durchm.
8 15 a	Dunkel	28,949	8 15 a	Dunkel	17,192
10 a	Licht	28,932	10 a	Licht	17,190
12 m	Dunkel	28,946	12 m	Licht	17,185
3 p	Licht	28,936	3 p	Dunkel	17,191
5 p	Dunkel	28,950	5 p	Dunkel	17,190
26. Oct. 8 30 a	Dunkel	28,949	8 30 a	Dunkel	17,197
10 a	Licht	28,937	10 a	Licht	17,191
12 m	Dunkel	28,945	12 m	Dunkel	17,197
3 p	Licht	28,938	3 p	Licht	17,187
27. Oct. 8 15 a	Dunkel	28,955	8 15 a	Dunkel	17,201
10 a	Licht	28,945	10 a	Licht	17,190
12 m	Dunkel	28,950	12 m	Dunkel	17,192
3 p	Dunkel	28,954	3 p	Dunkel	17,197
4 p	Licht	28,952	4 p	Licht	17,194
28. Oct. 8 15 a	Dunkel	28,951	8 15 a	Dunkel	17,194
10 a	Licht	28,940	10 a	Licht	17,186
12 m	Dunkel	28,947	12 30 p	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, mehrstämmige 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 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 12/100 mm. Um 1/24 Uhr ist der Durchmesser bereits wieder ansehnlich gestiegen, und um 1/27 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 Wachsthumms 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 Fruchtsiels?) 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 <sup>30</sup> p	11,750	
6 <sup>30</sup> p	11,943	
31. Aug. 7 <sup>a</sup>	12,100	
8 <sup>30</sup> a	12,090	
9 <sup>30</sup> a	12,090	
11 <sup>30</sup> a	12,060	Seit etwa 2 Stunden besontt.
1 <sup>30</sup> p	11,980	Besontt.
3 <sup>30</sup> p	12,000	Ohne Sonne.
5 <sup>30</sup> p	12,245	
6 <sup>30</sup> p	12,265	
1. Sept. 7 <sup>a</sup>	12,380	Stark bethaut.
9 <sup>a</sup>	12,420	"
11 <sup>a</sup>	12,330	Seit 1½ Stunden besontt.
1 <sup>p</sup>	12,270	Sonne.
3 <sup>p</sup>	12,305	Nachlass der Sonne.
6 <sup>p</sup>	12,475	Im Schatten.
2. Sept. 7 <sup>a</sup>	12,715	Stark bethaut.
8 <sup>a</sup>	12,730	Bethaut, nebelig.
9 <sup>a</sup>	12,695	Trüb.
11 <sup>a</sup>	12,620	"
1 <sup>p</sup>	12,570	Sonne.
6 <sup>30</sup> p	12,765	Schatten.
3. Sept. 7 <sup>a</sup>	12,910	Stark bethaut, bereits besontt.
8 <sup>a</sup>	12,911	} Sonne.
11 <sup>30</sup> a	12,885	
5 <sup>p</sup>	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 <sup>30</sup> a	19,820	
11 <sup>15</sup> a	19,720	Sonne.
2 <sup>p</sup>	19,685	Sonne.
4 <sup>p</sup>	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
	6 30 p	23,065
27. Aug.	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 Drittel.

	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 Drittel von einer Apophysenmitte 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		Sonne auf der Frucht.
	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		
	6 30 p	10,245		
7 a	10,470	Nachtzuwachs 0,225.		
27. Aug.	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. } Von der Sonne getroffen. } 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	} Etwas Regen. } Bedeckter Himmel. } 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	} Den ganzen Tag Sonne. } 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	} Trüber Tag. } 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. } Tageszuwachs 0.	
	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°. } Tageszuwachs 0,099.	
	8 30 a	44,780		
	11 30 a	44,750		
	1 30 p	44,720		
	3 30 p	44,755		
	5 30 p	44,880		
	6 30 p	44,909		
1. Sept.	7 a	45,025	} Frucht voll Thau. Unbesonnt. Besonnt seit 1 1/2 Std. Schatten. Desgl. } Nachtzuwachs 0,016. } Tageszuwachs 0,130.	
	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 30 p	45,455		
3. Sept.	7 a	45,690	Thau auf der Frucht.	} Nachtzuwachs 0,235.
	8 a	45,730		
	11 30 a	45,630		
	5 30 p	45,605		
				Sonne.
				Sonne.

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

24. — 25. August.

Stunde:	9 a	11 15 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 30 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 30 p	43,385		
26. Aug.	8 a	43,99	}	} Tageszuwachs 0,012 p. St.
	10 a	43,903		
	12 m	43,833		
	2 p	43,790		
	5 p	43,880		
	6 30 p	43,918		
27. Aug.	7 a	44,250		Nachtzuwachs 0,028 p. St.

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 a	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. (0,05)				
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 a	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 a	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 a	48,639	Nachtzuwachs von 6 p — 6 a: 0,234.
	8 a	48,715	} Tageszuwachs von 6 a — 6 p: 0,151.
	11 a	48,730	
	1 p	48,786	
	3 p	48,757	
	4 p	48,767	
	6 p	48,790	
	8 p	48,860	
8. Juli	6 a	49,269	Nachtzuwachs von 6 p — 6 a: 0,479.
	8 a	49,399	} Tageszuwachs von 6 a — 6 p: 0,059.
	10 a	49,392	
	12 m	49,311	
	2 p	49,316	
	4 p	49,343	
	6 p	49,458	
	8 p	49,502	
9. Juli	6 a	49,860	Nachtzuwachs von 6 p — 6 a: 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	Nachtwuchs 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 <sup>30</sup> a	50,820	} Tageszuw. 8 <sup>30</sup> a — 8 <sup>30</sup> p: 0,03.
	3 p	50,720	
	6 p	50,760	
	8 <sup>30</sup> p	50,850	
12. Juli	6 a	51,02	Nachtw. 8 <sup>30</sup> p — 8 <sup>30</sup> a: 0,200.
	8 <sup>30</sup> a	51,05	} Tageszuw. 8 <sup>30</sup> a — 7 <sup>30</sup> p: 0,040.
	1 p	51,03	
	7 <sup>30</sup> p	51,09	
7 <sup>30</sup> a	51,310	Nachtw. 7 <sup>30</sup> p — 7 <sup>30</sup> a: 0,210.	
13. Juli	12 <sup>30</sup> p	51,380	Tageszuwachs: 0,070.
	8 <sup>30</sup> p	51,380	Nachtw. 8 <sup>30</sup> p — 8 <sup>30</sup> a: 0,370.
14. Juli	8 <sup>30</sup> a	51,750	} Tageszuwachs: 0.
	1 <sup>30</sup> p	51,680	
	8 <sup>15</sup> p	51,70	

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	Nachtwuchs 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 <sup>30</sup> p	51,06		
3 p	51,082		
6 p	51,086		
8 p	51,228		
10. Juli	6 a	51,340	Nachtwuchs 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). Tageszuwachs: 0,120 (12 Stunden).
	3 p	51,720	
	6 p	51,790	
	8 <sup>30</sup> p	51,880	
12. Juli	6 a	52,000	} Nachtzuwachs 8 <sup>30</sup> p — 8 <sup>30</sup> a: 0,120. Tageszuwachs: 0,050 (11 Stunden).
	8 <sup>30</sup> a	52,000	
	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. Tageszuwachs: 0,020 (13 Stunden).
	12 <sup>30</sup> p	52,290	
	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. Tageszuwachs: 0,110.
	1 <sup>30</sup> p	52,31	
	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
20. Oct.	4 <sup>40</sup> p	Licht	56,853	53,209	62,892
	8 <sup>15</sup> a	Dunkel	56,855	53,206	62,895
	10 a	Licht	56,853	53,203	62,892
21. Oct.	11 <sup>30</sup> a	Dunkel	56,853	53,202	62,891
	2 <sup>50</sup> p	Licht	56,851	53,199	62,888
	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
18. Oct.	3 p	Dunkel	68,304
	8 15 a	Dunkel	68,295
	10 a	Licht	68,292
19. Oct.	11 30 a	Dunkel	68,292
	3 p	Dunkel	68,290
	8 15 a	Dunkel	68,286
20. Oct.	10 a	Licht	68,284
	11 30 a	Dunkel	68,285
	3 p	Dunkel	68,284
	4 40 p	Licht	68,286
21. Oct.	8 15 a	Dunkel	68,282
	10 a	Licht	68,279
	11 30 a	Dunkel	68,278
	2 30 p	Licht	68,276
22. Oct.	8 15 a	Dunkel	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 Tages-senkung 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.

		Durchmesser in Millimetern.				
Tagessstunde.		Birke.	Eiche.	Ahorn.	Temp. C°.	Bemerkungen.
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. Schwilt 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 beteiligt (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 Beteiligung 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 beteiligen, 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	410	.	.	.

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 vorgertickt 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, Stammschwellung — 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 Zahlenausschläge 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	14,910	
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 a	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 a	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 a	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>Strobus</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 Pinca.* Topfpflanze, abgeschnitten und mit Gipfellaub in Wasser gestellt.

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

2. *Robinia*-Ast..

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

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

Beobachtungszeit.	H + R	H	Bemerkungen.	
11. Nov. 12 m	24,594	22,259	Zunahme:	
12 15 p	24,602	22,263	H+R	H
12 30	24,603	22,265	9	7
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.	
14. Nov. 7 45 a	12,612	10,303	Zunahme:	
9 45	12,885	10,325	H+R	H
12 15 p	13,025	10,421	0,273	0,022
4 30	13,183	10,382	0,413	0,118
			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 Rindenmesssstelle (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	Zunahme:	
9 45	26,078	23,550	H + R	H
10 45	26,074	23,553	9	12
12 15 p	26,077	23,554		

### Tabelle IV.

1. *Nerium Oleander*. Eine junge, etwa 1,5 m hohe, mehrstämmige, wohlbeblätterte 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 <sup>a</sup>	13,417	11,501
12 <sup>m</sup>	13,414	11,500
1 <sup>p</sup>	13,411	11,497
4	13,425	11,500
23. Nov. 8 <sup>a</sup>	13,425	11,494
10	13,414	11,488
12 <sup>15 p</sup>	13,417	11,489
24. Nov. 8 <sup>a</sup>	13,418	11,484

6. *Evonymus japonica.*

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

7. *Rhododendron ponticum.*

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

## Tabelle V.

1. *Pyrus Malus.*

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

2. *Betula alba.*

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

3. *Fraxinus.*

Beobachtungszeit.	H + R	H	Zunahme von	
			Rinde	Holz
23. Nov. 11 45 a	57,149	50,520	.	.
6 p	57,150	50,516	.	.
24. Nov. 8 a	<b>57,152</b>	<b>50,512</b>	2	—4
12 30 p	57,152	50,509	.	.
7 45	57,150	50,509	.	.
25. Nov. 8 15 a	<b>57,154</b>	<b>50,506</b>	4	—3
12 15 p	57,149	50,504	.	.
26. Nov. 8 a	<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 45 a	56,718	47,151		
6 p	56,723	47,150		
24. Nov. 8 a	<b>56,725</b>	<b>47,145</b>	7	—6
12 30 p	56,723	47,140	.	.
7 45	56,723	47,145	.	.
25. Nov. 8 15 a	<b>56,726</b>	<b>47,139</b>	3	—6
12 30 p	56,717	47,136	.	.
26. Nov. 8 a	<b>56,720</b>	<b>47,136</b>	3	—3
11 30	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 15 a	79,120	74,313
10 45	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 besonnt.

	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 30	47,842	38,930
	11 30	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 30 a	66,453	59,993
	12 15 p	66,442	59,984
18. Nov.	8 15 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 15 p	31,403	28,339
21. Nov.	8 15 a	<b>31,407</b>	28,340
	12 15 p	31,401	28,336
22. Nov.	8 15 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
vorher	29,407		55,15	55,08	54,96	55,07
nachher	29,421		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 30 a	unbegossen	9,439	6,637	61,71	29,59
11 45	begossen	9,440	6,644	58,79	29,00

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

Zeit		Durchmesser.		Trockensubstanz.	
		H + R	H	H	R
9 30 a	unbegossen	10,103	6,053	—	37,46
11 45	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 Stammschwelung darthun sollen, sind zumeist mit eingewurzelten Pflanzen, Topfexemplaren, seltener im Freien wachsenden kleinen Bäumen angestellt; wo es sich um besondere Einzelfragen handelte, sind auch abgeschchnittene 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 erüiren.

Die gefundenen Hauptsätze sind übersichtlich:

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

2. An der Stammschwelung 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 Abschwelung 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><sup>a</sup> wird stark (2mal) begossen; der Durchmesser hat aber um 9<sup>45</sup>, und auch  $\frac{1}{2}$  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  $\frac{1}{2}$  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 fort-pflanzt.

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 Mess-termine 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>	1	30	2
n. 5		1	20	3
n. 3	} <i>Acacia</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> gegossen.

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	25,106	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</sup> p	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</sup> a	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 halbwtichsigen 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 45 a	14,041	11,572
2.	9	14,037	11,569
3.	9 10	14,035	11,564
4.	9 20	14,038	11,561
5.	9 30	<b>14,044</b>	11,562
6.	9 40	14,045	<b>11,567</b>
7.	9 50	14,044	11,568
8.	11 a	14,042	11,565
9.	28. Oct. 10 30	14,030	11,568
10.	10 45	14,027	11 565
11.	10 55	14,024	11,563
12.	11 5	<b>14,031</b>	11,565
13.	11 15	14,036	<b>11,570</b>
14.	11 25	14,035	11,571
15.	11 35	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 15 a	23,184	14,851
2.	9 30	23,183	14,848
3.	9 40	23,186	14,845
4.	9 50	<b>23,196</b>	14,847
5.	10 5	23,198	<b>14,855</b>
6.	10 15	23,198	14,854
7.	10 25	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 30 a	22,673	17,090
2.	10 10	22,670	17,087
3.	10 15	<b>22,681</b>	17,085
4.	10 20	22,681	17,084
5.	10 25	22,683	17,081
6.	10 30	22,683	<b>17,086</b>
7.	10 35	22,685	17,086
8.	10 40	22,682	17,087
9.	10 45	22,680	17,083

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

1. *Pinus Pinca*. 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 <sup>10</sup>	<b>29,260</b>	16,548	9,641	7,435	
11 <sup>20</sup>	29,262	16,549	9,641	7,434	
11 <sup>30</sup>	29,262	16,550	9,648	<b>7,442</b>	
13. Dez. 8 <sup>15</sup> a	29,248	16,644	9,830	7,614	Nach der ersten Messung decapitirt.
9	29,246	16,641	9,827	7,611	
9 <sup>15</sup>	29,255	<b>16,649</b>	9,824	7,609	
9 <sup>30</sup>	<b>29,270</b>	16,650	9,822	7,608	
9 <sup>45</sup>	29,269	16,652	9,829	<b>7,614</b>	
10	29,267	16,650	<b>9,834</b>	7,616	
10 <sup>15</sup>	29,267	16,651	9,836	7,617	
12 <sup>45</sup> 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 <sup>45</sup> a	13,351	9,359	11,166	8,857
9 <sup>30</sup>	13,348	9,357	11,164	8,854
9 <sup>45</sup>	13,351	<b>9,361</b>	11,161	8,850
9 <sup>55</sup>	<b>13,358</b>	9,363	11,157	8,850
10 <sup>5</sup>	13,360	9,364	11,158	<b>8,854</b>
10 <sup>15</sup>	13,359	9,364	<b>11,163</b>	8,855
10 <sup>25</sup>	13,360	9,365	11,166	8,855
10 <sup>35</sup>	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 <sup>10</sup> p	15,855	<b>13,443</b>	12,432	10,121	
12 <sup>20</sup>	<b>15,862</b>	13,445	12,441	<b>10,127</b>	
12 <sup>30</sup>	15,865	13,449	12,447	10,132	
12 <sup>45</sup>	.	.	12,448	10,132	
8. Dez. 8 <sup>15</sup> a	15,817	13,445	12,777	10,342	Nach der ersten Messung decapitirt.
10 <sup>15</sup>	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 Rindennmessstelle. — 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</sup> a	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</sup> a	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. *Astrapaca 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</sup> a	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</sup> a	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 darge-  
 than worden ist, sollen eine Reihe von Versuchen, die in Tabelle VII zusammen-  
 gestellt sind, die Wirkung der Wasserabgabe zeigen. Dieser Einfluss wird auf in-  
 directem 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 Schnitt-  
 fläche verkittet. Die Operation geschah jedesmal erst dann, wenn die tägliche Ab-  
 schwellung 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 Bei-  
 spielen (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 Som-  
 mermorgen zunächst eine continuirliche Stammdiameterverminderung. In den Bei-  
 spielen 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 abgenom-  
 men. 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 ge-  
 stiegen, nach Verfluss von  $1\frac{1}{2}$  Stunden aber wieder in den alten Rückgang umge-  
 kehrt. — 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 Wasserzuflusses 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 hervorzurufen 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 Wasserzufuhr 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 hervortretende 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 Wasseraufnahme — steht dahin.

Die Versuche mit nur einer Messstelle können über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit 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 Messstellen 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	6
		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 Entblätterung 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 decapitirte 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 Wiederschwellung 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 Baunkrone 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 a	23,873	
2.	8 30	23,870	
3.	9	23,856	Um diese Zeit nach der Messung, alle Blätter abgeschnitten.
4.	9 45	23,865	
5.	10 15	23,845	
6.	10 45	23,858	
7.	11 30	23,852	
8.	19. Mai 7 30 a	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 a	18,283	
2.	8 30	18,267	
3.	9	18,255	Nach dieser Messung alle Blätter entfernt.
4.	9 45	18,271	
5.	10 15	18,277	
6.	10 45	18,287	
7.	11 30	18,270	
8.	19. Mai 7 30 a	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</sup> a.

Nr.	Beobachtungszeit.	<i>Acer.</i>	Durchmesser.	
			<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.	<i>Fraxinus.</i>	Durchmesser.	
			<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.	<i>Rhus.</i>	Stammdurchmesser.	
			<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>20am</sup> in 1 m Höhe über dem Boden. Bei II, wo die Decapitation 9<sup>20am</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 monogyna* 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 <sup>a</sup> :	11,0.	12 <sup>m</sup> :	19,5.	6 <sup>p</sup> :	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, <b>571</b>
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	55, <b>636</b>	40,746
7.	8 <sup>15</sup>	55,640	40,741
8.	8 <sup>30</sup>	55,639	40, <b>784</b>
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</sup> a (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	27,708	25,936	18,486

13. Drei Topfpflanzen *Eucalyptus resinifera*, *Eucalyptus spec. indet.* 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 Abschwellung). 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 <sup>m</sup>	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 ponticum* (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.

Temperaturen		6 Uhr früh.	12 Uhr Mittags.	6 Uhr Abends.
		15. Juni	11,0	11,5
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

9\*

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. Sommiger Tag. Temp. 19. Juni: 6 Uhr früh 12,5° R. — 12 Uhr Mittags 19,0; Abends 6 Uhr 18°. 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 abschwellige 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 <sup>15a</sup>	Licht.	31,765	25,578
2.	6 <sup>45</sup>	Licht.	31,760	25,572
3.	7 <sup>15</sup>	Licht.	31,754	25,568
4.	8	Um 8 <sup>15</sup> ins Dunkle.	31,745	25,561
5.	8 <sup>45</sup>	Dunkel.	31,746	25,558
6.	9 <sup>15</sup>	Dunkel.	31,747	25,556
7.	9 <sup>45</sup>	Dunkel.	31,754	25,552
8.	10 <sup>15</sup>	Dunkel.	31,755	25,555
9.	10 <sup>45</sup>	Um 10 <sup>45</sup> ins Licht.	31,757	25,559
10.	11 <sup>15</sup>	Licht.	31,751	25,555
11.	11 <sup>45</sup>	Licht.	31,753	25,553
12.	24. Juni 6 <sup>15a</sup>	Licht.	31,740	25,605
13.	6 <sup>45</sup>	Licht.	31,736	25,600
14.	7 <sup>15</sup>	Licht.	31,733	25,596
15.	8	Um 8 <sup>15</sup> ins Dunkle.	31,727	25,591
16.	8 <sup>45</sup>	Dunkel.	31,728	25,587
17.	9 <sup>15</sup>	Dunkel.	31,726	25,582
18.	9 <sup>45</sup>	Dunkel.	31,730	25,583
19.	10 <sup>15</sup>	Dunkel.	31,734	25,585
20.	10 <sup>45</sup>	Dunkel.	31,740	25,590
21.	11 <sup>15</sup>	Licht.	31,735	25,586
22.	11 <sup>45</sup>	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 1/2 m langes Stück.

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

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 eingölt (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 Dunkel.
5.	9	74,168	57,403	Continuirliche Abnahme oder Stillstand der Dimensionen, da, trotz des Verschlusses, am unteren Ende ansehnlicher Saftfluss stattfand.
6.	9 <sup>30</sup>	74,165	57,400	
7.	10	74,163	57,403	
8.	10 <sup>30</sup>	74,162	57,401	
9.	11	74,163	57,399	
10.	11 <sup>30</sup>	74,164	57,401	
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 mit dem angefrischten Ende seit gestern 8 <sup>30</sup> p im Wasser stehend.
14.	7 <sup>45</sup>	74,185	57,419	
15.	8 <sup>15</sup>	<b>74,187</b>	57,413	
16.	8 <sup>45</sup>	73,193	<b>57,415</b>	
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 bis 10 <sup>45</sup> a.
27.	8 <sup>45</sup>	74,115	57,419	
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 getroffen.
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 45a	<b>47,793</b>	25,669	
9.	11 15	47,794	<b>25,671</b>	
10.	11 45	47,791	25,668	
11.	6. Juli 6 30a	47,804	25,695	
12.	7	47,799	25,692	
13.	7 30	47,796	25,688	
14.	8	47,794	25,684	
15.	8 30	47,789	25,679	Von 8 45 ab bis 11 45 im Dunkeln.
16.	9 15	47,787	25,674	
17.	9 45	<b>47,791</b>	25,673	
18.	10 15	47,795	<b>25,776</b>	
19.	10 45	47,794	25,677	
20.	11 15	47,793	25,675	
21.	11 45	47,793	25,673	
22.	7. Juli 6 30a	47,794	25,625	
23.	7	47,790	25,622	
24.	7 30	47,786	25,619	
25.	8	47,782	25,616	Von 8 15 ab im Dunkel bis 10 45.
26.	8 45	47,779	25,612	
27.	9 15	47,775	25,610	
28.	9 45	47,772	25,606	
29.	10 15	<b>47,774</b>	25,605	
30.	10 45	47,777	<b>25,607</b>	
31.	11 15	47,777	25,606	
32.	11 45	47,773	25,603	
33.	3 15p	47,745	25,582	
34.	7 15	47,743	25,579	Abendsonne.

8. *Fraxinus*. Das Exemplar vom Versuch VII, 15 am 14. Juli fröh 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 15a	72,445	52,363	38,202	
2.	8	72,440	52,357	38,197	
3.	8 45	72,433	52,352	38,192	9 Uhr ins Dunkle.
4.	9 15	72,430	52,348	38,191	
5.	9 45	<b>72,435</b>	52,333	38,188	
6.	10 15	72,433	<b>52,338</b>	38,187	
7.	10 45	72,437	52,341	<b>38,191</b>	
8.	11 15	72,435	52,340	38,189	
9.	11 45	72,432	52,339	38,187	Ins Licht.
10.	3 15p	72,410	52,316	38,164	Um 2 30 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	33,286	

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.			Bemerkungen.
		I	II	III	
18.	21. Juli 9 45a	<b>55,920</b>	<b>45,912</b>	<b>33,292</b>	Um 10 Uhr ins Licht. Von 10 45 — 11 45 ins Dunkle.
19.	10 30	55,913	45,906	33,287	
20.	11 15	55,915	45,907	33,286	
21.	11 45	<b>55,921</b>	<b>45,913</b>	<b>33,289</b>	
22.	3 15p	55,902	45,895	33,275	
23.	3 45	55,909	45,904	33,281	
24.	26. Juli 6 15a	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 20]	55,649	45,725	32,642	
27.	7 40	55,650	<b>45,730</b>	32,640	Im Licht.
28.	8	55,652	45,733	32,642	
29.	8 20	55,652	45,734	<b>32,648</b>	
30.	27. Juli 6 15a	55,738	45,691	32,798	Im Wass. stehend von gestern, um 6 30 ins Dunkle.
31.	6 50	<b>55,743</b>	45,685	32,792	
32.	7 10	55,749	45,682	32,786	
33.	7 30	55,754	<b>45,684</b>	32,782	
34.	7 50	55,755	45,690	32,778	
35.	8 10	55,756	45,693	32,778	
36.	8 30	55,756	45,695	<b>32,784</b>	
37.	28. Juli 6 15a	55,704	45,663	32,769	Im Licht, im Wasser stehend von gestern.
38.	6 50	55,708	45,658	32,763	
39.	7 10	55,710	45,654	32,758	
40.	7 30	55,709	45,650	32,753	
41.	7 50	55,709	45,647	32,750	
42.	8 10	55,705	45,644	32,744	
43.	8 30	55,702	45,641	32,740	
44.	29. Juli 6 30a	55,692	45,641	32,743	Im Wasser stehend wie vor- her. 6 45 ins Dunkle.
45.	7 10	<b>55,696</b>	45,637	32,738	
46.	7 30	55,698	45,632	32,734	
47.	7 50	55,701	45,630	32,729	
48.	8 10	55,702	<b>45,631</b>	32,723	
49.	8 30	55,703	45,633	<b>32,726</b>	
50.	8 50	55,700	45,633	32,727	
51.	9 15	55,694	45,631	32,728	
52.	9 35	55,690	45,626	32,726	
53.	30. Juli 6 45a	55,675	45,634	32,722	Wie vorher um 7 Uhr ins Dunkle.
54.	7 10	<b>55,679</b>	45,630	32,717	
55.	7 30	55,682	45,631	32,713	
56.	7 50	55,683	<b>45,636</b>	32,708	
57.	8 10	55,682	45,640	32,707	
58.	8 30	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>40</sup> a	74,961	58,729	45,742	
48.	7 <sup>10</sup>	<b>74,965</b>	58,723	45,737	Um 6 Uhr 50 Minuten ins Wasser, sonst wie vorher.
49.	7 <sup>30</sup>	74,969	58,722	45,731	
50.	7 <sup>50</sup>	74,969	<b>58,727</b>	45,725	
51.	8 <sup>10</sup>	74,971	58,731	45,726	
52.	8 <sup>30</sup>	74,970	58,733	<b>45,732</b>	
53.	8 <sup>50</sup>	74,967	58,734	45,737	

11. *Crataegus*. Frisch dem Freien entnommen; über der Wurzel und unter den Aesten abgesehen. 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>15</sup> a	54,215	44,356	29,253	
2.	7	54,211	44,352	29,248	
3.	7 <sup>30</sup>	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 <sup>45</sup>	54,197	44,339	29,235	
6.	9 <sup>15</sup>	54,194	44,336	29,231	
7.	9 <sup>45</sup>	54,193	44,337	29,231	
8.	10 <sup>15</sup>	<b>54,198</b>	<b>44,342</b>	<b>29,233</b>	
9.	10 <sup>45</sup>	54,191	44,336	29,229	
10.	11 <sup>15</sup>	54,190	44,336	29,228	
11.	11 <sup>45</sup>	54,196	44,340	29,234	
12.	3. Aug. 6 <sup>15</sup> a	54,200	44,344	29,240	
13.	6 <sup>45</sup>	54,194	44,340	29,235	
14.	7 <sup>15</sup>	54,189	44,335	29,229	Von 7 <sup>30</sup> — 10 Uhr im Dunkel.
15.	8	54,184	44,330	29,224	
16.	8 <sup>30</sup>	54,179	44,327	29,219	
17.	9	54,180	44,326	29,219	
18.	9 <sup>30</sup>	<b>54,186</b>	<b>44,331</b>	<b>29,222</b>	
19.	10	54,184	44,327	29,218	
20.	10 <sup>30</sup>	54,179	44,322	29,214	Von 10 <sup>45</sup> ab ins Dunkle.
21.	11 <sup>15</sup>	54,178	44,320	29,213	
22.	11 <sup>45</sup>	<b>54,182</b>	<b>44,325</b>	<b>29,217</b>	
23.	4. Aug. 6 <sup>15</sup> a	54,189	44,339	29,236	
24.	7	54,184	44,333	29,231	
25.	7 <sup>30</sup>	54,179	44,328	29,227	Von 7 <sup>45</sup> — 9 <sup>45</sup> ins Dunkle.
26.	8 <sup>15</sup>	54,174	44,324	29,221	
27.	8 <sup>45</sup>	54,169	44,320	29,216	
28.	9 <sup>15</sup>	54,171	44,320	29,217	
29.	9 <sup>45</sup>	<b>54,176</b>	<b>44,326</b>	<b>29,222</b>	
30.	10 <sup>30</sup>	54,170	44,321	29,218	

Nr.	Beobachtungszeit.	Durchmesser.			Bemerkungen.
		I	II	III	
31.	11 15a	54,167	44,319	29,217	
32.	11 45	54,173	44,324	29,222	
33.	5. Aug. 6 30a	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 20	54,172	44,316	29,215	
36.	7 40	<b>54,178</b>	44,312	29,210	
37.	8	54,182	44,311	29,205	
38.	8 20	54,183	<b>44,315</b>	29,200	
39.	8 40	54,182	44,320	29,201	
40.	9	54,179	44,321	<b>29,206</b>	

### Tabelle VIIIb.

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 30 a	15,7	Licht.	22,693	
2.	9 30	15,4	Licht.	22,653	
3.	10 30	15,5	Licht.	22,649	Um 10 30 ins Dunkle.
4.	11	15,7	Dunkel.	22,643	
5.	12 m	15,7	Dunkel.	22,669	Um 12 Uhr ins Licht.
6.	12 45 p	15,6	Licht.	22,62	
7.	2	15,6	Dunkel.	22,676	Seit 1 Uhr dunkel.
8.	8. Mai 6 a	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 a ins Dunkle.
12.	10	14,3	Dunkel.	22,639	
13.	11	14,2	Dunkel.	22,641	Nun ins Licht.
14.	12 m	14,7	Licht.	22,629	
15.	1 15 p	14,8	Licht.	22,604	Um 1 15 p ins Dunkle.
16.	2 45	14,6	Dunkel.	22,652	Nun ins Licht.
17.	9. Mai 8 30 a	12,9	Licht.	22,633	
18.	10 30	13,4	Licht.	22,578	Nun ins Dunkle.
19.	11 30	13,4	Dunkel.	22,630	Ins Licht.
20.	10. Mai 6 30 a	12,8	Licht.	22,661	
21.	7 30	13,0	Licht.	22,656	
22.	8 30	13,0	Licht.	22,652	
23.	9 30	13,1	Dunkel.	22,656	Seit 8 30a 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 15 <sup>p</sup>	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 mehrästiges 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 Dunkle.
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 Dunkle.
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 Dunkle.
15.	10	13,1	Dunkel.	23,263	Um 10 Uhr alle Aeste abgeschnitten und ins Licht.
16.	11	13,4	Licht.	23,282	
17.	11 <sup>45</sup>	13,4	Licht.	23,285	
18.	1 15	13,3	Dunkel.	23,275	Seit 11 <sup>45</sup> im Dunkle.
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 m	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 m	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 m	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 m	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 unterhalb der Aeste abgesägt.
32.	8 <sup>20</sup>	12,2	Licht.	24,594*)	
33.	8 <sup>40</sup>	12,3	Licht.	24,579	
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 <sup>m</sup>	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 <sup>m</sup>	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 <sup>m</sup>	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 <sup>m</sup>	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  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . — 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 am	10,0	Licht.	46,697	Geheizt.
2.	11	10,0	Licht.	46,688	
3.	12 m	10,0	Licht.	46,681	
4.	1 p	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 a	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</sup> p	5,5	Tag.	46,613	von sehr constant 5,5°.
15.	4	5,5	Starke Dämmerung.	46,699	
16.	9	5,5	Nacht.	46,673	
17.	25. Nov. 7 a	5,5	Dunkel.	55,68`	
18.	8	5,5	Tag.	55,65	
19.	9	5,5	Tag.	55,617	
20.	12 m	5,8	Dunkel.	55,679	Seit 9 <sup>1/2</sup> im Dunkelraum
21.	1 p	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</sup> a	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 m	4,5	Licht.	55,34	
31.	1 p	4,5	Licht.	55,38	1 Uhr begossen (Wasser
32.	2	4,5	Licht.	55,417	10°; 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</sup> a	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 steigenden 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 steigende 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.



## INHALT.

---

	Seite.
Einleitung, Methode . . . . .	3—7
I. Capitel: Die tägliche Schwellungsperiode parenchymatischer Organe.	
a) Die Blätter. Mit Tabelle I . . . . .	7—14
b) Andere Organe (Früchte, Knospen u. s. w.). Mit Tabelle II . . . . .	14—26
II. Capitel: Die Schwellungsperiode der Stämme und ihre Ursachen.	
§ 1. Der tägliche Schwellungsgang . . . . .	27—28
§ 2. Antheil von Holz und Rinde am Schwellungsgang. Nebst den Tabellen III—V . . . . .	28—43
§ 3. Das Wasser als nächste Ursache der Schwellung . . . . .	43—45
§ 4. Regulirung des Wassergehaltes durch äussere Agentien.	
a) Natürliche und künstliche Wasserzufuhr. Mit Tabelle VI . . . . .	46—57
b) Einfluss der Transpiration. Mit Tabelle VII . . . . .	58—68
c) Einfluss des Lichtes. Mit Tabelle VIII . . . . .	68—87
d) Einfluss der Wärme . . . . .	87
§ 5. Erklärung der täglichen Schwellungs- und Spannungsperiode der Baumstämme . . . . .	87—89
Rückblick . . . . .	89—91

---





Ueber  
die Wasservertheilung in der Pflanze.

**IV.**

Die Acidität des Zellsaftes.

Von

**Gregor Kraus.**

**Halle.**

**Max Niemeyer.**

1884.



Das vorliegende Heft schliesst sich eigentlich an das zweite dieser Publicationen über die Wasservertheilung in der Pflanze an und behandelt einen Punkt desselben, die Acidität der Pflanzensäfte, etwas allgemeiner. Während ich dort (S. 9 ff.) nur die saure Reaction der Stengelsäfte ins Auge zu fassen hatte, aber von dieser zeigte, dass sie sich in dem normal wachsenden Stengel, sowie bei einseitigen Wachstumsprocessen und den Erschütterungsvorgängen regelmässig ändert, soll es hier Aufgabe sein, die saure Reaction der Pflanzensäfte im Allgemeinen, die relative Acidität der einzelnen Organe, ihre Veränderung bei einigen physiologischen Vorgängen, insbesondere aber ihr Verhältniss zu den äusseren Factoren, speciell Luft und Licht, eingehender zu beleuchten. Einige Hauptresultate der Arbeit, wie die wechselnde Acidität der Säfte bei Tag und Nacht als allgemeines Gesetz und Anderes, habe ich bereits in den Sitzungen der Naturforschenden Gesellschaft vom 13. März 1880 und 5. August 1882 kurz vortragen (Sitzungsberichte d. Nat. Ges. 1880 S. 24 und 42 und 1882 S. 21).

Vor den Physiologen von Fach brauche ich wohl über die Bedeutung, welche einer solchen Untersuchung zukommt oder über die Berechtigung ganz im Allgemeinen nur die Acidität der Körpersäfte ohne eingehendere Begründung ihrer chemischen Ursache zu untersuchen kein weiteres Wort zu verlieren. Denn von dem grundlegenden Buch unserer heutigen Physiologie an, der Sachs'schen „Experimentalphysiologie“ wo insbesondere die Bedeutung der sauren Zellsaftreaction für die bodenlösende Kraft der Wurzeln ins Licht gestellt wurde (S. 188—189) ist in allgemeinen Werken und in Einzelabhandlungen, am ausführlichsten und zuletzt in Pfeffer's Pflanzenphysiologie (S. 316—317) mit wachsender Betonung der Acidität der Zellsäfte gedacht worden.

Gewiss wäre es von noch grösserem Nutzen gewesen, nicht bloss die freien Säuren des Saftes, sondern den Gehalt desselben an Pflanzensäuren überhaupt, d. h. die freien und gebundenen Säuren quantitativ zu vergleichen. Allein dazu sind, bei den anerkannter Maassen geringen Quantitäten der Säuren in gewöhnlichen Pflanzen,

Säuren deren Natur nicht einmal qualitativ sicher gestellt ist, die jetzt möglichen quantitativen Methoden nicht scharf genug.

Die Aufgabe, die freien auf beliebige scharfe Farbenindicators wirkenden Pflanzensäuren in ihrer Gesamtmasse, in den verschiedenen Organen einer Pflanze und unter verschiedenen äussern Verhältnissen genau zu bestimmen, war nur auf einem Wege sicher zu lösen: durch Titration. Diese Methode verlangt aber, dass ansehnliche und reine Mengen Saft zu Gebote stehen. Damit wurde es nöthig, die Gewebemassen im Groben, und ganze Organe zu verwenden. Die Untersuchung einzelner Gewebe, wie sie Sachs in Bezug auf ihre allgemeine Reaction nach anderer Methode mit so viel Erfolg ausgeführt hat, war ausgeschlossen. Das ist im Folgenden wohl festzuhalten. Ueber die Gewinnungsmethode des wirklichen Zellsaftes darf ich einfach auf Heft II S. 4—6 verweisen; bei saftigen Organen war es leicht den Zellsaft selbst unverändert zu erhalten. Wo die Mengen natürlichen Saftes zu gering gewesen, wurden abgewogene Mengen frischer Substanz zerrieben und mit bestimmten Mengen Wassers vermischt alsbald filtrirt. Wenn, in selteneren Fällen, das Filtrat nicht unmittelbar brauchbar war, liess sich die Brauchbarkeit durch momentanes Erhitzen bis zum Aufsieden erreichen. — Bei Bestimmung nicht relativer Acidität, sondern der absoluten Säuremenge wurden die abgewogenen frischen Pflanzentheile mit kochendem Wasser erschöpft und die Decocte auf gleiches Volum gebracht. Die Acidität der Flüssigkeit wurde durch Titration mit einer ganz schwachen Natronlauge (1 Gr. Natronhydrat auf 1 Liter Wasser) bestimmt; sie war mir bequemer als Normallauge; die übliche Umrechnung auf eine imaginäre Säure liesse sich dabei nöthigenfalls auch machen. Als Indicator dienten einige (gewöhnlich 3—5) Tropfen einer weingeistigen verdünnten Lösung von Phenolphthalein. Dieser Indicator hat vor dem bisher (A. Mayer, Vogl u. s. w.) gebrauchten, übrigens ebenso scharfen Lacmus, den Vortheil, dass die Endreaction durch Eintritt einer Färbung, nicht durch Farbenänderung bestimmt wird. Ich bemerke ausdrücklich, dass ich zwar in den meisten Fällen das erste Auftreten einer Röthung als Endreaction ansah, dass aber in anderen Fällen, besonders wo es sich nur um Vergleiche handelte, oft auch eine beliebige gleiche, wenn auch stärkere Röthung als solche angenommen wurde. Nebenfärbungen, wie die gelbe bei Vorhandensein von Gerbstoffen, Fällungen neutraler Salze, bei hohem Salzgehalt der Säfte, kommen dann und wann, aber ohne den Hauptzweck im geringsten zu beeinträchtigen, vor.

Bevor wir uns zu unserm Gegenstande wenden, möge noch zuvor eine kurze geschichtliche Bemerkung Platz haben.

Dass sich einzelne Pflanzentheile durch intensiv sauren Geschmack auszeichnen, wie viele reife und unreife Früchte, Sauerklee, Ampfer u. s. w. war von jeher bekannt. Diese Thatsachen sind ohne Zweifel der Anlass geworden, dass schon frühzeitig von der Chemie nach der Ursache der Säure gesucht und schon vor Ablauf des vorigen Jahrhunderts die wichtigsten (allgemein verbreiteten) Pflanzensäuren entdeckt waren (vgl. Husemann, Pflanzenstoffe I. Aufl. S. 524—525). Auch die Kenntniss der Thatsache, dass die Pflanzensäften überhaupt in ihrer weitaus grössten Mehrzahl sauer sind, d. h. wenn nicht für den Geschmack, so doch für die üblichen chemischen Reagentien, ist gleichfalls aus den Untersuchungen der Chemiker schon aus dem Anfang dieses Jahrhunderts hinreichend bekannt (Thenard, Gay-Lussac, Chevreul z. B. nach Compt. rend. Tome XXVII p. 33).

Physiologische Erörterung aber d. h. eine Erörterung ihrer Beziehung zum Pflanzenleben hat die Acidität zum erstenmal erfahren in der Sitzung der Pariser Academie vom 19. Juni 1848. Bei Gelegenheit einer Mittheilung von Andral\*) über die saure oder alkalische Reaction von Körpersäften des Menschen im gesunden und kranken Zustand bemerkt Gaudichaud, dass er schon lange ähnliche Untersuchungen bei Pflanzen angestellt an verschiedenen Organen, Säften und Sekreten und „dass er stets nur saure Reaction wahrgenommen“. „Alle lebenden Gewebe, fährt er fort, selbst lebendige Stücke von kranken oder theilweise in Zersetzung begriffenen Pflanzen haben dieselbe Reaction dargeboten“, in Europa und in den Tropen und zu allen Jahreszeiten. Compt. rend. 1848 Tome XXVI p. 657—658. Es ist bekannt, wie diese gelegentliche Mittheilung Payen veranlasste in der nächsten Sitzung am 5. Juli (Compt. rend. 1848 Tome XXVII p. 1—3) näher auf die Frage einzugehen. Er gibt zu, dass die Saftgemische, wie sie sich aus den Theilen gewöhnlich darbieten, mehr oder weniger stark saure Reaction haben; allein, sagt er, so könne die Frage nicht entschieden werden, man müsse die einzelnen Gewebe, selbst einzelne Zellen prüfen, wobei er als Beispiele alkalischer Reaction die Cystolithenzellen und die Oberhautperlen von *Mesembryanthemum crystallinum* heranzieht. Gaudichaud seinerseits hatte damit nicht ganz Unrecht, dass er diese angezogenen Beispiele als Ausnahmefälle (a. a. O. S. 3 und 33 ff.) betrachtet wissen wollte, wohl aber mit dem

\*) Der auch die Bezeichnung *Acidité* bereits gebraucht (a. a. O. p. 649).

Haupttheil seiner Ansicht: „dass alle wesentlichen Lebenssäfte der Pflanzen sauer seien“ (p. 4 und p. 36 unten).

Massgebend für die jetzige Gestalt der Frage nach der Reaction der Säfte ist die Arbeit von Sachs aus dem Jahre 1862 (Bot. Ztg. 1862 N. 33 S. 257—265) geworden. Er zeigte, dass allgemein bei in der Bildung begriffenen Geweben (Vegetationspunkten) die Reaction schwach alkalisch oder neutral, bei fertigen Organen aber die Leitzellen entschieden alkalische, das Parenchym entschieden saure Säfte führen.

Diese Parenchymsäfte vor Allem sind es, die, nach der ganzen Art der Untersuchungsanstellung, hier in Frage kommen und sie sind auch von mir stets sauer gefunden worden.

Ausser diesen Arbeiten hat, gelegentliche, unten zu berücksichtigende Aeusserungen abgerechnet, die Frage nach der Acidität der Pflanzensäfte eine Erörterung nicht mehr erfahren.

### I. Die relative Acidität in den verschiedenen Organen.

1. Es ist allgemeine Regel, dass die Gesamtsäfte der einzelnen Körpertheile der Pflanze nicht gleich stark sauer sind; die Acidität der einzelnen Organe ist verschieden gross. Bei den gewöhnlichen grünen Laubpflanzen — holz- wie krautartigen — gilt die Regel, dass die Blätter am stärksten, die Wurzeln am wenigsten sauer sind und der Stengel eine mittlere Acidität besitzt. Die Belege für diesen Satz finden sich in der Tabelle I n. 1—6. Hier ein Paar Beispiele: Eine 2 dem hohe Pflanze von *Mercurialis annua*, gibt bei wässerigem Extract aus gleichen Gewichtsmengen Substanz relative Acidität: Blatt 1,0 Stengel 0,3 Wurzel 0,2.

Die Acidität des Stengels ist also 3-, die der Wurzeln 5fach geringer als die der Blätter (6. Juli).

Die Acanthacee *Peristrophe salicifolia* Miq. ergab in  $\frac{1}{6}$  cc reinem Organsaft folgenden Laugenverbrauch: Blatt 0,9 Stengel 0,7 und Wurzel 0,5 (11. Dezember). nicht so grosse Differenzen als vorher, aber deutliche.

Die untersuchten *Crassulaccen* machen von dieser wie mir scheint allgemeineren Regel eine Ausnahme: bei *Bryophyllum*, *Sempervivum*, *Echeveria* ist die Wurzel saurer als der Stamm gefunden; ja es kann das Verhältniss gerade umgekehrt, die Wurzel am sauersten, die Blätter am wenigsten sauer auftreten (n. 13 ff.).

Die Regel, die wir hier gefunden haben, bleibt, soweit ich gesehen, auch während der verschiedenen Entwicklungsstadien der Organe erhalten. Ich will ein Beispiel von verschiedenaltrigen Internodien und zugehörigen Blättern anführen: Es

wurden schön gewachsene Triebe von *Philadelphus coronarius* von der Spitze bis zur Verholzungsstelle in 3 Theile zerlegt und aus den Stengelgliedern, wie aus den ansetzenden Blättern Reinsaft gewonnen.

I. enthält die jüngsten Internodien und zugehörige Blätter, II. die bestwachsenden Internodien bezw. Blätter und III. fast ausgewachsene. Für 1 cc Saft werden folgende Aciditätszahlen erhalten:

	Internodien.	Blätter.
I.	2.0	4.0
II.	1.5	3.5
III.	1.2	3.0

Von den betrachteten Aciditätsverhältnissen der Organe nimmt die Säure der Wurzel ein unmittelbares Interesse in Anspruch, insofern sie nemlich von jeher für die Auflösung und Aufnahme der Bodenstoffe als mitwirkend gilt (Sachs, Vorl. S. 315 und 318). Nun ist nach meinen Untersuchungen die Wurzel gerade weniger sauer, als die andern Organe und man könnte das als einen guten Beleg dafür ansehen, dass die Abnahme der Acidität von den Blättern gegen die Wurzeln zu, durch eine Art Neutralisation der freien Säuren mittelst der aufgenommenen Nährsalze des Bodens bewirkt werde. So wenig die Bedeutung der Säuren für die Wurzelthätigkeit geleugnet werden soll, die Annahme, dass die geringere Acidität der Wurzel durch Neutralisation der Bodensalze bewirkt werde, lässt sich, soweit die Versuche reichen, nicht halten. Eine solche Annahme verliert schon dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass bei den Crassulaceen, die doch notorisch viel Kalk aufnehmen, die relative Acidität eine gerade umgekehrte ist, die Wurzeln saurere Säfte haben als die Blätter. Vor Allem aber spricht eine Anzahl ad hoc angestellter Versuche direct gegen diese Annahme.

Ist nemlich die Acidität des Saftes in den Wurzeln durch aufgenommene Basen aus dem Boden abgestumpft, dann dürfte erwartet werden, dass in destillirtem Wasser erzogene Pflanzen diese Säureabnahme nach unten nicht oder jedenfalls nur in sehr gemindertem Grade zeigen. Soweit meine Versuche mit Keimlingen in ausgekochten Sägespänen und destillirtem Wasser sehen lassen, ist dem nicht so. Man vergleiche die unter n. 17 und 18 der Tabelle I zusammengestellten Versuche.

Von den einzelnen Theilen stärkerer Parenchymkörper sind mir ein Paar Verhältnisse bekannt geworden, die nicht ohne Werth erscheinen:

1. Im Stengel wurde die Rinde, bezw. das grüne Gewebe stets saurer gefunden als das Mark. Vgl. Tabelle I n. 19 und 20.

2. Dickfleischige Blätter, welche deutlich einen grünen äusseren und farblosen innern Theil unterscheiden lassen, wie z. B. die acaulen *Mesembryanthema*, zeigen das Gleiche. n. 21—23.

3. Der (gewöhnlich chlorophyllärmere) Blattstiel erscheint säureärmer als die Blattfläche. n. 7 und 8.

4. In mehreren Fällen ist die intensiver gefärbte Blattspitze am stärksten sauer und von da nimmt die Acidität im Blatt gegen die Basis ab (n. 24—27), bei *Bryophyllum* ist es freilich umgekehrt.

Wir werden am Schlusse dieser Abhandlung von den Thatsachen Gebrauch machen.

## II. Veränderungen der Acidität bei verschiedenen Lebensvorgängen.

Nachdem einmal eine stetige Acidität der Zellsäfte constatirt war, lag als wichtigste Aufgabe vor, den physiologischen Werth derselben fürs Leben näher zu bestimmen. Besonders gegenüber dem bekannten Verhalten der Oxalsäure oder wenigstens des Kalkoxalats, war zu untersuchen, ob der saure Charakter der Säfte durch nicht weiter veränderbare Stoffe hervorgerufen werde, oder ob diese sauren Substanzen bei den verschiedensten Lebensvorgängen betheiligt, verändert, d. h. vermehrt oder vermindert würden. Mag ja immerhin in den meisten Fällen unbekannt sein, welcher chemischen Natur diese sauer reagirenden Substanzen sind, durch quantitative Bestimmungen lässt sich wenigstens ihre Betheiligung an den Lebensprocessen sicher stellen. Ist diese gesichert, dann rücken diese Säuren weit von den „Auswurfstoffen“ (zu denen man das Kalkoxalat zu rechnen pflegt) hinweg und dürfen den Namen regelmässiger Nebenproducte des Stoffwechsels führen.

Zunächst kann hier constatirt werden, dass sich die Säuren am Leben in Grossen und Ganzen darin betheiligt zeigen, dass sie im Verlaufe sich stetig vermehren. Schon in Heft II S. 24—25 und Tab. I n. 30 ff. hatte ich gezeigt, dass im Stengel die Acidität von oben nach unten, also mit dem Alter relativ ab-, absolut zunimmt.

Dieser Satz ist Regel für die einzelnen Organe und die Pflanze überhaupt. Ich will zunächst eine Anzahl Beispiele anführen, welche zeigen, dass die absolute Säuremenge in den Theilen und im Ganzen mit dem Alter wächst.

Von *Deutzia corymbosa* werden an 3 Sprossen 1. die obersten 3 noch im



Wachstum begriffenen 2. die 3 darauffolgenden Internodien, von denen das unterste ganz ausgewachsen war, zerkleinert, mit kochendem Wasser erschöpft und auf gleiches Volum gebracht. Die Acidität verhält sich wie 3 : 9 d. h. es war in den älteren Internodien die Säure verdreifacht. Der Versuch mit jungen und ausgewachsenen Blättern an den gleichen Sprossen ergab die Säuremengen 3 : 8.

In jungen und erwachsenen Fuchsien-Blättern fand ich das Verhältniss 5 : 13. Junge, nur 1 dem lange und ausgewachsene *Rheum*-Blattstiele ergaben in gleichem 1,2 : 3,4.

Sehr schön tritt die Säureproduction mit zunehmendem Alter bei ganzen Pflanzen, besonders Keimlingen hervor (Pflanzen, im Freien erwachsen):

*Beta vulgaris.* 4 Pflänzchen.

1. Noch mit Keimblättern versehen, und 2 etwa 2—3 cm langen ersten Blättchen;
2. Keimblätter abgefallen, 4 Blätter von  $\frac{1}{2}$ —1 dem Länge;
3. Pflanze mit 4 Blättern zu  $1\frac{1}{2}$ —2 dem Länge.

Die freie Säure verhält sich wie 0,2 : 0,3 : 1,2.

*Nigella damascena.* 8 Pflänzchen.

1. Mit Keimblättern und einem dreispaltigen Laubblatt.
2. Mit 8—12 Blättern.

Säureverhältniss 0,3 : 2,0.

*Datura Stramonium.* 6 Pflänzchen.

1. Solche, welche ausser den Cotylen nur ein etwa 1 cm langes Blättchen haben;
2. Solche, welche neben den Cotylen noch mit 3—4 sich entfaltende Blättern von etwa  $\frac{1}{2}$  dem Länge versehen sind.

Säureverhältniss 0,1 : 0,35.

*Fumaria officinalis.* 10 Pflänzchen. Die einen mit Cotylen und einem unentwickelten Blättchen, die andern mit Resten der Keimblätter, etwa 10 Blättern, einigen Blüten und Seitenästchen. Säure 0,3 : 4,5.

*Bidens Novae-Caledoniae.* Keimlinge mit Cotylen und Hypocotylen von 2—3 cm; ferner solche mit Hypocotylen von 5 cm und 2 jungen Blättchen. Säureverhältniss 0,2 : 0,5.

*Mercurialis annua.* 4 Keimpflänzchen mit jungen Blättchen, mit erwachsenen von 4 Internodien und kleinen Seitenästen verglichen (Wurzel 1,5 dem lang). Säuremengen wie 0,2 : 2,4.

Es muss aber hervorgehoben werden, dass es Keimpflanzen gibt, die zunächst wenigstens ihren Säuregehalt nicht oder nicht wesentlich vermehren. Ausser dem

später zu erwähnenden *Lepidium* gehört hierher nach meinen Erfahrungen *Lupinus*. Da fand ich z. B. bei *Lupinus mutabilis* in Pflänzchen von etwa 1 dem Länge, die nur Cotylen besaßen, im Vergleich mit solchen die 1,5 dem lang waren und überdies 2 halbentwickelte Blätter hatten, das Säureverhältniss absolut gleich 0,4 : 0,4. Bei *Lupinus subcarnosus* erhielt ich unter ähnlichen Verhältnissen (jung zu älter) 0,6 : 0,5.

Es ist klar, dass die absolute Vermehrung der freien Säuren nicht als eine relative hervortreten braucht; es dürften ja nur die flüssigen oder auch die anderweitigen festen Bestandtheile rascher zunehmen. Ausser meinen früheren Beispielen vom Stengel (Heft II S. 24 u. s. w.) verweise ich auf die hier angehängte Tabelle II a, b, c. Schreitet dagegen die Säurebildung beim Wachsen rascher fort als die der übrigen Substanzen, dann sind ältere Theile auch relativ säurereicher. So bei den Blättern und Blattstielen von *Rheum*, *Bryophyllum*, *Cochlearia* in Tab. II b 8—10 und c 9.

Dass der Farbenwechsel Anthokyanhaltiger Blüthen, die so häufig in der Knospe roth oder violett sind und beim Aufblühen völlig blau werden, mit wechselndem Säuregehalt des Zellsaftes zusammenhänge, ist vielfach vermuthet oder behauptet, aber von Niemand bis jetzt bewiesen worden. Aus dem oben Erfahrenen, der That- sache, dass junge Organe relativ säurereicher sein können als ältere, lässt sich schon a priori vermuthen, dass es auch bei den Blüthen so sein und die genannte Erscheinung darin begründet sein wird. An ein Paar Beispielen habe ich die Sache thatsächlich so gefunden.

1. *Symphytum asperrimum*. Die offenen Blüthen sind rein blau, die Knospen roth. Gleiche frischgewichte ausgezupfter Corollen mit gleichen Voluminen Wasser zerrieben zeigen klar, dass zur Neutralisation der jungen Blüthen ein grösseres Laugenquantum nöthig ist.

2. *Anchusa italica*. Die offenen Blüthen sind bekanntlich tief und reinblau, die Knospen violett. Versuch wie vorher. Relative Acidität: Knospe 0,6 Blüthe 0,5.

3. *Orobis vernus*. In gleicher Weise. Relative Acidität von Knospe und Blüthe 0,4 : 0,3.

Es zeigt sich demnach 1. dass junge roth oder violett erscheinende Blüthen eine höhere Saftacidität haben als ältere und sich damit analog den übrigen Organen verhalten. Sie unterscheiden sich von ihnen bloss dadurch, dass sie einen natürlichen Indicator für die Säurereaction in sich tragen; 2. dass auch die blauen Blüthen, soweit ich sie hier untersuchte, eine saure Gesamtreaction haben. Ich hebe das

ausdrücklich hervor, weil Vogl (Sitzb. Münch. Acad. 1879 Bd. 9 S. 20) „vollkommen neutrale oder sogar schwach alkalische Reaction“ in 10 Fällen bei blauen Blüten beobachtet zu haben angibt.

Dass herbstliche, gelb gewordene Blätter höhere Saftacidität haben, als gleichaltrige grüne, hat bereits Wiesner behauptet (Sitzb. Wien. Ac. Bd. 64 1871. 16. Nov. S. 20 des Sep.-Abdr.), da er aber keine Zahlenbelege dafür beigebracht hat, führe ich unter d der Tabelle II einige auf. Es wäre freilich noch zu untersuchen, ob diese Zunahme eine wirkliche oder nur scheinbare ist.

In höherem Grade beweisend für die active Betheiligung der sauren Substanzen an den Lebensprocessen sind die Fälle, wo sich eine Abnahme der Acidität darthun lässt. Bereits im II. Hefte dieser Untersuchungen habe ich gezeigt, dass bei den geotropischen Krümmungen die freien Säuren nicht bloss relativ, sondern absolut auf der convexen Seite abnehmen. Man vgl. a. a. O. S. 40. Ein ähnliches gilt von den sog. Erschütterungskrümmungen a. a. O. S. 65. Für diese letzteren will ich noch ein Paar Zahlenbeweise beibringen.

Die Stengel werden geschüttelt, in concave und convexe Hälften getrennt, die Hälften auf der Wage genau gleich genommen, ausgekocht, auf gleich Volum gebracht und im Extract die Acidität bestimmt. Relative Zahlen:

<i>Colus</i>	concav	3,0
	convex	2,9
<i>Petunia</i>	concav	2,6
	convex	2,5
<i>Nicotiana</i>	concav	1,2
	convex	1,1

Der Hauptbeweis dafür, dass die Säuren activ betheiligte Substanzen des Pflanzenkörpers sind, liegt aber darin, dass sie tägliche Bildung und Umbildung erfahren, wie wir im nächsten Kapitel sehen werden.

Demnach steht es ausser Zweifel, dass die in der Acidität sich äussernden Körper nicht todte Substanzen, sondern solche von ansehnlicher Beweglichkeit sind, die bald durch ihre Vermehrung, bald ihre Verminderung eingreifende Betheiligung an den Lebensbewegungen zeigen.

### III. Die Säuren und das Licht.

#### 1. Dunkelpflanzen und ihre Acidität.

Das Verhalten der Dunkelpflanzen zur Säurebildung zu untersuchen, war in mehr als einer Hinsicht von Interesse. Einerseits sollte die Frage entschieden werden, ob überhaupt im Dunkel nennenswerthe Säurevermehrung statthat, andererseits knüpften sich an die Acidität der Dunkelpflanzen Hypothesen über die Mechanik des Wachstums, die in letzterer Zeit in Fluss gerathen sind.

Die Sätze, zu denen ich gelangt bin, sind folgende:

1. Dunkelpflanzen können saurere Säfte besitzen als sonst gleiche Lichtpflanzen; doch ist das keineswegs allgemeine Regel. Für die Blätter etiolirter und grüner Pflanzen hat den Satz bejahend Wiesner ausgesprochen, ausreichende Belege dafür jedoch nicht beigebracht (Sitzb. Wien. Acad. Bd. 69. 1874, 16. April, S. 49). In Tabelle III Abth. 1 führe ich ein Paar Beispiele auf, welche, die in Rede stehende Thatsache illustriren, keineswegs zur Entscheidung führen sollen.

2. Aus dem Abschnitt 2 unserer Tabelle erhellt, dass die Säuren beim Keimen im Dunkeln sich thatsächlich zu vermehren im Stande sind. Die Versuche 1—4 zeigen, dass vom Samen aus, die übrigen Versuche, dass auch beim Weiterwachsen im Dunkel die Säure-Vermehrung stattfindet.

3. Aus der Abtheilung 3 der Tabelle III erhellt, dass Dunkelpflanzen aus Licht gebracht (während sie ergrünen) zunächst säureärmer werden; bei längerer Exposition kann und muss eine Vermehrung eintreten (vgl. die Versuche mit der Kresse). — Die Säureabnahme findet in allen Theilen, also offenbar auf indirectem Wege, in den unterirdischen statt. Aus dieser Erfahrung lässt sich schliessen, dass die (unter 1 gefundene) geringere Acidität grüner Pflanzen wenigstens zum Theil nicht in einer energischeren Säurebildung im Dunkel, sondern in einer Umbildung der vorhandenen Säuren im Licht ihren Grund haben wird.

4. Die relative Acidität der Organe bleibt, soweit sich sehen lässt, bei Dunkelpflanzen dieselbe wie im Licht. Die Belege hiefür finden sich in Tabelle I n. 9 und 10.

5. Im Dunkel kann Wachstum erfolgen, ohne dass die geringste Vermehrung der freien Säuren nachzuweisen ist. Man vergleiche die Versuche in Abth. 4 (der T. III).

Folgerungen, welche sich an die ersten Sätze für die Entstehungsweise der Säuren knüpfen lassen, werden wir später hervorzuheben haben; hier wollen wir bloss an die letzten Sätze eine kurze Erörterung über die Bedeutung der Säuren für das Wachstum der Zelle anknüpfen.

Bekanntlich sind in neuerer Zeit die Pflanzensäuren als die exquisit osmotisch wirkenden Substanzen in Anspruch genommen und ihnen eine ganz hervorragende Rolle beim Zustandekommen des Turgors und damit in der Mechanik des Wachstums zugewiesen worden (de Vries, bot. Ztg. 1879 S. 847 ff.). Zustimmend dazu hat sich Sachs (Vorlesungen S. 397 und 691), mehr oder weniger ablehnend dagegen Pfeffer (Physiol. I S. 55) verhalten.

Die vorstehenden Sätze 3 und 4 sowie einige nicht gerade streng in dies Kapitel gehörige Erfahrungen werfen einiges Licht auf die Frage. Es ist freilich wesentlich zu beachten, dass ich nirgends die Gesamtsäuren sondern nur die freien bestimmt habe, dass Vermehrung oder Verminderung der Acidität nicht identisch ist mit Vermehrung oder Verminderung der Pflanzensäuren überhaupt (wobei auch die gebundenen zu berücksichtigen wären), dass demnach meine Schlüsse nur bedingungsweise berechtigt sind.

Mit dieser Einschränkung dürfen wir wohl versuchen, die Thatsachen hervorzuheben, welche für und gegen die obengenannte Hypothese sprechen.

Für dieselben können folgende Thatsachen in Anspruch genommen werden:

1. So lange die Pflanzen wachsen, vermehrt sich in ihnen die Säure; ältere Pflanzen sind absolut säurereicher als junge. Im wachsenden Stengel, im wachsenden Blatt nimmt die Säure fortwährend zu.

2. Dunkelpflanzen können reicher an Säuren als Lichtpflanzen sein; sie übertreffen die Lichtpflanzen bekanntlich auch an Länge und an Wachstumsenergie.

3. Zur Nachtzeit, wo das Wachstum energischer ist, wird die Säure absolut vermehrt.

Dem gegenüber stehen eine Anzahl Thatsachen, welche der unmittelbare Verwendung der Hypothese vorläufig nicht zu überwindende Schwierigkeiten bieten:

1. Die höhere Acidität etiolirender Pflanzen ist durchaus keine allgemeine Erscheinung.

2. Es ist sicher, dass die Blätter der Dunkelpflanzen eine höhere Acidität besitzen, als deren Stengel; dennoch wachsen die Stengel im Finstern riesig in die Länge und die Blätter verküppeln. Die gegentheilige Angabe über die Acidität von de Vries (a. a. O. S. 852) ist nicht richtig, und von Niemand sonst behauptet oder mit Zahlen belegt worden (Detmer, Pfl. Phys. in Schenk's Handbuch, II 458 stützt sich auf de Vries).

3. Bei einseitigen Wachstumserscheinungen, wie bei den geotropischen Krümmungen ist notorisch die stärker wachsende Unterseite nicht allein nicht säure-

reicher, sondern gewöhnlich sogar ärmer an Säure. Vgl. Heft II S. 39 und 41. (Das Gleiche gilt auch für die Erschütterungskrümmungen vgl. oben am Schluss des Kap. II.)

4. Das mit höherer Turgorkraft versehene (anschlichere Wachstumskraft zeigende) Mark ist säureärmer als die wachthumsunfähigere Rinde. Vgl. Tabelle I, 19 und 20.

5. Von ganz besonderem Gewicht scheint es zu sein, dass, wie die in Abth. 4 angeführten Versuche zeigen, Wachstum ohne Säurevermehrung stattfinden kann. Die Versuche sind so angestellt, dass Glieder von im Keimen begriffenen Dunkelpflanzen ohne Blätter und Knospen, im Dunkel, in destillirtem Wasser stehend, durch 24 und mehr Stunden wuchsen: die Hypocotyle wuchsen um 8 cm, der Einzelzuwachs war bis  $\frac{1}{2}$  cm, ohne dass Säurezunahme eintrat, die scharfe Methode liess sogar Säureabnahme constatiren. — Allein hiergegen liesse sich einwenden, dass die bereits vorhandene Säure hier zu dem wahrgenommenen Wachstum hinreichend war. — Die Fälle aber, wie bei *Lepidium*, wo die ganze Dunkelgrösse ohne die geringste Säurevermehrung erreicht wird, sprechen doch meines Erachtens, wenig zu Gunsten der Hypothese.

## 2. Die tägliche Periodicität der Acidität.

Geschichtliches. Entdeckt wurde die Veränderlichkeit der Acidität über Tag und Nacht von Benjamin Heyne 1813. Derselbe hat darüber in einem in den *Linnean Transactions* Vol. XI p. II S. 213 abgedruckten Briefe an A. B. Lambert berichtet und diesen Brief hat später Link in den „Jahrbüchern der Gewächskunde von Kurt Sprengel, A. H. Schrader und H. F. Link Bd. I Heft 2, 1820, S. 70—72 übersetzt und mit einem nicht unwichtigen Zusatz (S. 73—76) versehen.

Es ist begreiflich, dass zunächst das einfache Factum einer zwischen Tag und Nacht wechselnden Verschiedenheit im sauren Geschmack, in der damaligen Zeit mehr als ein Curiosum, denn als eine werthvolle wissenschaftliche Thatsache behandelt wurde: auch die bereits weit bessere wissenschaftliche Belehrung, welche Link in dem eben erwähnten Zusatz gab, änderte Nichts daran, dass sich die Notiz fast mehr in halbwissenschaftlichen Werken, als in der Fachliteratur weiter erhielt. Es ist doch z. B. auffallend genug, dass in der dreibändigen Decandolle'schen Pflanzenphysiologie, dass, soweit ich gesehen, auch in Treviranus Physiologie — Bücher, die sonst von „Beobachtungen“ weit geringeren Werthes strotzen, die Sache keine Erwähnung findet. Der Gründlichkeit Mohls (in der „Zelle“ S. 248) ist freilich die Beobachtung nicht entgangen.

Jetzt, wo es möglich ist, das vereinzelte Factum in Zusammenhang mit andern Thatsachen zu bringen, verlohnt es sich wohl, den (selten gewordenen) ursprünglichen Text der Notiz, wie ihn Linck gegeben hat, zugleich mit seinem Zusatz in allem Wesentlichen wörtlich wiederzugeben.

Ueber die Desoxydation der Blätter von *Cotyledon calycina*, von Benjamin Heyne, in einem Briefe von A. B. Lambert.

(Transact. of the Linnean Society Vol. XI p. II S. 213)\*).

Ich hatte neulich Gelegenheit, gegen Sie der merkwürdigen Desoxydation einer Pflanze am Tageslicht zu erwähnen. Da die Sache an sich merkwürdig ist, und ein grosses Licht auf die Meinung der berühmten Physiker wirft, welche über diesen Gegenstand geschrieben haben, so will ich sie in diesem Briefe kurz angeben, den Sie, im Anzuge, oder wie Sie wollen, der Societät vorlegen mögen.

Die Blätter von *Cotyledon calycina*, oder *Bryophyllum calycinum* nach Salisbury, welche überhaupt nur einen kräuterartigen Geschmack haben, sind des Morgens so sauer als Sauerampfer, wo nicht noch saurer. So wie der Tag weiter fortrückt, verlieren sie ihren sauren Geschmack und werden um Mittag geschmacklos; gegen Abend erhalten sie beinahe einen bitterlichen Geschmack. Dieses ist der Fall in Indien, wo die Pflanze ziemlich allgemein in unsern Gärten gebaut wird; es bleibt noch übrig zu untersuchen, ob dieses auch stattfindet in den Gewächshäusern von England, wo die Pflanze vor Kurzem eingeführt ist.

Ich habe die Pflanze nur einmal in England gesehen, und zwar bei Herrn Loddiges zu Hackney gerade um Mittag, wo ich sie ganz geschmacklos fand. Die Entfernung dieses Ortes von meiner Wohnung hat mich bisher verhindert, sie des Morgens früher zu besuchen. Ich zweifle nicht, dass sie dann eben so sauer sein wird, als in Indien.

Es ist nicht nöthig zu bemerken, das die Säure, welche diese Blätter des Morgens haben, nur dem Sauerstoff zuzuschreiben ist, den die Pflanze während der Dunkelheit der Nacht absorbirt hat, oder der von andern Bestandtheilen der Pflanze während der Nacht übertragen ist. Ich glaube, er ist absorbirt worden, da er so lose mit seiner Basis vereinigt ist, dass selbst das Tageslicht es unmittelbar wieder entwickelt.

\*) Dieses Bandcitat ist das richtige; das im Original angegebene verfehlt.

Priestley und Ingenhouss haben aus zahlreichen Versuchen den Schluss gemacht, dass alle Pflanzen Lebensluft am Tage aushauchen, und fixe Luft oder Kohlensäure in der Nacht, aber diese Schlüsse sind von einigen, nach den mannigfaltigen Resultaten seitdem gemachter Versuche, bezweifelt worden. Was ich eben erzählt habe, ist daher nicht ohne Interesse, da es unwidersprechlich die Theorie dieser berühmten Physiker bestätigt. — — —

20. April 1813.

Benjamin Heyne.

Zusatz von H. F. Link.

Sobald wir blätterreiche Stämme von *Cotyledon calycina* oder *Bryophyllum calycinum* im botanischen Garten hatten und die Witterung heiss genug war, um einen Erfolg von den Versuchen mit denselben erwarten zu können, säumte ich nicht, mich von der auffallenden Erscheinung, welche uns Herr H. Heyne erzählt, zu überzeugen. Da der Geschmack mir ein unsicheres Prüfungsmittel schien, so wählte ich chemische Reagentien, und zwar zuerst mit Lakmustrinctur gefärbtes Papier. Ich fand Heyne's Beobachtung völlig bestätigt. Des Morgens färbten abgerissene Stücke von den Blättern jener Pflanze das Papier deutlich roth, des Mittags und Abends gar nicht. Dass die Blätter des Abends bitter schmecken, habe ich nicht bemerkt, und es fehlt uns ein chemisches Reagens für den bitteren Extractivstoff. Die anhaltend warme Witterung in diesem Sommer 1818 gab mir Gelegenheit die Versuche oft zu wiederholen, und viele Naturforscher haben sich davon überzeugt. Auch die Vermuthung des Herrn Heyne, dass Licht den Sauerstoff entferne und dadurch die während der Nacht gebildete Säure wiederum zersetze, wurde durch Versuche bestätigt. Ich schloss eine Pflanze an einem völlig dunkeln aber doch warmen Orte ein, und sie röthete des Mittags das Lakmuspapier eben so stark als sie sonst es des Morgens zu röthen pflegte. Je heiterer der Tag war, je stärker die Sonne auf die Pflanze wirkte, desto früher gegen Mittag und desto vollkommener verlor sich die Eigenschaft, das Lakmuspapier zu röthen.

Aber nicht allein diese Pflanze sondern auch andere saftige Pflanzen haben eine ähnliche Wirkung. Ich will hier nur *Cacalia ficoides*, *Portulacaria afra*, *Sempervivum arborcum* anführen, an welchen diese Eigenschaft eben so deutlich ist als an *Cotyledon calycina*. Viele röthen das Lakmuspapier überhaupt nur schwach, aber des Mittags gar nicht, wie die meisten *Mesembryanthea*. Viele röthen auch des Mittags das Lakmuspapier, aber doch schwächer als am Morgen, z. B. *Cotyledon fascicularis*, viele *Pelargonien*, *Crassula spatulata*, viele *Oxalis*-Arten u. s. w. Vielleicht



haben diese an wärmeren Tagen und an Lagen, wo die Sonne sie sehr stark trifft, die Eigenschaft des *Cotyledon calycina* deutlicher. Die Erzeugung oxydirter Stoffe in der Nacht und die Desoxydation derselben am Tage, mag vielleicht eine allgemeine Eigenschaft der Pflanzen, wenigstens der Phanerogamen sein.

Die Säure, welche das Lakmuspapier röthet, muss eine flüchtige oder leicht durch Desoxydation zu zerstörende Säure sein, denn in kurzer Zeit vergeht die rothe Farbe des Papiers und die blaue kehrt zurück. Kohlensäure kann sie darum nicht sein, weil Kohlensäure keine Wirkung auf das Lakmuspapier äussert. Nicht eine von den vielen Pflanzen, welche ich geprüft habe, verursacht einen dauernd rothen Flecken.

Diese Versuche machen es höchst unwahrscheinlich, dass, wie Saussure meinte, der im Licht entwickelte Sauerstoff nur von der zersetzten Kohlensäure herrühre. Ich will nicht läugnen, dass durch das Licht Kohlensäure in der Pflanze zersetzt und dadurch Sauerstoffgas entwickelt worden; aber es ist nicht allein Kohlensäure, welche dadurch zersetzt wird. Die Bereitung oxydirter Stoffe in der Nacht und im Dunkeln, vermuthlich durch Einsaugung des Sauerstoffs, die Zerstörung desselben am Tage und im Licht, vermuthlich durch Entwicklung des Sauerstoffs, stellen einen sonderbaren Periodismus dar, den man mit dem Athemholen vergleichen möchte, wenn nicht die Erfolge zu verschieden wären. Dass aber der Periodismus in den lebendigsten Thieren äusserst schnell und wiederholt geschieht, in den weniger lebendigen langsam, in den noch weniger lebendigen Wesen, den Pflanzen, auf Tag und Nacht eingeschränkt ist, kann man für den gewöhnlichen Lauf der Natur halten.

Das Verdienst von Link (1818) in der Frage, ist wie man sieht, offenbar:

1. dass er die Acidität wissenschaftlich d. h. mit Lakmus prüft;
2. dass er experimentell darthut, dass das Licht und seine Intensität massgebend sind für den Grad der Entsäuerung;
3. dass er die Erscheinung auch bei andern *Crassulacen* findet, ja als eine ganz allgemeine Eigenschaft der Phanerogamen vermuthet.

Erst beinahe 60 Jahre später, im Jahre 1875, wurde die Frage wieder, selbstverständlich unter ganz veränderter wissenschaftlicher Sachlage, berührt, in der Arbeit von Adolf Mayer „Ueber die Bedeutung der organischen Säuren (Landwirthschaftl. Versuchsstationen 1875 Bd. 18). Von derselben berühren hierher gehörige Dinge nur der zweite Theil: „Die Säuren der Crassulaceen“ S. 428—472 und eventuell die nachträgliche Arbeit: „Sauerstoffausscheidung einiger Crassulaceen“ (ebenda Bd. 21 S. 277—347); ihrem grössten, und insbesondere ihrem strittigen Theile nach, gehören

auch diese Aufsätze nicht hierher und brauchen bloss erwähnt zu werden, soweit sie hier behandelte Fragen streifen.

Es ist unzweifelhaft A. Mayers Verdienst die Acidität der Crassulaceen, insbesondere von *Bryophyllum*, zuerst durch Titration festgestellt zu haben (erste Arbeit S. 429). Derselbe fand ferner, dass junge Blätter der genannten Pflanze eine geringere Acidität als ältere besitzen, und manche Einzelheit, die sich im Folgenden besätigt. Dagegen stimmt es nicht mit meinen Erfahrungen, dass es „nach Lichtperioden“ „neutral oder schwach alkalisch reagirende Blätter“ gäbe (a. a. O. S. 430). Ich habe, auch in den heissesten Sommertagen (man vergl. unten) zwar colossale Säuredifferenzen zwischen Tag und Nacht, niemals aber ein Verschwinden der Acidität wahrgenommen.

Auch meine Resultate, bezüglich der Bedeutung der atmosphärischen Gase, für die Acidität stimmen nicht mit den seinigen überein.

---

Der tägliche Säurewechsel ist allgemeine Regel.

Dass die bei *Bryophyllum* so ausgeprägt hervortretende nächtlich höhere und am Tage niederere Acidität und damit ein gewisser „Periodismus“ auch bei andere Fettpflanzen vorkommt, hat, wie wir oben gesehen, bereits Linck gefunden. Er hebt für ein weiteres Vorkommen wechselnder Acidität aus der Familie der *Crassulaceen* *Sempervivum*, *Crassula* und *Cotyledon*, aus den Compositen *Cacalia*, dem die *Mesembryanthema*, *Oxalis* und selbst „verschiedene“ *Pelargonien* hervor und spricht schliesslich direct die Vermuthung aus, dass dies „vielleicht eine allgemeine Erscheinung bei den Pflanzen, wenigstens den Phanerogamen sein möchte“.

Ich habe mich bereits im Winter 1879 von der absoluten Allgemeinheit der Erscheinung bei Blättern und andern Pflanzenorganen überzeugt und in der Sitzung vom 13. März 1880 der Naturforschenden Gesellschaft eine Mittheilung überreicht, in der der tägliche Säurewechsel an 30 Pflanzen (darunter *Dicotylen*, *Monocotylen* und *Farne*) namhaft gemacht war. An der Allgemeinheit der Erscheinung kann nicht mehr gezweifelt werden. Die Tabelle IV 1 enthält nicht bloss die früher untersuchten sondern eine Anzahl anderer Pflanzen — lange nicht alle untersuchten, an denen (gewöhnlich an den Blättern) Morgens 8 Uhr und Nachmittags 3 Uhr die ungleiche Acidität festgestellt wurde.

Weitaus die empfindlichsten Pflanzen in dieser Hinsicht sind die Crassulaceen und unter diesen beispieellos hervorragend *Bryophyllum*. Bei diesem fand ich z. B. an sonnigen Augusttagen Nachts die Acidität mehr als 11 mal so gross als bei Tag

(1 cc Saft ergab Tags 0,45, Nachts 5,5 cc Laugenverbrauch). Bei *Echeveria*, die auch empfindlich ist, war am 27. Juni die Acidität Tags 1,6 Nachts 10,5, d. h. 6½ mal höher. Das sind freilich Unterschiede im Sommer in der günstigsten Vegetationszeit; im Winter stellen sie sich der schwächeren Lichtintensität wegen, bei guter Zimmerwärme bedeutend geringer. So fand ich z. B. am 20. Februar für *Bryophyllum* bei 2 cc Saft Tags 0,5 Nachts 1,5; für *Echeveria* bei 1 cc Saft Tags 0,35 Nachts 0,7.

Bei gewöhnlichen Pflanzen ist der Säureunterschied bei Tag und Nacht sehr viel geringer; selbst unter günstigen Verhältnissen im Mai fand ich z. B. bei

	Früh	Nachm.
<i>Rumex</i>	4,6	3,9
<i>Geranium pratense</i>	0,8	0,7
<i>Plantago lanceolata</i>	0,55	0,5

Die Erscheinung beschränkt sich nicht bloss auf Blätter und ihre Theile (Tabelle IV. a), auch Stengelsäfte oder der Gesamtsaft ganzer Pflanzen ist Tags weniger sauer als Nachts. Für die Stengel will ich hier noch ein Beispiel von *Bryophyllum* anführen. 17. November.

	Tag	Nacht
Blatt	4,2	5,2
Stengel	0,9	1,1

Für ganze Pflanzen finden sich in der Tabelle ein Paar Beispiele (Tabelle IV 1 b).

Versuche, welche unter 2 der Tabelle IV zusammengestellt sind, zeigen, dass auch beliebig am Tage durch Einbringen der Pflanzen ins Dunkel eine höhere Acidität erzeugt werden kann; sie zeigen ferner, dass zunächst mit der Dauer der Verdunklung die Acidität steigt, dass aber bei Ueberschreitung gewisser Grenzen ein weiteres Verweilen im Dunkel Säureabnahme hervorruft. Aus diesem Umstande erklärt sich wohl, dass man an trüben Wintertagen oft den täglichen Aciditätswechsel vermisst oder gar umgekehrt findet.

Aehnlich andern Processen im Pflanzenleben, der Stärkemehlbildung im Chlorophyll oder der Wanderung der Chlorophyllkörner in Licht und Dunkel ist die Wirkung des Lichts in den Organen zunächst eine ganz locale. Die Versuche unter 3 der Tabelle IV zeigen, dass man an einer belichteten Pflanze ein Blatt durch Verdunkeln in die Nachtstärke der Acidität versetzen, ja dass man durch Umwickeln mit Staniolbändern Hälften oder beliebige Querstreifen eines Blattes abwechselnd saurer machen kann. Wie bald sich eventuell solche Differenzen ausgleichen, darüber habe ich keine Erfahrung; dass sie sich aber ausgleichen möchte ich daraus schliessen, dass nachweislich bei Tag die im Boden befindliche Wurzel auch an der Entsäuerung theilnimmt.

Hinsichtlich der Bedeutung der verschiedenen Lichtfarben für die Entsäuerung sind die Organe dem allgemeinen Gesetze untergeordnet, dass chemische Wirkungen durch die rothe Spectrumhälfte leichter erzeugt werden als durch die blaue. Die Versuche, die ich mittheile (Tabelle IV n. 4), sind mit doppelwandigen Glocken der gleichen Art, wie die in Pringheim's Jahrb. Bd. VII S. 515 von mir beschriebenen.

Ausser den in der Tabelle angegebenen mögen hier zwei sehr schlagende Exempel stehen: Am 12. Mai wurden bei sonnigem Wetter möglichst gleiche Exemplare von *Bryophyllum* mit 4—5 Blattpaaren ausgewählt, die eine Hälfte der Blätter früh 8 Uhr zur Controlle abgenommen, die andere, am Stengel befindlich und in Wasser stehend, entweder in farbloser wassergefüllter, oder in Glocke mit Kaliumbichromat, endlich mit Kupferoxydammoniak bis Nachmittag 2½ Uhr verweilen lassen. Zur Constatirung der Säure 1 cc Saft.

	Normal	Gelbes Licht	Blaues Licht
Ursprüngliche Säure	1,1	0,9	1,3
Säure am Nachmittag	0,2	0,3	0,7
Verhältniss der Entsäuerung	<u>1 : 5</u>	<u>1 : 3</u>	<u>1 : 2</u>

Am 17. Mai von 7—2 Uhr gleicher Versuch unter etwas weniger günstigen Verhältnissen:

	Normal	Gelbes Licht	Blaues Licht
Ursprüngliche Acidität	1,25	0,85	0,8
Säure am Nachmittag	0,4	0,4	0,8
Verhältniss der Entsäuerung	<u>1 : 3</u>	<u>1 : 2</u>	0

Es ergibt sich aus dem Angeführten klar:

1. dass die Entsäuerung sowohl im gelben als im blauen Licht, in ersterem aber entschieden energischer vor sich geht;
2. dass keine von den beiden Spectralhälften für sich so energisch entsäuert als die beiden Hälften zusammen.

Aus dem in der Tabelle aufgeführten Versuch 1d ist auch zu ersehen, dass die Verarbeitung der Säure im gelben Licht absolut grösser ist als im blauen.

Es war nur zu erwarten, dass sich unter diesen Verhältnissen eine vollständige tägliche Periodicität der Saftsäure herausbilden müsse. Dieselbe ist in einer Anzahl unvollständiger aber ausreichend beweisender Beispiele in Tabelle IV n. 5 für einige Crassulaceen dargestellt. Mit welcher Regelmässigkeit sich

dieselbe vollzieht, ist für den Tagesabschnitt der Periode aus der No. 5 zu sehen. Hier will ich ein vollständiges Beispiel von der Periode durch 24 Stunden bei *Bryophyllum* vorführen.

Am 9. August, einem normal warmen und sonnigen Tage, wurden 60 Stück unter einander überaus schön übereinstimmender tadelloser Exemplare von circa 2 de Höhe und 3—4 grossen Blattpaaren ausgewählt und paarweise hintereinander ins Zimmer an Westfenstern die Nacht über aufgestellt.

Der Witterungsverlauf am 10. August, dem Beobachtungstage war folgender: der Morgen war völlig klar, zwischen 7 und 8 Uhr erschienen Wolken, die bis gegen 10 Uhr oft die Sonne verdunkelten. Von 10 ab blieb die Unterbrechung der Sonne kürzer, bis gegen 1 Uhr. — Von da ab waren die Pflanzen direct von der Sonne getroffen und zwar von 1—2 Uhr mit, von 2—3 fast ohne Unterbrechung, von 5—6 Uhr ist nur wenig Sonne vorhanden, um 6<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Uhr verschwindet dieselbe für die Pflanzen und unter den Horizont. — Am 11. August ist der Morgen klar, die Dämmerung beginnt zwischen 3 und 4 Uhr, ist um 4 Uhr perfect, zwischen 4 und 5 Uhr tritt voller Tag ein.

Die Acidität von 1 cc Saft (Stengel und Blätter).

	Zeit	Laugenverbr.	Zeit	Laugenverbr.	Zeit	Laugenverbr.
10. August	6 <sup>am</sup>	4,9	4 <sup>p</sup>	0,8	2 <sup>a</sup>	3,3
	7 <sup>a</sup>	5,5	5 <sup>p</sup>	0,6	3 <sup>a</sup>	4,7
	8 <sup>a</sup>	4,0	6 <sup>p</sup>	0,55	4 <sup>a</sup>	4,8
	9 <sup>a</sup>	4,25	7 <sup>p</sup>	0,45	5 <sup>a</sup>	3,9
	10 <sup>a</sup>	4,2	8 <sup>p</sup>	0,9	6 <sup>a</sup>	4,7
	11 <sup>a</sup>	3,45	9 <sup>p</sup>	1,3	7 <sup>a</sup>	5,0
	12 <sup>m</sup>	3,5	10 <sup>p</sup>	1,7	8 <sup>a</sup>	4,8
	1 <sup>p</sup>	3,4	11 <sup>p</sup>	2,0	9 <sup>a</sup>	4,5
	2 <sup>p</sup>	1,85	11. Aug. 12 <sup>p</sup>	2,7		
	3 <sup>p</sup>	1,7	1 <sup>a</sup>	3,4		

Die Acidität hat in den ersten Morgenstunden ein Maximum, von diesem an fällt dieselbe stündlich während des Tages bis zum Abend, wo sie ein Minimum erreicht, um dann während der ganzen Nacht von Stunde zu Stunde bis zum Nachtmaximum am frühen Morgen anzusteigen.

Es scheint mir nicht werthlos, darauf hinzuweisen, dass allem Anschein nach die Nacht eine Nachwirkung von mehreren Stunden in den Tag hinein zeigt, dass aber ein Gleiches nicht bei der Lichtwirkung hervortritt: das nächtliche Maximum fällt weit in den Tag hinein, das tägliche Minimum unmittelbar mit der stärksten Lichtwirkung zusammen. Der Lichtmangel macht sich langsamer geltend als die

Lichtwirkung; Auftreten und Verschwinden directer Sonne drückt sich in obigem Beispiel haarscharf aus.

Es muss vorläufig dahin gestellt bleiben, ob sog. secundäre Hebungen und Senkungen, kleine Maxima und Minima, von denen man in den beiden Beispielen stündlicher Periodicität Andeutungen finden kann, wirklich bestehen oder nicht.

Die Beziehungen der atmosphärischen Gase speciell des Sauerstoffs und der Kohlensäure der Luft zur Acidität sind in 3 Versuchsreihen (Tabelle IV Absch. 6, 7 und 8) darzustellen gesucht.

1. Die Versuche in Abth. 6 behandeln experimentell die Frage, ob in Kohlensäure- oder Wasserstoffatmosphäre (also bei Abschluss von O) nächtliche Säurebildung stattfindet. Sie sind auf verschiedene Weise angestellt. Die unter n. 1 beweisen nur, dass die Säurebildung in natürlicher Luft viel höher ausfällt, als wenn man diese durch  $\text{CO}_2$  ersetzt. Viel schlagender beweisen die Versuche 2—4: bringt man im Licht entsäuerte Pflanzen in  $\text{CO}_2$ , so bilden sie über Nacht keine Säure und sind am andern Morgen genau von so geringer Acidität, wie am vorhergehenden Mittag. Die kaum nennenswerthe, gelegentlich hervortretende Säurebildung darf wohl als Werk in der Pflanze zurückgebliebenen Sauerstoffs betrachtet werden. Die Versuche 6—7 beweisen noch schöner; denn sie stellen an halbirten Rosetten Normal- und Kohlensäurewirkung unmittelbar nebeneinander.

Die Versuche in H zeigen zwar kein so schlagendes Ausbleiben der Säurebildung, aber doch eine so bedeutende Behinderung derselben, dass auch sie ungezwungen für einen Beweis der Nothwendigkeit der Sauerstoffathmung in Anspruch genommen werden dürfen.

Es ist allerdings auffallend, hier und in den folgenden Versuchen, wie die beobachteten Prozesse in  $\text{CO}_2$  viel entschiedener unterbleiben als in H. Man könnte auf den Gedanken kommen, dass die  $\text{CO}_2$  eine specifische d. h. nicht bloss sauerstoffentziehende Wirkung äussere. — Soviel kann ich vorläufig versichern, dass die  $\text{CO}_2$  nicht tödtend wirkt, und dass Pflanzen aus  $\text{CO}_2$  in gewöhnliche Luft gelangt, wieder actionsfähig werden. — Unter diesen Verhältnissen kann man sich auch vorstellen, dass die Wirkung von  $\text{CO}_2$  und H bloss quantitativ verschieden und vielleicht so zu erklären seien, dass z. B. durch den H der atmosphärische Sauerstoff nicht vollständig genug vertrieben werde.

Jedentalls sehen wir, dass die Säurebildung im Zusammenhang mit der Athmung steht, und da sie unter Verhältnissen erfolgt, unter denen von Aussen nur

Sauerstoff, nicht andere Kräfte zugeführt werden, so können wir sie als unmittelbar mit der Athmung zusammenhängend bezeichnen.

2. Die Versuche in Abth. 7 behandeln den Einfluss des Sauerstoffs im Licht und konnten aus naheliegenden Gründen nicht in ruhender Atmosphäre, sondern nur in raschem Gasstrom gemacht werden. Es zeigt sich, dass in  $\text{CO}_2$  im Licht die Entsäuerung gänzlich unterbleibt, in H bald mehr bald weniger sistirt wird; also auch für die Umbildung der Säuren kann der Sauerstoff nicht entbehrt werden. Wenn wir wissen, dass durch Sistirung der Athmung jede Lebensbewegung sistirt wird, kann es nicht Wunder nehmen, dies auch bei der Säureumbildung zu finden; im Uebrigen ist der Process der Säureumbildung mit dem Vorgang der Athmung sicher nur unter Mitwirkung des Lichtes, also nicht so unmittelbar, vielleicht sogar nur sehr mittelbar, auf dem Umwege langer Reihen secundärer Processe, in Verbindung.

Aus ein Paar Versuchen, wo Lichtpflanzen sich in reinem Sauerstoff finden, scheint im Vergleich zu den Luft- oder  $\text{CO}_2$ -Pflanzen hervorzugehen, dass reiner Sauerstoff für die Säureumbildung nicht so günstig wirkt als das natürliche Gasgemisch der Atmosphäre (Tab. IV Abth. 7 b).

3. Ich führe unter Abth. 8 einstweilen einige von zahlreichen anderwärts mitzutheilenden Versuchen auf, welche die Lichwirkung bei Mangel der natürlichen atmosphärischen Kohlensäure behandeln. Die Säureumbildung ist nicht an das Vorhandensein von  $\text{CO}_2$  gebunden. Sieht man als Grundphänomen der Assimilation die Aufnahme von  $\text{CO}_2$  von Aussen und Bindung derselben in der Pflanze an, so ist die Entsäuerung ohne allen Zusammenhang mit dem Assimilationsprocess, also ein reiner Stoffwechselvorgang.

#### IV. Ursache der sauren Reaction der Säfte und des täglichen Säurewechsels, Entstehung der Pflanzensäuren.

Nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse von den Ursachen der sauren Reaction der Zellsäfte lassen sich zweckmässig zwei Gruppen von Pflanzen auseinander halten, die sich aber, soweit sich sehen lässt, nicht sowohl durch verschiedene Ursachen der Acidität, als durch den verschiedenen Grad der Sicherheit unserer Kenntniss derselben unterscheiden. Bei einer Anzahl Pflanzen nemlich — es ist eine relativ geringe, hat die selbst durch den Geschmack auffallende Menge der sauren Substanzen schon frühzeitig Anlass gegeben, chemische Untersuchungen anzustellen, und dabei sind schon vor 100 Jahren wesentlich 4 Säuren, die gerade desshalb den Namen „Pflanzensäuren“ *αα' εξοχηρ* erhalten haben, nemlich: Weinsäure (1769), Oxal-

säure (1779), Citronensäure (1784) und Apfelsäure (1785) als Ursache des sauren Charakters gefunden worden. Freilich sind es meist Früchte, an denen sie als Ursache der Acidität erkannt sind und von vegetativen Organen, in denen sie eine exquisite Acidität verursachen, werden nur wenige genannt. Doch dürfen z. B. neben den Sauerklearten (Rochleder, Phytochemie S. 59) und dem Rhabarber (a. a. O. S. 197), besonders die Crassulaceen und Fettpflanzen überhaupt (*Sempervivum*, *Sedum*, *Mesembryanthemum* a. a. O. S. 76) hervorgehoben werden, bei denen bestimmte Pflanzensäuren als Ursachen ihrer Acidität nachgewiesen sind.

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Pflanzen aber tritt der saure Charakter nur sehr schwach hervor und hier ist streng genommen nicht bekannt, woher derselbe rührt. Die Thatsache aber, dass bei Analysen zahlloser Pflanzen fast immer wieder und wieder kleinere oder grössere Mengen oben genannter Säuren gefunden worden, rechtfertigt es, dass man allgemein auch in diesem Falle die genannten oder doch verwandten Säuren als die Ursache der Acidität ansieht, und nicht etwa an organische Körper ganz anderer Constitution oder anorganische Verbindungen denkt; statt aller weiterer Citate will ich zum Beleg auf den jüngsten Ausspruch von Sachs (Vorlesungen S. 397) verweisen. Soweit meine Untersuchungen reichen, kann ich mit Bestimmtheit erweisen, dass in den oben genannten Crassulaceen, speciell bei *Bryophyllum*, *Echeveria*, *Sempervivum* und dann bei *Mesembryanthemum* die Apfelsäure, die Ursache der sauren Reaction ist; für die erstgenannte Pflanze hat das mit Sicherheit schon Ad. Mayer erwiesen (Landwirthsch. Versuchsstationen Bd. XXI S. 293 ff.) Was die grosse Mehrzahl der übrigen Pflanzen anlangt, darf man für sie, wenn auch nicht gerade ausschliesslich die verbreitetste aller Pflanzensäuren\*), so doch gewiss die Nahverwandten oder wenigstens Glieder der Fettsäurereihe einzeln oder in Combination in Anspruch nehmen\*\*). Hauptbeweis dafür, dass es sich um diese oder ähnliche Säuren handeln wird, liegt meines Erachtens darin, dass diese unbekannteren Säuren der gewöhnlichen Pflanzen sich physiologisch d. h. in ihrer Reaction gegen innere oder äussere Reize, wenigstens soweit ich darüber Erfahrung habe, ganz so verhalten, wie die bekannten der Crassulaceen\*\*\*).

---

\*) Husemann, Pfl.-Stoffe, 2. Aufl. 1882 S. 195—196.

\*\*\*) Nur bei den Keimpflanzen möchte ich Zweifel hegen, ob bei der sauren Reaction nicht andere Körper, beispielsweise anorganische Salze, in Frage kommen.

\*\*\*\*) Wenn die massenhafte Aepfelsäure der Crassulaceen, bei diesen Pflanzen vielleicht eine specielle Aufgabe zu erfüllen hat — so thut dies der Annahme keinen Abtrag, dass sie zugleich auch dieselbe Aufgabe habe, wie die geringe Säuremenge bei den gewöhnlichen Pflanzen.



Physiologisch ist die nähere Kenntniss dieser Säuren ohnehin einstweilen gleichgültig, weil zur Zeit die Lösung keiner Frage von der Kenntniss der speciellen Natur der Säure abhängt und so mag einstweilen — vorbehaltlich einer späteren besseren Belehrung — zur Bezeichnung der fraglichen Säuren der Name „Pflanzensäuren“ physiologisch ebenso zu Recht und Nutzen bestehen, wie die Bezeichnungen „Kohlehydrate“ oder „Zucker“.

Nehmen wir bis auf Weiteres an, dass das von den Crassulaceen Gefundene *mutatis mutandis* von den übrigen Pflanzen gelte, so erhalten folgende Sätze, die ich anderswo ausführlicher begründe, erhöhte Bedeutung:

1. Bei *Bryophyllum*, *Echeveria*, *Semprevivum*, *Mesembryanthemum* u. s. w. rührt, wie schon Ad. Mayer behauptet hat, die saure Reaction wesentlich von Aepfelsäure her.

2. Die höhere nächtliche Acidität und die Verminderung derselben bei Tag rühren von einer nächtlichen Neubildung und einer am Tag sich vollziehenden Umbildung der Aepfelsäure.

3. Neben der relativ geringeren Menge freier Aepfelsäure kommen in den genannten Pflanzen ansehnlichere Mengen von Kalkmalat vor.

4. Dass die freie Säure und das Kalksalz in näherer Beziehung zu einander stehen, darf zweifellos angenommen werden und ohne Zweifel auch das, dass die freie Säure zuerst entsteht und später an Kalk gebunden wird. Die Annahme dagegen, dass etwa der tägliche Aciditätswechsel seinen Grund darin habe, dass die bei Nacht entstandene Säure am Tage durch Bindung an Kalk zum Theil neutralisirt werde, rechtfertigt sich durch zahlreiche bisherige Versuche nicht. Dieselben zeigen vielmehr, dass zwischen Nacht und Tag die Menge des Kalkmalats unverändert bleibt (Tabelle V Versuch 1), dass also Salzbildung nicht die Ursache der geringeren Acidität bei Tage sein kann.

Da umgekehrt die Menge des Kalkmalats auch von einem Tag auf den andern (über Nacht) gleich bleibt (Tab. V Versuch 2), so ist auch sicher, dass die nächtliche höhere Acidität nicht auf Kosten des Kalksalzes, d. h. durch Freiwerden von Säure, hergestellt sein kann.

---

Nachdem wir im Vorhergehenden die thatsächlichen Ergebnisse der Untersuchung dargelegt haben, erübrigt es noch, an der Hand des Neugewonnenen eine Frage zu beleuchten, deren Beantwortung von grösster Wichtigkeit ist: es ist die Frage, welchem nächsten physiologischen Prozesse die Säuren ihre Entstehung verdanken?

Dartüber bestehen zur Zeit bekanntlich zwei diametral entgegengesetzte Ansichten:

1. Nach der einen sind die Säuren die ersten Glieder der Assimilationsreihe, primäre Producte der Pflanzenthätigkeit, hängen direct mit der  $\text{CO}_2$ -Assimilation zusammen und bilden den Uebergang bei der Desoxydation dieser zu Kohlehydraten. Diese Ansicht ist von den Chemikern, Liebig an der Spitze, mit Vorliebe festgehalten, früher wohl auch von einzelnen Botanikern getheilt worden\*). Ausser auf theoretische Gründe von der Verwandtschaft der Säuren und Kohlehydrate, stützt sie sich wesentlich auf die von der praktischen Chemie sehr beliebten Analysen reifender Früchte, in denen mit dem Verschwinden von Säuren Zuckervermehrung u. s. w. constatirt wurde.

2. Die Andern betrachten die Pflanzensäuren als „Oxydationsproduct“, als Körper, welche im Stoffwechsel ausgeschieden, noch mannichfaltige Umbildungen oder Verbindungen eingehen können, aber jedenfalls secundäre Producte, wohl der Kohlehydrate und Fette, sind. Dieser Ansicht waren mit Vorliebe die Pflanzenphysiologen von Fach zugeneigt. Specialuntersuchungen über den Gegenstand liegen aber von dieser Seite gar nicht, und auch die Aeusserungen darüber nur spärlich vor\*\*).

Es ist noch unsere Aufgabe nachzusehen, welche der beiden Ansichten durch vorliegende Untersuchung Stütze erhält.

Von diesen 2 Ansichten ist die erste, dass die Säuren Anfangsglieder in der Assimilationsreihe seien, auch durch keine einzige der vorhergehenden Thatsachen zu stützen; Alles spricht vielmehr dagegen.

1. Die Säuren bilden sich im Dunkeln, bei etiolirenden Pflanzen so gut als im Licht, oder sogar in hervorragendem Maasse. Unter diesen Verhältnissen nimmt aber bekanntlich die Pflanze von Aussen nicht  $\text{CO}_2$  auf, sie nimmt nicht an organischer Substanz zu, sondern ab. Die Säuren müssen sich also hier aus bereits vorhandenen organischen Substanzen als Stoffwechselproducte bilden. Nun könnte man zwar zugeben, dass in diesem Falle die Säuren Umwandlungsproducte etwa der Kohlehydrate oder Fette seien, aber entgegenhalten, dass dies noch nicht Beweise, dass sie nicht

\*) Liebig, Chemie in ihrer Anw. auf Agric. und Physiol. 8. Aufl. 1865 z. B. S. 50 oder Rochleder, Phytochemie 1854 S. 322. — Nägeli, Systematische Uebersicht der Erscheinungen im Pflanzenreiche 1853 S. 11 Anm. — Diese Citate nur als allgemeine Belege; die grosse Masse der hieher gehörigen Literatur physiologisch zu sichten lohnt sich kaum.

\*\*\*) Statt aller weiteren Belege: Sachs, Vorlesungen S. 488. — Ebenso hat sich auch Ad. Mayer, Agriculturchemie 1. Aufl. I, 139 ausgesprochen.

in andern häufigeren und wichtigeren Fällen dennoch Assimilationsproducte seien. Ein gleicher Fall käme ja auch bei den Stärkekörnern vor, die im Chlorophyll als Assimilationsproducte betrachtet würden, bei der Keimung z. B. ölhaltiger Samen dagegen zweifellos Stoffwechselproducte seien. Bei dieser Einwendung würde freilich vergessen, dass bei Dunkelpflanzen die Stärke sich nur in geringen Mengen und vorübergehend, die Säuren dagegen in Massen und bleibend bilden.

2. Aber die Säuren bilden sich auch sonst, unter normalen Verhältnissen, nicht am Tag, sondern bei Nacht, im Dunkeln. Sie entstehen nicht zur Zeit, wo der Kohlenstoff der  $\text{CO}_2$  in die Pflanze aufgenommen und gebunden wird, sie sind demnach unmöglich das erste Assimilationsproduct. Im allergünstigsten Falle könnten sie ein späteres in der Nacht entstehendes Glied der Reihe der Assimilationsproducte sein.

3. Derselbe Fall, dass sie höchstens ein Mittelglied zwischen den ersten Assimilationsproducten und Kohlehydraten darstellten, wäre gegeben, wenn etwa die in der Nacht gebildete Säure am andern Tag im Licht unter neuem Zutritt von  $\text{CO}_2$  resp. von Kohlenstoff der  $\text{CO}_2$  zu einem neutralen Körper (etwa Kohlehydrat) umgebildet würde d. h. wenn sich also erst am zweiten Tag unter Einfluss des Lichts mit der Säure neuer Kohlenstoff zu einem kohlenstoffreicheren Körper verbände. Ich werde in der That anderwärts zeigen, dass am Tag beim Verschwinden der Säure reducirende Substanz (Zucker) gebildet wird. Aber einerseits stehen Säure und reducirende Substanz durchaus in keinem Verhältniss; andererseits — und das ist die Hauptsache — geht dieser Process auch in  $\text{CO}_2$  freier Atmosphäre vor sich — ist also ein Stoffwechselprocess.

Die Schwierigkeiten, denen wir beim Versuch, die Säuren in irgend einer Beziehung zur Assimilation zu setzen, begegnen, heben sich sofort, wenn wir dieselben als Athmungsproducte, als Stoffe ansehen, welche beim Athmungsprocess der Pflanze, bei den durch den Sauerstoff der Luft eingeleiteten Oxydationsprocessen als Nebenproducte entstehen; wobei dahin gestellt bleiben muss, ob dieselben so ohne Weiteres als Oxydationsproducte der stickstofflosen Körper (Kohlehydrate und Fette) entstehen, oder ob ihre Entstehung eine complicirtere ist, bei der die Spaltungen der Eiweisskörper mit in Frage komme.

1. Die Säuren sind nur als secundäre Producte, als Athmungsproducte zu verstehen beim Keimungsprocess und bei etiolirenden Pflanzen insbesondere, wo dieselben sich nicht bloss aus dem Samen bilden, sondern im Dunkel auch eine Zeitlang fortwährend vermehren, und wo, wie wir gefunden haben, sie sogar in erhöhtem Maasse entstehen; ihre Umarbeitung erst beginnt, wenn die Pflanzen ans Licht

kommen, d. h. ausser den mit Athmung zusammenhängenden Stoffwechselprocessen auch noch andere sich vollziehen.

2. Die Säuren verstehen sich ungezwungen als Athmungsproducte, beim nächtlichen Auftreten in der täglichen Periode. Wir wissen, dass mit dem Verschwinden des Lichts am Abend der Athmungsprocess der Pflanze allein rein und klar hervortritt — da sehen wir auch die Säuren klar erscheinen. Heben wir die nächtliche Athmung durch Entzug des Sauerstoffs auf — da bleibt auch die Bildung der Säuren aus. Daraus dürfen wir wohl berechtigt schliessen: die Säurebildung steht in einem näheren Zusammenhang mit der Athmung. Der Einwand, dass auch die Entsäuerung, die Säureumbildung, an das Vorhandensein von Sauerstoff gebunden ist, trifft, wie ich bereits oben andeutete, nicht. Es beweist die letztere Thatsache nur, dass auch für die Säureumbildung, wie für jeden andern Lebensprocess schliesslich der Sauerstoff die Kräfte liefern muss; während man sich der ganzen Sachlage nach vorzustellen hat, dass die Säuren directere Spaltungs-, directe Oxydationsproducte sind, ohne dass der Pflanze andere Kräfte von aussen zu Hülfe kommen, ist die Säureumbildung insofern jedenfalls nur mittelbar an den Athmungsprocess gebunden, als hiezu neben Sauerstoff ganz besonders die vom Lichte gelieferten Kräfte nöthig sind.

3. Ich halte es schliesslich für einen Beweis von nicht geringem Gewicht, dass die Säurebildung ganz auffallend in denjenigen Theilen hervortritt, die den Träger der Athmung, das Protoplasma, in hervorragendem Maasse enthalten. Ich erinnere zunächst an die oben am Ende des Cap. I hervorgehobenen Thatsachen, die sich wesentlich in diesem Sinne deuten lassen; ich erinnere daran, dass junge Pflanzentheile relativ säurereich sind: endlich will ich erwähnen, dass z. B. bei Hutpilzen das sporentragende Hymenium stets saurer gefunden wurde, als die übrige Hut- oder Strunksubstanz\*).

Welche Stoffe liefern das Material zur Bildung der Pflanzensäuren?

Alle diejenigen, welche die Säuren nicht mit dem Assimilationsprocess in Zusammenhang bringen, haben dieselben mit Vorliebe als Oxydationsproducte der Kohlehydrate angesehen: „Als die am deutlichsten erkennbaren Zeichen der mit der nor-

\*) Die saure Reaction überhaupt wurde z. B. festgestellt bei *Bulgaria*, *Daedalea*, *Boletus bovinus*, *Lycoperdon*, *Amanita muscaria*, *Cantharellus cibarius*, *Hypholoma fusciculare*, *Nostoc* u. s. w. Der Grad der Acidität scheint sehr verschieden, während *Lycoperdon* und *Nostoc* schwach reagierten, erschienen *Boletus* und *Cantharellus* ziemlich stark sauer. Die stärker saure Reaction des Hymenialgewebes tritt gewöhnlich auffallend hervor. Ein Beispiel in Zahlen: *Agaricus* 48 gr Substanz mit 30 cc Wasser zerrieben. Relative Acidität von Strunk 1,0, Lamellen 1,6.

malen Athmung verbundenen Oxydationsvorgänge dürfen wir vielleicht die Bildung sauerstoffreicher Säuren mit dem Beginn der Keimung und ebenso in austreibenden Knospen betrachten, welche ganz offenbar auf Kosten der Kohlehydrate und Fette entstehen“ (Sachs, Vorles. S. 488).

Es liegt gewiss am nächsten Kohlehydrate und Fette als Muttersubstanzen der Pflanzensäuren anzusehen; zwingende Gründe aber liegen nicht dafür vor, wenigstens nicht dafür, dass sie daraus direct hervorgehen; diese Stoffe könnten ja auch nur in ähnlicher Weise das Materiale zur Bildung der Säuren darstellen, wie sie es nach neuerlichen Anschauungen zur Bildung der ausgeathmeten Kohlensäure sind. That-sachen, welche für das Eine oder Andere sprächen, habe ich nicht beizubringen, da-gegen möchte ich auf eine Anzahl Sätze hinweisen, die, ich möchte fast sagen, morphologische Beziehungen zwischen Kohlehydraten und Säuren constatiren. Es zeigte sich nemlich bei meinen Untersuchungen eine gewisse Correlation zwischen beiden Stoffreihen, so, dass mit der Vermehrung des einen eine Verminderung des Andern Hand in Hand geht, freilich durchaus in Disproportion. Die nöthigen Belege werde ich zum Theil anderwärts beibringen; hier die nackten Sätze:

1. Es ist nachweislich, dass in der Nacht in den Blättern die (Kupfer) redu- cirenden Substanzen absolut abnehmen, während die Säuren zunehmen.
  2. Umgekehrt vermindert sich am Tage die Säure, die reducirenden Sub- stanzen nehmen ansehnlich zu. Vgl. Tabelle IV Abth. 8.
  3. Bei Schwerkraftskrümmungen wird die Unterseite zuckerreicher, säureärmer. Heft II S. 40—41 und Tabelle II, 2 No. 16 ff. Ein Aehnliches ist bei den Schüttel- versuchen wahrgenommen worden. Heft II S. 65 und Tabelle III, 2.
  4. Junge Blätter, junge Knollen (*Dahlia*) sind relativ säurereicher und zucker- ärmer als erwachsene.
  5. Im wachsenden Stengel nimmt von oben nach unten die Säure relativ ab, der Zucker zu. Vgl. Heft II.
-

### Tabelle I.

#### Stengel und Blatt.

1. *Rumex acetosa*. 29. Juni. Mit Blütenknospen versehene Stengel etwa  $\frac{1}{2}$  m hoch. Die Stengel bis auf die Knospe einerseits, alle ansitzenden Blätter andererseits. Klarer wasserheller Saft 1 cc.

Blätter 2,0

Stengel 1,5.

2. *Lonicera villosa*, eod. Junge Triebe von der Knospe bis zu den verholzten Internodien. Die Stengeltheile und alle ansitzenden Blattpaare. Saft trübe, auch nach dem Filtriren. 1 cc.

Blätter 2,0

Stengel 1,0.

3. *Sambucus nigra*, eod. Die wachsenden Sprosse mit Knospen, die zugehörigen Blätter. Saft nach dem Aufkochen braun, aber klar. 2 cc.

Blätter 6,0

Stengel 4,0.

4. *Heterocentron roscum*. 9. Nov. in Blüthe. Blätter und Stengel. Klarer Saft. 1 cc.

Blätter 4,45

Stengel 3,95.

5. *Begonia fuchsioides*. 24. Nov. Der Stengel der Pflanze 22,5 gr wiegend mit 45 cc Wasser, die gesammten Blätter 16,5 gr wiegend mit 33 cc Wasser zerrieben. 2 cc.

Blätter 3,2

Stengel 2,25.

6. *Colus*. 13. Octob. Etwa 3 dem hohe Topfexemplare. Ausgewachsene Blätter und ganze Stengel, in gleichen Gewichtsmengen ausgekocht, Extract auf gleiches Volum gebracht.

Die Blätter haben die doppelte Menge freier Säure wie die Stengel.

#### Blattfläche und Blattstiel.

7. *Sambucus nigra*. 1. Juli. Fläche und Stiel ausgewachsener Blätter; Saft, aufgekocht, klar aber braun. 1 cc.

Fläche 0,8

Stiel 0,5.

8. *Bryophyllum*. 15. Oct. 2 dem hohe Exemplare mit 6 Blattpaaren Stiele und Fläche in gleichen Gewichtsmengen. Relativer Laugenverbrauch.

Fläche 2,0

Stiele 0,5.

Etiolirte und normale Keimpflanzen.

9. Etiolirte *Dahlien*, 0,5 m lang, Stengel völlig weiss, Blätter klein und rein goldgelb.

a) Blattfläche; b) obere; c) untere Internodien.

Je 4,3 gr Substanz mit 30 cc Wasser zerrieben. In 2 cc Lösung.

a) 0,9

b) 0,6

c) 0,5

Derselbe Versuch, nur Stengel und Blatt.

Blatt 0,8

Stengel 0,6.

Ein gleicher Versuch mit etiolirter *Mirabilis* ergibt bei 2 cc

Blatt 0,6

Stengel 0,5,

bei 5 cc Blatt 1,5

Stengel 1,0.

10. Etiolirte Keimlinge. Cotylen und erste Stengelglieder. Extrakt mit kaltem Wasser. Februar. 2 cc.

a) *Hosakia Wrangeliana* Cot. 0,3  
Stgl. 0,3;

b) *Vicia atropurpurea* Cot. 0,4  
Stgl. 0,3;

c) *Dolichos ornatus* Cot. 0,4  
Stgl. 0,3;

d) *Soja hispida* (5 cc) Cot. 2,0  
Stgl. 1,5.

Die beiden letzten Pflanzen, in 1 tägiger Lichtexposition deutlich ergrünt, ergeben dasselbe Resultat.

11. *Vicia Faba*. Keimpflanzen, etiolirt. Epicotyle Glieder im Mittel 8 cm, Wurzeln 14 cm lang. Relative Acidität des Decocts.

Epicotyl	0,8	2,7
Wurzel	0,5	2,0.

Drei gleiche Versuche ergeben analoge Zahlen.

12. Versuche mit etiolirtem *Phaseolus*. November. Gleiche Gewichtsmengen von Wurzel, Stengelgliedern und Cotylen mit gleichen Mengen Wasser zerrieben. Relative Acidität.

	Cot.	Stengel	Wurzel
a)	1,7	1,1	1,0 (2 cc)
	—	2,3	2,0 (bei 4 cc);
b) Der gleiche Versuch. Stengel 10—11 cm lang.			
	Cot.	Stengel	Wurzel
bei 2 cc	0,9	0,6	0,5
bei 4 cc	1,7	1,3	1,1;
c) Desgl. Stengel 10—13 cm lang.			
	Cot.	Stengel	Wurzel
bei 2 cc	1,0	0,8	0,8
bei 5 cc	2,0	1,0	1,0:
d) Ein gleicher Versuch. a) Dunkel- und b) Lichtpflanzen.			
	Cot.	Stengel	Wurzel
a) bei 2 cc	0,7	0,5	0,5
bei 5 cc	—	2,0	1,8
b) bei 2 cc	0,6	0,5	0,5
bei 5 cc	—	1,65	1,5
e) Stengel 7—9 cm lang.			
	Cot.	Stengel	Wurzel
bei 2 cc	0,5	0,4	0,4
bei 5 cc	1,4	1,1	1,0.

13. *Bryophyllum*. Wurzel und Stengel. Gleiche Gewichtsmengen mit Wasser erschöpft und auf gleiches Volum gebracht. Rel. Acidität.

Wurzel	1,7
Stengel	1,0.



14. Derselbe Versuch mit *Semprevivum*.

Wurzel 0,45

Stengel 0,4.

15. In gleicher Weise, wie vorher, wurden verschiedene Versuche mit *Semprevivum* und *Echeveria* gemacht. Gleiche Gewichtsmengen von Stamm (ganz d. h. mit Knospe), Wurzel und Blättern. — Die Verhältnisszahlen fielen immer, wie im Folgenden aus, z. B. *Echeveria secunda*

Blatt	0,5	0,5
Stamm	1,0	1,0
Wurzel	1,0	1,3.

16. In einem Versuch mit *Bryophyllum*, von 2 dem Höhe, 6 Blattpaaren an federdickem Stengel, wurde die Acidität festgestellt

a) Stengel	0,3
b) Blattstiel	0,4
c) Blattfläche	1,4
d) Wurzel	0,6.

## Versuche mit Keimlingen in erdefreiem Boden.

Die folgenden Versuche sind mit Keimlingen gemacht, die entweder in destillirtem Wasser oder in gereinigten Sägespänen erwachsen waren.

a) Keimlinge aus destillirtem Wasser.

17. *Vicia Faba*. Wurzel 6—8 cm, Epicotyl 3,5 cm lang. Gleiche Gewichtsmengen erschöpft und auf gleiches Volum gebracht. Relative Acidität in 5 cc Lösung.

Wurzel 0,5 Epicotyl 0,75.

Der gleiche Versuch mit *Pisum*: Wurzel 0,3 Epicotyl 0,4.

Ein weiterer Versuch desgl. mit *Vicia Faba* ergab analoges Resultat.

b) In ausgekochten Sägespänen.

18. *Phaseolus*. Wurzel 0,4 Epicotyl 0,55. Ein zweiter Versuch gleich.

*Vicia Faba*. Wurzel 1,0 Epicotyl 1,2. Ein zweiter Versuch gleich.

*Phaseolus*. Wurzel 0,3 Hypocotyl 0,45.

*Pisum*. Wurzel 0,3 Epicotyl 0,4.

19. *Sambucus*-Internodien, bei denen sich die Rinde glatt vom angehenden Holze lösen lässt, deren Mark aber noch vollsaftig war. Saft, um das 50fache mit Wasser verdünnt. Davon brauchten an Lauge 5 cc

der Rinde 1,0 des Markes 0,5.

20. Triebe von *Forsythia viridissima*. Gleiche Mengen mit Wasser kochend extrahirt. Relative Acidität in

Rinde 0,8 Mark 0,3.

21. *Mesembryanthemum depressum* Haw. Die grossen fleischigen Blätter (früh 9 Uhr, 1. Juli) so geschält, dass die grüne Rinde und das farblose Mark des Blattes möglichst sauber getrennt werden. Gleiche Gewichtsmengen mit Wasser kochend erschöpft. — Relative Acidität:

Rinde 0,7 Mark 0,3.

Der Zucker ist umgekehrt in dem Mark reichlicher vorhanden.

Ein ähnlicher Versuch von Dunkelpflanzen ergab Rinde 1,7 Mark 0,5.

22. *Mesembryanthemum linguaeforme*. In gleicher Weise behandelt und zwar a) von Dunkelpflanzen d. h. solchen, die Morgens 8 Uhr zum Versuche kamen, nachdem sie die Nacht über dunkel gestanden und b) Lichtpflanzen, die von Frith bis Nachmittags 1 Uhr in der Sonne waren.

Dunkelpflanzen Rinde 1,3 Mark 0,35

Lichtpflanzen 3,4 0,7.

23. Dieselbe Pflanze. Saft. Bei 2 cc

Rinde 5,3 Mark 2,3.

Ein gleicher Versuch.

Rinde 5,2 Mark 2,4.

24. *Bryophyllum*. Ausgewachsene Blätter werden quer gegen die Mittelrippe in 3 Theile, Basis, Mitte und Spitze getheilt. Der Saft aus diesen Theilen zeigt folgenden Laugenverbrauch (Dezember).

Basis 4,8 Mitte 4,6 Spitze 3,8.

Ein zweites Beispiel:

3,5 3,2 2,9.

25. *Aconium tabulaeforme*. Die fleischig-spateligen Blätter sind an der Spitze am intensivsten grün, nach unten zu an Intensität der Färbung bedeutend abnehmend. In 3 Theile, quer gegen Mittelrippe zerlegt. 1 cc Saft.

Basis 1,6 Mitte 2,1 Spitze 2,8.

26. *Mesembryanthemum linguaeforme.* Blätter an der Spitze grün, gegen die Basis fast farblos. 1 cc Saft.

Basis 1,6 Mitte 2,0 Spitze 2,7.

Ein gleicher Versuch: Basis 1,5 Spitze 1,8.

27. *Echeveria secunda.* Blatt in Basis und Spitze halbirt. Spitze bekanntlich intensiver grün. 1 cc Saft.

Junge Blätter Basis 2,4 Spitze 3,1

Alte Blätter (ausgew.) 2,2 2,6.

### Tabelle II.

#### a) Stengel.

1. *Datura Stramonium.* Junge noch biegsame und ältere fast völlig steife Internodien. Saft 2 cc.

    junge Intern. 4,0 erwachsene Intern. 3,0.

2. Dieselbe Pflanze und Theile. Die Internodien mit kochendem Wasser ausgezogen und bei gleichen Gewichtsmengen auf gleiche Volumina gebracht.

    a) Gewicht der Internodien je 18,70 gr. Auf 160 cc gebracht. 5 cc

        jung 0,5 alt 0,35.

    b) Gewicht 40,0 gr auf 200 cc gebracht.

Bei 10 cc Flüssigkeit: jung 2,3 erwachsen 1,55.

    c) Gewicht 20,5, Volumen 150. Bei 5 cc

        jung 0,7 erwachsen 0,5.

3. *Canna.* Ganz junge und feste Internodien. Gewicht 8,65. Volumen 110 cc. Bei 5 cc Extract jung 0,5 erwachsen 0,3.

4. *Phytolacca decandra.* Wachsende Internodien und solche, bei denen das Mark eben anfängt lufthaltig zu werden. Gew. 12,82. Volumen 120 cc. Bei 5 cc

    jung 0,8 erwachsen 0,5.

5. *Sambucus Ebulus.* Die ganzen Internodien; jung: im Wachstum begriffen; alt: eben noch etwas biegsam, aber noch nicht verholzt. 20,6 gr auf 160 cc. Bei 10 cc Flüssigkeit jung 1,8 erwachsen 1,5.

6. Etiolirte *Vicia Faba.* 1,5—2 dem lange Stengel. Oberste und unterste Glieder. Gewicht 10,45. Volumen 150. Bei 5 cc

    jung 1,85 alt 1,5

7. Finster-Keimlinge von *Vicia atropurpurea*; Stengel etwa 1 dem lang, in obere und untere Hälften getheilt. Relative Acididät:

oben 1,8                      unten 1,5.

8. *Sambucus nigra*. Aus wachsenden Sprossen das Mark; jüngste wachsende Internodien und fest gewordene ausgewachsene. Gewicht der Markprismen 6,5 gr. Volum 180 cc. In 100 cc

jung 0,8                      alt 0,5.

b) Blattstiele.

1. *Cucurbita*. Junge Blattstiele 6—10, ältere ausgewachsene 15—20 cm lang. Saft. Für 2 cc.

jung 2,9                      alt 1,5.

2. *Datura*. Jüngere 35—40 cm lang, ältere 80—120 cm lang.

Saft. Für 1 cc jung 1,5 alt 1,1.

Für 2 cc „ 3,5 „ 2,1.

Ein gleicher Versuch. Mit 2 cc Saft

jung 2,9                      alt 1,5.

3. *Beta vulgaris*. Weisse Battstiele. Junge 0,5 dem lang, ältere ausgewachsene etwa 1 dem lang. Saft bei 2 cc

jung 5,5                      alt 5,0.

Ein gleicher Versuch gibt ähnliche Resultate.

4. *Beta vulgaris*. Aeltere 20 cm, jüngere 7 cm lang. Saft. 2 cc

jung 2,8                      alt 2,0.

Ein gleicher Versuch. 1 cc Saft. jung 2,2 alt 1,1.

desgl. „ „ „ 1,5 „ 1,2.

5. Die gleiche Pflanze. Junge Stiele 22 gr, ältere Stiele 66 gr wiegend, ausgekocht und auf 80 cc gebracht. Für 5 cc Lösung ist der Laugenverbrauch: junge 3,0 ältere 5,0, demnach das Verhältniss wie 3 : 5; dasselbe müsste aber bei gleichbleibender Acididät wie 3 : 9 sein.

6. *Atropa Belladonna*. Junge und ausgewachsene Blattstiele, je 2,75 gr wiegend, mit 10 cc Wasser zerrieben und filtrirt. Bei 2 cc Flüssigkeit junge 1,3, ältere 1,0.

7. *Rheum*. Junge Stiele 6—12 cm, ältere 15—21 cm lang. Saft. Für 0,5 cc Laugenverbrauch      jung 9,0                      alt 10,0.

8. Dieselbe Pflanze. Blattstiele 10 und 25 cm lang. Saft. Für 1 cc

jung 11,7                      alt 11,0.

9. *Cochlearia armoracia*. Junge Stiele 10—12, ältere 20—28 cm lang. Saft.  
Relative Acidität: jung 2,0 alt 2,7.

c) Blattflächen.

1. *Scempervivum Verlotii*. Von einer grossen Rosette äussere ausgebreitete und innere zusammenneigende Blätter für sich. Saft. Bei 0,6 cc.

ältere 5,0 jüngere 6,4.

Ein gleicher Versuch mit *S. assimile*. Bei 0,9 cc.

ältere 9,5 jüngere 9,3.

2. Ein Gleiches. Von 2 Rosetten äussere, mittlere und innere Blätter. Bei 1 cc Saft. äussere 4,1 mittlere 4,3 innerste 4,6.

3. *Echeveria globosa*. Versuch wie in n. 2. Saft. 0,6 cc

aussen 3,9 mitten 5,3 innen 5,9.

4. *Mesembryanthemum rubro-cinctum*. 22. Juni. Blätter folgender Entwicklungsstufen:

1. jüngste, noch aneinander liegend; 2. halbgeöffnete,  $\frac{1}{3}$  der endlichen Grösse erreichend; 3. halbwtüchsig; 4. ausgewachsene.

Relative Acidität des Saftes: 1. 0,8; 2. 1,0; 3. 1,1; 4. 1,15.

5. *Saxifraga ciliatior*. Aeussere und innere Blätter einer Rosette. . 0,6 cc Saft.

äussere 4,0 innere 5,0.

6. *Echeveria secunda*. Junge und ausgewachsene Blätter. Relative Acidität:

jung 2,5 alt 2,0.

Ein zweiter Versuch jung 2,2 alt 1,7.

7. Junge und ausgewachsene Blätter, gleiche Mengen mit gleichen Wassermengen zerrieben. Relative Acidität.

	jung	alt
a) <i>Alliaria</i>	0,5	0,4
b) <i>Lonicera tatarica</i>	1,0	0,8
c) <i>Anthriscus silvestris</i>	0,5	0,45
d) <i>Veronica Chamadrys</i>	0,25	0,2
e) <i>Plantago lanceolata</i>	0,4	0,3
f) <i>Quercus fastigiata</i>	0,55	0,4
g) <i>Cytisus Laburnum</i>	0,6	0,5
h) <i>Brassica oleracea</i>	3,5	2,0 (Saft).

8. *Aconium tabulaforme*. Junge Blätter  $\frac{1}{3}$  von der natürlichen Grösse und ausgewachsen.

jung 1,5                      ausgewachsen 1,2.

9. *Bryophyllum*. Junge Blätter 3—4 cm, erwachsene 8 cm lang. Versuch wie vorher.

jung 1,3                      erwachsen 1,4.

Ein 2. Versuch    jung 3,1                      erwachsen 4,3 (bei 1 cc Saft).

Ein 3. Versuch    jung 1,5                      erwachsen 2,7 (bei 4 cc Saft).

Ein 4. Versuch    jung 1,5                      erwachsen 1,8 (bei 0,3 cc Saft).

d) Grüne und herbstlichgelbe Blätter.

Versuche mit gleichen Gewichts- und Wassermengen, relative Acidität.

	grün	gelb
a) <i>Astrapaca</i>	0,3	0,5
b) <i>Colens</i>	0,4	0,5
c) <i>Viburnum</i>	0,5	1,0
d) <i>Sparmannia</i>	0,3	0,4.

### Tabelle III.

#### 1. Normale und etiolirte Keimlinge.

1. *Vicia Faba*. Gleichaltrige, unter gleichen äusseren Verhältnissen erwachsene Keimlinge in Wassercultur: die einen unter Glas-, die andern unter Zinkrezipient am Fenster stehend. Je 5 Pflanzen, ohne Cotylen, mit 30 cc Wasser zerrieben und hinreichend klar filtrirt.

a) 29. October. Gesamtlänge d. h. Epicotyl und Wurzel der Pflanze  
im Licht 40—55 mm  
im Dunkel 55—65 mm.

Acidität d. h. Laugenverbrauch von 5 cc Lösung: Licht 1,0  
Dunkel 1,3.

b) 31. October. Länge im Licht 70—95 mm. Acidität 1,5.  
im Dunkel 80—115 „ (3 cc) 1,7.

c) 1. November. Länge im Licht 85—95 mm. Acidität 2,0.  
im Dunkel 200—250 „ (3 cc) 3,0.

d) 5. November. Länge im Licht 150—175 „ Acidität gleich.  
im Dunkel 290—340 „ (4,0)

e) In einem späteren Versuch wird die Acidität im Licht höher als im Dunkel.

2. *Balsamina hortensis*. Wassercultur wie oben. 50 Stück ganze Pflanzen mit 30 cc Wasser zerrieben.

a) Länge im Licht 25—35 mm. Acididät 1,0.  
im Dunkel 40—55 „ (3 cc) 1,0.

b) 2 Tage darauf. Länge im Licht 45—70 mm. Acididät 1,0.  
im Dunkel 70—80 „ 1,2.

c) 3 Tage darauf. Länge im Licht 30—60 mm. Acididät gleich.  
im Dunkel 35—55 „

3. *Soja hispida*. Wassercultur wie oben. 3 ganze Pflanzen mit 30 cc Wasser  
Gesamtlänge im Licht 65—75 mm. Acididät 0,7.  
im Dunkel 110—120 mm. (3 cc) 0,8.

4. *Lepidium sativum*. 100 ganze Pflanzen mit 30 cc Wasser.

a) Gesamtlänge im Licht 45 mm. Acididät 0,5.  
im Dunkel 60 „ (3 cc) 0,6.

b) Gesamtlänge im Licht 75—80 mm. Acididät 0,5.  
im Dunkel 75—95 „ 0,8.

5. *Sinapis alba*. 100 ganze Pflanzen mit 30 cc Wasser.

a) Gesamtlänge (24. Oct.) im Licht 55—70 mm. Acididät 2,7.  
im Dunkel 65—75 „ (5 cc) 2,5.

b) Tags darauf. Länge im Licht 75—90 mm. Acididät 2,5.  
im Dunkel 85—110 „ 2,5.

c) 50 Stück Pflanzen anderer Cultur.

Länge im Licht 45—50 mm. Acididät 1,5.  
im Dunkel 50—70 „ (3 cc) 1,3.

d) Aehnlicher Versuch (50 Stück).

Länge im Licht 35—50 mm. Acididät gleich.  
im Dunkel 65—95 „

e) Ein gleicher Versuch. Länge im Licht 55—70 mm. Acididät 1,5.  
im Dunkel 80—140 „ (3 cc) 1,7.

## 2. Dunkelkeimlinge vermehren ihre Säure.

1. Von *Vicia Faba* werden 4 Samen (incl. Schale) und vier Dunkelkeimlinge mit einander verglichen. Die Keimlinge hatten Wurzeln von 8—8,5 cm, und Epicotyle von 2—5 cm. Kochend extrahirt und auf gleiches Volum gebrecht. 5 cc Solution. Samen 0,5 Keimlinge 0,7.

2. Dieselbe Pflanze. 4 Samen und 4 Keimlinge. Letztere mit Wurzeln von 10—11,5 cm, Epicotylen von 5—7 cm. — Auf 50 cc Extract. 10 cc ergeben  
 Samen 0,3                      Keimlinge 0,9.

3. Samen und Keimlinge derselben Pflanze von W. = 10 cm, Epic. = 4—5 cm. — In 5 cc  
 Samen 0,4                      Keimlinge 0,8.

4. *Pisum sativum*. 8 Samen und 8 Dunkelpflanzen von etwa 5 cm und mehr.  
 Samen 0,4                      Keimlinge 1,4.

5. *Phaseolus*. Keimlinge von 4—5 einer-, und 8—10 cm Länge des Hypocotyls andererseits 5 cc.  
 jüngere Keimlinge 0,4                      ältere 0,8.

Ein zweiter Versuch mit 5 Pflanzen von 5 und 15 cm Länge. Auf 100 cc gebracht. In 5 cc  
 jüngere 0,3                      ältere 0,4.

Ein dritter Versuch mit Epicotylen von 10 und 15 cm. Acidität wie 0,5:0,75.

### 3. Dunkelpflanzen ans Licht gesetzt verlieren Säure.

1. Dunkelkeimlinge von *Phaseolus* 15—25 cm hoch: theils im Dunkelrecipienten theils unter Glasglocken im Licht nebeneinander gehalten. Gleiche Mengen unter gleichem Wasserzusatz zerrieben.

Exposition von 1/29 bis 11 Uhr, also 2 1/2 Stunden.

	Licht	Dunkel
Stengel	1,3	1,5
Blätter	1,0	1,1.

Exposition von 8 1/2—4 Uhr, also 7 1/2 Stunden. Vier Stengel.

	Licht	Dunkel
1. Versuch	1,0	1,5
2. Versuch	1,0	1,3
3. Versuch	1,2	1,9

Exposition von 8—3 Uhr. 20,3 gr Stengel mit 25 cc Wasser.

Dunkel 2,3    Licht 2,0.

2. Gleicher Versuch. Exposition von Fröh 8 Uhr an, verschiedene Dauer. Meist directe Sonne. Stengel 5—6 cm lang; 3,37 gr Substanz mit 20 cc Wasser. 2 cc.



	Cotylen	Stengel	Wurzel
Dunkel	0,8	1,15	0,7
Licht 2 Stunden (günlich geworden)	0,6	1,10	0,75
Licht 4 Stunden	0,5	1,10	0,6
Licht 6 Stunden	0,5	1,00	0,6

3. Gleicher Versuch. Stengel 5—6 cm lang. Substanz 3,75 gr; Wasser 20 cc.  
In 2 Stunden schwach, in 4 Stunden wohl ergrünt. — 2 cc.

	Cotylen	Stengel	Wurzel
8 Uhr Dunkel	0,9	0,525	0,5
10 Uhr 2 St. Licht	0,8	0,4	0,5
10 Uhr 4 St. Licht	0,8	0,5	0,6

4. Etiolierte Bohnen, 10—12 cm hoch. Von 8—3 Uhr exponirt.

	Cotylen	Stengel	Wurzel
Dunkel	0,8	0,7	0,65
Licht	0,7	0,6	0,6

5. Desgl. Von 7—3 Uhr im Licht, ergrünt. 6—8 cm lang.

	Cotylen	Stengel	Wurzel
Dunkel	1,3	1,5	1,0
Licht	1,1	1,2	1,0

6. Desgl.

Dunkel	0,95	1,6	1,3
Licht	0,7	1,5	1,0

7. *Vicia Faba*. Etiolierte Stengel 10—15 cm hoch. 1 Tag im Licht, völlig ergrünt. 31,87 gr Substanz mit 25 cc Wasser.

Dunkel 6,5      Licht 6,0.

#### 4. Versuche über das Verhalten der Säure beim Stengelwachstum im Dunkel.

1. *Phaseolus*. Epicotyle Glieder, unten abgeschnitten, die Knospe mit den etwa 1,5 cm langen Blättchen belassen. 5 Stück ganz gleich in doppelter Serie ausgewählt, die eine Reihe sofort verwendet, die andere in Reagensgläsern in einer etwa 1 cm hohen Wasserschicht stehend, im Dunkel wachsen lassend.

	Urspr. Grösse	Erreichte Grösse nach 24 St.
2 Stück	9,5	11,0
1 Stück	9,0	11,0
2 Stück	5,5	7,0
Gesamtlänge	39 cm	47 cm

Demnach Gesamtzuwachs 8 cm.

Die ausgekochte Substanz auf 47 cc Volum gebracht. Bei 5 cc ergab sich Acidität (Laugenverbrauch): ursprünglich 0,4  
gewachsen 0,3.

2. Dieselbe Pflanze. Die Epicotylen Glieder unten an den Cotylen, oben an der Krümmung abgeschnitten. 24 Stunden.

	Urspr. Länge	Erreichte Grösse	
3 Stück	6,3	6,8	
1 Stück	5,3	6,2	
1 Stück	4,2	5,0	
Gesamtlänge	28,4	31,6	Zuwachs 3,2 cm.

Acidität fast gleich, die gewachsenen eine Spur weniger sauer.

3. Hypocotyle der Bohne. 24 Stunden.

	Urspr. Länge	Erreichte Grösse	
5 Stück	10,0	10,5	
3 Stück	7,5	8,0	
Gesamtlänge	72,5	76,5	Zuwachs 4 cm.

Die Säuremenge war absolut gleich geblieben.

4. Derselbe Versuch. Die Hypocotyle bereits am Ende des Wachstums.

	Urspr. Länge	Erreichte Grösse	
Je 1 Stück	10,8	11,2	
	8,3	8,6	
	8,3	8,6	
	7,0	7,3	
	5,5	5,7	
Gesamtlänge	39,9	41,4	Zuwachs 1,5 cm.

Säure absolut gleich.

5. Hypocotyle Glieder, 6 Stück von 50,2 cm zusammen auf 52,6 cm in toto binnen 24 Stunden erwachsen ergeben sehr deutlich Säureabnahme.

6. Hypocotyle Glieder.

	Urspr. Länge	Erreichte Länge
2 Stück	8,0	8,3
4 „	6,7	7,0
4 „	6,0	6,3
4 „	4,9	5,2

14 Stück erreichen Zuwachs von 4,2 cm. Acididät urspr. 1,15, später 1,0.

7. Bohnenhypocotyle 6,8 cm gross erreichen in 48 Stunden eine Länge von 7,2. Die Acididät verringert sich von 0,4 auf 0,3.

8. Ein gleicher Versuch. Hypocotyle von 6,6 auf 7,4 gewachsen. — Säure hat abgenommen.

9. Epicotyle von Bohnen. Ueber Nacht von 6,5 auf 7,0 gewachsen. Acididät von 1,15 auf 1,0 gefallen.

3 gleiche Versuche mit gleichem Resultate.

10. Grüne Pflanzen, 12 Stück mit rund 4 cm Zuwachs ergeben Abnahme der Acididät von 1,1 auf 1,0.

11. Versuch mit Keimlingen von *Vicia Faba*.

	Urspr. Länge	Erreichte Grösse	Acididät
2 Stück	5,0	5,4	fällt von 0,6 auf 0,5
1 „	4,3	4,8	
2 „	6,3	6,9	
1 „	6,0	6,9	
1 „	6,5	6,9	
4 „	5,5	6,2	
5 „	7,2	7,4	
16 Stück mit	97,4	105,0	Zuwachs 7,6 cm.

12. Versuche mit *Lepidium* in Wasserkultur. Die Pflänzchen lassen sich überaus sauber unversehrt gewinnen, abzählen und mit Wasser zerreiben.

a) Versuch mit etiolirten Pflänzchen. 200 Stück mit 25 cc Wasser. — Verglichen werden

1. Samen mit 1—2 mm langen Würzelchen, Cotylen noch in den Schalen;
2. Pflänzchen 2 Tage älter, aus den Schalen, Hypocotyl mehrere mm lang, Würzelchen bis 1 cm;
3. 4 tägige Pflänzchen;
4. 14 tägige, im Dunkel nicht mehr wachsende, von der bekannten Schlussgrösse.

In allen diesen Fällen war bei 2 cc Lösung und 0,3 Laugenverbrauch jedesmal die erste Röthung — also nicht die mindeste Säurevermehrung zu finden.

- b) Grüne Lichtpflanzen. 100 Stück mit 25 cc Wasser. Untersucht sind folgende Stadien
1. Cotylen grün, noch gefaltet;
  2. Tags darauf, Keimling im Ganzen 3,5 cm lang davon Hypocotyl 1 cm;
  3. und 4. Je 1 Tag später.

Resultat: Zwischen Stadien 1. und 2. ist kein Säureunterschied; wohl aber steigt die Acidität zwischen 2. und 3. und 3. und 4.

c) Etiolirte, ausgewachsene Pflanzen und solche, die nach 2tägigen Verweilen am Licht völlig ergrünt waren. 200 Pfl. mit 25 cc Wasser. 2 cc Lösung werden bei den etiolirten Pflanzen mit 0,3 bei den ergrünten erst mit 0,4 Lauge neutralisirt.

d. Der gleiche Versuch, nach 1½tägiger Lichtexposition.

Bei 5 cc Lösung brauchen die etiolirten Pfl. 1,0

die ergrünte Pfl. 1,1 Lauge.

e) Ein gleicher Versuch. 2 cc Lösung. Etiolirte Pfl. 0,3

Ergrünte Pfl. 0,4.

f) Derselbe Versuch, Ergrünung sehr schön. Bei 5 cc Lösung wie oben in d.

g) Dunkelpflanzen und von Anfang an im Licht befindliche grüne Pflanzen. Sie wurden in gleicher Grösse mit 0,5 cm hohen Hypocotylen, 1,5 cm langen Wurzeln und gefalteten Cotylen genommen. 200 Stück mit 25 cc Wasser.

Lichtpflanzen 0,35    Dunkelpflanzen 0,3 cc    Laugenverbrauch für 2 cc Lösung.  
Das Gesamtergebnis dieser Versuche ist:

1. Die Kresse wächst im Dunkel zu der erreichbaren Grösse ohne nachweisbare Säurevermehrung;
2. Bei normaler Lichtkeimung vermehrt sich die Säure;
3. Auch beim Ergrünen wird die Säure (nach 1—2 Tagen) vermehrt.

**Tabelle IV.**

## 1. Säure bei Tag und Nacht.

## a) Blätter.

1. *Chloranthus inconspicuus*. Von Topfpflanzen aus dem Glashaus; gleiche Blätter 8 Uhr Früh und 3 Uhr Nachmittags (26. November). 2,3 gr Substanz mit 23 cc Wasser. Dunkel 0,5 Licht 0,4.

2. *Mogiphancs brasiliensis*. In ähnlicher Weise. Tags über Sonne.

Dunkel 0,45 Licht 0,3.

3. 2. Mai. Blätter von *Geranium pyrenaicum* Morgens 8 Uhr und Nachmittags 3 Uhr aus dem Freien genommen. 8 gr mit 25 cc Wasser. 2 cc Lösung.

Morgens 1,1 Nachmittags 1,0.

4. *Geranium pratense*. Derselbe Versuch mit 5 gr. 2 cc Lösung.

Morgens 5,8 Nachmittags 0,7.

5. *Sium latifolium*. Erwachsene Blätter, 8 gr mit 25 cc Wasser.

Morgens 1,2 Nachmittags 1,0.

*Aegopodium Podagraria* wurde mit gleichem Erfolg geprüft.

6. *Rumex obtusifolius*. Saft der Blattfläche.

Morgens 4,6 Nachmittags 3,9.

Ein gleicher Versuch Morgens 3,7 Nachmittags 3,0.

7. 3. Mai 1881. An warmem, sonnigem Tage, Morgens 7 Uhr und Nachmittags 3 Uhr, Pflanzen aus dem Freien.

## Acidität

## Morgens Nachmittags

1. Blätter von *Taraxacum* 0,6 0,5

2. Blätter von *Plantago lanceolata* 0,55 0,5

3. Blätter von *Trifolium pratense* 1,3 1,0

8. *Sanchezia nobilis*. Februar. 18 gr Blattsubstanz mit Wasser.

Morgens 2,1 Nachmittags 2,0.

9. *Hedychium Gardnerianum*. 4 Blätter, Gewicht 19,7 gr. Wasserzusatz 100 cc. — Bei 10 cc Laugenverbrauch

Morgens 1,5 Nachmittags 1,0.

10. *Peperomia magnoliifolia*. 3 Blättchen, Gewicht 42,4 gr. — 2 cc Saft mit 5 cc Wasser verdünnt.

Früh 8 Uhr 1,4 Nachm. 2 Uhr 1,0.

11. *Begonia Rex* in derselben Weise

Früh 7,4 Nachm. 6,5.

12.	<i>Peperomia incana.</i>	Wie n. 10.	Nacht 0,6	Tag 0,4.
13.	<i>Haworthia.</i>	Relative Acidität		
		<i>H. turgida</i>	<i>H. planifolia</i>	
		Morgens 1,8	2,0	
		Nachm. 1,0	1,2.	
14.	<i>Aloc altissima.</i>		Morgens 2,4	Nachm. 2,0.
15.	<i>Crassula portulacaoides.</i>		„ 6,5	„ 3,0.
16.	<i>Crassula arborescens.</i>		„ 7,2	„ 6,0.
17.	<i>Sempervivum Haworthi.</i>		„ 10,2	„ 9,0.
18.	<i>Astragalus mollis.</i>		„ 1,0	„ 0,7.
19.	<i>Pteris elegans.</i>		„ 0,9	„ 0,7.
20.	<i>Begonia semperflorens.</i>		„ 4,6	„ 4,0.
21.	<i>Mesembryanthemum cruciatum.</i>		„ 7,0	„ 6,7.
22.	<i>Pelargonium tomentosum.</i>		„ 6,6	„ 5,0.
23.	<i>Rhipsalis brachiata</i>		„ 0,7	„ 0,3.
24.	<i>Anthriscus silvestris.</i>		„ 0,8	„ 0,6.

#### b. Ganze Pflanzen.

1. *Bryophyllum.* Ganze Pflanzen, etwa 10 cm hoch mit Wurzeln und 6 Blättern.  
0,8 cc Saft. Morgens 4,3 Mittags 3,0.
2. *Sempervivum.* Saft. Morgens 7,5 Nachmittags (2 Uhr) 6,0.
3. *Echeveria secunda.* Saft der Gesamtpflanze. Trüber Tag.  
Morgens 8,0 Nachmittags 7,0.

#### 2. Kurze Exposition, Licht und Dunkel.

##### Blätter.

##### 1. Versuche mit *Mesembryanthemum.*

a) *M. maximum.* Zwei gleiche Triebe, von denen der eine in der Sonne, der andere im Dunkel weilt, von 11 $\frac{1}{2}$  Uhr Früh bis 4 $\frac{1}{2}$  Nachmittags.

Dunkel 1,0 Licht 0,8.

b) *M. albinotum* in gleicher Weise.

Dunkel 0,9 Licht 0,6.

c) *M. depressum.* 3 $\frac{1}{2}$  Stunden exponirt.

Dunkel 2,1 Licht 1,6.

d) *M. Burchelli*. 4½ Stunden.

Dunkel 2,3      Licht 1,9.

e) *M. linguiforme*. Von 8—11½ Uhr. Sonne.

Dunkel 6,0      Licht 5,7.

Ein 2. Versuch „ 4,5      „ 4,0.

Ein 3. Versuch „ 2,7      „ 2,5.

2. *Semprevivum*. 2 Rosetten, die eine im Dunkel, die andere 4 Stunden dem Licht exponirt.

Dunkel 3,8      Licht 3,5.

3. *Saxifraga elatior*. 3 Rosetten früh 6¼ Uhr ins Dunkle, die zugehörigen 2 Stunden (bis 8¼ Uhr) in der Sonne (24. Juni 1880).

Dunkel 5,2      Licht 4,9.

4. *Saxifraga cartilaginea*. Tagespflanze und solche, welche 3½ Stunden im Dunkel verweilte.

Dunkel 4,3      Licht 3,5.

#### Blattstiele.

5. *Rhœum Emodi*. Junge Blattstiele (ohne Fläche) in Wasser stehend. 4 Stunden Licht und Dunkel exponirt. Saft. 0,5 cc.

Dunkel 6,5      Licht 6,1.

Gleicher Versuch 3¾ Stunden. Dunkel 7,5      Licht 7,0.

Gleicher Versuch 9—10 Uhr exponirt. Dunkel 7,0      Licht 5,9.

6. *Rumex obtusifolius*. 4 Stunden mit Fläche exponirt. 1 cc Saft.

Dunkel 5,15      Licht 4,1.

Gleicher Versuch, mit Blattfläche ¾ Stunde exponirt. 1 cc Saft.

Dunkel 6,9      Licht 6,0.

Gleicher Versuch ohne Blattflächen exponirt, 3 Stunden.

Dunkel 3,6      Licht 3,2.

7. Blattstiele von *Ecballium Elaterium*. 8—10½ Uhr, in der Sonne. Saft. 2 cc.

Dunkel 3,5      Licht 2,0.

Gleicher Versuch 11—3 Uhr, zum Theil trüber Himmel.

Dunkel 2,1      Licht 1,3.

Gleicher Versuch. Exposition 1 Stunde.

Dunkel 1,3      Licht 1,0.

Ganze Pflanze.

8. *Vicia Faba*. Keimlinge von 10 cm Höhe, 6 Stunden der Sonne exponirt oder im Dunkel gehalten. 18,73 gr Substanz erschöpft und auf 52 cc Lösung gebracht. 2 cc.

Dunkel 4.5      Licht 4.0.

Die Säure nimmt im Dunkel anfangs zu, später ab.

9. *Bryophyllum*. Von je 4 Blättern stets 5,7 gr mit 30 cc Wasser zerrieben. Um 10 Uhr (20. Octob.) früh in's Dunkle. — 2 cc Lösung.

10 Uhr	1,45
12 Uhr (2 Stunden dunkel)	1,5
3 Uhr (5 Stunden dunkel)	1,7
8 Uhr (21. Oct., 22 Stunden)	1,75

10. Dieselbe Pflanze. 4 gr mit 20 cc Wasser. — 2 cc.

8 Uhr früh	1,3
4 Stunden im Dunkel	1,3
6    "    "    "	1,5
9½ "    "    "	1,7
24    "    "    "	1,4

11. *Echeverria*. Blätter. 9,5 gr mit 40 cc Wasser zerrieben. 4 cc Lösung.

12 Uhr Mittags (normal)	1,5
3 Stunden im Dunkel	1,55
6    "    "    "	1,75
8½ "    "    "	1,95
18    "    "    "	1,95
22    "    "    "	1,90
27    "    "    "	1,55

3. Die Lichtwirkung ist ganz local. — Intensität des Lichts.

a) Zwei Blätter derselben Pflanze.

1. *Bryophyllum*. Von einem Blattpaar mit möglichst gleich entwickelten grossen Blättern wird das eine den Tag über dem Licht exponirt, das andre ist in schwarzes Glanzpapier dicht anliegend lichtlos eingeschlossen. Säure in 1 cc Saft, Nachmittags 3 Uhr:

belichtet 1,3      umschlossen 3,3.



2. Derselbe Versuch mit *Aconium tabulaeforme*. 2 gleichgrosse, gleichaltrige und möglichst gleich aussehende Blätter, nebeneinander. Nachmittags. 1 cc Saft.

belichtet 1,9      umhüllt 3,0.

b) Hälften desselben Blattes.

Von einander gegenüberstehenden (*Bryophyllum*) oder nebeneinanderstehenden gleichen Blättern (*Aconium* und *Echeveria*) wird bei dem einen die vordere (von Spitze bis Mitte) beim andern die hintere Hälfte (Stiel bis Mitte) dicht in Staniol eingewickelt und die belichteten und verdunkelten Theile mit einander verglichen. Saft. 1 cc.

	belichtet	umhüllt
<i>Bryophyllum</i>	8,5	8,85
„ 2. Versuch	8,4	8,7
<i>Aconium</i> (Versuch 2 Tage)	1,5	2,0
„ Ein 2. Versuch (1 Tag)	0,75	0,8 (bei 0,4 cc Saft)
„ 3. Versuch 8—3 Uhr	1,2	1,5

*Echeveria*, die eine Hälfte der Rosette belichtet, die andere mit Staniol möglichst dicht umhüllt. 1 cc Saft.

diffuses Licht	2,3	Dunkel	3,3
Sonnen- „	1,9	„	3,1.

c. Blatttheile.

Ueber grosse *Bryophyllum*-Blätter werden, der Quere nach, etwa 1 cm breite Staniolbänder fest aufgelegt (2) und die Blätter an einem meist sonnigen Tag (28. Nov.) von 8 Uhr Morgens bis Nachmittags 3 Uhr dem Licht ausgesetzt. 0,4 cc Saft.

Beleuchtete Partie	0,9	verdunkelte	1,6
Ein gleicher Versuch 3 Stunden dauernd	1,1	„	1,4
Ein Versuch dem ersten gleich	0,85	„	1,3.

4. Versuche mit farbigem Licht.

1. Versuche mit *Bryophyllum*. Blätter Morgens median halbirt, die Hälften mit dem gleichfalls halbirt Stiel im Wasser stehend unter den Glocken dem Licht exponirt.

a) 18. Nov. 8—3 Uhr. Sonne.

2 cc	Tageslicht	1,5	4 cc	Tageslicht	3,5
	Gelbes Licht	1,9		Blaues Licht	3,7.

b) Gleicher Versuch. Etwas Sonne. 8—3 Uhr. 2 cc Saft.

Gelbes Licht 1,8

Blaues Licht 2,0.

c) Versuchsdauer 8 Tage. Meist trübe, ein sonniger Tag. 2 cc Saft.

Gelbes Licht 0,3

Blaues Licht 0,5.

d) Versuch von 8—3 Uhr. Gleiche Gewichtsmengen ausgekocht auf gleiches Volum gebracht. — 2 Versuche.

1. Gelbes Licht 2,0

2. Gelbes Licht 1,5

Blaues Licht 2,7.

Blaues Licht 2,1.

2. *Semprevivum latifolium* und *californicum*. Rosetten in 4 Theile. 8—3 Uhr je  $\frac{1}{4}$  in Licht, Dunkel und Gelb. — 2 cc Saft.

a) *latifolium*

b) *californicum*

Licht 1,8

1,8

Gelb 2,1

2,0

Dunkel 2,15

2,1.

## 5. Periodicität.

### 1. Versuche mit *Bryophyllum*.

1. 14. October 1880. Von jungen etwa 6 cm hohen mit 4—6 Blattpaaren versehenen Exemplaren, die Blätter und zwar 6,4 gr mit 32 cc Wasser zerrieben. Trüber Tag.  $5\frac{1}{4}$  Abends starke Dämmerung. 2 cc Lösung.

Zeit	Acidität
8 Uhr Vormittag	1,6
10 Uhr Vormittag	1,3
12 Uhr Mittags	1,15
3 Uhr Nachm.	1,05
$5\frac{1}{4}$ Uhr Nachm.	1,35
den ganzen Tag im Finstern	1,4

2. Gleicher Versuch. 15. October. Tag trübe, in den Mittagsstunden heiter, aber die Pflanzen ohne directe Sonne. 9 gr Blätter mit 45 cc Wasser. 2 cc.

Zeit	Acidität	CuO bei der Zuckerbestimmung
8 Uhr, seit 6 Uhr im Dunkel	1,95	—
8 Uhr, normal	1,75	0,0975
$9\frac{3}{4}$ Vormittags	1,675	—

Zeit	Acidität	CuO bei der Zuckerbestimmung
11 Uhr Vormittags	1,25	—
12 Uhr Mittags	1,075	0,1235
2¼ Uhr Nachm.	1,05	
3½ Uhr Nachm.	1,1	

3. Gleicher Versuch. 16. October. Trüber Tag.

Zeit	Acidität
8 Uhr früh (seit 6 Uhr allmählich Tag)	1,3
9½ Uhr Vorm.	1,05
11½ Uhr Vorm.	1,05
1¼ Uhr Nachm.	0,7
3¼ Uhr Nachm.	0,7
5¼ Uhr Nachm. (völlig dunkel)	1,4.

4. Versuche, so angestellt, dass von den gleichen Blätter 6 von der Spitze ab hinter einander liegende Abschnitte zu verschiedenen Stunden von der Pflanze genommen wurden. In Versuch I 4,04 gr Substanz mit 20 cc Wasser. In Versuch II 9,40 gr Substanz mit 40 cc Wasser. Je 5 cc Lösung.

Zeit	Acidität	
	I	II
30. Nov. 8 Uhr Vorm.	2,75	3,4
10 Uhr Vorm.	2,4	3,0
11½ Uhr Vorm.	2,25	3,2
1 Uhr Nachm.	1,8	2,5
3 Uhr Nachm.	1,1	1,8
4 Uhr Nachm.	1,4	1,6.

5. Am 9. August, einem trübem Tage, der gegen und über Mittag noch durch Regen verdunkelt wird, an dem aber Abends zwischen 5 und 6 Uhr Sonne (auch auf die Pflanzen) scheint, und gegen 7 Uhr Dämmerung beginnt werden *Bryophyllum*-Pflanzen stündlich untersucht. Die Exemplare waren tadellos, etwa 2 de hoch, hatten 3—4 einfache Blattpaare und gewöhnlich 1 Knospenblattpaar. Nur die Blätter zu Saft verarbeitet. Laugenverbrauch für 1 cc Saft.

7 <sup>am</sup>	4,8	11 <sup>a</sup>	3,8	3 <sup>p</sup>	2,8	7 <sup>p</sup>	2,0
8 <sup>a</sup>	4,6	12 <sup>m</sup>	3,9	4 <sup>p</sup>	2,8	8 <sup>p</sup>	1,9
9 <sup>a</sup>	4,5	1 <sup>p</sup>	3,6	5 <sup>p</sup>	2,3	9 <sup>p</sup>	2,0
10 <sup>a</sup>	4,1	2 <sup>p</sup>	3,3	6 <sup>p</sup>	1,5	10,8	6 <sup>a</sup> 5,2

2. Versuche mit *Echeveria*.

1. *Echeveria Scheideckeri*. 18. October. Je 4 Blätter von verschiedenem Alter im Gewicht von 9,5 gr mit 40 cc Wasser. Tag trübe, gegen 1 Uhr werden die Pflanzen von der Sonne bis nach 3 Uhr beschienen. 5½ Uhr bereits starke Dämmerung.

Zeit	Acidität
8 Uhr Vormittag	1,7
10 Uhr Vormittag	1,6
12 Uhr Mittags	1,4
1½ Uhr Nachm.	1,3
3 Uhr Nachm.	0,9
5½ Uhr Abends	1,0

2. Dieselbe Pflanze. 1. und 2. Dezember. 2 Versuche, der erste mit je 2 Blättern (ein jüngeres und ein älteres) im Gewicht von 2 gr und 5 cc Wasser, der 2. in gleicher Weise, Blattgewicht 1,5.

Zeit	Acidität	
	I	II
8 Uhr Vorm.	1,9	2,0
10 Uhr Vorm.	1,7	2,1
12 Uhr Mittags	1,4	1,4
1 Uhr Nachm.	1,1	1,4
3 Uhr Nachm.	1,1	0,9
4 Uhr Nachm.	0,8	1,0

6. Die nächtliche Säurebildung unterbleibt in CO<sub>2</sub> oder H.

1. In CO<sub>2</sub>-Atmosphäre (bei Abschluss von O) findet keine nächtliche Säurebildung statt.

Möglichst gleichmässige und grosse Exemplare (Rosetten), im Topf und Freien erwachsen, wurden an sonnigen Tagen, meist nach stundenlanger Besonnung halbirt. Die eine Hälfte (als Tagpflanze) unmittelbar auf Saft verarbeitet, die andere Hälfte im feuchten dunkeln Cylinder einem von Anfang an permanent gehenden CO<sub>2</sub>-Strom ausgesetzt. Der Regel nach von Nachmittags 3 Uhr bis andern Tags 8 Uhr; der Blasenstrom ging secundenweise.

Versuche vom 8—11 Mai 1883.

1. Grosse Rosetten von *Sempervivum Requieni* und *Echeveria pumila nova*; die eine Hälfte über Nacht unter Glocke in gewöhnlicher Luft, die andere im CO<sub>2</sub>-Strom. 1 cc Saft.

- a) *Sempervivum*. In Dunkel und Luft 3,6 genau 3,45  
 In Dunkel und CO<sub>2</sub> 1,9 genau 1,8.  
 b) *Echeveria pumila*. In Dunkel und Luft 2,1  
 In Dunkel und CO<sub>2</sub> 1,2.

2. Ein gleicher Versuch mit *Echeveria secunda*, die eine Hälfte Nachmittags 3 Uhr sofort, die andere aus dem CO<sub>2</sub>-Strom andern Morgen 8 Uhr verarbeitet. 1 cc Saft.

Licht 1,0  
 Nacht und CO<sub>2</sub> 1,1.

3. Die gleichen Pflanzen, wie in Versuch 1 und 2 und daneben *Bryophyllum*-Zweige. Die eine Hälfte aus dem Licht Nachmittags 3 Uhr, die andere am folgenden Morgen aus dem CO<sub>2</sub>-Strom; bei 2 Pflanzen auch nächtliche Kontrolle in Luft.

	Licht	Nacht CO <sub>2</sub>	Nacht Luft
a) <i>Echeveria secunda</i>	1,5	1,5	—
b) <i>Echeveria pumila</i>	1,5	1,6	—
c) <i>Sempervivum</i>	2,0	2,3	6,0
d) <i>Bryophyllum</i>	2,0	2,25	4,0.

4. Versuche in Licht und nächtlichem CO<sub>2</sub>-Strom mit *Echeveria pumila*, *Sempervivum Wulffeni* und *rubicundum*, *Mesembryanthemum adscendens*. 1 cc Saft.

	Licht 3 Uhr	Nacht CO <sub>2</sub>
a) <i>Echeveria</i>	1,5	1,5
b) <i>Sempervivum Wulff.</i>	3,5	3,0
c) <i>Mesembryanthemum</i>	1,6	1,5
d) <i>Semp. rubic.</i>	2,7	2,7.

Ein Control-*Sempervivum* in Luft, Licht und Dunkel ergab 2,2 und 3,0 Laugenverbrauch.

5. Zwei *Semperviven* (*blandum* und *Verlotti*) in analoger Art.

	Licht 3 Uhr	Nacht CO <sub>2</sub>
<i>S. blandum</i>	2,0	2,2
<i>S. Verlotti</i>	2,0	2,2.

6. *Echeveria secunda*. Halbirte Rosetten 1. für Licht und Dunkel normal, 2. für Licht und CO<sub>2</sub> verglichen. — 1 cc Saft.

	Normal	CO <sub>2</sub>
Licht	0,7	1,0
Dunkel	3,7	1,0.

7. *Bryophyllum*. 1 cc Saft (der Blätter).

	Licht	Dunkel norm.	Dunkel CO <sub>2</sub>
1. Versuch	1,5	7,0	1,5
2. Versuch	1,0	9,5	1,0.

2. In H ist die Säurebildung völlig oder doch theilweise behindert.

In den folgenden Versuchen sind die Versuchshälften über Nacht in einer mit H gefüllten und mit Quecksilber gesperrten Glocke untergebracht.

a) *Echeveria secunda*. 5. Juni.

	Normalpfl.	H-Versuch
3 Uhr Nachmittags	0,2	0,2
Andern Tags früh 8 Uhr	0,5	0,3

b) *Bryophyllum*. 2. Juli 82.

3 Uhr Nachmittags	0,2	0,55
Andern Morgen 8 Uhr	0,75	0,7.

c) Dieselbe Pflanze.

3 Uhr im Licht	6 Uhr früh in Luft	6 Uhr früh in H
0,2	1,1	0,3.

7. Die Entsäuerung des Saftes bei Tag wird in CO<sub>2</sub> gänzlich, in H wenigstens theilweise verhindert.

1. Versuche mit *Bryophyllum* vom 20—27 Mai 1882. Morgens 6 Uhr wird von Topfpflanzen mit mehreren Blattpaaren die eine Hälfte der Blätter als Controlle abgenommen und zu Saft verarbeitet. Die Pflanzen, mit der correspondirenden Hälfte der Blattpaare (in den Töpfen) unter geräumigen Glocken die auf matte Glasplatten aufgedichtet waren, dem Licht (6—8 diffus, dann directe Sonne) bis 2 Uhr Nachmittags exponirt. Eine Partie in Glocke mit gewöhnlicher Luft und geöffnetem Tubulus; eine zweite im continüirlichen CO<sub>2</sub>-, eine dritte in gleichem H-Strom. Die Luft wurde zunächst durch rasches Einleiten der Gase nach Möglichkeit verdrängt und dann der Gasstrom in secundenschnellen Blasen durchtreten lassen. Acidität von 1 cc Saft.

	Normal	In H	In CO <sub>2</sub>
Früh 6 Uhr	1,0	1,0	0,9
Nachmittags 2 Uhr	0,3	0,7	0,9.

2. Versuch. Stets Sonne.			
	Normal	In H	In CO <sub>2</sub>
Morgens 8 Uhr	1,35	1,3	1,0
Nachmittags 3 Uhr	0,2	0,35	1,2.
3. Versuch. Stets Sonne.			
Früh 8 Uhr	1,0	0,85	1,0
Mittags 3 Uhr	0,3	0,75	1,05.
4. Versuch. Zumeist Sonne.			
Morgens 6 Uhr	1,7	1,5	1,5
Nachmittags 3 Uhr	0,5	0,7	1,5.
5. Versuch. Stets Sonne.			
Früh 8 Uhr	1,4	1,6	1,4
Mittags 3 Uhr	0,3	1,0	1,4.
6. Versuch.			
Morgens	1,6	1,5	1,4
Nachmittags	0,35	0,6	1,4.

2. Versuch mit *Bryophyllum*. 29. Nov. Von Früh 8 Uhr bis Nachmittags 3 Uhr; etwa 2 Stunden Sonne, sonst diffuses Tageslicht. 2 cc Saft. — Ohne Controllversuch.

	In H	In CO <sub>2</sub>
Morgens	1,0	0,7
Nachmittags	1,1	1,1.

3. Gleiche Pflanzen. 1. Dez. — Ohne Sonne.			
	Luft	H	CO <sub>2</sub>
Morgens 7 Uhr	2,0	1,3	1,7
Nachmittags 3 Uhr	1,85	1,5	1,65.
4. Desgl. Trüber Tag. 2. Dez.			
	Luft	H	CO <sub>2</sub>
Morgens 8 Uhr	1,5	1,1	1,3
Nachmittags 3 Uhr	1,45	1,2	1,4.

#### 7a. Versuche in CO<sub>2</sub> und O.

1. Eingewurzelte *Bryophyllum* mit 3—4 kleinen Blattpaaren, ebensolche *Echeveria secunda*, und abgeschnittene Zweige von *Crassula tetragona*. Von Früh 8 Uhr bis Nachmittags 3 Uhr am Fenster in diffusem Licht. Unter lufthaltiger Glocke

oder in solchen durch welche ein Strom von CO<sub>2</sub> oder reines Sauerstoffgas ging.  
11. Nov. 1880.

Von *Bryophyllum* wurden 3,3 gr Substanz mit 20 cc Wasser zerrieben; von *Crassula* 5 gr mit gleicher Menge Wasser, von *Echeveria* reiner Saft genommen. — 2 cc Lösung.

	<i>Bryophyllum</i>	<i>Crassula</i>	<i>Echeveria</i>
Morgens 8 Uhr	1,5	2,8	4,2
Nachmittag normal	1,2	2,5	2,5
Nachmittag CO <sub>2</sub>	1,5	3,0	4,0
Nachmittag Sauerstoff	1,35	2,6	—

2. *Bryophyllum*, *Echeveria* und *Aconium Hatworthi*. Von *Echeveria* Saft, von *Aconium* 11 gr Blatt mit 20 cc Wasser, von *Bryophyllum* eine tarirte, nicht gewogene Menge mit 20 cc Wasser. — 2 cc. Von Früh 8 Uhr bis Nachmittags 3 Uhr exponirt.

	<i>Echeveria</i>	<i>Bryophyllum</i>	<i>Aconium</i>
Licht normal	4,0	1,7	1,55
Licht CO <sub>2</sub>	5,0	2,5	2,6
Licht O	4,4		1,5.

3. Ein gleicher Versuch mit *Echeveria pumila*, *Schideckeri* und *Aconium*.  
Saft. 2 cc.

	<i>E. pumila</i>	<i>E. Schcid.</i>	<i>Aconium</i>
Licht normal	3,5	—	—
Licht CO <sub>2</sub>	4,8	3,45	2,3
Licht O	—	3,0	1,3.

4. 18. Nov. Exposition in der Sonne von 8 Uhr bis Nachmittag 3 Uhr.  
*Aconium*, *Mesembryanthemum lucidum*, *Sedum dendroides*. 2 cc Saft.

	<i>Aconium</i>	<i>Mes.</i>	<i>Sedum</i>
Licht CO <sub>2</sub>	4,0	2,6	3,5
Licht O	3,5	2,5	3,3.

### 8. Lichtversuche in CO<sub>2</sub> freier Atmosphäre.

Für diese Versuche wurden grosse horizontalliegende Glaszylinder benutzt, die auf der einen Seite an sich geschlossen waren, auf der andern mit sicher schliessenden durchbohrten dicken Gummistöpseln nach Einführung der Pflanzen und Kalistücke geschlossen werden konnten. Die Durchbohrung war zur Ausgleichung der Druckdifferenzen mit einem U-Rohr (mit Kalistücken gefüllt) versehen. Neben



die Pflanzen, wohl gereinigte Rosetten, in Glasschalen liegend, wurden rechts und links Glasnäpfe mit viel frischen Kalistücken gestellt. Die eingeführten Rosetten wurden, je eine oder mehrere, ganz gewichtsgleich hergestellt, die eine Hälfte sofort verarbeitet, die andere nach dem Versuch wieder gewogen und in gleicher Weise verwendet. Versuche im Freien, in Sonne oder leichtem Schatten.

1. *Echeveria secunda*. Versuch mit 2 Rosetten beginnt Früh 8 Uhr und dauert bei warmen Wetter und lichter Sonne bis Nachmittags 3 Uhr.

Gewicht der Rosetten vor dem Versuch	34,55
" " " nach " "	33,80
Gewichtsverlust	0,75

Die Substanz mit kochendem Wasser erschöpft auf 140 cc gebracht.

Säurebestimmung. Licht zu Dunkel = 8 : 13.

Zuckerbestimmung in 100 cc ist CuO	Dunkel	0,335
	Licht	0,411.

2. Ein gleicher Versuch (9. August). 1 Rosette wiegt vorher	50,67
nachher	50,50
Verlust	0,17.

Auf 130 cc gebracht.

Säure bei Tag und Nacht = 11 : 16.

Zucker in 100 cc ist CuO	Nachts	0,397
	Tags	0,509.

3. *Semprevivum Verletti*. 13. Juli. Die Rosetten werden halbirt, jede Hälfte wiegt 13 gr. Gewichtsverlust von Früh 8 bis Nachmittags 3 Uhr etwa 0,5. Durch die Recipienten ging langsam ein gereinigter Luftstrom. Volum des Auszugs 250 cc. Säure: in 5 cc Laugenverbrauch Früh 0,30

Nachm. 0,25

Zucker: CuO in 100 cc	Früh	0,142
	Nachm.	0,152.

4. *Semprevivum Schotti*. 6 Rosetten halbirt, Gewicht der Hälften 14,73. Dauer des Versuchs (Regentag) von 8—2½ Uhr. — Volum der Flüssigkeit 140 cc.

Säure von 8 auf 6 vermindert.

Zucker von 0,116 auf 0,162 CuO in 100 cc Extract vermehrt.

**Tabelle V.**

1. Von *Echeveria secunda* werden 10 völlig gleiche Rosetten Früh 7 Uhr, die andern 10 nach 10 stündiger Lichtexposition Abends 5½ Uhr (Regentag) zum Versuch genommen. Reiner Saft.

a) Acidität. Für 2 cc Saft Laugenverbrauch	Nachts 8,0	Verhältniss 1 : 4
	Tags 2,0.	
b) Aepfelsaurer Kalk in 40 cc Saft	Nachts 0,533	
	Tags 0,534.	
c) Freie Aepfelsäure als Bleimalat bestimmt	Nachts 0,440	
	Tags 0,100.	
d) Zucker in 40 cc. Als CuO	Nachts 0,144	
	Tags 0,173.	

2. *Semprevivum acuminatum*. Eine Hälfte der Versuchspflanzen Abends 5½ Uhr, (directe Sonne und schwüler Tag), andere Hälfte am andren Morgen 8 Uhr. Saft.

a) Acidität. Für 2 cc der Laugenverbrauch	Tags 6,2
	Nachts 13,0.
b) Aepfelsaurer Kalk in 50 cc Saft	Tags 1,947
	Nachts 1,993.
c) Freie Säure als Bleimalat in 50 cc	Tags 0,528
	Nachts 1,247.

## Anhang.

### Ueber das Verhalten geotropisch reizbarer Organe in CO<sub>2</sub>- oder H-Atmosphäre.

In dem zweiten Heft über die Wasservertheilung Cap. II S. 38 habe ich die inneren Veränderungen bei einseitigen Wachsthumsvorgängen, besonders bei den geotropischen Krümmungen behandelt und gezeigt, dass bei diesen Krümmungsvorgängen der Zellsaft auf der convexen Seite specifisch leichter und dass derselbe constant an Zucker erst reicher, dann an diesem und freier Säure ärmer wird. Dass diese Vorgänge nachweislich sind, noch bevor eine Krümmung eintritt, gibt denselben besonderes Interesse und lässt sie als eine der Vorbedingungen der geotropischen und heliotropischen Krümmungen erscheinen.

Die Zusammengehörigkeit beider Erscheinungen scheint mir dadurch noch klarer erwiesen zu werden, wenn sich nachweisen lässt, dass der Eintritt beider Erscheinungen an gleiche äussere Bedingungen geknüpft ist.

Ich theile im Folgenden eine Anzahl Versuche mit, welche zeigen, dass in H oder CO<sub>2</sub> Schwerkraftskrümmungen unterbleiben, zugleich mit ihnen aber auch alle jene inneren stofflichen Vorgänge, welche wir oben als Begleiter derselben hervorgehoben.

Die Versuche wurden so gemacht, dass zunächst krümmungsfähige Stengel gewöhnlich, Sprosse von Kraut- oder Holzpflanzen, oder auch eingewurzelte Keimglieder, andererseits auch krümmungsfähige Wurzeln auf mit feuchtem Filtrirpapier überzogenen Brettchen mit Nadeln am ausgewachsenen Ende aufgeheftet bzw. mit den Samen aufgestellt wurden.

Diese wurden darauf in geräumigen horizontal liegenden Cylindern als Recipienten eingeschlossen. Die Cylinder waren 25 cm lang, 6 cm weit und einerseits geschlossen, auf der andern Seite mit doppeltdurchbohrten Gummipfropfen wohl verschliessbar. Durch die eine Oeffnung war eine lange bis ans Ende reichende Glasröhre zur Zufuhr, durch die andere eine kurze zur Abfuhr der Gase bestimmte Glasröhre eingefügt.

2\*

Nachdem in die Cylinder die Versuchsobjecte eingeführt waren, wurde während der ganzen Versuchsdauer in langsamem Strom gewaschene  $\text{CO}_2$  oder H durchgeleitet; vorher war durch rasches Einleiten die Luft vertrieben worden. Zur Controlle dienten Pflanzen in gleichen Cylindern gewöhnlicher Luft, in denen ein Schälchen mit Kalilauge Ansammlung von  $\text{CO}_2$  verhütete.

Auch wurden die gleichen Versuchsobjecte in freier Luft beobachtet. Alle Versuche sind im Dunkelraum angestellt.

## I. Versuche, welche zeigen, dass in $\text{CO}_2$ - und H-Atmosphäre die geotropische Reizbarkeit sistirt wird.

### a) Versuche in $\text{CO}_2$ .

1. 5. Mai 1881. Mit Blütenknospen versehene Schäfte von *Taraxacum* werden morgens 9 Uhr in der oben beschriebenen Weise niedergelegt. Vier in atmosphärischer Luft befindliche Exemplare waren schon um 11 Uhr sehr schön gekrümmt, die im Kohlensäure-Strom befindlichen lagen selbst Nachmittags 3 Uhr, also nach 6 Stunden, noch absolut regungslos; dabei waren sie aber straff und völlig gesund. Sie wurden nun in den Luftrecipienten geschoben und erhoben sich hier bis Abends 5 Uhr, also binnen 2 Stunden, in einem Winkel von  $45^\circ$ .

Neue Exemplare, Nachmittags 3 Uhr, in den Kohlensäurestrom gebracht erhoben sich bis andern Tags 5 Uhr (also binnen 14 Stunden) nicht, während Controll-exemplare in Luft wiederum in 2 Stunden emporgebogen waren. Auch diese  $\text{CO}_2$ -Exemplare erhoben sich, in Luft gebracht, aber erst nach 6 Stunden.

Ein dritter Versuch mit 3 *Taraxocum*-schäften ergab in 15 Stunden nicht die geringste Krümmung in  $\text{CO}_2$ ; nach Ueberbringung in Luft binnen 6 Stunden Andeutung einer Hebung und nach 24 Stunden fast völlige Aufrichtung.

2. 7. Mai. *Ranunculus bulbosus*. Blütenstiele mit Knospen. Versuch Morgens 9 Uhr begonnen. In der Luft sind die Stiele nach 2 Stunden sehr deutlich, nach 3 Stunden senkrecht emporgestellt, bis Nachmittag 4 Uhr waren sogar die untern Enden aufwärts gekrümmt. — In  $\text{CO}_2$  war auch nach 21 Stunden (8. Mai Früh 6 Uhr) keine Veränderung eingetreten. In gewöhnlicher Luft trat darauf im Laufe des Tages die erste Andeutung der Krümmung ein, am Morgen des 9. Mai waren die Stiele aufgerichtet.

3. 8. Mai. Früh 6 Uhr wurden Blütenknospen tragende Stengel von *Achyras* *silvestris* und *Rumex acetosa* im  $\text{CO}_2$ -Strom und gleichzeitig in der Luft niedergelegt. Schon um 8 Uhr war in der Luft völlige Aufrichtung eingetreten, während

in CO<sub>2</sub> nach 24stündigem Durchströmen der CO<sub>2</sub> nicht die geringste Spur einer Aufwärtsbewegung eintrat; an der Luft geschah darauf binnen 4 Stunden die Krümmung.

4. Entblätterte Sprosse von *Vicia sepium*. 9. Mai niedergelegt, erhoben sich in Luft in der Zeit von 9—12 Uhr Früh deutlich, in CO<sub>2</sub> nach 24stündigem Liegen nicht.

5. Analoge Versuche mit blühenden Stengeln von *Lamium purpureum*, *Nonna lutea* und *Campanula rapunculoides* ergaben nach 15 Stunden in CO<sub>2</sub> keine Regung, dagegen bei nachherigen Verweilen in Luft, binnen 12 Stunden völlige Aufrichtung.

6. Am 11. Mai wurden Triebe von *Polygonum Bistorta* und *Prunus Padus*, Blütenstandsträger von *Primula officinalis* und *Valeriana Phu* Früh 7 Uhr niedergelegt, und waren in Luft Nachmittags 3 Uhr alle erhoben, besonders kräftig *Bistorta*. In CO<sub>2</sub> nach diesen 8 Stunden nicht die leiseste Regung. In Luft erhoben sich die CO<sub>2</sub>-Sprosse später.

7. 11.—12. Juni. Abends 8 Uhr in Luft und CO<sub>2</sub> niedergelegte Triebe von *Robinia viscosa*, *Eupatorium cannabinum*, *Solidago virgaurea* und *Melissa officinalis* zeigen dasselbe Verhalten, bis zum andern Morgen.

8. 13. Juni. Von Nachmittag 4 Uhr bis Nachts 1 Uhr erheben sich Triebe von *Malva Alcea*, *Actemisia Abrotanum*, *Gratiola officinalis* und *Coronilla varia* und Früh Morgens senkrecht emporgestellt. In CO<sub>2</sub> findet keine Veränderung, später in Luft Aufrichtung erst nach 24 Stunden statt.

#### b) Versuche in II.

9. Triebe von *Tradescantia zebrina* erheben sich in Luft binnen 12 Stunden, in II gar nicht; an die Luft gebracht sind sie nach weiteren 12 Stunden nicht, wohl aber nach 24 Stunden erhoben.

10. Keimlinge von *Vicia Faba* mit etwa 1 de langem Epicotyl, die Wurzel entfernt. Machen (21. Oct.) in 6 Stunden in II keine, wohl aber in Luft Krümmungen; auch nach 15 Stunden sind sie in II ungekrümmt. Ein gleicher Versuch zeigte nach 8 Stunden gleichen Erfolg.

11. Keimlinge von *Vicia Faba* und *Phaseolus*. Nur die Epicotyle beobachtet, Wurzeln vom Samen weggeschnitten. Der Versuch begann 20. October Früh 5½ Uhr, nach 2 Stunden war in der Luft deutliche, um 10 Uhr senkrechte Aufrichtung zu gewahren. In II war nach 4½ Stunden keine Regung zu bemerken; wohl aber 3 Stunden später in Luft.

12. *Phaseolus*. Dunkelkeimlinge mit 0,5--1 dem langen Epicotylen. In 5 Stunden in Luft aufgerichtet, und jetzt und nach 7 Stunden auch die Nebenwurzeln gekrümmt. In H Wurzel und Stengel ohne Krümmung.

13. Finsterkeimlinge von *Pisum* mit etwa 1 dem langen Wurzeln und 0,5 dem langen Epicotylen; in Luft von Morgens bis Abends 6 Uhr Wurzel und Stengel wohl gekrümmt, in H unterblieb dieselbe während dieser Zeit, stellte sich aber nachträglich in kürzerer Zeit in Luft ein.

14. Desgl. In Luft nach 6 Stunden Krümmung, in H selbst nach 12 Stunden nicht; wohl aber nach weiteren 12 Stunden in Luft.

Aus Vorstehendem ergeben sich folgende Sätze:

1. Geotropisch reizbare Organe (sowohl positive als negative) verlieren beim (kürzeren) Verweilen in sauerstofffreier Atmosphäre ihre Reizbarkeit und gerathen in einen Zustand der „Asphyxie“ der „Starre“, wobei sie aber, so weit sichtlich völlig, gesund und lebendig bleiben?

2. In Sauerstoffhaltige Luft zurückgebracht erhalten dieselben nach einiger Zeit ihre Reizbarkeit wieder und führen geotropische Krümmungen aus. Es ist aber deutlich sichtbar, dass sie den Zustand der Betäubung erst nach und nach überwinden; die starr gewordenen Organe brauchen zur Ausführung einer Bewegung längere Zeit als normale. Dieser Zustand ist offenbar dem z. B. bei den reizbaren Staubgefäßen von *Berberis* durch Kabsch beschriebene Starrezustand analog (Sachs, Vorlesungen S. 727).

## II. Versuche, welche zeigen, dass in CO<sub>2</sub> die Stoffvertheilung nicht stattfindet.

(Hinsichtlich der Einzelheiten der Methode darf auf Heft II S. 8, 38 u. s. w. verwiesen werden.)

1. Am 14. Juni 1881 wurden entblätterte Triebe von *Sambucus nigra* (mit Gipfel) in CO<sub>2</sub> niedergelegt Früh 8 Uhr bis Nachmittag 3 Uhr; Controllversuche in Luft ergaben indess ansehnliche Krümmung, in CO<sub>2</sub> waren die Triebe absolut gerade, sonst straff und normal. — Dieselben wurden in obere und untere Hälfte getheilt; diese kochend extrahirt und auf gleiches Volum gebracht.

Es ergab sich 1. Acidität ober- und unterseits absolut gleich.

2. Zuckerartige Substanz mit Fehling bestimmt. Als CuO

a) in Luft oben 0,407 CuO

unten 0,365 ..

b) in CO<sub>2</sub> oben 0,409 ..

unten 0,401 ..

2. *Sambucus*-Triebe, nach 24 stündiger Horizontallage in  $\text{CO}_2$  völlig gerade, aber sonst normal. Halbirt, kochend erschöpft. Das gefundene  $\text{CuO}$ , die reducirende Substanzen repräsentirend war (aus 5000).

oben 0,207

unten 0,202

3. *Sambucus*-Triebe, ganz gleich behandelt.  $\text{CuO}$  in

oben 0,351

unten 0,356

4. Ein Versuch mit *Sambucus* so angestellt, dass die Horizontallage nur  $1\frac{1}{2}$  Stunden, sowohl in Luft als in  $\text{CO}_2$  dauerte, ergab

1. Acidität in Ober- und Unterseite bei Luft- und  $\text{CO}_2$ -Versuch gleich.

2. Reducirende Substanzen ergeben bei 40 cc Flüssigkeit in

oben unten

Luft 0,326 0,330

$\text{CO}_2$  0,284 0,287

5. *Sambucus*. 9. Juni 8 Uhr Früh starke Triebe niedergelegt, sind nach  $1\frac{1}{2}$  Stunden ungekrümmt in  $\text{CO}_2$ , ein kleines Wenig gekrümmt in Luft. Halbierung etc. wie oben.

1. Säure in beiden Fällen oben und unten total gleich.

2. Zuckerbestimmung als  $\text{CuO}$ :

Luft  $\text{CO}_2$

oben 0,586 0,362

unten 0,558 0,370

Auch nach 24 Stunden zeigten in  $\text{CO}_2$  liegengebliebene Triebe zwar völlige Straffheit, aber nicht die geringste Krümmung; diese trat aber nach 24 stündigem Aufenthalt in Luft noch sehr schön ein.

6. *Eupatorium cannabinum*. 8. Juni. Frische starke Triebe Morgens 9 Uhr in Luft und  $\text{CO}_2$  niedergelegt und, wie im vorigen Versuch, nach  $1\frac{1}{2}$  Stunde, in beiden Fällen ungekrümmt, aufgenommen. Die Hälften kochend erschöpft; die Zuckerbestimmung ergab

Luft  $\text{CO}_2$

oben 0,169 0,217

unten 0,157 0,215

7. *Bunias orientalis*. Kräftige Blütenknospen tragende Stengel, entblättert. In Luft und  $\text{CO}_2$  am 20. Mai Morgens 10 Uhr bis 21. Mai Früh 8 Uhr niedergelegt.

In der Luft in scharfem Knick senkrecht empor gestellt, in  $\text{CO}_2$  absolut regungslos, aber unversehrt gesund und straff.

1. Säure in  $\text{CO}_2$  oben und unten absolut gleich,  
in Luft sehr deutlich unten weniger sauer.

2. Zuckerbestimmungen.

a) in  $\text{CO}_2$  oben 0,228      andere Bestimmung: 0,261  
(in 30 cc) unten 0,233      0,268

b) in Luft an Exemplaren, welche 3 Tage bereits aufgerichtet waren:  
    concav 0,252  
    convex 0,252

an solchen, welche 2 Tage aufgerichtet waren:  
    concav 0,178  
    convex 0,181

Ein gleicher Versuch mit *Bunias* in  $\text{CO}_2$  ergab  $\text{CuO}$

    oben 0,217  
    unten 0,223

8. Controllversuche zum Verständniss von n. 7 mit *Bunias orientalis* in Luft.

a) 2 Stunden niedergelegt, etwas gekrümmt.  $\text{CuO}$  in 40 cc  
    oben 0,204  
    unten 0,232

b) Ein gleicher Versuch, 2 stündig  
    oben 0,327  
    unten 0,429

9. Versuch mit *Bunias*. 2 stündig in  $\text{CO}_2$ .  $\text{CuO}$

    oben 0,443  
    unten 0,449

10. *Rumex acetosa*. 13. Mai Abends 8 Uhr in Luft und  $\text{CO}_2$  niedergelegte Triebe sind am 14. Mai Früh 6 Uhr in Luft schön erhoben, in  $\text{CO}_2$  flach niederliegend; aber straff.

1. Säure in  $\text{CO}_2$  oben und unten absolut gleich, in den Luftexemplaren unten entschieden vermindert.

2. Zucker durch Titration bestimmt ergibt genau das gleiche Resultat. Ein zweiter und dritter Versuch in  $\text{CO}_2$  verhielten sich ebenso.



11. Versuche mit *Anthriscus silvestris* vom 15.—17. Mai. Blüthentragende Stengel in Luft und CO<sub>2</sub> ergeben wiederholt die gleichen Resultate:

1. rasche Krümmung in Luft, absolute Regungslosigkeit in CO<sub>2</sub>;
2. Acidität in CO<sub>2</sub> ober- und unterseits unverändert, in den gewöhnlichen gekrümmten Exemplaren unterseits vermindert;
3. Zucker in CO<sub>2</sub> unverändert, in den normalgekrümmten unterseits vermindert.

Diese Versuche zeigen:

Während bei normal geotropischen Krümmungen die bereits früher festgestellten innern Vorgänge der Wasser-, Zucker- und Säurevertheilung statt haben, nemlich das Wasser auf der convexen Seite sich mehrt, die Säure vermindert, der Zucker aber verschiedene Phasen durchläuft (vgl. n. 8, dann n. 5 und 6 mit n. 7 b) unterbleiben alle diese Veränderungen bei horizontal gelegten Sprossen, die in sauerstofffreier Atmosphäre zu athmen verhindert sind.

## Inhalt.

	Seite
Einleitung . . . . .	3
I. Die relative Acidität in den Organen . . . . .	6
II. Veränderungen der Acidität bei verschiedenen Lebensvorgängen: absolute Vermehrung, relative Verminderung mit dem Wachstum — farbige Blüten — herbstliche Blätter — Verhalten bei einseitigem Wachstum . . . . .	8
III. Die Säuren und das Licht:	
1. Etiolirte Pflanzen;	
2. Die tägliche Periodicität — Geschichtliches — täglicher Säurewechsel — die verschiedenen Lichtstrahlen — Bedeutung der Atmosphärischen Gase . . . . .	12
IV. Ursache der sauren Reaction und der Säureperiode, Entstehung der Pflanzensäuren . . . . .	23
Uebersicht der Versuche in Tabellen . . . . .	30
Anhang: Ueber das Verhalten geotropisch reizbarer Organe in Kohlensäure- oder Wasserstoffatmosphäre . . . . .	59















1450  
K86

KRAUS c.1  
Ueber die wasservertheilung  
in der pflanze. 1879

1450  
K86

DATE	ISSUED TO

Return this book on or before the last  
date stamped below

--	--	--	--

Library Bureau Cat. no. 1174



