

U e b e r

die Wasservertheilung in der Pflanze.

II.

Der Zellsaft und seine Inhalte.

Von

Gregor Kraus.

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 genigte 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.

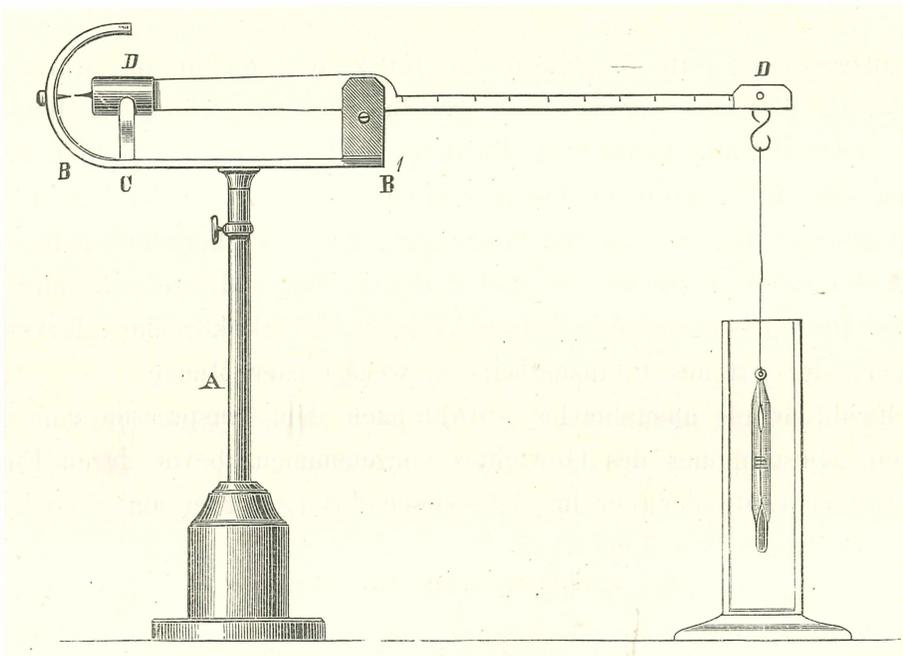
In den besten Fällen war der „filtrirte Saft“ ganz wasserklar (*Phytolacca*, *Rheum*, *Datura* u. s. w.), klar aber etwas gebräunt war er beispielsweise bei *Sambucus Ebulus*, noch häufiger erhielt man selbst durch mehrmaliges Filtriren einen

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 Aufhangedraht 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 Glascyliner, aus Reagensröhren 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.

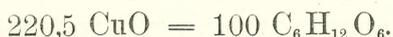
4. Bestimmung der Inhaltsstoffe.

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 Cu_2O 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 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 Phenolphthalein.

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 Titriren 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 Saftraum 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 Änderung 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. 7 a), 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 variiert*); 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 Saffrohwiegegewicht = 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 4 fache 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 Schwerkraftwirkungen (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 Pflanzentheile 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 lufteerfüllten Hohlräume des Körpers, insbesondere die Interzellularräume. Ob ein Pflanzentheil schwerer oder leichter ist, wird zwar durch die Menge der Substanz, besonders aber durch die Grösse und Form der lufthaltigen Interzellularräume 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 Interzellularen; wenn aber ein Stengel einseitig stärker wächst, wie bei den Krümmungen, dann ist wahrscheinlich das Interzellularsystem 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 Ueberlegung 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 über allen Zweifel 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 Probeflüssigkeit gelegt. Als solche diente meist eine Zuckermischung, 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 purpureum* 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 specifische Gewicht des Saftes, den Zuckergehalt desselben und an gleichen Trieben das Trockengewicht gleicher Hälften bestimmt. 18. Febr. 1878.

a) Specifisches 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 halbwüchsige 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) Halbierung 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) Halbierung in obere und untere Hälfte, d. h. ungleiche Hälften.

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	0,0012	0,0013
Oberseite	1,0195	1,0195
Unterseite	1,0220	1,0218
Oberseite leichter um	0,0025	0,0023

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 abgegosse
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 1stündige 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 gröblich 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	1,0248
b)	1,0242	1,0245	1,0238	1,0238
c)	1,0235	1,0235	1,0236	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	1,0115
b)	1,0123	1,0119	1,0114	1,0114
c)	1,0127	1,0118	1,0123	1,0115
d)	1,0126	1,0118	1,0121	1,0116

16. Die gleichen Versuche, ohne d).

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

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

	1.		2.	
a)	1,0186	1,0172	1,0180	1,0172
b)	1,0180	1,0168	1,0188	1,0170
c)	1,0193	1,0172	1,0195	1,0167

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 Eingangs bemerkt worden. Man sieht, dass das im Zellsaft gelöste Eiweiss mit dem Wachsthum 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 sehrwohl ein absolutes Gleichbleiben, ja sogar eine absolute Zunahme verträglich.

2. Die freien Säuren des Zellsafts, durch Titration mit Lauge bestimmt, zeigen gleichfalls mit dem Wachsthum eine continuirliche 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 Längenwachsthums hinausreicht. Die relative Abnahme der Acidität ist die Regel; sie ist aber jedenfalls nicht ausnahmslos; bei *Rheum* 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 Wachsthum 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—5 fache 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—5 fache 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 Wachsthum 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 grm. 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 Pflanzen 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^m 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.

	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 *Coleus 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. 0,0376	VI. 0,0308	

30. Etiolierte *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 gm.	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, 1/2 dc. lang	2,233	22 cc.	0,7	0,7
II, 2. „ 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 safhaltig	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 Markschichten	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 Blühen) 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. Lauge 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 (jedemal) 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 Wachsthum 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
Ältere „	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
Älteren „	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
Ältere „	0,9

54. Blattstiele von *Datura*. Jüngere 35—40 cm. lang und ältere ausgewachsene 80—120 cm. lang.

	Frischgewicht.	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	„		2,1

Bei Zusatz von 50 % Wasser, brauchte man zur Neutralisation von 2 cc.

jüngere Blattstiele	2,0
ältere	„

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

Bei Zusatz von 60 % Wasser zu dem Saft der jungen Blattstiele wird das Verhältniss:

Junge Blattstiele	2,3
Erwachsene	„

56. *Datura*-Blattstiele, wie in n. 54. Für 2 cc. Saft.

Anfänglich	Junge Blattstiele	2,9
	Aeltere	„

Nach Zusatz von 75 % Wasser zu den jüngeren

jüngere Blattstiele	1,4
ältere	„

II. Capitel.

Veränderungen des Saftgewichtes bei einseitigen Wachthumsvorgängen 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 halbt 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 Reagensröhren (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^{pm} 15. Mai bis 7^{am} 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	<u>0,0004</u>

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	<u>0,0003</u>

Ebenso:

Obere Hälften	1,0190	1,0174
Untere Hälften	<u>1,0190</u>	<u>1,0165</u>
Obere schwerer um	0	<u>0,0009</u>

Ebenso:

Obere Hälften	1,0197	1,0176
Untere Hälften	<u>1,0189</u>	<u>1,0155</u>
Obere schwerer um	0,0008	<u>0,0021</u>

Ebenso. 30. Mai.

Obere Hälften	1,0209	1,0198
Untere Hälften	<u>1,0205</u>	<u>1,0191</u>
Obere schwerer um	0,0004	<u>0,0007</u>

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	<u>0,0008</u>

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	<u>0,0001</u>

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	<u>0,0011</u>

Normale Sprosse daneben.

Erste Hälfte	1,0215	1,0200
Zweite Hälfte	<u>1,0213</u>	<u>1,0198</u>
Differenz =	0,0002	<u>0,0002</u>

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 (ungekrümmt) 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. Etiolierte Bohnen, von 8—12 Morgens im Dunkeln (in Töpfen befindlich) niedergelegt. Alle ansehnlich emporgekrümmt. 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—9¹/₂ 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 ¹/₂ 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 ¹/₂—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 grm. 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 grm. 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 früh 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. Dessgleichen 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 gm.

	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 gm.

	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—2¹/₄ 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 ⁵/₄ 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.	Filterirter 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.	
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.

				Gefundenes CuO.
Erste Hälfte	1,0164	1,0153	0,2468	0,1829
Zweite „	1,0164	1,0153	0,2443	0,1897

c) Ein Gleiches.

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.

			Trockensubstanz in 20 cc.
Oben	1,0155	1,0156	0,4186
Unten	1,0157	1,0156	0,4134

e) Ein Versuch wie in d.

Oben	1,0151	1,0148	0,4221
Unten	1,0150	1,0148	0,3944

f) Ebenso.

Oben	—	1,0153	0,4421
Unten	—	1,0153	0,4345

g) Weiterer Versuch.

			Trockensubstanz %	Asche %
Oben	1,0160	1,0158	2,21	1,19
Unten	1,0155	1,0152	2,17	0,99

h) Oben — 1,0165 2,20 1,09
 Unten — 1,0160 2,11 1,00

i) Oben 1,0132 1,0130 1,98 —
 Unten 1,0125 1,0127 1,94 —

k) Oben 1,0140 1,0146 1,96 —
 Unten 1,0132 1,0146 1,98 —

l) 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 ungekrümmte 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 grm. Auszug auf 60 cc. gebracht.

CuO gefunden in 20 cc.

Oben	0,2565
Unten	0,2520

7. Ein gleicher Versuch. Hälften 28,25 grm. 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 grm.

CuO in 40 cc

Oben	0,1865
Unten	0,165

9. *Sambucus*. 24 Stunden gelegen. Hälften = 40,55 grm. 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^m—4^{pm} 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 grm.
	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^m—5^{pm}, deutlich aber wenig gekrümmt.

Anfangsgewicht	41,1		
Gewicht nach dem Versuch	40,327	Wasserverlust	0,773.
	<u>0,773</u>		
	Frishgew.	Trockengew.	Wasser in 100 Theilen.
Obere Hälften	20,7991	1,7393	91,633
Untere Hälften	19,5279	1,6300	91,658

c) *Silphium trifoliatum*. 12^m—5^{1/2}^{pm}. Alle Triebe schwach gekrümmt.

Anfangsgewicht	37,75		
Gewicht nach dem Versuch	37,176	Wasserverlust	0,574.
	<u>0,574</u>		
Obere Hälften	19,374	1,7832	90,796
Untere Hälften	17,802	1,6380	90,799

2. 28. Mai. 11 Triebe von *Actinomeris helianthoides* Nutt. je 2 Internodien lang, liegen von 7^{30a}—9^{30am}; sie sind dann alle in flachem Bogen aufwärts gekrümmt. — Versuch wie vorher.

Anfangsgewicht	29,153		
Gewicht nach dem Versuch	28,864	Wasserverlust	0,289.
	<u>0,289</u>		

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^{am}—4^{pm} gelegen. 30. Juni.

Anfangsgewicht	24,911		
Gewicht nach dem Versuch	24,6331	Wasserverlust	0,2779.
	<u>0,2779</u>		
Obere Hälften	11,9850	1,2035	89,958
Untere Hälften	12,2940	1,2300	89,996

4. *Philadelphus*-Sprosse. 5 Triebe, von 7^a—3^{pm} (1. Juli 1879) gelegen, alle leicht gekrümmt.

Anfangsgewicht	32,870		
Gewicht nach dem Versuch	32,440	Wasserverlust	0,430.
	<u>0,430</u>		
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 $\frac{1}{2}$ ^a—10 $\frac{1}{2}$ ^{am}.

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 9½ 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.	Zucker %.
Obere Hälften	1,0096	1,0085	0,494
Untere Hälften	1,0091	1,0071	0,419

9. 18 Stück *Datura*-Stengel, ca. 20 cm. lang. 9. Juli von früh 6½ Uhr bis ¼4 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	0,795
Untere Hälften	1,0080	1,0059	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 7½ 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.	Filterirter 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 $\frac{4}{5}$ 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 *Symphoricarpus 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), $\frac{5}{4}$ 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 gm. 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. Dessgleichen. 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 grm. 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 grm.

Gefundenes CuO.

Vorn	0,7847
Hinten	0,7486

7. *Coleus*-Stecklinge, 1—2 dc. lang, im Warmhaus einseitig heliotropisch gekrümmt. Je 5 grm. 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.	% Trockensubstanz des Saftes.
Vorn	1,0141	1,0135	1,88
Hinten	1,0143	1,0134	1,86

b) Ein Gleiches:

	Filtrirter Saft.	% 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.

	Filterirter Saft.	% Trockensubstanz im Saft.
Vorn	1,0169	3,14
Hinten	1,0162	3,04

g) Ebenso.

			% 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 Zuckergehalt verknüpft ist.

2. Die eben festgestellte Thatsache, dass der einen Seite ein höherer Zuckergehalt 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 α und β 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.) hierherzuziehen. 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 Halbiring 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	

Halbiring 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.	Filtrirter Saft.	% Zucker.
Erste Hälfte	1,0150	1,0143	
Zweite Hälfte	1,0152	1,0145	
Differenz	0,0002	0,0002	

b) Durch Erschütterung gekrümmte.

Convexe Hälfte	1,0177	1,0165	
Concave „	1,0165	1,0157	
Convexe Hälfte schwerer um	0,0012	0,0008	

10. Ein gleiches Beispiel.

Erste Hälfte	1,0180	1,0165	2,245
Zweite Hälfte	1,0181	1,0170	2,292
Differenz	0,0001	0,0005	0,047 %
Convexe Hälfte	1,0180	1,0178	2,305
Concave „	1,0175	2,0165	2,113
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	1,0171	1,0153	1,778
Differenz	0,0006	0,0003	0,100
Convexe Hälfte	1,0173	1,0165	1,959
Concave „	1,0163	1,0150	1,766
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 gm. 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.

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 grm. 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 grm. 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 grm. 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 Dodonaei* ohne Blätter 5 mal nicht zu heftig geschüttelt, sehr schön gekrümmt. Gewicht = 21,05 grm. 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. *Paeonia 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 Dritttheile 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.