

Botanische Mittheilungen

von

Gregor Kraus.

- I. Mehrjähriges Wachsen der Kiefernadeln.
 - II. Die sog. lösliche Stärke in der Epidermis.
 - III. Zur Chemie des Siebröhrensaftes und alcalischer Pflanzensäfte überhaupt.
 - IV. Zucker und Säure in den Gelenken der Bohnenblätter.
-

I.

Mehrjähriges Wachstum der Kiefernadeln und allgemeine Bemerkungen über Blattgrösse.

Betrachtet man den Gipfeltrieb einer kräftigen jungen Kiefer etwas genauer auf seine Benadlung, so fällt gewöhnlich sofort, mitunter erst bei genauer Messung auf, dass die zweijährigen Nadeln länger als die einjährigen, häufig auch die dreijährigen, so weit sie noch erhalten sind, länger als die zweijährigen sind.

Ich lasse hier zunächst eine kleine Tabelle von Messungen folgen, die das Verhältniss schlagend darthun. Es sind alles Mittelzahlen gewöhnlich aus 10, auch wohl mehr Einzelmessungen.

Pinus silvestris.

Länge der Nadelpaare in mm.

| Exemplar | 1jähriges | 2jähriges | 3jähriges Paar |
|--|-----------|-----------|----------------|
| 1. 15jähriger Baum (Wald) | | | |
| (30. Sept.) a) Gipfeltrieb | 46,8 | 62,0 | 0,0 |
| b) unterer Seitenast | 43,3 | 55,2 | 0,0 |
| 2. 25jähriger Baum, Spitze eines 6—8jährigen Astes | 54,9 | 60,1 | 0,0 |
| 3. 15jähriger Baum, anderer Standort | 45,0 | 49,0 | 52,0 |
| 4. 8jähriger sehr kräftiger Baum | | | |
| a) Gipfeltrieb | 75,0 | 94,0 | 85,0 |
| b) Seitenast | 70,0 | 81,0 | 81,0 |
| 5. 6jähriger Baum | 60,0 | 70,0 | 0,0 |
| 6. Desgl. Gipfeltrieb | 60,0 | 66,0 | 0,0 |
| 7. 4jähriges Exemplar, Gipfeltrieb | 48,0 | 60,0 | 0,0 |
| 8. 15jähriger Baum, sehr kräftiger Seitentrieb | 57,0 | 95,0 | 0,0 |
| 9. 20jähriger Baum | 44,0 | 52,0 | 0,0 |
| 10. 10jähriger Baum, Gipfeltrieb | 40,0 | 48,0 | 0,0 |

Man sieht also, dass die Erscheinung bei Pflanzen verschiedensten Alters eintritt.

Als ich vor mehr als 10 Jahren auf die Thatsache aufmerksam wurde, suchte ich vergeblich in der Literatur nach einer Angabe über dies merkwürdige Verhalten. Es ist mir auch inzwischen nicht gelungen, eine Bemerkung darüber ausfindig zu machen*); doch tritt das Verhalten — wohl unbeabsichtigt — in den Abbildungen z. B. bei Guimpel, Holzgewächse II Taf. 171 (*Pinus silvestris*), bei Th. Hartig, Naturgeschichte Taf. 4 (*P. silv.*) und Taf. 8 (*P. Strobis*) deutlich hervor, während es der Berg'schen Abbildung (Arzneipflanzen Taf. VIII d) nicht anzusehen ist.

Der weitere Verfolg dieser Beobachtung hat mir gezeigt, dass die Erscheinung bei allen mit doppel- oder mehrzähligen Nadeln versehenen Coniferen, also bei den Sectionen *Pinaster*, *Taeda*, *Strobis* und *Cembra* der engern Gattung *Pinus* hervortritt, und ich habe indessen die Wiederkehr dieses Verhaltens nicht bloss an den verschiedensten Orten Deutschlands, sondern auch in Holland, Nord- und Mittelfrankreich, sowie in allen Theilen der italischen Halbinsel bis nach Sicilien verfolgt, im Freien sowohl als an Topfconiferen. Zur Illustration führe ich hier noch eine kleine Liste anderer Coniferen auf:

| | 1jährige Nadeln | 2jährige Nadeln | 3jährige Nadeln |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>Pinus Laricio</i> . Aelterer Baum, unterer Ast | 135 | 160 | |
| Junge Pflanze, Gipfeltrieb | 130 | 165 | |
| <i>Pinus uncinata</i> . 12—15 j. Exempl., Seitenäste | 35—60 | 65 | |
| | 55 | 60 | |
| <i>Pinus Pumilio</i> | 35 | 40 | |
| <i>Pinus Strobis</i> (junges Exemplar) | 70 | 85 | |
| <i>Pinus Pinaster</i> (junges Exemplar) | 60 | 88—90 | 120 |
| <i>Pinus Pinea</i> . Topfpflanze. Gipfeltrieb | 82 | 120—125 | 145 |
| Seitenast | 85 | 120 | 130 |
| <i>Pinus insignis</i> Dougl. (Topfexemplar) | 80—85 | 105—110 | 120 |
| Seitenast | 95 | 110—115 | 95 |
| <i>Pinus canariensis</i> | 134 | 162 | |

Dagegen habe ich bei den anderen Coniferen, so bei den früher zur Gattung *Pinus* gerechneten *Cedrus*, *Abies*, *Tsuga* und *Picea* Nichts der Art gefunden. Auch

*) Z. B. Richard, Mém. Conifères et Cycadées 1826. — Antoine, Coniferen 1840. — Endlicher, Synopsis Coniferarum 1847. — Göppert, Monogr. foss. Conif. 1850. — Ratzeburg, Waldverderbniss Bd. I. — Wigand, Baum 1854. — Schacht, Baum 1860. — wurden umsonst zu Rathe gezogen.

bei all' den Nadelhölzern, die ich auf die Langlebigkeit ihrer Blätter*) untersucht habe, ist die in Rede stehende Frage wiederholt mit negativem Resultat geprüft worden. So fand ich z. B. (a. a. O. S. 9—11 des Separatabzugs) die 15jährigen Nadeln der *Araucarien*, die 14jährigen von *Pinus Pinsapo*, die 5jährigen von *Cephalotaxus Fortunei* oder *Juniperus Oxycedrus*, *Podocarpus koraiana*, *Cunninghamia* u. s. w., die mehrjährigen der Eibe oder Edeltanne und Fichte, wenn es auch manchmal äusserlich den Anschein darnach hat, bei genauerer Prüfung um Nichts grösser als die einjährigen. Und es mag nicht überflüssig sein zu versichern, dass auch die mehrjährigen Dicotylenblätter, wie ich mich an selbst 3 und 4jährigen Blättern von *Quercus Ilex* und *Suber*, *Rosmarinus*, *Buxus*, *Myrtus*, *Ligustrum japonicum*, *Eucalyptus* u. s. w. in den Mediterranländern überzeugt habe.

Es liegt auf der Hand, dass bei der Erklärung dieser Erscheinung nicht etwa an die „Längenperiode“ der Blätter gedacht, wie sie seiner Zeit Münter für die Internodien aufgedeckt (Bot. Ztg. 1843 S. 73), Sachs (Lehrb. 3. Aufl. S. 731) wieder betont, und zuletzt Moll (De Invloed van Celdeeling en celstreckking op den groei. Utrecht 1876 p. 10) näher untersucht hat. Es wäre in diesem Falle unmöglich, dass die Bäume in jedem Alter die kleinsten Nadeln zu oberst zeigten.**)

Es scheint mir vielmehr bei einiger Ueberlegung keine andere Erklärung möglich als die, dass die Nadel der Kiefern regelmässig im zweiten, wohl auch im dritten Jahr noch weiter wächst; es muss angenommen werden, dass zwar das Hauptwachsthum der Nadel im ersten Jahre stattfindet, dass aber nach der Winterruhe im zweiten Jahre ein abermaliges und im dritten Jahre oft noch ein drittmaliges Wachsen vor sich geht.

Ich sage, dass eine andere Erklärung a priori nicht möglich scheint; ich kann

*) Vgl. meine diesbezügliche Arbeit in den Sitzungsber. der Naturf. Gesellsch. zu Halle (8. Mai) 1880.

**) Man findet allerdings nicht selten Abweichungen von der Norm, und die obersten jüngsten Nadeln grösser als die unteren und älteren; besonders oft fand ich das bei *Strobus*, aber auch bei *Laricio* und bei der gemeinen Kiefer traf ich es an; allein man überzeugt sich leicht, dass diese Abweichungen von der Regel sind, die sich auch unschwer erklären. Die absolute Länge der Nadeln eines Triebes hängt mit der Kräftigkeit des Jahrestriebes überhaupt zusammen. In günstigen Jahren werden bekanntlich sehr lange und kräftige, in ungünstigen viel kleinere und schwächere Triebe gebildet und die Kräftigkeit oder Schwächlichkeit gilt nicht bloss für die Achsen, sondern auch für die Blätter. Folgt ein günstiges Jahr einem ungünstigen, so können leicht die Nadeln des zweiten Jahres grösser (angelegt) werden als die des vorigen. — Auch mit der allmählichen Erstarkung junger Individuen selbst erfolgt eine Erstarkung der Triebe und ihrer Blätter, und man beobachtet in Folge dessen an z. B. 4—5jährigen Kiefern nicht selten, dass die 3 und 4jährigen Nadeln auffallend kleiner sind als die 1 und 2jährigen.

aber auch durch einige Messungen direct darthun, dass die gegebene Schlussfolgerung richtig ist. Es wurden sowohl von im Freien stehenden kleinen und reich benadelten Bäumen als auch von Topfexemplaren in den Sommermonaten (1878) Messungen (in mm) an ein- und zweijährigen Nadeln vorgenommen. Dieselben zeigten ein unzweifelhaftes Wachsthum in der zweiten Vegetationsperiode. So gering dasselbe in den gemessenen Fällen an sich auch war, so klar tritt es, besonders beim Vergleich der ein- und zweijährigen Nadeln hervor.

I. *Pinus Pallasiana* Lam.

15—20jährige Pflanze.

| Beobachtungszeit | 1jährige Nadel | 2jährige Nadel | diesjährige Nadel |
|------------------|----------------|----------------|-------------------|
| 9. Mai | 142,2 | 167,9 | |
| 28. Mai | 143,3 | 168,7 | 11,5 |
| 18. Juni | 143,4 | 169,3 | 87,0 |

II. Ein zweites Exemplar.

| | | |
|---------|-------|-------|
| 9. Mai | 141,5 | 165,5 |
| 28. Mai | 144,5 | 165,7 |

III. Drittes Exemplar.

| | | |
|---------|------|-------|
| 9. Mai | 97,1 | 111,3 |
| 28. Mai | 99,3 | 110,8 |

IV. *Pinus Pinea* L.

Topfexemplar.

| | | |
|------------|-----|------|
| 26. April | 8,1 | 11,0 |
| 13. Juni | 8,4 | 11,1 |
| 4. Juli | 8,5 | 11,1 |
| 17. August | 8,5 | 11,1 |

Bei der Frage, wo das Weiterwachsen der Kiefernadeln stattfindet, ist man natürlich versucht, das meristematische Gewebe der Nadelscheide, das für die kurztrieb bildenden echten Kiefern charakteristisch ist, zunächst in Verantwortung zu ziehen; es bleibt aber immerhin auch zu fragen, ob nicht der freie Nadeltheil weiter wächst. Einige Zellmessungen*), bei *P. Laricio* und *uncinata* (Novbr. 1876) haben folgendes Resultat ergeben:

*) Gemessen wurden die dickwandigen Epidermiszellen.

Pinus Laricio.

6jährig.

| | 1jährige Nadel | 2jährige Nadel |
|---------------------------------|----------------|----------------|
| Nadellänge | 130 | 165 |
| Länge der Zellen in der Scheide | 33,9 | 43,9 |

Pinus uncinata.

| | | | Differenz |
|--------------------------|------|-------|-----------|
| Nadellänge | 31,6 | 58,2 | |
| Zelllänge in der Scheide | 33,1 | 47,6 | 14,44 |
| in der Nadelmitte | 89,0 | 95,6 | 6,6 |
| an der Nadelspitze | 80,8 | 87,85 | 7,0 |

Man sieht also 1. dass die längern Nadeln auch längere Zellen besitzen, 2. dass die Differenz zwischen den Zellen alter und junger Nadeln in der Scheide doppelt so gross ist als bei den freiliegenden Zellen.

Die allgemeine Richtigkeit dieser paar Zahlen vorausgesetzt, muss man demnach annehmen, dass das Wachsthum der Nadeln mindestens zum Theil durch Wachsthum der bereits vorhandenen Zellen und zwar vorwiegend, aber nicht ausschliesslich, der in der Scheide befindlichen stattfindet.

Dies Resultat würde nach 2 Richtungen nicht ohne Interesse sein. Einerseits schlösse sich unsere mehrjährig und basal wachsende Kiefernadel mit dieser Eigenthümlichkeit an eine andere Conifere an, deren Riesenblätter ein exquisites mehrjähriges Basalwachsthum haben: *Welwitschia mirabilis* (man vergleiche Hooker, On *Welwitschia* in Transact. of the Linn. Soc. of London Vol. XXIV p. I p. 17—20). Diese Coniferenblätter stellen sich mit ihrem andauernden Basalwachsthum in einen gewissen Gegensatz zu den apical mehrjährig wachsenden Farnwedel, auf welche, soviel ich weiss zuerst*) A. Braun (Verjüngung 1851 S. 123 Anm.) und H. Crüger (Bot. Ztg. 1851 S. 504—505) aufmerksam machten.

Andererseits scheint hier ein Fall vorzuliegen von nachträglichem Wachsthum bereits fertiger und sogar dickwandiger Gewebeelemente — ein Fall, der sein Analogon besonders an *Caulotretus* (Bot. Ztg. 1883 S. 665 ff.) oder auch in dem Wiederwachsen niederliegender Grasknoten fände (Sachs, Würzb. Arbeiten I, 207), in welchem letzterem Falle freilich das Gewebe durch „weiche Wände“ und „nicht verholzt“ sein ausgezeichnet ist.

*) Jüngsthin Fliche in Mém. Soc. scienc. nat. de Nancy 1876: „Note sur une végétation bien-nale des frondes obs. chez l'Asplenium trichomanes“.

Zum Schlusse möge noch daran erinnert werden, dass auch aus einem andern, ernährungsphysiologischen Grunde die Möglichkeit mehrjährigen Wachsthum's der Nadeln nahe gelegt wird. In der letzten Zeit haben Fliche und Grandeau*) nachgewiesen, dass die chemische Zusammensetzung der Schwarzföhrennadeln z. B. an Wasser, Trockensubstanz, Asche u. s. w. nicht bloss ein- sondern auch zwei- und selbst dreijähriger Blätter während der Vegetationszeit wesentliche Aenderungen erleidet, d. h. also, dass auch die zwei- und dreijährigen Nadeln im wahren Sinne des Wortes noch lebendig sind resp. jedes Jahr wieder neu lebendig werden.

An die vorstehende Mittheilung möchte ich noch einige Bemerkungen und Beobachtungen über Blattgrösse überhaupt anknüpfen.

Unter den Ursachen, welche Form und Grösse der Blätter überhaupt bewirken, lassen sich, wie bei sonstigen physiologischen Vorgängen, äussere und innere unterscheiden.

Als von innern Ursachen bewirkt sieht man z. B. die jetzige specifische Gestalt und mittlern Grösse der Blätter der verschiedenen Pflanzen an. Jede Pflanzenart entwickelt zur Zeit constant und von äussern Factoren unabhängig ihre charakteristische Blattform. Ihre Herstellung geschieht jetzt aus innern Ursachen, mag dieselbe nun, phylogenetisch genommen, ursprünglich einmal äussern Veranlassungen (Darwin) oder wirklich inneren Anstössen (Nägeli) ihre Entstehung verdanken.

Inneren Ursachen schreiben wir auch die in der „Ontogenie“ erscheinenden Grössenverhältnisse zu, welche als „Längenperiode“ der Organe bezeichnet worden sind. Auf das eigenthümliche Verhältniss hat, wie bereits oben bemerkt, Sachs in der dritten Auflage des „Lehrbuchs“ (1873) S. 731 wieder**) aufmerksam gemacht: „Neben dieser Erstarkung und Abnahme der Energie der Theile eines vielgliedrigen Stengels geht meist ein ähnliches Grössenverhältniss seiner Blätter einher, indem die unteren kleine, dann grössere Blätter bilden; es gibt ein grösstes Blatt (oder einen Wirtel grösster Blätter) an einem Stengel, auf welche dann wieder abnehmend kleinere zu folgen pflegen“. Er fügt hinzu: „dies Verhalten ist noch zu wenig untersucht; bei manchen Stengeln, zumal kriechenden, bleibt, wenn eine bestimmte Blattgrösse erreicht ist, diese bei einer langen Blattreihe constant, bevor die Abnahme eintritt“.

*) Recherches chimiques sur la composition des feuilles du Pin noir d'Autriche in Ann. de Chimie et physique. 5. Sér. t. XI 1877 p. 10—13 des Separatabdrucks. — Aehnliche Angaben bereits bei Dulk, Landwirthsch. Versuchsstationen Bd. 18. 1875. S. 209—216.

**) Vgl. die Literaturangaben weiter oben.

Ich habe, ohne diese Bemerkung zu kennen, im Sommer 1873 gelegentlich einige Beobachtungen über dieses Verhalten angestellt und Folgendes notirt: „Beobachtet man im Sommer einen Jahrestrieb unserer Bäume oder Sträucher, zur Zeit wo bereits die Endknospe angelegt ist, auf die Grösse der ansitzenden Blätter, so findet man scheinbar zwei Möglichkeiten:

1. entweder die Blattgrösse nimmt von unten nach oben zu, die obersten Blätter sind die grössten: *Corylus*, *Syringa*, *Tilia*, *Ulmus*, *Birke* (an Kurztrieben), *Quercus* (nicht constant);

2. oder aber die Blätter nehmen rasch an Grösse zu und dann gegen die Spitze wieder ab: *Aesculus*, *Acer*, *Cotoneaster*, *Philadelphus*.

Diese beiden Verhältnisse sind aber, wie bemerkt, nur scheinbar constant. Man kann z. B. bei der Buche, bei *Cotoneaster*, *Berberis* sehr schön beobachten, dass bei Kurztrieben der erste, bei Langtrieben der zweite Fall Regel ist.“

Ich führe hier ein Paar Zahlenbelege an (Länge der Blattfläche in mm, der Mittelrippe entlang). — Folge am Trieb von unten nach oben:

Corylus avellana:

Erster Trieb: 45—66—92—90—95.

Zweiter Trieb: 25—50—72—105.

Dritter Trieb: 21—44—74—85—112—118.

Syringa vulgaris:

Erster Trieb: 29—62—82—109.

Zweiter Trieb: 59—87—98—126.

Carpinus americana:

Erster Trieb: 55—105—123.

Zweiter Trieb: 50—94—118—135.

Dritter Trieb: 34—80—100—122.

Fagus: 64—76—90—88—80—65—57.

Ob die Variation, wie diese „Periode“ überhaupt mit bestimmten in dem Körper periodisch sich vorbereitenden innern Ernährungsbedingungen zusammenhängt, mag dahingestellt sein.

Daneben gibt es nun eine Reihe individueller Schwankungen in der Blattgrösse, welche von äussern Factoren abhängen. Freilich sind die wirkenden Factoren bisher zum geringsten Theil präcis erforscht; man hat sich begnügt, dieselben als von „Boden und Klima“ abhängig zu bezeichnen, den näheren Factor aber innerhalb dieser Sammelursachen nicht oder nur unvollkommen bestimmt.

Es ist zunächst eine allbekannte Thatsache, dass magerer Boden magere Exemplare, bis zur völligen Verzweigung aller Theile („Nanismus“), fetter Boden grosse Individuen, „Riesen“ erzeugen kann. Dass hier zunächst an Mangel oder Uebermaass von Nahrungsstoffen gedacht werden muss, versteht sich. Dass dabei das Wasser allein als oberster Factor wirken kann, ist aus Sorauer's Untersuchungen für die Gerstenpflanze bekannt (Bot. Ztg. 1873 n. 10); aus Nobbe's bekannten Culturen z. B. des Buchweizens kennt man den Einfluss, den Disproportionalität der Aschenbestandtheile übt. — Aber nicht bloss Mangel ausreichender Nahrung, auch die Verkürzung der Aufnahmeapparate (Wurzeln) kann, wie jüngst bekannt wurde, in dieser Richtung maassgebend werden (Reinke in Ber. deutsch. Bot. Ges. II S. 376—378).

Schwieriger noch ist es, bei den Einflüssen des „Klimas“ die thatsächlich wirkenden Einzelfactoren zu ermitteln.

Ebermayer (die Gesamtlehre der Waldstreu 1876 S. 38—39 ff.) hat gezeigt, dass bei der Buche die Grösse der Blätter sehr wesentlich mit der Meereshöhe abnimmt. Er gibt z. B. folgende Zahlen:

| Standort | Meereshöhe | 1000 Blätter in □ m. |
|-------------------------------|------------|----------------------|
| Aschaffenburg (Schönthal) | 133 m | 3,4 |
| Odenwald (Melibocus) | 514 m | 1,6 |
| Bayrischer Wald, Buchengrenze | 1344 m | 0,9 |

Da Ebermayer die Bodenverhältnisse wohl berücksichtigt hat (a. a. O. S. 39), so können nur atmosphärische Factoren, Licht, Wärme, Feuchtigkeit u. s. w. als wirksam gedacht sein. Welches dieser Agentien allein oder in combinirter Action betheiligt sei, steht dahin.

In ähnlicher Lage steht man der eigentlich wirkenden Ursache gegenüber in einem zweiten Falle. In der Frage der ausserordentlichen Blattgrösse nordischer Pflanzen. Bekanntlich haben zuerst Grisebach (Wiegmann's Archiv f. Naturg. Bd. 10 S. 24—25; Veget. der Erde Bd. I, 118 1. Aufl.; Gesammelte Schriften S. 48) und Baer, bald darauf auch Martins (1846 nach Grisebach, Veg. d. Erde I, 118 und 542) darauf aufmerksam gemacht, „dass die meisten Laubhölzer schon unter dem 60. Breitengrad grössere Blätter tragen, als in Deutschland“. Die Erscheinung wurde in neuerer Zeit von Flahault (Ann. scienc. nat. Sér. 6 T. IX p. 166) bestätigt*), aber von Ramond (Bull. Soc. bot. de France T. XXVI. 1879 p. 9 sq.) und Nylander in

*) Bonnier und Flahault geben an (Ann. scienc. nat. Sér. 6 T. VII. 1879 p. 118), dass nur Dicotylen und Farne, nicht die Monocotylen vergrösserte Blätter hätten. Die aufgeführte Tabelle derselben (l. c. T. IX p. 167) gibt nur Dicotylen.

Abrede gestellt durch Einwürfe, welche den gleichfalls bestätigenden Angaben eines langjährigen Beobachters, Schübeler's gegenüber (Pflanzenwelt Norwegens 1873 S. 83) doch nicht gesichert genug erscheinen.

In diesem Falle ist von Anfang an als Ursache die lange Beleuchtung während der nordischen Sommertage in Anspruch genommen worden (Schübeler a. a. O., Grisebach, Veg. d. Erde a. a. O.). Von Bonnier und Flahault wird die lange aber wenig intensive Beleuchtung betont.*) Möglich, dass gerade jene mittlere Lichtintensität für diese Pflanzen als Wachstumsoptimum wirkt, allein thatsächlich haben die Verfasser für diese Annahme keine Beweise gebracht.

Ein dritter Fall, wo äussere Ursachen und speciell „Licht und Schatten“ für die ungleiche Blattbildung der Blätter an demselben Zweig (Anisophyllie) verantwortlich gemacht werden, ist zuerst von E. Mer: „De l'influence de l'ombre et de la lumière sur la structure, l'orientation et la végétation des aiguilles d'Abies excelsa“ in Bull. Soc. de France T. 30 1883 p. 40 ssq. und für *Abies pectinata* präciser jüngst von Göbel (Schenk's Handbuch der Botanik Bd. 3 S. 146—147) behandelt worden.

Schliesslich möchte ich noch auf zwei Fälle von Beeinflussung der Blattgrösse, die zu sog. Correlationserscheinungen gehören, hinweisen.

1. Es ist eine gewöhnliche Erscheinung, dass an den Haupttrieben der Kiefern die Nadeln grösser sind als an den Seitenachsen. Z. B. an 3 jungen Bäumen (Döläuer Haide) zeigten die 2jährigen Nadeln (Juni 1876) folgende Dimensionen:

| | Gipfeltrieb | Seitentrieb |
|--------|-------------|-------------|
| Baum 1 | 77 mm | 65 |
| Baum 2 | 91 | 92 |
| Baum 3 | 75 | 45 |

Wird bei einer Kiefer der Gipfeltrieb zerstört und richtet sich eine Seitenachse an dessen Stelle auf, so erhalten dieselben auch eine kräftigere Benadlung.

2. Einen andern Fall von Correlation habe ich an den Blättern von Apfelbäumen im Herbst 1875 wahrgenommen. An schönen, kräftigen und mittelalten Bäumen, die als Landstrasseneinfassung stundenweit gingen, waren auffallend sprungweise — und ohne äussere Kennzeichen der Ursache — die einen fruchtbeladen, die andern absolut steril. Die fruchtragenden Bäume hatten auffallend kleinere Blätter als die sterilen z. B.:

*) „L'accroissement des feuilles sous les hautes latitudes a pour cause l'éclairement très long, mais d'intensité faible, dont elles subissent continuellement l'influence“. l. c. Tome IX p. 170—171 und Bull. Soc. bot. de France l. c. p. 346—350.

a) Fertile Bäume.

| | Länge | Breite des Blattes |
|---------------------------------|---------|--------------------|
| Exemplar a) | 77,3 *) | 51,0 |
| Exemplar b) | 87,0 | 53,2 |
| Besonders auffallendes Exemplar | 98,9 | 63,0 |

b) Sterile Bäume.

| | | |
|------------------|-------|------|
| Erstes Exemplar | 114,0 | 70,8 |
| Zweites Exemplar | 112,5 | 61,3 |

Die Bäume hatten im Mai alle gleichmässig geblüht, aber aus nicht näher bekannten Ursachen gänzlich ungleich Frucht angesetzt. Es ist offenbar die Annahme erlaubt, dass die Baumaterialien, welche bei den fruchttragenden Bäumen für die Fruchtanlage verbraucht wurden, bei den sterilen Exemplaren den Blättern zu gute kamen.

II.

Die „lösliche Stärke“.

Bekanntlich ist durch Sanio und Schenk**) im Jahre 1857 in den Epidermiszellen von *Ornithogalum*- und *Gagea*-Arten ein ungeformter, scheinbar im Zellsaft gelöster Körper gefunden worden, der die auffallende Eigenschaft darbietet, sich mit wässriger Jodlösung tief und schön violett- oder indigblau zu färben, und der demnach ursprünglich als „gelöste“ oder „formlose“ Stärke angesehen wurde. Durch eine spätere genaue Untersuchung des Gegenstandes von Nägeli (Beitr. z. wissensch. Bot. Heft II 1860 S. 187—192) ist jedoch wahrscheinlich gemacht, dass es sich hier nicht um Stärke, ja wohl nicht einmal um einen den Kohlehydraten verwandten Körper handle; „was für eine Verbindung es sein könnte, bleibt vorerst, sagt Nägeli a. a. O. S. 192, der Vermuthung anheimgestellt. Ich spreche fragweise den Gedanken aus, ob die Substanz nicht zu den eiweissartigen Stoffen gehören möchte. Mit denselben hat sie wenigstens die leichte Veränderlichkeit (durch Wärme, Alcohol, Mineralsäuren etc.) gemein“.

*) Zahlen in Millimetern, Mittel aus 10 Messungen.

**) Sanio, Bot. Ztg. 1857 S. 420—423: Kurze Notiz über formlose Stärke. — Schenk, ebenda S. 497—499 und S. 555—556. — Auch Trécul in Bull. Soc. Bot. de France Tome V 1858 p. 711.

Seither ist der merkwürdige Stoff meines Wissens in der Literatur nicht mehr zur Sprache gekommen. Mir ist derselbe in dem letzten Jahr zufällig bei einer Monocotyle, wo man ihn bisher nicht kannte, unter die Hände gerathen und ich habe dabei zugleich einige Erfahrungen gesammelt, die auf die Natur des fraglichen Körpers einiges Licht werfen. Diese will ich hier mittheilen.

Die „lösliche Stärke“ findet sich mit der grössten Regelmässigkeit in den Epidermiszellen (und nur in diesen) der oberirdischen Organe (Blätter, Blattstiel, Blütenstandsträger, Spathaaussenseite) von *Arum italicum*, sowie auch anderer *Arum*-Arten (*maculatum*, *corsicum*). Dagegen habe ich sie bei andern Aroideen nicht aufzufinden vermocht. Blätter von *Typhonium divaricatum*, *Sauromatum guttatum*, *Caldium nymphaeaeifolium*, *Pothos cannaefolia*, *Monstera Lennea*, *Dieffenbachia Paraguiniana*, *Spathiphyllum cannaefolium*, *Anthurium acaule*, *Philodendron macrophyllum*, *Acorus Calamus* und *gramineus*, sowie *Richardia aethiopica* wurden umsonst darauf untersucht. Nach Bemerkungen Sanio's (a. a. O. S. 423) und Schenk's (a. a. O. S. 498) wäre das Vorhandensein des Stoffes an einen gewissen Entwicklungszustand der Organe gebunden, man mag daher dieses negative Resultat immerhin mit einiger Vorsicht aufnehmen. *)

Die Einzelheiten der Reactionen zu beschreiben unterlasse ich um so lieber, als meine Resultate, wie wir zum Theil noch sehen werden, bis in die kleinsten Züge mit den Angaben Nägeli's übereinkommen. Nur um die Identität unseres sich bläuenden Körpers mit dem von *Ornithogalum* und *Gagea* schlagend darzuthun, will ich ein Paar spezifische Kennzeichen hervorheben:

1. Ich finde, wie Nägeli, dass nur Jod in Jodkalium gelöst (wässrige Jodlösung) färbt, Jodtinctur dagegen wirkungslos ist; mit Sanio finde ich auch Chlorzinkjodlösung wirksam.

2. Vorher mit Weingeist oder Säuren behandelten Präparate, angeschnittene Zellen färben sich nicht. — Gefärbte Zellen angeschnitten, lassen den Stoff wolkenartig austreten.

3. Es ist eine sehr auffallende Erscheinung, dass die Färbung in der Zelle oft nur einseitig und zwar an einem Ende intensiv auftritt und von da ganz allmählig gegen das andere farblose Ende abnimmt. Dieses Phänomen machte bekanntlich Nägeli bedenklich, die Substanz als wirklich gelöst anzusehen (a. a. O. S. 190). —

*) Für *Arum corsicum* kann ich freilich mit Bestimmtheit angeben, dass der sich bläuende Stoff in den gelb gewordenen, ja in den vertrockneten Blättern erhalten bleibt.

In manchen Fällen erscheint die sich bläuende Substanz sicher in mehreren Kammern des Protoplasmas vertheilt und mit einem Hyaloplasmahäutchen umzogen.

Was nun die Natur dieser sog. löslichen Stärke betrifft, so wird sie wohl heute, nach den Auseinandersetzungen Nägeli's, Niemand mehr für Stärke, noch auch für einen derselben nahverwandten Körper halten wollen, Niemand aber auch aus den bis jetzt bekannten Reactionen eine bestimmte und wohlmotivirte Ansicht über denselben aufstellen können.

Neben den im Vorstehenden wiedergegebenen Erfahrungen habe ich aber noch eine Anzahl anderer gemacht, die geeignet sind, eine bestimmte Ansicht über die chemische Natur der „löslichen Stärke“ aufzustellen. Nach diesen muss ich annehmen, dass die „lösliche Stärke“ mit gerbstoffartigen Körpern verwandt ist. Meine Gründe sind folgende:

1. Es ist Sanio selbst gewesen, welcher gefunden hat, dass Gerbstoffe mit Chlorzinkjodlösung eine sehr charakteristische Reaction, eine rosenrothe Färbung eingehen (Bot. Ztg. 1860 S. 214). Versuche mit reiner Gerbsäure ergaben demselben sogar eine „prächtig violettrothe Färbung“. Wie schon Sanio gefunden und wie ich oben bestätigend bemerkt habe, nimmt auch die „lösliche Stärke“ mit Chlorzinkjod eine violette — und bei schwacher Wirkung — eine karminrosa Färbung an. — Es ist freilich wahr: mit Jod allein färbt sich, so weit man Erfahrung hat, kein Gerbstoff blau oder violett; allein die Erfahrungen über diesen Gegenstand sind auch keineswegs von überwältigender Fülle und meine Ansicht ist auch nicht, dass wir in der „löslichen Stärke“ factisch einen Gerbstoff selbst, sondern nur einen mehr oder weniger nahen Verwandten desselben vor uns haben.

2. Der Epidermiszellinhalt von *Arum*, sowie der von *Ornithogalum nutans* (welches ich genau zu prüfen Gelegenheit nahm) gibt mit Eisenchlorid und Eisenvitriol eine sehr deutliche Braungrünfärbung. Und diese Eisenfärbung tritt ganz unter denselben Modalitäten auf, wie die Bläuung. Z. B. sie erscheint oft nur halbseitig in den Zellen, sie bleibt nach Weingeistbehandlung der Epidermispräparate (durch Lösung des Stoffes?) aus. Die Eigenthümlichkeit, dass die „lösliche Stärke“ an Präparaten gelegentlich die Membranen durchtränkt, welche Nägeli bei *Ornithogalum* (a. a. O. S. 190) gesehen und die ich für *Arum* bestätigen kann, kommt bekanntlich auch den Gerbstoffen zu. — Es darf freilich nicht verschwiegen werden, dass die Reaction mit Kaliumbichromat und die Gardiner'sche Tanninreaction (Zeitschr. f. Mikroskopie I 464) nicht zu erhalten waren. Auch bleibt der Einwurf zulässig, dass unsere „lösliche Stärke“ mit einem gerbstoffartigen Körper zusammen

gemengt sei. Ich bekenne aber, dass mir diese Einwände von minderem Gegengewicht scheinen.

3. Der Gerbstoff hat bekanntlich die — vielleicht in der Lebensöconomie der Pflanzen hochbedeutsame — Eigenschaft, dass er beim Absterben der Blätter (ganz oder wenigstens zum Theil) in diesen erhalten bleibt; ich habe oben schon anmerkungsweise hervorgehoben, dass ich die gleiche Eigenschaft bei der „löslichen Stärke“ von *Arum* bemerkte. In dieser Beziehung bildet unser Körper aber den diametralen Gegensatz zur wirklichen Stärke.

4. Mit der Annahme, dass die „lösliche Stärke“ eine gerbstoffartige Verbindung sei, stimmt auch die Gewebeform des Vorkommens: die Epidermis ist ein Lieblingsaufenthalt der Gerbstoffe; und es stimmt ferner, die Thatsache des allgemein verbreiteten Vorkommens ächter Gerbstoffe in „Gerbstoffschläuchen“ bei den Aroideen (Trécul).

5. Die „lösliche Stärke“ wird endlich im Licht erzeugt, gerade wie Gerbstoff. Lässt man winterliche Zwiebeln von *Ornithogalum nutans* gleichzeitig und unter gleichen Bedingungen im Licht und im Finstern austreiben, dann zeigen die Tagespflanzen prächtige Reactionen ihrer Epidermen, in den reingelben Finsterblättern aber erhält man weder eine Spur Violettfärbung mit Jod, noch eine Reaction auf Eisensalze. — Ich habe anderwärts nachgewiesen (vgl. die vorläufige Mittheilung in den Sitzb. der Hallischen Naturf. Gesellsch. 5. December 1884), dass der Blättergerbstoff eine Function des Lichtes ist; die „lösliche Stärke“ ist es also auch.

6. Schliesslich darf eine correspondirende Beobachtung an anderen Pflanzen nicht übergangen werden. Bekanntlich hat schon Mohl (Zelle S. 206) Jodbläuung an dem wässerigen *Zygnema*-Inhalt gesehen; Nägeli hat a. a. O. S. 190 ff. die Erscheinung bei *Spirogyren* und *Zygnemen* näher untersucht und mit der Erscheinung in der *Ornithogalum*-Epidermis identificirt. Von eben diesen Pflanzen theilen aber sowohl Nägeli (Mikroskop 1. Aufl. S. 494) wie Andere (z. B. Schnetzler, Bot. Centralblatt 1883 Bd. XVI S. 157) mit, dass sie auf Eisensalze reagirende, also wohl gerbstoffartige Körper enthalten.

Das sind Thatsachen genug, die, wenn nicht die gerbstoffartige Natur der „löslichen Stärke“ so auf jeden Fall viel gemeinschaftliche Beziehungen derselben mit den auf Eisensalze reagirenden löslichen Zellinhalten erweisen.

Vorstehender Artikel wurde im December 1884 niedergeschrieben; unmittelbar vor dem Druck desselben (März 1885) sind mir in Dingler's „polytechnischem

Journal“ zwei Notizen über Jod-Gerbstoffreactionen in die Hände gefallen, dir mir zur Zeit der vorstehenden Ueberlegungen unbekannt, unvermuthet eine sehr werthvolle Stütze meiner Ansicht geben.

1. Bd. 208 (1873) S. 400 wird eine Notiz von V. Griessmayer erwähnt, welcher (Zeitschr. f. analyt. Chemie Bd. XI, V. 43) zeigt, dass Gerbsäurelösung mit ganz schwacher Jodlösung in schwach alcalischer Lösung „eine brillant rothe, im auffallenden Licht ins karmoisinrothe gehende Reaction“ gibt.

2. Der zweiten viel werthvolleren Notiz in dieser Sache gegenüber finde ich mich in einer peinlichen Lage. Ich hätte dieselbe eigentlich kennen sollen; denn sie rührt von meinem Freunde O. Nasse her, und derselbe hat sie mir s. Z. selbst zugeschickt. Ueber eine schwere typhöse Erkrankung habe ich dieselbe völlig aus dem Gedächtniss verloren; und erst aus Dingler's Journal Bd. 253 (1884) S. 340—341 kennen gelernt. Man wird es den obigen Auseinandersetzungen ansehen, dass sie selbstständig entstanden sind. Durch Nasse's schöne Beobachtung gewinnen dieselben noch grössere Sicherheit.

Nasse zeigt (Ber. deutsch. chem. Ges. 1884. 1166), dass eine Gruppe dreifachhydroxylierter Benzolderivate, nämlich Tannin, Gallussäure und Pyrogallol (nicht aber andere bekanntere Glieder dieser Gruppe) in Lösung und in Gegenwart von neutralen oder sauren Salzen durch Jodlösung „schön purpurroth“ gefärbt wird.

III.

Ueber die Zusammensetzung des Siebröhrensaftes der Kürbise und alkalisch reagirende Zellsäfte.

Vor Jahresfrist habe ich eine Anzahl chemischer Proben an dem Saft der Kürbissiebröhren angestellt, und war gewillt dieselben bei gegebener Gelegenheit fortzusetzen und zu vervollständigen. Da ich aber nicht annehmen darf, nächster Zeit das bisher Gewonnene erweitern zu können, so scheint es mir angezeigt, meine Resultate hier ausführlich mitzutheilen, zumal dieselben einerseits eine Sicherstellung der einzigen bisher vorhandenen eingehenderen Arbeit über diesen Gegenstand von

*) In der Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle vom 23. Februar 1884 hatte ich von meiner Arbeit vorläufig Mittheilung gemacht und einen Auszug an diesem Orte bereits mitgetheilt.

Zacharias (Bot. Ztg. 1884 N. 5, 1. Februar) und ausserdem eine sehr erwünschte quantitative Ergänzung derselben darstellen.

Meine Untersuchungen sind nicht an Stengelsäften, sondern an den Siebröhreninhalten grosser sog. Centnerkürbise, auch zum Theil an sog. Türkenbundfrüchten und an einigen Exemplaren von *Cucurbita microcarpa* angestellt, die vom Herbst bis Januar in ungeheiztem trockenem Raum aufbewahrt lagen; sie sind also nicht ohne Weiteres mit denen von Zacharias zu vergleichen. Nach der Natur dieser Organe darf man annehmen, dass ihre Inhalte denen der Stengel gegenüber zwar nicht abnorm, aber doch möglicher Weise verschieden von denselben sind: die Siebröhren des Stengels werden, mag man sie als Transport- oder Erzeugungsorgane eiweissartiger Stoffe ansehen, die Inhalte eventuell vollständiger zeigen, als die Früchte, in denen die Contenta z. Th. bereits ausgewandert, umgekehrt, bei eventuellem Stoffüberschuss, überschüssig aufgestaut sein können. Man mag diese Gesichtspunkte bei Beurtheilung meiner Resultate und eventueller qualitativer oder quantitativer Differenzen zunächst im Auge behalten. Uebrigens waren die zur Benutzung gekommenen Früchte zwar reif, aber keineswegs überreif und es darf wohl darauf hingewiesen werden, dass Kürbisfrüchte in entsprechender Umgebung gehalten, überaus lang frisch und normaler Beschaffenheit bleiben.*) So kommt es doch, dass sich zwischen meinen und Zacharias' Resultaten eine erfreuliche Uebereinstimmung zeigt.

Macht man mit einem scharfen Messer in die rein gewischte Oberfläche der Früchte einige centimeterlange horizontale oder senkrechte seichte Einschnitte, so treten bei turgescenten Exemplaren sofort, bei Früchten, welche einige Zeit im warmen Zimmer liegen, nach Secunden oder Minuten an ein paar Stellen jedes Schnittes scharf begrenzte wasserklare Tropfen aus, die sich durch ihre stark alkalische Reaction sogleich als der Hauptmasse nach den Siebröhren entstammend kundgeben, die auch durch ihre ansehnlich klebrige Consistenz und rasches gallertartiges Erstarren zeigen, dass sie von den gewöhnlichen Parenchymsäften wesentlich verschieden sind. Es darf wohl nicht in Abrede gestellt werden, dass diesen Tropfen geringe Mengen Parenchymsaftes zugemengt sein können; beachtet man aber, dass dieselben sehr rasch, scharf begrenzt und nur an den Stellen, wo innen Siebröhrenzüge liegen, hervortreten, nimmt man zur Sicherheit Früchte, die einige Zeit im Zimmer gelegen und weniger saftstrotzendes Parenchym haben — so darf wohl diese fragliche Bei-

*) Vgl. Kraus „Ueber Langlebigkeit des Chlorophyllfarbstoffs“ in Sitzb. naturf. Ges. zu Halle 16. Juli 1881.

mengung von Parenchymsaft als für unsere Untersuchung ganz unmassgeblich vernachlässigt werden. Zumal ist, wie oben bemerkt, die Reaction der Tropfen stark alkalisch, während die Parenchymsäfte ansehnlich sauer sind. — Im Uebrigen nehme ich, wie auch Wilhelm (Siebröhren S. 66—67), an, dass die ausgetretenen Massen nicht der Inhalt der ganzen Siebröhre, sondern wesentlich des „Binnenschlauches“ sind.

Ueberlässt man die Tropfen sich selbst, so sind sie, bei substanzreichen Exemplaren, nach einiger Zeit zu gelblichen gummiartigen Kügelchen eingetrocknet, bei substanzärmeren Exemplaren fallen sie zu flachen Krusten zusammen. Der Regel nach verhalten sich bei unmittelbar hintereinander vorgenommenen Schröpfungen die zuerst und die später austretenden Tropfen in ähnlicher Weise different.

Gewöhnlich wurden die Tröpfchen sofort mit einem Platinlöffelchen in einem bedeckten Platintiegel gesammelt und zur Feststellung des Trockengewichts und weiterer Analyse frisch und trocken gewogen.

1. Es musste vor Allem interessiren, die Saftconcentration oder den Gehalt an Trockensubstanz überhaupt kennen zu lernen. Dass sich in die Bestimmungen desselben ein kleiner Fehler durch Uebertreten von Parenchymsäften einschleichen kann, ist oben schon erwähnt. Zugegeben, dass dieser Fehler nicht vernachlässigt werden darf, so dürfte derselbe, wie aus den unten mitzutheilenden Zahlen erhellt, nur dazu beitragen, die Saftconcentration etwas zu erniedrigen. Es bleibt aber gleichwohl das Safttrockengewicht ein relativ hohes. Es beträgt (Tabelle I) im Mittel 8,8% und schwankt überhaupt zwischen 7 und 11½%. Uebrigens erhellt aus Tabelle I, 1, dass es bei ein und derselben Frucht constant bleiben, aus Tabelle I, 2 und 6, dass es nach dem individuellen Saftreichthum der einzelnen Früchte und Tabelle I, 1—7 einer- und 8 andererseits, dass es in verschiedenen Jahrgängen kleinen Veränderungen unterliegen mag.

Man beachte, dass das Gewicht gegen den Substanzgehalt anderer Säfte überaus hoch erscheint. Der Trockensubstanzgehalt der ganzen Kürbise (also Cellulose, Plasma u. s. w. mit einbezogen) beträgt kaum 10% (König, Nahrungs- und Genussmittel. 2. Aufl. II S. 452). Der Parenchymsaft grosser Kürbise ergab mir bei einer Frucht 5,3 und 5,4, bei einer andern nur 4,1% Substanzgehalt. Schlagender noch zeigt sich dies Verhältniss gewöhnlichen andern Parenchymsäften gegenüber. Der Stengelsaft von *Canna* z. B. hat nach meinen Feststellungen 1,9—2,6%, der Saft der Blätter von *Mesembryanthemum* 2,2, der der Blattstiele von *Rheum officinale* 2,7—2,8, der der sehr säurereichen *Echeverien* 4,6, der der *Semperviven* 5,4% Trockensubstanz.

Nur die Säfte reifer Beerenfrüchte lassen sich mit dem Siebröhrensaft vergleichen. Nach König (a. a. O. S. 492) zeigen

| Aepfel | Birnen | Kirschen | Johannisbeeren | Erdbeeren | Himbeeren |
|--------|--------|----------|----------------|-----------|-----------|
| 13,0 | 11,5 | 11,8 | 9,3 | 8,2 | 7,4 % |

lösliche Substanzen.

Von der gummiartigen Trockensubstanz ist nach dem Trocknen bei 100° gewöhnlich wiederum der grössere Theil löslich.

a) Bei einem sehr grossen Kürbis zeigt der Saft frisch 0,916, trocken 0,136, also procentisch 14,8 Gewicht. Nach längerer Auslaugung mit lauwarmem Wasser ergab die Masse 0,050 unlöslichen Rückstand, also 36,7 % Unlösliches und 63,3 % Lösliches.

b) In dem Beispiel I, 5 der Tabelle erhielt ich aus 0,03 Trockensubstanz 0,012 Rückstand also 40 %, während 60 % löslich waren.

c) In dem Beispiel I, 1 vom 21. Januar erhielt ich 39,8 % unlösliche, 60,2 % lösliche Körper.

d) In einem weiteren Falle verhielt sich unlöslich zu löslich wie 34,6 : 65,4.

e) Aus Früchten von 1884 ergab sich 40,5 löslich zu 59,5 % unlöslich.

Neben diesen ziemlich constanten Verhältnissen kommen aber auch sehr extreme vor. So erhielt ich aus I, 3 59,3 % unlösliches und nur 40,7 % lösliches. — In einem entgegengesetzten Falle aus 0,1075 Trockenmasse 0,024 d. h. 22,3 % unlösliches, dagegen 77,7 % lösliche Körper.

Bei einiger Ueberlegung werden diese Schwankungen nicht wunderbar erscheinen; wie wir gleich sehen werden, besteht der in Wasser unlösliche Rückstand der Hauptsache nach aus Eiweisskörpern. Es kann nun die Annahme gemacht werden, einmal dass die Menge der gelösten Eiweisssubstanzen an sich so erheblich schwankt, oder aber dass die gefundenen Schwankungen wesentlich aus den im Einzelfalle sehr verschiedenen Beimengungen schleimartiger, nicht eigentlich gelöster Proteinkörper herrühren. Es liegen mir keine Erfahrungen vor, die erlauben, die eine oder die andere Alternative auszuschliessen.

2. Die in Wasser unlösliche rückständige Substanzmasse erscheint amorph, weisslich flockig oder hautartig und zeigt äusserlich in der Hauptmasse die Charaktere der Eiweisskörper: sie färbt sich mit Millon prächtig rosapurpurn, ist in künstlichem Magensaft binnen einiger Stunden verdaulich und gibt dann unzweideutig Pepton-Reaction. Wie die Tabelle II ausweist, ist der Stickstoffgehalt der Masse 12 und 15 %, Zahlen, welche für nur wenig verunreinigte Eiweisssubstanz sprechen.

3. Unter den in Wasser löslichen Substanzen mussten es vor Allem zwei Körper sein, denen nachzugehen es hervorragendes Interesse bot: einmal die löslichen stickstoffhaltigen, die als präsumtive Wanderform der Eiweisskörper im Auge zu behalten waren, andererseits der Körper, welcher die überaus anfällige alkalische Reaction des Saftes veranlasst.

Zur Bestimmung des Antheiles der ersten Kategorie von Körpern habe ich folgende qualitative Proben vorgenommen:

a) Der klare wässrige Auszug gibt mit Brucin und mit Diphenylamin deutlich, aber nur spurweise Nitrate oder Nitrite an. Der Versuch wurde wiederholt bei den verschiedensten Früchten vorgenommen.

b) Dieselben Auszüge lassen in andern Proben mit Nessler'schem Reagens deutlich, aber gleichfalls nur spurweise Ammoniakverbindungen erkennen: es tritt eine tiefgelbe Färbung, keineswegs aber ein Niederschlag ein.

c) Ein Theil des wässrigen Auszugs mit SO_4 2 Stunden gekocht und dann mit Nessler'schem Reagens versetzt, gibt eine sehr starke Fällung. Der Versuch wurde besonders sprechend, wenn man mit Schwefelsäure gekochte und intacte Portionen des wässrigen Auszugs nebeneinander mit Reagens versetzte.

Es folgt aus dem Vorstehenden, dass die weitaus grösste Menge des wasserlöslichen Stickstoffs wohl in Form von Amidkörpern vorhanden ist. Unter der (allerdings unbewiesenen) Annahme, dass die lösliche Substanz Asparagin sei, würde dasselbe fast 30 % der Gesamttrockensubstanz betragen können. Man vgl. die angehängte Tabelle unter II, 3.

Nimmt man an, die eben gefundene Zahl habe allgemeine Gültigkeit, so ergibt sich aus dem Vergleich derselben mit den Daten von n. 1 und 2, die bemerkenswerthe Thatsache, dass dennoch der grössere Theil der N-haltigen Substanzen des Siebröhreninhaltes Eiweisskörper sind.

Dass die alkalische Reaction des Siebröhrensaftes, wie schon Zacharias andeutet, wesentlich von Kaliumphosphat herrühre, kann ich aufs bestimmteste behaupten.

Es ist vor allem festzuhalten, dass die alkalische Reaction so überaus stark ist, dass an die überhaupt schwach alkalischen organischen Basen gar nicht gedacht werden kann; die Reaction tritt ferner auch an dem wässrigen und lang gekochten Auszug und ebenso scharf mit Lacmus, wie mit Rosolsäure, weniger scharf mit Phenolphthalein auf (eine Eigenschaft, welche, soweit ich wahrnehmen konnte, alkalisch reagirende Phosphate theilen).

Beim weiteren Suchen nach der Ursache der starken Alkalinität ist zu beachten, dass es sich nur noch um Salze der Alkalien, und zwar Carbonate oder Phosphate handeln kann. Von den Alkalien ist Natrium nur spurweise, Ammon in so geringen Mengen vorhanden, dass es zur Erklärung der überaus starken Alkalinität nicht ausreicht; Kaliumsalze dagegen sind in beträchtlicher Menge vorhanden. Da Carbonate nicht nachweislich sind, bleibt der Schluss auf den Phosphaten stehen.*) Und in der That lassen sich 4—5 % Phosphorsäure im wässerigen Auszug direct nachweisen. Der Nachweis der Phosphorsäure im wässerigen Extract wurde maassanalytisch mit essigsauerm Uranoxyd geführt (Fresenius, Quant. Analyse 5. Aufl. S. 338). In vier aus verschiedenem Materiale stammenden wässerigen Extracten erhielt ich 5,5 %, 4,3 %, 5,4 %, einmal sogar 6,5, also im Mittel 5,4 % Phosphorsäure. — Auch unter Berücksichtigung des Umstandes, dass im Gesamtsiebröhreninhalt höchstens 10 % Trockensubstanz vorhanden sind, würde diese Quantität hinreichen, die alkalische Reaction des Siebröhrensaftes zu erklären. Eine 1 % ja eine $\frac{1}{2}$ % Lösung von basischphosphorsauren Natron reagirt sehr schön alkalisch.

Jedenfalls haben wir darnach das Kaliumphosphat, das von jeher (Liebig, Rochleder, Ritthausen, Eiweisskörper S. 206—210; Pfeffer in Pringsh. Jahrb. VIII, 495) für die Lösung der Eiweisskörper in Anspruch genommen worden ist, in einem ganz ausnahmsweisen Maasse aufgehäuft, wie es sonst in keinem Gewebe gefunden ist.

Von andern löslichen Substanzen weiss ich nur noch Kupferoxydreducirende („Zucker“) zu nennen. Dass bei der alkalischen Reaction des Saftes direct reducirende Zuckerarten nicht zu erwarten waren, ist klar. Nach dem Kochen mit Schwefelsäure erhält man aber (vgl. Tabelle n. III) ansehnliche und bestimmbare Quantitäten derselben. Dieselben sind in den verschiedenen Analysen überaus verschieden ausgefallen — von 9—64 % der wasserlöslichen Substanz. Unbegreiflich erscheinen solche Schwankungen aber nicht; Gründe dafür liessen sich sowohl aus dem bekanntermaassen verschiedenen Zuckergehalt der Früchte, als aus der leitenden Natur der Siebröhren überhaupt hernehmen.

Für die specielle chemische Natur der fraglichen reducirenden Substanz wüsste ich keine entscheidenden Thatsachen beizubringen. Ich habe sie in der Tabelle als Saccharose bezeichnet, ohne damit etwas anderes als einen einstweiligen Namen hin-

*) Phosphorsäure wird schon von Pfeffer (Phys. I, 330—31) als „reichlich im Siebtheil“ der Gefässbündel angegeben.

setzen zu wollen. Zacharias (a. a. O. S. 70) nennt die Substanz „dextrinartig“. Färbungen des wässrigen Extracts mit Jod oder Alcoholfällungen, die für diese Bezeichnung entscheidend wären, habe ich jedoch nicht finden können.

Analysen-Tabelle.

I. Trockensubstanz des Siebröhrensaftes verschiedener Früchte.

1. Saft aus einem grossen, halbcentnerschweren gelben Kürbis (die Nr. 1—7 aus der Ernte 1883).

| Datum | Frischgew. | Trockengew. | Trockensubst. % |
|------------|------------|-------------|-----------------|
| 21. Januar | 0,5685 | 0,0515 | 9,05 |
| 22. Januar | 0,567 | 0,054 | 9,4 |
| 30. Januar | 0,324 | 0,030 | 9,25 |

2. Aus einer kleinern gelben, aber äusserlich viel saftreicheren Frucht.

| | | |
|-------|--------|-----|
| 1,462 | 0,1055 | 7,2 |
|-------|--------|-----|

3. Eine ähnliche andere Frucht ergibt:

| | | |
|-------|-------|-----|
| 1,097 | 0,107 | 9,8 |
|-------|-------|-----|

4. Desgl.: 0,6405 0,063 9,8

5. Aus einem gleichen Kürbis, 3 Bestimmungen von unmittelbar hintereinander durch Schröpfen erhaltenem Saft:

| | | |
|--------|--------|------|
| 0,4035 | 0,044 | 10,9 |
| 0,827 | 0,0865 | 10,4 |
| 0,3325 | 0,0300 | 9,02 |

6. Aus einem sehr frischen „Türkenbundkürbis“:

| | | |
|-------|--------|-----|
| 0,487 | 0,0335 | 6,9 |
|-------|--------|-----|

7. Die nun folgenden Analysen sind von kleinen, aber ganz frisch aussehenden Kürbisen, jede Analyse aus einer andern Frucht gemacht:

| | | | |
|----|--------|--------|------|
| a) | 0,6005 | 0,0525 | 8,74 |
| b) | 0,7505 | 0,0590 | 7,86 |
| c) | 0,6955 | 0,0475 | 6,8 |
| d) | 0,6625 | 0,0465 | 7,08 |
| e) | 0,6505 | 0,0400 | 6,14 |

8. Früchte vom Jahre 1884:

| | | | |
|-----------------|--------|--------|------|
| a) grünfrüchtig | 1,0235 | 0,0985 | 9,5 |
| b) orange gelb | 1,0205 | 0,1175 | 11,5 |

II. Stickstoffhaltige Substanzen.

1. Reine, zu gummiartiger durchscheinender Masse zusammengetrocknete Siebröhreninhalte, bei 110° getrocknet im Gewicht von 0,2265 ergibt 0,012866 Gesamtstickstoff oder 5,8 %.
2. Die gleiche Substanz im Gewicht von 0,2995 ergibt $N = 0,19766$ d. h. 6,6 %.
3. Reine Siebröhrensubstanz im Gewicht von 0,222 ergibt
 - in Wasser löslich 0,1535 = 69,1 % der ganzen Substanz,
 - in Wasser unlöslich 0,0685 = 30,9 % der ganzen Substanz.

Der Stickstoffgehalt des in Wasser löslichen ergibt 0,006992 N (3,1 % der Gesamttrockensubstanz).

Durch Multiplication mit 9,43 auf wasserfreies Asparagin berechnet ergäbe 0,06593 Asparagin oder 29,7 % der Gesamttrockensubstanz.

4. Wasserunlösliche Trockensubstanz im Gewicht von 0,088 ergibt $N = 0,013147 = 14,9\%$. Es ist also das in Wasser unlösliche hier nahezu als reine Eiweisssubstanz anzusehen.

5. In 0,274 gr Trockenmasse ist

Wasserlöslich 0,211,

Wasserunlöslich 0,0635, d. i. etwa 23 % der Substanz gefunden.

Im Wasserunlöslichen fand sich 0,007645 N d. h. 12 %. Die Substanz kann demnach nicht aus lauter Protein bestanden haben.

III. Zucker.

1. Aus 0,136 gr Trockensubstanz (der unter I, 1 genannten, schweren Frucht) erhält man nach der Inversion des Auszugs mit Schwefelsäure und Reduction mit Fehling 0,029 CuO. Das ist 0,0124 Rohrzucker = 9,1 % der Trockensubstanz.
2. Aus 0,1244 gr Trockensubstanz (kleine tiefgelbe Frucht) erhalte ich, nach der Inversion, mit Fehling, 0,067 CuO d. i. 0,0288 Rohrzucker = 23,1 % der Trockensubstanz.
3. Von 0,03 Trockensubstanz erhalte ich 0,0266 CuO = 0,01143 Rohrzucker = 38,1 %.
4. Aus 0,1075 gr Substanz erhalte ich 0,160 CuO = 0,0688 Saccharose d. i. 64,0 %.

An diese Mittheilungen über den Siebröhrensaft mögen sich einige Erfahrungen über alkalisch reagirende Zellsäfte überhaupt anschliessen.

Unter den sporadischen Vorkommnissen von alkalischen Säften unter der über-

wiegenden Masse saurer (vgl. Kraus, Die Wasservertheilung in der Pflanze Heft IV) werden in erster Linie seit Payen's Entdeckung vom Jahre 1846*) immer die Blasen des Eiskrauts, *Mesembryanthemum crystallinum*, genannt. Insbesondere hat Sachs in seinem grundlegenden Aufsatz über die Reaction der Zellsäfte (Bot. Ztg. 1862) diese Angabe auch für *Mesembryanthemum cordifolium* bestätigt (a. a. O. S. 257 und 263).

Auffallender Weise erklärt sich Pfeffer in der „Pflanzenphysiologie“ gegen diese Angabe. Er sagt (a. a. O. I, 316) kurz: „Payen's Angabe, die blasenförmigen Haare von *Mesembryanthemum crystallinum* hätten alkalische Reaction, finde ich nicht bestätigt“.

Der Widerspruch Pfeffers konnte mir zunächst nicht unerwartet kommen, nachdem ich nachgewiesen, dass die Pflanzensäfte überhaupt wechselnde Acidität besitzen, dass sie sehr gewöhnlich in der Nacht saurer als am Tag erscheinen, dass demnach auch bei der Eispflanze eventuell zu verschiedenen Tageszeiten verschiedene Reaction wahrgenommen werden könnte. Es hätten also z. B. die Blasen am Morgen sauer, am Tage (Abend) vielleicht alkalisch reagieren können.

Unvorgreiflich einer besseren Belehrung will ich mittheilen, was ich über den Gegenstand in Erfahrung gebracht habe. Ich hatte im Sommer 1883 überaus üppige, zu Blüthe und Frucht kommende vielästige Exemplare der Pflanze — zum Zwecke möglicher Reinhaltung — in Treibkästen erzogen, so jedoch, dass dieselben Tag

*) Mémoires prés. par div. savants à l'acad. royale des sciences de l'institut de France. Tome IX. Paris 1846. — Payen: Mém. sur les développements des végétaux. 3^{ème} mém. p. 101—102.

„Les vésicules, qui enveloppent la totalité des feuilles et tiges de cette plante sont remplies d'une solution alcaline. Celle-ci extraite isolément, ramène au bleu de tournesol rougi, laisse cristalliser sur le porte-objet du microscope l'oxalate de potasse, et donne avec les sels calcaires, l'acide tartrique et le chlorure de platine, les précipités qui caractérisent ce sel. La substance membraniforme légère, qui enveloppe la sécrétion présente, par l'iode et l'analyse, les propriétés des matières organiques azotées; enfin la réaction successive de l'iode, de l'acide sulfurique, y décèle la cellulose p. 102 en faisant apparaître la coloration bleue spéciale. On trouve encore dans le liquide alcalin des rudiments de cristaux d'oxalate de chaux, enveloppés du léger tissu utriculaire des concrétions.“

Toute la périphérie de la plante est donc constituée ainsi dans un état d'alcalinité prononcée; toute la masse des tissus intérieurs, au contraire, est à l'état acide: on s'en assure aisément p. 102 en posant une section fraîche de la tige ou d'une feuille sur un papier bleu de tournesol, car on obtient aussitôt une impression fortement rougie“.

„Cette plante, où M. Gay-Lussac a constaté la présence de l'oxalate de soude, donne par son incinération, la soude de Ténériffe. Dans le *Mesembryanthemum* cultivé au jardin du Roi, l'oxalate de potasse domine: c'est que, dans le premier cas, le terrain, entouré par les eaux de la mer, abonde en composés à base de soude, tandis que dans le deuxième, comme presque par tout à l'intérieur des continents, les composés à base de potasse sont en plus fortes proportions dans les sols comme dans les engrais et dans les végétaux“.

und Nacht über freie Luft genossen. Sie wurden bis in den October in grösster Schönheit erhalten. Um diese Zeit und im November (unter Nachtdecke) wurden, immer im Laufe des Vormittags, von grossen Massen, durch Appressen der Blasen mit schwedischem Filtrirpapier reiner Drüsensaft gewonnen und nach dem Auspressen aus dem Papier wasserklar filtrirt.

Dieser Saft sowohl, als auch der direct durch Anstechen der Blasen auf Reagenspapier genommene Saft zeigte sich gegen Lacmus stets deutlich alkalisch. Dies also zu einer Tageszeit, wo nach der allgemeinen Regel stark saure Reaction der Säfte vorherrscht.

Anders dagegen verhielt sich der Saft gegen die Indicatoren Phenolphthalein und Rosolsäure. Da fand ich die Reaction entschieden sauer. Ich will ein paar Titrationsbeispiele anführen:

5 cc reinen Saftes mit 3 Tropfen einer sehr verdünnten (weingelben) alkoholischen Lösung von Phenolphthalein versetzt, verbraucht zur ersten Andeutung einer Röthung 2 cc Lauge von $\frac{1}{10}$ %.

In einem andern Falle desgl. verbrauchen 10 cc Saft 3 cc Lauge.

Bei einer dritten Herstellung verbrauchen 3 cc Saft 0,8 cc Lauge.

Eine Drüsensaftprobe, im December 1883 hergestellt, ergab gegen Lacmus und Rosolsäure sehr entschieden alkalische, gegen Phenolphthalein entschieden saure Reaction.

Ueber eine neue Probe, die ich meinem Collegen Schmidt (jetzt in Marburg) zur Prüfung gab, berichtete derselbe: „Reaction gegen Lacmus amphoter, gegen Phenolphthalein und Rosolsäure sauer“. Die Reaction zeigt sich also nur gegen Lacmus der Regel nach alkalisch, gegen andere Indicatoren dagegen der Regel nach sauer. Dass die Reaction nicht alkalisch im strengen Sinne des Wortes sein kann, geht auch daraus hervor, dass bei sehr vorsichtigem Zusatz von Ammoniak zum Drüsensaft, in dem Moment, wo die Flüssigkeit gegen die letztgenannten Indicatoren nur eine Spur alkalisch wird, sofort eine energische Trübung und Fällung eintritt. —

Bei der Erklärung dieser Erscheinung aus der chemischen Zusammensetzung des Saftes wird man wohl von der Ansicht ausgehen dürfen, dass in demselben sauer und alkalisch reagirende Substanzen gemischt sind.

Die erste chemische Analyse des Drüsensaftes stammt von John (1811). Derselbe fand wesentlich Chlornatrium, Glaubersalz und Kalisalpeter*), also wesentlich neutral reagirende Substanzen.

*) Die Analyse, welche von Fechner (Resultate der Pflanzenanalysen 1829 S. 71) und darnach von Rochleder (Phytochemie S. 76) citirt wird, steht in: „Chemische Untersuchungen mineral., vegetab.

Auch die analytischen Angaben Payen's aus dem Jahre 1846 — dieselben sind bereits oben unter dem Text citirt — lassen keinen entschieden reagirenden Inhalt hervortreten.

Andere chemische Angaben über die in Rede stehende Pflanze sind mir nicht bekannt. Vielleicht darf ich unter diesen Verhältnissen meiner eigenen fragmentarischen Untersuchungen gedenken:

1. Das specifische Gewicht des Drüsensaftes betrug:

Analyse vom 30. November 1,0315,

Analyse vom 4. December 1,0285.

2. Beim Eintrocknen des reinen Saftes zu krystallinischen mit braunen „Extractivstoffen“ verunreinigten Krusten fallen vor allem die vorwiegenden Massen luftbeständiger würfelförmiger Krystalle auf; es sind die schon von John erwähnten Kochsalzwürfelchen.*) Maassanalytisch mit Silber titirt fand ich in einem Falle 34,2 in einem andern Falle sogar 46%**) des Trockenrückstandes aus Chlornatrium bestehen.

3. Die von Payen avertirte Oxalsäure — sie ist wohl als oxalsaures Kali vorhanden — fand ich bei einer Bestimmung zu 15% des Trockenrückstandes.

4. Daneben scheint das — allerdings sehr wechselnde Vorkommen von phosphorsauren Salzen — in Rücksicht auf die alkalische Reaction nicht ohne Bedeutung. Ich fand in einem Fall 0,65, in einem zweiten 2,5% Phosphorsäure (maassanalytisch mit Uran nachgewiesen). So nahe es liegen mag, in Rücksicht auf den vorhergehenden und die noch zu besprechenden Fälle — basischphosphorsaure Salze als die Ursache der alkalischen Reaction anzusprechen — ich möchte es nicht wagen, dies mit Bestimmtheit auszusprechen.

und animalischer Substanzen. 2. Forts. des chem. Laboratoriums von J. F. John“. Berlin 1811. S. 9—10. Ich führe den Passus, der sich auf die Drüsen bezieht, wörtlich an: „Ich sammelte ungefähr $\frac{1}{2}$ Unze Saft der Drüsen, welcher alle Teile, vorzüglich aber den Stengel der Pflanze bekleidet, und derselben das eisartige Aussehen giebt. Er war ungefärbt wie Wasser. Mit schwefels. Silber und essigs. Baryt giebt er sehr starke Niederschläge, und setzt in der Wärme eine wenig flockige Substanz ab, die aller Wahrscheinlichkeit nach Eiweissstoff ist. — Durch die Krystallisation bildeten sich Würfel von Kochsalz, die mit einigen prismatischen Krystallen des schwefels. Natr. verbunden waren. Die Krystalle waren zum Teil von Extractivstoff schwach gefärbt. Nach der Glühung dieser Masse und der Zerstörung des Extractivstoffes reagierte der in Wasser aufgelöste Rückstand alkalisch, woraus die Gegenwart des Salpeters erhellt. Salzsaures Natron, schwefels. Natron, salpeters. Alkali. Eine Spur Eiweissstoff und Extractivstoff sind also in der Wasserigkeit jener Drüsen aufgelöst.“

*) Sie wurden qualitativ genau geprüft.

**) 2,528 gr Substanz enthielten 0,865 NaCl und das zweite Mal 0,5 gr Substanz 0,234 NaCl.

Neben diesem allbekannten Beispiel „alkalischen“ Saftes kenne ich auch noch Fälle von Alkalinität, die, soweit ich weiss, bisher unbekannt waren, nämlich alkalischen Nectar. Der Zuckersaft ist in manchen Blüten, gleich beim Beginn der Absonderung (und nicht etwa nach längerem Stehen im abwelkenden Zustande der Blume), deutlich alkalisch. So fand ich es in den Blüten von *Astrapaea Wallichiana* und bei *Correa rufa* und *cardinalis*. Die dickbuschigen Blütenstände der erstern Pflanze hängen bekanntlich an langen Stielen senkrecht abwärts; schleudert man die eben aufgeblühte Inflorescenz auf eine breite Porcellanschale aus, so erhält man leicht einige Cubikcentimeter wasserhellen überaus zuckerreichen Saftes, der gegen rothes Lacmuspapier gewöhnlich sehr deutlich bläuend wirkt. So habe ich an Warmhausblüthen vom 25. Januar 1877, ganz in derselben Weise an mehreren Blütenständen vom 10.—16. Januar 1884, endlich im Februar (2. und 9.) 1885 gefunden. Für Alkalinität des Saftes spricht auch die Thatsache, dass der „Zucker“ zum weitaus grösseren Theil nicht als direct reducirender vorhanden ist, sondern erst nach dem Kochen mit einigen Tropfen Schwefelsäure reducirt.

Hinsichtlich der Ursache der Alkalinität bestehen auch hier Zweifel, ich habe das Vorhandensein von Phosphorsäure (mit molybdänsauren Ammoniak), aber auch mit Nessler's Reagens sehr deutlich Anwesenheit von Ammoniak constatiren können. Für den Fall, dass man phosphorsaures Alkali für die Basicität des Saftes wollte verantwortlich machen, dürfte das Vorkommen noch zahlreicher alkalischer Nectar-säfte zu erwarten sein. Denn bekanntlich ist Phosphorsäure im Honig ein nicht seltenes Vorkommniss.*)

Ein zweites Vorkommen alkalischen Zuckersaftes kann ich für die Blüten von *Correa rufa* und besonders *cardinalis* angeben. Am Saft ganz frisch geöffneter Blüten erhält man eine sehr schöne Bläuung rothen Lacmuspapiers. Diese Reaction ist aber vorübergehend, das Papier röthet sich nach einiger Zeit wieder. Nessler's Reagens gibt eine sehr ansehnliche Fällung, mit Platinchlorid erhält man sehr hübsche Octaëderchen. — Alles das scheint mir mit Bestimmtheit darauf hinzuweisen, dass hier die alkalische Reaction von einer Ammoniumverbindung abzuleiten ist.**)

*) König, Nahrungsmittel I, S. 161 und II, 483 gibt 0,028 % im Mittel an.

***) Auch die energische Alkalinität des Plasmodiums von *Fuligo varians* wird bekanntlich in gleicher Weise erklärt (Reinke).

IV.

Zucker und Säure in den Gelenken der Bohnenblätter.

Ueber die inneren Ursachen, welche den periodischen Bewegungen sogenannter schlafender Blätter, z. B. der Mimose, der Bohne oder der Papilionaceen überhaupt zu Grunde liegen, ist bekanntlich soviel sicher, „dass es sich um Turgescenzänderungen in den beiden Gewebehälften eines Bewegungsorganes handelt und dass diese nur auf Zu- und Abfluss von Wasser beruhen können. Verdunklung bewirkt einen verstärkten Zufluss von Wasser in das Bewegungsorgan, jedoch rascher in der einen Hälfte als in der andern; Helligkeitszunahme des Lichts dagegen muss Abfluss von Wasser aus dem gesammten Organ, weil es schlaffer wird, bewirken und zwar auch wieder rascher in der einen Hälfte als in der andern“ (Sachs, Vorl. S. 779).

Steht dieses einmal fest, so ist die weitere Aufgabe der Forschung die, nach den Ursachen der periodischen Wasseranziehung, bzw. -abstossung zu suchen, zu ermitteln, durch welche Vorgänge in den Gelenken angezogen bzw. ausgestossen wird, und es ist klar, dass man bei der Wasseranziehung zunächst daran denkt, es könnten in den Zellen wasseranziehende, endosmotisch wirksame Substanzen erzeugt werden.

Der Einzige, welcher in dieser Hinsicht eine bestimmte Ansicht ausgesprochen, ist Bert. Derselbe hat schon im Jahre 1870*) hypothetisch während des Tags in den Zellen sich bildende Glycose als wasseranziehende Substanz (für Mimose) in Anspruch genommen und 1878**) das Vorhandensein von Glycose in den Gelenken dieser Pflanze thatsächlich nachgewiesen. Er wies freilich zunächst nur nach, dass in den Gelenken factisch Glycose vorhanden, und zwar in grösserer Menge vorhanden ist, als in den Blattstielen: „En examinant les feuilles bien vivantes, je reconnus que, si les pétioles contiennent des traces évidentes de glycose, les renflements sont considérablement plus chargés de cette matière osmotique“ (Compt. rend. l. c. p. 422). Dass die Glycose bei Tag und Nacht in wechselnder Menge vorhanden sei, hat er nicht erwiesen, sondern aus allgemein physiologischen Gründen geschlossen: „Je ne puis m'empêcher de voir dans cette glycose la raison fondamentale du mouvement periodique des végétaux. On sait que cette substance se forme sous l'action de la lumière solaire, et qu'elle se détruit dans l'obscurité prolongée. On sait également

*) P. Bert, Recherches sur les mouvements de la sensitive. Extr. Mém. Soc. des scienc. phys. et naturelles de Bordeaux. Tome VIII. Seconde Mémoire 1870. p. 91 sq.

**) Compt. rend. 1878. T. 87. p. 421—424. Sitzung 16. Sept.

qu'elle émigre pour s'emmagasinieren parfois en divers points de l'organisme végétal. Le renflement moteur est un de ces points, et il est bien évident, quoique les analyses comparatives présentent de singuliers difficultés, que sa quantité doit y varier aux divers moments de la végétation diurne. Préparés pendant le jour par les folioles, que frappe le soleil, la glycose doit s'accumuler vers le soir dans le renflement moteur et là attirer progressivement l'eau de la tige, d'où augmentation graduelle de la tension du ressort moteur, par une sorte d'érection due à une action chimique“ (l. c. p. 422—423).

Pfeffer (Bot. Ztg. 1879. S. 187) hat gegen diese Auffassung der Sache sehr entschieden Einspruch erhoben; er macht nicht allein darauf aufmerksam, dass das Verhalten der Pflanzen im Dunkel einer solchen Anschauung des Sachverhaltes widerspreche, sondern hebt auch hervor, dass ein wechselnder Glycosegehalt der Gelenke von Bert gar nicht erwiesen sei, ja dass bei *Phaseolus* Glycose überhaupt nur spurweise vorkomme.

Ich habe versucht dem Verhalten des Zuckers in den Gelenken bei der Bohne (*Phaseolus vulgaris*) näher zu treten, und am Ende des Tages (Abends), sowie am Ende der Nacht (Morgens) den Zuckergehalt (resp. die direct kupferoxydreducirende Substanz) bestimmt. Daneben habe ich auch den relativen Gehalt an freier Säure *) festgestellt. Am Abend fanden sich die Blätter noch in voller Tagesstellung, am Morgen noch in der Nachtposition. Es war unter diesen Verhältnissen zu erwarten, dass eine allenfallsige Verschiedenheit an Zucker und Säure deutlich hervortrete. Die Resultate, welche ich erhalten habe, sind:

1. In den Gelenken der Bohnenblätter (Haupt- und Seitengelenke) ist am Ende des Tages deutlich Zucker, und stets in grösserer Menge nachzuweisen, als am Ende der Nacht. Zu letzterer Zeit kann derselbe sogar ganz fehlen.

2. Umgekehrt ist der Gehalt an freier, titrirbarer Säure Tags über deutlich geringer, als bei Nacht.

3. Es wächst also tagsüber der Zucker-, Nachts der Säuregehalt, um Nachts, bezw. tagsüber sich zu mindern oder sogar zu verschwinden.

4. Nimmt also, wie Pfeffer (a. a. O. und „Periodische Bewegungen“ S. 87 u. s. w.) ausführt, bei Nacht die Turgescenz in dem Gelenkgewebe zu, so kann dieselbe unmöglich, wie Bert will, als eine Folge der endosmotischen Wirkung der Glycose angesehen werden; mit viel grösserem Rechte könnte man eine solche

*) Ueber die Methode vgl. meine IV. Abhandlung „Ueber die Wasservertheilung in der Pflanze“: Acidität des Zellsafts.

Wirkung dem Nachts über sich vermehrenden „Säuregehalt“ zuschreiben. Ich gestehe aber, dass sich auch dieser Auffassung mehrlei Bedenken entgegenstellen, und dass sie jedenfalls vor ihrer Annahme weiterer Begründung bedürfe. Denn im Grunde ist die hier constatirte stoffliche Verschiedenheit in den Gelenken schlafender Blätter nur ein Specialfall der von mir allgemein constatirten Thatsache, dass die Pflanze und ihre Organe am Tag zucker-, in der Nacht säurereicher sind (man vgl. Kraus, Wasservertheilung in der Pflanze, Heft IV).

Beschreibung der einzelnen Versuche.

Von im Freien wachsenden Buschbohnen wurden möglichst freiliegende in directer Sonne und Tagesstellung befindliche Blätter meist Abends 5 Uhr frisch abgenommen, desgleichen von denselben Pflanzen morgens früh in natürlicher (oder durch Ueberstülpen geräumiger Holzkisten künstlich erhaltener) Nachtstellung befindliche.

Die bekanntlich scharf abgesetzten Gelenke wurden sofort rein abgetrennt, gewogen, im Porcellanmörser fein zerrieben, ausgekocht und filtrirt.

Das völlig wasserklare Filtrat ist zur Zuckerbestimmung mit Fehling oder Titration der Säure sehr schön geeignet.

I. Versuch. 10. Juli 1881. Von etwa 24 Blättern die Einzelgelenke 1,4 gr wiegend, Abends 5 Uhr; die Nachtportion andern Morgens 8 Uhr.

Filtrat auf 25 cc gebracht.

2 cc Flüssigkeit mit 0,2 cc Fehling oder 5 cc Flüssigkeit mit 1 cc Fehling ergeben jedesmal sehr wenig, aber am „Tag“ völlig sicher mehr Reduction als in der „Nacht“.

2 cc Flüssigkeit (Phenolphthalein als Indicator) ergeben mit 0,2 Lauge bei „Tag“ eine tiefe Rosafärbung, bei „Nacht“ sind sie nahezu farblos.

II. Versuch. Am gleichen Tage Abends 7 Uhr. Blätter aus dem Freien und solche die den ganzen Tag künstlich im Dunkel gehalten deutlich steifer waren.

Gleiche Gewichtsmengen mit gleichen Wassermengen extrahirt.

2 cc Flüssigkeit gab bei 3 Tropfen Lauge „Tags“ schöne Rosafärbung, „Nacht“ blieb farblos.

Zucker ausserordentlich wenig, aber in „Tag“ sehr deutlich mehr.

III. Versuch. 13. Juli, sonniger und heisser Tag; die Gelenke von 50 Blättern im Gewicht von 2,260 Nachmittags 3 Uhr. Am andern Morgen 6 Uhr unter Holzdecke von 50 Blättern 2,432 gr Gelenke. Ausgekocht ergab das Gesamtfiltrat Glycose

im Licht 0,005,

im Dunkel 0,0018.

IV. Versuch. An dem gleichen Tage. Die einen früh 10 Uhr aus der Sonne, die andern aus künstlichem Dunkel (seit Abend vorher). Gleiche Gewichtsmengen auf gleiche Extractmenge gebracht.

Säure: 5 cc Flüssigkeit gebrauchen zu lichter Rothfärbung 0,3, im Dunkel 0,35 Lauge.

Zucker: In 40 cc Flüssigkeit erhielt ich im Dunkel 0, im Licht 0,007 CuO.

V. Versuch. Am 18. October (1880) wurden 3 gr Gelenke, am folgenden Tage früh 8 Uhr 3 gr auf Zucker untersucht.

Aus den ersten erhielt ich mit Fehling 0,054 Glycose, aus den letztern 0,074 (müsste 0,081 sein).

Nachdem die gleichen Blätter noch bis Nachmittag 3 Uhr künstlich im Dunkel gehalten worden, erhielt ich aus 1,7 gr Gelenksubstanz 0,040 Glycose (statt 0,0459).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Halle](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Kraus Gregor

Artikel/Article: [Botanische Mittheilungen 361-391](#)