

Über die Ursache des Welkens.

Von

A. Ursprung,

Freiburg (Schweiz).

In meinen Untersuchungen über die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen¹⁾ war ich zum Schlusse gelangt, daß bei *Phaseolus*, *Hedera* und *Fagus* die Blätter deshalb abstarben, weil das durch das partielle Abtöten des Stengels erzeugte Kräftefdefizit zu groß war, um Wasser in genügender Menge zu heben. Neuerdings suchte nun Dixon²⁾ durch Versuche mit *Syringa* die Unrichtigkeit meiner Folgerungen darzutun, nachdem schon früher von Jost³⁾ Einwände erhoben worden waren. Während ich die Angriffe Josts bereits an anderer Stelle⁴⁾ beantwortet habe, möchte ich hier auf die Anschauungen Dixons eingehen.

Bei der englischen Wiedergabe der von mir (S. 150) erwähnten Möglichkeiten wurde mir eine Ansicht unterschoben, die ich nicht nur niemals aussprach, sondern für ganz falsch halte. Danach soll ich gesagt haben, die lebenden Zellen könnten wirksam sein „by directly elevating the water, or by partially supporting the hydrostatic head“. Der betr. Passus meiner Abhandlung lautet dagegen: „Es ist denkbar, daß sie (die lebenden Zellen des Stengels) einen Teil der zur Hebung des Wassers nötigen Kraft liefern.“ Mehr als eine Mitwirkung bei der Hebungarbeit habe ich den lebenden Zellen nie zugeschrieben. Es wird dann weiter ausgeführt, daß die von mir geltend gemachte Möglichkeit gar nicht vorhanden sei, da „unidirectional structures“ in den Leitungsbahnen fehlten. Hierbei handelt es sich um eine Behauptung, die auf der Voraussetzung basiert, daß solche „unidirectional structures“ eine *conditio sine qua non* seien für ein Eingreifen der lebenden Zellen in die Hebungarbeit. Diese Voraussetzung ist aber unberechtigt, da wir eben nicht wissen, wie die lebenden Zellen wirken. Wenn sich aber jemand diese Wirkung ohne „unidirectional structures“ nicht vorstellen

¹⁾ Ursprung, A., Untersuchungen über die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen. (Beih. z. Bot. Zentralbl. Bd. XVIII. Abt. I. 1904. Heft 1.)

²⁾ Dixon, H., Note on the supply of water to leaves on a dead branch. (Scient. Proc. of the royal Dublin soc. Vol. XI. 1905. No. 2.)

³⁾ Jost, L., Bot. Ztg. 1905 Nr. 8 und Nr. 16/17.

⁴⁾ Ursprung, A., Bot. Ztg. 1905 Nr. 16/17 und Die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XLII. 1906. Heft 4.)

kann, so ist damit noch gar nichts bewiesen. Eine unbegründete Annahme kann durch eine zweite ebenso unbegründete nicht gestützt werden.

Es werden dann weiter gegen die Berechtigung meiner Schlüsse 3 Einwände gemacht, die ich gesondert nacheinander besprechen will.

I.

Nach Dixon sind die von mir beobachteten Erscheinungen des Absterbens und Welkens „probably largely due to the introduction of poisonous or plasmolysing substances into the leaves from the dead cells“. Zur Begründung führte Dixon einige Versuche aus, von denen ich zuerst denjenigen besprechen will, der am unzweideutigsten ist und daher auch am besten Aufschluß geben muß.

Drei *Syringa*-Äste wurden in Wasser gestellt, drei andere in ein filtriertes Dekokt von *Syringa*-Zweigen; die in Dekokt stehenden Zweige waren nach 2 Tagen welk, die andern wurden nach 5 Tagen welk. Die Ansicht Dixons, daß die in Dekokt stehenden Äste früher welken müssen, wenn das Dekokt giftig wirkt, ist ganz richtig, aber die Tatsache, daß das Welken einige Tage früher stattfindet, kann die giftige Wirkung des Dekoktes nicht einmal wahrscheinlich machen, geschweige denn beweisen.

Ich habe ähnliche Versuche ausgeführt an *Impatiens Sultani*. Diese Pflanze wählte ich, weil sie mir gerade zur Verfügung stand, während beblätterte *Syringa*-Zweige zu dieser Jahreszeit nicht zu beschaffen waren. Ein Sproß von 22 cm Länge mit 11 Blättern wurde am 23. Nov. 4 h. p. m. abgeschnitten und in ziemlich konzentriertes *Impatiens*-Dekokt⁵⁾ gestellt. Am 25. Nov. waren die Blätter deutlich welk. Hierauf schnitt ich das basale Sproßende 1 cm weit ab und fand die Gefäße oft auf die ganze Länge des abgeschnittenen Stückes mit braunen Massen verstopft. Als ich am 28. Nov. den welken in Dekokt stehenden Sproß in den feuchten Raum brachte, erholten sich die Blätter ziemlich rasch wieder. Die Gefäßverstopfungen wie das Turgescientwerden im feuchten Raum zeigen deutlich, daß das Welken auf Wassermangel und nicht auf Vergiftung zurückzuführen ist.

Um das Verhalten derselben Pflanze unter denselben Umständen bei wirklicher Vergiftung kennen zu lernen, stellte ich am 24. Nov. 10 h. a. m. einen Sproß von 23 cm Länge mit 8 Blättern in eine Cu Cl_2 Lösung. Am 25. Nov. waren die Blätter deutlich welk. Das basale Ende des Sprosses wurde hierauf mikroskopisch untersucht, der Sproß selbst in Leitungswasser gestellt. Die Gefäße waren frei von Verstopfungen; das eingetretene Welken machte immer weitere Fortschritte, obschon die Pflanze keine Gelegenheit hatte, mehr Gift aufzunehmen. Einen andern Sproß von 16 cm Länge mit 8 Blättern brachte ich am 28. Nov. 11 h. a. m. in Cu Cl_2 Lösung und stellte ihn sofort in den feuchten Raum. Trotzdem waren die Blätter schon

⁵⁾ Zur Herstellung des Dekoktes wurden *Impatiens*-Stengel in dünne Querscheiben zerschnitten, diese in Wasser auf dem Wasserbade ca. 1 Stunde lang gekocht, über Nacht stehen gelassen und die Flüssigkeit viermal sorgfältig filtriert.

am folgenden Tage welk und erholten sich nicht mehr. Ein in konzentriertem Dekokt stehender Sproß von genau denselben Dimensionen, der zu gleicher Zeit in den feuchten Raum gebracht wurde, war am 6. Dez., als ich diese Zeilen niederschrieb, noch vollständig turgescens.

Außer diesem eindeutigen Experiment, das, richtig interpretiert, meine Ansicht bestätigt, führte Dixon noch 2 andere Versuche aus, die aber mehrdeutig sind und schon deshalb von vornherein keine Beweiskraft besitzen. Ein an der Pflanze befindlicher *Syringa*-Ast wurde im oberen Teile mit heißem Wasser getötet und die tote Partie in Wasser gestellt. Die weiter unten befindlichen Blätter der lebenden Partie sollen hierauf in wenigen Tagen welk geworden sein. Ein anderer Ast, der im wesentlichen in ähnlicher Weise behandelt wurde, ergab dasselbe Resultat. Diese Experimente lassen natürlich verschiedene Erklärungen zu und können daher ohne genauere Prüfung weder für noch gegen Dixon sprechen. In der Absicht, die Verhältnisse etwas eingehender zu studieren, wiederholte ich den genannten Versuch mit *Impatiens*. Ein Sproß von 60 cm Länge mit 10 Seitensprossen und zusammen ca. 80 Blättern wurde am 29. Nov. an der Spitze auf eine Länge von 20 cm mit Dampf getötet und das Ende, nach Entfernung des 8 Blätter tragenden Gipfelteiles, in Wasser getaucht. Obschon bereits 15 cm unterhalb der toten Strecke Blätter inseriert waren, konnte ich nach einer Woche, als ich dies niederschrieb, noch keine schädigende Wirkung bemerken. Ein anderer Sproß von 30 cm Länge, der an demselben Tage in gleicher Weise behandelt worden war, zeigte genau dasselbe Verhalten.

Zum Vergleiche tauchte ich am 1. Dez. 5 h. p. m. das Ende eines Sprosses, dessen Spitze abgeschnitten war, in Cu Cl_2 Lösung. Der Sproß war 70 cm lang und besaß mehrere Seitensprosse mit zusammen ca. 50 Blättern. Am folgenden Tage zeigten die nächsten Blätter, die eine Entfernung von ca. 15 cm von der Flüssigkeit hatten, schwaches Welken; nach 3 Tagen waren 30 Blätter vollständig welk und hingen samt den entsprechenden Sprossen schlaff herunter. Das Verhalten ist somit ein grundverschiedenes, je nachdem man das Sproßende in eine giftige Lösung stellt oder in der von Dixon angegebenen Weise behandelt.

Dies sind die experimentellen Belege Dixons.

Ich möchte nun diesen Versuchen eine Reihe von Tatsachen gegenüberstellen, welche auf die in Rede stehende Frage eine eindeutige Antwort geben.

Im Jahre 1885 wurden Abtötungsversuche mit heißem Wasser oder heißer Luft von Hansen,¹⁾ Janse,²⁾ Vesque³⁾ und Weber⁴⁾ ausgeführt.

¹⁾ Hansen, Ein Beitrag zur Kenntnis des Transpirationsstroms. (Arb. d. Würzb. Inst. Bd. III.)

²⁾ Janse, Die Mitwirkung der Markstrahlen bei der Wasserbewegung im Holze. (Pringsh. Jahrb. 1887.)

³⁾ Vesque, Sur le prétendu rôle des tissus vivants du bois dans l'ascension de la sève. (Compt. rend. 1885.)

⁴⁾ Weber, Über den Einfluß höherer Temperatur auf die Fähigkeit des Holzes, den Transpirationsstrom zu leiten. (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1885.)

1. Hansen fand, daß an der Basis gebrühte, abgeschnittene Zweige länger frisch blieben, als nicht gebrühte Kontrollzweige. Es ist hier nicht der Ort, auf die Erklärung dieser Erscheinung einzugehen. Soviel aber ist sicher, daß diese Tatsache mit der Annahme Dixons unvereinbar ist und daher einen Beweis für deren Unrichtigkeit liefert.

2. Janse führte ähnliche Versuche aus, konnte aber keine erheblichen Differenzen in dem Verhalten der gekochten und nicht gekochten Zweige finden. Diese Tatsache wäre unmöglich, wenn die toten Zellen ein Gift oder eine plasmolysierende Substanz ausscheiden würden.

3. Vesque wiederholte einige Versuche Janses und gelangte zu Resultaten, welche die Ansicht Dixons teilweise zu bestätigen scheinen. Vesque nahm an, daß beim Welken 2 Perioden zu unterscheiden seien. „Pendant la première période, les feuilles se dessèchent parce qu'elles meurent, pendant la seconde, elles meurent parce qu'elles se dessèchent.“ Punkt 1 würde für Dixon sprechen. Daß aber die zu Grunde liegende Annahme unrichtig ist, geht unzweifelhaft aus der Tatsache hervor, daß die stark angewelkten Blätter eines seit 9 Tagen in Dekokt stehenden *Impatiens*-Zweiges wieder turgescer werden, wenn man sie in den feuchten Raum bringt. Dieses Verhalten wäre unmöglich, wenn das Welken wegen der Abtötung der Blatzellen erfolgte, denn tote Zellen werden auch durch die beste Wasserzufuhr nicht wieder lebendig.

Daß das Absterben der Blätter durch Wassermangel bei verschiedenen Pflanzen in verschiedener Weise vor sich gehen kann, ist eine längst bekannte Erscheinung. Auch die Blätter derselben Pflanze können sich, wie ich bei *Fagus*¹⁾ gezeigt habe, verschieden verhalten.

4. Weber tötete an der Pflanze belassene Zweige an der Basis ab und fand unter anderm, daß die welken Blätter eines *Prunus*-Sprosses wieder turgescer wurden, als etwas mehr als die Hälfte der verdunstenden Spreitenflächen entfernt wurde. Hieraus geht auf das deutlichste hervor, daß weder Vergiftung noch Plasmolyse vorlag, denn nach der Entfernung eines Teiles der Blätter hätten sich die schädlichen Stoffe in den übrigen Blättern um so stärker ansammeln und eine Beschleunigung des Welkens herbeiführen müssen.

5. Weber fand ferner, daß Zweige, die unterhalb der Operationsstelle abgeschnitten und in Wasser gestellt wurden, welk blieben, während sie wieder turgescer wurden, wenn man sie oberhalb der Operationsstelle abschnitt.

Ich tötete einen *Impatiens*-Ast von 35 cm Länge mit 10 Blättern in der Nähe der Basis auf 8 cm mit Wasserdampf ab. Als nach 7 Stunden die Blätter deutlich welk waren, wurde der Sproß über der toten Stelle abgeschnitten und in Wasser gestellt. Die Blätter erholten sich rasch, der Sproß entwickelte sich weiter und nach 10 Tagen hatten sich an basalen Teile sogar 6 kräftige Wurzeln

¹⁾ A. Ursprung, Die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XLII. 1906. S. 503.)

gebildet. Ein anderer Sproß von 60 cm Länge wurde 20 cm unterhalb der Spitze auf 4 cm mit Dampf getötet. Über der toten Strecke fanden sich 10 Blätter, unterhalb 24 Blätter. Die 10 Spitzenblätter waren nach einem Tag außerordentlich stark welk, während die übrigen keine Veränderung zeigten und sich normal weiter entwickelten. Der Stengel wurde über der toten Strecke abgeschnitten, in Wasser gestellt und in den feuchten Raum gebracht, worauf die Blätter nach einem Tag wieder turgescent waren.

Hieraus geht mit Sicherheit hervor, daß das Welken nicht auf Vergiftung beruhte, denn eine Zelle, die wegen Vergiftung welkt, ist tot und eine tote Zelle wird durch Wasserzufuhr nicht wieder lebendig. Dagegen vermag dieses Experiment die Frage nicht definitiv zu entscheiden, ob nicht die Zuführung plasmolysierender Substanzen die Ursache des Welkens sein könnte. Allerdings müßte in der kurzen abgetöteten Strecke unglaublich viel von diesem Stoff produziert werden, auch müßte diese Produktion sehr lange andauern, um selbst nach dem Welken noch diesen auffallenden Unterschied zu zeigen, je nachdem das Abschneiden unter- oder oberhalb der toten Strecke erfolgt. Um hierüber Gewißheit zu erhalten, stellte ich einen bewurzelten *Impatiens*-Sproß in konzentriertes *Impatiens*-Dekokt. Ich untersuchte die Wurzelhaare, nachdem sie 2 Tage in dem Dekokt gewesen waren. Während in derselben Zeit ein in Dekokt gestellter abgeschnittener Sproß welkte, waren hier die Blätter vollständig turgescent und selbst die Wurzelhaare besaßen einen ganz normalen plasmatischen Inhalt, in welchem ich sogar eine, wenn auch nur langsame Bewegung feststellen konnte. Es beweist dies gewiß zur Genüge, daß das Dekokt nicht nur keine giftigen, sondern auch keine plasmolysierenden Eigenschaften besitzt. Auch nach 4 Tagen, als ich diese Zeilen niederschrieb, war die ganze Pflanze vollständig turgescent.

Ich hatte auch ein junges eingetopftes *Impatiens*-Pflänzchen anderthalb Wochen lang statt mit Wasser mit konzentriertem *Impatiens*-Dekokt begossen, ohne die geringste Schädigung zu beobachten.

Übrigens gehören ja die humusreichen Böden, deren Wasser lösliche Stoffe abgestorbener Pflanzen enthält, nach den Erfahrungen der Förster, Gärtner und Landwirte gerade zu den fruchtbarsten und wirken bekanntlich in keiner Weise giftig. Auch sterben an einem Baume die Blätter nicht ab, selbst wenn große Partien des Holzkörpers tot sind; es ist nur nötig, daß eine — allerdings nicht zu schmale — lebende Verbindungsbrücke sich finde. Würden beim Absterben Gifte erzeugt, dann wären die Tréculsche Linde und ähnliche Bäume unmöglich, und das Kernholz, Wundholz und Schutzholz würde schädigen statt schützen.

6. Die Unrichtigkeit seiner Annahme hätte Dixon auch aus meiner eigenen, von ihm angegriffenen Abhandlung ohne Mühe ersehen können. Ich konstatierte die Tatsache, daß *Primula*-Blätter mit toten Stielen viel weniger rasch welken, wenn man die Stiele mit Paraffin bestreicht oder die seitliche Wasserabgabe in anderer Weise herabsetzt. Daß hierdurch die Wanderung von allfällig durch

das Töten erzeugten Giften nicht verhindert werden kann, ist doch wohl selbstverständlich, ja das Verhalten der Spreiten zeigt sogar, daß sie beschleunigt werden müßte.

7. Wer jemals Abtötungsversuche, wie ich sie beschrieb, ausgeführt hat, dem ist es, besonders an krautigen Pflanzen, aufgefallen, daß diejenigen Zellen, die in nächster Nähe der abgetöteten liegen, immer noch turgescent blieben, nachdem die Blätter schon längst welk waren. Dieses Verhalten ist natürlich unmöglich, wenn die toten Zellen Gifte oder plasmolysierende Stoffe ausscheiden. Der Stengel müßte dann, von der abgetöteten Stelle ausgehend, relativ rasch nach oben und unten absterben; dies findet aber nicht statt, sondern die Stengelzellen bleiben so lange am Leben, bis sie infolge von Wassermangel vertrocknen.

8. In meiner letzten Arbeit¹⁾ habe ich ferner nachgewiesen, daß die Blätter an *Fagus*-Ästen — ceteris paribus — um so rascher absterben, je mehr die abgetötete Zone der Zweigspitze genähert ist. Z. B.

Astlänge	Zahl der Blätter	Länge d. abgetöteten Strecke	Entfernung d. toten Strecke von der Basis	Verhalten der Blätter
2,3 m	48	11 cm	0 cm	Die Blätter blieben 10 Tage turgescent.
2,5 m	49	11 cm	1,9 m	Die Blätter waren schon nach 4 Tagen teilweise dürr.

Wenn nun die Geschwindigkeit der Wasserbewegung bei diesem *Fagus*-Ast auch nicht 1,5 m pro Stunde erreichte, wie das nach den Versuchen von Sachs bei *Albizia lophantha* für eine Lithiumlösung der Fall war, so müßten doch bei einer Vergiftung oder Plasmolysierung die Blätter beider Äste zu gleicher Zeit absterben, oder es könnte die Differenz doch höchstens wenige Stunden, nicht aber mehrere Tage (eine Woche) betragen.

9. Wäre das Absterben der Blätter eine Vergiftungserscheinung, dann müßte es natürlich, unter sonst gleichen Umständen, um so langsamer erfolgen, je mehr Blätter vorhanden sind, da dann eben die Konzentration des Giftes im Blatte weniger rasch vor sich geht. Hiermit steht aber die folgende Tatsache in direktem Widerspruch.

Astlänge	Zahl der Blätter	Länge der toten Strecke	Verhalten der Blätter
2,1 m	167	80 cm	Die Absterbungserscheinungen traten nach einem Tage auf.
1,7 m	10	80 cm	Die Absterbungserscheinungen traten erst nach drei Tagen auf.

¹⁾ Jahrb. f. wiss. Bot. l. c.

10. Wenn man einen *Impatiens*-Sproß abschneidet und frei aufhängt, so welken die jüngsten Blätter zuletzt. Z. B.: Ein Sproß von 22 cm Länge, mit 9 Blättern, wurde am 20. Nov. 10 $\frac{1}{2}$ h. a. m. abgeschnitten und frei aufgehängt. Nach 3 Stunden waren die älteren Blätter deutlich welk und nach 3 Tagen fast dürr, während die jüngsten Blätter wenig welk waren; selbst nach 14 Tagen zeigten die 2 jüngsten Blätter relativ schwaches Welken. Ein jüngeres Blatt verdunstete, wie ich durch Wägung nachwies, pro Flächeneinheit ungefähr $\frac{1}{3}$ stärker als ein altes. Wenn trotzdem die jungen Blätter viel langsamer welkten, so ist das darauf zurückzuführen, daß das verfügbare Wasser vor allem ihnen zuströmt. Ich habe dies auch direkt durch Aufsteigen lassen einer 1% CsCl Lösung¹⁾ spektroskopisch nachgewiesen. Ähnliches geht übrigens auch für andere Pflanzen aus den Versuchen Pfitzers²⁾ über die Hebung angewelkter Blätter durch Wasserzufuhr hervor. Wenn nun aber der aufsteigende Saftstrom vor allem den jungen Blättern zufließt, so müssen auch diese, bei giftigem oder plasmolysierendem Saft, am meisten von den schädlichen Stoffen zugeführt erhalten und können dann — falls ihre lebenden Zellen gegen Gifte auch widerstandsfähiger sein sollten — die älteren Blätter jedenfalls nicht lange überleben. Das Experiment bestätigte diesen Schluß.

Ein *Impatiens*-Sproß von 23 cm Länge besaß 10 Blätter an der Spitze und weiter unten 5 kleine, junge Blättchen; er wurde am 30. Nov. 4 h. p. m. in eine CuCl₂ Lösung gestellt. Die 5 kleinen Blättchen waren noch innerhalb des Glases, in dem die Lösung sich befand, 4—8 cm über dem Spiegel der Flüssigkeit. Nach einem Tag waren alle Blätter deutlich welk, die jüngsten schwächer als die älteren, nach 3 Tagen waren einige Blätter bereits halbdürr, die andern vollständig welk.

Ein *Impatiens*-Sproß von ganz ähnlichen Dimensionen, 22 cm lang, mit 11 Blättern an der Spitze und 5 kleinen, jungen, weiter unten inserierten Blättchen wurde in ein ähnliches Glas gestellt, das zur Hälfte mit konzentriertem Dekokt gefüllt war. Die kleinen Blättchen befanden sich 2—7 cm über der Flüssigkeit. Während die älteren Blätter schon nach 2 Tagen welkten, waren die jüngeren innerhalb des Glases noch nach 9 Tagen völlig turgescient. Das Glas wurde hierauf in den feuchten Raum gestellt, wo sich auch die älteren, stark welken Blätter nach 2 Tagen wieder erholt hatten.

11. Die unter 10. mitgeteilten Erfahrungen lassen auch den folgenden Versuch richtig beurteilen. Ein an der Pflanze befindlicher *Impatiens*-Sproß von 35 cm Länge, mit 8 großen Blättern an der Spitze und 4 kleinen in der Nähe der Basis, wurde am 22. Nov. 11 h. a. m. an der Basis auf 9 cm Länge mit Dampf abgetötet. Nach etwa einer Stunde führte ich die Spitzenblätter in ein Glas ein, dessen Wände mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidet waren; die 4 kleinen Blättchen, die 2 cm oberhalb der toten Strecke

¹⁾ LiCl war nicht brauchbar, da meine Versuchspflanzen selbst Li enthielten.

²⁾ Pfitzer, E., Über die Geschwindigkeit der Wasserströmung in den Pflanzen. (Pringsh. Jahrb. Bd. XI.)

inseriert waren, ragten frei in die Luft und waren also in keiner Weise gegen Transpiration geschützt. Nach 14 Tagen, als ich diese Zeilen niederschrieb, hatten noch alle Blätter ihre anfängliche Turgescenz. Während das Verhalten der Spitzenblätter die Annahme Dixons höchst unwahrscheinlich macht, ohne sie definitiv zu widerlegen, zeigt das Verhalten der 4 kleinen Blättchen deutlich, daß Gifte oder plasmolysierende Stoffe in wirksamer Menge nicht gebildet wurden, da sonst die benachbarten, stark transpirierenden Blättchen hätten leiden müssen.

So kommen wir denn zum Schlusse, daß alle jene Versuche, welche über diese erste Frage eine eindeutige Antwort ermöglichen, die Annahme der Vergiftung oder Plasmolysierung als unrichtig erweisen.

II.

Den zweiten Einwand faßt Dixon in den Satz zusammen: „Clogging due to the exudation of comparatively impermeable substances into the water-conducting tissues of the plant may also contribute to the fading of the leaves.“ Hierzu habe ich nicht viel zu bemerken. Es handelt sich hier um eine bloße Behauptung, da eben nichts tatsächliches zu Grunde liegt. Ich selbst hatte die Leitungsbahnen meiner Versuchspflanzen auf Quer- und Längsschnitten sorgfältig auf Verstopfung geprüft. Dixon unterließ diese Prüfung, bemerkte aber: „such substances might themselves be quite invisible and elude the most careful examination.“ Ich habe den Versuch Dixons mit dem in Dekokt gestellten Sproß mit *Impatiens* wiederholt und in den Gefäßen des welken Sprosses außerordentlich zahlreiche und außerordentlich deutliche Verstopfungen gefunden, und als ich die verstopfte Partie abschnitt und den Sproß in Wasser stellte, wurde er wieder turgescent, womit gezeigt ist, daß die Verstopfungen schuld am Welken waren. Es hat ja gewiß einen Wert, Betrachtungen über die Nachweisbarkeit des schwer Nachweisbaren anzustellen, dabei sollte man aber doch nicht unterlassen, das leicht Nachweisbare mit dem Mikroskop festzustellen. Ich habe diese Frage übrigens bereits in meiner letzten Arbeit¹⁾ für *Fagus* einer eingehenden experimentellen Untersuchung unterzogen.

III.

Endlich schreibt Dixon (S. 11): „However, it also appears evident, that if the leaves exerted much tension during the application of the high temperature, this tension might easily cause the rupture of the water-columns, while the tensile strength of the water was diminished owing to its increased vapour-pressure at the higher temperature.“ Es ist aber nicht zu vergessen, daß die Existenz einer solchen negativen Spannung im Wasser der Leitungsbahnen wohl angenommen, aber noch nicht nachgewiesen wurde. Wenn Dixon ferner schreibt: „the application of heat in these experiments

¹⁾ Jahrb. f. wiss. Bot. 1. c

may permanently interrupt the water-supply by breaking the water-columns, on the continuity of which the water-supply depends," so ist auch hier zu bemerken, daß vorläufig weder die Notwendigkeit einer solchen „continuity“, noch ihr Vorhandensein bewiesen ist. Es handelt sich also bei diesem dritten Einwand auf Seite Dixons lediglich um Vermutungen. Diesen möchte ich nun die Tatsache gegenüberstellen, daß es faktisch nicht auf die Methode ankommt, nach der man abtötet, sondern nur auf das Abtöten selbst. Ich erhielt bei *Fagus* (der Pflanze, mit der ich diese vergleichenden Versuche¹⁾ anstellte) dieselben Resultate mit hoher Temperatur (Wasserdampf), tiefer Temperatur (Eis), Elektrizität (Induktionsstrom) und Äther. Wäre das Zerreißen der Wassersäulen an dem Welken schuld gewesen, dann hätten die zerrissenen Säulen in den *Primula*-stielen beim Bestreichen mit Paraffin sich wieder vereinigen müssen, eine Annahme, die doch wohl zu phantastisch ist, um ernst genommen werden zu können. Auch ist mit dem besten Willen nicht einzusehen, wie durch das Bestreichen einer Zweigpartie mit Äther diese vermuteten kontinuierlichen Wassersäulen zerrissen werden sollten.

¹⁾ Jahrb. f. wiss. Bot. 1. c.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [BH_21_1](#)

Autor(en)/Author(s): Ursprung Alfred

Artikel/Article: [Über die Ursache des Welkens 67-75](#)