

# Histologische und experimentelle Untersuchungen über Intumescenzen.

Von Ernst Küster.

Die letzten Veröffentlichungen, die sich mit Intumescenzen beschäftigen — ich nenne zunächst nur die Arbeiten von Dale, v. Schrenk und Steiner<sup>1)</sup> —, gehen nicht nur auf die wenig abwechslungsreichen histologischen Verhältnisse ein, sondern auch auf die Frage nach den Bedingungen, unter welchen es zur Bildung von Intumescenzen kommt, und welche ihr Wachstum zu beeinflussen imstande sind.

Seitdem ich mich vor einigen Jahren in einer vorläufigen Mitteilung über experimentell erzeugte Intumescenzen an Populusblättern geäußert habe<sup>2)</sup>, bin ich wiederholt mit der Prüfung und Nachprüfung der einschlägigen Fragen beschäftigt gewesen und habe eine große Anzahl von Objekten auf ihre Fähigkeit, Intumescenzen zu bilden, geprüft. Unter denjenigen Pflanzen und Pflanzenorganen, welche positive Resultate ergaben, dürften einige zur Untersuchung der Entwicklungsphysiologie der Intumescenzen ein bequemes Material abgeben.

## I. Intumescenzen an Früchten.

Daß der Gehalt irgend eines Pflanzenorgans an Nährstoffen die Bildung der Intumescenzen beeinflußt, und daß bei reichlichem Vorrat ihre Anlage beschleunigt und ihr Wachstum gefördert wird, unterliegt keinem Zweifel. Ich stellte daher Versuche mit unreifen Fruchtschalen verschiedener Pflanzen an, in der Meinung, daß ihr Reichtum an Nährstoffen wenigstens bei einigen Arten vielleicht der Bildung von Intumes-

---

1) Dale, E., Further experiments and histological investigations on intumescences with some observations on nuclear division in pathological tissues. Philos. Transact. Roy. Soc. London 1906, Ser. B., Vol. CXCVIII, pag. 321. — v. Schrenk, Intumescences formed as a result of chemical stimulation. Missouri Botan. Garden 1905, pag. 125. — Steiner, R., Über Intumescenzen bei *Ruellia formosa* Andrews und *Aphelandra Porteana* Morel. Ber. d. Deutschen botan. Gesellsch. 1905, Bd. XXIII, pag. 105.

2) Über experimentell erzeugte Intumescenzen. Ber. d. Deutschen bot. Ges. 1903, Bd. XXI, pag. 452.

cenzen günstig sein könnte. Ich beginne meine Schilderung mit der Spezies, welche die besten Resultate gegeben hat, und mit der ich mich am eingehendsten beschäftigt habe.

*Pisum sativum*. — Die Fruchtschalen der Erbse zeichnen sich durch die überraschende Schnelligkeit aus, mit der sie Intumescenzen bilden. Ich habe a. a. O. geschildert, daß man Blätter verschiedener Pflanzen leicht dadurch zur Intumescenzenbildung anregen kann, daß man ganze Spreiten oder Stücke von solchen auf Wasser schwimmend in geschlossenen Petrischalen oder ähnlichen Behältern sich selbst überläßt. Wenn man mit Fruchtschalen von *Pisum sativum* nach Öffnung und Spaltung der Frucht in der geschilderten Weise verfährt, derart, daß die Schalenstücke mit ihrer Außenseite dem Wasser aufliegen, so bilden sich auf der Innenseite nach wenigen Tagen dichte, weiße, filzige Beläge, die als Intumescenzen anzusprechen sind. Die innere Epidermis der Fruchtschalen besteht aus einer Lage grüner, papillenartig geformter Epidermiszellen, die durch mehrere Schichten mechanischer Elemente von dem stärkereichen, großzelligen Parenchym im Innern der Fruchtschale getrennt sind. Diese chlorophyllhaltigen, zartwandigen Epidermiszellen wachsen auch unter normalen Verhältnissen, wenn die ungeöffnete Frucht an ihrem Platze verbleibt, zuweilen zu langen, farblosen Haaren aus; wer einmal aus irgend einem Grunde eine Anzahl von Hülsen geöffnet hat, wird wohl bemerkt haben, daß auf der Innenseite der Fruchtschale stellenweise ein feiner, weißer Flaum liegt, der manchmal zwischen je zwei Samen ein feines, weißes Streifchen bildet. Bringt man die Erbsenschalen in dampfgesättigten Raum, so wachsen sämtliche Zellen der Epidermis zu ebensolchen Haaren aus, die äußerst dichte Rasen bilden und die Innenseiten der Fruchtschalen ganz und gar überziehen. Die einzelnen Haare können über 1 mm lang werden; sie bestehen aus zwei oder drei, selten noch mehr Zellen, haben regelmäßig zylindrische Form und enthalten zahlreiche Chromatophoren, die ansehnliche Stärkekörner umspannen und nur ganz schwach etwas von grüner Farbe erkennen lassen. Der Gehalt der Zellen — zumal der Spitzenzellen — an Zytoplasma ist reichlich, der Durchmesser des Zellkerns oft nur wenig kleiner als der der Zelle selbst.

Ich habe die Schalen von Früchten verschiedenster Größenstadien untersucht und bei allen die Fähigkeit für Intumescenzenbildung wiedergefunden. Bei kleinen, nur wenige Zentimeter langen Hülsen bilden die Intumescenzen oft einen etwas krümeligen, hier und da unterbrochenen Belag, während bei älteren Exemplaren der Intumescenzenfilz ohne Unterbrechung die ganze Innenfläche überzieht.



Da ich später noch mehrfach auf *Pisum sativum* zurückzukommen haben werde, sei schon hier bemerkt, daß die verschiedenen Erbsenrassen, die ich untersuchte, keine Unterschiede hinsichtlich des uns interessierenden Punktes zeigten, so daß ich späterhin nicht weiter auf die jeweils zum Experiment vorliegende Rasse besonders hinzuweisen brauche.

Ausnahmsweise beobachtete ich hie und da auch Intumescenzen an unreifen Samen von *Pisum*. Solche entstehen durch Vergrößerung der unter den epidermalen Palissaden liegenden Parenchymzellen; die Palissadenzellen bleiben unvergrößert, ihre Schicht kann aber durch die unter ihr liegenden Zellen gesprengt werden.

Läßt man intumescenztragende Hülsenschalen längere Zeit stehen (10 bis 20 Tage), so wird der Stärkevorrat in diesen verbraucht und die Intumescenzhaare fallen zusammen; statt des samtartigen Glanzes zeigen sie dann mehr flockige Oberflächenbeschaffenheit. Manche Haare setzen ihr Wachstum besonders lange fort; bei Kulturen, die an sonnigen Fenstern gehalten wurden, sah ich die Haare hie und da allerhand unregelmäßig aufgetriebene Formen annehmen, zuweilen sich auch verzweigen.

Die dicksten an *Pisum* beobachteten Intumescenzen maßen 2 mm Haarlänge.

Die Schnelligkeit des Wachstums ist unter günstigen Bedingungen so groß, daß die Epidermiszellen der Hülsenschalen sich innerhalb 24 Stunden um das 30fache ihrer normalen Höhe strecken.

Andere Papilionaceen verhalten sich ähnlich wie die Erbse, doch lag eine Durchprüfung möglichst zahlreicher Vertreter der Familie nicht im Plan meiner Untersuchungen. Beachtenswerte Unterschiede von *Pisum sativum* zeigten z. B. *Cytisus Laburnum*; die Zellen der inneren Epidermis wachsen auch hier zu samtartigem Belag heran, der aus keulenförmigen oder unregelmäßig gestalteten Haaren zusammengesetzt ist; es wiederholen sich an ihnen alle jene Unregelmäßigkeiten, die überall an Zellenschläuchen mit Spitzenwachstum nach osmotischen oder anderen Störungen anzutreffen sind: verzweigte Formen, hutpilzähnliche, spindelartig aufgetriebene, knotig verdickte Haare usf.<sup>1)</sup> Auch bei *Cytisus Laburnum* sind die Intumescenzhaare mehrzellig. Bei *Caragana arborescens* sah ich nur kleine, isolierte Intumescenzfelder entstehen, die aus mehrzelligen, kurzen, meist keulenförmigen Haaren bestehen.

1) Vgl. Küster, Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903, pag. 122 und Fig. 46.

Dale hat neuerdings eine Klassifikation der Intumescenzen zu geben versucht (a. a. O.) und zwischen den sphärischen und hemisphärischen Intumescenzen unterschieden. Zu jenen gehören die „Perldrüsen“, die ich bereits a. a. O. in ihrer Zugehörigkeit zu den hyperhydrischen Geweben geschildert habe, zu diesen die gewöhnlichen Intumescenzen. Die samtartigen Bezüge, welche die Intumescenzen auf den Hülsenschalen der Erbse usw. bilden, scheinen weder mit den Vertretern des einen noch dem des andern Typus gut übereinzustimmen, so daß mit ihnen vielleicht ein dritter angeführt werden darf.

## 2. Einfluß äußerer Bedingungen auf die Bildung der Intumescenzen.

Bei den Hülsenschalen der Erbse liegen zwischen dem Beginn der Versuchsanstellung und der Vollendung der Intumescenzen nur wenige Tage; schon aus diesem Grunde ist das genannte Objekt sehr geeignet, um den Einfluß verschiedener äußerer Bedingungen auf die Intumescenzbildung zu prüfen. Meinen nachfolgenden Mitteilungen will ich in erster Linie meine Beobachtungen an *Pisum sativum* zugrunde legen und im Anschluß an diese meine Erfahrungen mit einigen anderen Objekten mitteilen.

**Einfluß des Lichtes.** Die Abhängigkeit der Intumescenzbildung vom Licht ist schon wiederholt geprüft worden; die meisten Autoren, die sich mit der Frage beschäftigt haben, sprechen sich für die Notwendigkeit des Lichtes oder doch wenigstens für seine fördernde Wirkung aus. Sorauer<sup>1)</sup>, Atkinson<sup>2)</sup>, Trotter<sup>3)</sup> heben den fördernden Einfluß schwachen Lichtes hervor, die Notwendigkeit des Lichtes betonen Dale<sup>4)</sup> für die Intumescenzen von *Hibiscus*, Steiner (a. a. O.) für die von ihm an *Ruellia* beobachteten; Viala und Pacottet<sup>5)</sup> behaupten sogar, daß das Licht bei der Intumescenzbildung die Hauptrolle spiele und der maßgebende Faktor sei. Zu entgegengesetzten Resultaten führten mich selbst<sup>6)</sup> meine Untersuchungen an *Populus tremula*, deren Blätter auch im Dunkeln Intumescenzen bilden.

1) Vgl. z. B.: Über Intumescenzen. Ber. d. Deutschen botan. Gesellsch. 1899, Bd. XVII, pag. 456, sowie meine Literaturnachweise (Pathol. Pflanzenanat., pag. 83).

2) Oedema of the tomato. Bull. Cornell Agr. Exper. Station 1893, No. 53.

3) Intumescenze fogliari di *Ipomaea Batatas*. Annali di Botanica 1904, Vol. I, pag. 362.

4) A. a. O., daselbst Hinweise auf die früheren Arbeiten.

5) Sur les verrues des feuilles de la vigne. C. R. Acad. Sc. Paris 1904, Tome CXXXVIII, pag. 163.

6) Über experimentell erzeugte Intumescenzen. Ber. d. Deutschen botan. Ges. 1903, Bd. XXI, pag. 452.



Daß die Bildung der Intumescenzen von der in Form von Licht zugeführten Energie direkt abhängig sei, ist von vornherein unwahrscheinlich: die den Intumescenzen histologisch wie ätiologisch überaus nahestehenden anderen hyperhydrischen Gewebsformen, wie Lentizellen- und Rindenwucherungen, entstehen bekanntlich im Dunkeln ebenso leicht und reichlich wie am Licht. Bei ihnen handelt es sich freilich um Achsenteile, in deren Innern zumeist ansehnliche Mengen von Nährstoffen deponiert sind, während in den Blättern, die bei der Intumescenzbildung vorzugsweise in Betracht kommen, der Vorrat minder groß zu sein pflegt. Das Licht wirkt auf die Intumescenzbildung offenbar nur dadurch, daß es den Fortgang der Assimilation und Nährstoffproduktion gestattet. Damit stimmen meine Beobachtungen an *Populus tremula* überein, deren Blätter im Dunkeln schnell und reichlich Intumescenzen bilden, wenn es sich um gut ernährte, kräftige Blattindividuen handelt; bei dünnen und minder kräftig entwickelten Blättern sah ich im Dunkelschrank oft nur sehr kleine, nur mit der Lupe erkennbare Intumescenzen oder überhaupt keine entstehen. Ferner führen Dales Ergebnisse, daß die roten Strahlen der Intumescenzbildung förderlich, die blauen für diese belanglos seien, zu derselben Auffassung.

Bei den Fruchtschalen von *Pisum* sind die Vorräte an Nährmaterial so groß, daß das Auswachsen der Epidermiszellen von der Belichtung ganz unabhängig ist: im Dunkelschrank wie im Hellen bilden sich an den auf Wasser schwimmenden Stücken binnen zwei oder drei Tagen die geschilderten samtartigen Überzüge von gleicher Stärke.

Im Dunkeln sah ich im Thermostaten bei 30° auch an Blättern und Blattstücken von *Eucalyptus globulus* Intumescenzen entstehen. Sie entstehen auf der Blattunterseite dicht gedrängt nebeneinander, ganz ebenso wie bei schwimmenden Zitterpappelblättern; sie sind zunächst als kleine Beulen, dann als Hautabschürfungen sichtbar, bis dann die wachsenden Zellen als kristallinisch glänzendes Häufchen sichtbar werden. — Unzweifelhaft ist die Zahl der Pflanzen, welche bei Lichtabschluß Intumescenzen bilden, erheblich größer, als bisher angenommen worden ist.

Dafür, daß allzu intensives Licht auch bei reichlicher Wasserversorgung der Objekte die Intumescenzbildung verhindert, ist mir bisher nur ein Beispiel bekannt geworden (Blätter von *Populus tremula*; vergl. Küster a. a. O.).

Einfluß der Temperatur. Die Schnelligkeit, mit welcher sich die Fruchtschalen von *Pisum* auf ihrer Innenseite mit Intumescenzen überziehen, läßt sich noch steigern, wenn man die Objekte bei 25° oder 30° C statt bei Zimmertemperatur hält. In Thermostaten, welche

auf diese Temperaturen eingestellt waren, zeigten sich schon nach 24 Stunden sehr kräftige Überzüge, die trotz des schnellen Wachstums mit den langsamer bei Zimmertemperatur entstandenen histologisch durchaus übereinstimmten. In allen Fällen handelte es sich bei der Kultur im Thermostaten um Dunkelkulturen.

Einfluß des Sauerstoffs. Die hyperhydrischen Gewebe verhalten sich hinsichtlich ihrer Ansprüche an Sauerstoff verschieden: bei vielen Gewächsen entstehen Lentizellenwucherungen sowohl an den in feuchter Luft befindlichen, als auch an den submersen, benetzten Teilen, während die Rindenwucherungen von *Ribes aureum* bei Kultur von Stecklingen in Wasser immer nur an den emersen Teilen zur Ausbildung kommen<sup>1)</sup>. Die Intumescenzen entstehen im allgemeinen nur in feuchter Luft, aber nicht bei unmittelbarer Berührung mit Wasser. Als Ausnahmen kann ich *Populus tremula* nennen und *Eucalyptus globulus*; läßt man Blätter von diesen Arten auf Wasser schwimmen, so entstehen Intumescenzen auch an der benetzten Seite, bei *Eucalyptus* allerdings nach meinen Beobachtungen nur dann, wenn die morphologische Unterseite des Blattes dem Wasser aufliegt. Bei den Hülsen von *Pisum sativum* wachsen benetzte Stellen niemals auch nur zu bescheidenen Intumescenzen aus; die Grenze zwischen benetzten und unbenetzten Teilen markiert sich außerordentlich scharf. Mit dem Sauerstoffbedürfnis hängt es wohl auch zusammen, daß in ungeöffneten, am Strauch verbliebenen Hülsen die Produktion von Intumescenzen niemals über einen sehr bescheidenen Grad hinausgeht. Auf allzu geringe Wasserversorgung darf man das Ausbleiben der Intumescenzen in ihnen nicht zurückführen; denn auch dann, wenn ungeöffnete Hülsen mit ihrem untersten Teil oder fast ganz und gar bis zur obersten Spitze in Wasser gesteckt werden, unterbleibt die Produktion des Intumescenzenbelags, gleichviel ob man die Früchte am Licht oder im Dunkeln, bei Zimmertemperatur oder im Thermostaten (30°), nach Ätherisierung oder ohne solche in Behandlung nimmt.

Einfluß der Wasserzufuhr. Bei manchen Pflanzen genügt der Aufenthalt isolierter Zweigstücke in feuchter Luft, um die Bildung von Lentizellenwucherungen anzuregen<sup>2)</sup>. Für die Bildung von Intumescenzen waren bisher keine Analoga bekannt: bei ihr handelt es sich

---

1) Vgl. Küster, Experimentelle Untersuchungen über Wurzel- und Sproßbildung an Stecklingen. Ber. d. D. botan. Ges. 1904, Bd. XXII, pag. 167.

2) Vgl. Pathologische Pflanzenanatomie, pag. 78.



stets um Blätter, die mit ihrer Achse noch in Verbindung stehen und mit ihr in feuchter Atmosphäre sich befinden, oder um losgelöste Teile, welchen irgend eine Gelegenheit zur Wasseraufnahme geboten wird. Die Hülsen von *Pisum sativum* können auch in feuchter Luft bereits Intumescenzen bilden. Allerdings erfolgt alsdann das Wachstum der Intumescenzen langsamer als bei Berührung mit tropfbar flüssigem Wasser (auch bei 25°), und die Intumescenzen werden nach einigen Tagen von den an den Wundflächen entstehenden Kallusgeweben überholt. Mit erhöhten Ansprüchen an Wasserzufuhr hängt es vielleicht zusammen, wenn sich vorzugsweise in unmittelbarster Nachbarschaft der Blattnerven Intumescenzen bilden; es ist mir wiederholt aufgefallen, daß schwimmende Blätter der Zitterpappel die Intumescenzen besonders reichlich an den Nerven entwickeln, wenn sie mit der morphologischen Oberseite dem Wasser aufliegen, während bei umgekehrter Lage eine solche Lokalisation nicht erkennbar ist.

Einfluß der Stoffzufuhr. Inwieweit sich durch künstliche Stoffzufuhr die Bildung der Intumescenzen fördern läßt, bedarf noch genauerer Untersuchungen. Zwar gelang es, an jugendlichen, noch kräftig roten Blättern von *Populus tremula* bei Kultur auf Glukoselösung besonders kräftige Intumescenzen zu erzeugen, doch können weder diese noch andere von Dale und mir gewonnenen Erfahrungen zunächst allgemeine Schlüsse gestatten. Auch die Hülsen von *Pisum sativum* sind kein geeignetes Material für die Prüfung der einschlägigen Fragen. Kultur auf Glukose war ohne Einfluß; die Versuche, durch Verwundung der schwimmenden (morphologischen) Außenseite der Hülsenschalen die Aktivierung der Nährstoffe zu beschleunigen und die Intumescenzenbildung zu fördern, waren erfolglos; ebensowenig gelang es durch Kultur auf Diastaselösungen — nach Verwundung der Schalenstücke oder ohne solche —, die Bildung von Intumescenzen zu beschleunigen. Da sich die innere Epidermis nebst den anhaftenden mechanischen Gewebsschichten leicht von dem darunter liegenden stärkereichen Parenchymgewebe abziehen läßt, stellte ich ferner — am Licht und im Dunkeln, bei Zimmertemperatur und im Thermostaten — Versuche mit schwimmenden Hautstücken an; es gelang aber bisher nicht, durch Darbietung von Zuckerlösungen den Häuten das fehlende Stärkespeichergewebe zu ersetzen, — es trat keine Intumescenzbildung ein. — Bei dieser Gelegenheit möchte ich bemerken, daß das stärkeführende Parenchymgewebe nicht zur Intumescenzbildung befähigt ist, auch wenn man die über ihm liegenden Schichten entfernt; es entstehen nur spärliche Kallushypertrophien.

### 3. Über die Beziehungen zwischen Intumescenzen und Kallusgeweben.

Es ist außerordentlich schwierig, auf rein histologischer Grundlage die Gruppen pathologischer Gewebsformen, die sich bei ätiologischer Betrachtungsweise ergeben, einigermaßen abzugrenzen. Wie sehr sich katalplastische Gallen- und die Kallusgewebe, Gallenholz und Wundholz einander gleichen, habe ich in meiner Pathologischen Pflanzenanatomie ausführlich dargetan. Auch die Intumescenzen und Kallusgewebe können ihrer Struktur nach einander sehr ähnlich werden.

Hülsenschalen von *Pisum*, die man vor der — oben geschilderten — Versuchsanstellung ihrer Samen beraubt hat, bilden gleichzeitig mit den Intumescenzen an der Innenfläche auch Kallusgewebe an den Wundflächen der Samenstielchen. Der Kallus besteht im wesentlichen aus denselben Elementen wie die Intumescenzen, aus langgestreckten, farblosen Haaren, die allerdings nicht gleichmäßig zylindrische Form haben, sondern keulig oder blasenähnlich oder pilzhutartig angeschwollen sind, wie es für die Intumescenzen von *Cytisus* oben zu beschreiben war.

Ein vortreffliches Objekt zur Erläuterung der Beziehungen zwischen Intumescenzen und Kallusgewebe scheinen mir die Blätter der verschiedenen Kohlrassen abzugeben. Daß die Blätter von *Brassica oleracea* zur Bildung von Intumescenzen befähigt sind, kann man bei Durchsicht von Kohlfeldern zumal nach vorangegangener feuchter Witterung leicht konstatieren; es lag somit nahe, zu vermuten, daß auch im Laboratoriumsversuch mit der üblichen Methode Intumescenzen sich hervorrufen lassen würden. Ich erhielt solche an schwimmenden Blattstücken an Weißkohl: bei ausgewachsenen Blättern barst nach einigen (5 bis 6) Tagen auf der morphologischen Ober- und Unterseite das Gewebe auf. Ausgewachsene Kohlrabiblätter versagten, wie überhaupt losgelöste Kohlblätter auf Wasser schwimmend immer nur kurze Zeit sich lebend erhalten ließen; jugendliche Blätter dagegen bildeten in der zweiten Woche nach Beginn des Versuchs einige Intumescenzen. Viel auffälliger als diese waren aber die an den Wundrändern der Blattstücke vorwuchernden Kallusmassen, die aus sehr großen, wasserhellen, schon mit unbewaffnetem Auge deutlich unterscheidbaren Zellen bestehen, die teils isoliert sind, meist aber mit den Nachbarzellen zu dochtartigen, durchscheinenden Komplexen sich zusammenschließen. Dieselben Eigentümlichkeiten kamen den Intumescenzen der untersuchten Kohlrabiblätter zu. Beide Gewebsformen leiteten sich vom Grundgewebe des Blattes ab; ein Unterschied zwischen beiden besteht nur darin, daß der Kallus an der Wundfläche entsteht, die Intumescenz erst durch ihre eigene Wachstumstätigkeit sich die Wunde schafft.



Bei den Rändern der geschilderten Blattstücke handelt es sich um Wundflächen, welche senkrecht zur Oberfläche des Blattes seine Masse durchsetzen: Wundflächen, welche parallel zur Blattoberfläche streichen, veranlassen dieselben Gewebebildungen, die dann den typischen Intumescenzen ganz besonders ähnlich werden. Die Epidermis und die anliegenden Grundgewebszellen zu zerstören, gelingt durch sanfte Schläge mit einer festen Bürste. Werden Kohlrabiblätter nach dieser Vorbehandlung in feuchte Luft gebracht, so bilden sich an sämtlichen Wundstellen binnen zweimal 24 Stunden kleine Gewebshöcker vom Typus der Intumescenzen. Einige Tage später gehen die losgelösten Kohlblätter zugrunde. Ob man hier von Wundgewebe oder Intumescenzen sprechen soll, ist schwer zu entscheiden und überdies auch nur von nebensächlicher Bedeutung.

Wichtiger scheint mir, daß hiermit eine Erklärung für v. Schrenks Beobachtungen<sup>1)</sup> gegeben wird. v. Schrenk beschrieb Intumescenzen „formed as a result of chemical stimulation“; da Intumescenzen bis dahin immer als die Folgen erhöhter Wasserversorgung und gesteigerten Turgordruckes aufgefaßt worden waren, enthielten seine Mitteilungen, nach welchen sich an *Brassica oleracea* (Blumenkohl) durch Behandlung mit Kupferverbindungen Intumescenzen erzielen ließen, einen wichtigen Beitrag von prinzipieller Bedeutung. Ich bin freilich der Meinung, daß seine Schlüsse nur mit Vorsicht weiter zu verwerten sind, und daß die Angabe, daß Kupfer formative Effekte von besagter Art auslösen könne, noch nicht als erwiesen zu betrachten ist. v. Schrenk verfuhr derart, daß die Blätter seiner Versuchspflanzen mit den Lösungen verschiedener Kupferverbindungen fein übersprüht wurden; die Stellen, an welchen große Tropfen der giftigen Lösungen niederfallen oder sich ansammeln, gehen zugrunde, wo kleine Tröpfchen liegen, entstehen Intumescenzen. Meine Versuche mit isolierten Kohlrabiblättern — im großen Maßstab v. Schrenks Versuche zu wiederholen, fehlt mir leider die Gelegenheit — zeigten die von dem Autor beschriebenen Absterbeerscheinungen unter den großen wie unter den feinsten Tröpfchen; zur Verwendung kam nach v. Schrenks Rezept Kupferchloridlösung. Intumescenzen entstanden aber an meinen Versuchsobjekten nicht. Bei v. Schrenks Versuchen handelt es sich um Gewebsbildungen, die an den kleinsten nekrotischen Feldern hervorwucherten, offenbar ebenso wie bei meinen Versuchen nach Läsion durch die Bürste. Ich möchte

---

1) Intumescences formed as a result of chemical stimulation. Missouri Botanical Garden 1905, pag. 125.

daher der Meinung Ausdruck geben, daß bei den von ihm beobachteten „Intumescenzen“ es sich — nach ätiologischer Bezeichnungsweise — um Kallusbildungen handelte, die freilich histologisch den Intumescenzen gleichkommen: ob die Wunde durch mechanische Insulte, durch Abtragen bestimmter Zellenlagen oder durch Vergiften irgendwelcher Gewebestufen zustande kommt, dürfte für die nachfolgende Bildung abnormaler Gewebe belanglos sein. In demselben Sinne möchte ich auch meine eigenen Beobachtungen an Fruchtschalen von *Pisum* deuten. Bei zahlreichen, auf Wasser schwimmenden Fruchtschalenstücken wurden kleine Tropfen einer sehr verdünnten Lösung von milchsaurem Kupfer aufgetragen; die zur Intumescenzbildung befähigten Epidermiszellen starben unter dem Einfluß der Lösung ab, es bildete sich an dem benetzten Feld somit keine Intumescenz. Vielmehr entstand nach etwa acht Tagen ein dichter, durchscheinender Gewebsring um die Stelle herum, auf welcher der inzwischen längst verdunstete Tropfen gelegen hatte. Der Gewebewulst bestand aus langen, haarähnlichen, mehrfach septierten Schläuchen, die aber nicht isoliert nebeneinander standen, sondern verwachsen waren, wie es bei Kallusgeweben so oft zu sehen ist.

Die Frage, ob man durch lokale Anwendung von Giftstoffen auf lebende Pflanzenorgane diese zur Produktion abnormaler Gewebe anregen kann, scheint mir durch Versuche dieser Art ebensowenig der Beantwortung näher gebracht zu werden wie durch Haberlandts Versuche an *Conocephalus ovatus*, deren Blätter durch Bepinseln mit Sublimat zur Bildung von „Ersatzhydathoden“ angeregt werden<sup>1)</sup>. v. Schrenks Versuche stimmen mit den Haberlandtschen meiner Ansicht nach im wesentlichen überein: auch bei Haberlandts Experimenten entstanden auf den Blättern durch Abtötung der empfindlichen Hydathoden nekrotische Stellen und an ihnen wucherten die „Ersatzhydathoden“ hervor ebenso wie an *Brassica*-Blättern nach lokaler Kupfervergiftung. v. Schrenks Versuche legen die Frage nahe, ob die Veranlassung zu der abnormalen Gewebebildung an *Conocephalus* die Wasserfülle im Blatt gegeben hat, die auf die Abtötung der Wasserausscheidungsorgane zurückzuführen wäre — oder der „Wundreiz“ hierzu genügte.

Andererseits halte ich dafür, daß Gewebe, welche histologisch den Intumescenzen gleichkommen, durch chemische Reizmittel zu erzeugen

---

1) Über experimentelle Hervorrufung eines neuen Organs bei *Conocephalus ovatus* Tréc. Festschrift für Schwendener, 1899, pag. 104. — Zur Kritik dieser Gebilde vergl. meine Pathologische Pflanzenanatomie 1903, pag. 87, auch Steiner a. a. O.



möglich sein muß. Diese Sicherheit scheinen mir die „Erineumgallen“ zu geben, die histologisch gerade mit den hier beschriebenen Pisum-Intumescenzen in allen wesentlichen Punkten übereinstimmen, und für welche Erwägungen der verschiedensten Art die Erzeugung durch chemische Reizmittel wahrscheinlich machen.

### Ergebnisse.

1. Als Objekte, welche überaus schnell und reichlich Intumescenzen produzieren, sind die Hülsenschalen von *Pisum sativum* zu nennen.

2. Die Bildung der Intumescenzen ist an ihnen ebenso wie bei den Blättern von *Populus tremula* und *Eucalyptus globulus* unabhängig von Licht und Dunkelheit.

3. Bei erhöhter Temperatur (25—30°) werden üppige Intumescenzlager schon innerhalb 24 Stunden gebildet.

4. Die Möglichkeit, daß sich durch chemische Reizmittel Gewebe hervorrufen lassen, die den Intumescenzen histologisch gleichkommen, ist zuzugeben. Bisher aber ist das Experiment noch nicht einwandfrei erledigt. (Wenn nach Vergiftung mit Kupfersalzlösungen an den nekrotischen Feldern Gewebewucherungen entstehen (v. Schrenk), so handelt es sich dabei offenbar um dieselben Produkte, die auch nach Verwundung entstehen können.)

Halle a. S., Botanisches Institut der Universität.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [96](#)

Autor(en)/Author(s): Küster Ernst

Artikel/Article: [Histologische und experimentelle Untersuchungen über Intumescenzen 527-537](#)