

sie müssen also nothwendig von der Structur und den Eigenschaften der Protoplasten abhängen.

Wir dürfen also wohl schliessen, dass weder die Form der Zellen von derjenigen der Krystalle bedingt wird, noch auch umgekehrt, sondern dass beide die Folgen einer gemeinsamen Ursache, derspecificischen Eigenschaften des Protoplasten, sind, welche für jede Art von Krystallzellen von vornherein gegeben sein müssen. Und wir werden schwerlich fehlgehen, wenn wir dasselbe auch für alle anderen Krystallbehälter annehmen.

Es könnte sich weiter noch fragen, ob nicht die Anordnung der Krystalle zu lückenlosen Bündeln etwa erst eine mechanische Folge der postmortalen seitlichen Compression der Zelle ist. Doch wird diese Vermuthung durch die Thatsache widerlegt, dass Krystalle schon in den lebenden, noch gar nicht comprimierten Zellen zu ebenso dichten Bündeln zusammengelagert sind.

Eine entsprechende Vermuthung hegte ich eine Zeit lang bezüglich der einschichtigen Krystallplatten bei *Ophiopogon*, die sich in zu flachen Bändern comprimierten Zellen befinden, so dass die Zellmembran beiderseits der Platte dicht angepresst ist. Diese Vermuthung musste ich aber auch ohne Untersuchung der Entwicklungsgeschichte fallen lassen, als ich fand, dass bei *Liriope* die entsprechenden Zellen oft nur schwach comprimirt sind, so dass die Membran der Krystallplatte nicht anliegt und letztere sich innerhalb der Zelle verschieben kann. Es ist also sicher, dass die Krystalle von vornherein zu einer dünnen Platte sich anordnen können, obgleich die Form der Zelle ihrer Anordnung zu einem Bündel durchaus nicht im Wege steht.

(Fortsetzung folgt).

---

## Sogenannte unsichtbare Rauchbeschädigungen.

Von

P. Sorauer (Ref.) und E. Ramann.

---

Gemeinsame Beziehungen bei Untersuchungen über Rauchbeschädigungen führten uns zu der Nothwendigkeit, der Frage experimentell näher zu treten, ob geringe Mengen saurer Rauchgase, die vorübergehend jedesmal nur für kurze Zeit die Pflanzen bestreichen, nach längerer Dauer sich in der Beschaffenheit der Pflanze bemerkbar machen, und, falls sich Unterschiede feststellen lassen, inwieweit dieselben bei Begutachtungen über Rauchschäden verwendet werden können.

Die Frage der sogenannten „unsichtbaren“ Rauchschäden, d. h. etwaiger nur in der Zuwachsgrösse zum Ausdruck kommender, aber dem blossen Auge nicht wahrnehmbarer Störungen, wird eine dringende, seitdem das Mikroskop bei der Untersuchung zu Hülfe genommen worden ist. Man fängt an, die anatomischen Merkmale zur Diagnose auf Rauchbeschädigungen zu verwenden,

und bekannt ist in dieser Beziehung die viele hübsche Beobachtungen enthaltende Arbeit von R. Hartig\*), der als sicheres mikroskopisches Merkmal einer Beschädigung durch schweflige Säure die Röthung der Schliesszellen bei der Fichte und einigen anderen Nadelhölzern ansieht. Dieses Symptom zeige sich schon bei Einwirkung geringer Mengen dieses Gases und vervollständige sich bei stärkerer Einwirkung durch das Auftreten einer Röthung des Siebtheils und später sogar des Holztheiles der Gefässbündel. Ausserdem diene als makroskopisches Merkmal der Umstand, dass abgeschnittene, von der Säure getroffene Fichtenzweige, die nur wenige Tage der freien Luft bei Besonnung ausgesetzt gewesen, eine graugrüne Färbung der Nadeln zeigen, welche zu einer Zeit bereits vertrocknen und abfallen, wo die gesunden Zweige noch unverändert sind.

Gegen die Verwendung dieses makroskopischen Merkmals zur Diagnose auf Rauchschäden wandte sich Ramann\*\*), wenn auch nicht zu leugnen ist, dass säurebeschädigte Zweige früher die Nadeln fallen lassen als gesunde.

Betreffs der Röthung der Schliesszellen sollten die nachstehenden Untersuchungen Aufschluss geben. Bevor aber noch unsere Resultate veröffentlicht werden konnten, erschien bereits eine Arbeit von Wieler\*\*\*), in welcher eine Anzahl Fälle aufgeführt wurden, die eine Röthung der Schliesszellen unter Umständen nachweisen, welche mit Beschädigungen durch  $SO_2$  nichts zu thun haben. Eine vorläufige Mittheilung von Sorauer†) erwähnt, dass ausser bei *Picea excelsa*, *Engelmanni*, *pingens* u. a. auch eine Röthung der Spaltöffnungen bei *Tsuga canadensis*, *Taxodium distichum*, *Cryptomeria japonica* und *Araucaria brasiliensis* unter Umständen gefunden wurde, bei denen eine Einwirkung saurer Gase nicht in Betracht kommen kann.

Somit hat der Ausspruch von R. Hartig, dass man auf Grund der von ihm angegebenen Merkmale eine Feststellung von Rauchschäden ohne Mitwirkung der chemischen Analyse werde fortan vornehmen können, eine Bestätigung nicht gefunden. Um so mehr lag aber die Frage nahe, ob nicht anderweitige Veränderungen in rauchbeschädigten Pflanzen zu finden sein werden, die als charakteristisches Merkmal für Rauchschäden benutzt werden können. Am nächsten lag die Beobachtung des Chlorophyllapparates, als des ausschlaggebenden Organs für die Zuwachsgrösse. Dieser Punkt ist mittlerweile von H. Wislizenus††)

\*) Hartig, R., Ueber die Einwirkung des Hütten- und Steinkohlenrauches auf die Gesundheit der Nadelholz bäume. 8°. 48 pp. Mit 1 Taf. München (Rieger'sche Buchhandlung) 1896.

\*\*) Ramann, E., Ueber Rauchbeschädigungen. (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. 1896. p. 551.)

\*\*\*) Wieler, Ueber unsichtbare Rauchschäden bei Nadelbäumen. (Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. 1897. Sept.)

†) Sorauer, Ueber die Rothfärbung der Spaltöffnungen bei *Picea*. (Notizblatt des Kgl. Bot. Gartens zu Berlin. 1898. No. 16.)

††) Wislizenus, H., Resistenz der Fichte gegen saure Rauchgase bei ruhender und thätiger Assimilation. (Tharander Forstl. Jahrbücher. Bd. XLVIII. 1898. Sept.)

in's Auge gefasst worden. Die sehr bemerkenswerthe Arbeit weist nach, dass man spectroscopisch die Zersetzung des Chlorophylls leicht beobachten kann. Wislizenus meint ferner, dass die erste mikroskopisch wahrnehmbare Wirkung der  $SO_2$  die Plasmolyse sei.

Unsere Untersuchungen, die im Jahre 1897 begonnen, beschäftigen sich auch nur mit der Fichte, als dem am meisten bei Rauchbeschädigungen in Betracht kommenden und empfindlichsten Waldbaum. Wir sagten uns, dass wenn wir mit einer derartig empfindlichen Pflanze arbeiten, wir annähernd einen Schluss für das Verhalten der anderen resistenteren Waldbäume uns bilden können.

Um möglichst minimale Einwirkungen festzustellen, beschlossen wir, die Pflanzen im Maximum nur täglich eine Stunde den Dämpfen auszusetzen, aber dafür, den natürlichen Vorkommnissen Rechnung tragend, die Behandlung mehrere Monate ohne Unterbrechung fortzusetzen. Dabei hatten wir im Auge, die etwaigen Veränderungen zu verzeichnen, über die bei Rauchschäden ein an Ort und Stelle ausgeführter mikroskopischer Schnitt Aufschluss geben könnte.

Die Räucherungen wurden, wie die nachstehenden Protocolle ergeben, in dem Vegetationshause der Forstacademie Eberswalde von E. Ramann unternommen. Derselbe hat auch die chemische Analyse des Materials ausgeführt und Probezweige an den Referenten behufs mikroskopischer Prüfung eingesendet, nachdem festgestellt war, dass die kurze Zeit des Transportes von Eberswalde nach Berlin eine Veränderung in der Beschaffenheit der Zweige nicht hervorgerufen hat.

An Stelle etwaiger Durchschnittsergebnisse haben wir der Aufzählung der Einzelbeobachtungen den Vorzug gegeben, um zu zeigen, wie gross die individuellen Schwankungen sind und wie leicht man zu falschen Schlüssen gelangen kann, wenn man bei den Probeentnahmen im Walde nicht die verschiedenen Wuchsformen berücksichtigt. Auf die Variationen der einzelnen Nadeln desselben Zweiges konnte natürlich im Bericht nicht noch genauer eingegangen werden, da derselbe sonst noch viel grösseren Umfang erlangt haben würde.

## I. Einwirkung schwefeliger Säure.

### A. Chemischer Theil.

Die Untersuchung wurde 1897 durchgeführt. Zur Verwendung kamen 6—8jährige, bereits mehrere Jahre in Töpfen erzogene Fichten.

Die Fichten sahen gesund aus, zeigten aber erhebliche Unterschiede in der Nadelentwicklung.

Von 10 speciell untersuchten Fichten wogen (lufttrocken)

	je 300 Nadeln	je 100 Nadeln
1)	0,386	0,1287
2)	0,430	0,1433
3)	0,354	0,1180

	je 300 Nadeln	je 100 Nadeln
4)	0,304	0,1013
5)	0,363	0,1210
6)	0,386	0,1287
7)	0,525	0,1750
8)	0,434	0,1447
9)	0,336	0,1120
10)	0,440	0,1467.

Diese Unterschiede sind individuell und finden sich in ähnlicher Weise im Walde bei jüngeren, weniger stark ausgeprägt auch bei älteren Fichten.

Die Fichten standen mit den Töpfen in Erde im Freien. Zum Versuch wurden sie jedesmal in das zu den Räucherungen mit schwefeliger Säure benutzte Glashaas gebracht.

Das Vegetationshaus hat einen Kubikinhalte von 126 Kubikmeter. Zu jeder Räucherung wurde  $\frac{1}{2}$  Gramm Schwefelkohlenstoff, in 5 cbcm Alkohol gelöst, verbrannt.

Es entwickelten sich demnach 0,842 g Schwefligsäuregas.

Gleichmässig mit der Luft des Raumes gemischt, würde diese auf 1940 Theile einen Theil Schwefligsäuregas enthalten = 0,00510 Gew. % oder 0,0022 Volumprocent.

\* \* \*

Um eine Fehlerquelle, die sich aus Aufnahme von Schwefligsäuregas durch an den Fichtennadeln hängende Wassertröpfchen ergeben könnte, auszuschliessen, wurden die Fichten stets abgetrocknet verwendet. Sie wurden bei regnerischem Wetter am Abend vorher, sonst eine Stunde vor den Räucherungen in das Vegetationshaus gebracht.

Zuerst wurden, um eine Aufnahme der Säure durch die Erde des Topfes auszuschliessen, doppelt zusammengelegte und eingeschnittene Drahtnetze, zwischen denen sich mit Natriumcarbonat getränkte Baumwolle befand, um den unteren Stamm der Fichten und auf die Töpfe gelegt. Später wurde diese umständliche Vorichtsmassregel als ohne Bedeutung weggelassen.

Die Dauer der Räucherungen erstreckte sich vom 1. Juni bis zum 15. November. Diese Zeit wurde gewählt, um die jungen Triebe erst etwas widerstandsfähiger werden zu lassen und acute Aetzwirkungen auszuschliessen.

In Töpfen erzogene Fichten zeigen bei Benutzung gewöhnlicher Gartenerde, die naturgemäss wechselnde Mengen von Dünger erhalten hat, keinen übereinstimmenden Gehalt an Schwefelsäure in den Nadeln. Es ist daher nothwendig, den Gehalt bei Beginn des Versuches für jede einzelne Fichte festzustellen. Nur so kann man sich vor Täuschungen sicher stellen. (Zahlen siehe unten.)

Die Dauer jeder Räucherung betrug eine Stunde und wurde Morgens von 7—8 Uhr ausgeführt. Es geschah dies, um thunlichst gleichmässige Verhältnisse innezuhalten.

Von den Fichten wurden (jede durch ein angebundenes Holzbrettchen bezeichnet und nach der Räucherung sofort wieder in gleicher Stellung der Topf in die Erde gebracht) geräuchert:

- No. 1 und 5 täglich,  
 " 2 " 6 alle zwei Tage,  
 " 3 " 7 alle drei Tage,  
 " 4 " 8 alle vier Tage.

Die unter den üblichen Vorsichtsmaßnahmen (Einäschern über Spiritus u. s. w.) bestimmten Gehalte an Schwefelsäure in den Nadeln betragen:

Bei Anfang des Versuches

	am 1. Juni	15. August	15. November
Fichte 1)	0,1060 ‰ Schwefelsäure	0,1790 ‰	0,309 ‰
" 2)	0,1054 "	0,1557 "	0,252 "
" 3)	0,0931 "	0,1321 "	0,168 "
" 4)	0,0660 "	0,0710 "	0,1498 "
" 5)	0,1161 "	0,1490 "	0,273 "
" 6)	0,1598 "	0,2060 "	0,2095 "
" 7)	0,1644 "	0,1720 "	0,1784 "
" 8)	0,0860 "	0,093 "	0,1047 "
" 9)	Zur Controlle der aussenstehenden		0,1305 "
" 10)	Pflanzen nicht geräuchert am 15. Nov.		0,0807 "

Die Zunahme der Schwefelsäure hatte demnach betragen in der Zeit vom

	1. Juni bis 15. August	15. August bis 15. November	Summa
bei Fichte No. 1)	0,0730 ‰	0,130 ‰	0,203
" 2)	0,0503 "	0,096 "	0,149
" 3)	0,0390 "	0,036 "	0,075
" 4)	0,005 "	0,0788 "	0,083
" 5)	0,033 "	0,124 "	0,157
" 6)	0,040 "	0,0035 "	0,075
" 7)	0,018 "	0,0064 "	0,082
" 8)	0,007 "	0,0054 "	0,061

Nimmt man die Mittel der Pflanzen, so haben zugenommen an Schwefelsäure

- die täglich geräucherten um 0,180 ‰,  
 alle zwei Tage geräucherten um 0,112 ‰,  
 alle drei Tage geräucherten um 0,079 ‰,  
 alle vier Tage geräucherten um 0,072 ‰.

Völlig übereinstimmende Zahlen kann man bei solchen Versuchen unmöglich erwarten. Individualität, Lebensenergie, Luftströmungen und dergl. müssen Unterschiede hervorrufen; unverkennbar aber ist das Ansteigen des Gehaltes an Schwefelsäure bei längerer Einwirkung der Säure.

Die beräucherten Fichten zeigten äusserlich keine bemerkbaren Beschädigungen, weder in der Farbe der Nadeln, noch Absterben von Nadeln und unterscheiden sich auch jetzt (März 1898) in ihrem ganzen Aussehen und Verhalten in nichts von den übrigen Pflanzen.

## B. Botanische Untersuchung.

Die erste Sendung von Zweigen der von Herrn Professor Ramann nach verabredetem Plane behandelten Versuchsfichten erhielt ich am 1. September 1897. Sie bestand aus 8 Zweigen gleichen Alters und von annähernd gleicher Länge, deren jeder ein- und zweijährige Nadeln besass und mit einer Nummer versehen war. Die Nummern entsprechen den im vorstehenden Bericht des Herrn Prof. Ramann gekennzeichneten Exemplaren.

### 1. Untersuchung am Tage der Ankunft und den nächstfolgenden Tagen.

#### a) Makroskopische Vergleichung.

Die botanische Untersuchung begann mit einem Vergleich der eingesandten Zweige betreffs ihrer Färbung, indem dieselben mit der Oberseite nach oben neben einander auf weisses Schreibpapier gelegt wurden. Dabei liessen No. 1 und 5, sowie 3 und 6 eine merklich dunklere Färbung der alten Nadeln gegenüber den gleichalterigen der übrigen Zweige erkennen. Bei Vergleich der diesjährigen Triebe findet sich, dass No. 1 die kürzesten, der Achse am meisten zugewandten Nadeln besitzt und diese auch den hellsten (nahezu gelblichen) Farbenton haben; es folgt in dieser Beziehung dann No. 6 und No. 5. Letzterer Zweig zeigt aber kaum noch eine Abweichung von den übrigen Zweigen, deren Nadeln normal gerichtet und gleichmässig geordnet erscheinen. No. 2 zeigt im Ganzen etwas matter grüne Färbung.

Nach Beendigung dieser Vergleichung würden die sämtlichen Zweige in Glasgefässe mit Leitungswasser derart eingestellt, dass die beiden Nummern, die eine gleiche Räucherung erhalten, in ein Glas gebracht wurden. Die 4 Gefässe werden dicht nebeneinander im Arbeitszimmer auf weisser Papierunterlage aufgestellt, so dass der Nadelfall jedes Zweiges leicht erkennbar wird. Die Gläser erhalten reichlich diffuses Tageslicht, werden aber niemals direct von der Sonne getroffen.

Dass die vorstehend beschriebenen Eigenthümlichkeiten rein individueller Natur sind und nicht von dem Einfluss der schwefeligen Säure abhängen, ergibt ein Vergleich derselben Zweige nach einem achtwöchentlichen Aufenthalt in dem mittlerweile geheizten Zimmer.

No. 1. Nadeln der diesjährigen Triebe etwas gelblich, graugrün und bei Berührung der Mehrzahl nach abfallend; die älteren Nadeln sitzen noch fest und erscheinen dunkelgrün; nur hin und wieder treten zwischen ihnen einzelne gelbröthlich-fahle Nadeln auf.

No. 5 (mit No. 1 in demselben Glase stehend) zeigt fast alle Nadeln frisch und im ähnlichen Winkel zur Achse stehend, wie bei ganz gesunden Zweigen, während bei den anderen Zweigen, die jetzt entnadeln, an den diesjährigen Trieben die

Nadeln der Achse dichter zugeneigt sind, wie früher. Die Gipfelknospen der zwei höchst stehenden Seitenzweige erscheinen deutlich geöffnet und lassen die jungen Nadeln 1,5 mm weit hervortreten, also normale Weiterentwicklung, wie solche auch bei gesunden Stecklingen beobachtet wird. Dieser Zweig, der die beste Beschaffenheit sich erhalten und Neigung zur Fortentwicklung bekundet, ist aber derjenige, der am stärksten der schwefeligen Säure ausgesetzt gewesen. Das einzige krankhafte Vorkommniß ist an der Stelle bemerkbar, wo der Faden des Etikettes sich umgelegt findet. Dieser Faden hat fortwährend Wasser aufgesogen und das Pappetikett, das dicht einer Anzahl Nadeln anliegt, erweicht. Hier hat sich *Botrytis* entwickelt, dessen Mycel auf die entfärbten Nadeln übergeht, jedoch nicht innerhalb derselben gefunden worden ist.

Bei Zweig No. 2, der bei seiner Ankunft einen bleicheren, schwach gelblichen Farbenton zeigte, sind alle einjährigen Nadeln noch feststehend und gegen früher nicht wahrnehmbar verändert; dagegen finden sich jetzt unter den zwei- und dreijährigen Nadeln zahlreiche fahl-verfärbte Exemplare, die bei geringer Erschütterung abfallen.

Aber dieser Verfärbungsprocess ist, wie die Veränderungen des Zellinhalts beweisen, ein vorzeitiger, jedoch sonst normaler Todesvorgang, der mit dem durch schwefelige Säure hervorgerufenen nichts zu thun hat, wie später gezeigt werden wird.

Zweig No. 6 (mit No. 2 in demselben Glase) lässt bei leichter Berührung sehr viel diesjährige Nadeln fallen. Die Zweigspitzen entnadeln dadurch gänzlich. Die älteren Nadeln meist noch feststehend; es finden sich nur vereinzelte fahlbraune Exemplare, die sich ablösen. Farbenton sämtlicher Nadeln dunkler als bei No. 2 und in's Graugrüne spielend.

No. 3. Diesjährige Nadeln graugrün, noch am Zweige, aber bei Berührung sämtlich fallend mit Ausnahme des direct im Wasser stehenden Zweigtheils. No. 7 hat bereits früher die Nadeln abgeworfen und war am 30. October gänzlich kahl.

No. 4. Zweig anscheinend gesund. Nadeln gelblich-graugrün; bei stärkerer Erschütterung fällt ein Theil der diesjährigen ab. No. 8 (aus demselben Glase) noch frischgrün wie No. 5, nur ist die Gipfelknospe noch geschlossen; es fallen selbst bei starkem Schlage nur ganz vereinzelt einige Nadeln.

Aus dem Umstande, dass einer der am meisten den Säuredämpfen ausgesetzt gewesen Zweige sich ganz so verhält, wie einer der am wenigst geräucherten, und beide sich auffallend frischer, wie alle anderen zeigen, geht hervor, dass auf den Zeitpunkt und die Intensität der Entnadelung die schwefelige Säure hier noch keinen Einfluss geübt haben kann.

(Fortsetzung folgt.)

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [80](#)

Autor(en)/Author(s): Sorauer Paul, Ramann Emil

Artikel/Article: [Sogenannte unsichtbare Rauchbeschädigungen. 50-56](#)