

chym und im Chlorenchym zahlreich, longitudinal, mit 1—4 relativ grossen Krystallen. Suberinlamelle sehr auffallend.

Dasyllivion glaucophyllum, Blatt. Das dicke, schmale Blatt besteht aus farblosem centralelem Gewebe und aus einem peripherischen Chlorenchymmantel, welcher durch die mächtigen, von der Epidermis bis zum Centralgewebe durchgehenden Stränge in isolirte Längsstreifen zerlegt wird. Die Krystallzellen sind von zweierlei Art: *a*) Zellen mit 1—2 (vereinzelt bis zu 4) mittelgrossen Krystallen, longitudinal, finden sich häufig an den Sclerenchymbelegen der Stränge und vereinzelt im Centralgewebe; *b*) im Chlorenchym zahlreiche Zellen mit meist 2—5 (ausnahmsweise nur mit 1 oder mit mehr als 5) Krystallen, deren Grösse von mittelgross bis sehr klein schwankt. Sie kommen bis an die Epidermis vor, aber meiden die Athemböhlen. Richtung longitudinal bis radial. Ausserdem finden sich im Chlorenchym vereinzelt *c*) ganz kurze Zellen mit 2 bis mehreren kleineren Krystallen, die nicht parallel gerichtet sind, sondern sich kreuzen (Fig. 29).

Die Zellen sind höchstens nur wenig länger als die Krystalle, meist stark comprimirt (Fig. 27, 28, 29); doch kommen unter den *b* auch nicht selten geräumige Zellen mit nicht oder kaum eingedrückten Wänden vor (Fig. 26).

In solchen geräumigen Zellen finden sich mehr oder weniger reichlich vacuolige stark veränderte Inhaltsreste (Fig. 26); näheres über dieselben siehe in Kap. IV; auch in den stark comprimirten Zellen sind dieselben meist vorhanden (Fig. 27), doch in geringerer Menge. Im übrigen wurde in den Krystallzellen jeglicher Art Luftgehalt constatirt.

Suberinlamelle derb. Eine zarte, schwach färbbare Aussenlamelle liess sich nur bei den Krystallzellen im Centralgewebe nachweisen.

Hüllen der Krystalle in der Regel derb und verkorkt, oft von ganz demselben Aussehen wie die Suberinlamelle der Membran (Fig. 27, 28, 29). Raphidenzellen spärlich.

Dasyllivion graminifolium und *D. Wheeleri*, Blätter (Tr.). Fast ganz ebenso wie die obige Art. Die Krystalle sind im Allgemeinen kleiner, die Krystallzellen im Chlorenchym fast alle radial gerichtet; die Suberinlamelle ist weniger auffallend.

(Fortsetzung folgt).

Sogenannte unsichtbare Rauchbeschädigungen.

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

(Fortsetzung.)

3. Nachträgliche Veränderungen.

Abgesehen von dieser Schwierigkeit kommt zunächst die Frage in Betracht, ob nicht andere Ursachen dieselben Störungen hervorzurufen vermögen, und man denkt dabei in erster Linie an

den Vertrocknungsprocess der Nadeln an durch Abschneiden oder Einbrechen oder sonstige Verletzungen beschädigten Zweigen; deshalb blieb zunächst die Frage zu beantworten, wie sich diejenigen Nadeln verhalten, die an abgeschnittenen Zweigen allmählich sterben und abfallen. Dazu konnten auch die Versuchszweige dienen, deren frische Nadelbeschaffenheit durch die anfängliche Untersuchung bekannt war.

Falls an diesen nachträgliche Veränderungen festgestellt werden konnten, müssen dieselben auf Rechnung des allmählichen Vertrocknungsprocesses gesetzt werden. Am 20. October wurde daher bei einzelnen Zweigen die Untersuchung wieder aufgenommen.

Bei Zweig No. 1 waren die abgefallenen diesjährigen Nadeln in Farbe und Beschaffenheit den früheren gleich. Zellwandungen farblos, Gefässbündel farblos. Assimilationsgewebe mit hautartigem, stellenweis klumpig-flockigem, grünem Inhalt. In seltenen Fällen auch noch Chlorophyllkörner. Oeltropfen sparsam. Oxalatkristalle sehr klein und in der Nähe des Gefässbündels griesartig, reichlich. Viele Schliesszellen farblos, grünlich oder grau im Inhalt, einzelne schwach geröthet. Die einzelnen Nadeln in individuell verschieden weit fortgeschrittener Veränderung des Inhalts; in denjenigen, deren Zellinhalt bereits gänzlich schmutziggelbgrün, hautartig ausgebreitet erschien, waren die Schliesszellen deutlich geröthet.

Die festsitzenden Nadeln desselben Zweigtheils erschienen grüner. Chlorophyllkörper ebenfalls nur noch selten in Körnern, die ausserdem theilweis auch farblos erscheinen. Im Allgemeinen war die Deformirung des Zellinhalts zu hautartigen oder flockigen Massen ebenso stark wie bei den bereits abgefallenen Nadeln; nur ist der Farbenton lebhafter grün. Schliesszellen ohne Spnr von Rothfärbung, so dass geschlossen werden muss, die Rothfärbung tritt erst bei einem weiter fortgeschrittenem Stadium der Vertrocknung der Nadel auf.

Von drei nebeneinander festsitzenden zweijährigen Nadeln war eine broncefarbig. Von den beiden grünen, durch ihren augenscheinlich grösseren Chlorophyllreichtum von den einjährigen sich unterscheidenden Nadeln besitzt die eine vorherrschend noch Chlorophyllkörner, bei der andern ist der Zellinhalt vorzugsweise hautartig ausgebreitet. Ueberall finden sich grosse Oeltropfen, und die chlorophyllärmeren Zellen in der Nähe des Gefässbündels enthalten reichlich relativ grosse Oxalatkristalle.

In den Regionen, wo der Chlorophyllkörper derart bereits verändert ist, dass der Zellinhalt unregelmässig klumpig, hautartig oder strähnig erscheint, treten rothe Schliesszellen und Röthungen im Gefässbündel auf, was bei den Mitte September untersuchten Nadeln desselben Zweiges nicht gefunden worden ist.

Die broncefarbige Nadel hat durchgängig rothe Schliesszellen; aber hier ist häufig der Inhalt anderer Epidermiszellen und mancher Sclerenchymfasern auch roth, und ebenso finden sich

vielfach Stellen, in denen die Wandungen der Schliesszellen, sowie der angrenzenden Epidermiszellen roth bis rothbraun und diejenigen der Sclerenchymfasern schwach geröthet erscheinen. Gefässbündel in verschiedenen Höhen verschieden geröthet, und zwar auch die Tracheiden.

Zweig No. 2. Bei den durch schwache Berührung soeben abgefallenen Nadeln sind einzelne von der Basis aus weisslich-gelbbraun und merklich flach, während die Spitze noch grün ist. In der weissgelben Partie erscheint das Mesophyll gänzlich chlorophylllos und äusserst inhaltsarm. In den farblosen Zellen kleine farblose Oeltropfen und reichlich feinsten Oxalatsand. Gefässbündel farblos. Schliesszellen mit rothem Inhalt. In der grünen Spitze derselben Nadeln, sowie in den gleichzeitig abgefallenen noch gänzlich grünen Nadeln zeigt sich der Inhalt geballt oder hautartig-hellgrün: Oeltropfen ziemlich zahlreich, Krystalle reichlich. Schliesszellen nicht roth; nur in einzelnen Schnitten zeigen sich kaum bemerkbare Anfänge einer Röthung.

An demselben Zweige noch festsitzende, grüne Nadeln zeigen denselben Befund wie die soeben abgefallenen, grünen Exemplare, enthalten aber reichlicher noch Chlorophyll und theilweis solches noch in Körnern. Krystalle spärlicher. Röthung der Schliesszellen nirgends wahrnehmbar.

Die bisher untersuchten Nadeln stammten von diesjährigen Zweigen. Der Befund bei den vorjährigen Nadeln ist aber derselbe; nur ist der Chlorophyllreichtum grösser und auch die Oeltropfen sind grösser.

Zweig No. 6. Bei den von No. 6 abgeklopften einjährigen Nadeln erweist sich der Zellinhalt mehr klumpig und flockig als gleichmässig hautartig. Krystalle wenig. Oeltropfen gross aber nicht zahlreich. Schliesszellen nicht roth. An diesen Nadeln sind jetzt äusserlich broncefarbige Flecke bemerkbar; hier erweist sich der Siebzelleninhalt des Bündels stark geröthet, und dann und wann bemerkt man auch rothen Inhalt in den Schliesszellen. Diese Färbung pflegt aber dann in Begleitung einer Bräunung der Wandungen der Epidermiszellen und schwacher Verfärbung der secundären Membran der Sclerenchymfasern sich zu zeigen.

Auch bei den übrigen Versuchszweigen findet sich an den jetzt bei geringer Erschütterung abfallenden Nadeln ein grösserer Procentsatz solcher, die von der Basis her theilweis oder gänzlich weisslich-gelbbraun sind. Anatomischer Befund wie bei den vorigen.

Zweig No. 7. Bemerkenswerth sind die Resultate der Untersuchung bei Zweig No. 7, dessen sämmtliche ein- und zwei-jährigen Nadeln am 30. October bei leichter Erschütterung abfallen, während alle andern Zweige noch eine grössere Anzahl Nadeln besitzen. Es liegt hier offenbar ein individueller Schwächezustand vor, da dieser mit den anderen unter ganz gleichen Verhältnissen sich befindende Zweig schon seit einiger Zeit sich durch besonders reichliches Auftreten fahl-gelbbrauner, von der Basis

her sich verfärbender Nadeln bemerkbar macht. Die Mehrzahl der abgefallenen Nadeln ist allerdings auch gleichmässig grün und ihr Chlorophyllkörper nicht selten noch in Körnern zu sehen, die nur in ihrer Lage gestört erscheinen, indem sie zusammentreten und theilweis verkleben.

Bei andern Nadeln herrscht der klumpige Zerfall des unregelmässig grün gefärbten Inhalts vor. Oeltropfen vorhanden. Krystalle klein und spärlich. Schliesszellen grün bis farblos. Membranverfärbungen nicht vorhanden. Gefässbündel gesund.

Die grünen Nadeln mit fahler Basis zeigen kaum noch Chlorophyll in Körnern, sondern den Zellinhalt in grüne, wandständige, unregelmässige Ballen zerfallen, zwischen denen viele Oeltröpfchen bemerkbar, während die Mitte der Zelle einzelne grosse Oxalattafeln enthält. Im fahlen Basaltheil erscheint der Zellinhalt gänzlich farblos mit zahlreichen, ungefärbten, kleinen Oeltröpfchen und Krystallsand. Epidermiswandungen in dickeren Schnitten sehr matt strohgelb; hier kommen Schliesszellen vor, deren Inhalt als matt-gelbroth angesprochen werden kann; intensiv roth ist keine, und bei denjenigen, die die röthliche Inhaltsfarbe besitzen, ist auch in der Regel die Membran matt-gelb.

In den gänzlich fahlen Nadeln sind dieselben Erscheinungen. Bräunungen der Membranen wurden nicht gesehen.

Von den am 30. October abgefallenen grünen Nadeln wurde ein Theil in ein Glasschälchen mit Wasser derart gelegt, dass eine dünne Wasserschicht die Nadeln bedeckte. Standort im diffusen Licht neben den trocken liegenden.

Am 10. November haben die untergetauchten Nadeln ein schmutzig-graugrünes Aussehn. Die einjährigen zeigen einen meist zusammenhängenden, seltener klumpig zerfallenen, gleichartig grünen Wandbelag. Oeltropfen nicht aufzufinden. Krystalle spärlich. Intensiv rothe Schliesszellen, deren Wandungen zum Theil auch geröthet sind. Hier ist die Röthung also erst im Wasser entstanden.

Der graue Ton der Nadel kommt von einer graugelblichen Färbung der Epidermiswandungen und einer an den Kanten beginnenden Umänderung der frisch grünen Chlorophyllfarbe in schmutziges Grün. Zweijährige Nadeln verhalten sich ebenso; nur ist der Chlorophyllreichtum grösser und das Auftreten von Oeltropfen nicht selten. In den chlorophyllärmeren Zellen an dem Gefässbündel sind diese Tropfen zahlreicher und grösser. Färbung der Gefässbündel ungemein wechselnd; manchmal alle Elemente hellwandig, manchmal der Siebtheil in Inhalt und Wandung tief rothbraun. — Die neben dem Wasserschälchen trocken liegen gebliebenen Nadeln zeigen entweder gar keine oder nur hier und da schwächliche Anfänge einer Röthung des Inhalts in den Winkeln der Schliesszellen. Es kann also nur die durch den Aufenthalt im Wasser herbeigeführte schnelle Zersetzung sein, welche die Röthung beschleunigt hat.

Von den früher abgefallenen Nadeln, die in einem Häufchen aufgeschichtet neben den erwähnten liegen gelassen worden, ergibt jetzt die Untersuchung eine grössere Neigung zur Röthung der Spaltöffnungen, ja einige Nadeln haben jetzt leuchtend rothe Schliesszellen.

Es wurden jetzt noch einzelne der nach starkem Klopfen sitzenbleibenden Nadeln verschiedener Zweige untersucht. Der Befund ist überall nahezu derselbe. Die noch grün aussehenden Nadeln zeigen flockig klumpigen, seltener hautartig zusammenhängenden grünen Zellinhalt. Diese Form des Zerfalls scheint mir bei vertrocknenden Nadeln öfter aufgetreten, während der zusammenhängende, hautartig oder strähnig verbleibende Zellinhalt bei Störungen vorzuherrschen scheint, wo die Nadel noch genügend Wasser zur Verfügung hat. Die Krystalle sind spärlich. Der Inhalt der Schliesszellen ist farblos, grau oder grün und nur selten finden sich Spuren beginnender Röthung. Bei den zweijährigen Nadeln ist grösserer Reichthum an Chlorophyll und Krystallen bemerkbar. Das Chlorophyll zeigt geringeren Zerfall und ist stellenweis noch in Körnerform zu finden.

Es ergibt sich somit, dass ohne Einwirkung neuer Mengen schwefeliger Säure die bei den geräucherten Pflanzen im frischen Zustande bemerkbaren Störungen durch den Vertrocknungsprozess sich vermehrt haben.

Namentlich in Bezug auf das Auftreten gerötheter Schliesszellen zeigt sich, dass dieses Merkmal sich erst deutlich und reichlich einstellt, wenn die Nadeln abgefallen sind oder dem Abfallen sehr nahe sind. So lange die Nadeln festsitzen, tritt das Merkmal nur auf, wenn die Nadel Zeit hat, eines langsamen natürlichen Todes unter fast gänzlichem Verbrauch ihres Zellinhaltes zu sterben. Die Nadel verarmt dann gänzlich und verfärbt sich zunächst in's Graue bis Fahlbraune (ohne Mitwirkung anderer Ursachen kaum jemals in's Rothbraune) von der Basis aus, während bei den am frischen Zweig sich durch schwefelige Säure verfärbt zeigenden Nadeln die Störungen von der Spitzenregion auszugehen scheinen. In der Mehrzahl der Fälle sterben die Nadeln abgeschnittener Zweige im substanzreichen Zustande unter Beibehaltung ihres Chlorophyllkörpers, das nur den Farbenton ändert und meist nicht mehr in Körnerform erscheint. Der seltene Fall ist das Absterben mit so langsam verlöschenden Lebensprocessen, dass noch stärkerer Substanzverbrauch stattfindet. Es zeigt sich dann unter Verarmung des Zellinhalts die erwähnte, äusserlich kenntliche Verbleichung von der Basis aus. Bei den substanzreich abfallenden Nadeln tritt die Röthung der Schliesszellen vielfach aber durchaus nicht immer nach dem Abfall ein, während, wie gesagt, auf der am Zweige befindlichen Nadel nur dann das Merkmal sich einstellt, wenn die Nadel im Mesophyll sehr stark oder gänzlich verarmt.

4. Röthung der Schliesszellen bei anderen Ursachen.

Wenn die erwähnte Art des Auftretens der Rothfärbung des Schliesszellinhalts wirklich ein Zeichen langsamen Absterbens, unabhängig von der schwefeligen Säure, ist, dann muss dieser Vorgang auch bei den durch andere Ursachen langsam absterbenden Nadeln anzutreffen sein. Dies tritt thatsächlich ein.

a) Am 17. September, also 6 Tage nach Ankunft der geräucherten Zweige, wurden aus dem Victoriapark, der frei im Südwesten von Berlin liegt, Zweige von Fichten, die unter dem Druce anderer Bäume standen, entnommen. Nadeln fahlbraungrün. Mesophyll mit ziemlich spärlichem, fast nur hautartigem, grünem Zellinhalt. Zellwandungen hell. Tropfen nicht vorhanden. Krystalle fehlend oder in äusserst geringen Spuren, also die normalen Endprodukte der Arbeitsleistung des Zellinhalts spärlich. Schliesszellen roth. Bisweilen im Siebkörper Röthung des Inhalts. Die neben den geräucherten aufgestellten Zweige entnadelteten bereits stark nach 14 Tagen.

b) Zweig aus dem botanischen Garten. Der Zweig stand durch andere dicht darüber ausgebreitete, reich benadelte Zweige in Unterdrückung. Keine Nadel normal grün; die jüngsten, an der Zweigspitze, haben mindestens gelbe Fleckchen oder Kanten; etwas tiefer stehende erscheinen einseitig gelbbraungefleckt oder -flächig; noch ältere haben eine gänzlich braune Oberfläche, aber doch noch ihre natürliche Straffheit. Mesophyll bei keiner Nadel gänzlich intact; in den gesündesten findet sich doch immer ein Theil des Gewebes mit hautartig ausgebreitetem, nicht mehr körnigem, grünem Inhalt. Stärker verfärbte Nadeln enthalten Zellgruppen, deren hautartiger Inhalt entfärbt und klumpig zerfallen ist oder nur noch in einer Anzahl stark lichtbrechender Tropfen besteht. Oxalatsand in sehr geringer Menge. Schliesszellen nirgends roth. Manchmal täuscht das Auftreten kranker, rothbrauner gequollener Wandungsstellen der Oberseite der an die Sclerenchymfaserschicht oder Epidermis anstossenden Mesophyllzellen; aber die Schliesszellen sind thatsächlich nicht geröthet, selbst wenn in einzelnen Epidermiszellen oder Sclerenchymfasern ein rothbrauner Inhalt auftritt.

Für die schlechten Beleuchtungsverhältnisse dieser Nadeln spricht die geringe Ausbildung der Sclerenchymfasern, die manchmal durch Zellen ersetzt erscheinen, welche im Querschnitt ganz den Epidermiszellen gleichen. Harzgänge in vielen Schnitten verschoben, meist nur einer, manchmal keiner. Gefässbündel gesund, nicht geröthet. Die geringe Menge des Restmaterials aus dem Stoffwechsel, nämlich der Kalkoxalatkrystalle, spricht für die Kurzlebigkeit der Nadel.

c) Geknickter, in Folge dessen vergilbter Zweig. Dieser kräftige Zweig einer gesunden, besonnt stehenden Fichte war zwei Wochen vor der Untersuchung derart umgeknickt worden, dass der Holzkörper fast gänzlich zerbrochen erschien. Alle Nadeln entweder grau-gelbgrün oder bereits roth-

braun geworden. Und zwar erscheinen an mehreren Seitensprossen des geknickten Zweiges auf der einen Seite der Achse die Nadeln vorherrschend graugrün, auf der anderen mehr nach oben gerichteten Zweigseite auffällig häufig rothbraun. Die noch gelbgrünen Nadeln zeigen in sämtlichen Mesophyllzellen hautartigen, gelbgrünen, theilweis farblosen Inhalt. Bisweilen sind die um das Gefässbündel herum liegenden Zellen bereits sehr verarmt an Inhalt und zeigen im Innern nur eine Anzahl Tropfen nebst Oxalatgries und an der Wandung erst durch ihre Gelbfärbung mit Jod deutlich hervortretende plasmatische hautartige Reste. Die graugrünen Nadeln haben farblose Schliesszellen: sobald die Nadel aber anfängt, sich rothbraun zu verfärben, werden die Schliesszellen leuchtend roth bei farblos bleibender Wandung. Die Rothfärbung bedeutet also (wie bei den geräucherten Zweigen) ein ziemlich weit vorgeschrittenes Stadium der Nadelerkrankung unter Lichteinfluss. In einzelnen tief rothbraunen Nadeln, die den lange Zeit den Säuredämpfen ausgesetzt gewesenen Exemplaren an Farbe gleichen, scheinen die Zellen gänzlich entleert und erst mit Jodbehandlung erkennt man einen noch reichlichen gelben Wandbelag. Die Wandungen des Mesophylls sind vielfach gebräunt und gequollen, während die der Epidermis und Sclerenchymfasern meist farblos bleibt. Schliesszelleninhalt deutlich roth. Benaehbarte Nadeln, die erst einen braungrünen, broncefarbigen Anflug besitzen, zeigen als Inhalt der Mesophyllzellen meistens hautartigen, grüingefärbten Wandbelag, bisweilen das Chlorophyll noch in Körnern. Derart variiren dicht nebeneinanderstehende Nadeln. — Sämtliche Schliesszellen roth. Inhalt der Tracheiden des Gefässbündels, sowie einiger Epidermiszellen bisweilen roth. Obere Epidermiswand nebst Cuticulardecke erscheinen in mattgrauem Farbenton.

d) Ein schwach eingeknickter Zweig einer gesunden Fichte, fünf Wochen nach dem Einbrechen (19./X.) untersucht, hat an den diesjährigen Trieben gelbgrüne Nadeln, die anscheinend schon etwas flacher geworden sind, aber noch festsitzen. Zellinhalt gelbgrün, meist hautartig, bisweilen noch das Vorstadium der verklebten Chlorophyllkörner erkennen lassend. Oeltropfen klein, farblos, sparsam. Schliesszellen nicht roth. Oxalatkrystalle klein, in einzelnen Zellen als feinsten Sand. Zweijährige Nadeln desselben Zweiges chlorophyllreicher mit grösseren Oeltropfen, sonst wie die einjährigen.

e) Der am 16. September verbrühte Zweig zeigt am 19. October noch fast sämtliche Nadeln festsitzend. Die im heissen Wasser gewesen, also plötzlich getödteten Nadeln sind braungrau, starr abstehend, bei geringem Druck abbrechend. Mesophyll voll von normal gelagerten Chlorophyllkörnern, die nur in der Nähe des Gefässbündels verquollen, verklebt bis hautartig vereinigt auftreten, aber sämtlich einen gelbgrünen, in's Graue spielenden Farbenton angenommen haben. Kein Stärkeschluss. Reichlicher plasmatischer Wandbelag. Schliesszellen-

inhalt graugrün, stark Jod speichernd. Nirgends eine Spur von Röthung.

Die zweijährigen, nicht dem heissen Wasser ausgesetzt gewesenen gesunden Nadeln desselben Zweiges von der seit dem 16. September im Wasser stehenden Basalpartie entnommen, sitzen noch sehr fest und sind straff, aber etwas graugrün. Chlorophyllkörper vielfach noch in Körnerform, gelbgrün, in dickeren Schnitten grau-gelbgrün aussehend. In einem Theil der Mesophyllzellen erscheint der grüne Inhalt geballt und in den direct unter Sclerenchymfasern liegenden grauwolzig. In allen ein grosser, gelber Oeltropfen, der leicht von Aether aufgenommen wird, während andere einzeln auftretende, tief braune Tröpfchen oder Bläschen nicht verändert werden. Krystalle in einzelnen Zellen gross, ziemlich häufig. In manchen Fällen erscheint der Inhalt der Siebzellen braun. Schliesszellen niemals roth. Das schnelle Absterben durch Brühen scheint also den Vorgang der Röthung nicht zuzulassen und an den noch am Zweige sich kräftig erhaltenden Nadeln unter Wasser haben die Erkrankungs Vorgänge im vorliegenden Falle in etwa 5 Wochen noch nicht die Höhe erreicht, dass der Schliesszelleninhalt sich geröthet hätte, während ein solcher Aufenthalt bei bereits abgefallenen gesunden Nadeln die Röthung erzeugt hätte (Nadeln in den Glasschälchen).

f. Chermesgalle von der Südseite einer freistehenden Fichte des botanischen Gartens am 21. September untersucht. Die auf der gebräunten Ananasegalle sitzenden Nadeln sind entweder braun oder braungrün, aber noch straff. Sowohl bei den von der beleuchteten Gallenoberseite als auch von der beschatteten Unterseite stammenden Nadeln sind rothe Schliesszellen meist, aber nicht immer, zahlreich. Die im Bräunungsprocess fortgeschrittenen Exemplare haben die meisten rothen Spaltöffnungen; auch im Gefässbündel tritt Röthung auf, die in Kalilauge sich erhält.

Andere Chermesgalle von einem in einer Gruppe befindlichen Baume. Die obersten Nadeln der vorjährigen Galle sind nur schwach-braungrün und saftig. Chlorophyllkörper theilweis noch in Körnern und grün. Um das Gefässbündel herum reichlich rhombische Tafeln von Kalkoxalat. Röthung der Schliesszellen höchst selten, und dabei hier und da rothbrauner Inhalt in einzelnen Epidermiszellen und weitleumigen Sclerenchymfasern. Wandungen sämmtlich farblos.

Die tiefer an derselben Galle stehenden, vollständig rothbraunen Nadeln erweisen sich pilzdurchwuchert, ohne Chlorophyll, aber mit z. Th. rothbraunem Wandbelag, besonders im oberen Theile der unmittelbar an die Sclerenchymfasern angrenzenden Mesophyllzellen. In manchen Schnitten Oxalatkrystalle häufig. Schliesszelleninhalt braun, selten rothbraun. Alle Wandungen farblos.

g) Angefressene Nadeln eines gesunden Zweiges, der bereits vier Wochen im Zimmer in Wasser gestanden hat. Der Zweig ist noch gänzlich dunkelgrün, hat aber an dem diesjährigen

Triebe zwei in der oberen Hälfte fahl weissliche, an der Basis noch grüne Nadeln. Der weissliche Theil erweist sich von einem Thier ausgefressen, das Spinnfäden mit kleinen Kothresten zurückgelassen hat. Es sind nur noch die Epidermis mit der Sclerenchymfaserschicht und an den Kanten grössere Gruppen des Assimilationsgewebes vorhanden: Darin ist der Zellinhalt frisch grün, aber geballt. Schliesszellen roth. In dem grünen Basaltheil der Nadel ist der Zellinhalt klumpig zusammengezogen aber freudig grün nebst Oeltropfen und Krystallen. Schliesszellen nicht roth.

Die beiden den angefressenen zunächst stehenden Nadeln sind fest, gesund, dunkelgrün. Chlorophyllkörper theils in noch scharf umgrenzten Körnern, theils in gequollenem Zustande, isolirt oder in unregelmässige Ballen zusammengezogen, freudig grün. Oeltropfen spärlich, Krystalle in einzelnen Zellen reichlich, aber sehr klein. Schliesszellen nicht roth. Alles normal.

Das Auftreten der Störungen im Chlorophyll und das Erscheinen gerötheter Spaltöffnungen ist also auch bei Verwundungen zu beobachten.

Dieses Erscheinen des rothen Farbstoffes im Inhalt der direct oder indirect durch Verwundung absterbenden Nadeln erinnert übrigens an die Röthung der Blätter bei verschiedenen Pflanzen (z. B. *Crataegus*, *Mahonia*) an mitten im Sommer geringelten Zweigen, welche dadurch eine abnormfrühe Herbströthung annehmen.

Winterliche Veränderung gesunder Nadeln.

In Rücksicht auf die obigen Ergebnisse musste die Frage geprüft werden, ob nicht etwa auch die Nadeln der gesunden Fichten im Spätherbst und Winter Veränderungen eingehen, welche denen der geräucherten Nadeln gleichen.

Es wurden daher ausser den bisher erwähnten Controlzweigen von Zeit zu Zeit noch andere gesunde Zweige untersucht. Es zeigte am 27. November ein frischer Fichtenzweig aus dem botanischen Garten den Chlorophyllkörper frisch-grün und grösstentheils noch in Körnern mit scharfer Umgrenzung; nur am Nadelende zeigte sich stellenweis der Inhalt der Mesophyllzellen als annähernd gleichmässiger, stark lichtbrechender, frisch grüner Wandbelag. Schliesszellen grün oder farblos von Aussehen. Gefässbündel normal. Hier und da äusserst feiner Krystallsand.

Der Befund an den zweijährigen Nadeln war derselbe; nur waren anscheinend der Chlorophyllreichtum, sowie der Krystallgehalt und die Oeltropfen grösser. Es sind namentlich die um das Gefässbündel herumliegenden, relativ chlorophyllärmeren Zellen, in denen die Krystalle am reichlichsten und grössten auftreten. Schliesszelleninhalt deutlich oder auch kaum erkennbar grün gefärbt. Gefässbündel gesund. Zellen der Gefässbündelseheide substanzarm.

Zweig am 10. December von einem andern Baume des botanischen Gartens geschnitten, zeigt denselben Befund. Am 18. December wurden zwei neue Zweige geholt. Es ergab sich sowohl bei den grossnadeligen kräftigen Trieben als auch bei den schwächeren Exemplaren, dass der Chlorophyllkörper nur noch selten in scharfen Körnern auftrat.

Man sah manchmal in derselben Zelle an einem Ende noch Körner im verquollenen Zustande und am andern Ende einen gleichmässig ausgebreiteten oder streifig bis flockig sich vertheilenden grünen Inhalt. Zellkern manchmal vergrössert, schwach lichtbrechend, trübe körnig bis leicht braun gekörnelt.

Kleine Oeltropfen reichlich. Oxalatkristalle schnell in Salzsäure löslich, sehr gut ausgebildet und zahlreich, manchmal relativ sehr gross. Schliesszellen nicht roth. Die mit Salzsäure gelb werdende Cuticulardecke der Epidermiszellen zeigt keinerlei Bräunung, ebensowenig irgend eine sonstige Wandung. Gefässbündel gesund, Gefässbündelseide inhaltsarm.

Am 18. Januar dieses milden Winters geschnittene Zweige zeigen zufällig grosse individuelle Schwankungen. Am häufigsten findet man den Zellinhalt nur noch in den peripherischen Schichten der Nadeln in (gequollenen) Körnern; in den centralen Mesophyllpartien tritt er meist als gleichmässiger grüner Wandbelag entgegen, der im Zellinnern reichliche, nach der Peripherie der Nadel an Grösse abnehmende Oxalatkristalle umschliesst, welche bei längerem Liegen des Schnittes in Wasser mehr in die Höhe kommen. Zellkerne häufig als Kugeln mit braunkörnigem Inhalt auftretend. Schliesszellen nicht roth.

Die einjährigen Nadeln eines am 3. Februar geschnittenen Zweiges zeigen einen sehr lebhaft grün gefärbten, vorherrschend in gequollenen Körnern auftretenden Zellinhalt. In manchen Nadeln überwiegt ein gleichmässig ausgebreiteter, lebhaft grüner Plasmainhalt, bei dem nur wenig oder gar nichts mehr von Körnerstructur erkennbar ist. Neben einem oder wenigen stark lichtbrechenden farblosen Tröpfchen Oels erscheint der grosse mittelständige Zellkern als gleichartig trübe aussehender Tropfen. Stärke nicht vorhanden. Krystalle in der Centralpartie der Nadel häufig.

Somit ergibt sich, dass die gesunde Nadel eine winterliche Veränderung ihres Zellinhalts erfährt, die mit den Anfangsstadien der durch schwefelige Säure erzeugten und bei Verwundungen bemerkbaren Veränderungen leicht verwechselt werden kann.

Man darf daher Säureschäden bei Fichten im Winter nicht nach dem anatomischen Befunde beurtheilen wollen.

Intensive plötzliche Einwirkung von SO_2 und Brom.

Bei Beobachtungen an dem gebrühten Zweige zeigte sich, dass die plötzlich durch das heisse Wasser abgetödteten oder

doch dem baldigen Absterben geweihten Nadeln keine Röthung der Schliesszellen aufwies. Damit war die Frage nahe gelegt, ob sich die durch plötzliche Einwirkung grosser Mengen schwefeliger Säure beschädigten Nadeln etwa ebenso verhalten? 1. Mitte Juni war ein Exemplar eines im Topf stehenden, vierjährigen Fichtenstämmchens unter einer Glasglocke vier Tage hindurch Vormittags den aus einer dicht an der Pflanze stehenden Glasschale mit schwefeliger Säure aufsteigenden Dämpfen ausgesetzt worden. Die geschädigte Pflanze wurde darauf in's Freie gestellt und am 8. August untersucht. Unter einer anderen Glocke wurde eine zweite junge Fichte, deren Triebe ebenso wie die der ersten ihre normale Länge erreicht, aber deren Nadeln noch zart waren, an drei Tagen je etwa zwölf Stunden den Dämpfen von Brom, das jetzt bei Kaliwerken als schädigender Factor in Betracht kommt, ausgesetzt.

Bei der Bromfichte zeigte sich die Wirkung des Giftes ungemäss energisch. Je nach der Lage zur Bromquelle waren einzelne Zweige gänzlich braunnadelig; andere zeigten nur einzelne Nadeln mitten zwischen gesund erscheinenden gänzlich oder theilweis, und dann meist von der Spitze aus gebräunt. Der Anfangs rothbraune Farbenton ging später in fahles graubraun über. In dieser Farbe hielten sich die kranken Nadeln bis zum Abfallen, das nach zwei Wochen begann und sich bis zum Tage der Untersuchung fortgesetzt hatte.

Die Einwirkung der Dämpfe zeigt sich bei den an nur schwach beschädigten Stellen sitzen gebliebenen Nadeln in der Weise, dass die Wandungen einzelner peripher, in der Nähe oder direct unterhalb der Epidermis liegender Mesophyllzellen fahlgelb bis rothgelb werden und quellen, während der Inhalt farblos wird und entweder als schaumig aussehender Rückstand der Wandung antrocknet oder fast gänzlich zerstört wird. Inhalt der Schliesszellen selten geröthet und dann stets in Begleitung gelbbrauner Färbung der Wandung. Epidermiszellen selbst dort nur leicht gebräunt. Sclerenchymfasern normal farblos. Die Chlorophyllkörper des an die verfärbte Stelle anstossenden Gewebes haben noch ihre Körnergestalt oder beginnen erst, sich hautartig oder klumpig zu vereinigen. Gefässbündel gesund.

Bei intensiverer Beschädigung greifen die geschilderten Beschädigungen weiter um sich, und einzelne Theile des Gefässbündels bräunen sich in derselben Weise, wie bei den durch schwefelige Säure angegriffenen Pflanzen; selbst die Gefässbündelscheidé bräunt sich. Der Farbenton der gebräunten Gewebe ist aber selten ein Rothbraun, sondern fast immer gelbbraun. Mesophyll der gänzlich abgetödteten Nadeln anscheinend fast vollständig verarmt, zeigt nur im Zellraum eine Anzahl farbloser Tropfen oder Körner.

Gegenüber der Bromfichte erscheint die SO_2 Pflanze im Ton der Nadelbräunung lebhafter; sonst zeigen sich dieselben Erscheinungen des Absterbens von der Nadelspitze aus vorherrschend, und seltener sieht man die mittlere oder basale Partie verfärbt.

Auch hier sind, je nach Exposition und wahrscheinlich auch individueller Verschiedenheit, die Nadeln manchmal nur an einer Seite eines Zweigchens, manchmal sogar einzeln mitten zwischen gesunden gebräunt. Geröthete Spaltöffnungen werden weder an den diesjährigen noch vorjährigen brauspitzigen Nadeln gefunden; entweder erscheinen die Schliesszellen gesund oder sammt der übrigen Epidermis einschliesslich der Wandung braun.

Nur bei einzelnen alten Nadeln konnte in dem bereits gänzlich abgestorbenen Theil manchmal der Schliesszelleninhalt leuchtend rothbraun gefunden werden. Hierbei zeigte sich, dass die sclerenchymatischen Elemente unterhalb der Epidermis in ihren Wandungen zuletzt auch der Bräunung verfallen, was bei der Bromfichte kaum beobachtet wurde. In gänzlich abgestorbenen Nadeltheilen ist das Mesophyll fast entleert, die Wandungen braun und hart.

Nach dreimonatlichem Aufenthalt dieser der schwefeligen Säure ausgesetzt gewesenen Fichte im Freien zeigen sich, mit Ausnahme der im Juni direct als beschädigt hervorgetretenen Theile, die übrigen Nadeln von gleichem Aussehen, wie bei den nicht geräucherten Controlpflanzen. Was im Juni stark beschädigt war, ist abgefallen, so dass einzelne Zweigchen an der Spitze fast gänzlich entnadelt sind; ein Theil gänzlich (in bekanntem Rothbraun) gebräunter Nadeln sitzt aber noch fest, ebenso wie die nur von der Spitze aus theilweis braunen Nadeln. Derartige, in diesem Frühjahr erst gebildete und bald nach Abschluss ihrer Streckung durch die schwefelige Säure angegriffene Nadeln zeigen an ihrem oberen toden Ende das Mesophyll anscheinend fast gänzlich entleert, die Wandungen theilweis gequollen und rothbraun. Einzelne Zellen, namentlich an den Kanten, enthalten noch farblose Körner in Grösse und Lagerung der Chlorophyllkörner und vereinzelte grosse, farblose Tropfen von Oel. Die Sclerenchymfasern haben noch nirgends ihre normale Verdickung und zeigen sich theilweis mit Harz erfüllt.

Schliesszellen nicht geröthet, aber bisweilen wie die übrigen Zellen braunwandig. In anderen Schnitten ist in fast allen Zellen ein grosser, farbloser, der braunen Wandung anliegender, gebräunter Tropfen bemerkbar oder ein ähnliches deutlich contourirtes Gebilde mit farblosem, feinstkörnigem, krystallinisch aussehendem Inhalt zu finden, in welchem man den degenerirten Zellkern möglicherweise vor sich hat. Wäre der Nadeltheil nicht so plötzlich abgestorben, würden sich wahrscheinlich auch hier die bekannten Zustände langsamer Zersetzung abgewickelt haben, die mit der Ausscheidung reichlicher Oxalatkristalle ihr Ende erreichen. Gefässbündel zeigen in einzelnen Elementen, deren Wandungen gebräunt und gequollen sind, harzartigen Inhalt. Scheide braunwandig, inhaltsleer aussehend.

Je näher man an die noch grüne gesunde Nadelbasis mit den Schnitten herantritt, desto mehr zeigen sich in dem toden Theile feste Inhaltsstoffe des Mesophylls, bis sich (meistens zunächst an der Nadelperipherie) lebendiges Gewebe mit zusammenhängend

grünen Inhaltsmassen und einzelne Zellen mit normalen Chlorophyllkörnern einstellen. An der Uebergangsstelle vom todten zum lebendigen Gewebe findet man nicht selten an demselben Schnitte eine Nadelkante noch todt und die andere normal grün und gesund, oder die Gegend um das Gefässbündel ist bereits lebendig und das peripherische Mesophyll noch todt.

Meist sind einzelne Zellen als Uebergangsstadien zwischen der todten und lebendigen Seite des Schnittes bemerkbar, indem ihr Inhalt gleichmässige oder geballte grün gefärbte Plasmamassen darstellt, während die Nachbarzellen bereits normale Chlorophyllkörner enthalten. In der Uebergangszone wurden keine Tropfen, kein Krystallsand, keine rothen Schliesszellen gefunden.

Bisweilen sieht man in dem todten Nadeltheile noch farblose, in Gestalt und Lagerung den Chlorophyllkörnern gleichende Körper, die sich mit Jod blau färben, während die grünen gesunden Körner der anstossenden Zellen gleichmässig gelb werden. Man kann daraus erkennen, dass der plötzliche Angriff grösserer Mengen schwefeliger Säure sofort den Chlorophyllfarbstoff vernichtet und dann erst die übrige Substanz des Chlorophyllkorns nebst dem etwaigen Stärkeeinschluss angreift. Auch ergibt sich im vorliegenden Falle, dass zur Zeit des Säureangriffs die Nadel Stärke vorrätig hatte, während sie jetzt dieselbe nicht mehr besitzt. Wichtig aber ist, dass die Röthung der Schliesszellen auch nicht an der Grenze zwischen todtem und gesundem Gewebe innerhalb derselben Nadel eingetreten ist, der Vorgang des langsamen Absterbens oder der Nachwirkung somit gefehlt hat.

Bei heftiger Einwirkung der Dämpfe schwefeliger Säure tritt also der Tod schnell ein; aber das Gewebe, das nicht direct getödtet wird, reparirt sich nach Aufhören der Säurewirkung und gleicht dem überhaupt nicht beschädigt gewesenen, so dass Nadeln mit todten Spitzen ihre Assimilationsarbeit nach Massgabe ihres zurückgebliebenen grünen Theiles noch leisten werden. Der Zuwachsverlust nach Aufhören der Säurewirkung wird also nur nach der Masse der gebräunten Nadelsubstanz abzuschätzen sein.

Dreijährige Nadeln desselben Stämmchens erscheinen ganz gesund. Mesophyll fast durchgängig mit gut ausgebildeten Chlorophyllkörnern; selten sieht man Zellen oder Zellgruppen mit hautartig zusammengeflossenem grünem Inhalt. Schliesszelleninhalt grün oder anscheinend farblos, niemals roth gefunden.

(Fortsetzung folgt).

Gelehrte Gesellschaften.

Sitzungsberichte und Abhandlungen der Genossenschaft „Flora“, Gesellschaft für Botanik und Gartenbau zu Dresden. Jahrg. III der neuen Folge 1898/99. Im Auftrage der Gesellschaft redigirt und herausgegeben von **F. Ledien**. gr. 8°. 135 pp. Mit 1 Karte und 10 Tafeln. Dresden (H. Burdach in Komm.) 1899. M. 3.50.

ZOBODAT - 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.
\(Fortsetzung.\) 156-168](#)