© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Beantwortung der Frage, ob der Ursprung der Gattung *Euryale* in Europa oder in Asien oder wo sonst zu suchen sei, hängt von weiteren fossilen Funden ab. Die heutige Verbreitung gestattet darauf ebensowenig wie auf die Geschichte der Gattung einen sicheren Schluss.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV.

Fig. 1. *Euryale europaea*, Samen in natürlicher Grösse.
„ 2–5. Derselbe in verschiedenen Lagen gezeichnet. Vergr. 3.
„ 6. Versuch einer Wiederherstellung des Samens in dem Zustande vor dem Zusammendrücken. Vergr. 3.
„ 7. *Euryale ferox*. Samen in natürlicher Grösse.
„ 8 u. 9. Ein solcher in verschiedenen Lagen. Vergr. $1^1/_2$.
„ 10. Derselbe von oben gesehen. Vergr. 2.
„ 11. Querschnitt durch die Samenschale von *Euryale europaea*. Vergr. 80.
„ 12. Epithelzellen des Samens von *Euryale europaea* von oben gesehen. Flacher Schnitt in z. T. durchfallendem Lichte. Vergr. 120.
„ 13. *Euryale europaea*, Querschnitt durch die äussere (*e*) und einen Teil der mittleren Schicht (*m*) der Samenschale. Vergr. 360.
„ 14. *Euryale ferox*. Epithelzellen des Samens, von oben betrachtet. Vergr. 120.
„ 15. *Euryale ferox*. Querschnitt durch die äussere (*e*) und einen Teil der mittleren Schicht (*m*) der Samenschale. Vergr. 180.

---

23. P. Sorauer: Blitzspuren und Frostspuren.

Mit zwei Figuren im Text.

Eingegangen am 28. März 1907.

Im Jahre 1903 beschrieb v. TUBEUF[1]) einen Fall von Wipfeldürre bei Nadelhölzern (Fichten) in Oberbayern. Seine Beobachtungen führten zu dem Schlusse, dass die Ursache in einer nur einmal im Winter 1901/02 eingetretenen Störung gesucht werden müsse, welche auf den elektrischen Ausgleich bei Wintergewittern zurückzuführen sei.

1) v. TUBEUF, Die Gipfeldürre der Fichten. Naturwiss. Zeitschrift für Land- und Forstwirtschaft, 1903, Nr. 1, 7 und 8.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das charakteristische Merkmal dieser Störung bestand in der Art des Absterbens. In der oberen Region des Baumwipfels waren nämlich Rinde, Bast und Cambium tot; weiter abwärts erschienen nur noch Rindenteile ohne den Cambiumring abgestorben, so dass dieser während des Sommers neues Jungholz und Jungrinde bilden konnte.

„Der weisse, weiche Bast liess sich demnach leicht vom saftigen Holze ablösen wie an gesunden Bäumen. An den neugebildeten Bast schloss sich die tote Rindenzone, und ausserhalb derselben war die grüne Rinde wieder lebend. In dieser grünen Rinde verliefen vielfach von Kork eingekapselte Streifen toten Gewebes. Noch weiter nach unten waren die getöteten Bast- und Rindenteile nicht mehr stammumfassende Bänder, sondern sie zerteilten sich in Streifen; endlich fanden sich nur noch tote Flecke, und einige Meter unterhalb der Baumspitze verlor sich jedes Krankheitszeichen, der freie Stamm und die Wurzel waren vollkommen gesund.“

Diese Merkmale stimmten mit den von R. Hartig schon früher als „Blitzspuren“ beschriebenen Erscheinungen überein.

Das Bedenkliche bei dieser Deutung, das sich auch v. Tubeuf zunächst nicht verhehlte, war, dass nach den bisherigen vielseitigen Beobachtungen die Blitzschläge unterhalb der Kronen einzusetzen pflegen und den Stamm verletzen, aber die Krone unverletzt lassen. In anderen Fällen sterben wohl ganze Bäume, aber nicht die Kronen allein. Es war daher selbstverständlich, dass die Ansicht v. Tubeuf's manchen Widerspruch fand. Es wurde darauf hingewiesen, dass eine solche Wipfeldürre auch durch Wicklerraupen (*Grapholitha pactolana*) veranlasst werden könne, und ich selbst äusserte bei Gelegenheit eines Vortrages, den der Autor unter Vorführung reichlichen Demonstrationsmaterials im Kaiserlichen Gesundheitsamt hielt, die Vermutung, dass dieses Absterben der Kronen auf Kältewirkung zurückzuführen sei.

Demgegenüber betonte v. Tubeuf, dass er die Krankheitsmerkmale auch ohne das Vorhandensein von Wicklerraupen und Borkenkäfern beobachtet habe, und dass, wenn die Tiere dabei gefunden werden, sie als sekundäre Schädiger auftreten. Von Frostbeschädigungen aber sollten sich diese Blitzspuren, die auch an einzelnen Kiefern und Lärchen, aber nicht an Laubhölzern gefunden worden sind, dadurch unterscheiden, dass sie von einer den ganzen Stamm umfassenden Bräunung im stärkst beschädigten Kronenteil allmählich abwärts streifenartig in das gesunde Gewebe hinein ausstrahlen. Und diese letzten strahlenförmigen Ausläufer abgetöteten Gewebes erscheinen im Querschnitt wie augenartige, von einem hellen Korkring eingeschlossene Flecke. Diese Korkbildungen stimmen auch keineswegs mit Korkumwallungen überein, wie sie in

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Nähe von Schnitt- oder Bruchwunden oder an Verbissstellen entstehen.

Trotz dieser bestimmten Angaben vermochte ich den Verdacht nicht zu unterdrücken, dass hier doch der Frost im Spiele sei, da ich glaubte, bei früheren Beobachtungen frostbeschädigter Bäume derartige ringförmige Korkumwallungen gesehen zu haben. Allerdings bezogen sich meine Beobachtungen auf Laubbäume, und ich konnte also nur vermuten, dass bei Nadelhölzern dieselben Erscheinungen zutage treten würden.

Bei den scharfen, zum Teil recht unliebsamen Angriffen, die v. TUBEUF erfuhr, versuchte derselbe, experimentell seine Theorie zu stützen, und es gelang ihm, den Nachweis zu liefern, dass man durch künstliche Blitze dieselben Veränderungen hervorzurufen vermag, die an den natürlich abgestorbenen Fichten beobachtet worden sind.[1]) Auf meine Bitte erhielt ich einige kleine Zweigstücke von den künstlich angeblitzten Fichten, welche die typischen Beschädigungsformen enthalten sollten. Um einen sicheren Vergleich mit Frostwunden anstellen zu können, musste ich mir Material beschaffen, das durch künstlich erzeugte Kälte beschädigt worden war. Da mir passende Topfexemplare von Fichten nicht zur Verfügung standen, wurde eine ungefähr fünfjährige gesunde Kiefer am 13. Mai 1905 in dem Gefrierzylinder während einer Nacht einer Temperatur ausgesetzt, die allmählich auf $-7°$ C. herabging. Die Pflanze, welche am nächsten Morgen keine Spur einer Beschädigung erkennen liess, blieb dann im Freien bis zum Ende des Herbstes stehen und wurde im frostfreien Raume überwintert. Im Frühling 1906 kam sie wieder ins Freie und blieb frostgeschützt bis zum Dezember stehen, zu welcher Zeit sie behufs Untersuchung zerschnitten wurde.

Es ergab sich, dass nur die Stammbasis einseitig beschädigt worden war, und zwar nur der Rindenteil und in geringem Grade auch der Markkörper, der vielfach gebräunte Zellwandungen aufwies. Der Zellinhalt erschien nicht alteriert; manche Zellen besassen Stärke.

Die Beschädigung des Rindenkörpers (siehe Fig. 1) bestand zunächst darin, dass einzelne Zellen, die annähernd in gleicher Entfernung vom Holzkörper lagen (*z*), mitten im gesund gebliebenen Parenchym gebräunten, verquollenen gleichartigen Inhalt aufwiesen. Diese Zellen lagen in der Ringzone, welche durch die Kalkoxalatbinden gekennzeichnet wird; sie pflegen vom Herbst an Zucker zu führen.

---

1) v. TUBEUF und ZEHNDER, Über die pathologische Wirkung künstlich erzeugter elektrischer Funkenströme auf Leben und Gesundheit der Nadelhölzer. Sond.-Abdr.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

An einer Seite des Stämmchens waren ausserdem tote Zellgruppen in der Rinde zu sehen, die ringförmig von lebendem, mauerförmig angeordnetem Parenchym umschlossen waren und dadurch eine augenähnliche Figur darstellten. Die Gestalt dieser Augen näherte sich einer tangential gestreckten Ellipse. Das

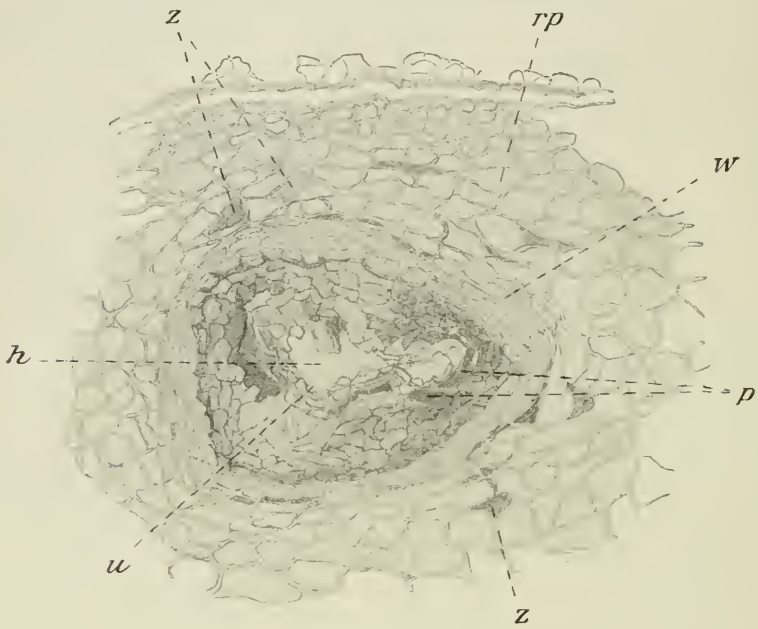

Fig. 1. Kiefer, künstlicher Frost.

z Einzelne abgetötete Rindenzellen mit braunem, gleichmässigem Inhalt.
h Höhlung im abgestorbenen Gewebekern.
u Wenig gefärbte oder fast farblose Umkleidung der zentralen Höhlung, welche in Bau und Lagerung deutlich noch die Struktur der Auskleidung eines Harzganges erkennen läst.
p Vollständig verharzte, braune Rindenparenchymzellen aus der Umgebung des Harzganges.
w Tafelförmig gestrecktes stärkeführendes Parenchym.
rp Normales Rindenparenchym.

Zentrum dieser augenförmigen Figur wurde häufig durch eine Höhlung (*h*) gebildet, welche von schwach gebräunten, bisweilen fast farblosen Zellen (*u*) ausgekleidet war. Bei Vergleich der mit jedem Schnitte wechselnden Bilder kam man zu der Überzeugung, dass diese den Hohlraum umschliessenden Zellen der Auskleidung eines Harzganges entsprachen und bisweilen blasig in denselben hinein vorgewölbt gewesen waren. Daran grenzte nach aussen ein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

abgestorbenes Rindenparenchym (*p*), dessen Zellen nur selten zusammengefallen waren und meist in ihrer natürlichen Grösse in Inhalt und Wandung verharzt sich erwiesen. Bei Aufhellung der Schnitte erkannte man in dem abgestorbenen Parenchym noch einzelne Oxalatgruppen und Zellen mit Körnern, die als verharzte Stärkekörner anzusehen sind. An das tote Gewebe grenzte nach aussen jene oben erwähnte ringförmige Zone tafelförmiger Zellen, die ihrer Anordnung nach einer Korkumwallung glichen, aber mit Chlorzinkjod Cellulosereaktion in ihren Wandungen zeigten und vielfach reichlich mit Stärke und Harztröpfchen angefüllt waren (*w*). Diese Umwallung des toten Gewebekernes, welche das augenförmige Aussehen der Frostwunde bedingte, ging dann in das normale Rindenparenchym (*rp*) über, das hier und da noch Spuren von Stärke erkennen liess.

Aus dem geschilderten Befunde ergibt sich, dass die Frostwirkung, abgesehen von der Tötung einzelner in bestimmter Entfernung vom Holzringe liegender, wahrscheinlich zuckerreich gewesener Parenchymzellen am ganzen Stammumfang, auch noch an einer Stammseite grössere Gewebeinseln innerhalb der Rinde zum Absterben gebracht hat Solche einseitige stärkere Frostbeschädigung ist der normale Fall auch bei natürlichen Frösten. Bei den Laubbäumen aber leiden in den meisten Fällen zuerst die Hartbastgruppen und deren nächste Umgebung. Der Abschluss des abgetöteten Gewebes von dem gesunden Rindenparenchym erfolgt je nach der Baumart und der Kräftigkeit des Individuums in verschiedener Weise. Entweder bildet das umgebende Gewebe tatsächlich zunächst eine ringförmige Zone von schmalen Tafelkorkzellen, die allmählich in tafelförmiges Parenchym übergehen oder letzteres schliesst sich, wie im vorliegenden Falle bei der Kiefer, unmittelbar an den toten Gewebekern an.

Diese Neubildung eines solchen mauerförmigen Geweberinges erkläre ich mir hervorgerufen durch den Wundreiz, infolgedessen ein reichlicheres Zuströmen von plastischem Material eingeleitet wird. Dafür spricht der Umstand, dass, wie hier bei der Kiefer, diese Gewebezone reichlich Stärke enthält, während im übrigen Rindenparenchym nur spärliche Stärkeablagerung bemerkbar ist. Unter Umständen kann um derartige (auch aus anderen Ursachen) abgestorbenen Gewebeinseln eine so reichliche Neubildung von Rindenparenchym eintreten, dass schwielige Gewebepolster entstehen. Ja, bisweilen bilden derartige Inseln den Kern, um welchen eine Knollenmaserbildung sich einleitet, wie ich bei Pomaceen beobachtet habe.

Fig. 2 ist das Bild der Rindenbeschädigung, die v. Tubeuf durch künstliches Anblitzen einer Fichte erhalten hat. Wir sehen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zwei Blitzspuren, die in ihrer Gestalt den Frostspuren ähnlich sind und, wie diese, um einen toten Kern eine ringförmige Umwallung erkennen lassen, wodurch das augenförmige Aussehen veranlasst wird. Derartige Blitzspuren sind in annähernd gleicher Entfernung vom Holzkörper in der Rinde zu finden, so dass man annehmen muss, es ist eine bestimmte ältere Rindenregion, in welcher der elektrische Funken besonders leicht seinen Weg findet.

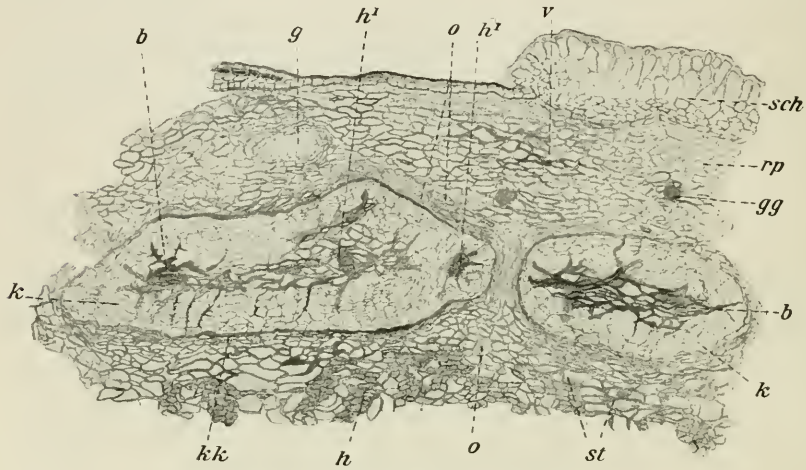

Fig. 2. Fichte, künstliche Blitzspur.

b Zentraler Teil der Blitzspur im Rindenparenchym.
h Normale Hartbastgruppe.
*h*¹ Von der Blitzspur eingeschlossene Hartbastgruppe.
k Korkring.
kk Die dem Korkcambium ähnliche Zelllage.
g Harzgang in der gesunden Rinde, aus dessen normaler Auskleidung einzelne Zellen sich blasenartig vorwölben.
gg Mit Harz ausgefüllter Harzgang.
o Oxalatkristalle.
st Mit Stärke erfüllte Rindenzellen.
rp Gesundes Rindenparenchym.
v Verquollene Gewebegruppen in demselben.
sch Borkenschuppe.

Die Blitzspur (*b*) gliedert sich in einen zentralen braunen, streifenartigen Kern aus verquollenem Parenchym. Derselbe wird von einer breiten, hellen Zone (*k*) umgeben, die aus radial angeordneten Reihen sehr dünnwandiger, nahezu inhaltsloser, oft luftführender Zellen besteht.

Nach aussen stösst diese Zone an einen Gewebering (*kk*) aus tafelförmigen, plasmareichen, in ihren Wandungen die Cellulosereaktion zeigenden Zellen, die allmählich in das normale, gross-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lumige Rindenparenchym (*rp*) übergehen. Die ausserhalb, aber ziemlich nahe der Blitzspur liegenden Harzgänge (*g*) sind in der Regel nicht verändert; die bisweilen blasig in den Harzgang hinein sich vorwölbenden Zellen der Auskleidung sind hellwandig. Auch diese blasige Auftreibung der Wandungszellen ist eine normale Erscheinung; denn man findet an Zweigen gesunder Fichten im Winter manchmal die Harzgänge vollkommen ausgefüllt durch thyllenartige Erweiterungen der Wandungszellen. Vereinzelt treten in unmittelbarer Nähe der Blitzspur auch Harzgänge auf, bei denen die ausfüllenden Zellen zu braunen verquollenen harzigen Massen umgewandelt sind

Der tote Gewebekern im Zentrum der Blitzspur besteht häufig nur aus abgetötetem Rindenparenchym; manchmal jedoch erkennt man auch, dass einzelne Bastgruppen (h^1) dabei beteiligt sind. Hervorzuheben ist der Umstand, dass die abgetöteten Parenchymzellen vielfach gänzlich zusammengefallen und vertrocknet erscheinen. Dieses Zusammentrocknen erkläre ich mir als die Ursache für die Entstehung der hellen Ringzonen aus weitlumigen, dünnwandigen Zellen, welche sich als wirkliche Korkzellen erweisen und den Unterschied von der Frostwunde bedingen.

Ich mache mir nun folgende Vorstellung von dem Zustandekommen dieses Unterschiedes in den beiden Wundformen. Der elektrische Funken bedingt ein schnelles Austrocknen des abgetöteten Gewebes. Da er ebenso wie der Frost kein langsam verlaufendes nachträgliches Absterben des anstossenden Gewebes veranlasst, so grenzen an die abgetöteten Gewebeherde unmittelbar lebenskräftige, reaktionsfähige Zellen. Eine Reaktion auf den Wundreiz stellt sich sofort ein, wenn die vegetative Tätigkeit in der Rinde sich geltend macht. Das Parenchym an der Grenze des toten Gewebes antwortet auf den Wundreiz durch Zellstreckung und Zellvermehrung. Die durch den Blitz zusammengetrockneten Zellpartien bieten der Umgebung Raum zu bedeutender Streckung und Fächerung. Je schneller der Vorgang stattfindet, desto mehr Material wird verbraucht. Ist dasselbe zurzeit nicht in genügender Menge vorrätig, findet nur Korkbildung statt, und damit erklärt sich, dass nach der elektrischen Entladung das die zusammentrocknende Gewebeinsel umgebende Rindenparenchym, das eine viel schnellere Streckung und Fächerung zur Ausfüllung des grösseren Raumes erfahren muss, mit Korkbildung antwortet.

Bei der Abtötung einer mitten im Rindenparenchym liegenden Gewebeinsel durch den Frost erfolgt zunächst kein Vertrocknen des Gewebes. Die abgetöteten verquollenen Zellen behalten ihren Umfang infolge der noch vorhandenen Turgescenz. Somit wird auch der Druck

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

des frostbeschädigten, sterbenden Gewebes auf die gesund und reaktionsfähig gebliebene Umgebung nicht wesentlich vermindert. Damit fällt aber für die umgebenden Zellen auch die Veranlassung fort, sich so stark zu verlängern und zu fächern, wie dies beim Vertrocknen der Blitzspur notwendig war. Es wird also um den toten Kern der Frostwunde die infolge des Wundreizes entstehende Neubildung in Form einer Ringzone aus spärlicheren und kleineren Zellen auftreten. Das zuströmende plastische Material kann nicht mehr zur Zellvermehrung verbraucht werden, da der Bedarf gedeckt ist, und wird daher in Form von Reservestoffen sich niederschlagen. Daher die direkt um die Frostwunde bemerkbare Stärkeanhäufung.

Als positives Ergebnis der Untersuchung wäre anzuführen, dass bei den Nadelhölzern ein bestimmter Unterschied zwischen künstlich erzeugten augenförmigen Blitz- und Frostwunden besteht. Bei der Blitzwunde trocknet das abgetötete Rindengewebe schnell zusammen und wird zunächst von einem lockeren Korkmantel umgeben, der einen hellen Augenring darstellt. Bei der Frostwunde behalten die abgetöteten Zellen im Innern des Rindenparenchyms zunächst ihren früheren Umfang; sie werden zwar ebenfalls eingeschlossen von einer Ringzone neugebildeter Zellen, aber diese entwickeln sich nicht zu einem lockeren Korkmantel, sondern bilden eine schmale Zone englumigen Parenchyms, das reicher an Reservestoffen wie das normale Rindenparenchym zu sein pflegt. Diese Zone stellt sich bei der Blitzwunde erst nach der Korkzone ein.

Hinzu kommt noch der von V. TUBEUF angegebene Unterschied, dass bei der Blitzwunde der abgetötete Rindenring in immer schmaler werdenden Bändern abwärts in das gesunde Gewebe hinein ausstrahlt, während eine derartige langsame Abnahme der Frostwirkung und ein streifenartiges Ausstrahlen der toten Gewebezone in die gesunde Rinde hinein bei Nadelhölzern bisher nicht beobachtet worden ist.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: 25

Autor(en)/Author(s): Sorauer Paul

Artikel/Article: Blitzspuren und Frostspuren 157-164