

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Forstverein
<b>Band:</b>	85 (1934)
<b>Heft:</b>	7-8
<b>Artikel:</b>	Über den Frostkern der Karpathenbuche
<b>Autor:</b>	Custer, Alfred
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-768384">https://doi.org/10.5169/seals-768384</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

schen Formation des nordöstlichen Albishanges entsprechend, im untersten und im obersten Teil. Im ersten Falle gelangte das Holz am Fusse des Hanges an die Telstrasse und an die Rollbahn, respektive an die Ende der 90er Jahre von Sihlwald nach Sihlbrugg verlängerte Sihltalbahn. Da wo eine flachere Partie zwischen dem Ende der Riese und der Talstrasse lag, musste das Holz noch mit Schlitten an dieselbe gebracht werden. Von den Riesen im oberen Teil des Albishanges war das Holz auf Schlittwegen oder auf fliegenden Geleisen, nur ausnahmsweise auf Fahrwegen, bis zur permanenten Waldbahn oder bis zu den unteren Riesen zu führen, von wo es nach dem Werkplatz Sihlwald kam.

Das Auffallende an diesem Transportnetz ist der notwendige, oft *mehrmalige Umlad* und die Vielgestaltigkeit der Transportmittel (siehe Abb. 1). Meister erklärt daher in seinem Buch, *dass angesichts des Wechsels und der Verschiedenartigkeit der Aufgaben des Holztransportes der Regiebetrieb sich besser eigne als der Akkordbetrieb.*

Das ganze Transportwesen hat im Laufe der Zeit die in der Skizze Nummer 2 gezeigte Ausdehnung erreicht. Die dort eingezeichneten transportablen Geleiseanlagen waren natürlich nicht gleichzeitig in Betrieb, sondern wurden im Verlaufe der Periode 1890 bis 1910 erstellt.

Das Meistersche Transportwesen, in Verbindung mit dem Holzverarbeitungsbetrieb, fand in der ganzen Schweiz und auch im nahen Ausland grosse Beachtung. Der Sihlwald wurde damals häufig besucht. Meister hat die Transportanlagen in seinem Buch über die Stadtwaldungen von Zürich ausführlich beschrieben. (Schluss folgt.)

---

## Über den Frostkern der Karpathenbuche.

Von Alfred Custer, Forstingenieur.

Ich schicke voraus, dass der vorliegende Aufsatz nicht auf eigener wissenschaftlicher Untersuchung beruht, sondern einerseits auf meinen Beobachtungen und Erfahrungen während eines längeren Aufenthaltes in den polnischen Karpathen und anderseits auf der ausgezeichneten Arbeit des polnischen Forstingenieurs Dr. Franciszek Krzysik: « Untersuchungen über den Frostkern in Rotbuchenbeständen in biologischer und technischer Hinsicht » (Lwów, 1931), erschienen in polnischer Sprache mit deutschem Resümee.<sup>1</sup>

Die Waldkarpathen sind ein ausgedehntes Bergland zwischen dem Tatragebiet und der Bukowina mit meist 1300 bis 1700 m (seltener bis 2000 m) hohen Kämmen, deren westliche, slowakisch-karpathorussische, und zum grossen Teil auch deren östliche, polnische Flanken bis zur Höhe von zirka 1000 bis 1200 m von riesigen, mehrheitlich reinen Buchenurwäldern bestockt sind. Die tieferen Lagen, sowohl in Polen

---

<sup>1</sup> Krzysik : Szkody spowodowane przez mrozy w drzewostanach bukowanych z biologicznego i technicznego punktu widzenia.

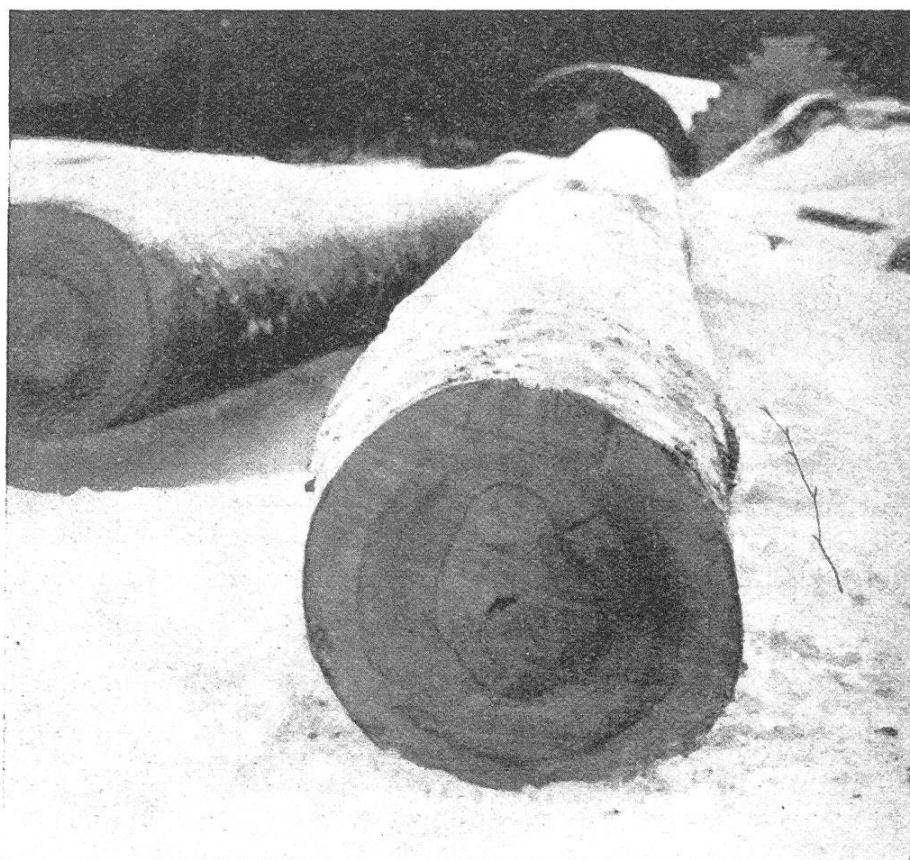
wie der Tschechoslowakei, sind dank besserer Aufschliessung durch Bahnen, Strassen und Drahtseile ziemlich ausgebeutet, kahlgeschlagen und man kann ruhig sagen verwüstet. Überall dort, wo das Forstgesetz die Wiederaufforstung nicht strikte erzwang, sind aus der Ansammlung aus anstossenden Beständen und von stehengelassenen Samenbäumen nur wertlose, teils dem Weidgang überlassene Buschwälder entstanden. Die ganz besonders schattenfeste Karpathenbuche erträgt die brutale Freistellung nicht. Die von Industrie- und Verkehrsnetz weiter entfernten, oft noch von Bären und Wölfen bewohnten Waldgebiete aber — Distanzen von 50 bis 100 km zur nächsten Bahnhofstation sind keine Seltenheiten — sind noch in ihrem ursprünglichen Zustand geblieben. Ein solcher Buchenwald macht auf den Besucher einen unvergesslichen Eindruck, auch in forstlicher Hinsicht. Es gibt Bestände, die einem Staunen und Ehrfurcht abnötigen und über jeden Vergleich erhaben sind. Die schönsten sah ich in der Gegend des Berührungspunktes der drei Länder Tschechoslowakei, Polen und Rumänien: Stämme in allen Stärken (bis zu 1 m), bis zu 60 m Länge, schnurgerade, absolut astfrei bis zur hochangestzten Krone, zylindrisch, ohne jede Drehung, glattründig und feinjährig. Die östlichen (polnischen) Karpathenhänge weisen im allgemeinen qualitativ etwas weniger gute Bestände auf, aber immerhin solche, die sich auch bei grossen Transportweiten zur Exploitation von Nutzholz eignen. Kein Wunder also, wenn die Buchenbestände in den letzten Jahrzehnten immer weiter zurückgegangen sind und vielerorts erst bei der jeweiligen Marktlage entsprechenden Rentabilitätsgrenze haltgemacht haben, das heisst dort, wo bei Rückrechnung vom Fertig- oder Halbfabrikat bis zum Stock für das Rundholz nur ein absurd geringer oder überhaupt kein positiver Preis mehr resultiert. Erschwerend für den polnischen Waldeigentümer ist dabei der Umstand, dass er laut Forstgesetz gezwungen ist, den ganzen Bestand (also auch das fast wertlose Brennholz, für welches sich die Rüstkosten nicht bezahlt machen), kahlzuschlagen und in den meisten Fällen neu aufzuforsten (Fichte), obwohl das dem Bestand zu entnehmende nutzbare Klotzholz in der Regel nur den kleinsten Teil, zirka 15 bis 20%, der gesamten Derbholzmasse ausmacht.

Das Buchen-Schnittmaterial der polnischen Karpathen wird zum grössten Teil exportiert (wobei als Abnehmer England an erster Stelle steht), und zwar in Form von Blockware, loser Ware, Furnierholz, besäumter Bretter, Kanteln, Leisten und Friesen, das heisst Rohmaterial für Möbel, Geräte, Strecksessel, Schuhabsätze, Spulen, Parkette usw. Die Karpathenbuche erfreute sich schon seit längerer Zeit eines besonders guten Rufes bezüglich Holzqualität, was sich in der stetig wachsenden Konsumziffer ausdrückt.

Im Winter 1929/30 aber trat ein Ereignis ein, das leicht hätte dem ganzen osteuropäischen Buchengeschäft zum Verhängnis werden können und es immer noch bedroht, obwohl man sich seither verhältnismässig leicht an die neue Situation angepasst hat. Es handelt sich um

die Frostschäden jenes ausserordentlich kalten Winters, um die Entstehung des sogenannten *Frostkernes*.

Davon wurden die Buchenwaldungen (und auch andere Holzarten, wie Ahorn, Esche, Hagebuche usw.) von Polen, Tschechoslowakei, Rumänien, zum Teil auch von Oesterreich, Deutschland und Dänemark heimgesucht. Die monatelang anhaltenden tiefen Temperaturen mit erheblichen Tagesschwankungen (Morgentemperaturen von minus 40 Grad und darüber) hatten bei vielen Holzarten sofortiges Absterben zur Folge, während sich bei der Buche mehr eine fort-



Februar 1934.

Phot. Custer.

Buchenstamm mit Frostkern aus den polnischen Karpathen.

schreitende pathologische Veränderung bemerkbar machte, die zwar stellenweise in den folgenden Jahren auch zum Absterben ganzer Komplexe führte, aber im allgemeinen dem Individuum nicht direkt lebensgefährlich wurde.

Die Veränderung äussert sich an der frischen Schnittfläche des Stammes dadurch, dass dieselbe zufolge Oxidation der Säfte eine Rosafärbung annimmt (vorausgesetzt dass das Holz nicht gefroren ist), die nach wenigen Stunden dunkelrot und schliesslich braun wird. Die verfärbte Zone (inklusive des zentralen, 10—15 cm starken, *ursprünglichen* Braun- oder Falschkerns) nimmt in der Regel zwei Drittel bis drei Viertel vom Stammdurchmesser ein, geht aber ausnahmsweise auch bis auf wenige Jahrringbreiten unter die Rinde, so dass dann

praktisch fast kein gesunder, weisser Splint mehr vorhanden ist. Die Abgrenzung ist wie beim Falschkern nicht parallel den Jahrringen, sondern buchtig, in einzelnen Fällen (von denen später noch die Rede sein wird), zackig (Spritzkern). Interessant ist, dass *alle* Buchenbestände, ohne Unterschied des Alters, des Standortes, der Exposition oder dergleichen den Frostkern aufweisen. Mir ist unter etwa 30.000 Stämmen kein einziges gänzlich frostkernfreies Exemplar begegnet. Dr. Krzysik machte an allen seinen überaus zahlreichen Beobachtungsortlichkeiten dieselbe Feststellung. Allerdings kann es bei Individuen besonders privilegierter Lagen vorkommen, dass die Verfärbung und damit die pathologische Veränderung nur sehr schwach bemerkbar ist, aber Spuren davon lassen sich immer konstatieren. Man darf sich auch nicht durch das Bild des Stockes täuschen lassen, denn der Frostkern beginnt vielfach erst 1 bis 2 m oberhalb des Wurzelanlaufes, zeigt sich also erst beim Aufschneiden. Gegen die Mitte der Stammlänge nimmt er an Umfang zu, um gegen den Zopf wieder zu schwinden. Die Färbung ist selten einheitlich, vielmehr kann man oft zwei oder mehrere dunkle Ringe feststellen, entsprechend den jährlichen Phasen der fortschreitenden chemisch-biologischen Wandlung. Am ausgeprägtesten (dunkelsten) ist gewöhnlich die Grenze zwischen Frostkern und Weissholz. Das ist auch die Zone, die am meisten Wasser enthält und am meisten dem parasitischen und saprophytischen Pilzbefall und damit der Dekomposition ausgesetzt ist. Es soll sich vor allem um Polyporus- und Stereumarten handeln, denen sich gelegentlich auch Insekten zugesellen, zum Beispiel Xyloterus domesticus.

Teilweise in Übereinstimmung, teilweise auch im Gegensatz zu anderen Autoren, die das Frostkernproblem schon erörterten, stellt Dr. Krzysik bei seinen mikroskopischen Untersuchungen am Frostkern frisch gefällter Bäume eine starke *Thyllenbildung* in unregelmässiger Verteilung, besonders aber in der Grenzzone zwischen Frostkern und Weissholz, fest. Das Parenchymgewebe soll viel Zucker und Stärke enthalten. Die braune Farbe schreibt er mit Münch der Einlagerung von Gummisubstanzen zu.

Die Mikrophotographie ergibt weitgehende Übereinstimmung der Frostkern- mit der Braunkernstruktur. Der Vorgang der Frostkernentstehung wäre so: Die in der Nähe der Gefässe liegenden Parenchymzellen des lebenden Baumes bilden Thyllen, welche den physiologischen Zweck haben, den Raum der Gefässe zu schliessen und die letzteren aus der Saftzirkulation auszuschalten. Die Gummibildung (Färbung) hingegen sei eine Begleiterscheinung der Fäulnis abgestorbener Zellen.

Die Untersuchungen über Wassergehalt und Gewicht ergaben folgende Resultate:

Vom ganz *frisch* gefällten Holz ist der Falschkern am leichtesten, der Frostkern schwerer und der Splint am schwersten. Parallel damit zeigt der Falschkern den kleinsten Wassergehalt, der Frostkern mittleren und das Weissholz den grössten.

Das war überraschend, da man nach dem Aussehen und früheren Proben den Frostkern als den wasserreichsten halten musste, erklärt sich aber durch das Ergebnis der Untersuchungen des Holzes nach 16tägiger *Trocknung*: am wasserreichsten ist der *Frostkern*, dann folgt das Weissholz und schliesslich der Falschkern.

Die weiteren Proben nach 43tägiger, 4—5monatiger und 1½jähriger Trocknung liefern dieselben Ergebnisse: der Frostkern weist mehr Wassergehalt auf als das Weissholz.

Die Verdunstung des Wassers aus dem gesunden Weissholz schreitet demnach schneller vorwärts als diejenige aus dem Frostkern, und zwar ist die Gleichheit des Wassergehaltes schon am *siebenten* Tag erreicht, während sich später ständig ein Plus für den Frostkern ergibt. Bei künstlicher Trocknung ist der Gleichheitspunkt schon nach wenigen Stunden erreicht.

Bei der technischen Prüfung des Holzwertes in bezug auf Druckfestigkeit, Reissfestigkeit, Biegungsfestigkeit, Schlagbiegung und Härte zeigt das Weissholz immer den grösseren Wert, der Frostkern einen mittleren und der Falschkern den geringsten. Am auffallendsten ist der Unterschied bei der Schlagbiegung.

Aus der Summe aller Untersuchungsresultate kommt Dr. Krzysik zu folgenden *Schlüssen*:

Der Frostkern ist ein *Übergangsstadium zum Braunkern*. Seine Entstehung gründet sich auf physiologische Störungen (Beschädigung der Krone, des Kambiums usw.) durch starken Frost und den damit verbundenen Wasserentzug in den Zellen. Der Baum sucht das Gleichgewicht in der Bildung von Thyllen und Stillegung von Gefässen. Da beschädigte Gewebe mehr Stärke und Zucker anreichern, erklärt sich auch der starke Pilzbefall des Frostkerns. Die schwächeren Bäume sind nicht imstande, das gestörte physiologische Gleichgewicht wiederherzustellen und fallen der destruktiven Arbeit der Pilze (besonders während der Wachstumsstillstandsperiode) zum Opfer. Die kräftigeren Bäume überwinden die Störung, in welchem Falle aber der Frostkern sukzessive in Braunkern übergeht, wodurch der technische Wert des Holzes gewaltig vermindert wird.

Vor dem Auftreten des Frostkernes waren die qualitativen Anforderungen der Buchenschnittholzkonsumenten viel grösser als heute. Die Verhältnisse haben sie zu weitgehenden Konzessionen und Anpassung an die Produzenten gezwungen. Weissholz, das früher als selbstverständlich gefordert wurde, wird entsprechend seiner nunmehrigen Seltenheit entweder nur in geringem Prozentsatz von Beimischung verlangt oder besser bezahlt. Frostkern wird nicht als «Kern» (den die Industrie nicht schätzt) betrachtet, sofern es sich nicht um den «Spritzkern» handelt, jene meist dunkle, sehr zackige äussere Randzone des Frostkerns, die infolge besonders starker Thyllenbildung und Nährstoffanreicherung dem Pilzbefall in erster Linie ausgesetzt ist und bereits deutliche Zersetzungerscheinungen aufweist. (Dr. Krzysik erklärt mir in einem Briefe — wobei er sich sei-

nerseits auf Havelik beruft — die Spritzkernform in plausibler Weise damit, dass sich die Pilze längs der im Kern und häufig auch im anschliessenden Splint sich bildenden radialen Haarrisse zufolge Luftzutritt besser und rascher ausbreiten können.) Auch die Bahnverwaltung akzeptiert, ausser 25% nicht imprägnierbaren, aber sonst haltbaren Braunkerns, den Frostkern für Schwellen, da er mit Ausnahme der thyllenreichen äusseren Randzone in seinem heutigen Stadium noch ziemlich gut imprägnierfähig ist.

Aber auch die Produzenten haben sich der neuen, durch das Auftreten des Frostkernes geschaffenen Situation anzupassen gesucht. Sie haben Dampfkammern gebaut, worin das frische Schnittmaterial während zirka 48 Stunden durchgedämpft wird, bevor es zum Trocknen auf den Stapel kommt. Mit dieser Prozedur werden die Zellen abgetötet und ausgelaugt, was das Arbeiten des Holzes und die Tätigkeit der Pilze (zum Beispiel des gefürchteten Stockpilzes) wesentlich verringert. Immerhin ist der Produzent auch so noch geplagt genug mit seinem Schnittmaterial, bis es nach drei oder mehr Monaten Lagerzeit (je nach Jahreszeit und Stärkendimension) endlich verkauffähig ist — nicht zu reden von kommerziellen Überraschungen, die man im Osten erleben kann. Der Ausschuss infolge Verstockung, Verschimmelung, Stirnrisse, Längsrisse, Sonnenrisse, Verbiegung, « Verwerfung », Nachlässigkeit der Manipulation usw. kann leicht 15—20% betragen und trotz den unvergleichlich niedrigen Arbeitslöhnen teuer zu stehen kommen, denn das bedeutet eine nachträgliche Verringerung der Schnittholzausbeute, von der schliesslich die ganze Rentabilität einer Exploitation abhängt.

Es bleibt nun noch ein Wort zu sagen über die mutmassliche Auswirkung der Frostkernerscheinung in der Zukunft. Die Forstwirtschaft der heimgesuchten Länder hat bereits durch Absterben grosser Bestände, die die physiologische Gleichgewichtsstörung nicht überwanden, schwere Schäden erlitten und wird noch mehr erleiden. Viele Wirtschaftspläne konnten schon bis jetzt nicht mehr eingehalten werden und werden es künftig erst recht nicht können, da sich mancherorts ein Abtrieb der sich jährlich verschlechternden Bestände aufzwingen wird. (An der von mir beobachteten Stelle ist die Qualitätsverschlechterung vom Winter 1932/33 auf 1933/34 unverkennbar.) Wer das baldige Ende der karpatischen Buchenurwälder voraussagen wollte, würde sicher zu schwarz malen, könnte aber in wirtschaftlichem Sinne recht bekommen. Jedenfalls dürfte sich Dr. Krzysik nicht getäuscht haben, wenn er in der Schlussfolgerung seiner interessanten Arbeit über das Frostkernproblem schon 1931 sagte: « Vorläufig wird das jetzige Entwicklungsstadium aus Mangel an besserem Material der Industriebearbeitung zugezogen. Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass in den nächsten Jahren eine sukzessive Herabminderung der technischen Eigenschaften des frostkernigen Holzes eintreten muss, was jede weitere Verarbeitung des angegriffenen Materials ausschliessen wird. »