

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 141 (1990)
Heft: 11

Artikel: Vergleich der praxisrelevanten Eigenschaften von Fichten- und Tannenholz
Autor: Sell, Jürgen
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765021>

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: 30.06.2025

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

Vergleich der praxisrelevanten Eigenschaften von Fichten- und Tannenholz¹

Von Jürgen Sell

Oxf.: 852.1:812.7:174.7 Abies

(Abteilung Holz der EMPA Dübendorf, CH-8600 Dübendorf)

Zur Qualitätsbeurteilung beider Hölzer in der Praxis

Die schweizerische Forstwirtschaft klagt darüber, dass das Weisstannenholz wesentlich schlechter bzw. zu tieferen Preisen als Fichte vermarktet werden kann. Ähnliche Probleme bestehen offenbar im nachbarlichen Vorarlberg, dem österreichischen Bundesland mit ebenfalls namhaften Tannenvorkommen (Tschann 1989). Tatsächlich werden insbesondere in der Sägeindustrie, aber auch vom Zimmerei- und Schreinergerwerbe Vorbehalte gegenüber der Qualität von Weisstannenholz angebracht, und zwar vor allem mit folgenden Begründungen:

- Weisstannenholz soll mehr Qualitätsmängel und Schäden aufweisen als Fichtenholz, so vor allem Markrisse, Ringschäle, Wildwuchs im Erdstammbereich, Schwarzastigkeit, mehr und härtere Äste, häufigere Frostrisse.
- Weisstannen haben – im Gegensatz zur Fichte – häufig einen ausgeprägten Nasskern, der sich in verschiedener Hinsicht ungünstig auswirkt: Einerseits ist das frische Holz sehr schwer und hat häufig infolge Bakterienbefalls einen unangenehmen Geruch; zum anderen ist der Trocknungsaufwand erheblich grösser, weshalb Tannen- und Fichtensortimente zumeist nicht gemeinsam technisch getrocknet werden können. Schnittholz von Tannen-Nasskern soll sich ferner weniger gut verleimen lassen als «normales Holz».
- Besonders bei der schreineremässigen Bearbeitung stören die im Vergleich zur Fichte grössere Widerspänigkeit und Neigung zur Splitterbildung; in diesem Zusammenhang ist auch der Begriff Filzigkeit der Oberfläche zu hören.
- Gegenüber dem hellen, «seidenmatt» glänzenden Holz der Fichte hat Tanne häufig eine eher leicht graue, stumpfe Farbe; dies führt zu gewissen ästhetischen Vorbehalten.

¹ Vortrag, gehalten am 11. Dezember 1989 im Rahmen der Kolloquien der Abteilung für Forstwirtschaft an der ETH Zürich, basierend auf einer Arbeit von Sell und Kučera (1989).

Wissenschaftliche Befunde zu Qualitätsmängeln

In der Fachliteratur über die Qualität von Weisstannen- gegenüber Fichtenholz stösst man zuweilen auf Bestätigung der Vorbehalte, häufig aber auch auf Angaben, die den praktischen Erfahrungen zuwiderlaufen:

Ringschäle: Die Ursachen der das Holz stark entwertenden Ringrisse werden von *Kollmann* (1951) darin gesehen, dass Bäume vor allem im Plenterwald häufig nach langer Unterdrückung freigestellt werden und sodann eine starke Zuwachssteigerung zu einer sprunghaften Zunahme der Jahrringbreite führt. Die engringigen, dichteren Zonen des Stamminnenen solcher Bäume schwinden bei der Holztrocknung stärker als die weitringigen Aussenzonen. Die Schwindspannungen übersteigen dabei die Querkzug- und Schubfestigkeit des weitringigen Frühholzgefüges. Ferner können Wachstumsspannungen des Baumes mit zunehmendem Alter und Stammdurchmesser stark ansteigen und schon vor der Fällung verschiedene Stamminnenrisse verursachen; für Ringrisse sind radiale, innere Zugspannungen verantwortlich (*Knigge, Schulz* 1966). Demgegenüber vertritt *Kübler* (1987) in einer umfassenden Literaturübersicht über Wachstumsspannungen in Bäumen und ihren Einfluss auf Holzeigenschaften die Auffassung, dass die Ringschäle nicht in erster Linie durch solche inneren Spannungen, sondern durch biotische Holzschädigungen, vor allem durch bakteriellen Abbau der interzellulären Ligninbildungen des Holzgefüges verursacht wird; diese Schäden sind ihrerseits die Folge von Verletzungen des lebenden Baumes. Welche Vorgänge auch immer, einzeln oder gemeinsam, die Ringschäle hervorrufen — es erscheint plausibel, dass die Tanne als Schattenbaumart mit ihrer Fähigkeit zur starken Zuwachssteigerung nach Freistellung in dieser Hinsicht mit zunehmendem Baumalter besonders rissgefährdet ist.

Schwarzastigkeit: Dieser sehr beträchtliche Qualitätsmangel entsteht bekanntlich dadurch, dass der abgestorbene Aststumpf vom Stamm überwällt wird, bevor seine Rinde abgefallen ist. Solche Schwarzäste werden häufig zu Ausfallästen, wenn zwischen dem Grossteil des Astmantels und dem Stammholz kein Faserzusammenhang mehr besteht. Wird das Astholz über den Stumpf oder die von der technischen Grünästung herrührende Astschnittfläche von Pilzen befallen, verursacht der Ast eine besondere Wertminderung des Holzes. Nach übereinstimmender Auffassung namhafter Autoren ist die Tanne in dieser Hinsicht eher besser disponiert als die Fichte (*Bleichschmidt* 1954; *Knigge, Schulz* 1966; *Leibundgut*, pers. Mitteilung; *Mayer-Wegelin* 1952). Ihre Grünastflächen heilen nämlich weit besser aus als bei der Fichte (die darum nicht in grösserem Ausmass grüingeastet werden darf), und ihre Äste überwallen unter sonst gleichen Rahmenbedingungen rascher. Schliesslich verläuft auch die natürliche Astreinigung bei der Tanne eher besser als bei der Fichte.

Wenn die zahlreichen Einflussgrössen auf die Schwarzastbildung (Baumalter, Astgrösse, Standort und soziale Stellung des Baumes, Klima) gleich sind, muss daher die Tanne im Hinblick auf die Schwarzastbildung eher besser beur-

teilt werden als die Fichte. Treten bei Tanne vermehrt Schwarzäste auf, so hat dies folglich damit zu tun, dass die erwähnten Einflussgrössen auf die Baumvitalität ungünstiger waren als beim verglichenen Fichtenholz.

Holzfarbe: Nasskernfreie Holzpartien und getrocknetes Nasskernholz ohne nennenswerten Befall durch Mikroorganismen erscheinen weisslich, oft mit einem leicht bläulichen oder violetten Schimmer. Fichtenholz hat eher einen hellgelblich-weissen Farbton und eine etwas glänzende Oberfläche. Sehr häufig ist es aber bekanntlich selbst für den Holzfachmann, geschweige für den Laien, sehr schwierig, Tanne von Fichte mit blossen Auge und anhand der Farbe zu unterscheiden.

Aus der Sicht des Endverbrauchers müssten derartige Feinheiten der Farbton- und Glanzunterschiede ohnehin als irrelevant beurteilt werden. Holzoberflächen werden schliesslich fast stets lackiert, lasiert oder gebeizt, wenn nicht deckend beschichtet. Die Oberflächenbehandlungen gleichen solche Unterschiede aus oder lassen sie gänzlich verschwinden. Selbst wenn Holz roh eingesetzt wird, sorgt die in kurzer Zeit einsetzende Vergilbung der Holzoberfläche unter Lichteinfluss für weitgehende Farbangleichungen.

Nasskern: Mit diesem sehr wichtigen und verbreiteten Phänomen (*Tabelle 1*) der Weisstanne befasst sich der Beitrag von L. J. Kučera in diesem Heft.

Tabelle 1. Häufigkeit von Nasskern bei 60 Weisstannen von drei schweizerischen Standorten bzw. bei zwei Baumzuständen (gesund sowie starker Nadelverlust), ermittelt im Rahmen der «Sana-silva»-Erhebung, Teilprojekt «Holzqualität» (Sell et al. 1988). Geringe Nasskernbildung: nur örtliche «Wassernester», starker Nasskern: gesamter Kern nass.

Standort	Anzahl Bäume	Anzahl der Tannen mit Nasskern der Intensität			Summe Anzahl	%
		gering	mittel	stark		
Voralpen	20	6	2	3	11	55
Jorat-Hügelland	20	4	2	6	12	60
Mittelland	20	1	12	1	14	70
Baumzustand						
gesunde Bäume	30	6	6	9	21	70
kranke Bäume	30	5	10	1	16	53

In der Praxis zu wenig gewürdigt wird unseres Erachtens die Harzfreiheit des Tannenholzes. Sie erlaubt zum Beispiel den Einsatz von dunklen Oberflächenbehandlungen auch bei starker Wärmebeanspruchung, etwa bei wetterexponierten Fenstern und Fassaden, für Saunen, Bänke und Tische im Freien.

Technologische Eigenschaften des Tannen- und Fichtenholzes

Über die Eigenschaften des schweizerischen Tannenholzes, insbesondere über seine Festigkeiten liegen mehrere Untersuchungen vor. Ihre Resultate stimmen gut mit den technologischen Daten aus dem übrigen, mehrheitlich europäischen Schrifttum überein. Aus diesen Unterlagen lassen sich über-

Tabelle 2. Technologische Eigenschaften und Kenngrössen (Mittelwertbereich; kleine störungsfreie Proben) der Weissstanne gemäss Literaturangaben, aus Sell (1989).

Eigenschaften, Kenngrössen		Weisstanne (Abies alba)	Fichte (Picea abies)
Darrdichte	r_0 g/cm ³	0.40 ... 0.45	0.40 ... 0.43
differentielles Schwindmass			
• radial	%/%	0.12 ... 0.16	0.15 ... 0.19
• tangential	%/%	0.28 ... 0.35	0.27 ... 0.36
kapillare Steighöhe von Wasser *	mm	< 100	< 10
E-Modul (Biegung) $E_{ }$	N/mm ²	10'000 ... 14'500	10'000 ... 12'000
Biegefestigkeit $\sigma_{dB }$	N/mm ²	62 ... 74	65 ... 77
Zugfestigkeit $\sigma_{zB }$	N/mm ²	80 ... 93	80 ... 90
Scherfestigkeit $\tau_{B }$	N/mm ²	4.9 ... 7.5	5.0 ... 7.5
Bruchschlagarbeit $W_{ }$	Nm/cm ²	3.5 ... 6.5	4.0 ... 5.0
Brinellhärte • $H_{B }$	N/mm ²	29 ... 33	31
• $H_{B\perp}$	N/mm ²	13 ... 16	12
natürliche Resistenz			
• gegen Pilze		gering	gering
• gegen Insekten		gering (gegen Hausbock- larven geringer als Fichte)	gering
Tränkbarkeit mit Holzschutzmitteln		mittel	gering bis sehr gering
Trocknungsverhalten		rel. rasch (ausgenommen Nasskern) und problem- los	rel. rasch und problemlos
Bearbeitbarkeit		sehr gut, evtl. Faser- ausrisse	sehr gut
Verleimbarkeit		problemlos	problemlos
Oberflächenbehandlung		problemlos; keine Beeinträchtigungen durch Harzaustritt	i.a. problemlos, evtl. Störungen durch Harzaus- tritt und unnormale Saug- fähigkeit infolge Bakte- rienbefalls

* trockenes Schnittholz (Kernholz), Einwirkung des Wassers über das Hirnholz während 24 h; Tanne ohne Nasskern, Fichte ohne Bakterienbefall aus Wasserlagerung

|| parallel zur Faser

⊥ quer zur Faser

wiegend keine praktisch bedeutsamen Unterschiede der Holzeigenschaften von Tanne und Fichte ableiten (vgl. *Tabelle 2*).

Bereits in den Arbeiten von *Staudacher* (1942) über die Eigenschaften der wichtigsten schweizerischen Holzarten wurde festgehalten, dass die Festigkeiten kleiner, störungsfreier Proben im wesentlichen von der Rohdichte abhängen. Da die seinerzeit untersuchten sechs Tannenstämmen — wohl zufällig — eine grössere Dichte hatten als die sechs Fichtenstämmen, lagen die Festigkeiten bei Druck-, Biege- und Zugbeanspruchung der Tanne durchwegs etwas höher als bei der Fichte. Ein ähnlicher Befund liegt von *Kühne et al.* (1955) vor. An anderer Stelle haben *Kühne et al.* (1951, 1960) festgestellt, dass sich das Sorptionsverhalten und die Schwind- und Quelleigenschaften von Fichte und Tanne nicht nennenswert unterscheiden.

Bei einer neueren, umfangreichen Untersuchung im Rahmen der Waldschadenserhebung «*Sanasilva*» an 80 Fichten und Tannen (je zur Hälfte gesunde und kranke Bäume) von vier charakteristischen Standorten in der Schweiz wurden keinerlei Dichte- und Festigkeitsunterschiede zwischen beiden Holzarten festgestellt (*Sell et al.* 1988). Auch die Sorptions- und Quelleigenschaften sowie diverse anwendungstechnische Eigenschaften unterschieden sich bei dieser relativ grossen Anzahl von Bäumen nicht signifikant.

Demgegenüber zeigte das — zuvor getrocknete — Tannenholz der «*Sanasilva*»-Erhebung eine merklich grössere, allerdings stark streuende kapillare Wassersaugfähigkeit in Faserrichtung als die Fichte. Man kann davon ausgehen, dass daher auch die Tränkbarkeit von Tannenschnittholz bei Vakuum-Druckverfahren dementsprechend erheblich besser als bei Fichte ist. Im übrigen wurde in dieser Untersuchung keinerlei Zusammenhang gefunden zwischen der kapillaren Saugfähigkeit sowie der Art und Intensität des Tannennasskerns gemäss *Tabelle 1*. Dieser an 60 Tannen von drei Standorten ermittelte Befund steht in gewissem Gegensatz zu einigen Literaturangaben und neueren Befunden.

Unbestritten ist, dass Schnittholz von ausgeprägtem Tannen-Nasskern langsamer trocknet als normal feuchtes Kernholz von Fichte und Tanne. Die Verlängerung einer technischen Trocknung (Zuluft/Abluft-Trocknung) im Feuchtebereich oberhalb des Fasersättigungspunktes kann gegen 150 bis 200% der Trocknungsdauer betragen (*Sell, Kučera* 1989). Daraus folgt — angesichts des häufigen Auftretts von Tannen-Nasskern —, dass Tannen- und Fichtenholz möglichst in getrennten Chargen getrocknet werden sollten.

Ebenfalls im Rahmen von vergleichenden Untersuchungen der Eigenschaften gesunder und kranker (bzw. absterbender) Fichten und Tannen haben *Graf et al.* (1989) die biologische Resistenz der beiden Holzarten gegenüber Hausbock-Eilarven untersucht. Hierbei erwies sich die Fichte als resistenter gegenüber der Tanne, bei der etwa doppelt so grosse, frassbedingte Gewichtsverluste der Holzproben festgestellt wurden als bei der Fichte der jeweils gleichen Standorte. Da aber auch die Fichte als biologisch nicht resistente Holzart einzustufen

ist, spielen diese Unterschiede in der Praxis wohl nur eine geringe Rolle. Dies gilt zumal auch deswegen, da die — im Vergleich zu Hausbockschäden noch wichtigere — Resistenz gegenüber holzzerstörenden Pilzen bei Tanne nicht signifikant niedriger ist als bei Fichte (Bellmann, persönl. Mittlg.; Sell 1989).

Ausblick

Hinsichtlich der in der Praxis oft beanstandeten Qualitätsmängel von Tannenholz sind die verfügbaren wissenschaftlichen Befunde somit teils uneinheitlich, teils aber auch eindeutig. Fest steht immerhin, dass die Tanne — ausgenommen der Nasskern und die wohl etwas grössere Tendenz zur Innenrissbildung bei alten Bäumen — keine anderen und auch nicht mehr Qualitätsmängel des Rundholzes zeigt als die Fichte, sofern die waldbaulichen und sonstigen Einflussgrössen des Baumwachstums gleich sind.

Auch Rohdichte, Sorptions- und Quellungseigenschaften, Festigkeiten und Verformbarkeit von Tannen- und Fichtenholz sind nicht oder nicht nennenswert verschieden, wenn vergleichbare Provenienzen und Rundholzsortimente beurteilt werden. Dies gilt auch für die meisten anwendungstechnischen Eigenschaften. Praktisch wichtige Unterschiede zwischen den beiden Hölzern bestehen lediglich in folgendem: Weisstannen-Schrittholz (Kernholz) lässt sich durchschnittlich erheblich besser als Fichte imprägnieren. Dies gilt mit der Einschränkung, dass ein nicht ohne weiteres vorhersehbarer Anteil von Tannenholz ebenfalls ziemlich schlecht tränkbar ist. Ferner ist für manche Anwendungen von Vorteil, dass Weisstanne harzfrei ist. Für einige verarbeitungstechnische Schritte, vor allem im Hinblick auf die Holz Trocknung, stellt das häufige Auftreten von Nasskern allerdings ein gewisses Problem dar.

Wenn in der Praxis trotzdem bei Tannenholz häufiger als bei Fichte Qualitätsmängel beobachtet werden, so ist dies folglich nicht der Holzart Tanne an sich anzulasten, sondern zumeist darauf zurückzuführen, dass die Tanne häufiger als die Fichte erst in höherem Alter genutzt wird und dass sie aufgrund forstlicher Massnahmen (plötzliche Freistellung) raschen Wachstumsschüben ausgesetzt war.

Welche Ursachen auch immer für die Qualitätsvorbehalte gegenüber Tannenholz massgebend sind, sie müssen ernstgenommen und zukünftig weiter untersucht werden. Jedenfalls müssen im Hinblick auf die aus forstlichen Gründen gebotene Förderung der Weisstannen-Nutzung Massnahmen ergriffen werden; es ist anzunehmen, dass der Grossteil von Förderungsmassnahmen im Marketingbereich liegt (vgl. den Beitrag von P. Hofer in diesem Heft). So müssen mit Hilfe von neutraler, glaubwürdiger Information ungerechtfertigte Vorbehalte zur Qualität von Weisstannenholz abgebaut werden; die Gleichwertigkeit der meisten Holzeigenschaften von Tanne und Fichte ist zu betonen. Besonders hervorzuheben und anwendungstechnisch zu nutzen sind die spezifi-

schen Vorzüge des Tannenholzes, vor allem seine relativ gute Imprägnierbarkeit und Harzfreiheit. Ansätze hierzu sind bereits vorhanden. Seit 1980 sind beispielsweise eine grössere Anzahl von Stegen, kleiner bis mittelgrosser Brücken und anderer Konstruktionen aus imprägniertem Tannenholz erstellt worden (Sell, Kropf 1989), die bis heute in einwandfreiem Zustand sind; ähnliche Anwendungsbereiche sind Schall- und Sichtschutzwände, Hochspannungsmasten (Abbildung 1) und Hangverbau.

Auch für die Forschung ergeben sich Aufgaben: Um die Ursachen der Schwankung der Imprägnierbarkeit von Weisstannen-Schnittholz zu ermitteln, die im Hinblick auf die Konstruktionen im Aussenbau doch recht ungünstig ist, und um schlecht imprägnierbare Sortimente gegebenenfalls vorzeitig erkennen zu können, ist 1988 im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Holz» ein Forschungsprojekt der *EMPA* begonnen worden. Ein anderes laufendes Forschungsvorhaben untersucht die Eigenschaften von schweizerischer Weisstanne verschiedener Standorte, wie dies zuvor bereits bei der Fichte geschehen ist. Dabei werden insbesondere auch Art und Umfang von Gefügestörungen der Tanne erfasst, vor allem Astigkeit, Drehwuchs und Rissbildungen. Interessant ist in diesem Zusammenhang vor allem, wie sich die Standortsbedingungen und andere Einflussgrössen auf solche Gefügestörungen auswirken.

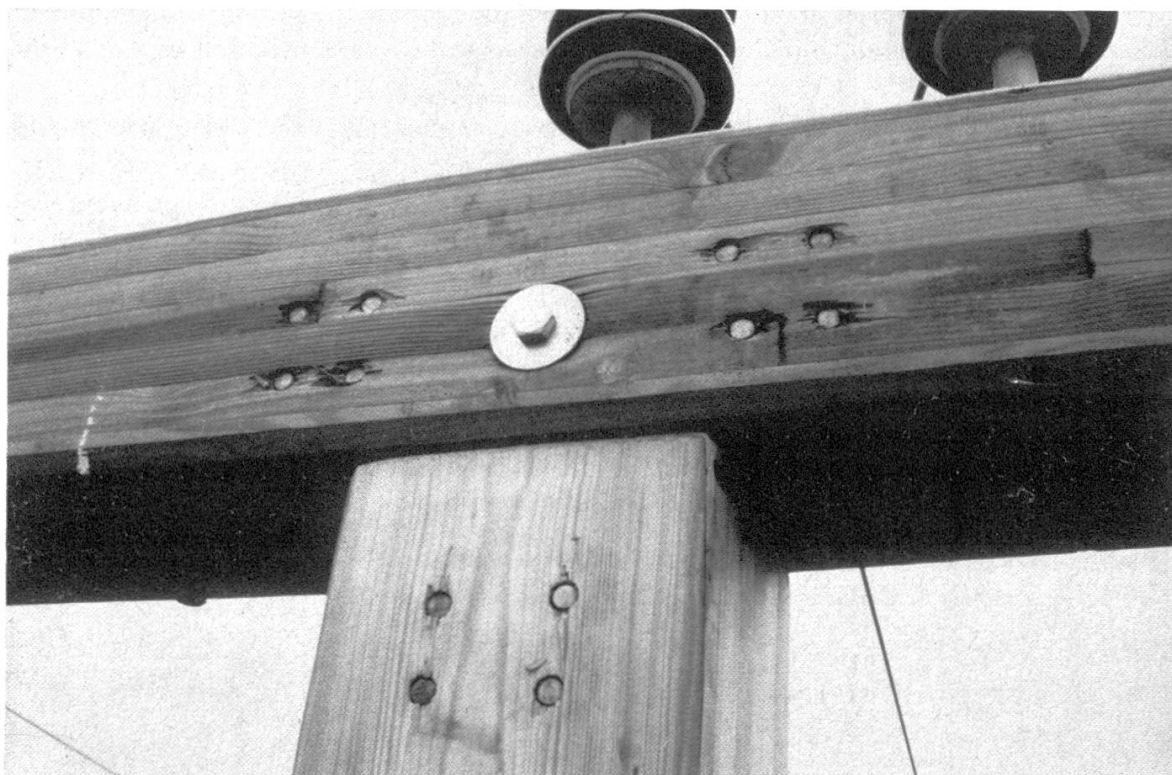


Abbildung 1. Oberster Teil mit Traversenbalken eines Hochspannungsmastes aus Tannen-Brett-schichtholz mit vor der Verleimung imprägnierten Brettlamellen (Kesseldruckimprägnierung).

Résumé

Comparaison des caractéristiques technologiques des bois d'épicéa et de sapin

Les données scientifiques sur les défauts de qualité souvent reprochés au bois de sapin dans les milieux professionnels sont pour certaines contradictoires mais aussi pour d'autres très claires. Ce qui est toutefois sûr, c'est que le sapin, abstraction faite du cœur humide et d'une tendance un peu plus élevée à la formation de fissures internes, ne présente pas de défauts de qualité plus nombreux ou différents du bois en grumes que l'épicéa, ceci dans la mesure où l'influence des facteurs sylviculturaux et autres sur la croissance sont les mêmes, respectivement dans la mesure où ces facteurs sont conformes à ces espèces.

La masse volumique apparente, les caractéristiques de sorption et de gonflement, la résistance et la déformabilité des bois de sapin et d'épicéa elles non plus ne diffèrent pas ou pas notablement si leur appréciation se base sur des provenances et des classements comparables. Ceci est aussi valable pour la majorité de leurs caractéristiques technologiques. Les différences importantes sur le plan pratique entre ces deux essences se résument uniquement à ceci: les sciages de sapin blanc (bois de cœur) se laissent en moyenne beaucoup mieux imprégner que ceux d'épicéa, à l'exception toutefois d'un certain pourcentage difficilement décelable de bois de sapin qui présente une assez mauvaise imprégnabilité. En outre, le fait que le sapin blanc soit exempt de résine est un avantage pour de nombreuses utilisations. Pour quelques processus de traitement, en particulier pour le séchage, la fréquence relativement élevée du cœur humide pose toutefois certains problèmes.

Si dans la pratique on observe malgré tout plus fréquemment des défauts de qualité sur le sapin que sur l'épicéa, ceci n'est pas à mettre au compte de l'essence mais le plus souvent dû au fait que le sapin, plus souvent que l'épicéa, est utilisé à un âge avancé et que du fait des méthodes culturales (dégagement soudain) il est soumis à des poussées de croissance rapide.

Traduction: *J.-P. Emery*

Literatur

- Bleichschmidt, M., 1954: Die Astung. Berlin, Deutscher Bauern-Verlag.
- EMPA; Schweizerische Studiengruppe für Holzleimbau, 1988: Brettschichtholz für den Aussenbau – Empfehlung zur langfristigen Funktionstüchtigkeit. Dübendorf und Zürich.
- Graf, E., Manser, P., Schmitter, M., 1989: Einfluss der Vitalität von Fichten (*Picea abies* [L.] Karst.) und Tannen (*Abies alba*) auf die Resistenz des Bauholzes gegen Eilarven des Hausbockes (*Hylotrupes bajulus* L.). Material und Organismen 24: 93 – 105.
- Knigge, W., Schulz, H., 1966: Grundriss der Forstbenutzung. Hamburg und Berlin, Verlag Paul Parey.
- Kollmann, F., 1951: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Band 1, 2. Auflage Berlin, Heidelberg, Göttingen, Springer-Verlag.
- Kübler, H., 1987: Growth stresses in trees and related wood properties. Forest Prod. Abstracts 10: 61 – 119.
- Kühne, H., Vodoz, J., 1951: Untersuchungen über das Schwinden und Quellen einiger schweizerischer Hölzer. EMPA-Ber. Nr. 179b, Zürich.
- Kühne, H., Fischer, H., Vodoz, J., Wagner, Th., 1955: Über den Einfluss von Wassergehalt, Raumgewicht, Faserstellung und Jahrringstellung auf die Festigkeit und Verformbarkeit schweizerischen Fichten-, Tannen-, Lärchen-, Rotbuchen- und Eichenholzes. EMPA-Ber. Nr. 193, Zürich.
- Kühne, H., Wagner, Th., 1960: Untersuchungen über die Wasserdampfsorption schweizerischen Fichten-, Tannen-, Lärchen-, Rotbuchen-, Eichen- und Edelkastanienholzes. EMPA-Ber. Nr. 190, Zürich.
- Mayer-Wegelin, H., 1952: Das Aufästen der Waldbäume. Hannover, Verlag Schaper.
- Sell, J., Schnell, G., Arnold, A., Graf, E., Richter, K., 1988: Holzqualität gesunder und geschädigter Fichten und Tannen von sechs schweizerischen Standorten. Abschlussbericht über das Sana-silva-Teilprojekt 10, «Holzqualität». EMPA-Ber. Nr. 217, Dübendorf.
- Sell, J., 1989: Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten. 3. Auflage, Zürich, Baufachverlag.
- Sell, J., Kropf, F., 1989: Erfahrungen mit neueren Holzbrücken in der Schweiz, insbesondere mit dem Einsatz von vorimprägniertem Brettschichtholz. Tagungsbroschüre 18. Holzschutztagung der Deutsch. Gesellsch. Holzforsch., DGfH München, 83 – 92.
- Sell, J., Kučera, L., 1989: Schweizer Weisstannenholz – Imageprobleme, Eigenschaften, Förderungsmöglichkeiten. Holz Roh-Werkstoff 47: im Druck.
- Staudacher, E., 1942: Schweizerische Bau- und Werkhölzer. Mitt. Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen, 22: 209 – 376.
- Tschann, S., 1989: Referat, gehalten am 1. Vorarlberger Holzbautag in Alberschwende/A.