Anteil und Wassergehalt des Splints von schweizerischen Fichten und Tannen unterschiedlicher Vitalität *

J. Sell, G. R. Schnell und M. Arnold

Abteilung Holz der EMPA Dübendorf, Schweiz

Je zehn vitale und geschädigte Fichten und Tannen wurden in den Wintern 1984/85 und 1985/86 zu vergleichenden Untersuchungen auf vier Schweizer Standorten gefällt. Messungen der Breite und des Wassergehalts des Splintholzes und daraus abgeleiteter Splintmerkmale im Erdstamm- und Wipfelbereich führten zu folgenden Ergebnissen: Der Splintanteil der kranken Bäume war erheblich geringer als der gesunder Vergleichsbäume. Das Defizit der durchschnittlichen absoluten Splintbreite betrug bei kranken Fichten rd. 30% im unteren Stammabschnitt und 40% im Wipfelbereich; die entsprechenden Werte bei Weißtannen sind rd. 40% und 20%. Bei den kranken Fichten waren die Splintanteile auf dem alpinen und voralpinen Standort besonders gering, auf dem Mittelland-Standort am wenigsten vermindert. Kranke Tannen wiesen auf allen Standorten im unteren Stammbereich einen etwa gleich verminderten Splintanteil auf; im Wipfelbereich war die Verminderung auf dem voralpinen Standort signifikant größer als anderswo. Der Wassergehalt des Splints gesunder und kranker Fichten und Tannen war meist nicht signifikant verschieden. Die abgeleitete Größe „Wasserhaushalt“ führt zu ähnlichen Aussagen wie die Einzelmeßgrößen.

Portion and water content of the sapwood of Swiss spruce and white fir of various vitality

For measuring sapwood data, ten healthy and ten diseased trees of spruce and white fir were cut in winter 1984/85 and 1985/86 at four different Swiss locations. The portion of sapwood of the diseased trees turned out to be considerably less than for healthy trees. The deficit in average sapwood width of diseased trees was 30% (trunk) to 40% (crown) for spruce and 40% to 20% for white fir. The sapwood portion of diseased spruce was particularly low at alpine and pre-alpine locations. The sapwood reduction of diseased white fir was similar at all locations, except for the crowns of pre-alpine trees which showed a significantly greater sapwood reduction. The sapwood water content of both diseased and healthy trees of both species exhibited mostly non-significant differences. Derived terms like "water budget" provided similar information as the original data.

1 Einleitung

Im Rahmen einer Erhebung über die Holzqualität gesunder und kranker Fichten und Tannen wurden Kenngrößen des Splintholzes ermittelt. Ziel der Arbeit war nicht, die Ursachen unterschiedlicher Splintmerkmale klären zu helfen, sondern solche Unterschiede quantitativ darzustellen.

2 Material und Methode

Das Probenmaterial, insgesamt 162 Bäume, entstammt Fichten/Tannenbeständen aus den Waldungen der Gemeinden Lenz und Malans in Graubünden (alpine Standorte), Biltlen in Glarus (voralpin), Buchs-Rohr-Suhr im Aargau (Mittelland) und Lausanne in der Waadt (Jorat-Hügelland). Pro Standort standen Stammabschnitte von je 10 gesunden und kranken Fichten und Tannen zur Verfügung, von denen jeweils ein Abschnitt von 80 cm Länge und eine Stammscheibe von 10 cm Dicke aus dem unteren Stammabschnitt (Brusthöhe bis 5 m Stammhöhe) sowie eine Scheibe von 10 cm Dicke aus dem Wipfelbereich untersucht wurden. Die Entnahme erfolgte an frisch gefällten Bäumen vom Dezember 1984 bis Februar 1985 und vom November 1985 bis Februar 1986. Weitere Charakteristika der Standorte und der untersuchten Bäume sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Bestimmung des Wassergehalts des waldfrischen Holzes machte die umgehende Verarbeitung der Stammscheiben erforderlich und erfolgte jeweils an 4 Querschnittstreifen; diese Streifen entsprachen 4 senkrecht zueinander

Bild 1. Entnahmeschema für die vier radialen Probestreifen zur Bestimmung des Wassergehaltes im Darrverfahren

Fig. 1. Scheme of split-sampling for determining the water content by the oven-dry method

* Untersuchungen im Rahmen des Programms Sanasilva, Teilprojekt „Holzqualität“. Kurzfassung des EMPA-Forschungs- und Arbeitsberichts Nr. 115/15 (Schnell et al. 1987)

Tabelle 1. Bestandesbeschreibung und Kenndaten der Probestämme

	Alpen		Voralpen	Mittelland	Jorat (Hügelland)
	Ta	Fi	Ta und Fi	Ta und Fi	Ta und Fi
Standort	Malans/GR	Lenz/GR	Bilten/GL	Buchs-Rohr-Suhr/AG	Lausanne/VD
Höhe ü. M., m	810 bis 1000	1430	1200	370 bis 390	740 bis 780
Exposition	SW	W	NW	W bis NW	SSO
Topographie	Hang	Ebene	Kuppe, Mulde Hang, Ebene	Ebene	Ebene
Geologie	kalkreicher Bündnerschiefer	Schotter	Nagelfluh	Niederterassen- Schotter	Molasse
Boden	tiefgründige Renzina	flachgründige Renzina	flach bis tief- gründiger Mergel	mittelgründige kalkarme Braunerde	mittelgründige leicht podsolige saure Braunerde
Niederschlag, mm/Jahr	1066	1133	1834	1061	1084
Durchschnitts- temperatur, °C/Jahr	4.9	4.9	6.7	8.3	9.6
Bestandes- charakteristika					
Betriebsform	Hochwald	Mittelwald	Hochwald	Hochwald	Hochwald
Entwicklungsstufe	Altholz	BH II Altholz	Altholz	BH II, Altholz	BH I + II Altholz
Baumarten- Mischung	96% Ta 5% Bu, BAh	100% Fichte	50% Fi, 50% Ta	90% Fi, 5% Ta 5% Bu, BAh, Es	50% Fi, 50% Ta
Probestämme					
Alter, Jahre					
Fichte, gesund		140 bis 195	115 bis 200	70 bis 75	80 bis 100
Fichte, krank		135 bis 205	90 bis 170	75 bis 125	75 bis 100
Tanne, gesund	50 bis 80		100 bis 175	80 bis 100	75 bis 180
Tanne, krank	55 bis 125		110 bis 140	75 bis 100	85 bis 105
Höhe, m					
Fichte, gesund		20 bis 26	20 bis 33	29 bis 38	29 bis 36
Fichte, krank		16 bis 24	21 bis 26	31 bis 40	23 bis 34
Tanne, gesund	25 bis 32		24 bis 31	21 bis 38	17 bis 40
Tanne, krank	23 bis 34		12 bis 27	27 bis 40	24 bis 34
Brusthöhen- durchmesser, cm					
Fichte, gesund		37 bis 50	29 bis 83	40 bis 55	34 bis 61
Fichte, krank		31 bis 44	29 bis 96	40 bis 62	27 bis 59
Tanne, gesund	43 bis 66		44 bis 61	37 bis 58	34 bis 75
Tanne, krank	30 bis 74		29 bis 77	42 bis 62	35 bis 65
Kronenanteil, %					
Fichte, gesund		61 bis 90	30 bis 60	47 bis 75	31 bis 58
Fichte, krank		45 bis 87	37 bis 73	46 bis 72	25 bis 66
Tanne, gesund	30 bis 84		30 bis 58	52 bis 73	40 bis 94
Tanne, krank	22 bis 69		9 bis 83	59 bis 81	16 bis 83
Probeentnahme					
Höhe im unteren Stammereich, m	5.0	1.0 bis 2.0	1.0 bis 4.0	1.0	1.0

BAh Bergahorn, Bu Buche, Es Esche, Fi Fichte, Ta Weisstanne

stehenden Stammradien, wobei im Falle von unrunder Stämmen jeweils der längste Radius miteinbezogen wurde (Bild 1). Auf diese Weise konnte die Exzentrizität des Stammes bei der Bestimmung des Wassergehalts berücksichtigt werden.

Die 4 radialen Streifen wurden scheibenweise gespalten, im Splintbereich in 2 bis 5 mm dicke, im Kernbereich in 10 bis 20 mm dicke Probestücke, an denen umgehend der Wassergehalt nach DIN 52183 (Prüfung von Holz: Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes) bestimmt wurde. Aus der Verteilung des Wassergehalts über dem Stammradius kann die Splintbreite und die kreisäquivalente oder ellipsenäquivalente Splintfläche berechnet werden. Dabei ist von Bedeutung, wo die Splint/Kerngrenze angenommen wird; aufgrund verschiedener Indizien haben wir den Bereich mit Wassergehalten $\geq 100\%$ als Splint betrachtet.

Die Distanz vom Kambium bis zur Splint/Kerngrenze wird ins Verhältnis zum gesamten Stammradius gesetzt und mit „relative Splintbreite“ (in Prozenten) bezeichnet; aus den gleichen Daten wird die rel. Splintfläche berechnet. Eine weniger aufwendige Methode zur Bestimmung der Splintfläche ist die bildanalytische Auswertung von Fotografien (Farbdiapositive) von Stammquerschnitten (Arnold et al. 1986).

Um die Wasserversorgung des Splints noch weitergehend zu charakterisieren, schien die multiplikative Verknüpfung von Wassergehalt und Splintanteil sinnvoll. Dieses Produkt, das man mit „Wasserhaushalt“ bezeichnen kann, läßt sich mit geringem Datenaufwand berechnen. Vor allem können hierzu auch die mit dem Bildanalysator ermittelten rel. Splintflächen eingesetzt werden; ferner genügt es, den Wassergehalt an einem vom Kern abgetrennten Splintabschnitt (unmittelbar nach der Fällung) zu bestimmen.

Bild 2. Wassergehaltsverteilung über dem Stammradius ausgewählter gesunder bzw. kranker Fichten
Fig. 2. Distribution of water content over the stem radius of single healthy and diseased spruces

3 Ergebnisse und Diskussion

Bereits ein erster visueller Eindruck von den Verteilungen des Wassergehalts über den Stammradius und insbesondere von den Splintbreiten der verschiedenen Probenkollektive zeigt, daß zwischen der von Auge beurteilten Vitalität (Kronenansprache) der Bäume und den Splintdaten ein Zusammenhang besteht (Bild 2). Ganz generell läßt sich feststellen, daß vor allem der Anteil und teilweise auch der Wassergehalt des Splints bei wenig vitalen Fichten und Tannen wesentlich geringer sind als bei ausgesprochen vitalen Bäumen.

Die Verteilungen des Wassergehalts im Splint von Fichte und Tanne weisen die erwarteten Unterschiede auf, wobei insbesondere der häufig nasse Kern der Tanne ins Auge fällt. Innerhalb der Baumkollektive bestehen naturgemäß Unterschiede des Wassergehalts im unteren Stammbereich und im Wipfel (Tabelle 2).

3.1 Wassergehalt des Splints

Wie in Abschnitt 2 erläutert, wurde der Grenz-Wassergehalt zwischen Splint und Kern in der vorliegenden Untersuchung mit $u \geq 100\%$ definiert. Bei der schrittweisen Wassergehaltsbestimmung entlang von Stammradien hatte sich bei der Fichte und bei der Tanne (ohne Naßkern) gezeigt, daß der Abfall des Wassergehalts auf der Splint/Kerngrenze ziemlich steil verläuft (meist innerhalb weniger Millimeter radialer Distanz) und durch diesen Grenzwert gut charakterisiert ist (Bild 2). (Auf frischen Stammquerschnitten lag die Grenze zwischen dem nassen und darum dunkleren Splint und dem trocknen, hellen Kern offenbar ebenfalls im Bereich eines Wassergehalts von 100%.)

Dieser Befund darf allerdings nicht verallgemeinert werden. Vielmehr steht aufgrund umfangreicher älterer Untersuchungen fest, daß der Wassergehalt, vor allem im kernna-

Tabelle 2. Über alle Standorte gemittelte Breiten und Wassergehalte des Splints gesunder und kranker Fichten und Tannen. Die in Klammern stehenden Werte geben die jeweilige Meßgröße der kranken Bäume im Vergleich zu den Werten gesunder Bäume an.

Kollektive		n	Meßgrößen							
			Probenscheiben- durchmesser D cm		Wassergehalt im Splint $\bar{u}$ %		Splintbreite (Darrverfahren)			
							Absolut S_{abs} cm		Relativ S_{rel} %	
Baumart	Vitalität		Erdstamm	Wipfel	Erdstamm	Wipfel	Erdstamm	Wipfel	Erdstamm	Wipfel
Fichte	Gesund	43	42.6	19.3	164	161	4.4	4.1	20.6	41.3
	Krank	38	37.1 (87%)	18.9 (98%)	152 (93%)	152 (94%)	3.0 (68%)	2.6 (63%)	15.7 (76%)	27.1 (66%)
Tanne	Gesund	40	46.1	21.5	152	168	6.9	5.5	29.8	52.5
	Krank	40	40.3 (87%)	21.1 (98%)	142 (93%)	161 (96%)	4.1 (59%)	4.4 (80%)	20.6 (69%)	41.8 (80%)

hen Splint der Nadelhölzer, in starkem Maße von der Jahreszeit (in geringerem Maße von der Tageszeit) bzw. vom Klima, vom Standort und auch von anderen Faktoren abhängt (Burmester 1980; Huber 1956; Langner 1932; u. a.). Auch im Rahmen von neueren vergleichenden Untersuchungen des Holzes geschädigter und gesunder Fichten wurden andere mittlere Wassergehalte als bei unseren Bäumen gemessen (Frühwald et al. 1984; Rademacher et al. 1986): In diesen Untersuchungen wurden an sehr kranken Fichten (Schadklasse 3) im inneren Splintbereich ein – im Vergleich zu gesunden Bäumen – um rund ein Drittel bis zur Hälfte reduzierter Wassergehalt festgestellt; dadurch lag auch der mittlere Splint-Wassergehalt kranker Bäume deutlich tiefer als bei gesunden Bäumen. Demgegenüber betrug die mittlere Differenz der Wassergehalte des Splints bei den von uns untersuchten Bäumen weniger als ein Zehntel, mit einer Schwankungsbreite zwischen 2 und 15%. Für diese abweichenden Befunde mögen unterschiedliche Standort-Charakteristika und Fälldaten verantwortlich sein, vermutlich aber auch die Tatsache, daß ein erheblicher Teil der von den genannten Autoren untersuchten Bäume unmittelbar nach einem extrem trockenen Sommer im Winter 1983/84 gefällt worden waren, unsere Bäume hingegen im Winter 1984/85 und 1985/86, als sich die Wasserversorgung des Stammes – nach Perioden mit normalem oder sogar hohem Niederschlag – wieder stabilisiert hatte.

Vergleicht man die gemittelten Wassergehalte des Splintholzes der Bäume aus den vier Schweizer Standorten, fallen insgesamt die bemerkenswert geringen Unterschiede auf. So liegt der Wassergehalt in relativ engen Grenzen (jeweils unterer Stammabschnitt). Er beträgt bei

gesunden Fichten: $154\% \leq u \leq 176\%$ (wobei der kleinste Wert im Mittelland und der größte beim Jorat-Hügelstandort gefunden wurde);

kranken Fichten: $150\% \leq u \leq 156\%$ (Alpen bzw. Voralpen);

gesunden Tannen: $141\% \leq u \leq 164\%$ (Jorat bzw. Alpen);

kranken Tanne: $135\% \leq u \leq 151\%$ (Mittelland bzw. Voralpen).

Der Splint im Wipfelbereich der Fichten wies an den vier Standorten sehr ähnliche Wassergehalte wie im unteren Stammabschnitt auf, während der Wassergehalt im Splint des Weißtannenwipfels bei allen Standorten um rd. 10 bis 20% höher lag als der Splint im unteren Stammabschnitt.

Die Streuung der Wassergehalte, innerhalb der einzelnen Kollektive war überwiegend nicht sehr groß. Die zumeist geringen Unterschiede der Wassergehalte zwischen den gesunden und den kranken Bäumen sind bei den meisten Standorten statistisch nicht gesichert (Signifikanztest mit dem verteilungsunabhängigen Wilcoxon-U-Test).

3.2 Splintbreite, Splintfläche

Die gemäß dem Schema von Bild 1 an 4 Stammradien bestimmte Splintbreite wurde pro Baum und sodann über die Bäume jedes Kollektivs (meist 10 Exemplare) gemittelt. Auf allen 4 Standorten ist diese mittlere absolute Splintbreite S – und ebenso die rel. Splintfläche $A_{D,rel}$ – sowohl im unteren Stammabschnitt wie im Wipfelbereich bei den kranken Fichten und Tannen geringer als bei den gesunden Vergleichsbäumen. So beträgt der Bereich der Splintbreite und rel. Splintfläche im unteren Stammabschnitt bei

gesunden Fichten: $3,6 \text{ cm} \leq S \leq 4,9 \text{ cm}$ (Alpen- bzw. Jorat-Hügelland) bzw. $33\% \leq A_{D,rel} \leq 40\%$ (Voralpen bzw. Mittelland);

kranken Fichten: $2,1 \text{ cm} \leq S \leq 4,4 \text{ cm}$ (Alpen- bzw. Mittelland) bzw. $23\% \leq A_{D,rel} \leq 35\%$ (Voralpen und Mittelland).

Diese Unterschiede des Splintanteils gesunder und kranker Bäume sind statistisch gesichert, ausgenommen bei den Mittelland-Fichten, wo kein Unterschied der absoluten Splintbreite besteht. Im Wipfelbereich der Fichten sind die Unterschiede der Splintbreiten gesunder und kranker Bäume noch deutlicher (nun auch bei den Mittelland-Fichten) als beim Erdstamm.

Die Splintbreiten und rel. Splintflächen der gesunden ebenso wie der kranken Weißtannen waren auf allen Standorten deutlich und zumeist hoch gesichert größer als bei den entsprechenden Fichtenkollektiven; sie betrugen im unteren Stammabschnitt bei

gesunden Tannen: $6,1 \text{ cm} \leq S \leq 7,9 \text{ cm}$ (Mittelland bzw. Jorat-Hügelland) bzw. $46\% \leq A_{D,rel} \leq 58\%$ (Mittelland bzw. Jorat-Hügelland);

kranken Tannen: $3,5 \text{ cm} \leq S \leq 5,2 \text{ cm}$ (Alpen bzw. Jorat-Hügelland) bzw. $27\% \leq A_{D,rel} \leq 43\%$ (Mittelland bzw. Jorat-Hügelland).

Weniger unterschiedlich sind indessen die Splintbreiten im Wipfelbereich der gesunden und kranken Tannen; diese Unterschiede sind teilweise nicht gesichert (Mittelland und Jorat).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß das – gegenüber den gesunden Vergleichsbäumen – größte Defizit des für den Wasserhaushalt maßgebenden Splintanteils der kranken Fichten auf dem alpinen und auch auf dem voralpinen Standort ermittelt wurde: ca. 40 bis 50% geringere absolute Splintbreiten und ca. 30 bis 40% kleinere relative Splintflächen; dies gilt für den unteren Stammabschnitt ebenso wie für den Wipfelbereich. Am geringsten war das Defizit des Splintanteils bei den kranken Fichten vom Mittelland-Standort: 20 bis 25% im Wipfelbereich und nur 0 bis 10% im unteren Stammabschnitt. Die kranken Tannen hatten im unteren Stammabschnitt gegenüber den gesunden Vergleichsbäumen auf allen Standorten rd. 35 bis 45% geringere absolute Splintbreiten und um 20 bis 40% geringere rel. Splintflächen; im Wipfelbereich betrug das Defizit der Splintbreite 15 bis 30% und das der rel. Splintfläche knapp 10 bis 20%. Auch bei der Tanne traten die größten Defizite auf dem Alpen- und dem Voralpenstandort auf.

3.3 Verknüpfte Splintdaten

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erbrachte die Größe „Wasserhaushalt“ keine weitergehende Differenzierung zwischen gesunden und kranken Fichten und Tannen, im Vergleich zur Splintbreite oder Splintfläche. Die Ursache dafür liegt darin, daß der Wassergehalt des Splints der von uns untersuchten kranken Bäume nicht signifikant niedriger lag als bei den gesunden Vergleichsbäumen und darum das Produkt Splintanteil $\times$ Wassergehalt durchschnittlich nicht oder nur unwesentlich beeinflusste. Dies ist anders, wenn kranke Bäume auch ein ausgeprägtes Wassergehalts-Defizit aufweisen, wie es z. B. von Frühwald et al. (1984) und Rademacher et al. (1986) an 1982/83 und 1984 gefällten Bäumen von verschiedenen deutschen Standorten festgestellt worden ist. In diesen deutschen Untersuchungen hatten die kranken Bäume nicht nur eine um rd. 20 bis 45% geringere Splintbreite, sondern auch einen wesentlich geringeren Splint-Wassergehalt (insbesondere im kernnahen Splintbereich). Daraus errechnet sich für mehrere der untersuchten deutschen Standorte ein um mehr als 50% reduzierter Wasserhaushalt der kranken gegenüber den gesunden Fichten; demgegenüber betrug das Defizit des Wasserhaushalts der 1984/85 und 1985/86 gefällten Fichten von den 4 Schweizer Standorten

Bild 3. Abgeleitete Meßgröße „Wasserhaushalt“ (Splintanteil × Wassergehalt) aller Probenkollektive; grafische Darstellung der Mittel- und Extremwerte

Fig. 3. Values of the derived term "water-budget" (sapwood portion × water content) of all groups of samples; averages and extreme values

durchschnittlich nur rd. 25% (unterer Stammabschnitt) und 35% (Wipfel).

Es ist im übrigen darauf hinzuweisen, daß die Werte des Wasserhaushalts von verschiedenen Standorten und Fälldaten nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden können, weil sie von zahlreichen, zumeist unbekannten Faktoren komplex beeinflusst und stark zeitabhängig sind. Als Vergleichsgröße kranker und gesunder Bäume eines oder mehrerer Standorte ist der Wasserhaushalt aber geeigneter als die Splintbreite, weil er zugleich über Splintanteil und Splint-Wassergehalt informiert und, wie die zitierten deutschen Untersuchungen zeigen, als diagnostisches Hilfsmittel trennschärfer ist als die Einzelmeßgrößen. Auf diesen Sachverhalt stützt sich wohl auch der Vorschlag von Kučera (1986), am stehenden Baum mit Hilfe verschiedener Meßmethoden Splintdaten zu ermitteln.

4 Zusammenhänge zwischen Splintdaten und Holzeigenschaften

Das von der Holzabteilung der EMPA bearbeitete Teilprojekt „Holzqualität“ der Erhebung Sanasilva über den Gesundheitszustand des Schweizer Waldes befaßt sich mit der Untersuchung folgender Holzeigenschaften an den gleichen Bäumen, die auch der vorliegenden Studie zugrunde liegen: Gefügemerkmale (Jahringbreite, Zellwanddicken), feuchtephysikalische Eigenschaften (Sorptions-, Schwind- und Quellmasse), mechanisch-technologische Eigenschaften (Biegefestigkeit, Biege-E-Modul, Bruchschlagarbeit, Druckscherfestigkeit), anwendungstechnische Eigenschaften (Trocknungsverhalten, Verleimbarkeit, Oberflächenbehandlung u. a.). Durch die Abteilung Biologie der EMPA werden außerdem holzpathologische Aspekte und die Imprägnierbarkeit von Holz gesunder und kranker Bäume untersucht. Die

Ergebnisse dieser umfangreichen Untersuchungen werden an anderer Stelle im Laufe der Jahre 1987 und 1988 veröffentlicht.

Zur Zeit liegen bereits die Ergebnisse der vergleichenden Prüfung der Bruchschlagarbeit vor, die trotz ihrer bekanntermaßen großen Streuung ein sehr empfindliches Indiz für mögliche Holzschädigungen darstellt. Diesbezüglich zeigen Proben gesunder und kranker Tannen und Fichten von allen 4 Standorten keine signifikanten Unterschiede. Dies gilt auch für die Proben aus dem peripheren Stammbereich, in welchem die beschriebenen Unterschiede von Splintbreite und Wasserhaushalt festgestellt worden sind. Im übrigen steht dieser Befund im Einklang mit mehreren neuen Vergleichsuntersuchungen der Festigkeit gesunder und kranker Nadelbäume (Azmutat et al. 1986; Frühwald et al. 1984; Frühwald 1986; Grammel, Becker 1985; Schulz 1986).

Hingegen ist zu erwarten und in Einzeluntersuchungen auch bereits bestätigt worden (Graf 1987), daß die geringe Splintbreite kranker Nadelbäume vor allem bei Fichte und Kiefer zu entsprechend verringerter Tränkentiefe bei der technischen Imprägnierung von waldfrischem Rundholz führt; der Kern dieser Hölzer ist bekanntlich nicht tränkbar. Dies betrifft vor allem die Imprägnierung von Masten und Palisaden. Wenn hierbei die Tränkentiefe – analog zu den um 20 bis 40% bzw. um 1 bis 2 cm geringeren Splintbreiten – bei den kranken Fichten geringer ist, können die nach der Imprägnierung auftretenden radialen Trocknungsrisse die imprägnierte Splintzone eher überbrücken, als dies bei gesunden Bäumen mit breiterem Splint der Fall ist. Dadurch vergrößert sich die Gefahr des Befalls durch holzerstörende Pilze über die Trocknungsrisse; eine Verringerung der Standdauer der Masten wäre die Folge. Es empfiehlt sich, diesen Gesichtspunkt bei der Auswahl des Mastenholzes zu berücksichtigen.

5 Literatur

- Arnold, M.; Schnell, G.R.; Sell, J. 1986: Vergleichende Splintflächenbestimmung waldfrischer Nadelholz-Stammquerschnitte. Holz Roh-Werkstoff 44:432
- Azmutat, H.; Koltzenburg, C.H.; Weiss, W.J. 1986: Untersuchungen der Holzigenschaften von Fichte und Buche aus immissionsexponierten Beständen von Hils und Solling. Holz Roh-Werkstoff 44:301
- Bauch, J. 1986: Biologische Eigenschaften des Holzes kranker Fichten aus Waldschadensgebieten zur Beurteilung der Schadenursachen und Schadwirkungen. Holz Roh-Werkstoff 44:302
- Burmester, H. 1980: Holzfeuchtigkeit in Nadelhölzern. Jahreszeitliche Einflüsse auf die Eigenschaften des Splint- und Kernholzes von Nadelbäumen. Holz-Zbl. 106:1303–1304
- Frühwald, A. 1986: Technological properties of wood from trees in polluted regions. IAWA-Bull. 7:389–397
- Frühwald, A.; Bauch, J.; Götsche-Kühn, N. 1984: Holzigenschaften von Fichten aus Waldschadensgebieten. Holz Roh-Werkstoff 42:441–449
- Graf, E. 1987: Analyse des Einflusses des Gesundheitszustandes der Bäume auf die Imprägnierfähigkeit des Rundholzes im Wechseldruckverfahren. EMPA-Abt. Biologie, Nr. 23'1365/1 (unveröffentlicht)
- Grammel, R.H.; Becker, G. 1985: Untersuchungen der Holzqualität erkrankter Fichten und Tannen wichtiger Baden-Württembergischer Vorkommen auf der Basis von Werkstoff- und Gebrauchsprüfung. 2. Zwischenber. an Kernforsch. Zentr. Karlsruhe, verfaßt vom Inst. Forstbenutzung, Alb. Ludwig Univ. Freiburg i. Br.
- Hapla, F. 1986: Splint- und Kernanteile an Kiefern unterschiedlicher Immissionsschadstufen. Holz Roh-Werkstoff 44:361
- Huber, B. 1956: Die Gefäßleitung. In Ruhland, W.: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Bd. III, p. 541–582. Berlin: Springer
- Kučera, L. 1986: Kernspintomographie und elektrische Widerstandsmessung als Diagnosenmethoden der Vitalität erkrankter Bäume. Schweiz. Z. Forstwes. 137:673–690
- Langner, W. 1932: Die Wasserverteilung im Stammholz der Fichte und ihre Veränderungen. Bot. Archiv 34:1–47
- Rademacher, P.; Bauch, J.; Puls, J. 1986: Biological and chemical investigations of the wood from pollutions-affected spruce (*Picea abies* Karst.). Holzforschung 40:331–338
- Schnell, G.R.; Arnold, M.; Sell, J. 1987: Wassergehalt und Splintanteil unterschiedlich vitaler Fichten und Tannen von vier schweizerischen Standorten. Forsch. u. Arbeitsber. EMPA-Abt. Holz Nr. 115/15
- Schulz, H. 1986: Festigkeit und Wassergehalt in Fichten, Kiefern und Buchen unterschiedlicher Schadstufen. Holz Roh-Werkstoff 44:300–301
- Trendelenburg, R.; Mayer-Wegelin, H. 1955: Das Holz als Rohstoff. 2. Aufl. München: Hanser

Zeitschriftenreferate

Chin, Ch.-W.; Ampong, K.: Preliminary investigations into the treatment of messmate (*Eucalyptus obliqua* L'Herit.) by a modified form of double-diffusion (Vorläufige Ergebnisse von Untersuchungen zur Behandlung von *Eucalyptus obliqua* Masten durch ein modifiziertes Doppel-Diffusionsverfahren). Holzforschung 39 (1985) H. 4: 195–201; 5 Abb., 1 Tab.

Die Autoren geben einen kurzen Überblick der Literatur des herkömmlichen Doppel-Diffusionsverfahren und beschreiben anschließend eine neue Variante. Diese besteht aus einer Vorwärmung des untersuchten Rundholzes (*Eucalyptus obliqua* L'Herit.) in 100 °C heißem Wasser für 150 Minuten und anschließendem Tauchen bei Raumtemperatur in Kupfersulfatlösung für 20 h und danach in eine Lösung von Arsensäure und Natriumdichromat für 48 h. Eine Bestimmung der aufgenommenen Mengen an Kupfer, Chrom und Arsen und deren Verteilung erfolgte mittels AAS. Erste Ergebnisse zeigen eine verbesserte Kupferaufnahme, die weitgehend über die Hirnenden erfolgt, wobei das Splintholz von schwächeren Dimensionen vollständig durchtränkt werden konnte. Eine Diffusion von Chrom und Arsen hingegen blieb auf die äußeren 3 mm begrenzt. Die sich daraus ergebenden Konsequenzen der Wirksamkeit von im Doppel-Diffusionsverfahren eingebrachten Chrom-, Kupfer- und Arsenverbindungen werden diskutiert.

R.-D. Peek

Parameswaran, N.; Wilcox, W.W.; Côté, W.A.: Transmission electron microscopy and x-ray microanalysis of potassium permanganate staining of pentachlorophenol in treated Douglas-fir (Transmissionselektronenmikroskopie und Röntgen-Mikroanalyse der Kaliumpermanganatfärbung von Pentachlorphenol in imprägniertem Douglasienholz). Holzforschung 39 (1985) H. 5: 259–266; 19 Abb.

Wasserlösliche Holzschutzmittel führen zu einer Quellung des Holzes und ermöglichen so das Eindringen des Wirkstoffes in die Zellwandkapillaren. Weniger bekannt ist, wie und in welchem Umfang dieser Vorgang bei der Verwendung von Lösungssystemen erfolgt, die keine Quellung des Holzes bewirken, wie z. B. Pentachlor-

phenol in verflüssigtem Petroleumgas oder Methylchlorid. In Fortführung früherer Arbeiten wurde eine Methode für die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) zur Kontrastierung von Pentachlorphenol mit Kaliumpermanganat angewendet und mit den Ergebnissen von Röntgen-Mikroanalysen (REM-EDXA) verglichen. Im TEM zeigte PCP-imprägniertes Douglasienholz in den Tracheidenwänden dunkel kontrastierte „Kristalle“, die REM-EDXA-Analyse bestätigte das gleichmäßige Vorkommen von PCP in den Zellwänden. Zufriedenstellende Kontrastierungen von TEM-Proben wurden nur nach mehrmonatiger Lagerung des Holzes in FEA (Formalin/Essig/Alkohol) erzielt. Offensichtlich wird das PCP durch den Alkohol mobil, so daß es zur Bildung von „Kristallen“ kommen kann.

M. Rütze

Panow, S.; Nester, M. R.: Drying end point determination during high-temperature drying (Bestimmung des Trocknungszeitendes während der Hochtemperaturtrocknung). Forest Prod. J. 35 (1985) No. 10: 51–55; 4 Abb., 5 Tab.

Ein Problem bei der Hochtemperatur-Kammertrocknung ist die Entscheidung, wann das Trockengut den gewünschten Feuchtigkeitsgehalt erreicht hat. Eine brauchbare Methode zur Bestimmung der Beendigung einer Trocknung liefert das Verhältnis zwischen der Holzfeuchtigkeit und der Holztemperatur. Dies wurde an acht Versuchstrocknungen (sechs davon in einem Labor- und zwei in einem industriellen Trockner) mit slash pine (*Pinus elliottii* Engelman var. *elliottii*) nachgewiesen. Bei den Trocknungen wurde die Temperatur mit Hilfe von Kupfer-Konstantan-Thermoelementen, die durch 3,5 mm-Bohrungen in den Kern von Probeknetchen eingeführt wurden, überwacht. Wenn 80% der Probeknetchen die Temperatur von 100 °C überschritten, wurde die Trocknung beendet. Die Versuchsergebnisse sind in mehreren Tabellen zusammengestellt. Die Temperaturanzeige der Thermoelemente läßt sich für die automatische Bestimmung der Trocknungsdauer bei Erreichen der gewünschten Holzfeuchtigkeit anwenden.

K. Rügge