Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 144 (1993)

Heft: 10

Artikel: Einfluss von Forstinsekten auf die Holzqualität

Autor: Graf, Erwin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-767135

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: 06.08.2025

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

Einfluss von Forstinsekten auf die Holzqualität[1]

Von *Erwin Graf*

FDK 145.7: 84: 852.5

1. Einleitung

Forstinsekten können die Qualität des Holzes durch Bohrgänge, durch Einschleppen von Pilzen und durch Vorbereitung von Sekundärschäden beeinflussen. Welche Bedeutung ihnen zukommt, hängt aber nicht nur von objektiven Kriterien ab, sondern auch von Anforderungen der heute gültigen Baunormen, vom Wunsch des Sägers, den Baumstamm nach CIM-Verfahren einzuschneiden und unter minimalem Aufwand optimal auszunützen, vom ästhetischen Anspruch des Bauherrn auf nicht verfärbtes Holz sowie von den Preisvorstellungen der betroffenen Parteien. Je nach Gewichtung der verschiedenen Gesichtspunkte verändern sich die ökonomische Bedeutung der Forstinsekten und die Argumente bei Preisdiskussionen zwischen Forst- und Holzwirtschaft.

Zur Zeit liegen keine wissenschaftlichen Studien vor, die objektive Kriterien für die Beurteilung der wirtschaftlichen Bedeutung der Forstinsekten für den Hochbau liefern. Daher können im folgenden nur die verschiedenen möglichen Einflüsse der Insekten den bestehenden Qualitätsanforderungen gegenübergestellt und einige Massnahmen zur Qualitätssicherung aufgeführt werden.

2. Bedeutung der Holzbaunormen

Die Anforderungen bezüglich Qualität von Rund- und Schnittholz sowie von Lamellen für Brettschichtträger für den Hochbau sind bezüglich zulässiger biogener Schädigung in der Norm *SIA 164* definiert. Wie aus der *Tabelle 1* hervorgeht, wird die Verwendungsmöglichkeit von insekten- und pilzbefallenem Holz stark eingeschränkt. Ziel dieser Vorschriften ist,

[1] Referat, gehalten am 7. Dezember 1992 anlässlich der Montagskolloquien der Abteilung für Forstwirtschaft der ETHZ.

- dass Holz eingebaut wird, das den statischen Anforderungen gewachsen ist,
- dass sich im Bau keine biogene Zerstörung fortsetzen kann respektive
- dass mit keinen Beanstandungen durch den Bauherrn wegen pilzbedingter Verfärbungen zu rechnen ist.

Tabelle 1. Anforderungen der SIA 164 an die Holzqualität (Sortierkriterien).

Biogene Schädigung / *Holzsortiment*	*Festigkeitsklassen* [1] *I*	*II*	*III*
Insektenbefall: [2]			
– Rundholz		nz	z
– Schnittholz	nz	z	z
– Lamellen für Brettschichtholz	nz	z	
Holzzerstörende Pilze:			
– Rundholz		nz	nz
– Schnittholz	nz	nz	nz
– Lamellen für Brettschichtholz	nz	nz	
Holzverfärbende Pilze (Bläue):			
– Rundholz		z	z
– Schnittholz	zA/s	zA/s	z
– Lamellen für Brettschichtholz	z (10 %)[3]	z (10 %)[3]	
Nagelharte rote Streifen (Rotstreifigkeit):			
– Rundholz		z	z
– Schnittholz	nz	s	z
– Lamellen für Brettschichtholz	z (10 %)[3]	z (10 %)[3]	

Abkürzungen:
z = beschränkt zulässig; nz = nicht zulässig; s = spezielle Vereinbarungen vorbehalten; zA = zulässig bis zum grössten erlaubten Astdurchmesser.

Fussnoten:
1) Rundholz und Lamellen für Brettschichtholz werden nur in zwei Festigkeitsklassen unterteilt: F II und F III bzw. L1 und L2 unterteilt
Schnittholz: FK I = höhere Festigkeitsklassen; FK II = normale Festigkeit (übliches Bauholz)
2) Insektenbefall: zulässig = einzelne Austrittslöcher bis 5 mm Durchmesser, falls Gewähr besteht, dass keine weitere Zerstörung erfolgt.
3) Auf gesamte Lamellenoberfläche bezogen.

Die geltenden statischen Berechnungen eines Holzbauwerkes basieren auf Eigenlast, Nutzlast, Schneelast sowie auf Windkräften und kurzfristig auftretenden Kräften während der Montage. Dies bedeutet, dass alle biogenen Risiken für Bauten ausgeschlossen sein müssen.

Aus denselben Gründen wird von Holz, das für die Herstellung von imprägnierten Leitungsmasten vorgesehen ist, gefordert, dass es keinen Pilz- und Insektenbefall aufweist (*VSE/PTT,* 1987). Der europäische Norm-Ent-

wurf *prEN 209.2* (1992) fordert, dass das Holz frei von Zerstörung und jedem sichtbaren Angriff durch holzzerstörende Insekten und Pilze ist. Kleinere Ausfluglöcher werden hier aber akzeptiert, sofern ihr Durchmesser nicht mehr als 1,5 mm beträgt und auf einer Stangenlänge von 300 mm nirgends mehr als 50 Löcher auftreten.

3. Bedeutung der Forstinsekten

3.1 Wertverminderung des Holzes durch Verringerung der Schnittholzausbeute als Folge von Frassgängen

Im Nadelholz legt der Schwarze Nutzholzborkenkäfer *(Xylosandrus germanus)* in 2 bis 10 mm Tiefe seine ein bis zwei cm^2 grossen Platzgänge an. Der Linierte Nutzholzborkenkäfer *(Trypodendron lineatum)* bohrt sich in bis zu 1,5 mm breiten Gängen 20 bis 60 mm tief in das Splintholz, um die Leitergänge anzulegen. Die Larven des Werftkäfers *(Hylecoetus dermestoides)* können sich zur Ernährung in ein bis drei mm breiten Gängen bis ins Kernholz bohren (*K. Klingler,* 1987; *H. Schmidt,* 1973).

Von den Bockkäfern nagen sich die Larven des Fichtenbockes (*Tetropium* ssp.) im August einen in der Regel bis 40 mm (ausnahmsweise bis 60 mm) in den Splint reichenden ovalen Gang mit einem Durchmesser von 5–6 x 3–3,5 mm. Bei einem starken Befall wird mit bis zu einer 30prozentigen Entwertung des Holzes gerechnet. An einzelnen berindeten Rundhölzern können auch Holzwespen schädlich werden.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Forstinsekten steigt um so mehr, als grosse Sägerei-Betriebe das Rundholz nach CIM-Verfahren mit Hilfe optischer Ausmess-Methoden bis zum äussersten Splintholz optimal nutzen wollen (*W. Emele,* 1992). Die Folgen eines Insektenbefalles sind in diesem Fall höhere Kosten für die anschliessende Holzsortierung.

Beim Laubholz können besonders Werft- und Nutzholzborkenkäfer sowie der Gekämmte Nagekäfer *(Ptilinus pectinicornis)* durch ihre Frassgänge und Ausfluglöcher zu wirtschaftlichen Schäden führen. Diese sind besonders gross, wenn es sich um Furnierhölzer handelt.

3.2 Verminderung der Holzfestigkeit durch Frassgänge

3.2.1 Rundholz

Berindetes Rundholz kann vor allem durch die Frassgänge von Larven des Werftkäfers und von Nutzholzborkenkäfern perforiert werden. Bei Schutzmittelprüfungen in der Umgebung der Stadt St. Gallen an offen gelagerten Poltern von Rundholz mit einem mittleren Durchmesser von 27 cm (*E. Graf,*

1989 a) konnten in den Kontrollversuchen zwischen 79 und 740 Einbohr- respektive Ausfluglöcher (Mittelwert: 278) pro m^3 Rundholz gezählt werden *(Tabelle 2)*. 1 Kubikmeter entspricht 2 bis 3 Leitungsmasten. Es waren 15 bis 100 % (Mittelwert: 51 %) der Kontrollabschnitte der Stämme befallen.

Tabelle 2. Perforation von berindetem Rundholz durch Werft- und Nutzholzborkenkäfer an im Wald gelagerten Poltern (= Kontrollabschnitte bei Schutzmittelprüfungen); (mittlerer Rundholzdurchmesser: 27 cm).

Jahr	*Stangenabschnitte*		*Holzmenge*	*Einbohrungen*
	Anzahl total	*befallen in %*	*in m^3* [1)]	*n/m^3*
1980	71	47,9	12,0	187
1982 a)	41	17,1	9,5	141
1982 b)	156	14,7	10,5	94
1985	39	69,2	8,3	407
1986	nb	nb	2,5	549
1987	34	73,5	8,9	174
1988	69	100	19,2	740
1989	63	61,9	12,0	315
1990	73	41,1	13,0	79
1991	39	31,1	9,8	94
Mittel	75	50,7	10,6	278

1982: a) Steineggwald, St. Gallen; b) Langnau (LU), nb = nicht bestimmt

[1)] 1 m^3 Rundholz entspricht etwa zwei Leitungsmasten

Untersuchungen von Schmidt (1973) an 20 cm dicken Leitungsmasten mit bis zu 50 Einbohrlöchern des Linierten Nutzholzborkenkäfers pro Laufmeter Mantelfläche zeigten, dass die Festigkeitsminderung von etwa 5 % im normalen Streubereich des Holzes liegt. *Kufner* (1973) stellte bei Fichten- und Kiefernmasten bei einer Befallsdichte von 30 bis 400 Bohrlöchern von *Trypodendron lineatum* pro rund 10 Meter langem Mast im Vergleich zu gesunden Stangen keine über den normalen Streubereich der natürlichen Holzfehler hinausgehende Minderung der Biegefestigkeit fest. Die im Bereich der Bruchbilder vorgefundenen Brutanlagen waren ohne wesentlichen direkten Einfluss auf die Querschnittsschwächung. In den Bruchflächen konnten aber Lagerfäulepilze festgestellt werden. Schmidt (1975) meint, dass bei Holzmasten im Erd-Luft-Bereich auf 2 m Mastlänge etwa 400 Einbohröffnungen zugelassen werden können. Liegen sie konzentriert vor, so dürfen auf einer Stammlänge von 5 cm maximal 25 Einbohröffnungen vorkommen, damit mit keinem signifikanten Einfluss auf die Mastenfestigkeit gerechnet werden muss. Brutsysteme des Linierten Nutzholzborkenkäfers können aber dann an Bedeutung gewinnen, wenn der Mast durch einen einseitigen Kabelzug, Wind- oder Schneelast überlastet wird (H. Schmidt, 1973). Damit wird auch der von *Wälchli* (1970) geschilderte Mastbruch interpretiert.

In keiner Publikation konnte ein Hinweis auf die Bedeutung der durch Werftkäfer-Larven verursachten Larvengänge gefunden werden. In allen Fällen wird stets nur auf den Nutzholzborkenkäfer verwiesen.

Zur Interpretation der Bedeutung der Frassgänge von Feuchtholzinsekten können zusätzlich die Untersuchungen über die Bedeutung der technischen Perforation zur Optimierung der Imprägnierqualität von Rund- und Schnittholz herangezogen werden. Um eine genügende Eindringtiefe der Holzschutzmittel bei Holzbauteilen, die in den Gefährdungsklassen 3 und 4 (der Bewitterung ausgesetzt, ohne/mit Erdkontakt) verwendet werden, zu erreichen, können Bauteile vor der Druckimprägnierung in der am meisten durch Pilze gefährdeten Zone mit Schlitzmessern, Nadeln, Bohrern oder im Fluid-Jetverfahren perforiert werden.

Aus Untersuchungen an Leitungsmasten *(Tabelle 3)* geht hervor, dass je nach Art, Anzahl, Durchmesser und Tiefe der Perforation die Festigkeitsminderung zwischen nicht nachweisbarem Unterschied zum nicht perforierten Kontrollholz bis zu einer Abnahme um 17 % liegen kann.

Tabelle 3. Einfluss der technischen Perforation von Rundholz auf dessen physikalische Eigenschaften (Leitungsmasten).

Perforations-Verfahren	*Anzahl n/m²*	*Perforation Querschnitt in mm*	*Tiefe mm*	*Festigkeitsminderung in %*
Möhler (1969): Fichtenmasten				
Bohrperforation	1340	3	40	17
Schlitzperforation	470	30 x 2,2	30	7[1)]

[1)] nicht nachweisbarer Unterschied zur Kontrolle

3.2.2 Schnittholz

Glos (1986) beobachtete bei einem Vergleich von 58 ungeschädigten Holzbauteilen mit 63 Fichtenkanthölzern (Querschnitt: 80 x 160 mm) mit unterschiedlichem *Trypodendron*-Befall keinen signifikanten Unterschied bezüglich Biegefestigkeit. Dasselbe Resultat konnte Glos (1989 a) durch weitere Folgeversuche an Kanthölzern von 70 x 150 mm Querschnitt bestätigen *(Tabelle 4)*. Bei 21 mm dicken Brettern wird die Biegefestigkeit schwach negativ beeinflusst *(Tabelle 5)*. Dieser Einfluss ist mit zunehmender Astigkeit zu vernachlässigen. Eine Festigkeitsminderung von rund 10 % beobachtete *Hantsch* (1984) in Gegenwart von Holzwespen und *Trypodendron lineatum* an 22 bis 40 mm dicken und 50 bis 160 mm breiten Latten aus 47 Bäumen, die bereits durch Bläue und Rotstreifigkeit befallen waren. *Schober* (1986) stellte bei immissionsgeschädigtem Fichtenholz aus dem Osterzgebirge erst beim Auftreten stärkerer Sekundärschäden (intensive bläulich-graue Verfärbung,

mit teilweisem Wespenbefall und beginnender Splintfäule) eine signifikante Abnahme der Druck- und Biegefestigkeit und des E-Moduls fest.

Tabelle 4. Einfluss von Insekten und Pilzbefall auf die Festigkeit von Fichten-Kantholz (mittlerer Querschnitt: 70 x 150 mm) (Glos, 1989 a).

Befallsart	*Intensität pro m²* [1]	*Verminderung*	
		Biege-festigkeit	*Biege-E-Modul*
Trypodendron lineatum	200	kein	kein
Holzwespe + Fichtenbock	123	ja	ja
Bläue	25	kein	kein
Rotstreifigkeit	34	ja	kein

[1] Insekten: Anzahl Löcher bzw. Gänge
Pilze: befallene Fläche in Prozent

Tabelle 5. Einfluss von Insekten und Pilzbefall auf die Festigkeit von Fichten-Brettern (mittlerer Querschnitt: 20 x 150 mm) (Glos, 1989 b).

Befallsart	*Intensität pro m²* [1]	*Druck*		*Zug*	
		B_D	E_D	B_Z	E_Z
Trypodendron lineatum	274	+ [2]	–	–	–
Holzwespe + Fichtenbock[3]	196	+	–	+	+
Bläue	35	–	–	–	–
Rotstreifigkeit	40	+ [2]	–	–	–

Abkürzungen:
B = Biegefestigkeit; D = Druck; E = E-Modul; Z = Zug

[1] Mittelwerte:
– Insekten: Anzahl Löcher bzw. Gänge
– Pilze: befallene Fläche in Prozent
[2] geringer Einfluss bei astfreiem Holz
[3] + = Reduktion bis grösser 10 %

Dass sich der Einfluss des Linierten Nutzholzborkenkäfers an den Kanthölzern weniger bemerkbar macht als an Brettern, dürfte auf der grösseren Dicke der Kanthölzer, der relativ geringeren Eindringtiefe der Bohrgänge und bei Hantsch und Schober im zusätzlichen Befall durch *Sirex* beruhen. Glos (1989 a) bestätigt, dass sich ein Befall durch Holzwespen (*Sirex* ssp.) und Fichtenbock (*Tetropium* ssp.) auf Druck- und Zugfestigkeit sowie den Zug-E-Modul unabhängig von der Holzqualität als additiver Holzfehler auswirkt (*Tabellen 4* und *5*). Bei 24 Fluglöchern respektive Larvengängen auf einem

Kantholz von 8 x 16 cm und einer Länge von 15 cm wird ein Festigkeitsverlust von 20 % registriert.

Aus Untersuchungen über den Einfluss der technischen Perforation auf die physikalischen Eigenschaften des Holzes geht hervor, dass auch beim Schnittholz die Festigkeitsabnahme von der Perforationsdichte, -tiefe und -art abhängig ist *(Tabelle 6)*.

Tabelle 6. Einfluss der technischen Perforation von Schnittholz auf dessen physikalische Eigenschaften.

Holzquerschnitt mm	*Schlitze n/m²*	*Tiefe mm*	*Biegefestigkeit %*	*Biege-E-Modul %*
Burmester (1983): Fichte 50 x 80 bis 100/120 mm	13 400[1)]	10	nn	nd
Banks (1973): Fichte 50 x 50 mm	9 245	6	– 16	– 13
Kass (1975): Kiefer 50 x 100 mm	806	9,5	– 7	– 4
	3 838	9,5	– 26	– 9
Peyresaubes (1985): Fichte 95 x 95 mm	7 030[2)]	4– 6	– 7	– 0
	4 782[3)]	6–10	– 18	– 4

nn = Unterschied zu unbehandeltem Holz nicht nachweisbar
nd = Prüfung nicht durchgeführt
1) Nadel von 0,6 mm Durchmesser
2) Messer von 9 mm Länge und 1,2 mm Breite
3) Messer von 16 mm Länge und 1,65 mm Breite

Bei einer 10 mm tiefen Perforation von Fichtenkanthölzern (Querschnittsabmessungen von 5 x 8 bis 10 x 12 cm) mit 0,6 mm dicken Nadeln und einer Lochdichte von 13 400 Löchern pro m² waren im Vergleich zu unbehandelten Kanthölzern keine Unterschiede in der Biegefestigkeit zu beobachten (*A. Burmester,* 1983).

Wird das Holz mit Messern perforiert, so wird in Abhängigkeit von der Dicke und Länge des Schlitzmessers, der Einstichtiefe und der Anzahl der Einstiche eine Festigkeitsminderung von 7 bis 26 % und eine Änderung des E-Moduls von 4 bis 13 % erreicht.

Aus dem Vergleich der Daten der biologischen und technischen Perforation geht hervor, dass für eine signifikante Schwächung der Holzfestigkeit sehr viele Holzfasern durch Insekten oder durch Nadeln, Bohrer respektive Messer durchtrennt werden müssen.

3.3 Ästhetische Beeinträchtigung durch Bläue-Infektion

Verschiedene Autoren haben die Bedeutung einheimischer, holzbewohnender Insekten wie Werft-, Kern- und Nutzholzborkenkäfer sowie von Holzwespen für die Infektion von Holz mit Pilzen, die Verfärbungen am Holz hervorrufen, beschrieben (*E. M. Bennet,* 1988; *H. Butin,* 1983; *M. M. Furniss,* 1990, *J. Reisch*, 1974). Im Zusammenhang mit dem Befall von Fichtenholz aus Waldschadensgebieten durch Kupferstecher *(Pityogenes chalcographus),* Buchdrucker *(Ips typographus)* und Liniertem Nutzholzborkenkäfer *(Trypodendron lineatum)* konnte *Saur* (1986) vor allem einen Befall durch *Ceratocystis*-Arten und *Aureobasidium pullulans* nachweisen. *Ceratocystis picea* ist ein typischer, durch Insekten und Luftbewegung verbreiteter Bläuepilz (H. Butin, 1965). Furniss (1990) konnte von 71 % der gesammelten Käfer von *Ips typographus* symbiontische Bläuepilze aus der Gattung *Ophiostoma* isolieren. Diese führten bei Infektionsversuchen an der nordischen Fichte innerhalb von drei Wochen bis zu einer 26 mm tiefen Verblauung. Auch Pilze aus den Gattungen *Leptographium* und *Graphium* sind mit Rindenbrütern assoziiert (*M. J. Wingfield,* 1991). Bläuepilze haben auch die Möglichkeit, durch feuchte Einbohr- respektive Ausfluglöcher einzudringen. In der Schweiz kann die Bläue am intensivsten an der während der Vegetationszeit gefällten Kiefer beobachtet werden.

Diese pilzbedingte Holzverfärbung führt, wie allgemein aus der Literatur bekannt, selbst bei der sehr bläue-anfälligen Kiefer zu keiner Minderung der Holzfestigkeit (*H. v. Pechmann,* 1964) *(Tabellen 4* und *5*). Eine Entwertung ist nur da zu beklagen, wo der Bauherr das Holz sichtbar und in Holzfarbe verbauen will. Eine nachträgliche Beseitigung dieser Verfärbungen verursacht bei Faser- und Bauholz hohe Bleichkosten.

Die Verblauung selbst kann zu einer erhöhten Resistenz des Holzes gegen Hausbock *(Hylotrupes bajulus)* und zu einer stärkeren Anfälligkeit auf den Gemeinen Nagekäfer *(Anobium punctatum)* führen (E. Graf, 1991 a).

3.4 Verminderung der Festigkeit durch das Einschleppen holzzerstörender Pilze

Nach *Francke-Grosmann* (1939) besteht bei den Holzwespen der Gattungen *Sirex, Paururus* und *Tremex* in Nadelholz eine feste Gemeinschaft mit den holzzerstörenden Pilzen *Trametes odorata* und *Stereum sanguinolentum* Fr., der zu der im Bauwesen unzulässigen Rotstreifigkeit mit Rot- und Weissfäule führt. Diese kann die Bruchfestigkeit von dünnen Schnittholzproben um 10 % reduzieren (H. v. Pechmann, 1967). Das gemeinsame Auftreten von Rotstreifigkeit mit Holzwespen wird durch Glos (1989 a) bestätigt. Sie können bei fehlerfreiem Holz (keine Äste) die Festigkeit bis 20 % mindern. Beobachtungen

an Sturmholzlagern haben gezeigt, dass auch der Fichtenbock (*Tetropium* ssp.) Ursache von Pilzinfektionen sein kann, deren wirtschaftliche Bedeutung nicht beschrieben ist.

Bei den Lagerversuchen von *Kuhn* (1992) ist die geringe Entwertung des Holzes durch Pilze auffallend. Dies ist eventuell darauf zurückzuführen, dass durch die insektizide Behandlung des Rundholzes der Rindenschutzmantel nicht durch Ausflug- und Einbohrlöcher von Insekten verletzt werden konnte.

3.5 Folgeschäden durch Weiterentwicklung am trockenen Holz

Kufner (1973) stellte im Bereich der Bruchbilder von Fichten- und Kiefernmasten mit Brutanlagen vor allem Lagerfäulepilze fest. In EMPA-Feldversuchen wurde beobachtet, dass mit Basilit-CFK druckimprägnierte Abschnitte, mit Bohrperforation in der Erdzone, die von der gleichen stark durch Feuchtholzinsekten befallenen Fichte stammten, eine sehr unterschiedliche Standdauer aufweisen können. Während der eine Abschnitt bereits nach 13 Jahren vollständig durch Innenfäule (*Gloeophyllum* ssp.) zerstört war, steht der andere Abschnitt nach 15 Jahren noch völlig gesund im Versuchsfeld. Wann und wo die Infektion stattgefunden hatte, kann nicht mehr nachgewiesen werden. Von Insekten perforiertes Holz dürfte am ehesten während der waagrechten Lagerung von holzzerstörenden Pilzen infiziert werden, wenn die Frassgänge offen sind und in ihnen Wasser stagnieren kann und eventuell zusätzlich Sekundärinsekten in die Gänge eindringen.

Bedingt durch Gerichtsurteile wird heute in Deutschland verlangt, dass Ausfluglöcher von Frischholzinsekten bei Fensterhölzern, die nicht überstrichen werden, zugekittet werden müssen.

Forstinsekten mit mehrjährigem Entwicklungszyklus, zum Beispiel Holzwespen und Bockkäfer, können im Bauwesen zu Folgeschäden führen, wenn sie beim Schlüpfen Dampfsperren oder Anstrichfilme durchnagen. Solche Verletzungen des Anstrichfilmes führen bei bewitterten Holzbauteilen zu Durchfeuchtung und Innenfäule und damit zu einer wesentlichen Verkürzung der Lebensdauer, weil die Feuchte nur schlecht wieder entweichen kann. Durchlöcherte Dampfsperren erhöhen das Pilzrisiko bei Holzbauteilen in Gebäuden.

4. Massnahmen zur Qualitätssicherung

4.1 Massnahmen im Wald

Entsprechend den Beobachtungen bei der Schutzmittelprüfung gegen Werft- und Nutzholzborkenkäfer wird Holz, das zwischen Dezember und Februar gefällt wird, weniger von diesen Insekten befallen als Holz, das vor oder nach dieser Zeit gefällt wird. Dies wird auch von *Klimetzek* (1984) bestätigt. Ein Beitrag zur Qualitätssicherung gegen weitere Sekundärschäden durch Feuchtholzinsekten und holzzerstörende Pilze bietet der rechtzeitige Einschlag bereits abgestorbener Bäume sowie die rasche Aufarbeitung und Sortierung von immissionsgeschädigtem Holz. Wird dieses Holz schnell aufgearbeitet, so erwachsen dem Bauwerk keine weiteren Nachteile. Gesundes Holz aus stark geschwächten Tannen und Fichten ist gar resistenter gegen einen späteren Hausbockbefall (E. Graf, 1989 b).

Lockstoff-Fallen, zum Beispiel mit Lineatin (Linoprax), gegen den Linierten Nutzholzborkenkäfer können im Wald zu Monitoring-Zwecken eingesetzt werden, damit der Zeitpunkt vorbeugender Massnahmen richtig gewählt werden kann (E. Graf, 1989 a; *E. König,* 1992). Diese Fallen sind aber kein Mittel zur Bekämpfung respektive Verminderung der Schädlingspopulation. Bei chemischen Schutzmassnahmen sind die notwendigen rechtlichen und organisatorischen Massnahmen zu berücksichtigen (E. Graf, 1993). Gegen den Fichtenbock empfiehlt sich, das Rundholz spätestens bis August zu entrinden, bevor sich die Larven aus dem Bast in das Splintholz einbohren (E. Graf, 1991 b).

Bäume respektive deren Teile, die für Furniere und Schreinerprodukte bestimmt sind, müssen, um einer Wertminderung vorzubeugen, direkt nach dem Fällen abgetrennt, verarbeitet respektive getrocknet und sachgerecht gelagert werden.

Im Wald empfiehlt sich, jährlich den Lagerstandort des berindeten Rundholzes zu wechseln, um in der Umgebung der Polter ein Depot von Frischholzinsekten und die Bildung einer gegen Insektizide resistenten Population zu verhindern.

4.2 Holzlagerung und Bearbeitung

Die Risiken eines Befalls durch Forstinsekten können wesentlich gesenkt werden, wenn das Holz nach dem Fällen möglichst umgehend in die Sägerei transportiert, dort sauber von Rinde und Bast befreit, aufgesägt, auf eine Holzfeuchte unter 18 % getrocknet und luftig gestapelt wird, so dass sich weder Scheiben- und Fichtenböcke noch holzverfärbende und zerstörende Pilze entwickeln können. Beim Einschnitt des Holzes nach CIM-Verfahren

empfiehlt es sich, die Schnittebenen so anzulegen, dass auf der Seite mit dem intensivsten Befall zwischen Baumkante und Konstruktionsholz Bretter gesägt werden. Diese dürfen aber nicht für tragende Konstruktionen oder Gerüstbretter verwendet werden (*Anonym,* 1992).

Sowohl bei unbehandeltem wie bei druckimprägniertem Holz ist darauf zu achten, dass die Zeit der waagrechten Lagerung der Bauteile ohne Witterungsschutz kurz gehalten wird, um eine Stagnation von Wasser und eine Infektion durch holzzerstörende Pilze möglichst auszuschliessen. Gemäss Vorschriften von VSE/PTT dürfen Masten, die mehr als ein Jahr waagrecht gelagert worden sind, nicht mehr im Leitungsnetz eingebaut werden.

4.3 Leitungsmasten

Gemäss Schmidt (1975) können in der Boden-Luft-Zone von Leitungsmasten auf eine Länge von 2 Metern bis zu 400 Einbohrlöcher des Linierten Nutzholzborkenkäfers *(Trypodendron lineatum)* toleriert werden. Auf eine Stangenlänge von 50 mm dürfen aber nicht mehr als 25 Löcher vorliegen. In keiner Publikation wird darauf verwiesen, wie weit ein Befall durch den Werftkäfer diese Toleranzgrenzen verändert. Auf alle Fälle darf vor dem Leitungsbau keine Pilzinfektion stattgefunden haben.

4.4 Baunormen

Aus den verschiedenen Untersuchungen ergibt sich (Kapitel 3), dass eine Revision der Norm SIA 164 bezüglich biologischer Qualitätskriterien des Holzes angestrebt werden sollte. Gleichzeitig müsste auch versucht werden, auf die europäischen Holzbaunormen Einfluss zu nehmen. Denn in ihnen werden die Qualitätskriterien für ein CE-Kennzeichen festgelegt. Produkte mit einem entsprechenden Kennzeichen können künftig ohne Beschränkung in den Verkehr gebracht und ohne bisher notwendige weitere Zulassungen von den Mitgliedstaaten der EG ein- und ausgeführt werden.

Besser definierte Qualitätskriterien könnten zu einer Wertsteigerung des Holzes führen. Es müsste weniger Holz der nächsttieferen Festigkeitsklasse zugeteilt werden, und als Bauschäden deklarierte Mängel könnten besser objektiviert werden.

Gemäss den verschiedenen Untersuchungen könnte bei Kanthölzern folgender maximal zulässiger Befall bezüglich einer Bauteillänge von 150 mm diskutiert werden:

- 50 Löcher von Frischholzinsekten mit einem Durchmesser von 1 bis 1,5 mm oder

- 5 Larvengänge oder Fluglöcher von Holzwespen oder Fichtenböcken mit einem Durchmesser von 2 bis 8 mm
- unter Ausschluss holzzerstörender Pilze.
- Die Rotstreifigkeit ist, solange keine Rotfäule vorliegt, nur bei astfreiem Material zu berücksichtigen.

Hantsch (1984) postulierte gar, dass Bretter noch verwertbar sind, die nicht mehr als drei grosse Insektenlöcher von Holzwespen auf einen Meter Brettlänge aufweisen und die beliebig viele kleine Insektenlöcher des Nutzholzborkenkäfers aufweisen. Solche Bretter dürfen aber aus Sicherheitsgründen nicht als Gerüstbretter eingesetzt werden.

4.5 Information

In der Regel werden Bohrgänge von Werft- und Nutzholzborkenkäfern durch Architekten und Bauherren im Dach nicht geduldet, da eine Weiterentwicklung dieser Insekten befürchtet wird. Dies erfordert einerseits eine vermehrte Information der betroffenen Personen bezüglich der Merkmale und des Einflusses verschiedener holzbewohnender Insekten. Anderseits ist in Kursen für Holz- und Forstwirtschaft vermehrt auf die verschiedenen vorbeugenden Massnahmen im Sinne eines integrierten Holzschutzes (E. Graf, 1992) aufmerksam zu machen, die zu einer Qualitätserhaltung des Holzes führen.

4.6 Forschung

Aus den oben erwähnten Ausführungen geht hervor, dass verschiedene Einflüsse von Forstinsekten auf die Holzqualität bekannt sind. Zur wirtschaftlichen Bedeutung dieser Insekten liegen aber bis heute keine systematischen objektiven Studien vor, die Auskunft geben, mit welchen insekten-bedingten Verlusten jährlich gerechnet werden muss. Somit basieren Diskussionen um den Holzpreis vor allem auf Absprachen und Empfehlungen von Verbänden. Hier könnte durch gezielte gemeinsame Forschung verschiedener Institute mit holzverarbeitenden Betrieben ein Beitrag zur Objektivierung der Verhandlungen zwischen Forst- und Holzwirtschaft einerseits sowie mit Architekten, Ingenieuren und Bauherren anderseits geleistet werden.

Résumé

Influence d'insectes forestiers sur la qualité du bois

Les galeries, trous d'envol et l'infection par des champignons à la suite d'une attaque d'insectes parasites peuvent modifier l'aspect esthétique du bois.

Par contre, lorsqu'il comporte soit un grand nombre de petits trous resp. orifices dus à des lymexylonidés et/ou scolytides, soit plusieurs galeries forées par des sirex et/ou cérambycidés (capricornes ou longicornes) ou encore une infection secondaire par des champignons destructeurs de bois, ses propriétés physiques en seront affectées. Des mesures de préservation appropriées, l'adaptation des normes de construction aux connaissances techniques actuelles et la recherche interdisciplinaire permettront d'amoindrir les risques auxquels le bois de construction est exposé.

Literatur

Anonym (1992): Qualität von Gerüstbrettern. Merkblatt 1992. Ed.: EMPA, SHIV, SUWA, LIGNUM, SBV (deutsch, französisch), EMPA, Abt. Holz, Dübendorf: 7 S.

Banks (1973): Preservative penetration of spruce – close spaced incising and improvement. Timber Trades J. 285 (supplement): 51–53.

Bennet, E. M., Tattar, T. A. (1988): Bluestain fungi and insect vector interaction in Japanese black and scots pine mortality. Arboricultural J. *12:* 237–247.

Burmester, A. (1983): Einfluss der Nadelperforation auf die Biegefestigkeit von Fichtenholz. Holz als Roh- und Werkstoff *41:* 331–332.

Butin, H. (1965): Untersuchungen zur Ökologie einiger Bläuepilze an verarbeitetem Kiefernholz. Flora *155:* 400–440.

Butin, H. (1983): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.

Emele, W. (1992): Optimale Rundholzausnutzung dank Computerunterstützung. Vortrag: Intertech Bodensee, 5.11.1992, St. Gallen.

Francke-Grosmann, H. (1939): Über das Zusammenleben von Holzwespen *(Siricinae)* mit Pilzen. Z. angew. Entomol. *25:* 647–680.

Furniss, M. M. et al. (1990): Transmission of blue-stain fungi by *Ips typographus (Col.: Scolytidae)* in Norway spruce. Ann. Entomol. Soc. Am. *83* (4): 712–716.

Glos, P., Gamm, A. (1986): Biegefestigkeit von Fichten-Kantholz mit *Xyloterus lineatus*-Befall. Holz als Roh- u. Werkstoff *44:* 114.

Glos, P. (1989 a): Festigkeit von Fichten-Bauholz mit Insekten- und Pilzbefall – Biegefestigkeit. Holz als Roh- und Werkstoff *47:* 329–335.

Glos, P. (1989 b): Festigkeit von Fichten-Bauholz mit Insekten- und Pilzbefall – Druck- und Zugfestigkeit. Holz als Roh- und Werkstoff *47:* 365–371.

Graf, E., Manser, P. (1989 a): Beitrag zur Biologie der Nutzholzborkenkäfer in den Forstbezirken der Stadt St. Gallen. Schweiz. Z. Forstwes. *140* (12): 1043–1054.

Graf, E., Manser, P., Schmitter, M. (1989 b): Einfluss der Vitalität von Fichten und Tannen auf die Resistenz des Bauholzes gegen Eilarven des Hausbockes (*Hylotrupes bajulus* L., *Cerambycidae*). Material und Organismen *24* (2); 93–105.

Graf, E. (1991 a): Biologischer und biotechnischer Holzschutz. Forschungsbericht 23 017. EMPA-St. Gallen: 49 S.

Graf, E. (1991 b): Merkblatt Fichtenbock. Schweiz. Holzzeitung (20), 10–12.

Graf, E. (1992): Integrierter Holzschutz. Vortrag: Intertech-Bodensee, 5.11.1992, St. Gallen. EMPA-Bericht 23 90008: 9 S.

Graf, E. (1993): Rechtliche und organisatorische Aspekte zum chemischen Holzschutz bei der Sturmholzlagerung. Schweiz. Z. Forstwes. 144 (11).

Hantsch, W. (1984): Zum Einsatz rauchgeschädigten Holzes in Sägewerken – Schnittholzausbeute und Gebrauchswerteigenschaften. Holztechnologie *25* (6): 289–293.
Kass, A. J. (1975): Effect of incising on bending properties of redwood dimension lumber. U.S.D.A. Forest Service Research Paper FPL 259.
Klimetzek, D. (1984): Grundlagen einer Überwachung und Bekämpfung der Nutzholzborkenkäfer *(Trypodendron lineatum)* mit Lock- und Ablenkstoffen. Freiburger Waldschutz – Abh. 5. Freiburg: 227 S.
Klingler, K. (1987): Schädliche Frischholzinsekten und deren Bekämpfung. Wald + Holz 68, 401–410.
König, E. (1992): Der Massenfang des Gestreiften Nutzholzborkenkäfers und sein Einfluss auf den Befall der im Wald lagernden Rundhölzer. Holz-Zbl. 118 (48/49): 754–755.
Kufner, M., v. Roth, W., Schmidt, H. (1973): Zur Festigkeit von Holzmasten mit *Xyloterus*-Befall. Holz als Roh- u. Werkstoff *31:* 337–341.
Kuhn, Ch. (1992): Wertentwicklung bei der Waldlagerung von Fichten-/Tannen-Rundholz. Schweiz. Z. Forstwes. *143* (9): 783–794.
Möhler, K. (1969): Einfluss der mechanischen Vorbehandlung auf die Biegefestigkeit von salzgetränkten Fichtenmasten. Holz-Zbl. 95: 2279–2281.
v. Pechmann, H., Graessle, E., Wutz, A. (1964): Untersuchungen über Bläuepilze an Kiefernholz. Forstwiss. Cbl. *83:* 290–314.
v. Pechmann, H. et al. (1967): Untersuchungen über die Rotstreifigkeit des Fichtenholzes. Forstwissenschaftl. Forschungen. Beihefte zum Forstwiss. Cbl. H. 27.
Perrin, P. W. (1978): Review of incising and its effects on strength and preservative treatment of wood. Forest. Prod. J. *28* (9): 27–33.
Peyresaubes, R. (1985): Report on some research by the WEI on incising of refractory timbers as an aid to effective preservation. J. of the Inst. of Wood Science *9*: 170–177.
Reisch, J. (1974): Waldschutz und Umwelt. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 568 S.
Saur, I., Seehann, G., Liese W. (1986): Zur Verblauung von Fichtenholz aus Waldschadensgebieten. Holz als Roh- und Werkstoff *44:* 329–332.
Schmidt, H. (1973): Nutzholzborkenkäferbefall an Holzmasten. Holz Zbl. *99* (5): 33.
Schmidt, H., v. Roth, W. (1975): Einfluss von *Xyloterus*-Einbohröffnungen auf die Festigkeit von Holzmasten. Holz als Roh- u. Werkstoff *33:* 349–352.
Schober, B. (1986): Physikalisch-mechanische Eigenschaften von immissions- und sekundärgeschädigtem Fichtenholz. Holztechnologie *27:* 242–245.
Wälchli, O. (1970): Nutzholzborkenkäfer als Schädlinge in Leitungsmasten. Bull. SEV/VSE *61* (20): 256–257.
Wingfield, M. J., Gibbs, J. N. (1991): *Leptographium* and *Graphium* species associated with pine-infesting bark beetles in England. Mycol. Res. *95* (11): 1257–1260.

Normen und Vorschriften

SIA 164: Holzbau. Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich: 79 S. (= Schweizer Norm SN 553 164).
VSE/PTT: Allgemeine Bedingungen für die Lieferung von imprägnierten Holzmasten. Nr. 2.51 (1987): 6 S.
prEN 209.2: Timber poles for overhead lines – Part 2: Grading and strength classes. (1992): 12 S.

Verfasser: Dr. Erwin Graf, Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), Abt. Biologie, Unterstrasse 11, CH-9001 St. Gallen.