

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 151 (2000)

Heft: 8

Artikel: Beitrag zum eingeschleppten Schwarzen Nutzholzborkenkäfer *Xylosandrus germanus* : Biologie und Schadenpotential an im Wald gelagerten Rundholz im Vergleich zu *Xyloterus lineatus* und *Hylecoetus dermestoides*

Autor: Graf, Erwin / Manser, Pius

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098369>

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: 01.05.2026

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

Beitrag zum eingeschleppten Schwarzen Nutzholzborkenkäfer *Xylosandrus germanus*. Biologie und Schadenpotential an im Wald gelagertem Rundholz im Vergleich zu *Xyloterus lineatus* und *Hylecoetus dermestoides*

ERWIN GRAF und PIUS MANSER

Keywords: *Xylosandrus germanus*; *Xyloterus lineatus*; *Hylecoetus dermestoides*; population development in Japanese Scolytid beetle; prevention against insect damage on round timber. FDK 145 : 153 : 453 : 84 : 852.5

Abstract: In 1995, significant damage caused by *Xylosandrus germanus* (Blandford) was reported on round timber, both with bark and decorticated, of Norway spruce and fir. The insecticides used against *Xyloterus lineatus* and *Hylecoetus dermestoides* (L.), showed an insufficient to no effect against *X. germanus*. Between 1996 and 1998, the development of the populations were investigated, the effectiveness of insecticides tested and the influence of felling date, decortication and storage site investigated in correlation with the intensity of damage. The decreasing population density, the activity of the insects as well as recommendations for felling and removal of round timber are illustrated and discussed.

Abstract: 1995 wurden grosse Schäden durch den Schwarzen Nutzholzborkenkäfer, *Xylosandrus germanus* (Blandford), an berindetem und entrindetem Rundholz von Fichte und Tanne gemeldet. Die gegen den Linierten Nutzholzborkenkäfer, *Xyloterus lineatus* (Ol.), und den Sägehörnigen Werftkäfer, *Hylecoetus dermestoides* (L.), eingesetzten Insektizide zeigten eine ungenügende oder keine Wirkung gegen *X. germanus*. Zwischen 1996 und 1998 wurde die Entwicklung der Populationen beobachtet, die Wirksamkeit von Insektiziden geprüft und Einflüsse von Fälltermin, Entrindung und Lagerort auf die Befallsintensität studiert. Dargestellt und diskutiert werden die abnehmende Populationsdichte und die Aktivitäten der Insekten sowie Empfehlungen für Holzfällung und -abfuhr.

1. Einleitung

Der Schwarze Nutzholzborkenkäfer, *Xylosandrus germanus* (Blandford), wurde in der Schweiz zum ersten Mal 1984 in der Nähe von Basel gefunden und bestimmt (MAKSYMOV, 1987). Danach konnte er beinahe jährlich – vor allem in der Nordwestschweiz – sehr lokal und vereinzelt beobachtet werden. Dies veranlasste den phytosanitären Beobachtungs- und Meldedienst der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, 1991 ein Bulletin über dieses Insekt herauszugeben (JANSEN & FORSTER, 1991).

1995 ist der Schwarze Nutzholzborkenkäfer erstmals im Schweizer Mittelland und im Jura verbreitet an berindetem und entrindetem Rundholz von Fichte (*Picea abies* (L.) H.K.) und Tanne (*Abies alba* Mill.) aufgetreten (Abbildungen 1 und 2). Im gleichen Jahr wurden der EMPA Schäden an etwa 20 000 m³ Rundholz mit einem geschätzten Wertverlust von rund 1 Million Franken gemeldet. Die gegen den Linierten Nutzholzborkenkäfer, *Xyloterus lineatus* (Ol.)¹, und den Sägehörnigen Werftkäfer, *Hylecoetus dermestoides* (L.), eingesetzten Insektizide zeigten gegen *X. germanus* eine ungenügende oder keine Wirkung (GRAF & MANSER, 1996a).

Auf Grund dieser Situation wandten sich Vertreter der Forst- und Sägereiwirtschaft, des Phytosanitären Beobachtungs- und Meldedienstes der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (PBMD/WSL) sowie der Eidgenössischen Forstdirektion an die EMPA, in deren Aufgabengebiet der Schutz des gelagerten Rundholzes gegen biogene Schäden gehört, mit der dringenden Anfrage nach möglichen Schutzmassnahmen. Mit finanzieller Unterstützung insbesondere der Abteilung Wald und Holz der Eidgenössischen Forstdirektion, des Selbsthilfefonds der Schweizerischen Wald- und Holzwirtschaft sowie des Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung und der Interessengemeinschaft Holzschutz (IGH) konnten während der Jahre 1996 und 1997 im schweizerischen Mittelland Untersuchungen zur Biologie

und zum Schadenpotential des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers durchgeführt werden. Sie hatten zum Ziel, mögliche Massnahmen zum Schutz des Rund- und Schnittholzes gegen eine biogene Entwertung zu erkennen.

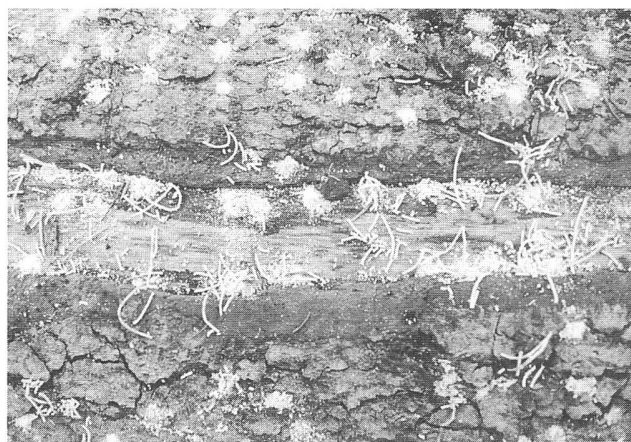


Abbildung 1: Charakteristischer Bohrmehlauswurf durch den Schwarzen Nutzholzborkenkäfer, *Xylosandrus germanus*.

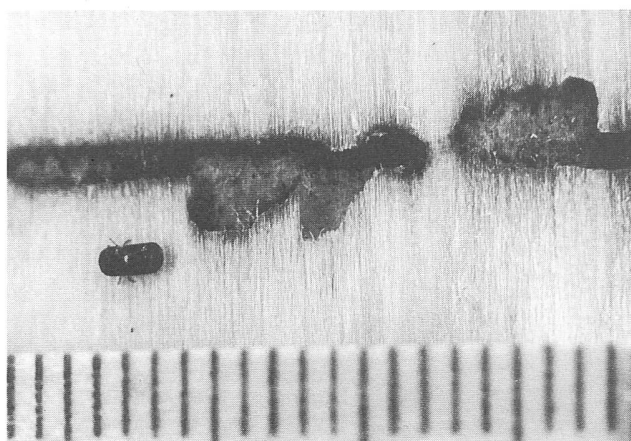


Abbildung 2: Brutbild des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers, *Xylosandrus germanus*.

¹ Synonym: *Trypodendrum lineatum* (Ol.) (PFEFFER, 1994; POSTNER, 1974).

2. Material und Methoden

1995 konnten gegen Ende der Aktivitätsphase des Borkenkäfers noch einige Schadenfälle untersucht werden. Die Hauptversuche konzentrierten sich auf die Jahre 1996 und 1997. Da für die Jahre 1998 und 1999 eine niedrige Populationsdichte prognostiziert werden musste, wurden während diesen Jahren die Untersuchungen an Rundholzpoltern unterbrochen.

Die Abklärungen zur Biologie und zum Schadenpotential von *X. germanus* erfolgten alle im schweizerischen Mittelland im Forstkreis Zofingen. Auf Grund des Klimas und der Höhenlage (460 bis 540 m ü. M.) war in diesem Gebiet am ehesten mit einer hohen Populationsdichte zu rechnen. In Forstrevieren der Gemeinden Brittnau, Murgenthal, Rothrist und Zofingen wurden Schlitzfallen zur Kontrolle des Käferflugs aufgehängt sowie diverse berindete und entrindete Rundholzpolter von etwa 10 m Länge von den Forstangestellten zur Beobachtung der Einbohraktivität der Käfer und des Schadenpotentials bereit gestellt. Zur Interpretation der Resultate wurden die Klimadaten der SMA-MeteoSchweiz der Messstation Wynau (AG) herangezogen.

2.1 Verbreitung des Käfers

Zur Klärung der Verbreitung des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers dienten insbesondere die Angaben von JANSEN & FORSTER (1991) und FORSTER (1997 und pers. Mitt.) (PBMD, WSL). Diese Daten basieren auf Meldungen der kantonalen Forstschutzbeauftragten, einzelner Förster und Säger sowie auf eigenen Beobachtungen. Getrennt von diesen Informationen erhielt die EMPA auch direkte Hinweise über bestimmte Befallsherde. Diese stammten insbesondere aus der Nordwestschweiz. Zusätzlich wurden Säger und Förster über die Zeitschriften «Schweizer Holzzeitung» und «Wald und Holz» aufgegrufen, das Vorkommen des Käfers zu melden. Als Diagnosehilfe wurde ein Artikel über das Insekt und die Befallsmerkmale publiziert (GRAF & MANSER, 1996a).

2.2 Käferflug

Zurzeit sind beim Schwarzen Nutzholzborkenkäfer noch keine wirts- bzw. artspezifische Lockstoffe bekannt. Gemäss FIORENTINO (1985) wirkt Ethanol attraktiv auf die Käfer. Daher wurde Filterpapier von 10 x 12 cm mit 80%igem Ethanol getränkt und in 16 x 11,5 cm grosse Polyethylenbeutel (Dicke: 50 bis 70 µm) eingeschweisst. Schwarze Schlitzfallen der Marke Teyson® wurden mit diesen Beuteln bestückt und in verschiedenen Forstrevieren im Bereich der Versuchspolter aufgehängt. Es wurden auch Schlitzfallen mit Lineatin® exponiert, um parallel den Flug von *X. lineatus* beobachten zu können.

2.3 Einbohraktivität der Käfer

Zur Abklärung der Einbohraktivität und des Schadenpotentials der Käfer wurden aus Fichten- und Tannenstämmen neun Polter von je etwa 30 m³ an neun verschiedenen Standorten errichtet. Dabei wurden die folgenden drei Varianten geprüft (Tabelle 1: A,B,C):

Tabelle 1: Lagervarianten und ihre Bedingungen.

Variante	Polter	m ü. M.	Fällzeit	Lagerart	Teilentzündung
A	1-3	515-535	1.11.-10.12.95	sonnig, trocken	22.2.-1.3.96
B	4-6	475-525	1.11.-10.12.95	schattig, feucht	22.2.-1.3.96
C	7-9	460-535	12.-18.3.96	schattig, feucht	26.3.96

Die Stämme der Varianten A und B wurden zwischen dem 22. Februar und dem 1. März 1996 und jene der Variante C am 26. März 1996 auf die halbe Länge entrindet, damit der Einfluss der Entrindung auf die Befallswahrscheinlichkeit studiert werden konnte. Auf den berindeten und den entrindeten Stammteilen wurden je eine Zone von 2 m Länge als Beobachtungsfläche markiert.

Auf den Beobachtungsflächen der berindeten bzw. entrindeten Stammteile wurde die Einbohraktivität der Nutzholzinsekten verfolgt. Das Einbohren von *X. lineatus* ist sehr gut an dem etwa 2 mm breiten Bohrloch mit den hellen Bohrmehlhäufchen zu erkennen. Einbohrungen von *X. germanus* unterscheiden sich durch das kleinere, etwa 1 mm grosse Bohrloch und das charakteristische Ausstossen von bis zu 50 mm langen Bohrmehlwürstchen (Abbildung 1). Die Bohraktivität von *H. dermestoides* ist am sehr feinen Bohrmehl mit den leichten, watteartigen Bohrmehlhäufchen zu erkennen. Die bei den einzelnen Kontrollen registrierten Löcher wurden mit Forstfarbspray markiert, damit neue Einbohrungen schnell erkannt werden konnten. Die Rundholzpolter wurden in der Regel wöchentlich kontrolliert.

2.4 Schadenpotential des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers

Nach der Waldlagerung wurde das Rundholz in die Sägerei transportiert und zwei bis drei Tage später aufgesägt. Die Stammabschnitte der Varianten A und B wurden in Langnau/LU auf einer Vertikal-Bandsäge und jene der Variante C in Richenthal/LU auf einer Horizontal-Bandsäge aufgeschnitten. Das Aufsägen mit der Bandsäge erlaubt eine bestmögliche Ausnutzung des Stammquerschnitts und eine praxisnahe Aussage über das Schadenpotential des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers. Dies hatte aber auch zur Folge, dass keine einheitlichen Schnittmuster festgelegt und ausgewertet werden konnten.

Zwischen dem 20. August und dem September 1996 erfolgten in den Sägereien die Schadenerhebungen. Dabei wurde der Befall durch Bläue und durch *X. germanus* analog zu früheren Untersuchungen wie in Tabelle 2 taxiert (GRAF & MANSER, 1994a, 1995):

Tabelle 2: Kriterien für die Schadenbeurteilung.

Befall	kein [0]	schwach [1]	stark [2]
<i>Xylosandrus</i>	ohne Bohrgänge	< 10 Bohrgänge pro Laufmeter und Umfang des Schnittholzes	> 10 Bohrgänge pro Laufmeter und Umfang des Schnittholzes
Bläue	keine Verfärbung	leichte lokale Verfärbung, keine zusammenhängende streifenförmige Verblauung	zusammenhängende Verfärbungen oder fleckenartig über die ganze Probenlänge verteilt

Als Verblauung im Sinne dieses Beurteilungsschemas wurden die Verfärbungen ausserhalb der Frassgänge und Brutbilder der Borkenkäfer angesprochen, da sowohl Liniertes wie Schwarzer Nutzholzborkenkäfer mit Ambrosiapilzen vergesellschaftet sind. Gleichzeitig wurde das Schnittholz qualitativ auf zusätzliche Schäden durch *H. dermestoides*, *X. lineatus*, sowie Rotstreifigkeit untersucht.

An von *X. germanus* befallenen Brettern wurde die Eindringtiefe seiner Käfer ausgemessen und mit der Einbohrtiefe der Larven von *H. dermestoides* und der Käfer von *X. lineatus* verglichen.

Parallel zu diesen biologischen Untersuchungen wurden umfangreiche Analysen zur Wirksamkeit von Insektiziden zum Schutz des Rundholzes gegen den Schwarzen Nutzholzborkenkäfer durchgeführt. Parallel wurde während der Wald-

lagerung der Wirkstoffverlust auf dem Rundholz chemisch-analytisch analog zu früheren Versuchen in St. Gallen verfolgt (GRAF *et al.*, 1994b). Diese Daten sind Gegenstand einer späteren Veröffentlichung.

3. Resultate

3.1 Wirtspflanzen

Gemäss Forstschuttliteratur befällt der Schwarze Nutzholzborkenkäfer bevorzugt Laubhölzer. In Europa wurde er unter anderem an folgenden Baumarten beobachtet: Buche (*Fagus silvatica*), Eiche (*Quercus* spp.), Edelkastanie (*Castanea sativa*), Birke (*Betula* sp.), Hagebuche (*Carpinus betulus*), Ahorn (*Acer* sp.), Ulme (*Ulmus* sp.), Nussbaum (*Juglans* sp.), Kirschbaum (*Prunus* sp.), Erle (*Alnus glutinosa*) und Robinie (*Robinia pseudoacacia*) (KAMP, 1968, 1970; KOCH, 1992; SCHEDL, 1981). Bisher konnte kein Angriff auf Obstbäume der Ordnung *Rosaceae* festgestellt werden (BRUGE, 1995). Nur vereinzelt werden Hinweise auf den Befall von Nadelholzarten wie Fichte (*Picea abies*), Tanne (*Abies alba*) und Strobe (*Pinus strobus*) gemacht (GRÜNE, 1979; FIORENTINO, 1985).

Bedeutsame wirtschaftliche Schäden wurden bisher in der Schweiz nur an Nadelholz gemeldet. Dies dürfte besonders darauf zurückzuführen sein, dass nur hochwertiges Nadelholz über längere Zeit im Wald gelagert wird. Laubholz, welches für die Möbelherstellung bestimmt ist, wird möglichst schnell nach der Fällung aus dem Wald abgeführt. Daher wurde die vorliegende Studie zur Biologie von *X. germanus* und zu möglichen Schutzmassnahmen auf Fichte und Tanne eingeschränkt.

3.2 Örtliches und zeitliches Auftreten

Der Schwarze Nutzholzborkenkäfer stammt aus Ostasien, Japan, Korea und Taiwan. Er wurde höchstwahrscheinlich mit dem Transport von befallenem Holz von Kontinent zu Kontinent verschleppt. 1932 wurde er erstmals in Nordamerika beobachtet und ab 1952 in Süddeutschland festgestellt (GROSCHKE, 1953). Er ist anschliessend aus der Umgebung von Darmstadt in Höhenlagen von 100 bis 400 m ü. M. in südlicher Richtung über das Neckarbergland, den Rhein aufwärts bis zum Oberrhein zwischen Konstanz und den südlichen Westhängen des Schwarzwaldes vorgedrungen (WICHMANN, 1955). Durch die Bestimmung von Käfern aus der Umgebung von Basel durch Bovey trat diese Insektenart erstmals 1984 in der Schweiz in Erscheinung (MAKSYMOW, 1987). In der Zwischenzeit haben sich hier offenbar eigenständige Populationen etabliert. Die Verbreitung des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers in der Schweiz geht aus *Abbildung 3* hervor (MEIER *et al.*, 1997; FORSTER, 1997).

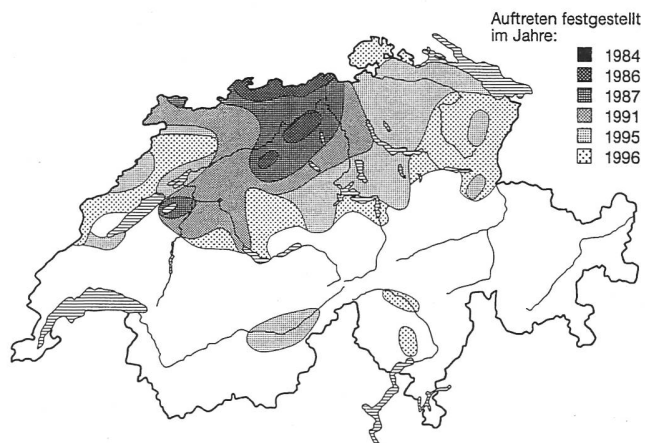


Abbildung 3: Verbreitung des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers, *Xylosandrus germanus*, in der Schweiz (FORSTER, 1997).

Im Zusammenhang mit den Untersuchungen der EMPA zeigt sich ein Schwerpunkt der Verbreitung im Raum Nordwestschweiz und im Mittelland, welches dem Jura vorgelagert ist. Die besten Entwicklungsbedingungen findet der Käfer offenbar nordöstlich des Berner Seelandes sowie im Kanton Aargau in Höhenlagen unter 600 m ü. M. In der Ostschweiz scheint er zurzeit noch nicht angesiedelt zu sein (*Tabelle 3*).

Xylosandrus germanus wurde 1997 erstmals in die jährliche Forstschutzumfrage des PBMD aufgenommen. Die Zunahme der Meldungen von 1997 und 1998 dürfte eher auf diese systematische Umfrage als auf eine klimabedingte stärkere Ausbreitung der Käfer zurückzuführen sein (*Abbildung 4*). Denn während dieser beiden Jahre wurde nur einmal im Kanton Aargau (1997) sowie 1998 zweimal im Kanton Bern und einmal im Kanton Schwyz starker Befall festgestellt. Im Forstbezirk Zofingen waren die Käferfänge während dieser Jahre rückläufig (*Tabelle 5*).

Tabelle 3: Häufigkeit von Schadenmeldungen aus den verschiedenen Kantonen.

Jahr	1995	1996	1997	1998	Total
Kanton/Erhebung	EMPA	EMPA	PBMD	PBMD	
Zürich	2	3	0	5	10
Bern	22	5	7	9	43
Luzern	2	2	2	3	9
Uri	0	0	1	2	3
Schwyz	0	0	1	1	2
Unterwalden	0	0	0	0	0
Obwalden	0	0	1	0	1
Glarus	0	0	0	0	0
Zug	1	0	1	0	2
Freiburg	1	0	2	2	5
Solothurn	9	1	2	2	14
Basel Stadt	0	0	0	0	0
Basel Land	2	1	2	1	6
Schaffhausen	1	0	0	0	1
Appenzell Innerrhoden	0	0	0	0	0
Appenzell Ausserrhoden	0	0	0	0	0
St. Gallen	0	0	0	0	0
Graubünden	0	0	0	0	0
Aargau	8	17	8	6	39
Thurgau	0	0	0	0	0
Tessin	0	0	1	1	2
Waadt	0	0	0	0	0
Wallis	0	0	2	2	4
Neuenburg	0	0	0	1	1
Genf	0	0	0	0	0
Jura	3	1	2	2	8
Total	51	30	33 ¹⁾	37 ¹⁾	151

¹⁾ 1997 und 1998 wurde vom PBMD in der Forstschutzumfrage speziell nach *X. germanus* gefragt.

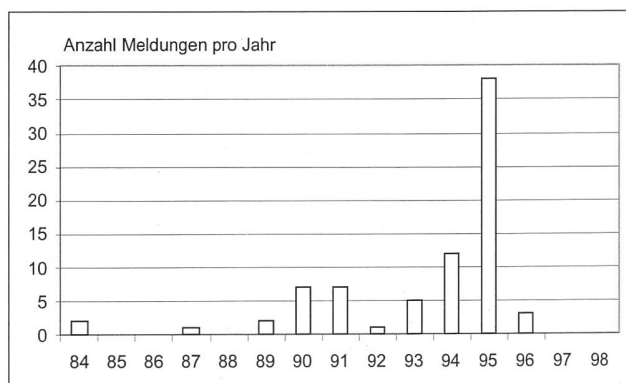


Abbildung 4: Häufigkeit von Schadenmeldungen an den Phytosanitären Beobachtungs- und Meldedienst (PBMD/WSL) zwischen den Jahren 1984 und 1998 (1997 und 1998 erfolgte eine spezielle Nachfrage nach *Xylosandrus*).

Auf Grund von Angaben der von Schäden betroffenen Förster und Säger aus den Jahren 1995 und 1996 muss angenommen werden, dass der Schwarze Nutzholzborkenkäfer besonders während der Jahre 1990 und 1991 sowie von 1992 bis 1995 gute Entwicklungsbedingungen für eine weitere Verbreitung vorfand (Abbildung 4). 1997 und 1998 wurden der EMPA keine Schäden gemeldet.

Die Populationsentwicklung von *X. germanus* scheint besonders durch im Vergleich zum langfristigen Mittelwert wärmere Wintermonate positiv beeinflusst zu werden. Als Referenzklima für das Versuchsgebiet wurden die Daten der Messstation Wynau herangezogen (Tabelle 4). Sie zeigen, dass die Temperaturmittelwerte während der Monate Dezember bis Februar 1992 bis 1995 nicht unter minus 1 °C sanken. Gemäss der SMA-MeteoSchweiz war das Jahr 1994 als ganzes – ausser in den höheren Berglagen – das wärmste seit Messbeginn 1755. Auch das Jahr 1995 war deutlich zu warm. Erst 1996 wurden in den meisten Landesteilen nur noch geringfügige Temperaturüberschüsse registriert. Mit den tiefen Monatsmittelwerten während der Winter 1995/96 und 1996/97 sank die Populationsdichte wieder unter die Schadensschwelle.

3.3 Flug der Nutzholzinsekten

Nach dem ersten starken Auftreten von *X. germanus* im Jahr 1995 konnten 1996 mit Ethanol gegen 400 Weibchen pro Schlitzfalle gefangen werden (Tabelle 5). Ihre Männchen sind flugunfähig und befruchten die Weibchen bereits in ihren alten Brutsystemen vor dem Flug (FIORENTINO, 1985). Die relative Populationsdichte im Vergleich zu 1996 nahm gemäss den Käferfangdaten aber bereits 1997 auf 38% und 1998 auf 12% ab. Während der gleichen Beobachtungszeit verdoppelte sich die Population von *X. lineatus* von 1996 auf 1997 und sank 1998 wieder auf das Niveau von 1996 zurück. Die Populationsdichte des Buchen-Nutzholzborkenkäfers (*Trypodendron domesticum*) zeigte einen ähnlichen Verlauf wie jene des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers. Sie sank innerhalb der drei Jahre von 100 auf 8%. 1996 konnten auch am meisten Werftkäfer (24 Adulte) in den für diese Art unspezifischen Ethanolfallen gefangen werden.

Anhand der in den Fallen gefangenen Käfer kann der Flug der drei wichtigsten an im Wald gelagertem Nadelrundholz schädlichen Arten von Nutzholzinsekten in drei Phasen unterteilt und verglichen werden (Tabelle 6, Abbildung 5). Im Raum Zofingen beginnt die Flugzeit zwischen Anfang und Mitte März mit dem Linierten Nutzholzborkenkäfer. Je nach klimatischen Bedingungen fliegen die ersten Schwarzen Nutzholzborkenkäfer zwischen Ende April und Mitte Mai. Seine Hauptflugzeit von Ende Mai bis zweite Hälfte Juli überschneidet sich noch während rund zwei Wochen mit jener des Linierten Nutzholzborkenkäfers und des Werftkäfers. Erst gegen Ende August wird das Rundholz nicht mehr von Nutzholzinsekten befallen. Soll Rundholz gegen einen Befall durch Nutzholzinsekten geschützt werden, so müssen geeignete Massnahmen zwischen Anfang März und Mitte Juli getroffen werden.

Tabelle 4: Mittlere Monatstemperaturen im Untersuchungsgebiet (Wynau, AG) von 1989 bis 1998.

Monat	Temperatur [°C]									
	89–90	90–91	91–92	92–93	93–94	94–95	95–96	96–97	97–98	
November	2,5	4,6	3,9	6,4	1,5	8,0	3,7	4,0	3,7	
Dezember	1,6	0,3	-0,5	0,6	3,6	3,7	0,3	-0,5	2,1	
Januar	-0,1	0,9	-1,5	2,4	2,6	-0,5	-0,1	-1,6	1,1	
Februar	5,0	-2,9	1,0	-0,7	2,0	4,7	-0,7	3,3	1,7	
März	6,6	6,3	5,0	3,7	8,7	3,5	3,1	6,6	5,0	
April	7,1	7,2	8,2	9,8	7,3	8,9	8,9	7,4	7,9	

Tabelle 5: Mittlere Fangzahlen der Frischholzinsekten in Schlitzfallen während der Jahre 1996, 1997 und 1998.

Insektenart	Duftstoff	Käferausbeute		
		1996 ¹⁾	1997 ²⁾	1998 ³⁾
<i>Xylosandrus germanus</i>	Ethanol	367	140	47
<i>Hylecoetus dermestoides</i>	Ethanol	6	< 1	< 1
<i>Xylosterus lineatus</i>	Lineatin	1097	2237	996
<i>Trypodendron domesticum</i>	Lineatin	181	90	14

¹⁾ Mittelwerte aus je 7 Fallen

²⁾ Mittelwerte aus je 4 Fallen

³⁾ Mittelwerte aus je 6 Fallen

Tabelle 6: Flugphasen der wichtigsten Nutzholzinsekten.

Insektenart	Flugphasen		
	Beginn	Hauptflug	Ende
<i>Xylosterus lineatus</i>	1.3.–15.3.	15.4.–15.6.	15.6.–20.8.
<i>Hylecoetus dermestoides</i>	?	1.5.–15.6.	?
<i>Xylosandrus germanus</i>	30.4.–15.5.	30.5.–20.7.	20.7.–25.8.

1996 zeigte sich bei allen drei Käferarten je eine maximale Flugschärfe: Beim Linierten Nutzholzborkenkäfer zwischen dem 15. und 20. April, beim Werftkäfer zwischen dem 29. April und 11. Mai sowie beim Schwarzen Nutzholzborkenkäfer zwischen dem 3. bis 8. Juni. Das Wetter während den drei Hauptflugwochen wies folgende Charakteristika auf: Die Flugperiode des Linierten Nutzholzkäfers wurde durch einen deutlichen Temperaturanstieg in der zweiten Aprilhälfte induziert. Die weitere sukzessive Erwärmung bis auf Tageshöchstwerte von rund 22 °C ist wahrscheinlich Ursache des Flugbeginns der Werftkäfer. Ein weiterer Temperaturanstieg bis auf Maximalwerte von über 30 °C am 7. Juni löste schliesslich die grösste Flugaktivität von *X. germanus* aus.

Die Flugkurven der beiden Nutzholzborkenkäferarten von 1997 weisen mehrere Spitzen auf. Regelmässige Temperatureinbrüche brachten jeweils die Flugaktivität der Nutzholzkäfer zum Erliegen. Ende April, Mitte Mai und vor allem im Juni waren die Niederschläge Grund der Aktivitätshemmung. Während der Hauptflugzeit von *X. germanus* im Juni und Juli gab es 264 mm Niederschlag. Dies ist die doppelte Niederschlagsmenge verglichen mit dem Vorjahr 1996. 1998 lagen die Temperaturmittelwerte der Monate Mai bis Juli über dem langfristigen Mittel. Da konzentrierte sich der Hauptflug auf die Zeit von Ende Mai bis 5. Juli.

3.4 Einbohren der Käfer ins Rundholz

Entsprechend seinem frühen Flug bohrt sich der Linierte Nutzholzborkenkäfer als Erster in das gelagerte Rundholz ein (Tabelle 7). Im Raum Zofingen beginnt er je nach den klimatischen Bedingungen zwischen dem 1. und 25. April seine Brutstätten im Splintholz anzulegen. Seine Aktivität kann bis Ende Juni beobachtet werden. Der Schwarze Nutzholzborkenkäfer, welcher einen höheren Wärmebedarf für seinen Flug aufweist, beginnt sich erst einen Monat später, zwischen dem 10. und 25. Mai, in das Holz einzubohren. Dafür kann sein Bohrmehlauswurf bis anfangs August beobachtet werden.

Die Aktivität der Werftkäfer am Rundholz ist erst zwischen Ende Juni und Ende August festzustellen, wenn sich der Hauptteil der Nutzholzborkenkäfer eingebohrt hat. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Borkenkäfer sich bis ins Splintholz einbohren, um ihr Brutsystem anzulegen. Während dieser Zeit legen die Weibchen des Werftkäfers ihre Eier in Gruppen oberflächlich unter Rindenschuppen und in Stammrisse ab, von wo sich ihre Eilarven später in das Holz einnagen müssen.

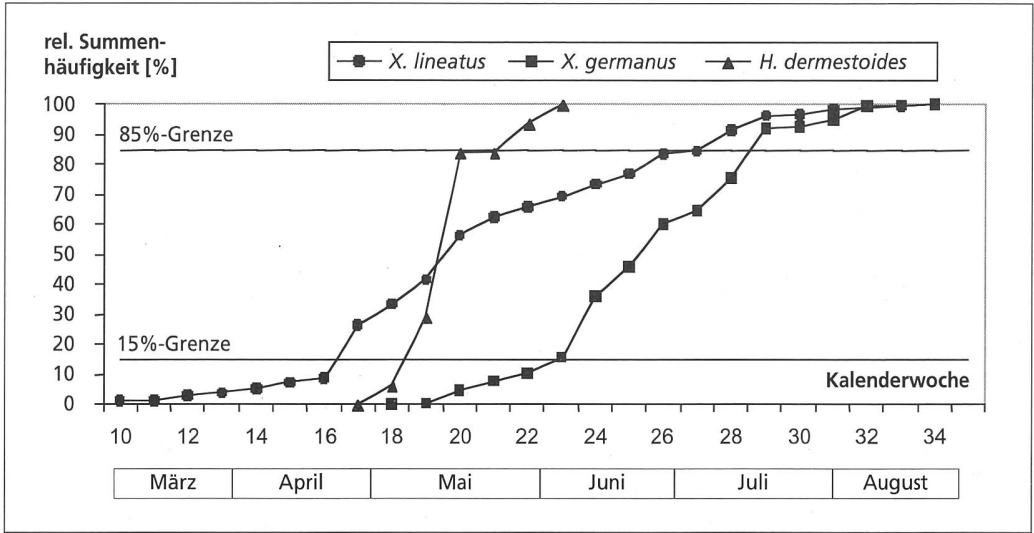


Abbildung 5: Flug der wichtigsten Nutzholzinsekten von Fichten- und Tannenrundholz. Integrierte Kurve über die Jahre 1996–1998 (Angaben: relative Summenhäufigkeit).

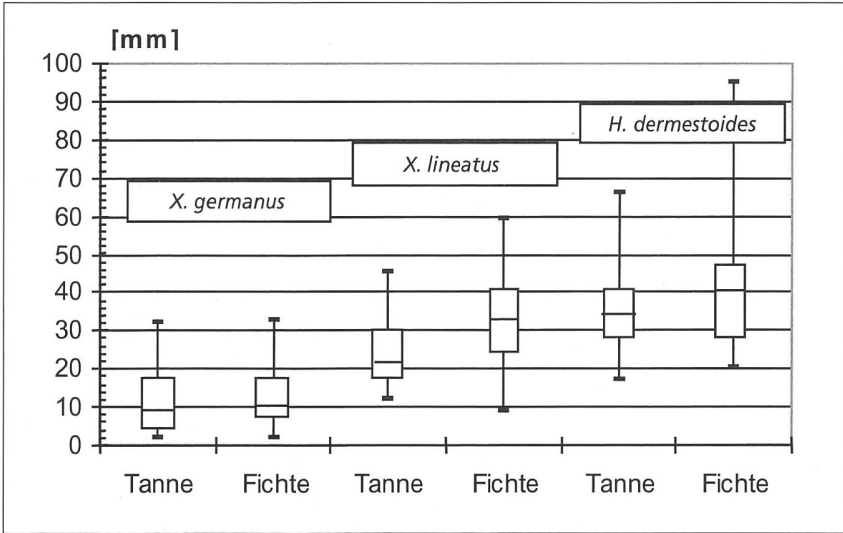


Abbildung 6: Radiale Eindringtiefe der wichtigsten Nutzholzinsekten in berindetes Nadelrundholz (Angaben: Minimum – 1. Quartil – Median – 3. Quartil – Maximum in mm).

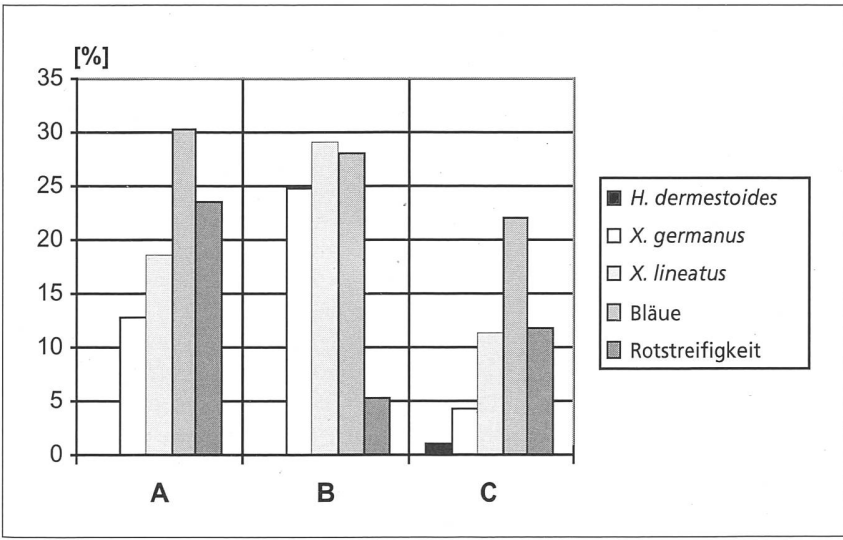


Abbildung 7: Häufigkeit von Schadbildern an Schnittholz der Fichte nach unterschiedlicher Lagerung des Rundholzes in Rinde (siehe Kap.2.3).

Tabelle 7: Sichtbare Aktivitätsphasen der wichtigsten Nutzholzinsekten am Rundholz.

Insektenart	Einbohrphasen		
	1996	1997	1998
<i>Xyloperus lineatus</i>	20.4.–20.5.	30.3.–25.6.	25.4.–30.6.
<i>Xylosandrus germanus</i>	25.5.–25.7.	20.5.–5.8.	10.5.–10.8.
<i>Hylecoetus dermestoides</i>	30.6.–25.7.	15.7.–25.8.	20.6.–25.8.

3.5 Befallshäufigkeit und -intensität an berindetem Rundholz

Je nach der jährlichen Populationsdichte der einzelnen Käferarten wurden 54 bis 70% der kontrollierten Fichtenrundhölzer von *X. germanus*, 31 bis 54% von *X. lineatus* und 12 bis 43% von *H. dermestoides* befallen (Tabelle 8). Der intensivere Befall durch den Schwarzen Nutzholzborkenkäfer kann eine Folge davon sein, dass eine wesentlich höhere Populationsdichte herrschte, als auf Grund der Ethanolfangzahlen angenommen worden war, oder dass die Käfer weniger hohe Ansprüche an die Rundholzqualität stellen als die andern Nutzholzinsekten.

Tabelle 8: Befallshäufigkeit auf unbehandelten, berindeten Rundhölzern.

Jahr	Insektenart n Stichproben	Befallshäufigkeit in %		
		<i>Xylosandrus germanus</i>	<i>Xyloperus lineatus</i>	<i>Hylecoetus dermestoides</i>
1996	Tanne: 79	38	19	10
	Fichte: 123	70	31	12
1997	Tanne: 39	18	21	13
	Fichte: 28	54	54	43
1998	Tanne: 12	25	25	0
	Fichte: 16	56	38	13

Die Populationsdichte der verschiedenen Käferarten auf den einzelnen Versuchspartellen der berindeten Rundhölzer schwankte sehr stark und zeigte, da verschiedenste Faktoren das Wahlverhalten der Käfer beeinflussen können, keine Normalverteilung der Werte. Auf den vom Schwarzen Nutzholzborkenkäfer befallenen, berindeten Fichtenrundhölzern hatten sich 1996 zwischen 2 und 2671, im Jahr 1997 zwischen 6 und 1286 und 1998 zwischen 3 und 484 Käfer pro m³ Rundholz eingebohrt. Die entsprechenden Medianwerte lagen bei 72, 85 bzw. bei 95 Käfern (Tabelle 9). Trotz Abnahme der Zahl von *X. germanus* in den Ethanolfallen von 1996 bis 1998 hat sich der Medianwert der Einbohrungen nicht verändert. Beim Linierten Nutzholzborkenkäfer schwankt der Medianwert mit der Zahl der in den Lineatinfällen gefangenen Käfer. Die Werte des 3. Quartils von 1997 und 1998 lagen beim Linierten nur doppelt so hoch wie beim Schwarzen Nutzholzborkenkäfer, obwohl 16 bis 21 mal mehr Käfer in den Fallen gefangen worden waren. Werden die verschiedenen Werte verglichen, wird ersichtlich, dass 1996 beim Werftkäfer sowohl die Werte des 1. Quartils, des Medians als auch des 3. Quartils die höchste Befallsintensität anzeigten. Aus der Befallshäufigkeit und der Befallsintensität geht hervor, dass diese Käferart die höchsten Ansprüche an ein Rundholz stellt. Werden diese Qualitätsanforderungen aber erfüllt, führt der Werftkäfer am betreffenden Stamm zum grössten Schaden. Denn im Unterschied zu den Nutzholzborkenkäfern, wo ein Käfer ein Brutsystem mit einem Bohrgang anlegt, bohren die Werftkäferlarven ausgehend von einem Gelege unter den Rindenschuppen je ihren eigenen Gang durch das Splintholz.

Bei einem Vergleich zeigt sich, dass die Rundhölzer von Fichten in der Regel von *X. germanus* und *X. lineatus* häufiger

Tabelle 9: Befallsintensität auf dem im Wald gelagerten, unbehandelten Rundholz in Rinde (Angaben: Anzahl Einbohrlöcher pro m³ Rundholz).

Insektenart	Jahr	1. Quartil – Median – 3. Quartil	
		Tanne	Fichte
<i>Xylosandrus germanus</i>	1996	44 – 153 – 1066	16 – 72 – 209
	1997	7 – 10 – 50	19 – 85 – 135
	1998	27 – 28 – 133	13 – 95 – 150
<i>Xyloperus lineatus</i>	1996	17 – 24 – 72	16 – 46 – 129
	1997	11 – 15 – 73	22 – 132 – 339
	1998	70 – 134 – 264	36 – 88 – 346
<i>Hylecoetus dermestoides</i>	1996	145 – 431 – 917	120 – 229 – 525
	1997	4 – 5 – 7	6 – 21 – 78
	1998	ohne Befall	1)

1) keine Auswertung, nur 2 befallene Stämme

ger und intensiver befallen werden als jene von Tanne (Tabellen 8 und 9). Der Werftkäfer bevorzugt die Fichtenstämme. Er kann aber wie der Schwarze und der Linierte Nutzholzborkenkäfer bei hoher Populationsdichte auch bei Tanne zu einem intensiven Befall führen. Wird ein Tannenrundholz von Nutzholzinsekten befallen, so kann es unter gewissen Umständen einen stärkeren Käferangriff aufweisen als ein Fichtenrundholz. Im Vergleich zu den befallenen Fichten wiesen die Tannenrundhölzer 1996 einen intensiveren Befall durch *X. germanus* und *H. dermestoides* und 1998 mehr Brutbilder von *X. lineatus* auf.

Erfahrungsgemäss werden gelagerte Rundhölzer im Wald sehr unterschiedlich von *X. lineatus*, *X. germanus* und *H. dermestoides* befallen. Selbst bei nebeneinander liegenden Stämmen mit gleicher Exposition und praktisch identischem Lagerklima können sehr schwacher (z. B. 2 Einbohrungen je m³) und intensiver Befall (z. B. 2000 Löcher je m³) parallel auftreten. Die Ursache der sehr unterschiedlichen Befallsintensität ist zur Zeit nicht bekannt. Mögliche Gründe können sein: Wuchsort des Baumes, Vitalität des Baumes vor der Fällung, Rindenbeschaffenheit, Holzfeuchtigkeit und Oberflächentemperatur während des Käferfluges sowie mikrobiologische Abbauprozesse in und unter der Rinde (z. B. Alkoholbildung). Bei *Xylosandrus germanus* fällt die grössere Befallsdichte bei Rindenverletzungen, Anschrotflächen, Schleifschäden und dergleichen auf. Aus der Splintfeuchte des Rundholzes allein kann noch nicht auf ein erhöhtes Befallsrisiko durch Frischholzinsekten geschlossen werden.

Eine durch Gärung bedingte Ethanolabgabe des gelagerten Holzes erhöht die Attraktivität des Holzes für den Schwarzen Nutzholzborkenkäfer. Fangzahlen von 140 bis 370 Käfern pro Pheromonfalle stehen Bohrlöcher-Medianwerte pro m³ Rundholz von 10 bis 153 auf Tanne und 72 bis 85 auf Fichte gegenüber. Relativ unspezifisch wirkt Ethanol auf den Sägehörigen Werftkäfer. Hier stehen einer Fangzahl von sechs Tieren pro Käferfalle im Mittel 431 Einbohrungen pro m³ Tannen- und 230 Einbohrungen pro m³ Fichtenrundholz gegenüber. Der Linierte Nutzholzborkenkäfer kann mit Ethanol nicht angelockt werden.

Unabhängig vom Fälltermin der Bäume und vom Lagerort konnte 1996 sowohl berindetes als auch entrindetes Holz vom Schwarzen Nutzholzborkenkäfer befallen werden (Tabelle 10). Wird das Holz im Winter gefällt und sonnig und trocken in Rinde gelagert, besteht ein geringeres Risiko, als wenn dasselbe Holz ab Ende Februar entrindet deponiert wird. Eher positiv für die Rundholzqualität wirkt sich eine Lagerung an einem besonnten, windigen Standort aus. Tendenzmässig wurde entrindetes Rundholz stärker befallen als berindetes. Holz, welches erst im Frühling geschlagen und kurz vor dem Flug der Käfer entrindet wird, scheint besonders attraktiv zu sein. Da an den vorliegenden Poltern der mittlere Befall der Rundhölzer nicht besonders hoch war und der Schaden be-

sonders durch die Eindringtiefe bedingt ist, muss der Einfluss der Entrindung am eingesägten Holz beurteilt werden (Kapitel 3.7).

Tabelle 10: Mittlere Befallsdichte an den von *X. germanus* angegriffenen Rundhölzern des Poltermantels in Abhängigkeit von Fälldatum, Lagerung und Entrindung (1996).

Holz Fällzeit	Lagerung	Stapel-Nr.	in Rinde		ohne Rinde	
			n/m ³	\bar{x}	n/m ³	\bar{x}
Nov./Dez. 1995	sonnig trocken	1	21		210	
		2	57	34	4	176
		3	24		313	
Nov./Dez. 1995	schattig feucht	4	111		47	
		5	57	150	83	155
		6	282		336	
Spätschlag		7	128		125	
März 1996	schattig feucht	8	19	55	152	199
		9	19		321	

Beim Abtransport der Rundhölzer in die Sägerei zeigte sich, dass der Befall eines Rundholzpolters durch *X. germanus* bezüglich der Schadenintensität von aussen nur schlecht beurteilt werden kann. Denn die Rundhölzer in Poltermitte bzw. jene der Bodenlage waren zwei- bis dreimal intensiver betroffen als jene des Poltermantels. Im Poltermantel zeigten etwa 25% der Stammabschnitte Befall, im nicht einsehbaren Teil des Polters wiesen etwa 46 bis 64% der Rundhölzer Bohrmehlauswurf auf. Dies betrifft sowohl berindete wie entrindete Stammabschnitte.

Am 30. Mai 1996, unmittelbar nach Beginn der Einbohraktivität des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers, wurde an berindeten Abschnitten an neun Poltern, welche für biologische Abklärungen bereit gestellt worden waren, die Splintholzfeuchtigkeit bestimmt. An durchschnittlich sieben Stämmen des Poltermantels wurden je Stamm zwei Proben ($\varnothing = 5$ cm) herausgestanzt. An den etwa 15 mm dicken Splintholzproben wurde nach dem Entfernen der Rinde der Feuchtegehalt nach dem Darrgewichtsverfahren bestimmt. Aus der Holzfeuchte allein konnte keine Prognose bezüglich der Befallswahrscheinlichkeit von Nadelrundholz durch die beiden Nutzholzborkenkäfer abgeleitet werden.

3.6 Eindringtiefe der Insekten

Neben der Populationsdichte ist primär die Eindringtiefe ins Splintholz ein Indiz für das Schadenpotential einer Insektenart.

Im Zeitraum vom 19. Juli bis 13. September 1995 sowie am 23. Juli 1996 wurden an insgesamt 24 Rundhölzern 439 Bohrgänge ausgemessen (Tabelle 11). Die Eindringtiefe der Bohrgänge variierte zwischen 2 und 33 mm. Der Median lag 1995 bei 11 mm und 1996 bei 12 mm. Sowohl 1995 wie auch 1996 endeten 90% aller Gänge in einer Tiefe zwischen 2 und 19 mm. Zwischen den beiden Holzarten Tanne und Fichte konnte kein gesicherter Unterschied festgestellt werden. Dies bedeutet, dass der Einfluss von *Xylosandrus* auf die Holzqualität in erster Linie vom Ausnutzungsgrad des Rundholzes und von der Art des Sägeschnitts abhängt.

Werden die Eindringtiefen von *X. germanus* mit jenen des Linierten Nutzholzborkenkäfers bzw. mit jenen der Larven des Werftkäfers verglichen, so wird deutlich, dass der Schwarze Nutzholzborkenkäfer bei gleicher Populationsdichte den geringsten Schaden anrichten kann (Abbildung 6). Der 3. Quartil- und der höchste Wert liegen bei *X. germanus* bei 18 und 33 mm, bei *X. lineatus* bei 30 bis 40 mm (Tanne) und 45 bis 59 mm (Fichte) sowie beim *H. dermestoides* bei 66 und 95 mm. Die beiden letzten Arten drangen in Fichte tiefer ein als in Tanne.

Tabelle 11: Eindringtiefe von *X. germanus* in Rundholz von Fichte und Tanne.

Jahr	1995 (19.7.–13.9.95)		1996 (23.7.96)	
	Tanne	Fichte	Tanne	Fichte
n Stämme	3	4	7	10
n Bohrgänge	106	147	78	108
Werte	Eindringtiefe radial [mm]			
1. Quartil (-25%)	6	9	11	10
Median	10	12	13	12
3. Quartil (-75%)	15	16	18	15
geringster Wert	2	2	2	5
grösster Wert	32	33	30	25

3.7 Schadenpotential des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers für Schnittholz

Zur Analyse des Schadenpotentials des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers wurden 812 etwa 5 m lange Stammabschnitte zu 4 684 Schnittholzelementen aufgesägt und gemäss der Bewertungsskala in Kap. 2.4 beurteilt (Tabelle 12). Unter Bläuebefall wurde die pilzbedingte Verfärbung des Holzes ausserhalb der Brutbilder der Borkenkäfer verstanden, da diese in jedem Fall Ambrosiapilze für die Aufzucht ihrer Larven benötigen. In den Abbildungen 7 bis 10 wird der Einfluss von Holz- und Lagerungsart sowie von Fälltermin und Entrindung auf die Befallswahrscheinlichkeit verschiedener Organismen im Jahr 1996 dargestellt. Fälltermin und Lagerbedingungen der Versuchsvarianten A bis C sind in Kapitel 2.3 beschrieben.

Unabhängig davon, ob das Rundholz in Rinde oder entrindet gelagert worden war, zeigen, trotz der geringen Eindringtiefe der Käfer, 15 bis 20% aller Schnittholzelemente Frassgänge von *X. germanus*. Von den angegriffenen Schnitthölzern weisen rund 75% einen leichten Befall mit weniger als zehn Bohrgängen pro Laufmeter auf. Bei 25% der Schnitthölzer sind mehr als zehn Brutbilder pro Laufmeter am Schaden beteiligt. Tendenzmässig wird im Versuch die Tanne stärker und intensiver befallen als die Fichte. Es besteht ebenso eine Tendenz, dass die Käfer im November/Dezember 1995 gefälltes, an einem feuchten Standort gelagertes, berindetes Rundholz dem trocken gelagerten bzw. Mitte März gefällten Rundholz vorziehen. Wird das Mitte März gefällte Fichtenrundholz Ende März entrindet, so ist dieses für die Käfer attraktiver, als wenn es bis im August in Rinde gelagert wird. Das Fichtenrundholz zeigt die geringste Attraktivität, wenn es im November/Dezember gefällt, an einem trockenen, windigen Standort gelagert und vor dem Flug des Linierten Nutzholzborkenkäfers Ende Februar entrindet wird. Bei den im November/Dezember 1995 gefällten Tannen war der Befall 1996 unabhängig vom Mikroklima des Lagerortes (A und B) derselbe.

Durch Entrindung der im November/Dezember 1995 geschlagenen Tannenrundhölzer konnte keine Reduktion des Befalls durch *X. germanus* erreicht werden. Entrindetes Tannenschnittholz war zu rund 23% von Brutgängen dieses Nutzholzborkenkäfers betroffen, etwa gleich stark wie das in Rinde gelagerte Holz. Beim Spätschlag lagen die Werte einiges tiefer: 12% beim berindeten Holz, etwa 15% beim entrindeten Holz.

Obwohl die Käfer von *X. lineatus* und die Larven von *H. dermestoides* tiefer ins Holz eindringen, waren 1996 von diesen Insekten weniger Schnitthölzer befallen als vom Schwarzen Nutzholzborkenkäfer. Die im Wald gelagerten Rundhölzer waren doppelt so häufig von *X. germanus* befallen wie von *X. lineatus*. Die aus ihnen gefertigten Schnitthölzer zeigten gar neunmal mehr Spuren des Schwarzen als des Linierten Nutzholzborkenkäfers. Letzterer hatte einen Befallsanteil von 4,8% beim in Rinde gelagerten Schnittholz bzw. von 2,4% beim entrindeten Holz. Durch Entrindung konnte hier die Be-

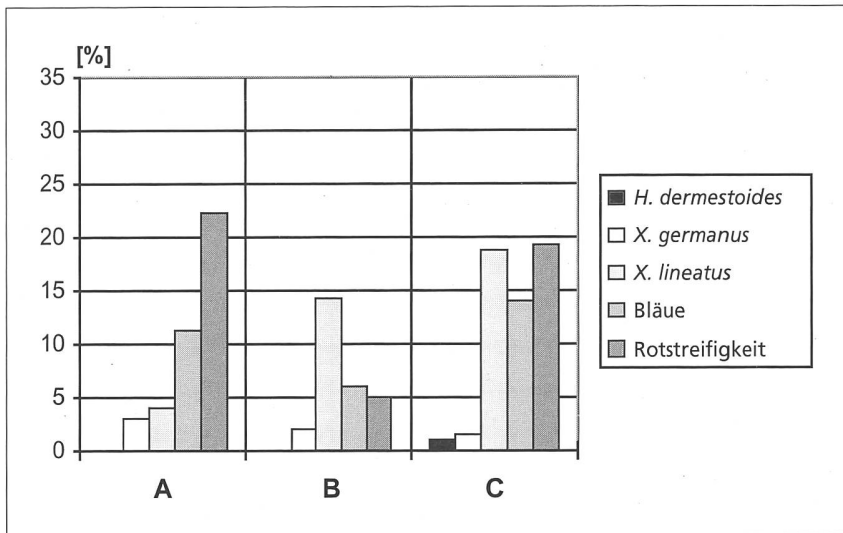


Abbildung 8: Häufigkeit von Schadbildern an Schnittholz der Fichte nach unterschiedlicher Lagerung des Rundholzes ohne Rinde (siehe Kap.2.3).

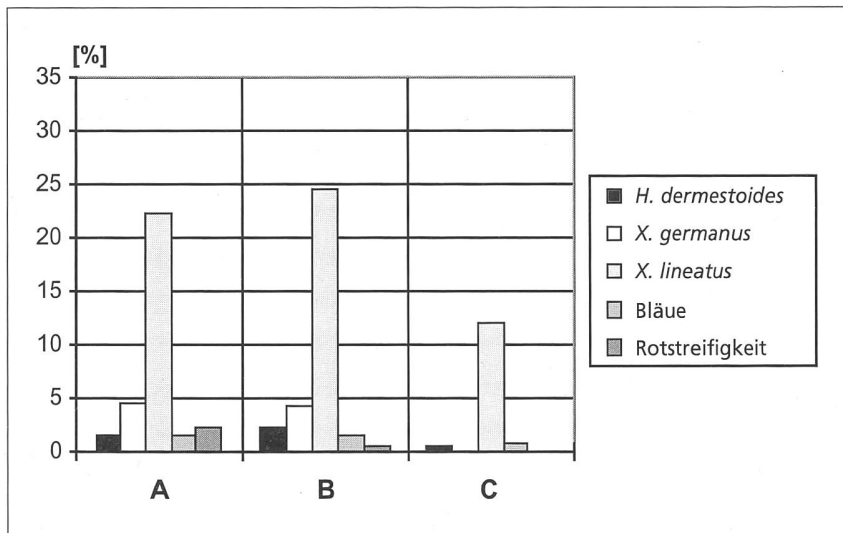


Abbildung 9: Häufigkeit von Schadbildern an Schnittholz der Tanne nach unterschiedlicher Lagerung des Rundholzes in Rinde (siehe Kap.2.3).

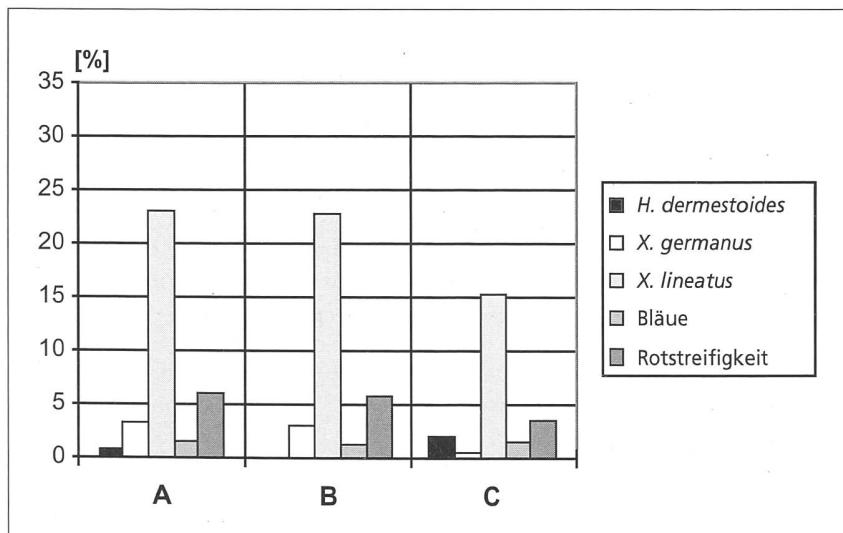


Abbildung 10: Häufigkeit von Schadbildern an Schnittholz der Tanne nach unterschiedlicher Lagerung des Rundholzes ohne Rinde (siehe Kap.2.3).

Tabelle 12: Schadenhäufigkeit am Schnittholz im Jahr 1996 (Angaben in Prozent).

Schadbild ¹⁾ Rundholzlagerung	Fichte		Tanne	
	In Rinde	Entrindet	In Rinde	Entrindet
n Elemente ²⁾	519	528	1905	1732
<i>X. germanus</i> 1	14,3	12,9	14,9	14,5
<i>X. germanus</i> 2	1,7	2,3	6,0	6,7
Bläue 1	21,4	10,0	1,4	1,3
Bläue 2	3,3	2,1	0,1	0,2
<i>X. lineatus</i>	9,6	1,9	3,5	2,6
<i>H. dermestoides</i>	0,8	0,6	1,7	0,8
Rotstreifigkeit	12,9	17,2	1,2	5,4
<i>X. germ.</i> + Insekten	4,4	0,9	4,2	3,1
<i>X. germ.</i> + Bläue	4,8	1,7	0,6	0,9

¹⁾ *X. germanus* 1 = < 10 Bohrgänge pro Laufmeter; *X. germanus* 2 = ≥ 10 Bohrgänge pro Laufmeter; Bläue 1 = leichte lokale Verfärbung; Bläue 2 = stärkere Verblauung des Schnittholzes

²⁾ Anzahl untersuchter Schnittholzelemente

fallshäufigkeit halbiert werden. Bei berindeter Fichte waren, verglichen mit der Weisstanne, rund dreimal mehr Schnittholzelemente betroffen.

Der Befall durch den Werftkäfer war im vorliegenden Versuch gering. Schnittholz aus berindetem Rundholz war durchschnittlich zu 1,5% und Schnittholz aus entrindetem Rundholz zu 0,8% durch Bohrgänge der Werftkäferlarven geschädigt. Die Fichte war in diesem Versuch weniger anfällig auf den Werftkäfer als die Tanne.

Holzart, Fälltermin und Entrindung üben einen grossen Einfluss auf die Verblauung des Schnittholzes aus. Die Fichte war wesentlich anfälliger als die Tanne. Beim berindeten Rundholz war unter den gewählten Versuchsbedingungen das im November/Dezember 1995 gefällte Fichtenschnittholz unabhängig von den mikroklimatischen Bedingungen des Lagerortes anfälliger als jenes, welches erst im März 1996 gefällt worden war. Durch die Entrindung des im November/Dezember gefällten Rundholzes Ende Februar konnte die Verblauung um mehr als 70% reduziert werden.

Die Rotstreifigkeit, eine durch Weissfäulepilze hervorgerufene rötlich bis rotbraune Verfärbung, trat vor allem bei der Fichte auf. 13 bis 17% des Fichten- und Tannenschnittholzes waren davon betroffen. Wurden die Fichten im November/Dezember 1995 gefällt und an einem trockenen Standort ab Ende Februar 1996 mit oder ohne Rinde gelagert, stieg der Anteil an Rotstreifigkeit auf 22 bis 24%. Durch die Lagerung an einem feuchten Standort konnte der Anteil an Rotstreifigkeit auf 5% reduziert werden. Bei den im März gefällten Fichten betrug der Anteil der von Rotstreifigkeit befallenen Schnitthölzer je nach dem, ob das Holz ab April in Rinde oder ohne Rinde gelagert worden war, 12 bzw. 19%.

3.8 Biozider Schutz gegen Nutzholzinsekten im Wald

Sowohl 1996 wie 1997 wurden im Forstbezirk Zofingen Chlorpyrifos, Alfa-Cypermethrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Permethrin und Endosulfan auf berindetem und unberindetem Nadelholz auf ihre Wirkung gegen Nutzholzinsekten geprüft. Gleichzeitig wurde der Wirkstoffverlust während der Rundholzlagerung auf der Holz- bzw. Rindenoberfläche analysiert. Diese Daten werden zu einem späteren Zeitpunkt im Detail publiziert. Selbst bei zweimaliger Behandlung anfangs April und Mitte Mai genügte gegen den Schwarzen Nutzholzborkenkäfer in keinem Fall eine Verdoppelung jener Insektizidosis, mit welcher das Rundholz gegen den Linierten Nutzholzborkenkäfer und den Werftkäfer zu 100% geschützt wer-

den kann. Auf berindetem Rundholz wurde bis Mitte Mai 1996 nach Behandlung mit 12 g Chlorpyrifos pro m² Holzoberfläche eine Reduktion um 66%, mit 10 g Endosulfan um 54% und mit 1,25 g Cypermethrin um weniger als 10% erreicht. 0,325 g Deltamethrin bzw. 3,75 g Permethrin zeigten in der Vergleichsperiode keine Wirkung. 2,25 g Permethrin bei der ersten und 25 g Fenitrothion bei der zweiten Behandlung führten selbst bei einer sehr niedrigen Insektenpopulation nur zu einer Reduktion von 73%. Obwohl zweimalige Behandlungen mit je 12 g Chlorpyrifos bzw. mit je 4,3 g Cypermethrin bzw. erste Behandlung mit 1,1 g Cypermethrin und zweite Behandlung mit 18 g Chlorpyrifos im Jahr 1997 bei niedriger Insektenpopulation zum Erfolg führten, kann bei einer Massenvermehrung nicht mit einem sicheren Schutz gerechnet werden.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

X. germanus scheint sich seit 1984, entweder nach einem Rundholzimport oder nach einem Einflug begatteter Weibchen aus Süddeutschland, in der Nordwestschweiz eingebürgert zu haben. Es ist anzunehmen, dass diese Borkenkäferart in Zukunft in Lagen unter 600 m ü. M. häufiger beobachtet werden kann und dass sie sich über das ganze Mittelland ausdehnen wird. Bedingt durch ihren höheren Temperaturanspruch als jenem des Linierten Nutzholzborkenkäfers dürfte der Schwarze Nutzholzborkenkäfer weniger häufig zu Schäden an Rund- und Schnittholz führen. Am ehesten dürfte mit einem intensiveren Befall an Rundholzlagern zu rechnen sein, wenn mindestens zwei warme Winter mit mittleren Monatstemperaturen über 0 °C im Januar und Februar vorausgegangen sind.

Der Schwarze Nutzholzborkenkäfer kann gemeinsam mit den übrigen Nutzholzinsekten trotz der geringen Eindringtiefe seiner Brutstätten bei einer optimalen Nutzung des Rundholzes, z.B. auf einer Blockbandsäge, zu einem wirtschaftlichen Schaden an Schnitt- und Bauholz führen. Die heute noch gültige Holzbaunorm SIA 164 schreibt vor, dass Holz der Festigkeitsklasse I keine Spuren von Insekten und jenes der Festigkeitsklasse II (Bauholzqualität) nur einzelne Ausflüglöcher bis maximal 5 mm aufweisen darf. Dabei muss die Gewähr bestehen, dass sich die Insekten im trockenen Holz nicht weiter vermehren können. Die Anzahl zulässiger Fluglöcher wurde nie definiert und führt daher häufig zu Garantieansprüchen durch Bauherren.

Wie die Versuche zeigen, kann der Schadenumfang nicht im Wald am Rundholz abgeschätzt werden. Der Befall im Polterinnern ist in der Regel stärker als auf dem Poltermantel und die Schnittholzschädigung muss nicht dem Befallsbild auf dem Rundholz entsprechen. Die Anwesenheit von «Käferholz» erfordert aber in der Sägerei eine arbeitsintensive Holzsortierung und führt daher beim geschädigten Holz in der Regel zu einer Preisreduktion von 25 bis 30%.

Sollen bei der Qualitätssicherung des für Bauholz bestimmten Rundholzes alle drei Nutzholzinsektenarten in Betracht gezogen werden, so empfehlen sich mit abnehmendem Erfolg folgende Massnahmen: Just-in-time-Fällung, Auslagerung des Rundholzes aus dem Wald vor dem Flug des Linierten Nutzholzborkenkäfers, Fällung des Rundholzes im März und anschliessend umgehender Einschnitt des Rundholzes und Trocknung des Schnittholzes in der Sägerei oder Fällung des Holzes im Spätherbst, Lagerung an einem trockenen, besonnten und windexponierten Standort im Wald und Entrindung vor dem Flug des Linierten Nutzholzborkenkäfers. In Forstbezirken der Stadt St. Gallen konnte durch Entrindung des im November/Dezember gefällten Holzes vor dem Flug des Linierten Nutzholzborkenkäfers eine starke

Minderung des Befalls durch diesen und den Werftkäfer erreicht werden (GRAF & MANSER, 1996b). Als weitere Alternative bei der Lagerung im Wald bietet sich das Verpacken von Langholz mit Kunststofffolien an (MANSER, 2000; GRAF & MANSER, 1996c). Von einer Frühjahrsfällung und einer anschliessenden schattigen Lagerung des entrindeten Nadelrundholzes im Wald muss wegen verschiedener Infektionsrisiken abgeraten werden.

Innerhalb dieses Projekts konnte trotz guter Wirkung gegen *X. lineatus* und *H. dermestoides* mit keinem der geprüften insektiziden Pflanzenbehandlungsmittel eine genügende Reduktion des Befalls durch *X. germanus* erreicht werden. Die höhere Insektizidresistenz muss wahrscheinlich auf die Insektizidverteilung auf der Holzoberfläche und die geringe Grösse, auf eine besondere Oberflächenstruktur und/oder auf das selektive Verhalten der Käfer und nicht auf eine chemische Resistenzbildung zurückgeführt werden. Im Moment kann am ehesten mit einer zweifachen Behandlung mit Chlorpyrifos bzw. mit einer Kombinationsbehandlung mit einem gegen *X. lineatus* wirksamen Insektizid (erste Behandlung bei Flugbeginn) und Chlorpyrifos (zweite Behandlung etwa Mitte Mai) eine gewisse Befallsreduktion erreicht werden.

Soll Rundholz gegen einen Befall durch Nutzholzinsekten geschützt werden, so müssen entsprechende Massnahmen getroffen werden, wenn die ersten Käfer von *X. lineatus* in den Lineatin-Fallen gefangen werden. Der Flug beginnt nach der Schneeschmelze, je nach Höhenlage und lokalen Klimabedingungen, im Raum Zofingen zwischen dem 1. und dem 15. März und in Höhenlagen von 700 bis 800 m ü. M. im Raum St. Gallen zwischen dem 5. April und 3. Mai (GRAF & MANSER, 1989). Auf alle Fälle muss das Holz, um zusätzliche grössere Schäden durch den Fichtenbock zu verhindern, vor Mitte Juli entrindet und aus dem Wald abgeführt werden, bevor seine Larven sich zur Verpuppung ins Splintholz einbohren (GRAF, 1991a, b).

Die Untersuchungen haben ergeben, dass vom Schwarzen Nutzholzborkenkäfer maximal 4% der Schnitthölzer einen «starken» Befall mit mehr als zehn Brutbildern pro Laufmeter aufwiesen. Das heisst, wenn «weniger als zehn Bohrlöcher pro Laufmeter» gleichgesetzt werden kann mit «wenigen Fluglöchern» gemäss SIA 164, dann muss das Schadenpotential dieser Käferart bezüglich Bauholz der Festigkeitsklasse II als gering eingeschätzt werden. Die Folgen sind eine rein ästhetische, aber keine statische Entwertung des Holzes. Die Hauptentwertung des Holzes ist auf den Arbeitsaufwand für die Sortierung des Schnittholzes in die Festigkeitsklassen I und II sowie auf die zu hohen ästhetischen Ansprüche der Bauherren zurückzuführen.

Zusammenfassung

1995 ist der Schwarze Nutzholzborkenkäfer, *Xylosandrus germanus* (Blandford) erstmals im schweizerischen Mittelland und im Jura verbreitet an berindetem und entrindetem Rundholz von Fichte (*Picea abies* (L.) H.K.) und Tanne (*Abies alba* Mill.) aufgetreten. Im gleichen Jahr wurden der EMPA Schäden an etwa 20 000 m³ Rundholz mit einem geschätzten Wertverlust von etwa 1 Million Franken gemeldet. Dabei zeigten die gegen den Linierten Nutzholzborkenkäfer, *Xylosterus lineatus* (Ol.), und den Sägehörigen Werftkäfer, *Hylecoetus dermestoides* (L.), eingesetzten Insektizide eine ungenügende bis keine Wirkung gegen *X. germanus*.

In einem Forschungsprojekt wurde von 1996 bis 1998 die Aktivität der Käfer während ihrem Flug und während dem Einbohren in das Rundholz verfolgt. Gleichzeitig wurde die Wirksamkeit in der Schweiz zugelassener Insektizide auf der Basis von Pyrethroiden, Chlorpyrifos und Fenitrothion geprüft. An

Rund- und Schnittholz wurden die Einflüsse von Fälltermin, Entrindung und Lagerort auf die Befallsintensität studiert.

Die Populationsdichte hat seit 1995 wieder abgenommen. Vermutlich dürften sich monatliche Temperaturmittelwerte unter 0 °C während des Winters negativ auf die Populationsentwicklung auswirken. Der Flug findet zwischen Ende April und anfangs August statt und kann mit Ethanolfallen verfolgt werden. Zwischen Mitte Mai und Mitte August kann anhand des ausgestossenen Bohrmehls das Einbohren der Käfer ins Rundholz beobachtet werden. Die Käfer nagen sich zwischen 2 und 33 mm (Medianwert: 12 mm) tief ins Splintholz ein. Die von ihnen verursachte Holzentwertung reicht somit weniger tief als jene von *X. lineatus* (Medianwert: 28 mm) und *H. dermestoides* (Medianwert: 37 mm). Die im Vergleich zu den andern Nutzholzinsekten relativ hohe Insektizidtoleranz ist sehr wahrscheinlich nicht auf eine genetische Selektion zurückzuführen. Ein rechtzeitiges Abführen aus dem Wald bzw. «Just-in-time-Fällung» und schnelle Trocknung des Rundholzes sind die besten Vorbeugemassnahmen gegen *X. germanus*. Die Entrindung im Wald kann nur zu einer Reduktion des Befalls führen, wenn sie vor dem Flug des Linierten Nutzholzborkenkäfers erfolgt.

Résumé

Contribution relative au bostryche japonais *Xylosandrus germanus* (espèce introduite). Biologie et dégâts potentiels pour le bois rond entreposé en forêt, une comparaison avec *Xylosterus lineatus* et *Hylecoetus dermestoides*

En 1995, le bostryche japonais *Xylosandrus germanus* (Blandford) pullule pour la première dans le bois rond écorcé d'épicéa (*Picea abies* (L.) H.K.) et de sapin (*Abies alba* Mill.) du Plateau suisse et du Jura. Au cours de cette année, l'EMPA a enregistré environ 20 000 m³ de chablis de bois ronds et une perte de valeur estimée à un million de francs. Les insecticides utilisés pour combattre le bostryche liseré, *Xylosterus lineatus* (Ol.), et *Hylecoetus dermestoides* (L.) se sont révélés peu efficaces voire inefficaces contre *X. germanus*.

Dans le cadre d'un projet de recherche, on a observé de 1996 à 1998 l'activité des coléoptères durant l'essaimage et la période de pénétration dans le bois rond. Par la même occasion, on a testé l'efficacité des insecticides à base de pyréthroides, chlorpyrifos et fenitrothion autorisés en Suisse. Pour le bois rond et les sciages, on a étudié l'influence de la période d'abattage, de l'écorçage et du lieu d'entreposage sur l'intensité des attaques.

La densité de la population a de nouveau décliné depuis 1995. Les températures moyennes inférieures à 0 °C, enregistrées au cours de l'hiver, ont probablement eu des conséquences négatives sur le développement de la population. L'essaimage a lieu entre la fin avril et le début du mois d'août. Il peut être suivi à l'aide de pièges à éthanol. Entre la mi-mai et la mi-août, il est possible d'observer la pénétration des coléoptères dans le bois rond sur la base de la sciure rejetée hors des galeries. Les insectes entament l'aubier sur une épaisseur de 2 à 33 mm (valeur moyenne: 12 mm). La dépréciation du bois qu'ils occasionnent affecte par conséquent une zone moins profonde que celle engendrée par *X. lineatus* (valeur moyenne: 28 mm) et *H. dermestoides* (valeur moyenne: 37 mm). La tolérance aux insecticides relativement élevée de cette espèce de bostryche ne relève probablement pas d'un phénomène de sélection génétique. Les meilleures mesures de prévention contre *X. germanus* consistent à évacuer à temps les grumes hors de la forêt (ou à abattre les arbres au fur et à mesure des besoins) et à favoriser le séchage rapide du bois rond. L'écorçage en forêt entraîne une réduction des attaques à la condition d'être effectué avant l'essaimage du bostryche liseré.

Traduction: CLAUDE GASSMANN

Summary

The Imported Japanese Scolytid beetle *Xylosandrus germanus*: Biology and Damage Potential for Stored Round Timber Compared to *Xylosterus lineatus* and *Hylecoetus dermestoides*

In 1995, *Xylosandrus germanus* (Blandford) was first observed on round timber of Norway spruce (*Picea abies* (L.) H.K.) and fir (*Abies alba* Mill.), both with bark and decorticated, in the Swiss Central Plateau and in the Jura-region. In the same year, damages on 20 000 m³ of round timber were reported with an estimated loss in value of about 1 million Swiss Francs. The insecticides used against *Xylosterus lineatus* (Ol.) and *Hylecoetus dermestoides* (L.) showed an insufficient to no effect against *X. germanus*.

From 1996 to 1998, a research project investigated the activity of the beetles in the course of their flight and while gnawing round timber. At the same time, the effectiveness of insecticides on the basis of pyrethroids, chlorpyrifos and fenitrothion permitted in Switzerland was investigated. The influence of felling date, decortication and site of storage was investigated in correlation with the intensity of damage.

The population density has again decreased since 1995. Monthly average temperatures of less than 0° C during the winter time seem to negatively influence the population development. The flight takes place between the end of April and the beginning of August and can be monitored with ethanol traps. The bore dust ejected between mid-May and mid-August indicates the gnawing activity of the beetles. The beetles bore themselves 2 to 33 mm (median value: 28 mm) deep into the sapwood. Thus, the loss in value caused by *Xylosandrus germanus* does not reach the depth of damage caused by *X. lineatus* (median value: 28 mm) and *H. dermestoides* (median value: 37 mm). Their relative high resistance to insecticides is most probably not due to genetic selection. A relative quick removal of the round timber from the forest, that is 'just-in-time felling' and drying, is the best prevention against *X. germanus*. Decortication in the forest only leads to a reduction of damage if carried out before the flight of *X. lineatus*.

6 Literaturverzeichnis

- BRUGE H., 1995: *Xylosandrus germanus* (Blanford, 1894) (Col., Scolytidae). Bull. Annals. Soc. R. Belge Ent. 131:249–264
- FIorentino D.C., 1985: Ökologie des Ambrosiakäfers *Xylosandrus germanus* Blandf. (Coleoptera: Scolytidae) unter besonderer Berücksichtigung des Schwärmverhaltens. Dissertation Forstwissenschaftliche Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. Br., 165 S.
- FORSTER B., 1997: Die Ausbreitung des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers (*Xylosandrus germanus*) in der Schweiz. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 70, 1–2: 237–238
- GRAF E., MANSER P., 1989: Beitrag zur Biologie der Nutzholzinsekten in den Forstbezirken der Stadt St. Gallen. Schweiz. Z. Forstwes., 140 (12): 1043–1054
- GRAF E., 1991a: Merkblatt Fichtenbock. Schweiz. Holzzeitung 20: 10–12
- GRAF E., 1991b: *Tetropium castaneum* L. – Fiche descriptive: Les Callidies. Schweiz Holzzeitung 20: 30–32
- GRAF E., MANSER P., 1994a: Einfluss einer fehlenden Behandlung des berindeten Rundholzes mit chemischen Pflanzenschutzmitteln im Wald auf den Befall durch den Linierten Nutzholzborkenkäfer (*Xylosterus lineatus* Oliv.) und den Sägehörigen Werftkäfer (*Hylecoetus dermestoides* L.) sowie auf die damit verbundene Qualitätsminderung des Holzes. Buwal, Walderhebungsprogramm – Flankierende Massnahmen. Forschungsbericht Nr. 223/117642: 52 S.
- GRAF E., MANSER P., REZZONICO S., 1994b: Rundholzbehandlung mit Insektiziden – Wirkstoffverlust von berindetem Rundholz. Schweizer Holzzeitung (9): 2–3

- GRAF E., MANSER P., 1995: Frischholzinsekten am berindeten Rundholz und ihr Einfluss auf die Schnittholzqualität. Kompetenz-Zentrum Holz, Bulletin 1995/1: 17–19
- GRAF E., MANSER P., 1996a: Der Schwarze Nutzholzborkenkäfer, *Xylosandrus germanus*. Wald und Holz (2): 24–27
- GRAF E., MANSER P., 1996b: Maschinelle Entrindung des Rundholzes im Wald – Ein Beitrag zur Sicherung der Holzqualität. Schweizer Holz-Börse. Nr. 10: 4–5
- GRAF E., MANSER P., 1996c: Biologische Aspekte zur Qualitätssicherung bei der Lagerung von Nadelrundholz. In: Ökosystem Wald – Rohstoff Holz – Prinzipien Nachhaltigkeit. Kongress Wald und Holz. 22./23. Okt. 1996, Biel. Ed.: Buwal, Umweltmaterialien Nr. 67, 203–209
- GROSCHKE F., 1953: Der Schwarze Nutzholzborkenkäfer, *Xylosandrus germanus* Blandf., ein neuer Schädling in Deutschland. Z. angew. Entomol. 34: 297–302
- GRÜNE S., 1979: Handbuch zur Bestimmung der europäischen Borkenkäfer. Verlag M. & H. Schaper, Hannover: 182 S.
- JANSEN E., FORSTER B., 1991: Der Schwarze Nutzholzborkenkäfer (*Xylosandrus germanus*) – Ein eingeschleppter Lagerschädling. PBMD-Bulletin, August 1991: 6 S.
- KAMP H.J., 1968: Der Schwarze Nutzholzborkenkäfer, *Xylosandrus germanus* Blandf., ein Neuling der heimischen Insektenfauna. Entomol. Blätter 64 (1): 31–39
- KAMP H.J., 1970: Zur Biologie und derzeitigen Verbreitung von *Gnathotrichus meriarius* Fitch und *Xylosandrus germanus* Blandf. in der Bundesrepublik Deutschland. Mitt. Entomolog. Verein Stuttgart 5: 34–40
- KOCH K., 1992: Die Käfer Mitteleuropas – Ökologie, Bd. 3, Goecke & Evers, Krefeld. 389 S.
- MAKSYMOW J.R., 1987: Erstmalsiger Massenbefall des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers, *Xylosandrus germanus* Blandf., in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 138 (3): 215–227
- MANSER P., 2000: Beurteilung der Lagerung von Rundholz unter einer Kunststoffolie – Holz Wert erhaltend schützen. Schweizer Holz Zeitung 112 (15): 8–10
- MEIER F., ENGESSE R., FORSTER B., NIERHAUS D., ODERMATT O., 1997: Forstschutz-Überblick 1996, PBMD-Bulletin, April: 32 S.
- PFEFFER A., 1994: 91. Familie: Scolytidae. In: G.A. LOHSE & LUCHT (Hrsg.) «Die Käfer Mitteleuropas», Bd. 14: 153–180. Goecke & Everts, Krefeld, 403 S.
- POSTNER M., 1974: Scolytidae (Ipidae), Borkenkäfer. In: SCHWENKE W. (Hrsg.): «Die Forstschädlinge Europas». Bd. 2: 334–482. Parey, Hamburg & Berlin. 500 S.
- SCHEDL K.E., 1981: Familie: Scolytidae (Borken- und Ambrosiakäfer), S.: 34–99. In: FREUDE H., HARDE K.W., LOHSE G.A. (Ed.): Die Käfer Mitteleuropas. Goecke & Evers, Krefeld, Bd. 10: 310 S.
- WICHMANN H.E., 1955: Zur derzeitigen Verbreitung des Japanischen Nutzholzborkenkäfers, *Xylosandrus germanus* Blandf. im Bundesgebiet. Z. angew. Entomol. 37: 250–258

Dank

Für die aktive und finanzielle Unterstützung wird insbesondere der Eidgenössischen Forstdirektion, Abteilung Wald und Holz, Bern, dem Selbsthilfefonds der Schweizerischen Wald- und Holzwirtschaft sowie dem Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung, dem Schweizerischen Holzindustrie- und Sägereiverband (SHIV) und der Interessengemeinschaft Holzschutz (IGH) gedankt. Besonderer Dank gilt auch den Forstangestellten der Gemeinden Brittnau, Murgenthal, Rothrist und Zofingen sowie dem Leiter des Forstkreises, die mit grossem Engagement bei den praktischen Arbeiten mitgeholfen haben. Der Dank gehört auch Herrn Beat Forster vom PBMD/WNSL, welcher alle seine Kenntnisse über die Verbreitung von *X. germanus* zur Verfügung gestellt hat.

Verfasser:

Dr. ERWIN GRAF und PIUS MANSER, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), Abteilung Biologie, Lerchenfeldstr. 9, 9014 St. Gallen; E-Mail: biology@empa.ch