



kiwuh.de

BORKENKÄFER AN NADELBÄUMEN



**ERKENNEN,
VORBEUGEN,
BEKÄMPFEN**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages


Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

IMPRESSUM

Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

OT Gülzow, Hofplatz 1

18276 Gülzow-Prüzen

Tel.: 03843/6930-0

Fax: 03843/6930-102

info@fnr.de

www.fnr.de

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und
Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Text

Dr. Markus Kautz (Gesamtkoordination), Dr. Horst Delb, Dr. Kati Hielscher, Dr. Rainer Hurling,
Dr. Gabriela Lobinger, Dr. Mathias Niesar, Lutz-Florian Otto, Jörg Thiel

Redaktion

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), Abteilung Öffentlichkeitsarbeit sowie
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA-BW), Dr. Markus Kautz

Bilder

Titel: Pixabay/Colin Behrens

Gestaltung/Realisierung

www.tangram.de, Rostock

Druck

www.mkl-druck.de, Ostbevern

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier mit Farben auf Pflanzenölbasis

Zitierempfehlung: Kautz, M., Delb, H., Hielscher, K., Hurling, R., Lobinger, G., Niesar, M.,
Otto, L.-F., Thiel, J. (2021): Borkenkäfer an Nadelbäumen – erkennen, vorbeugen, bekämpfen.
FNR, Gülzow-Prüzen, 54 S.

Bestell-Nr. 1.136

9., überarbeitete Auflage

FNR 2021

INHALT

1	Einführung	4
2	Lebensweise und Befallsmerkmale forstlich wichtiger Borkenkäferarten an Nadelbäumen	6
2.1	Allgemeines zu Rindenbrütern	6
2.1.1	Rindenbrüter an Fichte	8
	Buchdrucker (<i>Ips typographus</i>)	9
	Kupferstecher (<i>Pityogenes chalcographus</i>)	11
	Weitere Arten	13
2.1.2	Rindenbrüter an Kiefer	15
	Sechszähniger Kiefernborke n käfer (<i>Ips acuminatus</i>)	16
	Zwölfzähniger Kiefernborke n käfer (<i>Ips sexdentatus</i>)	17
	Kleiner Waldgärtner (<i>Tomicus minor</i>)	18
	Großer Waldgärtner (<i>Tomicus piniperda</i>)	20
2.1.3	Rindenbrüter an Tanne	21
	Krummzähniger Tannenborke n käfer (<i>Pityokteines curvidens</i>)	21
	Kleiner Tannenborke n käfer (<i>Cryphalus piceae</i>)	23
2.1.4	Rindenbrüter an Lärche	24
	Großer Lärchenborke n käfer (<i>Ips cembrae</i>)	24
2.1.5	Rindenbrüter an Douglasie	26
2.2	Allgemeines zu Holzbrütern	26
	Gestreifter Nutzholzborke n käfer (<i>Trypodendron lineatum</i>)	27
	Weitere Arten	27
3	Vorbeugung, Überwachung und Bekämpfung von Borkenkäfern	29
3.1	Vorbeugung	30
3.1.1	Waldbauliche Maßnahmen	30
3.1.2	Natürliche Gegenspieler der Borkenkäfer	30
3.1.3	Präventiver Brutraum entzug	32
3.1.4	Einsatz von Insektiziden bei festgestellter Gefährdung	34
3.2	Überwachung	34
3.2.1	Monitoring der Schwärmaktivität mit Lockstofffallen	34
3.2.2	Monitoring und Modellierung der Käferentwicklung	37
3.2.3	Terrestrische Befallskontrolle im Bestand	39
3.3	Bekämpfung	42
3.3.1	Maßnahmen nach festgestelltem Befall	42
3.3.2	Maßnahmen zur Absenkung der Käferdichte zur Befallsverminderung	47
4	Weiterführende Informationen	52
4.1	Ansprechpartner	52
4.2	Ergänzende Literatur	54

1 EINFÜHRUNG

Von der in Deutschland über einhundert Arten umfassenden Gruppe der Borkenkäfer gelten die meisten Arten als „sekundäre“ Schadinsekten. Sie finden nur in vorgeschädigten, absterbenden, geworfenen oder bereits von der Wurzel getrennten Bäumen günstige Entwicklungsbedingungen. Wurf- und Bruchholz infolge von Sturm oder Schnee/Eis sowie durch Insektenfraß, Immissionen oder Trockenheit/Hitze geschwächte Bäume bilden üblicherweise bevorzugte Brutstätten. Von hier können insbesondere bei trockenwarmer Sommerwitterung Massenvermehrungen ihren Ausgang nehmen. Die Käferdichte steigt unter diesen Bedingungen so stark an, dass manche rindenbrütenden Borkenkäferarten zu „Primärschädlingen“ werden können. Dabei überwinden sie durch ihren Massenangriff auch die Widerstandskraft gesunder Bäume und bringen diese zum Absterben. Dadurch kann es zu Katastrophen großen Ausmaßes kommen, wie beispielsweise im 18. Jahrhundert, als im Harz die „Große Wurmtrunknis“ 30.000 Hektar entwaldete, oder wie nach dem Zweiten Weltkrieg, als zwischen 1945 und 1951 in Mitteleuropa 30 Millionen Festmeter Käferholz anfielen. In neuerer Zeit entwickelten sich in Deutschland großräumige Borkenkäferkatastrophen nach den Orkanen „Vivian“/„Wiebke“ (1990), „Lothar“ (1999) und „Kyrill“ (2007) sowie in den Trockensommern 2003, 2018 und 2019. Allein in den Jahren 2018 bis 2020 fielen in den deutschen Nadelwäldern ca. 170 Millionen Festmeter Schadholz an – ein Großteil

davon verursacht von Borkenkäfern, insbesondere in Fichtenwäldern. Damit wurde ein seit Beginn der Aufzeichnungen nie dagewesenes Schadausmaß erreicht. In kürzester Zeit sind mehr als 250.000 Hektar Waldbestände verschwunden, welche nun einer Wiederbewaldung bedürfen. Diese Zahlen veranschaulichen den hohen wirtschaftlichen Verlust für die Waldbesitzer und den nachhaltigen Einfluss dieser Störungen auf die Waldentwicklung. **Damit sind die Borkenkäfer vor allem in den Fichtenwäldern mehr denn je die mit Abstand wirtschaftlich bedeutendsten Schadinsekten.**

Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Borkenkäfer ist, wie bei allen Insekten, in hohem Maße temperaturabhängig. So beträgt beispielsweise die Entwicklungsdauer des rindenbrütenden Buchdruckers in Abhängigkeit von der Temperatur ca. 6 bis 10 Wochen. Die bereits spürbare und weiter zunehmende Klimaveränderung führt höhenübergreifend sowohl zu durchschnittlich höheren Temperaturen als auch zu einer längeren Vegetationszeit, wodurch häufig eine schnellere Entwicklung der Käferbruten und damit immer öfter auch die Anlage einer weiteren Generation pro Jahr ermöglicht wird. Eine erhöhte Generationenzahl pro Jahr hat wiederum einen nahezu exponentiellen Anstieg der Borkenkäferpopulation und damit verbunden auch des Schadpotenzials zur Folge. **Massenvermehrungen von Borkenkäfern werden infolge des Klimawandels in den kommenden Jahr(zehnt)en daher weiter an Intensität**

sowie **Häufigkeit zunehmen**, begünstigt auch durch die Interaktion mit den zumeist ebenfalls zunehmenden abiotischen Schäden durch Hitze, Dürre und Sturm.

Das **System des Integrierten Borkenkäfermanagements** (siehe ab S. 29) ermöglicht die Kombination einer Vielzahl von waldbaulich-biologischen, biotechnischen, mechanischen und als letzte Option auch chemischen Maßnahmen **zur Vorbeugung, Überwachung und Bekämpfung von Borkenkäfern**. Das Rückgrat dieses Systems bildet das bereits seit Jahrhunderten bekannte „Prinzip der sauberen Waldwirtschaft“ als eine wirksame Maßnahme zur Vermeidung bzw. Eindämmung von Borkenkäferkalamitäten. Es umfasst die Gesamtheit jener Maßnahmen, mit denen verhindert wird, dass zur Schwärmzeit bruttaugliches oder bereits befallenes Material im Wald vorhanden ist (Brutraumentzug), welches den Ausgangspunkt für nachfolgenden Stehendbefall darstellen kann. Solche Maßnahmen, wie z.B. die Abfuhr oder das Entrinden (bei rindenbrütenden Borkenkäfern) von Holz, müs-



Abb. 1: Fortschreitender Borkenkäferbefall im Bannwald (Totalreservat) „Napf“ am Feldberg / Schwarzwald (ca. 1.200 m ü. NN)

sen unbedingt rechtzeitig erfolgen – also am besten vor Befall, auf jeden Fall jedoch bevor ausflugfähige Jungkäfer in den Brutbildern entwickelt sind. Grundvoraussetzung ist daher die regelmäßige Kontrolle der Bestände auf frischen (Stehend-)Befall. Sowohl Intensität als auch Wahl der einzelnen Maßnahmen können dabei zeitlich und räumlich variieren, je nach Gefährdungslage und individuellen Möglichkeiten. Unterstützt wird das klassische Borkenkäfermanagement zunehmend von digitalen Entscheidungshilfen, wie Entwicklungs- und Befallsrisikomodellen.



Abb. 2: Bestandesbedrohende Ausbreitung von Buchdruckerbefall innerhalb weniger Monate (Aufnahmedatum 24.08. links, 18.09. Mitte, 16.12. rechts); die Sanierungsmaßnahme Anfang September kam zu spät, die Jungkäfer waren zum großen Teil bereits ausgeflogen, die Kronen verfärbten sich erst mit Verzögerung

2 LEBENSWEISE UND BEFALLSMERKMALE FORSTLICH WICHTIGER BORKENKÄFER- ARTEN AN NADELBÄUMEN

Borkenkäferarten können in die Kategorien Rinden- oder Holzbrüter eingeteilt werden.

Rindenbrüter legen ihre Brutsysteme unter der Rinde der Bäume an; Larven und z.T. auch Käfer ernähren sich vom Bast. Das Holz wird hier nur geringfügig durch oberflächliche Fraßgänge und indirekt durch Pilze (Bläue und Rotstreifigkeit) entwertet. **Holzbrüter** hingegen bohren sich bis ins Splintholz und legen dort ihre Eier ab; Käfer und Larven ernähren sich von Pilzen, die sie in den Brutgängen züchten. Die mit der Brutanlage einhergehende Zerstörung des Holzes führt im Gegensatz zu den Rindenbrütern zu einer erheblichen Wertminderung des Holzes bezüglich der technischen (Stabilität) und visuellen Eigenschaften.

Im Folgenden werden die wichtigsten Arten an den verschiedenen Wirtsbaumarten vorgestellt, wobei bundesweit die Schadrelevanz der rindenbrütenden Fichtenborkenkäfer deutlich höher als die der anderen Arten zu bewerten ist.

2.1 Allgemeines zu Rindenbrütern

Sämtliche Rindenbrüter haben Folgendes gemeinsam:

- Entwicklung der Brut im Rinden-/Splintholzbereich, zumeist im Bast. Dadurch Zerstörung der Bast- und häufig auch der Kambialschicht durch Larvenfraß, Reifungsfraß und Muttergänge der Käfer. Dies führt bei stammumfassendem Befall zur Unterbrechung des Stofftransportes über die Rinde in die Wurzeln und damit, z.T. noch in Verbindung mit durch die Käfer eingebrachten pathogenen Pilzen, zum Absterben der Bäume.
- **Befallsmerkmale:** In der frühen Befallsphase oft Harztröpfchenbildung (nicht eindeutig, bei Trockenstress eingeschränkt), dann zunehmend brauner Bohrmehlauswurf, z.T. vermischt mit Baumharz (Harztrichterbildung) an den Einbohrlöchern, später Rindenspiegel und Spechtabschläge sowie Nadelabfall und -verfärbung.
- Das **Fraß- oder Brutbild** der Rindenbrüter (Abb. 4) lässt sich unterteilen in:
 - das Einbohrloch mit Eingangsrohre oder bei polygamen Arten mit Paarungskammer (Rammelkammer),
 - vom Einbohrloch bzw. der Paarungskammer ausgehende Muttergänge, die Luftlöcher aufweisen können,

- von den Eiablagestellen im Muttergang ausgehende, allmählich breiter werdende Larvengänge und
- Puppenwiegen am Ende der Larvengänge, in denen die Verpuppung und Metamorphose (als „freie Puppe“ ohne Kokon) zum Jungkäfer erfolgt.

Der sich direkt an den Schlupf der Jungkäfer anschließende Reifungsfraß zerstört häufig die Gangstrukturen, sodass die Zuordnung eines Brutbildes zu einer Käferart dann erschwert sein kann.

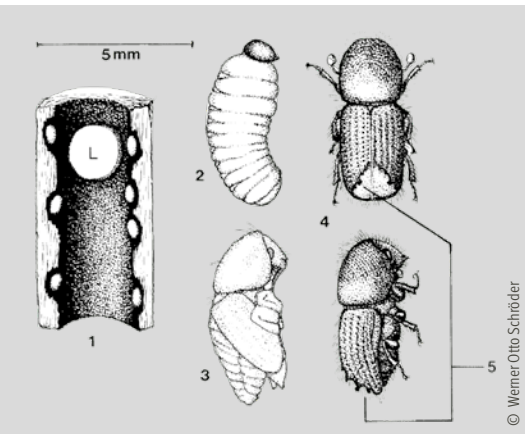


Abb. 3: Entwicklungsstadien des Buchdruckers:

1 = Eier im Muttergang (L = Luftloch)

2 = ältere Larve

3 = Puppe

4 = Käfer (Imago); oben: Aufsicht,
unten: Seitenansicht

5 = Flügeldeckenabsturz

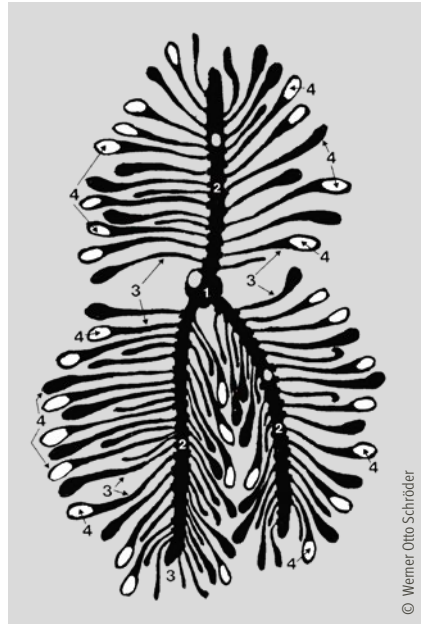


Abb. 4: Aufbau des Brutbildes eines Rindenbrüters (am Beispiel des Buchdruckers):

1 = Paarungskammer mit Einbohrloch

2 = Muttergänge mit Einischen und Luftlöchern

3 = Larvengänge

4 = Puppenwiegen

© Werner Otto Schröder

2.1.1 Rindenbrüter an Fichte

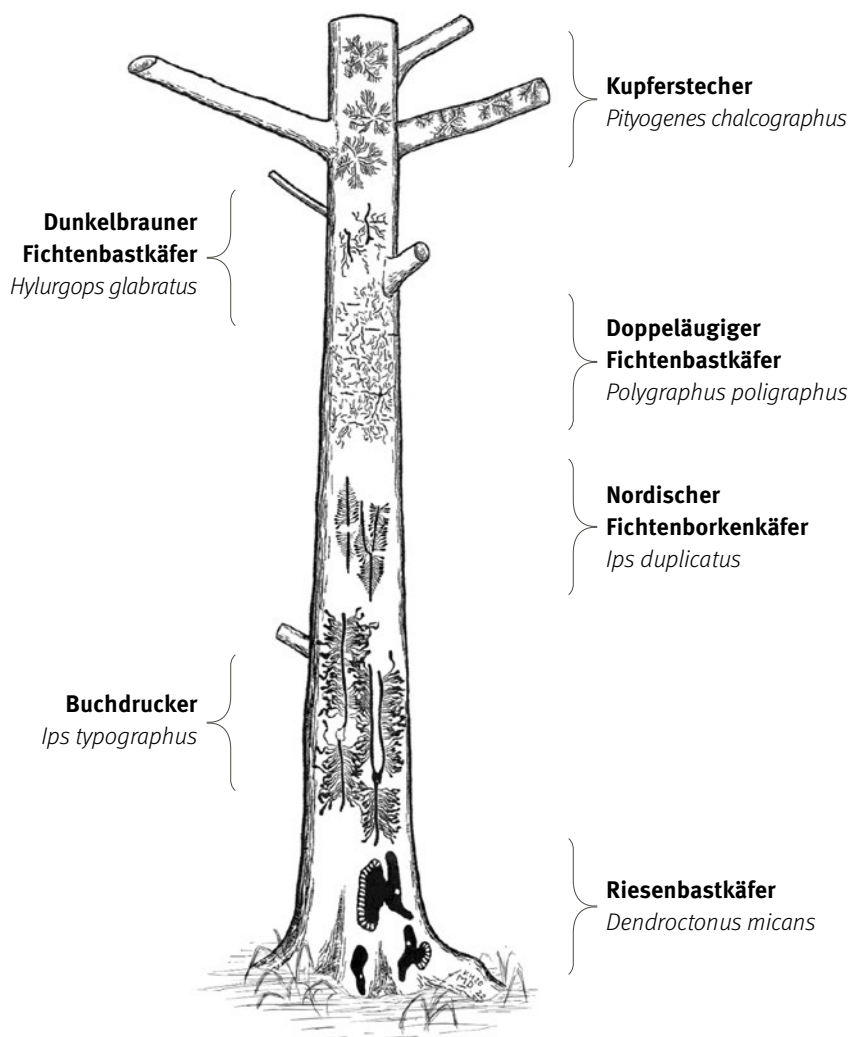


Abb. 5: Rindenbrüter an Fichte – Übersicht

Quelle: Kati Hielscher, verändert nach Dingler, M. In: Escherich, K. (1923): Die Forstinsekten Mitteleuropas. 2. Band, Berlin, Parey

Buchdrucker (*Ips typographus*)

Diese Art, auch Großer Achtzähner Fichtenborkenkäfer genannt, ist der am weitesten verbreitete und wirtschaftlich bedeutendste Forstschädling an der Fichte. Massenvermehrungen dieser zunächst sekundären Käferart führen zum Befall von vitalen Bäumen (Stehendbefall) und damit ohne angemessene Gegenmaßnahmen zum großflächigen Absterben von Fichtenbeständen. Der Käfer bevorzugt die dickere Stammrinde von Fichten im Baum- bis Altholzalter (Durchmesser >20 cm), befällt bei Brutraumangel aber auch Stangenhölzer.

Brutbild

Zwei- bis dreiarmlige Muttergänge (Längsgänge), davon quer abzweigende Larvengänge, die in Puppenwiegen enden (Abb. 4).

Käfer

Dunkelbraun, 4,2–5,5 mm lang, Flügeldeckenabsturz beidseitig mit je vier Absturzzähnen, von denen der dritte am größten und geknöpft ist (Abb. 3 und 6).

Flugzeit

April bis September, gesteuert durch Temperatur und Tageslichtlänge.
Hauptflugzeiten: April/Mai u. Juli/August.

Generationen

Zwei bis drei Generationen im Jahr, in Hochlagen >1.000 m ü. NN meist ein bis zwei Generationen; Entwicklungszeit vom Ei bis zum fertigen Käfer beträgt temperaturabhängig ca. 6 bis 10 Wo-

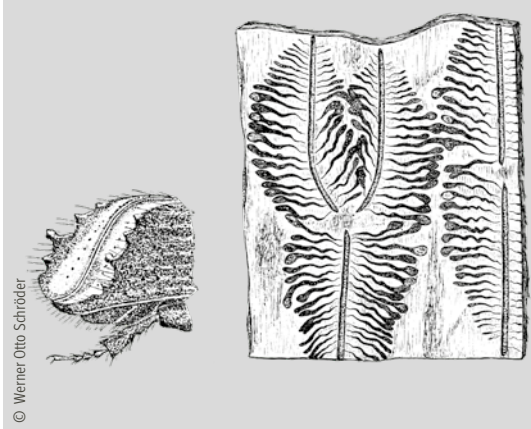


Abb. 6: Brutbild und Flügeldeckenabsturz des Buchdruckers

chen, im Extremfall auch 5 Wochen möglich; häufig Geschwisterbruten im selben Baum oder anderen Bäumen, dadurch sind besonders die im Sommer vorgefundenen Individuen nur schwer einer bestimmten Generation zuzuordnen.

Überwinterung

Hauptsächlich in der Rinde (im Brutbild alle Stadien, Käfer auch in separaten kurzen Überwinterungsgängen), z. T. auch in der Bodenstreu und in abgefallenen Rindenstücken am Boden. Strenge Winter führen meist zum Absterben der weißen Entwicklungsstadien; in milden Wintern, wie sie im Klimawandel häufiger auftreten werden, können hingegen auch Larven und Puppen ohne große Verluste überleben.

Wirtsbäume

Neben Fichten werden bei hohem Populationsdruck selten und mit geringerem Bruterfolg auch Kiefern, Lärchen und Douglasien befallen.



Abb. 7: Buchdrucker im Brutbild

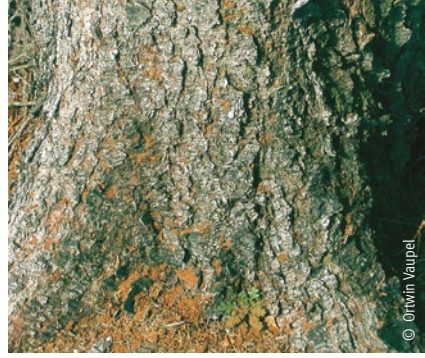


Abb. 8: An den braunen Bohrmehlhäufchen am Stammfuß und am Stamm lässt sich Buchdruckerbefall in der Frühphase erkennen

Befallsmerkmale

- Erste Einbohrungen erfolgen bei geringeren Populationsdichten zunächst meist unterhalb des Kronenansatzes. Entstandene Bohrlöcher, z.T. mit Harztrichtern, sind dort jedoch nur mit einem guten Fernglas durch geschulte Augen erkennbar. Befall schreitet dann nach unten und oben fort.
- Harztröpfchen und -fluss zunächst im Bereich des Kronenansatzes; Harzfluss ist nicht zwingend durch Borkenkäferbefall verursacht, kann aber ein Hinweis darauf sein.
- Auswurf von braunem Bohrmehl bei der Anlage von Paarungskammer und Muttergängen, kann während der gesamten Flugzeit vorkommen. So bilden sich am liegenden Stamm Bohrmehlhäufchen (die bei Regen abgewaschen oder von starkem Wind verweht werden). Am stehenden Stamm sammelt sich das Bohrmehl auf und hinter Rindenschuppen, am Stammfuß oder auf Spinnweben zwischen den Wurzelanläufen sowie auf der Bo-

denvegetation (Abb. 8). Bohrmehlsammlungen sind sehr vergänglich und das Fehlen bedeutet nicht zwangsläufig, dass aktuell keine Besiedlung stattfindet!

- Etwa 2-Euro-Stück-große, helle Flecken auf der Rinde (Rindenspiegel), verursacht durch Spechte, welche einzelne Rindenschuppen auf der Suche nach Nahrung abschlagen. In diesem Befallsstadium ist die Anlage der Brut meist bereits erfolgreich abgeschlossen.
- Verfärbung der Nadeln (fahlgrün – gelb/rötlich – braun), Abfall noch grüner Nadeln (Nadelteppich am Boden) sowie Abfall von größeren Rindenstücken (Spechtabschläge, auch bei noch grüner Krone) erfolgen je nach Witterung, Baumphysiologie und Befallsdichte einige Wochen bis Monate nach dem Befallsbeginn und sind dann keine Hilfe mehr beim Auffinden aktuellen Befalls. Zu diesem Zeitpunkt ist ein Großteil der Brut bereits ausgeflogen und ggfs. frischer Befall an Nachbarbäumen zu finden.

Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*)

Dieser sehr kleine Borkenkäfer, auch Sechszähniger Fichtenborkenkäfer genannt, ist oft mit dem Buchdrucker (an älteren Fichten) und dem **Furchenflügeligen Fichtenborkenkäfer** (*Pityophthorus pityographus*, siehe S. 26) vergesellschaftet. Da er dünne Rinde bevorzugt, befällt er diese vorwiegend im oberen Kronenbereich (von unten zunächst schwer erkennbar); Buchdruckerbefall erfolgt meist nachgelagert im Stammbereich. Vor allem aber besiedelt der Kupferstecher Stangenhölzer, Dickungen und gelegentlich auch (besonders frisch gepflanzte) Jungpflanzen in Kulturen sowie Naturverjüngungen (Abb. 12). Am Boden liegender Schlagabraum und Aushiebsmaterial von Pflegeeingriffen in schwächeren Beständen kann in Verbindung mit warmer Witterung

ebenfalls zur Massenbrutstätte werden. Bei Massenvermehrung kommt es häufig zu Primärbefall, wobei dann selbst ältere Bestände zum Absterben gebracht werden können. Die Schadflächen und Käferholzmengen sind meist jedoch deutlich geringer als beim Buchdrucker.

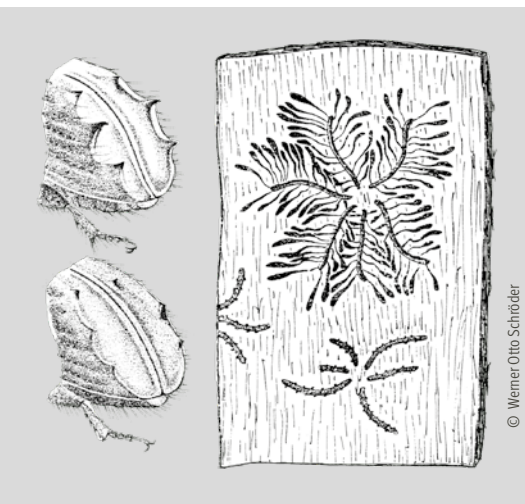


Abb. 9: Brutbild und Flügeldeckenabsturz des Kupferstechers (oben männlich, unten weiblich)



Abb. 10: Brutbild des Kupferstechers mit Larven (Mitte und unten) und Puppen



Abb. 11: Kupferstecher-Jungkäfer in Puppenwiege



Abb. 12: Kupferstecherbefall am Bestandesrand (links) und zunächst nur vom Gehengang erkennbar im Bestand (rechts)

Brutbild

Von der Paarungskammer, die im Brutbild auf der Innenseite der abgehobenen Rinde nicht sichtbar ist (da vollständig im Bast liegend), werden drei bis sechs sternförmig ausgehende Muttergänge angelegt (Sterngang). Hiervon gehen die Larvengänge beidseitig quer verlaufend ab und enden in Puppenwiegen (Abb. 9–11).

Käfer

Kupferfarben glänzend (Name), 1,6–2,9 mm lang, Flügeldeckenabsturz beidseitig mit je drei Zähnen, bei Männchen und Weibchen unterschiedlich ausgeprägt (Abb. 9 und Abb. 11).

Flugzeit

April bis September, Hauptflugzeiten: April/Mai und Juli/August.

Generationen

Eine bis zwei, selten drei Generationen im Jahr; daneben Geschwisterbruten.

Überwinterung

Hauptsächlich im Brutbild (alle Stadien, die Larvenstadien sind sehr robust gegen tiefere Frosttemperaturen); als Käfer auch in der Bodenstreu.

Wirtsbäume

Neben Fichte gelegentlich auch andere Nadelbaumarten, insbesondere Lärche, Douglasie, Tanne und Kiefer.

Befallsmerkmale

Rötung einzelner Äste oder ganzer Kronen (Abb. 12), viele Harztröpfchen durch Harzaustritt an den Einbohrlöchern und Auswurf von sehr feinem braunem Bohrmehl. Die frühzeitige Befallserkennung fällt deutlich schwerer als beim Buchdrucker, besonders bei Befall in den Kronen von Altfichten, da hier der Bohrmehlauswurf nicht erkennbar ist.

Weitere Arten

Weitere rindenbrütende Fichtenborkenkäferarten mit nachgeordneter Schadrelevanz werden im Folgenden verkürzt vorgestellt:



Abb. 13: Nordischer Fichtenborkenkäfer (Mitte) im Größenvergleich mit Buchdrucker (unten) und Kupferstecher (oben)

Der **Nordische Fichtenborkenkäfer** (*Ips duplicatus*), ursprünglich in der nördlichen Taiga beheimatet, tritt seit einigen Jahrzehnten zunehmend auch in Mitteleuropa (z.B. Tschechien) in Erscheinung und ist auch bereits in Deutschland gebietsweise nachgewiesen. Dabei profitiert er als sekundäre Art von der Schwächung der Wirtsbäume und dem Vorbefall durch den sehr viel aggressiveren Buchdrucker, kann aber in Massenvermehrungen auch eigenständig Befall verursachen. Wirtsbäume sind in erster Linie Fichten jeden Alters, seltener auch Lärche, Kiefer und Douglasie. Obwohl

mit 2,8–4,5 mm Körperlänge etwas kleiner als der Buchdrucker (Abb. 13), kann eine sichere Unterscheidung nur mikroskopisch erfolgen. Sowohl das Brutbild als auch die Phänologie ist sehr ähnlich zum Buchdrucker. Ein Befall ist aufgrund des geringeren Bohrmehlauswurfes und des Befalls im Kronenbereich sowie im Bestandesinneren sehr viel schwieriger zu erkennen.

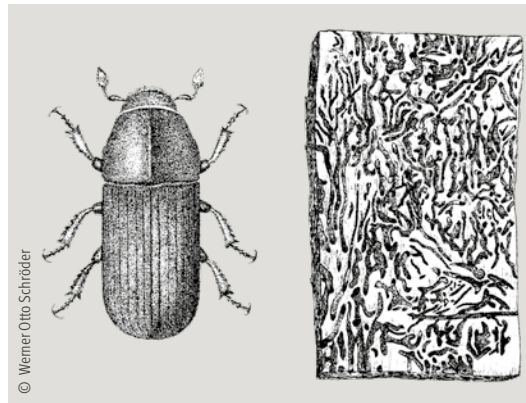


Abb. 14: Brutbild und Imago des Doppeläugigen Fichtenbastkäfers

Der **Doppeläugige Fichtenbastkäfer** (*Polygraphus poligraphus*) ist 2,2–3 mm groß, tritt vor allem als Sekundärschädling in schwächeren Baumhölzern auf (Fichte, seltener Tanne, Lärche und Kiefer) und profitiert häufig von Erstbefall durch Buchdrucker bzw. Kupferstecher. Bei Massenvermehrungen kann er jedoch Befallsherde bilden und sowohl ältere als auch jüngere Bäume zum Absterben bringen. Das sternförmige Brutbild wirkt in der abgehobenen Rinde unstrukturiert und unzusammenhängend, da es sich über

verschiedene Ebenen in der Rinde verzweigt (Abb. 14). Auch die Paarungskammer ist dann nicht erkennbar. Die Schwärmperiode der einen, selten einer zweiten Generation umfasst die Monate Mai bis August.

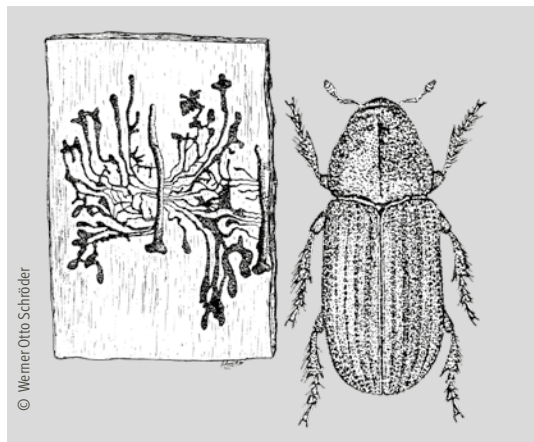
Für den **Riesenbastkäfer** (*Dendroctonus micans*), mit 5,5–9 mm Körperlänge die größte europäische Borkenkäferart, sind der große Platzgang, in dem die Larven auf breiter Front fressen (Abb. 15), und die mit großen Harztrichtern versehenen Einbohrlöcher charakteristisch. Der Befall eines Baumes beginnt oft an Rindenverletzungen. Die bevorzugte Besiedlung des Erdstammstücks kann Brutraumkonkurrenz zum Buchdrucker verursachen. Wirtschaftlich relevant ist der Käfer besonders in Sitka-Fichtenbeständen, zudem bisweilen in Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen an „Blaufichten“ (z.B. *Picea pungens* und var. *glauca*), besonders, wenn diese auf ungeeigneten Standorten stehen oder bei der Schmuckreisiggewinnung eine zu starke Reduktion der Kronen erfolgt.

Abb. 15: Fraßbild des Riesenbastkäfers mit Larven



Der **Gelbbraune** (*Hylurgops palliatus*) sowie **Dunkelbraune Fichtenbastkäfer** (*H. glabratus*), 2,5–3,2 bzw. 4,5–5 mm groß, sind stark sekundär auftretende Arten, die nur eingeschlagene, absterbende oder extrem geschwächte Bäume mit meist bereits absterbender Rinde (brauner Bast, der leicht nach Alkohol riecht) befallen. Sie treten oft massenhaft in Hiebsresten nach Durchforstungen auf und sind hier wichtige Brutraumkonkurrenten von Buchdrucker und Kupferstecher. Außerdem werden auch häufig die vom Gestreiften Nutzholzborkenkäfer (siehe S. 27) befallenen Hölzer besiedelt. Hauptwirtsbaum ist die Fichte, *H. palliatus* kommt aber auch an Kiefer vor. Beide Arten schwärmen hauptsächlich im April und Juli, zum Teil auch bereits im März bzw. noch im August/September. Das Brutbild ist von einem einarmigen, 3–5 cm langen, stiefelförmigen Muttergang gekennzeichnet, der im Splint eingeschürft ist. Die quer davon abgehenden Larvengänge sind auffallend lang. Sie verlaufen unregelmäßig und kreuzen sich, sodass ein wirres Fraßbild entsteht, das gut von dem des Buchdruckers unterschieden werden kann (Abb. 16).

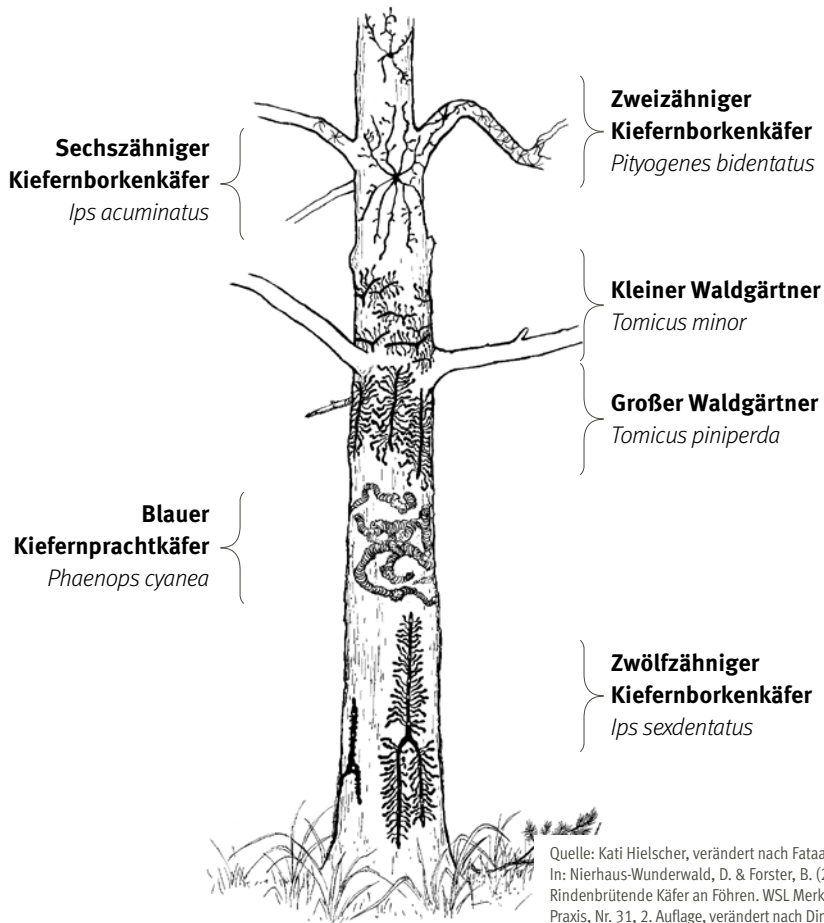
Abb. 16: Brutbild und Imago des Gelbbraunen Fichtenbastkäfers



2.1.2 Rindenbrüter an Kiefer

Der forstwirtschaftlich relevanteste Rindenbrüter an Kiefern ist der **Blaue Kiefernprachtkäfer** (*Phaenops cyanea*). Im weiteren Text wird diese Art jedoch nicht weiter beschrieben, da sie nicht zur Gruppe der

Borkenkäfer zählt. Neben den im Folgenden vorgestellten Borkenkäferarten an Kiefern wird der **Zweizähnniger Kiefernborke** (*Pityogenes bidentatus*) häufig an Ästen und Zweigen älterer Kiefern und in Kiefern- kulturen gefunden.



Quelle: Kati Hielscher, verändert nach Fataar, V.
In: Nierhaus-Wunderwald, D. & Forster, B. (2012):
Rindenbrütende Käfer an Föhren. WSL Merkblatt
Praxis, Nr. 31, 2. Auflage, verändert nach Dingler, M.
In: Escherich, K. (1923): Die Forstinsekten Mittel-
europas. 2. Band, Berlin, Parey

Abb. 17: Rindenbrüter an Kiefer – Übersicht

Sechszähliger Kiefernborckenkäfer (*Ips acuminatus*)

Der Sechszählige oder auch Scharfzählige Kiefernborckenkäfer tritt eher sekundär auf, ist aber zum Teil auch Erstbesiedler. Der Befall, der meist im Spiegelrindenbereich oben am Stamm oder an Starkästen beginnt, bleibt häufig zunächst unentdeckt und wird erst durch die Besiedlung der unteren Stammpartie durch den Zwölzfähligen Kiefernborckenkäfer oder den Großen Waldgärtner bzw. durch von Starkästen abfallende Rinde sichtbar. Durch Übertragung von Bläuepilzen kann der Käfer die visuellen Holzeigenschaften beeinträchtigen.

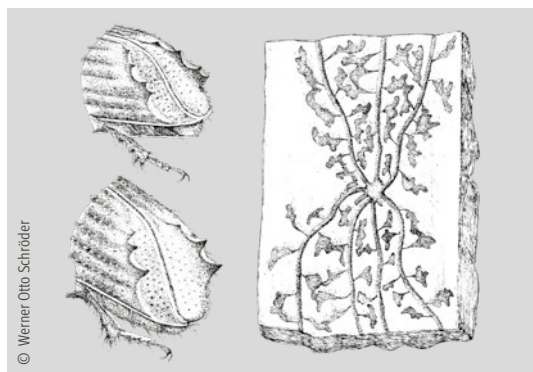


Abb. 18: Brutbild und Flügeldeckenabsturz des Sechszähligen Kiefernborckenkäfers (oben männlich, unten weiblich)

Brutbild

Sternförmig mit vier bis acht max. 40 cm langen Muttergängen, die tief im Splint eingegraben und häufig mit Bohrmehl gefüllt sind; Larvengänge sehr kurz, weit auseinander liegend, alternierend vom Muttergang abzweigend (Abb. 18). Das ist typisch und ein wesentlicher Unterschied zu anderen Arten (z. B. im Vergleich zum Zweizähligen Kiefernborckenkäfer); die Larvengänge bilden sich ebenfalls im Splint ab.

Käfer

Dunkelbraun, 2,2–3,5 mm lang; Flügeldeckenabsturz mit beidseits drei Zähnen, beim Männchen dritter Zahn zweispitzig, beim Weibchen einspitzig (Abb. 18).

Flugzeit

April/Mai bis August,
Hauptflugzeit: April/Mai.

Generationen

Eine bis zwei Generationen im Jahr, daneben Geschwisterbruten.

Überwinterung

Als Käfer im Brutbild oder in Kronenästen.

Wirtsbäume

Hauptsächlich Kiefernarten, selten Fichte, Tanne, Lärche oder Douglasie.

Befallsmerkmale

Da der Befall meist im Kronenraum beginnt, werden Befallssymptome von unten erst spät sichtbar. Am liegenden Holz bildet das ausgeworfene Bohrmehl Häufchen. Am stehenden Baum wird der Befall meist erst durch eine Verfärbung und spätere Rötung der Nadeln einzelner Zweige, Äste bzw. der ganzen Krone oder das Abfallen von Rinde im Spiegelrindenbereich sichtbar.

Zwölffähriger Kiefernborckenkäfer (*Ips sexdentatus*)

Der Zwölffährige Kiefernborckenkäfer besiedelt in Mitteleuropa liegende Stämme, geworfene und stark vorgeschädigte stehende Bäume (z. B. durch Waldbrand, Sturm, Trockenstress, nadelfressende Schmetterlingsraupen oder Blattwespenlarven), in Südeuropa werden jedoch auch vitale Bäume befallen. Er bevorzugt den grobborkigen, unteren Stammbereich und ist häufig vergesellschaftet mit anderen Borkenkäferarten. Der Befall konzentriert sich oft in Form typischer „Käferlöcher“. Seine forstliche Bedeutung nimmt in Deutschland vor allem in bereits vorgeschädigten Kiefernbeständen deutlich zu.

Brutbild

Von der Paarungskammer gehen zwei bis sechs in Faserrichtung verlaufende Muttergänge aus, die bis zu 80 cm lang werden können. Die quer verlaufenden Larvengänge sind relativ kurz und enden in großen, schüsselförmigen Puppenwiegen (Abb. 19).

Käfer

Braun, 5–8 mm lang (sehr groß), Flügeldeckenabsturz beidseits mit je sechs Absturzzähnen (Abb. 19).

Flugzeit

April bis August, Hauptflugzeit: April/Mai und Juli/August.

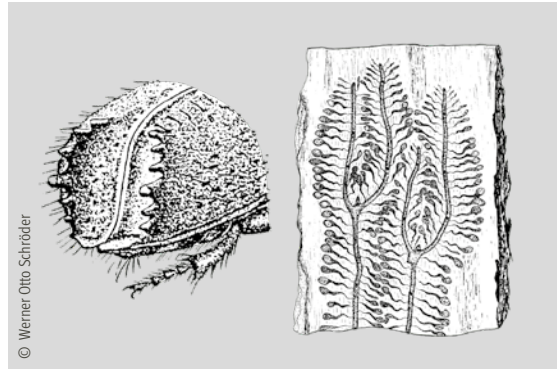


Abb. 19: Brutbild und Flügeldeckenabsturz des Zwölffährigen Kiefernborckenkäfers

Generationen

Eine bis zwei Generationen im Jahr; daneben Geschwisterbruten; die Entwicklungsdauer kann bei hohen Temperaturen sehr kurz sein (nur vier bis sechs Wochen).

Überwinterung

Als Käfer in der Bodenstreu, unter der Rinde von Stämmen, Stöcken, alten Kiefern oder im Brutbild.

Wirtsbäume

Hauptsächlich Kiefernarten, selten an Fichte, Lärche und Tanne.

Befallsmerkmale

Starker Bohrmehlauswurf, Rötung oder Vergilbung der Krone, Spechtabschläge, später Abfallen der Rinde.

Kleiner Waldgärtner (*Tomicus minor*)

Der Kleine Waldgärtner ist forstwirtschaftlich bedeutsamer als sein großer Namensvetter, da er in der Lage ist, bereits weniger stark geschwächte Bäume zu befallen und zum Absterben zu bringen. Neben stehenden Bäumen besiedelt der Käfer häufig auch liegende Hölzer und Waldresthölzer. Vorzugsweise entwickeln sich die Käfer im dünnrindigen Spiegelrindenbereich unter und in der Krone oder an dünnen Stämmen. Die Art ist Überträger von Bläuepilzen, wodurch zusätzliche wirtschaftliche Verluste entstehen (visueller Schaden).



Abb. 21: Harztrichter bei Befall durch Waldgärtner

Daneben besteht die forstliche Bedeutung des Kleinen Waldgärtners in der Schwächung vitaler Kiefern durch den Reifungs- und Regenerationsfraß der Jung- und Altkäfer in ein- bis zweijährigen Trieben. Die Triebe werden ausgehöhlt (Markröhrenfraß) und brechen dann durch Windeinwirkung

ab. Als typisches Schadbild resultieren „beschnittene“ Kronen (Name) und abgebrochene Triebe (Absprünge, Abb. 22) am Boden. Die Anzahl solcher Absprünge kann als Kriterium für die Käferdichte dienen.

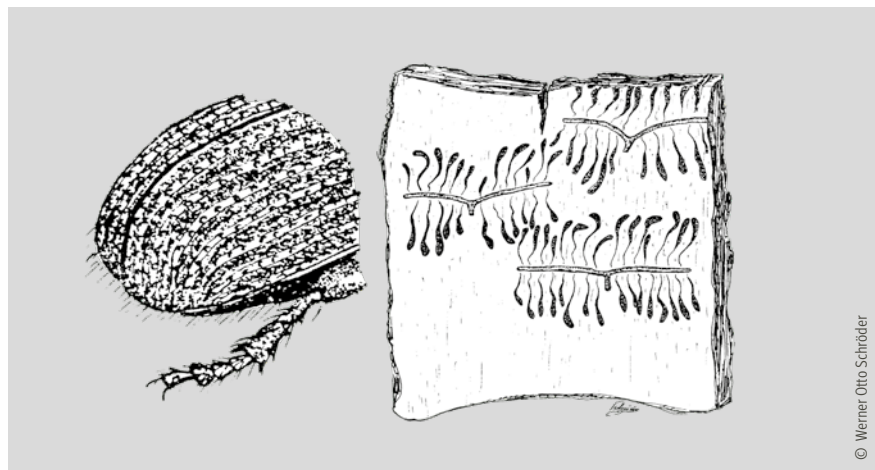


Abb. 20: Brutbild und Flügeldeckenabsturz des Kleinen Waldgärtners



Abb. 22: Zweigabsprünge mit noch grünen Nadeln am Boden – Hinweis auf erhöhte Waldgärtnerdichte

Brutbild

Doppelarmiger, das Splintholz tief furchender Quergang, der aus zwei bis zu 8 cm langen Muttergängen besteht, von denen die Larvengänge nahezu senkrecht abgehen (Klammergang, Abb. 20). Die Puppenwiegen liegen im Splintholz (Löcher).

Käfer

Dunkelbraun bis schwarz, 3,2–5,2 mm lang, abgerundeter Flügeldeckenabsturz mit gekörnten Furchen, Bastkäfer: Kopf von oben sichtbar.

Flugzeit

März bis August, Hauptflugzeit: März bis Mai (etwas später als der Große Waldgärtner).

Generationen

Eine Generation im Jahr; daneben Geschwisterbruten.

Überwinterung

Als Käfer vornehmlich in der Bodenstreu, z.T. auch in abgebrochenen Trieben.

Wirtsbäume

Kiefernarten, selten Fichte.

Befallsmerkmale

Braunes und/oder weißes Bohrmehl, oft Harztrichter an den Einbohrlöchern (Abb. 21); Vergilben oder Rötung der Krone, später Abfallen großer Rindenstücke; Absterben von Ästen, Kronenteilen oder ganzen Bäumen; Abfallen der jüngsten Triebspitzen, die von den Käfern ausgehöhlt wurden; Absprünge am Boden (Abb. 22).

Großer Waldgärtner (*Tomicus piniperda*)

Der Große Waldgärtner befällt vorzugsweise den grobborkigen, unteren Stammbereich. Besiedelt werden sowohl liegende als auch stehende Stämme ab Stangenholzalter. Stehende Stämme werden i. d. R. nur befallen, wenn sie durch andere Ursachen bereits stark geschwächt sind (z.B. durch starke, fraßbedingte Nadelverluste, Diplodia-Triebsterben, Kienzopf- oder Hallimaschbefall, Vorbefall durch andere Rindenbrüter). Wie beim Kleinen Waldgärtner entstehen Absprünge durch Käferfraß. Durch diese Schädigung werden Holzzuwachsvverluste von bis zu 40 % verursacht.

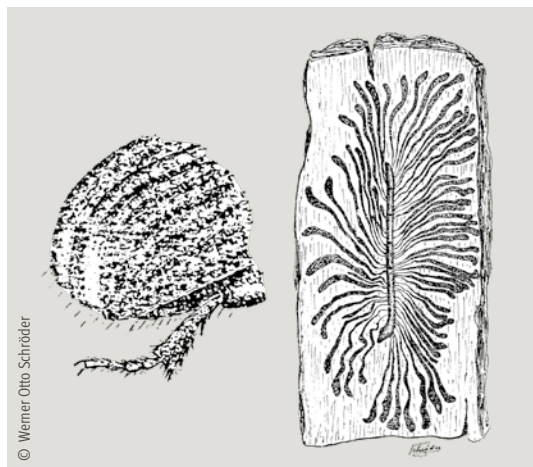


Abb. 23: Brutbild und Flügeldeckenabsturz des Großen Waldgärtners

Brutbild

Einarmiger, bis 15 cm langer, häufig mit einer Harzkruste ausgekleideter Muttergang (Längsgang), der am liegenden Stamm im Anfangsteil krückstockartig gekrümmt ist. Von diesem gehen die quer verlaufenden Larvengänge ab, die in länglichen Puppenwiegen in der Rinde enden (Abb. 23).

Käfer

Schwarzbraun bis schwarz, 3,5–5,2 mm lang; abgerundeter Flügeldeckenabsturz mit zwei glatten Furchen, Bastkäfer: Kopf von oben sichtbar.

Flugzeit

(Februar)/März (Frühschwärmer) bis August, Hauptflugzeit: März/April.

Generationen

Eine Generation im Jahr, daneben Geschwisterbruten.

Überwinterung

Als Käfer eingebohrt am Stammfuß, seltener in der Bodenstreu.

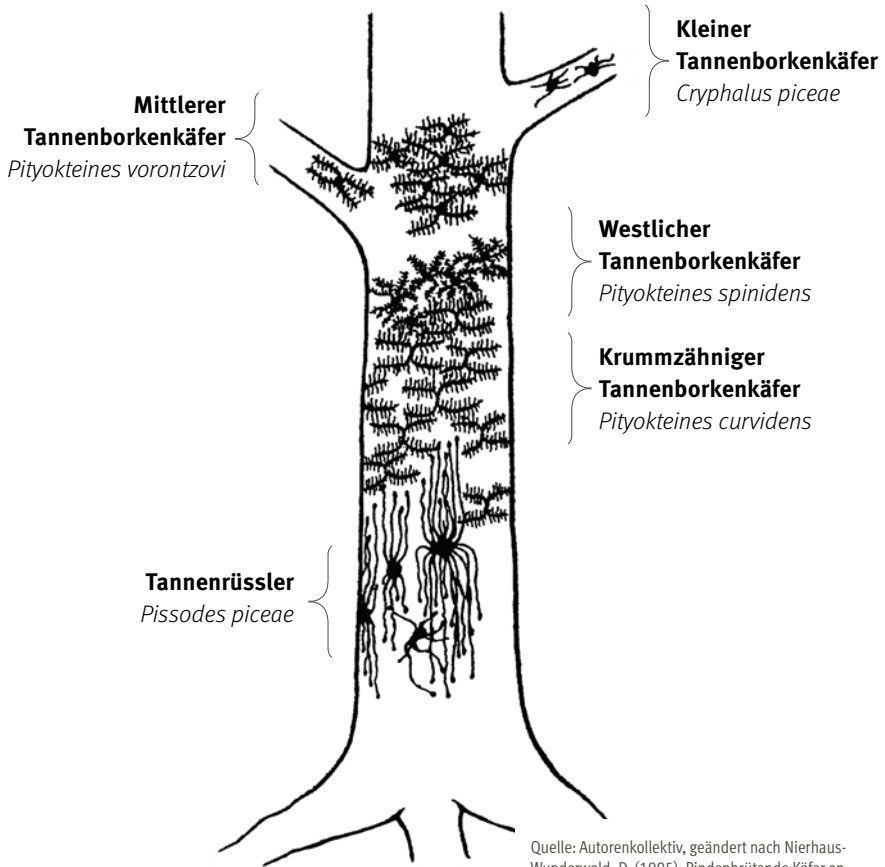
Wirtsbäume

Kiefernarten, auch Fichte und Lärche.

Befallsmerkmale

Wie Kleiner Waldgärtner; durch die Brutentwicklung Absterben ganzer Kiefern, nicht nur von Kronenteilen.

2.1.3 Rindenbrüter an Tanne



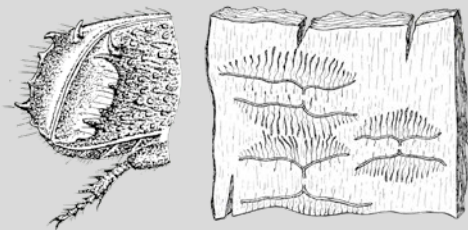
Quelle: Autorenkollektiv, geändert nach Nierhaus-Wunderwald, D. (1995): Rindenbrütende Käfer an Weisstanne. Biologie und forstliche Massnahmen; WSL Merkblatt Praxis, Nr. 23

Abb. 24: Rindenbrüter an Tanne – Übersicht

Krummzähniger Tannenborkenkäfer (*Pityokteines curvidens*)

Besonders auf Grenzstandorten und außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Tanne ist er ein bedeutsamer Tannen-

schädling. Bei Primärbefall bohrt sich der Käfer zunächst in die oberen, später auch in weiter unten liegende Stammteile ein.



© Werner Otto Schröder

Abb. 25: Brutbild und Flügeldeckenabsturz des Krummzähnigen Tannenborkenkäfers

Brutbild

Die Muttergänge werden doppelarmig in quer zur Stammachse stehender H-Form (Doppelarmiger Quergang, „Doppelklammer“) angelegt (Abb. 25). Die Puppenwiegen liegen im Splintholz (Löcher).

Käfer

Schwarzbraun, 2,5–3 mm lang; erster Absturzzahn senkrecht nach oben, zweiter Zahn hakenförmig nach innen gebogen (Name, Abb. 25).

Flugzeit

März/April bis August, Hauptflugzeiten: April und Juli.

Generationen

Eine bis zwei, selten drei Generationen im Jahr; daneben Geschwisterbruten.

Überwinterung

In allen Stadien im Brutbild unter der Rinde oder im Splint bzw. als Käfer in kurzen Überwinterungsgängen, die an perlschnurförmigen Harztropfen zu erkennen sind.



© Markus Kautz

Abb. 26: Rindenabfall und Nadelverfärbung nach Befall durch den Krummzähnigen Tannenborkenkäfer an Weißtanne; die Käfer sind hier größtenteils bereits ausgeflogen

Wirtsbäume

Neben den Tannenarten selten Fichte, Lärche, Douglasie und Kiefer.

Befallsmerkmale

Wenig Harzfluss und wenig braunes Bohrmehl, Löcher im Splintholz; Nadelverfärbung vielfach im unteren Kronenbereich beginnend (Abb. 26).

Der Krummzähnige Tannenborkenkäfer wird häufig von zwei Arten der Gattung *Pityokteines* mit ähnlicher Lebensweise begleitet: dem **Westlichen Tannenborkenkäfer** (*P. spinidens*) und dem **Mittleren Tannenborkenkäfer** (*P. vorontzovi*). Der Westliche Tannenborkenkäfer lebt häufig mit dem Krummzähnigen im selben Stamm, ist aber selten dominant. Er hat ein sternförmiges Brutbild (Achtung: bei Geschwisterbruten kann auch der Krummzähnige ein sternförmiges Brutbild anlegen). Der Mittlere Tannenborkenkäfer besiedelt vor allem Wipfelstücke und dickere Äste. Weiterhin weisen befallene Tannen im dickeren Stammbereich häufig auch einen zusätzlichen Befall durch den **Tannenrüssler** (*Pissodes piceae*) auf.

Kleiner Tannenborkenkäfer (*Cryphalus piceae*)

Der Kleine Tannenborkenkäfer brütet vorzugsweise in dünner Rinde im Kronenbereich, gelegentlich befällt er auch Jungwüchse (Kulturen, Naturverjüngungen). Die Art ist häufig beteiligt bei Befall durch den Krummzähnigen, Westlichen oder Mittleren Tannenborkenkäfer. Bei Massenvermehrung kann es zu großen Befallsherden und nennenswertem Ausfall der Tannen, auch in Mischbeständen, kommen.

Brutbild

Von einem platzförmigen Muttergang gehen die Larvengänge strahlenförmig auseinander (Abb. 27).

Käfer

Dunkelbraun bis schwarz, 1–2 mm lang.

Flugzeit

März bis August, Hauptflugzeiten:
März/April und Juni/Juli.

Generationen

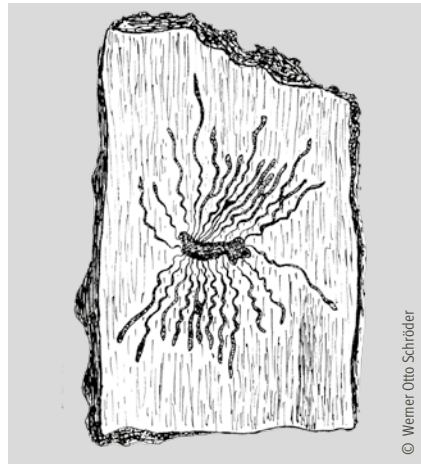
Eine bis zwei Generationen im Jahr; daneben Geschwisterbruten.

Überwinterung

In allen Stadien im Brutbild, als Käfer auch in kurzen Überwinterungsgängen unter der Rinde von Ästen und Zweigen alter Tannen.

Wirtsbäume

Neben der Tanne selten Kiefer und Lärche; zunehmend an Astquirlen der Douglasie.



© Werner Otto Schröder



© FVA Bielefeld-Wittenberg

Abb. 27: Brutbild des Kleinen Tannenborkenkäfers

Abb. 28: Wucherungen, durch den Reifungsfraß der adulten Käfer verursachte, krebbsartige Wucherungen an den Ästen oder Stämmchen von jungen Bäumen (Abb. 28).

Befallsmerkmale

Starker Harzfluss im Kronenbereich, durch den Reifungsfraß der adulten Käfer verursachte, krebbsartige Wucherungen an den Ästen oder Stämmchen von jungen Bäumen (Abb. 28).

2.1.4 Rindenbrüter an Lärche

Großer Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*)

Nach Sturmkalamitäten und Trockenjahren kann der Große Lärchenborkenkäfer schwere wirtschaftliche Schäden verursachen. Frühjahrs- und Sommereinschläge in Verbindung mit Nichtbeachtung der sauberen Waldwirtschaft sowie zu lang im Wald ver-

bleibende Holzpolter können Ausgangspunkte für massiven Stehendbefall sein. Im Vergleich zum Buchdrucker verlaufen die Massenvermehrungen des Lärchenborkenkäfers meist schneller, sodass er oft kurz, aber heftig in Erscheinung tritt. Der Große Lärchenborkenkäfer bevorzugt dickere Stammrinde, befällt aber auch dünnrindigere Stangenhölzer, insbesondere wenn nach Durchforstungen der Aushieb im Bestand verbleibt. Pflegemaßnahmen ohne Aufarbeitung der wirtschaftlich nicht nutzbaren Resthölzer können unter Umständen zur Bestandesauflösung führen. Der Regenerations- und Reifungsfraß der Alt- bzw. Jungkäfer erfolgt im Bast und in gesunden Lärchentrieben. Manchmal ist eine Vergesellschaftung mit dem **Lärchenbockkäfer** (*Tetropium gabrieli*) zu beobachten. Sehr häufig erfolgt gleichzeitig ein massiver Befall der Krone durch den Kupferstecher.



Abb. 29: Brutbild des Großen Lärchenborkenkäfers

Brutbild

Mehrmarmiges, z.T. sternförmiges Brutbild mit zwei bis vier bis zu 17 cm langen, vorwiegend längs verlaufenden Muttergängen; die quer verlaufenden Larvengänge enden in Puppenwiegen (Abb. 29).

Käfer

Ähnt dem Buchdrucker, braun bis schwarzbraun, 4,5–6 mm lang, Flügeldeckenabsturz glänzend, beidseits je vier Absturzzähne, je eine Haarreihe entlang der Flügeldeckennaht (sichere Unterscheidungsmöglichkeit zum Buchdrucker, Abb. 30).

Flugzeit

April bis September, Hauptflugzeiten:
April/Mai und Juli/August.

Generationen

Eine bis zwei Generationen im Jahr; daneben Geschwisterbruten.

Überwinterung

Im Brutbild (alle Stadien) und in der Bodendstreu (Käfer).

Wirtsbäume

Lärchenarten und Zirbelkiefer, selten andere Kiefernarten, Fichte, Tanne und Douglasie.

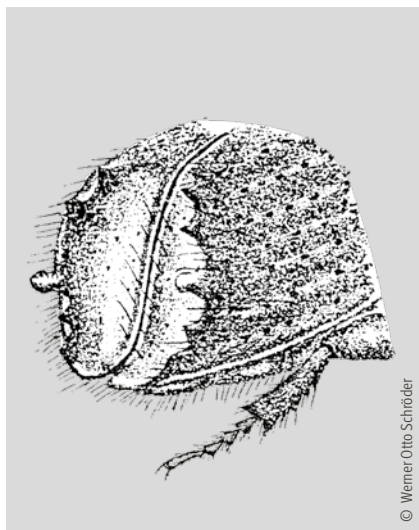


Abb. 30: Flügeldeckenabwurf des
Großen Lärchenborkenkäfers

Befallsmerkmale

Einbohrlöcher, Bohrmehlauswurf, Harzfluss, Spechtabschläge und die beginnende Verfärbung der Krone; Rindenabfall und Kronenrötung meist erst, wenn die Käfer bereits ausgeflogen sind (Abb. 31).



Abb. 31: Bestandesschäden durch den Großen
Lärchenborkenkäfer

2.1.5 Rindenbrüter an Douglasie

Innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes in den USA und Kanada weist die Douglasie das größte Schädlingsspektrum aller Baumarten auf. Insgesamt sind dort mehr als 140 Insektenarten als Schädlinge an der Douglasie bekannt. In Mitteleuropa zählen vor allem verschiedene Borkenkäferarten wie **Furchenflügelter Fichtenborkenkäfer, Kupferstecher, Kleiner Tannenborkenkäfer, Großer Lärchenborkenkäfer** sowie **diverse Kiefernborke** zu den Schädlingen, die nach witterungsbedingten Schadereignissen häufig an Douglasie zu finden sind und in Kulturen und Stangenhölzern zu erheblichen Ausfällen führen. Allerdings kommen ihre Bruten häufig nicht zum Abschluss. Es ist jedoch anzunehmen, dass sich der Anpassungsprozess der heimischen Borkenkäfer an die Douglasie fortsetzt und in Zukunft zunehmend erfolgreiche Bruten an der Douglasie stattfinden werden. Auch der Buchdrucker kann, insbesondere nach dem Einschlag befallener Fichtenbestände, die Douglasie befallen und Schäden verursachen (jedoch geringerer Bruterfolg).

Seit 2003 ist an der Douglasie der **Furchenflügelter Fichtenborkenkäfer** auffällig in Erscheinung getreten. Der Käfer ist sehr klein (1,1–1,7 mm), das Brutbild sternförmig – ähnlich dem des Kupferstechers –, zeigt jedoch eine deutlich in den Splint eingeprägte Paarungskammer. Die Käfer befallen Bäume im Bereich von Stamm und Krone (bevorzugt an Astquirlen) und traten bislang oft sekundär z. B. an von Douglasienschütte befallenen Bäumen auf. Nach einer abiotischen Vorschädigung wurde der Furchenflügelter Fich-

tenborkenkäfer in zahlreichen Douglasienjungbeständen in Verbindung mit massiven Ausfällen beobachtet. Oft wurden diese Ausfälle fälschlicherweise als Frosttrocknis angesprochen, da man die winzigen Bohrlöcher im Bereich der Astquirlen nicht erkannt hatte.

Bisher ist nicht bekannt, dass aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet der Douglasie, d. h. aus Nordamerika, die dort mit dieser Baumart vergesellschafteten gefährlichen rindenbrütenden Borkenkäfer (z. B. *Dendroctonus spec.*) nach Deutschland eingeschleppt wurden. Falls dies doch geschehen sollte, muss die Etablierung dieser Arten durch geeignete Pflanzenschutzmaßnahmen unbedingt verhindert werden.

2.2 Allgemeines zu Holzbrütern

Holzbrütende Borkenkäferarten sind im Gegensatz zu den Rindenbrütern für die Wirtsbäume nicht lebensbedrohlich, da sie in der Regel bereits gefällte bzw. absterbende Bäume besiedeln. Sie verursachen aber technische Holzschäden, indem sie ihre Brutsysteme (zumeist nur) im Splintholz der Bäume anlegen. Dies führt auf Grund der Brutgänge und Verfärbungen zu erheblichen Wertminderungen des Holzes. Die Käfer und Larven ernähren sich von Ambrosia-Pilzarten (Pilzrasen), die in den Brutgängen gezüchtet werden. Sterben diese Pilze ab, verfärben sie die Gangwände dunkel. Die Pilzrasen können sich nur bei einer hohen Holzfeuchtigkeit entwickeln, weshalb nur relativ frisches bzw. an feuchten Stellen gelagertes Holz befallen wird.

Gestreifter Nutzholzborkenkäfer (*Trypodendron lineatum*)

Der Gestreifte oder Linierte Nutzholzborkenkäfer befällt sowohl eingeschlagenes Nadelholz (auch im entrindeten Zustand) als auch absterbende Bäume (z. B. mit Rindenbrüter-Stehendbefall, Wipfelbruch), frische Stöcke, Bruch- und Restholz. Da er die befallenen Bäume nicht zum Absterben bringt, ist er als technischer Schädling einzustufen.

Brutbild

Von der bis zu 5 cm tiefen, radialen Eingangsröhre werden parallel zu den Jahrringen im Splintholz Brutröhren (Muttergänge) angelegt (Abb. 32), von denen nach oben und unten leitersprossenförmige, kurze Larvengänge ausgehen (Leitergänge, Abb. 34). Die Käfer züchten in den Gängen Pilze (Ambrosia-Pilze), die sie und ihre Larven als Nahrung abweiden. Die Elternkäfer betreiben in den Gangsystemen Brutpflege. Der wirtschaftliche Schaden entsteht zu einem geringeren Teil durch die nicht sehr tief liegenden Gangsysteme (technischer Schaden) und zum größeren Teil durch Verfärbungen und technische sowie visuelle Schäden, die durch die mit den Käfern vergesellschafteten Pilze verursacht werden.

Käfer

Flügeldecken gelb-braun, dunkel gestreift (Name: „*lineatum*“), 2,8–3,8 mm lang.

Flugzeit

Februar/März (Frühschwärmer) bis August/September (Oktober), Hauptflugzeit:

März/April. Durch verzögertes Erscheinen im Frühjahr und durch Anlage von Folge- und Geschwisterbruten kann der Käferflug bis zum Herbst anhalten. Deswegen ist im Wald lagerndes Holz während der gesamten Flugzeit potenziell gefährdet.

Generationen

Eine Generation im Jahr; durch rasches Austrocknen der Brutstämme kommt es oft zum Abbruch der Brut. Die Weibchen setzen dann die Eiablage in Stämmen mit höherer Holzfeuchtigkeit fort (Geschwisterbruten).

Überwinterung

In der Bodenstreu (Käfer).

Wirtsbäume

Alle Nadelbaumarten, vorzugsweise Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, auch Douglasie.

Befallsmerkmale

Weißer Bohrmehlauswurf (Abb. 33), der bei Regen immer wieder abgewaschen wird (an vor Regen geschützten Stellen nach Bohrmehl suchen!). Häufig werden in Holzpoltern einzelne Stämme bevorzugt besiedelt, während andere völlig unbefallen bleiben.

Weitere Arten

Seit einigen Jahren tritt der aus Ostasien eingeschleppte **Schwarze Nutzholzborkenkäfer** (*Xylosandrus germanus*) häufiger auf, der das Bohrmehl in kompakten „Würst-

chen“ aus dem Bohrloch herauschiebt. Die Käfer sind ausgesprochene Spätschwärmer (Mai/Juni) und befallen neben Nadel- auch Laubholz. Bevorzugt werden Stellen befallen, an denen die Rinde abgeschürft ist. Das Brutbild besteht aus einer Bruthöhle im äußeren Splint mit einer ca. 2 bis 3 cm tiefen Eingangsröhre. An Fichte überträgt der Käfer Bläuepilze und wird vor allem durch die visuelle Beeinträchtigung des Holzes zum Schädling. Ansonsten ist die wirtschaftliche Bedeutung geringer als die des Gestreiften Nutzholzborkenkäfers, da das befallene Splintholz i. d. R. nicht verwertet wird. Eine Besonderheit dieser Käferart ist, dass pyrethroidartige Pflanzenschutzmittel nicht hinreichend wirksam sind und daher die Art in den zugelassenen Indikationen gegen Holzbrüter auch explizit ausgenommen wird (Ausnahme: Storanet®, siehe S. 45).

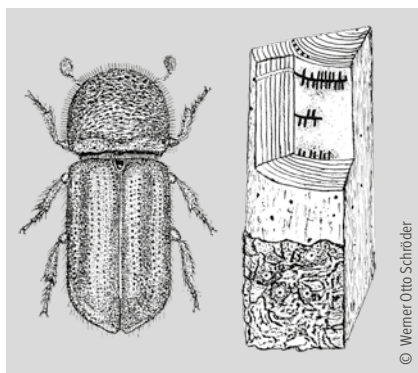
Weiterhin wird auch der **Amerikanische Nutzholzborkenkäfer** (*Gnathotrichus materiaris*) immer wieder an lagerndem Holz festgestellt. Er ähnelt in Lebensweise und Brutbild dem Gestreiften Nutzholzborkenkäfer und macht sich wie dieser durch den Auswurf weißen Bohrmehls bemerkbar. Da die Gänge des Amerikanischen Nutzholzborkenkäfers bis zu 27 cm in das Holz hineinreichen können, ist die technische Entwertung generell wesentlich stärker als beim Gestreiften Nutzholzborkenkäfer.



© FVA Baden-Württemberg



© Ralf Petercord



© Werner Otto Schröder

Abb. 32: Fraßgänge des Gestreiften Nutzholzborkenkäfers im Splintholz

Abb. 33: Weißer Bohrmehl auswurf des Gestreiften Nutzholzborkenkäfers

Abb. 34: Brutbild und Imago des Gestreiften Nutzholzborkenkäfers

3 VORBEUGUNG, ÜBERWACHUNG UND BEKÄMPFUNG VON BORKENKÄFERN

Integriertes Borkenkäfermanagement bedeutet, durch eine Vielzahl an möglichen Maßnahmen zur Vorbeugung, Überwachung und letztlich zur Bekämpfung der Borkenkäfer ökologische und ökonomische Schäden an Waldbeständen zu vermeiden oder zumindest zu verringern. Damit werden die vielfältigen Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen der Wälder langfristig erhalten. Bei Entscheidungen über Bekämpfungsmaßnahmen wird jenes Verfahren bzw. diejenige Kombination von Verfahren gewählt,

welche(s) bei ausreichender Wirksamkeit die geringstmöglichen Gefahren für die Gesundheit von Mensch, Tier und Naturhaushalt in sich birgt. Besondere Sorgfalt erfordern vor allem Einzelentscheidungen über den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln (PSM), die auf das notwendige Maß beschränkt als letztes Mittel (*Ultima ratio*) eingesetzt werden können. Dabei sind neben den Regelungen des Pflanzenschutzgesetzes auch jene einer etwaigen Zertifizierung zu berücksichtigen (z. B. PEFC, FSC).

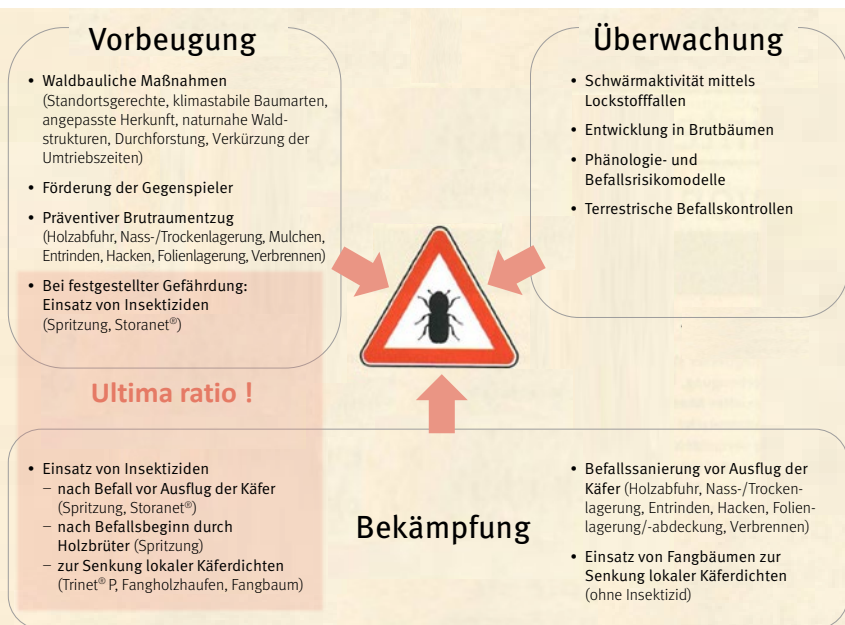


Abb. 35: Übersicht über die Maßnahmen des Integrierten Borkenkäfermanagements (Details siehe Text)

3.1 Vorbeugung

3.1.1 Waldbauliche Maßnahmen

Das waldbauliche Handeln beeinflusst die Waldschutzsituation kurz-, mittel- und langfristig. Die Beachtung der Grundsätze der naturnahen Waldwirtschaft, die von vielen Waldbesitzern praktiziert wird, mindert die Borkenkäfergefahr mittel- und langfristig durch:

- die **Wahl standortsgerechter und klimastabiler Baumarten aus angepassten Herkünften** (bei Erst- und Wiederaufforstungen, Voranbauten und beim Umbau nicht standortsgerechter Bestände). Auf diese Weise wird die Resilienz der Bestände und damit auch die Widerstandsfähigkeit gegenüber Borkenkäferbefall erhöht.
- die **horizontale und vertikale Diversifizierung von Bestandesstrukturen** inklusive einer konsequenten **Förderung von Mischbaumarten** zur Reduzierung des Wirtsbaumanteils und zur Erhöhung der Ausbreitungsverluste der Borkenkäfer.
- die Erhaltung und Förderung von **artenreichen Waldrändern**, anderen **Kleinstrukturen** sowie der heimischen **Strauch- und Krautflora**. Hierdurch werden die natürlichen Gegenspieler gefördert sowie das Bestandesklima und der Nährstoffkreislauf positiv beeinflusst.
- die **schonende Behandlung der verbleibenden Bestände und des Bodens** mit dem Ziel einer einzelbaumorientierten Vitalitätssteigerung. Dies erfolgt durch Entspannung der Konkurrenzsitu-

ation der Bäume um Wuchsraum, Licht, Wasser und Nährstoffe, den Erhalt einer nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit (z.B. Feinaufschluss anstatt flächiger Befahrung), die Vermeidung von Fäll- und Rückeschäden sowie eine angemessene Eingriffsstärke bei der Holzernte.

- die **Verkürzung der Umtriebszeiten** in vorhandenen, weder standortsgerechten noch klimastabilen Beständen zur Herabsetzung des Befalls- (z.B. Buchdrucker) sowie des Sturmwurfrisikos.

3.1.2 Natürliche Gegenspieler der Borkenkäfer

Eine ganze Reihe von Tierarten sind als Räuber oder Parasitoide (d.h. parasitisch lebende Organismen, die ihren Wirt töten) wichtige natürliche Gegenspieler der Borkenkäfer. Dazu gehören neben **Vogelarten** (u.a. Spechte, Kleiber, Meisen) **Käfer- und Fliegenarten**, Florfliegen, Kamelhalsfliegen sowie deren Larven und (besonders wichtig) zahlreiche **Erz-, Schlupf- und Brackwespenarten** (Beispiele in Abb. 36–40). Viele dieser Arten benötigen Blütenpflanzen als Nahrung und für die Zeit der Latenz ihres Hauptwirtes andere Nebenwirte. Blütenpflanzen und Nebenwirte können durch arten- und strukturreiche Waldbestände mit heimischen Pflanzenarten sowie durch die Erhaltung und Förderung von Klein- und Kleinststrukturen im Wald (z.B. Krautsäume, Lichtungen, Totholz) gefördert werden. Auch **entomopathogene Pilze** können Borkenkäferpopulationen dezimieren (Abb. 41). Die natürlichen Gegenspieler tragen zur Regulation der Populationsdichte von Borkenkäfern bei, können aber eine Mas-

senvermehrung, z. B. nach Sturmwurf, nicht verhindern oder allein zum Zusammenbruch bringen. Sie können vielmehr in Zeiten außerhalb von Massenvermehrungen helfen, die Schäden durch Borkenkäfer zu minimieren. Die oft erst nach den Jungkäfern der Borkenkäfer aus dem Baum schlüpfenden Parasitoide können durch

das Belassen der Bäume, deren rechtzeitige Beräumung vor dem Schlupf der Jungkäfer verpasst wurde (Abb. 47), gefördert werden. Abzuwägen sind hierbei jedoch auch Erfordernisse der Verkehrssicherung, des Arbeitsschutzes und eine mögliche Förderung von Nutzholzborkenkäfern.



Abb. 36: Ameisenbuntkäfer (*Thanasimus formicarius*)



Abb. 37: Kamelhalsfliege (*Raphidia* sp.)



© Udo Schmidt

Abb. 38: Jagdkäfer (*Nemosoma elongatum*)



© Werner Otto Schröder

Abb. 39: Schlupfwespe



© Reinhold Jöhm

Abb. 40: Schlupfwespen-Kokons in Puppenwiegen des Buchdruckers



© Ortwin Vaupel

Abb. 41: Von *Beauveria*-Pilz befallener und abgetöteter Buchdrucker (rechts)

3.1.3 Präventiver Brutraumentzug

Brutraumentzug bedeutet, dass Bäume oder Hölzer, die für die Entwicklung von forstlich relevanten Borkenkäferbruten geeignet sein könnten (z. B. Windwurf, Wind- oder Schneebruch sowie bruttaugliche Pflege- und Hiebsreste), vorbeugend nicht im Wald verbleiben oder brutuntauglich gemacht werden. Der Brutraumentzug im Sinne der **Sauberen Waldwirtschaft** ist die wirkungsvollste Methode, um die Vermehrung von Borkenkäfern einzuschränken. Diese Maßnahme sollte daher als Daueraufgabe in Nadelwäldern ständig praktiziert werden, um das Angebot an Brutraum zu minimieren. Damit kann das Risiko einer lokalen Massenvermehrung meist schon im Keim erstickt werden.

Folgende Maßnahmen sind vorbeugend, vor festgestelltem Befall geeignet:

- An die Borkenkäferaktivität und -entwicklung **angepasste Pflege- und Erntezeitpunkte** minimieren das Befallsrisiko des eingeschlagenen Holzes, der im Bestand verbleibenden Waldresthölzer und z.T. auch des verbleibenden Bestandes. Günstig sind dabei die Monate September bis November, da Waldrestholz bis zum Käferflug im Folgejahr meist austrocknet und damit brutuntauglich wird. Dabei ist die jeweils aktuelle Befallssituation im Gebiet zu berücksichtigen.
- **Holzabfuhr** vor Beginn des Frühjahrschwärmfluges der Käfer direkt ins Sägewerk bzw. zum Holzverwender; beschleunigter Verkauf und Vereinbarung kurzer Lagerfristen für eingeschlagene

Hölzer sind wichtige organisatorisch-logistische Maßnahmen zur Erreichung dieses Ziels. Wenn dies nicht zeitnah möglich ist: Abfuhr ins **Zwischenlager** mit einem Mindestabstand von 500 m, besser 1.000 m zu gefährdenden Beständen (z. B. auf Freiflächen oder in Laubbaumbeständen). Eine Befallskontrolle des Lagers ist erforderlich, denn die Zwischenlagerung gibt trotz Abstand keine ausreichende Sicherheit gegen Befall.

- **Nass- oder Trockenlagerung:** Die Nasslagerung auf Beregnungsplätzen (Abb. 42) verhindert weitgehend, dass die eingelagerten Stämme befallen werden. Die Trockenlagerung in Verbindung mit Entrindung ist ein sicherer Schutz vor Rindenbrütern, jedoch nicht vor Holzbrüterbefall. Bei Anfall großer Holzmen-gen (z. B. nach Sturmkatastrophen) wird bei der Anlage von Trockenpoltern die Verwendung von Zwischenlagen empfohlen, um durch rasches Austrocknen der Hölzer das Befallsrisiko schnell abzusenken (oft jedoch keine ausreichende Maßnahme).
- **Entrindung** bruttauglichen Holzes vor dem Befall: Durch diese Maßnahme wird den Rindenbrütern der Brutraum entzogen und den Holzbrütern infolge der schnelleren Austrocknung des Holzes der Zeitraum für eine erfolgreiche Brut stark verkürzt, falls das Holz trocken gelagert wird (Unterlagen). Die Entrindung kann manuell, motor-manuell mit einem Anbaugerät für die Motorsäge, mit mobilen Entrindungsmaschinen oder per Harvesteraggregat



Abb. 42: Nasslagerung von Sturmholz mit permanenter Beregnung

(Debarking-Head) erfolgen, um die besiedelbare Rindenfläche hinreichend zu minimieren.

- **Hackung** (Häckseln) von Waldresthölzern, d.h. Schlagabraum und Durchforstungsmaterial: So wird Brutraum minimiert, wodurch das Material vorrangig für den Buchdrucker brutuntauglich wird. Die Beseitigung von Waldresthölzern ist insbesondere in Fichten- und Lärchenbeständen von großer Bedeutung. Eine Lockwirkung der im Wald verblasenen, frischen Hackschnitzel und ein damit einhergehendes erhöhtes Stehendbefallsrisiko ist allerdings nicht auszuschließen! Daher ist die Abfuhr (energetische Nutzung) bzw. die Lagerung auf mit Folie abgedeckten Haufen dem flächigen Verblasen vorzuziehen.
- **Mulchen** von schwachen Waldresthölzern, z.B. von Astmaterial auf Rückegassen: So kann potenzieller Brutraum durch eine schnellere Austrocknung, insbesondere für kleine Borkenkäferarten wie den Kupferstecher, minimiert werden.

- **Folienlagerung:** Frisches Polterholz wird luftdicht mit starker Polyethylenfolie eingepackt und somit gleichzeitig konserviert. Aufgrund der limitierten Poltergröße, des technischen Aufwandes und der hohen Kosten wird dieses Verfahren bisher allerdings wenig praktiziert (Abb. 46e).
- **Verbrennen** vor Ort hat sich vor allem zur Beseitigung von bruttauglichem Schlagabraum bewährt. Der Zeitraum zwischen Anlage und Verbrennen von Reisighaufen sollte möglichst kurz gehalten werden, um keine Jungvögel oder andere Kleintiere (Igel, Bilche u.a.) zu vernichten. Das Verbrennen ist stets nur bei feuchter Witterung durchzuführen (Minimierung des Waldbrandrisikos). Grundsätzlich sind die einschlägigen länderspezifischen und kommunalen Vorschriften zum Verbrennen von Pflanzenabfällen, zum Brandschutz sowie die Regelungen zum Umwelt- und Immissionsschutz einzuhalten. In vielen Bundesländern oder Kommunen ist das Verbrennen als Waldschutzmaßnahme nicht mehr erlaubt.

3.1.4 Einsatz von Insektiziden bei festgestellter Gefährdung

Der Schutz liegenden Holzes vor massivem Befall durch rinden- oder holzbrütende Borkenkäfer „bei festgestellter Gefährdung“ ist dann wichtig, wenn fängisches Holz bei hoher Schädlingsdichte vor bzw. während der Käferflugzeit nicht rechtzeitig abgefahren oder entrindet werden kann. Der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel erfolgt nach Entscheidung im Einzelfall, bedarf besonderer Sorgfalt und eines Sachkundennachweises (vgl. S. 46). Dabei ist er stets gegen alternative Maßnahmen abzuwägen und nur als letztes Mittel (*Ultima ratio*) anzuwenden. Liegendes Holz kann durch die Behandlung mit einem zugelassenen Insektizid weitgehend vor Befall geschützt werden (siehe Bekämpfung S. 45).

3.2 Überwachung

Die Einschätzung der aktuellen Gefährdungslage durch Borkenkäfer basiert auf drei zu beobachtenden Komponenten: (1) der **Schwärmaktivität der Käfer**, (2) dem **Entwicklungsfortschritt der Brut** sowie (3) der **Befallsintensität** in den Beständen. Ihre Überwachung sollte daher kontinuierlich über den Verlauf der Schwärmperiode und routinemäßig alljährlich durchgeführt werden. In ihrer Summe liefern diese Beobachtungen wichtige räumlich-zeitlich differenzierte Informationen zur Käferphänologie sowie zu befallsrelevanten Käferdichten, welche letztlich die Grundlage für Bekämpfungsmaßnahmen bilden.

3.2.1 Monitoring der Schwärmaktivität mit Lockstofffallen

Bei holz- und rindenbrütenden Borkenkäfern können mit einem Lockstoff beköderte Fallen eingesetzt werden, um den Schwärmverlauf der Käfer zu dokumentieren. Abhängig vom Kontrollrhythmus der Fallen liegen die Informationen aber immer erst retrospektiv mit zeitlicher Verzögerung vor. Bei Rindenbrütern z.B. lässt sich durch die Information zu Schwärmbeginn, Hauptschwarm der Generationen (erkennbar an hohem Anteil an hellbraunen Jungkäfern) und dem Schwärmente sowohl die Effizienz der Stehendbefallskontrollen als auch der Bekämpfungsmaßnahmen erhöhen. So können Maßnahmen anhand der Fangergebnisse räumlich-zeitlich priorisiert und gesteuert werden. Beispielsweise legt der Schwärmbeginn den letztmöglichen Zeitpunkt der vorbeugenden Holzabfuhr bzw. Insektizidbehandlung zur Befallsverhinderung bei festgestellter Gefährdung fest (beides betrifft auch Holzbrüter). Das Ende des Schwärmfluges wiederum signalisiert, dass Fangsysteme zur Reduktion der Käferdichten (siehe S. 47) obsolet werden sowie der Insektizideinsatz (siehe S. 45) von nun an nur noch sehr eingeschränkt wirksam ist. Nach Schwärmente müssen Sanitärhiebe und die sich anschließenden Maßnahmen zur Behandlung von Befallsholz (siehe S. 42) nicht mehr zwingend unmittelbar, sondern können bei Kapazitätsengpässen zeitverzögert erfolgen. Stehendbefallskontrollen sollten mit Beginn des Hauptschwarmes der einzelnen Generationen intensiviert werden. Die Fangzahlen sind somit in erster Linie ein gutes Indiz für die aktuelle phänologische

Situation, ermöglichen aber gleichzeitig auch einen groben Eindruck über die generelle Käferdichte (Massenvermehrung vs. Latenz). Da die absolute Fangzahl einer Falle allerdings sehr vom lokalen Standort abhängt und daher auch kleinräumig erheblich variieren kann, ist eine einfache Ableitung des großräumigen Befallsrisikos aus (einzelnen) lokalen Fangzahlen stark limitiert.

Die synthetischen **Borkenkäferlockstoffe** (Aggregationspheromone mit Wirkung auf Männchen und Weibchen einer Art) sind naturidentische Verbindungen, die in verschiedenen Behältnissen, so genannten Dispensern, angeboten werden. Aus diesen werden die Lockstoffe langsam und in dosierter Menge nach außen abgegeben. Die Lockstofffreisetzung ist bei allen Dispensern stark temperaturabhängig, d.h. je höher die Temperatur, desto größer ist die Lockstoffabgabe. Lockstoffdispenser werden von den Herstellern aktuell in Form von in Folien eingeschweißten Vliesen, Kunststoffampullen oder „Dosierflaschen“ aus Glas angeboten. Sie unterscheiden sich damit bei vergleichbarer Lockwirkung in der Wirkungsdauer und in der praktischen Handhabung. Derzeit ist nahezu für jede forstlich relevante Borkenkäferart ein meist artspezifischer Lockstoff im Handel erhältlich, jedoch gibt es zur Wirksamkeit unterschiedliche Erfahrungen – hier ist im Zweifelsfall Rat bei den zuständigen Ansprechpartnern einzuholen (siehe ab S. 52).

Für das Monitoring hat sich als häufigster Fallentyp in den letzten Jahrzehnten eine **Schlitzfalle** bewährt, die aus zwei einan-

der gegenüberliegenden Prallflächen mit Fangschlitzen und einem Auffangbehälter besteht (Abb. 43). Bei Schlitzfallen wird der Lockstoff in der Mitte des Falleninneren platziert. Die Käfer prallen während des Suchfluges in Richtung Lockstoffquelle gegen eine der Prallflächen, stürzen ab und werden in den Auffangbehälter geleitet. Der Deckel des Auffangbehälters hat einen reusenartig wirkenden Längsschlitz, durch den zwar die nützlichen Ameisenbuntkäfer (Abb. 36), nicht jedoch die Borkenkäfer den Behälter verlassen können. Schlitzfallen werden in der Regel als Einzelfalle verwendet, bisweilen werden auch Fallensterne aus drei Einzelfallen an einem Gestell mit einem mittig platzierten Pheromon benutzt. Damit erhöht sich die Fangleistung je eingesetztem Dispenser; der durch den Fallenstern realisierte Mehrfang ist für das Monitoring jedoch irrelevant.

Monitoring-Fallen sollten an geeigneten, leicht zugänglichen Stellen im Revier aufgestellt werden, sodass der Kontrollaufwand möglichst gering ist. Die **Standorte** sollten so gewählt sein, dass sie sich nicht in unmittelbarer Nähe zu stark befallenen oder gefährdeten Wirtsbaumbeständen befinden sowie repräsentativ verschiedene Bestandessituationen im Revier abbilden (Topographie, Witterung). Für ein dauerhaftes Monitoring ist es ratsam, die Fallen langjährig am selben Standort aufzustellen. In diesem Fall sollten die Flächen dafür so gewählt werden, dass sie langfristig als Fallenstandort geeignet bleiben (z.B. Waldwiesen). Bei Veränderungen in der umgebenden Bestandessituation (z.B. Entstehung

von großen Kahlflächen im Fallenumfeld) müssen Fallen ggfs. versetzt und diese Standortsveränderung für die Datenauswertung dokumentiert werden.

Beim Falleneinsatz ist Folgendes unbedingt zu beachten:

- **Fallenstandort:** Bruttaugliches Material im Umfeld der Falle muss vor dem Einsatz der Falle beräumt werden, da dies sonst konkurrierend wirkt und die Fallenfänge nicht repräsentativ sind. Da der Einzugsbereich der Falle je nach Lockstoff bis ca. 30m betragen kann, sollte ein Sicherheitsabstand von mindestens 30m zu gefährdeten Beständen bzw. zu anderen Fallen eingehalten werden. Bei einem geringeren Bestandesabstand kann Stehendbefall induziert werden.
- **Zeitpunkt der Beköderung:** Vor dem ersten Käferflug (Zeitpunkt art- und witterungsspezifisch), ggfs. Nachbeköderung(en) im Verlauf der Saison notwendig. Bei Ampullen und Dosierflaschen kann der Füllstand abgelesen und somit der Zeitpunkt für eine Nachbeköderung genauer bestimmt werden. Die Dispenser sind regelmäßig zu kontrollieren und vor Leerstand zu ersetzen.
- **Zeitpunkt der Leerung:** In den Hauptflugzeiten möglichst wöchentlich am gleichen Wochentag, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse und damit eine bessere Interpretation zu gewährleisten.
- **Induzierter Stehendbefall:** Wird bei den Fallenkontrollen Stehendbefall benachbarter Bäume festgestellt, so

ist der Befall im Zuge einer Bekämpfungsmaßnahme entsprechend der auf S. 42 ff. aufgeführten Maßnahmen unschädlich zu machen. Kennzeichen von induziertem Befall sind z.B. Einbohrlöcher in Augenhöhe.

Die **Kontrolle der Fallen** umfasst folgende Arbeiten:

- Freilassen von Nützlingen, z.B. Ameisenbunkäfern (Abb. 36), und anderen Nicht-Zielarten
- Entnahme der Borkenkäfer
- Schnelles und vollständiges Unschädlichmachen der Borkenkäfer z.B. durch Ertränken oder Einfrieren
- Bestimmung der Fangzahlen, am einfachsten mit Messzylindern:
 - Buchdrucker 1 ml ~ 40 Käfer
 - Kupferstecher 1 ml ~ 500 Käfer
 - Gestreifter Nutzholzborkenkäfer 1 ml ~ 130 Käfer
- Reinigung der Schlitzfalle und Beseitigung eventueller Funktionsstörungen (Schublade, Aufhängung u. a.)
- Kontrolle des Füllstandes im Dispenser, ggfs. Nachbeköderung
- Kontrolle auf Stehendbefall im näheren Umfeld

Unmittelbar nach Beendigung der Schwärmperiode (Zeitpunkt art- und witterungsspezifisch) sind möglichst die kompletten Fallen, zumindest aber die Auffangbehälter der Schlitzfallen zu entfernen (kein weiterer Fang nützlicher und indifferenter Arten, Verlängerung der Nutzungsdauer), zu reinigen und auf Beschädigung zu kontrollieren. Im nächsten Frühjahr können die Fallen bzw. Auf-

fangbehälter zusammen mit einem frischen Lockstoffdispenser wieder ausgebracht werden. Eine Falle sollte über die Jahre nicht mit verschiedenen Lockstoffen genutzt werden, da dies die Vergleichbarkeit der Fangzahlen beeinträchtigt.



Abb. 43: Schlitzfalle

3.2.2 Monitoring und Modellierung der Käferentwicklung

Während der Einsatz von Lockstofffallen rückwirkende Informationen zur Schwärmaktivität der Borkenkäfer bereitstellt, bietet die Überwachung der Käferentwicklung mittels Brutbaum und Entwicklungsmodell die Möglichkeit, aus der aktuell beobachteten oder modellierten Situation Vorhersagen abzuleiten. Die damit gewonnenen Informationen, z. B. zum erwarteten Ausflug der Elternkäfer zur Anlage von Geschwisterbruten bzw. der entwickelten Jungkäfer, dienen der Planung und Steuerung des Borkenkäfermanagements (z. B. der terrestrischen Befallskontrolle, siehe S. 39, und nachfolgender Bekämpfung, siehe S. 42) mit

zeitlichem Vorlauf. Erst die Kombination aus Entwicklungs- und Schwärmaktivitätsmonitoring ergibt ein umfassendes Bild sowohl zur aktuellen Situation als auch zur Populationsdynamik der Borkenkäfer im Jahresverlauf.

Das **Brutbaum-Monitoring** dokumentiert die aktuellen Entwicklungsstadien vom Einbohren bis zum ausflugfertigen Jungkäfer an ausgewählten, repräsentativen Standorten sehr genau. Dafür werden vor dem Ausflug der überwinterten Käfer entastete Stämme als Wirtsbäume ausgelegt und mit Lockstoffdispensern beködert. Wöchentlich werden im Anschluss Rindenfenster an Sonnen- und Schattenseite des Baumes abgehoben, sodass exemplarisch der Fortschritt der Brutentwicklung einer Generation beobachtet werden kann. Für die nachfolgende Generation muss ein weiterer Brutbaum rechtzeitig ausgelegt werden. Die Brutentwicklung im liegenden, oft stärker besonnten Brutbaum läuft der Entwicklung in stehenden Bäumen im Bestand etwas voraus, sodass Erkenntnisse rechtzeitig vorliegen, um als Basis für Handlungsoptionen des Borkenkäfermanagements im Bestand zu dienen.

Das Verfahren kann in größeren Beobachtungsintervallen auch zur Überwachung der Entwicklung und Sterblichkeit in einem Brutbaum in den Wintermonaten fortgeführt werden. Jedoch sind hierfür der zu leistende Aufwand und die notwendige Erfahrung bei der Auswertung im Vergleich zum Informationsgewinn bezüglich des Managements größer.

- **Standort:** Brutbäume sollten an repräsentativen Standorten, z.B. in unterschiedlichen Höhenlagen oder Hangpositionen, ausgelegt werden, um die Variabilität der Entwicklung in einem Gebiet zu erfassen. Sicherheitsabstände zu gefährdeten Beständen (ca. 30m) sind erforderlich, um die Gefahr induzierten Stehendbefalls zum Zeitpunkt der Besiedlung zu minimieren.
- **Zeitpunkt der Auslage und Beköderung:** Vor dem ersten Käferflug (Zeitpunkt art- und witterungsspezifisch); der Lockstoffdispenser kann nach Besiedlung wieder abgenommen und anderweitig weiterverwendet werden. Kurz vor dem Ausflug der nächsten Generation neuen Brutbaum auslegen und beködern (nicht zu früh, da sonst ggfs. Besiedlung durch Geschwisterbruten).
- **Entnahme der Rindenfenster:** mit geeignetem Werkzeug (Stechbeitel o.ä.); möglichst wöchentlich an gleichem Wochentag, um die Entwicklung kontinuierlich zu dokumentieren; Größe des Rindenfensters ca. DIN A4, auf Schatten- und Sonnenseite entnehmen, da sich die Entwicklung temperaturbedingt unterscheiden kann; die beobachteten Entwicklungsstadien dokumentieren.

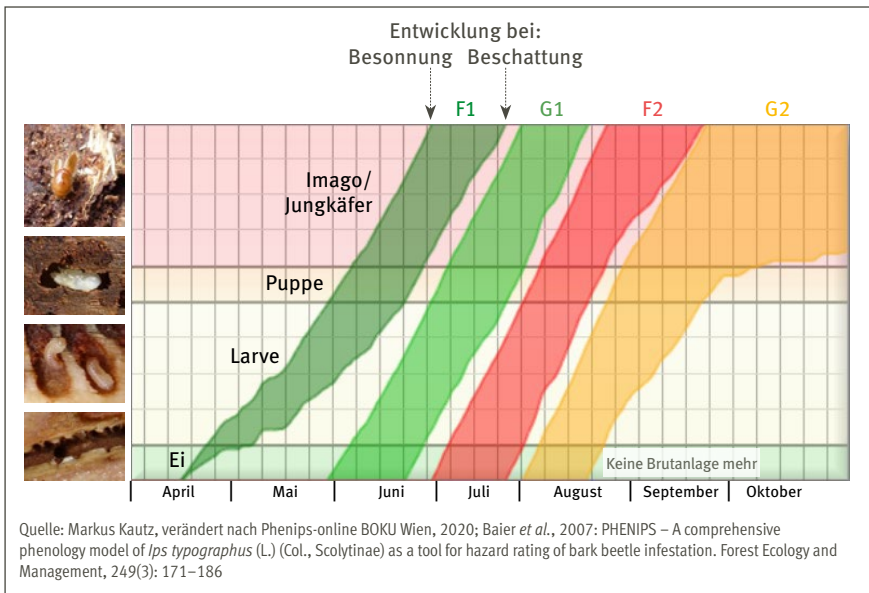


Abb. 44: Entwicklung der Buchdrucker-Generationen (F1 und F2) inklusive Geschwisterbruten (G1 und G2) an einem Beispielstandort im PHENIPS-Modell; hier wurde die erste Generation Mitte April angelegt und flog in den ersten 3 Juliwochen aus; eine 3. Generation wurde im Modell nicht mehr angelegt. Die kleinen Fotos links zeigen Ei-, Larven-, Puppen- (weiße Stadien) und Jungkäferstadium (braunes Stadium) (von unten nach oben).

- **Zeitpunkt der Entrindung:** Vor Ausflug der ersten Jungkäfer sollte der Brutbaum entrindet werden (Rinde einsammeln und unschädlich machen), um einen induzierten Folgebefall im Bestand zu vermeiden.

Aktuelle räumlich-zeitlich explizite Informationen zu Brutanlage, Entwicklungsdauer und -geschwindigkeit sowie zur Generationenfolge im Jahresverlauf können auch **Phänologie- oder Entwicklungsmodelle** liefern. Solche Modelle wurden jedoch bisher nur für einzelne gefährliche Borkenkäferarten, z. B. das PHENIPS-Modell für Buchdrucker (Abb. 44), entwickelt. Sie basieren auf den artspezifischen Zusammenhängen zwischen Schwärmaktivität, Entwicklung und Witterung und können anhand von Witterungsdaten tagesaktuell die Käferphänologie berechnen und sogar für mehrere Tage vorhersagen.

3.2.3 Terrestrische Befallskontrolle im Bestand

Die wichtigste Grundlage einer wirkungsvollen Überwachung sind regelmäßige und intensive Kontrollen aller potenziell gefährdeten Bestände auf Frischbefall an stehenden Bäumen sowie auch an liegendem befallstauglichem Holz (z. B. Polter, Windwurf, Kronenbruch, Pflege- und Hiebsreste). Aufgrund der bisher noch nicht realisierbaren Befallsfrüherkennung mittels fernerkundlicher Methoden ist das terrestrische Monitoring unerlässlich. Ziel der Befallskontrolle ist es, frische Befallsherde so zeitnah wie möglich zu finden, um durch rechtzeitige Gegenmaßnahmen (siehe S. 42) die weitere Aus-

breitung des Befalls auf Nachbarbäume zu verhindern.

Gefährdete Bestände sollten daher **während der gesamten Schwärmzeit der Käfer** auf Befall kontrolliert werden. Je nach Witterung und Schwärmaktivität der Borkenkäfer sollten die Kontrollen besonders bei Massenvermehrungen örtlich in wöchentlichem Rhythmus durchgeführt werden. Bei geringem Befallsdruck oder in Zeiten nasskalter Witterung können die Kontrollen in größeren Abständen erfolgen. Die intensivsten Phasen für die Befallskontrollen sind die Tage nach dem Schwärmflug der Elternkäfer im Frühjahr sowie der nachfolgenden Generationen, z. B. beim Buchdrucker häufig ab Mitte April, ab Mitte Juni und ggfs. erneut im August. Diese durchschnittlichen Zeitanlagen können art- und witterungsbedingt allerdings stark variieren. Zudem kann es zu zeitversetztem Befall infolge der Geschwisterbrutanlagen kommen.

Die **Befallsmerkmale** (siehe Artenbeschreibungen) variieren in ihrer Ausprägung je nach Befallsdichte und -fortschritt sowie der Widerstandskraft der Wirtsbäume. Bei Buchdruckerbefall zählen beispielsweise Harztropfen am Kronenansatz, Einbohrlöcher, Bohrmehl an Rindenschuppen und am Stammfuß sowie Spechtabschläge zu den frühen Befallsmerkmalen (Abb. 45), welche es unbedingt zu erkennen gilt, um eine rechtzeitige Sanierung zu gewährleisten. Um solch detaillierte Beobachtungen machen zu können, bedarf es einer aufmerksamen einzelbaumweisen Kontrolle mit geübtem Auge (ggfs. Fernglas). Spätere

Befallsmerkmale (Abfallen grüner Nadeln, Kronenverfärbung, größere Rindenabschläge; Abb. 45) sind deutlicher und auch aus der Ferne zu erkennen. Oft sind dann aber bereits die Elternkäfer zur Anlage von Geschwisterbruten oder sogar die ersten Jungkäfer ausgeflogen und Sanierungsmaßnahmen weniger wirkungsvoll. Im Gebirge können Kontrollen vom Gegenhang hilfreich für die Entdeckung neuer Befallsherde sein. Die Aufarbeitung alter Befallsnester (braune oder entnadelte Krone, großflächiger Rindenabfall) ist nachrangig, wenn keine Käferbrut mehr enthalten ist und somit von ihnen keine akute Gefahr mehr ausgeht (Abb. 47, vgl. S. 42).

Im (Spät-)Sommer befallene Bäume dienen vielen rindenbrütenden Borkenkäferarten, wie z. B. dem Buchdrucker, als bevorzugtes Überwinterungsquartier. Um diese Überwinterungsbäume zu erkennen und vor dem Ausflug der Käfer im Frühjahr aus den Beständen zu entnehmen, sind **Befallskontrollen auch im Herbst und Winter** notwendig. Hierfür reicht es aus, die Bestände sporadisch zu verschiedenen Zeitpunkten im Winterhalbjahr zu kontrollieren und wenn nötig, die Sanierung der Befallsbäume umgehend einzuleiten. Prinzipiell gilt: Je früher die Überwinterungsbäume erkannt, eingeschlagen und waldschutzwirksam behandelt werden (d. h. optimalerweise bis Oktober/November), desto größer ist die Effizienz der Maßnahme, da die Käfer noch größtenteils unter der am Baum anhaftenden Rinde sind. Im Verlauf des Winters können Teile der Rinde mitsamt Käfern abfallen (oft bei noch grüner Krone), welche

dann in den Rindenstücken oder in der Bodendstreu überwintern und durch eine nachfolgende Sanierung des Baumes nicht mehr erreicht werden können. Auf der anderen Seite werden die Befallsmerkmale im Zeitverlauf deutlicher (partieller Rindenabfall, Kronenverfärbung), sodass eine Erkennung im Herbst noch schwierig ist, im Winterverlauf dann zunehmend einfacher wird.

Den Überblick behalten:

In Jahren mit erhöhter Borkenkäfergefahr (z. B. nach starkem Vorjahresbefall, Sturm- oder Schneeschadereignissen, Trockenheit) empfiehlt es sich – besonders für größere Betriebe –, die Käferherde zur **Dokumentation** in Betriebskarten und/oder Kontrollbücher einzutragen bzw. Befallskarten zu führen, in denen auch Fallenstandorte vermerkt sein sollten. Durch diese Unterlagen wird ein guter Überblick über die Befallssituation und die weitere Entwicklung ermöglicht, sodass ggfs. auch revierfremde Personen (z. B. Urlaubs- oder Krankheitsvertretungen) gezielt die Überwachung und „falls erforderlich“ auch die Bekämpfungsmaßnahmen durchführen können. GPS-fähige Geräte mit hoher Genauigkeit können die exakte Verortung der Befallsherde und deren Dokumentation erleichtern sowie in Verbindung mit entsprechenden IT-Anwendungen (Apps) den betrieblichen Gesamtprozess von der Erkennung bis zur Abfuhr sehr rationell gestalten. Modelle zur **Abschätzung des Befallsrisikos** können zudem einen wichtigen Beitrag zur räumlich-zeitlichen Priorisierung und Steuerung der terrestrischen Befallskontrollen liefern.

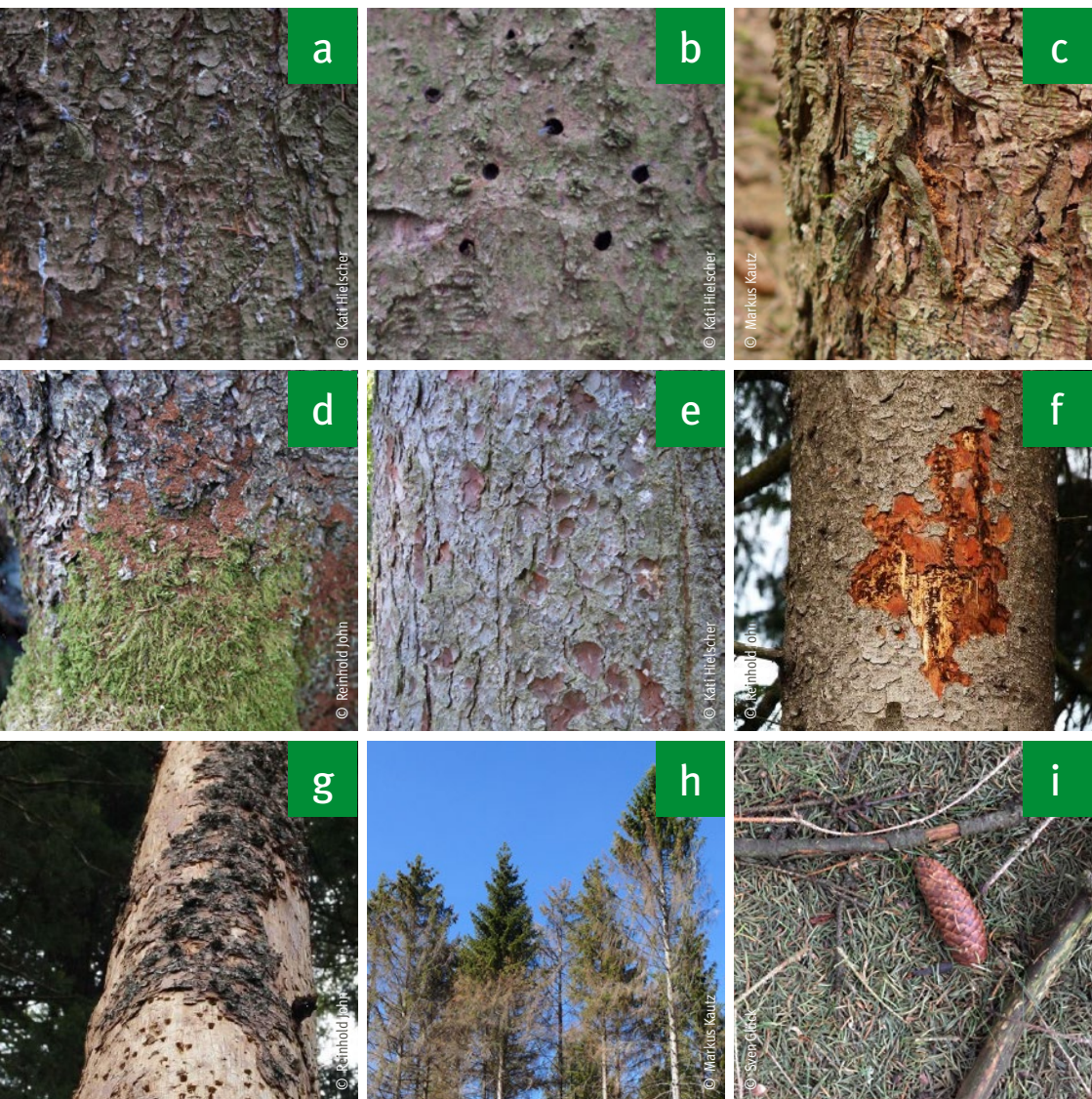


Abb. 45: Typische Befallsmerkmale bei Buchdruckerbefall an Fichte: Harztropfen (a), Bohrlöcher (b), Bohrmehl hinter Rindenschuppen (c) sowie am Stammfuß (d), Rindenspiegel (e), Spechtabschläge (f), großflächiger Rindenabfall (g), Kronenverfärbung, hier vom Kronenansatz ausgehend (h), und Abfall grüner Nadeln (i)

3.3 Bekämpfung

3.3.1 Maßnahmen nach festgestelltem Befall

Befall von stehenden oder liegenden Bäumen, Holzpoltern oder Waldresthölzern durch gefährliche rinden- oder holzbrütende Borkenkäferarten erfordert je nach Befallsintensität ein Bündel von Maßnahmen, um die Käfer bzw. deren Brut unschädlich zu machen. Sie sollten stets im Rahmen des **Integrierten Pflanzenschutzes** und der **Guten fachlichen Praxis** angewendet werden.

Kann frischer Befall in der frühen Befallsphase von Einbohrung und Brutanlage erkannt werden, ist die Bekämpfung am effektivsten. Wird beispielsweise Buchdruckerbefall bereits ca. 2 Wochen nach dem Einbohren festgestellt, stehen für die Entnahme und Abfuhr maximal 1 Woche bis zum erneuten Ausflug der Elternkäfer zur Anlage der Geschwisterbruten bzw. je nach Witterung noch 4 bis maximal 8 Wochen bis zum Ausflug der ersten Jungkäfer zur Verfügung. Eine spätere Erkennung und in der Folge einsetzende Bekämpfungsmaßnahmen haben neben den eingeschränkten Maßnahmenoptionen deutlich höhere finanzielle Verluste bei erhöhtem Bekämpfungsaufwand zur Folge. Ziel muss es daher sein, frischen Befall, wo immer möglich, noch in der Anfangsphase zu beseitigen. Sind bereits erste Jungkäfer entwickelt, reduziert sich das Zeitfenster für eine rechtzeitige Bekämpfung im Zweifelsfall auf wenige Tage – dann ist sehr schnelles Handeln erforderlich!

In Betracht kommen folgende nicht-chemische, **technische Maßnahmen**:

- **Sanitärhieb**: Das Einschlagen von Befallsholz sollte so rasch wie möglich geschehen, da es ansonsten zum Ausflug der Elternkäfer (Geschwisterbrutanlagen) bzw. der Jungkäfer kommt. Der Einschlag sollte möglichst bei noch festsitzender Rinde erfolgen; fällt dennoch Rinde ab, ist diese abzufahren oder unschädlich zu machen.
- Rechtzeitige **Holzabfuhr** vor Ausflug der Jungkäfer, wenn möglich sogar vor Ausflug der Elternkäfer, welche zur Anlage von Geschwisterbruten ausfliegen (Abfuhrfristen möglichst schon bei der Vertragsgestaltung festlegen). Nach Schwärmende im Herbst kann die Abfuhr bei Kapazitätsengpässen auch zeitverzögert erfolgen, allerdings steigt mit fortwährender Dauer das Risiko des Rindenabfalls mitsamt den Käfern bzw. besteht u.U. die Gefahr von Holzbrüterbefall im zeitigen Frühjahr. Abfallende Rinde ebenfalls abfahren oder unschädlich machen.
- **Zwischenlagerung**: Befallsholz kann im **Trockenlager** mindestens 500 m, aber besser 1.000 m und mehr entfernt vom nächsten gefährdeten Wirtsbaumbestand (außerhalb des Waldes oder in Laubholzbeständen) zwischengelagert werden. Faustregel: Je größer die Lagermenge, desto größer sollte der Sicherheitsabstand zu gefährdeten Beständen sein. Sind die Abstände nicht zu gewährleisten, können **Nasslager** eine Alternative darstellen. Bei permanenter,

ausreichender Beregnung kann hier die Entwicklung der Brut stark verzögert bzw. verhindert werden (Nachteile: viel Wasser nötig, kaum wirtschaftlich, wird selten genehmigt).

- **Entrinden** kann manuell, motormanuell mit einem Anbaugerät für die Motorsäge, mit mobilen Entrindungsmaschinen oder per Harvesteraggregat (Debarking-Head) erfolgen. Befinden sich ausschließlich weiße Entwicklungsstadien unter der Rinde, kann die Rinde im Bestand belassen werden – die Bruten vertrocknen weitgehend. Sind jedoch bereits erste Jungkäfer entwickelt, ist das Unschädlichmachen der Bruten in der Rinde unabdingbar, da sich sonst z.T. nicht abgetötete Jungkäfer weiterentwickeln und ausfliegen können. Die Rinde wird dazu auf Unterlagen gesammelt und zu Haufen aufgeworfen, welche mit dunkler Folie abgedeckt aufgrund von Wärmeentwicklung und Verpilzung zum Absterben eines Großteils der Brut führen (kein 100-prozentiger Schutz!). Alternativ kann die Rinde gehäckselt, gemulcht bzw. bei nasser Witterung verbrannt werden (Waldbrandgefahr, zudem in vielen Bundesländern nicht mehr erlaubt).
- **Hackung** (Häckseln) von nicht verwertbarem, befallenem Schwachholz und Reisig kann die Käferbrut abtöten. Die Wirksamkeit ist jedoch nur bei geringer Schnitzelgröße (höchstens 5 cm Durchmesser) und weißen Entwicklungsstadien der Brut ausreichend gegeben. Das Verfahren ist zudem nur wenig ge-

eignet, um Kupferstecher (oder ähnlich kleine Borkenkäferarten) zu bekämpfen. Eine Lockwirkung der im Wald verblasenen Hackschnitzel und ein damit einhergehendes, erhöhtes Stehendbefallsrisiko ist ebenfalls nicht auszuschließen! Daher ist die Abfuhr (energetische Nutzung) bzw. die Lagerung auf mit Folie abgedeckten Haufen dem flächigen Verblasen vorzuziehen.

- **Folienlagerung/-abdeckung:** Die luftdichte Lagerung von Befallsholz in starker Polyethylenfolie ist eine sichere Methode zum Abtöten (Ersticken) der Käfer. Gleichzeitig wird das Holz über einen längeren Zeitraum vor Austrocknung, Pilz- und Insektenbefall geschützt und dessen Qualität konserviert. Das Verfahren ist allerdings wartungsintensiv und teuer. Hingegen wirkt das schlichte bodendichte Abdecken mit Silofolie, i. d. R. bei Industrieholz verwendet, nur sehr bedingt als mechanische Ausflugsbarriere (Ausbohrungen durch die Folie möglich, kein hinreichendes Absterben der Käfer durch Überhitzung/Verpilzung) und ist daher nicht uneingeschränkt empfehlenswert. Silofolie-Abdeckungen dürfen aus diesem Grund nur außerhalb der Schwärmpériode (Winter) geöffnet werden; dabei abfallende Rinde ist ebenfalls abzufahren bzw. unschädlich zu machen.



Abb. 46: Sanitärhieb (a) und alternative Maßnahmen nach festgestelltem Borkenkäferbefall, wenn die direkte Abfuhr eingeschlagenen Befallsholzes nicht realisierbar ist: Entrindung (b), Hackung (c), Zwischenlagerung in ausreichender Distanz zu gefährdeten Beständen, nur bei Rindenbrütern (d), luftdichte Folienlagerung (e) sowie Einsatz von Insektiziden an waldlagerndem Polter (f)

Wurden alle Möglichkeiten zur Anwendung nicht-chemischer Maßnahmen geprüft und als nicht realisierbar eingeschätzt, können **chemische Maßnahmen** als *Ultima ratio* (S. 29) und unter Berücksichtigung der gesetzlichen Rahmenbedingungen (siehe Kasten S. 46) in Betracht gezogen werden:

- **„Vor-Ausflug“-Spritzung bei rindenbrütenden Borkenkäfern:** Berindete Hölzer rechtzeitig vor dem Ausflug der Jungkäfer (unter der Rinde Puppen und hellbraune Jungkäfer erkennbar) mit zugelassenen Insektiziden rundum tropfnass spritzen. Das bedeutet idealerweise lagen- oder kleinstmengenweise spritzen, dabei sowohl die Mantelfläche als auch die Stirnflächen berücksichtigen.

Polter: aufgesattelte Spritzgeräte, die für die Anwendung von PSM vorgesehen sind (z.B. zapfwellengetriebenes Auf- oder Anbauspritzgerät an Traktor oder Unimog); Bedarf bis zu 3 l/m³ (je nach Größe des Polters), bei Schichtholz bis zu 4 l/m³ (Raummaß).

Einzelbaum: rückentragbare Spritzgeräte mit niedrigem Arbeitsdruck bis max. 1 bar (Hochdruck-Rückenspritzgeräte mit Druckminderungsventil), die gemäß Gebrauchsanleitung für die Ausbringung von PSM bestimmt sind; Bedarf bis zu 5 l/m³.

Regelmäßige Stehendbefallskontrollen sind im Umfeld ratsam, da es durch Spritzung keine 100-prozentige Sicherheit gibt (z.B. nicht erreichte Stammunterseiten).

- **Spritzung „nach Befallsbeginn“ bei holzbrütenden Borkenkäfern:** Behandlung liegenden Holzes mit einem Insek-



Abb. 47: Hier gibt es keinen Sanierungseffekt mehr: Altbefall mit abgefallener Rinde

tizid zur Vermeidung weiterer Holzentwertung ist nur dann sinnvoll, wenn die Käfer nicht weiter als 1–2 cm tief ins Splintholz eingedrungen sind.

- Das **Storanet®** ist ein insektizid wirkendes Netz und kann sowohl vorbeugend als Befallsschutz bei festgestellter Gefährdung (S. 34) als auch zur Verhinderung des Ausfluges von rinden- und holzbrütenden Borkenkäfern aus bereits befallenen Holz eingesetzt werden. **Achtung:** Die Zulassung dieses PSM ist beendet, die Aufbrauchsfrist läuft noch bis 31.01.2022 (Stand 31.01.2021).

GENERELLES ZUR INSEKTIZIDANWENDUNG

Besondere Sorgfalt erfordert die Entscheidung über den Einsatz von Insektiziden als chemische Pflanzenschutzmittel (PSM), die als letztes Mittel im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes gegen Borkenkäfer eingesetzt werden können. Eine Grundvoraussetzung ist, dass die Anwendungen nur von sachkundigen Personen durchgeführt werden dürfen (§ 9 Pflanzenschutzgesetz PflSchG vom 06.02.2012, zuletzt geändert am 19.06.2020).

Zur Borkenkäferbekämpfung im Wald dürfen nur solche PSM eingesetzt werden, die durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL, Kontakt siehe S. 53) mit der Zweckbestimmung „rindenbrütende oder holzbrütende Borkenkäfer im Forst“ zugelassen sind. Informationen über aktuelle Zulassungen sowie die einzuhaltenden Anwendungsvorschriften der einzelnen Indikationen sind über die Online-Datenbank Pflanzenschutz oder Fachinformationen des BVL abzurufen. Vor einem PSM-Einsatz müssen insbesondere auch Informationen zum mitteleinspezifischen Zulassungsende, möglichen Fristverlängerungen und Aufbrauchfristen in der BVL-Datenbank ermittelt werden (Link siehe S. 53).

Der Einsatz von PSM muss dokumentiert werden. Dabei sind der Name des PSM, Anwendungszeitpunkt und -ort, verwendete Menge, behandelte Fläche und Holz-

menge, die Baumart und der Name des Anwenders zu dokumentieren und diese Aufzeichnungen mindestens 3 Jahre aufzubewahren (Art. 67 der Verordnung [EG] Nr. 1107/2009 und § 11 PflSchG).

Bei der Anwendung von PSM sind auch länderspezifische Regelungen des Wasser- und Naturschutzes zu beachten; ggfs. kommen noch Regeln einer freiwilligen Selbstverpflichtung hinzu, wenn sich die Waldbesitzenden einem Zertifizierungssystem (z. B. FSC) angeschlossen haben. In Zweifelsfällen sollten sich Privatwaldbesitzer von ihren zuständigen Forstdienststellen beraten lassen. Borkenkäfer-Insektizide sollten wegen ihrer großen Breitenwirkung auf Nicht-Zielorganismen möglichst nur auf Poltern an Waldstraßen oder zumindest auf Rückwegen ausgebracht werden; einzelbaumweise Behandlungen im Bestand sollten die Ausnahme bleiben.

Pflanzenschutzgeräte müssen so beschaffen sein, dass ihre bestimmungsgemäße und sachgerechte Verwendung beim Ausbringen von PSM keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf das Grundwasser sowie keine sonstigen schädlichen Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt hat, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind (§ 16 PflSchG, § 6 PflSchG regelt weitere Einzelheiten). Eine Liste der entsprechend zugelasse-

nen Geräte ist beim Julius-Kühn-Institut erhältlich. Für in Gebrauch befindliche, zugelassene Pflanzenschutzgeräte (außer handgehaltene sowie schulter- und rückentragbare Pflanzenschutzgeräte) besteht eine Prüfpflicht (Verordnung über die Prüfung von Pflanzenschutzgeräten PflSchGerätV vom 27.06.2013, zuletzt geändert am 18.04.2019). Danach müssen Pflanzenschutzgeräte alle drei Jahre (sechs Kalenderhalbjahre) einer Kontrolle unterzogen werden.

3.3.2 Maßnahmen zur Absenkung der Käferdichte zur Befallsverminderung

Nachfolgend werden die zur Verfügung stehenden Verfahren zur Dichteabsenkung rindenbrütender Borkenkäfer beschrieben, meist stehen dabei die an Fichte vorkommenden Arten Buchdrucker und Kupferstecher im Fokus. Die Fangsysteme sind lockstoffbeködete und insektizidbehandelte **Fangholzhaufen** und **Trinet® P** sowie nicht-lockstoffbeködete **Fangbäume** mit oder ohne Insektizideinsatz. Allen Fangsystemen ist gemein, dass sie ihre höchste Wirksamkeit im Frühjahr gegenüber der Überwinterer-Generation entfalten.

In Verbindung mit den vorgenannten Teilen der integrierten Bekämpfungsstrategie soll der Einsatz dieser Fangsysteme mit dazu beitragen, hohe Käferdichten durch

Massenfang örtlich und zeitlich begrenzt so weit abzusenken, dass dadurch Schäden an stehenden Beständen weitgehend vermieden bzw. reduziert werden (Objektschutz). **Objektschutz**, also z. B. der Schutz eines bestimmten Bestandesrandes, wird dadurch angestrebt, dass dort Fangsysteme in Reihe, sogenannte Fanglinien, aufgestellt werden. Durch die Lockwirkung der Fangsysteme werden Borkenkäfer angelockt, kommen mit der insektizidbehandelten Oberfläche von Fangholzhaufen oder Trinet® P in Kontakt und sterben nach kurzer Zeit oder werden beim Fangbaum nach dessen Befall unschädlich gemacht. Der Einsatz von Fangsystemen ist insbesondere auf kleineren und zerstreut liegenden Befallsflächen sinnvoll. Ein flächendeckender Einsatz ist hingegen wenig zielführend, da die Käfer dann keine eindeutigen Duftsignale zum Fangsystem hin mehr identifizieren können. Als Erfolgsindikator der Maßnahme gilt nicht die oft groß erscheinende Menge abgetöteter Käfer, sondern die letztendliche Verringerung des Schadens (Stehendbefall).

Bei Fangsystemen zur Borkenkäferbekämpfung, welche zugelassene PSM verwenden (Fangholzhaufen, Trinet® P, Fangbaum), müssen das Insektizid bzw. das System vom BVL zugelassen sein (siehe Online-Datenbank des BVL, Link siehe S. 53). Lockstoffbeködete Schlitzfallen und lockstoffbeködete Fangbäume hingegen besitzen keine Zulassungen als Fangsysteme zur Reduktion der lokalen Käferpopulation bzw. zur Verhinderung von Stehendbefall.

Fangholzhaufen und Trinet® P

Fangholzhaufen können unter bestimmten Bedingungen im Rahmen der integrierten Borkenkäferbekämpfung wirkungsvoll sein; sie werden primär gegen Buchdrucker eingesetzt. Bei dieser Methode wird die natürliche Lockwirkung frischen Holzes und artspezifischer Lockstoffe (Pheromone) mit einer Insektizidanwendung kombiniert. Fangholzhaufen müssen vom Anwender selbst erstellt werden und erfordern aufgrund der komplexen Anwendung hohen Sachverstand. Außerdem sind sie verhältnismäßig arbeitsaufwendig. Die schwärmenden Borkenkäfer werden durch die Lockstoffe gezielt auf den Fangholzhaufen geleitet. Dieser wird zu Beginn der Schwärmzeit mit einem für diese Methode zugelassenen Kontaktinsektizid behandelt. Die Borkenkäfer kontaminieren sich nach Anflug an das Holz und sterben ab.

Für Fangholzhaufen ist nur frisches Fichtenholz geeignet, beispielsweise aus Kronen oder Durchforstungen (ca. 10–25 cm Durchmesser). Die Abschnitte werden entastet (möglichst ca. 20 cm Aststummel belassen), auf ca. 1,8 m abgelängt und pyramidenartig zusammengestellt (Abb. 48). Befindet sich ein frischer Stubben unter dem Haufen, kann dieser die Lockwirkung erhöhen.

Insektizidbehandlung und Kontrolle der Fangholzhaufen:

- Mit Beginn der Käferflugzeit ist der Lockstoffdispenser in dem Fangholzhaufen zentral zu platzieren. Die Kombination unterschiedlicher Lockstoffdispenser (z. B. für Buchdrucker und

Kupferstecher) ist möglich, wenn sich die Dispenser nicht berühren.

- Unmittelbar nach der Beköderung ist der Fangholzhaufen (auch der Lockstoffdispenser) mit einem dafür zugelassenen Insektizid auf ganzer Fläche vollständig zu behandeln. Die Rinde sollte vollständig befallsfrei sein.
- Der angrenzende Bestand ist regelmäßig auf frischen Befall zu kontrollieren (stehendes und liegendes Material). Frischer Befall konkurriert mit dem Fangholzhaufen und ist umgehend unschädlich zu machen.
- Ende Juni werden frische Kronenabschnitte nachgestellt, bei Bedarf ein neuer Lockstoffdispenser dazugehängt und der Spritzbelag erneuert.

Das Fangsystem **Trinet® P** besteht aus einem Dreibein, über welches kurz vor Beginn der Flugzeit ein insektizidbeladenes Netz gespannt und in dessen Inneres ein Pheproprax®-Lockstoffdispenser (deshalb das „P“ im Namen) gehängt wird (Abb. 49). Die drei genannten Bestandteile entsprechen gemeinsam der zugelassenen Indikation. Daher darf Trinet® P ausschließlich zur Reduktion der Populationsdichte des Buchdruckers verwendet werden. Dieses System verzichtet auf die zusätzliche Lockwirkung frischer Fichtenabschnitte (siehe Fangholzhaufen) und muss vor Inbetriebnahme nicht mit einem Insektizid behandelt werden, da dieses bereits im Netz enthalten ist. Das System ist dadurch wesentlich anwenderfreundlicher als der Fangholzhaufen. Außerdem tritt wegen fehlender Spritzung keine Abdrift auf. Ansonsten gleicht das Prinzip

in wesentlichen Punkten dem des Fangholzhaufens. **Achtung: Die Zulassung dieses PSM ist beendet, die Aufbrauchsfrist läuft noch bis 31.01.2022** (Stand 31.01.2021).

Folgendes muss bei der Anwendung von **Fangholzhaufen und Trinet® P** unbedingt beachtet werden:

- **Sicherheitsabstände** zu benachbarten Fichten einhalten: bei Fangholzhaufen 7–9 m; bei Trinet® P Sicherheitsabstände sowie Abstände zwischen den Fangsystemen laut Herstellerangaben einhalten. Die Zulassung des Trinet® P beinhaltet den Einsatz von 8 Netzen/ha, dabei sind mindestens 3 Netze je 100 m (am Bestandesrand) zu verwenden.
- **Zeitpunkt der Beköderung:** Wie bei den Pheromonfallen vor dem ersten Käferflug, d.h. etwa Anfang April (Flugbeginn bei Buchdrucker ab einer Lufttemperatur von mindestens 16 °C im Schatten); Nachbeköderung je nach Füllstand bzw. bei Foliendispensern ca. Anfang Juli (analog Monitoringfallen).
- **Dispenserplatzierung** bei Fangholzhaufen: im oberen, beschatteten Inneren der pyramidenartigen Konstruktion; bei Trinet® P: im Zentrum auf Höhe des unteren Drittels des Netzes (hier besteht eine ausreichend breite Fläche des Gewebes zum Landen der Borkenkäfer).
- **Aufstellungsorte:** Besonnte Ränder von gefährdeten Beständen, d.h. mit nicht hinreichend saniertem Vorbefall, oder Ränder z.B. von Sturm- und Schneebruchlöchern; jedoch nur an Stellen, die vor Inbetriebnahme der Fangsysteme

frei von bruttauglichem Material sind (konkurrierende Wirkung).

- **Befallskontrolle:** Die Umgebung der Fangsysteme ist aufgrund des reduzierten Sicherheitsabstandes aufmerksam auf Stehendbefall zu kontrollieren, damit Bekämpfungsmaßnahmen zeitnah durchgeführt werden können. Solange in der Umgebung von Fangeinrichtungen Befall auftritt, ist die damit verbundene natürliche Lockwirkung überlegen und die Fangsysteme können ihren Zweck nicht erfüllen.

Fangbäume

Dieses Verfahren kann als (insektizidfreie) Alternative zu anderen Fangsystemen zum Einsatz kommen, insbesondere wenn durch Sturm geworfene Bäume vor ihrer Aufarbeitung noch als Fangbaum genutzt werden sollen. Aufgrund der zwingend notwendig intensiven, arbeitsaufwendigen Betreuung von Fangbäumen und der Gefahr, bei mangelnder Betreuung als künstliche Brutstätte zu fungieren, wird deren Einsatz in vielen Regionen nicht mehr generell empfohlen. Der Einsatz kann in Schutzgebieten oder bei restriktiven Zertifizierungen eine größere Rolle spielen. Die Nutzung von geeigneten Wüfen und Brüchen aus dem vorangegangenen Winter kann den erforderlichen Aufwand ggfs. etwas reduzieren. Bei großen Windwürfen steht jedoch zunächst die rasche Aufarbeitung des Sturmholzes im Vordergrund, da sämtliches geworfenes und gebrochenes Material als Fangbaum/-holz dient und bei nicht rechtzeitiger Aufarbeitung Bruten ausfliegen und umliegenden Befall verursachen können.

Fangbäume kommen insbesondere zur Senkung der Dichte der 1. Käfergeneration zur Anwendung, da sich in der Folge aufgrund der zunehmend unterschiedlichen Entwicklungsstadien im Fangbaum und der gleichzeitig reduzierten Entwicklungsdauer das Verhältnis von Kontrollaufwand und Risiko des unerwünschten Ausfluges sehr ungünstig gestalten.

Folgendes muss bei der Anwendung von Fangbäumen unbedingt beachtet werden:

- **Fällung und Vorbereitung der Stämme:** Stärkere, grobborkige Stämme werden bevorzugt befallen. Diese fällen, entasten und ablängen (Abb. 50, auch Rückung von außerhalb des Auslageortes möglich); nicht vorbeugend mit Insektizid

behandeln, da dadurch erhebliche Beeinträchtigung der Lockwirkung entsteht.

- **Sicherheitsabstände:** Da die den Fangbaum befallenden Käfer Aggregationspheromone aussenden, ist ein Abstand von 30 m zum nächststehenden Wirtsbaum empfehlenswert; regelmäßige Stehendbefallskontrollen sind notwendig!
- **Ort, Zeitpunkt und Menge:** Umgebung vorjährigen oder diesjährigen unsanierten Befalls, unmittelbar am Bestandesrand (sonnig bis halbschattig); Dezember bis Februar; ggfs. angefallenes Wurf- und Bruchholz aus dem Winterhalbjahr verwenden, somit keine zusätzliche Fällung nötig; ca. 10–20 % der angefallenen Befallsholzmenge auslegen, je Fangplatz 2–3 Stämme.

VERGLEICH DER VERSCHIEDENEN FANGSYSTEME:

	Fangholzhaufen	Trinet® P	Fangbaum
Vorteile			
Geringer Arbeitsaufwand		X	
Unbegrenzte Fangkapazität	X	X	
Wirksamkeit sichtbar			X
Information zur Brutentwicklung			X
Insektizidfreie Methode			(X)
Nachteile			
Rücketechnik erforderlich			(X)*
Anwendbarkeit auf Buchdrucker begrenzt		X	
Regelmäßige Stehendbefallskontrolle nötig	X	X	X
Risiko des Käferausfluges			X
Sachkunde erforderlich	X	X	(X)

(X) je nach Anwendung von PSM, (X)* je nach örtlichen Gegebenheiten

- **Unschädlichmachen nach Befall:** Ent-rinden (oder Hackung), sobald der Fangbaum voll besiedelt ist (möglichst vor Ausflug der Elternkäfer zur Geschwisterbrut); bei Vorhandensein von Jungkäfern Abfuhr sowie als letztes Mittel Vor-Ausflug-Spritzung sinnvoll; um Rechtzeitigkeit der Maßnahmen zu gewährleisten, unbedingt Besiedlungsdichte und Entwicklungsstand kontrollieren, Lage in Karte dokumentieren und Stämme nummerieren!



Abb. 48: Fangholzhaufen



Abb. 49: Das Fangsystem Trinet® P wird mit einem Lockstoffdispenser versehen (kleines Bild). Das Netz wirkt insektizid.



Abb. 50: Ein vor Saisonbeginn gefällter Fangbaum wirkt auf die überwinterten Borkenkäfer fängisch.

4 WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

4.1 Ansprechpartner

Die forstlichen Versuchsanstalten bzw. Waldschutzdienststellen der Länder verfolgen die landesweite Entwicklung von Schäden im Wald (z.B. Sturmschäden, Borkenkäferschadholz). In aktuellen Waldschutz-Informationen und auf ihren Internetseiten informieren sie über aktuelle Schäden sowie Risiken und empfehlen situationsangepasste Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen. Einige dieser Institutionen überwachen zudem die Populationsdynamik, die Schwärmaktivität sowie die Entwicklung der wichtigsten Borkenkäferarten. Diese Monitoring-Ergebnisse werden auf den jeweiligen Internet-Seiten zeitnah veröffentlicht und dienen der Information der Waldbesitzer sowie der interessierten Öffentlichkeit.

Ansprechpartner für alle Fragen des Waldschutzes sind die jeweiligen Waldschutz-Fachabteilungen in den forstlichen Versuchsanstalten der Länder bzw. der jeweiligen Waldschutzdienststellen (Stand 31.01.2021):

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)

Abteilung 5 – Waldschutz
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1 |
85354 Freising
Tel.: 08161/4591-500
www.lwf.bayern.de
www.borkenkaefer.org

Landesbetrieb Forst Brandenburg Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

FB 43 – Waldschutz und Wildökologie
Alfred-Möller-Straße 1 | 16225 Eberswalde
Tel.: 03334/2759-100
forst.brandenburg.de/lfb/de

Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen

Zentrum für Wald und Holzwirtschaft
Team Wald- und Klimaschutz
Steinmüllerallee 13 | 51643 Gummersbach
Tel.: 02931/7866-456
www.waldschutz.nrw.de

Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern

Betriebsteil Forstplanung,
Versuchswesen, Informationssysteme
Zeppelinstraße 3 | 19061 Schwerin
Tel.: 0385/6700-0
www.wald-mv.de

**Staatsbetrieb Sachsenforst
Kompetenzzentrum für Wald und
Forstwirtschaft**

Referat Waldentwicklung/Waldschutz
Bonnewitzer Straße 34 |
01796 Pirna OT Graupa
Tel.: 03501/542-0
www.sbs.sachsen.de

**ThüringenForst – AöR
Forstliches Forschungs- und
Kompetenzzentrum Gotha**

Referat Waldschutz, Standortskunde
und Umweltmonitoring
Jägerstraße 1 | 99867 Gotha
Tel.: 03621/225-0
www.thueringenforst.de

**Zentralstelle der Forstverwaltung
Rheinland-Pfalz**

Abteilung 4 – Arbeitsbereich Waldschutz
Dienstort: Forschungsanstalt für
Waldökologie und Forstwirtschaft (FAWF)
Hauptstraße 16 | 67705 Trippstadt
Tel.: 06306/911-0
www.wald.rlp.de

**FÜR DIE LÄNDER BADEN-WÜRTTEMBERG,
RHEINLAND-PFALZ UND SAARLAND:**

**Forstliche Versuchs- und Forschungs-
anstalt (FVA) Baden-Württemberg**

Abteilung Waldschutz
Wonnhaldestraße 4 | 79100 Freiburg
Tel.: 0761/4018-0
www.fva-bw.de

**FÜR DIE LÄNDER NIEDERSACHSEN,
HESSEN, SACHSEN-ANHALT UND
SCHLESWIG-HOLSTEIN:**

**Nordwestdeutsche Forstliche
Versuchsanstalt (NW-FVA)**

Abteilung Waldschutz,
Sachgebiet Käfer & Mittelprüfung
Grätzelstraße 2 | 37079 Göttingen
Tel.: 0551/69401-0
www.nw-fva.de

Ansprechpartner für Fragen zur Zulassung
von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland
ist das Bundesamt für Verbraucherschutz
und Lebensmittelsicherheit:

**Bundesamt für Verbraucherschutz
und Lebensmittelsicherheit (BVL)**

Abteilung 2 – Pflanzenschutzmittel
Messeweg 11/12 | 38104 Braunschweig
Tel.: 0531/299-5
www.bvl.bund.de

Link zum Online-Verzeichnis zugelassener
Pflanzenschutzmittel (Zugriff 31.12.2020):
[https://apps2.bvl.bund.de/psm/jsp/
index.jsp?modul=form](https://apps2.bvl.bund.de/psm/jsp/index.jsp?modul=form)

4.2 Ergänzende Literatur

Amann, G. (2012): Kerfe des Waldes. 13. Auflage, Melsungen, Neumann-Neudamm

Altenkirch, W.; Majunke, K.; Ohnesorge, B. (2002): Waldschutz auf ökologischer Grundlage. Stuttgart, Ulmer

Hartmann, G.; Nienhaus, F.; Butin, H. (2017): Farbatlas Waldschäden – Diagnose von Baumkrankheiten. 4., aktualisierte Auflage, Stuttgart, Ulmer

Hoch, G.; Schopf, A.; Weizer, G. [Hrsg.] (2020): Der Buchdrucker: Biologie, Ökologie, Management. 2. Auflage, BFW Wien

Prien, S. (2016): Ökologischer Waldschutz. Stuttgart, Ulmer

Rohe, W. (2020): Die Brutbilder der wichtigsten Forstinsekten. Wiebelsheim, Quelle & Meyer

Wermelinger, B.; Forster, B.; Godet, J.-D. (2007): Borkenkäfer – Lebensweise und Befallsmerkmale forstlich wichtiger Rinden- und Holzbrüter und ihre Wirtsbaumarten. Stuttgart, Ulmer

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-300
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 1.136
mediathek.fnr.de
FNR 2021