

Rindenbrütende Käfer an Föhren

Dagmar Nierhaus-Wunderwald und Beat Forster

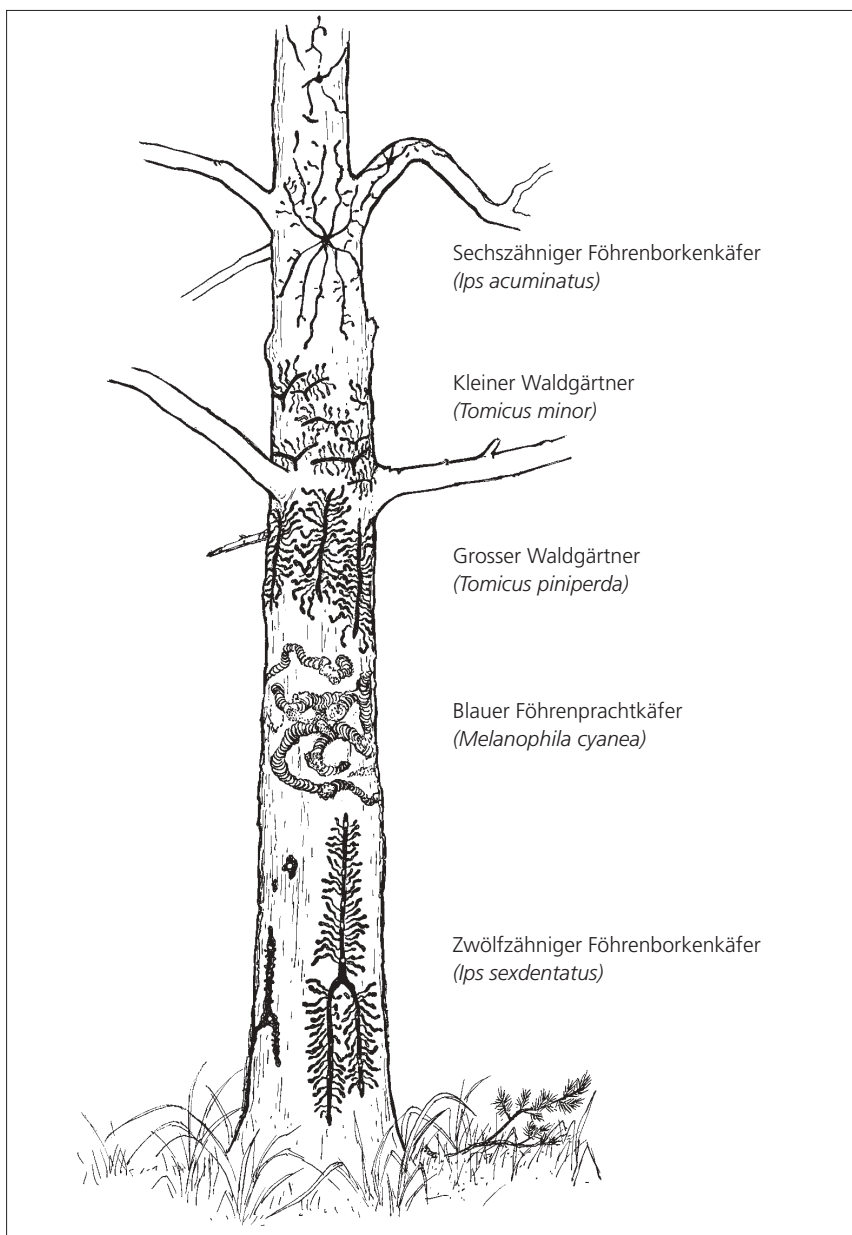


Abb. 1. Stamminsekten an Föhren: Brutbilder und bevorzugte Befallsorte (verändert nach ESCHERICH 1923).

Einleitung

Föhreninsekten gehören zur Lebensgemeinschaft der Föhrenwälder. Alle hier beschriebenen Insektenarten treten in der Regel sekundär auf, das heisst sie befallen bevorzugt solche Föhren, deren Abwehrvermögen stark geschwächt ist.

Neben unterschiedlichsten kleinräumig auftretenden Stressfaktoren führen besonders Witterungsextreme wie Niederschlagsdefizite kombiniert mit langanhaltenden hohen Temperaturen zur Schwächung von Einzelbäumen und Beständen, gleichzeitig wird die Vermehrung der Insekten begünstigt (Massenvermehrung).

Unter diesen Voraussetzungen können Brutfrass und Reifungs-/Regenerationsfrass der Insekten ein Absterben von Föhren mit verursachen. Zur Stabilisierung der meist wirtschaftlich bedingten Föhrenreinbestände, in denen sich eine oder mehrere spezialisierte Insektenarten massenhaft vermehren können, ist langfristig eine Umstrukturierung in standortgerechte Laubholz-mischbestände anzustreben.

Grosser und Kleiner Waldgärtner

Geographische Verbreitung

Die beiden Waldgärtnerarten (*Tomicus piniperda* und *Tomicus minor*) aus der Familie der Borkenkäfer (Scolytidae) kommen in Europa, Nordafrika, Asien, einschliesslich Sibirien und Japan in den Verbreitungsgebieten der verschiedenen Föhrenarten von der Tiefebene bis zur

Waldgrenze vor. In Nordamerika wurde der Grosse Waldgärtner erstmals 1992 beobachtet und beschrieben, er war hier sehr wahrscheinlich aber schon längere Zeit anwesend. In der Schweiz ist der Grosse Waldgärtner im Mittelland häufiger, in den Alpentälern der Kleine Waldgärtner.

Wirtsbäume und Vorkommen

Grosser und Kleiner Waldgärtner besiedeln fast ausschliesslich Föhren-Arten. Beide Arten können auch am selben Baum auftreten. Selten sind sie an Fichten und Lärchen zu finden (Tab. 1). *Tomicus piniperda* bevorzugt untere, starkborkige Stammteile, während *Tomicus minor* in

höheren Stammabschnitten brütet (Abb. 1). Beide besiedeln vorrangig im Wald lagernde, noch nicht ganz ausgetrocknete Stämme sowie absterbende, stehende Föhren. Bei höheren Populationsdichten gehen die Waldgärtner auch an Stangenhölzern, so dass Föhrenbestände fast aller Altersklassen betroffen sein können.

Tab. 1. Angaben zur Biologie der wichtigsten rindenbrütenden Käfer an Föhren (POSTNER 1974; SCHÖNHERR 1974; APEL 1986; FVA Baden-Württemberg 1993; FITSCHEN 1994; NIENHAUS/KIEWNICK 1998)

Käferart	Aussehen der Käfer	Anzahl Generationen pro Jahr	Hauptflugzeiten ab	Wirtsbäume	Bevorzugte Überwinterungsorte
Gefurchter oder Grosser Waldgärtner <i>Tomicus piniperda</i> (L.) syn.: <i>Blastophagus piniperda</i> (L.); <i>Myelophilus piniperda</i> (L.)	3,5–5,0 mm lang; am abgerundeten Absturz Schattenfurchen	1 Geschwisterbrut	(Februar) März/April (Frühschwärmer)	Föhren-Arten selten an Fichte (<i>Picea abies</i> [L.] Karst.) Europäische Lärche (<i>Larix decidua</i> Mill.) Weisstanne (<i>Abies alba</i> Mill.)	als Käfer in Überwinterungsfressgängen der Rinde unterer Stammabschnitte meist älterer, vitaler Föhren, aber auch in jüngeren Bäumen; seltener in der Bodenstreu; evtl. auch in den Reifungsfressgängen der Triebe
Rotbrauner oder Kleiner Waldgärtner <i>Tomicus minor</i> (Hartig) syn.: <i>Blastophagus minor</i> (Hart.); <i>Myelophilus minor</i> (Hart.)	3,4–4,0 mm lang; am abgerundeten Absturz keine Schattenfurchen	1 Geschwisterbrut	April/Mai (Juli/August)	Föhren-Arten selten an Fichte Europäische Lärche	als Käfer in der Bodenstreu, zum Teil auch in den Reifungsfressgängen der Triebe
Scharfzähniger oder Sechszähniger Föhrenborkenkäfer <i>Ips acuminatus</i> (Gyllenhal)	2,2–3,5 mm lang; Absturzränder beidseitig je 3 Zähne; der unterste Zahn beim Männchen zweispitzig, beim Weibchen einspitzig	1 (–2)	(April)/ Mai (August) (Spätschwärmer)	Föhren-Arten selten an Fichte Europäische Lärche Nordmannstanne (<i>Abies nordmanniana</i> [Stev.] Spach) Douglasie (<i>Pseudotsuga menziesii</i> [Mirb.] Franco) Gemeiner Wacholder (<i>Juniperus communis</i> L.)	die ausfliegende 1. Generation als Käfer in Überwinterungsfressgängen von Kronenästen (eine 2. Generation in der Regel als Jungkäfer im Brutbild)
Grosser oder Zwölfzähniger Föhrenborkenkäfer <i>Ips sexdentatus</i> (Boerner)	5,5–8,0 mm lang; Absturzränder beidseitig je 6 Zähne; der vierte von oben knopfartig verbreitert	2 Geschwisterbrut	April/Mai und Juli/August	Waldföhre (<i>Pinus silvestris</i> L.), auch Kiefer, Waldkiefer, Sandkiefer, Dähle, Kienbaum oder Forle genannt selten an anderen Föhren-Arten Fichte Europäische Lärche Weisstanne Nordmannstanne	in der Regel als Käfer im Brutbild, seltener Überwinterung im Larvenstadium
Blauer Föhrenprachtkäfer <i>Melanophila cyanea</i> Eschscholtz syn.: <i>Phaenops cyanea</i> Fabricius	7,2–11,9 mm lang	1 pro zwei Jahre (meist während der Latenzzeit); 1 pro Jahr bei günstigen Witterungsbedingungen (Kombination von hohen Temperaturen u. geringen Niederschlagsmengen)	Mitte Juni bis Ende August (Sommer-schwärmer)	Föhren-Arten selten an Fichte Weisstanne Lärche	als Larven im Brutbild

Aussehen und Lebensweise

Der nur spärlich behaarte, 4 bis 5 mm lange Grosse Waldgärtner (Tab. 1) hat ein schwarz glänzendes Halsschild und schwarzbraune Flügeldecken. Diese sind im Bereich des abgerundeten Absturzes rechts und links der Flügeldeckennaht leicht eingedrückt, sog. «Schattenfur-

chen» (wichtiges Unterscheidungsmerkmal; Abb. 2a).

Der Kleine Waldgärtner hat eine Länge von 3 bis 4 mm (Tab. 1). Sein Halsschild ist blau-schwarz und glänzend, die Flügeldecken rotbraun, die «Schattenfurchen» am Absturz fehlen (Abb. 2b).

Die Flugzeit von *Tomicus piniperda* beginnt im März/April bei Tagestemperaturen über 15°C, *Tomicus minor* schwärmt gewöhnlich 2 bis 3 Wochen später (Tab. 1). Bei beiden Waldgärtnerarten sucht das Weibchen den Brutbaum aus und wird während des Einbohrens in die Rinde von einem Männchen begattet (monoga-

Tab. 2. Befallsmerkmale (POSTNER 1974; SCHÖNHERR 1974; APEL/RICHTER 1990; APEL 1991; AID Merkblatt 1993; HARTMANN et al. 1995)

Käferart	Kennzeichen des frischen Brutbefalls	Brutbild	Regenerations- und Reifungsfrass	Befallsbild
Grosser Waldgärtner <i>Tomicus piniperda</i>	rindenbraunes Bohrmehl vermischt mit weisslichen Harzpartikeln; häufig hellgelbe Harztrichter um die Einbohrlöcher; austretende Harztropfen auf der Rinde	1-armiger Muttergang (parallel zur Faserrichtung) im Bast mit auffälliger weisslicher Harzauskleidung; Puppenwiegen in der Borke; gesamtes Brutbild in der Rinde, nur Muttergang im Splint schwach sichtbar	ab Mai primärer Regenerationsfrass der Altkäfer an meist zwei-, selten dreijährigen Trieben (Markfrass) → Triebabbrüche; Anfang Juli primärer Reifungsfrass der Jungkäfer an einjährigen Trieben (Markfrass) bis in den Spätherbst → Triebabbrüche; regelmässig Einbohrlöcher mit Harztrichtern	vom Triebfrass betroffene Föhren schon von weitem erkennbar an unregelmässiger, buschiger Kronenform; Kronenverlichtung; Vergilben oder Rötung der Krone, später Abfall grosser Rindenstücke am Stamm
Kleiner Waldgärtner <i>Tomicus minor</i>	weiss-braun geschecktes Bohrmehl; häufig hellgelbe Harztrichter um die Einbohrlöcher; austretende Harztropfen auf der Rinde	doppelarmiger Muttergang (quer zur Faserrichtung); Puppenwiegen radial im Splint; Brutbild furcht die Splintoberfläche	Regenerations- und Reifungsfrass etwas später, sonst wie Grosser Waldgärtner	Befallsbild ähnlich wie Grosser Waldgärtner; Absterben von Ästen, Kronenteilen oder ganzen Kronen
Sechszähliger Föhrenborkenkäfer <i>Ips acuminatus</i>	weiss-brauner Bohrmehlauswurf	vielarmiger Sterngang; weitstehende Einischen; gesamtes Brutbild tief im Splint	Regenerationsfrass im Brutbild am Ende der Muttergänge; Reifungsfrass im Brutbild im Anschluss an die Puppenwiegen	nach Befall rasches Austrocknen und Rotfärbung der Endtriebe, die sich auffallend nach unten neigen; vorjähriger oder älterer Befall fällt durch Graufärbung der Föhren auf
Zwölfzähliger Föhrenborkenkäfer <i>Ips sexdentatus</i>	starker rindenbrauner Bohrmehlauswurf; austretende Harztropfen auf der Rinde	meist 3-armige Stimmgabel, bei Anwesenheit von 5 Weibchen 5-armiger Sterngang; Puppenwiegen in den Splint eingesenkt, sonst Brutbild im Bast	ausgedehnter Regenerationsfrass im Brutbild entweder ausgehend von den Muttergangenden oder Anlage neuer Gänge; Reifungsfrass im Brutbild im Anschluss an die Puppenwiegen	fuchsrote Färbung der Nadeln im Sommer mit anschliessender Rötung der gesamten Krone; bei fortgeschrittenem Befall Abfallen der Rinde
Blauer Föhrenprachtkäfer <i>Melanophila cyanea</i>	zunächst keine sicheren äusseren Befallsmerkmale zu beobachten; austretende Harztropfen auf der Rinde	1. und 2. Larvenstadium: feine Zickzackgänge mit Bohrmehl gefüllt in der Kambialschicht; der Splint wird nur berührt, nicht geschürft; 3. und 4. Larvenstadium: breite Gänge, gefüllt mit typischem «wolkigem» Bohrmehl im Bast; Verpuppung in der Borke; gesamtes Brutbild in der Rinde	Regenerationsfrass an Föhrennadeln; Reifungsfrass an Föhrennadeln	Befall wird ab September (meist bei noch grüner Benaedelung) durch Spechtabschläge an unteren Stammteilen sichtbar; schütterere Benaedelung (graugrüne Nadeln); die Rinde der unteren Stammteile klingt beim Anklopfen stellenweise hohl; Ablösen der Rinde

me Art, keine Rammelkammer). Die Einbohrlöcher am stehenden Stamm sind meist durch kleine, gelbliche Harztrichter markiert (Tab. 2, Abb. 3).

Nach der einmaligen Begattung nagt das Weibchen von *Tomicus piniperda* für die Eiablage parallel zum Holzfaserverlauf einen einarmigen bis zu 15 cm langen und 2,5 bis 3 mm breiten Muttergang. Dieser einarmige Längsgang im Bast ist häufig mit Harzkrusten ausgekleidet und mit 2 bis 3 Luftlöchern versehen.

Am stehenden Stamm wird der Muttergang immer von unten nach oben gebohrt, an liegenden Stämmen in beiden Richtungen, wobei der Muttergang oft mit einem krückstockartig gekrümmten Abschnitt beginnt. Die Länge der Muttergänge und die Eizahl je Muttergang sind abhängig von der Brutdichte.

Bei hoher Populationsdichte und geringem Brutraumangebot bleiben die Muttergänge kurz mit entsprechend reduzierter Eizahl. Die dichtgedrängten, ebenfalls im Bast liegenden, bis 10 cm langen Larvengänge verlaufen rechts und links des Mutterganges waagrecht, bei starkem Befall unregelmässig, sich oft durchkreuzend (Abb. 4).



Abb. 3. Waldgärtner: Sekundärer Befall nach Waldbrand. Am Föhrenstamm Einbohrlöcher mit Harztrichter. Den Ausbohrlöchern fehlen die Harztrichter.



Abb. 4. *Tomicus piniperda*: Brutbild in der Rinde.

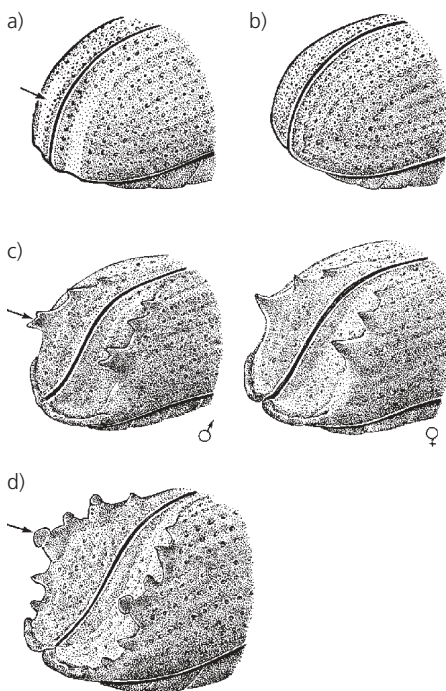


Abb. 2. Flügeldeckenabsturz von a) *Tomicus piniperda* mit «Schattenfurchen»; b) *Tomicus minor*; c) *Ips acuminatus* (Männchen und Weibchen); d) *Ips sexdentatus*. Mit Pfeil sind wichtige Erkennungsmerkmale markiert.

Die länglichen Puppenwiegen am Ende der Larvengänge werden tief in die Borke angelegt. Der Grosse Waldgärtner brütet weitgehend in der Rinde (Tab. 2). Die Entwicklung von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Jungkäfer dauert in Abhängigkeit von der Witterung (Verzögerung bei Kälteeinbrüchen oder umfangreichen Regenfällen) sieben bis neun Wochen. Der Grosse Waldgärtner bildet in Mitteleuropa nur eine Generation pro Jahr.

Nach der Befruchtung in der Eingangsröhre legt das Weibchen von *Tomicus minor* einen doppelarmigen (beide Arme oft ungleich lang), quer zur Holzfaserrichtung verlaufenden Muttergang an mit einer Ganglänge von 6–8 cm. Der zweiarmige Quer- oder Klammergang beginnt mit einem kurzen Eingangstunnel, der am stehenden Stamm immer nach unten weist (Abb. 5), an liegenden Stämmen nach unten und oben.

Die etwa 5 mm tief im Splint quer verlaufenden Muttergänge können bei dichtem Befall zu einem völligen Unterbruch der Wasserleitung in den Gefässen führen («Ringelung» durch Muttergänge), was den Baum physiologisch stark schwächt.

Als Folge sind Wipfeldürre oder das Absterben der über der Befallsstelle liegenden Ast- und Wipfelregion zu beobachten. Die Eier werden relativ weitständig abgelegt, so dass die vom Muttergang

senkrecht abzweigenden kurzen Larvengänge (2–3 cm lang) entsprechend locker angeordnet sind. Die Endabschnitte der Larvengänge wenden sich radial nach innen in das Splintholz. In ihnen verpuppen sich die Larven (Tab. 2). Kleine kreisrunde Eingangslöcher auf der Splintoberseite markieren die Puppenwiegen im Splint (Abb. 5).

Ab Mai, bei *Tomicus minor* etwas später, beginnen die Altkäfer nach der ersten Eiablage mit dem Regenerationsfrass (Tab. 2) in vorjährigen Trieben an Kronen gesunder Föhren aller Altersklassen. Hierbei höhlen sie den Trieb bis nahe der Endknospe aus, weshalb die Waldgärtner von J. Ratzeburg (1842) treffend als «Kiefermarkkäfer» bezeichnet wurden.

Regenerierte Altkäfer gründen eine zweite Brut, die Geschwisterbrut. So kann ein verminderter Bruterfolg bei der ersten Brut durch die Geschwisterbrut wieder ausgeglichen werden, wenn genügend bruttaugliche Stämme zur Verfügung stehen. Auch hier gelten wieder die oben beschriebenen dichteabhängigen Faktoren bezüglich der Mutterganglänge und Anzahl der Eier. In der Regel ist die Generation einfach (Tab. 1).

Die Waldgärtner verlassen das Brutbild aus kreisrunden Ausflüglöchern und vollziehen ab Juli ihren Reifungsfrass (Tab. 2) in gleicher Weise wie die Altkäfer an ge-



Abb. 5. *Tomicus minor* am stehenden Stamm: Brutbild mehrheitlich im Splint; Puppenwiegen radial im Splint, als kreisrunde Eingangslöcher auf der Splintoberfläche sichtbar.



Abb. 6. Waldgärtner: Frass (v.a. Reifungsfrass) an gesunden Kronentrieben. Das Einbohrloch ist deutlich mit einem Harztrichter markiert.

sunden Trieben der Baumkrone, allerdings vorzugsweise an diesjährigen Trieben (Maitrieben), wo sie bis 15 cm lange Gänge minieren. Der Reifungsfrass dauert wesentlich länger als der Regenerationsfrass und kann sich bis weit in den Herbst hinziehen. Jeder Jungkäfer höhlt im Mittel 2 Triebe aus, deren Gänge stets bohrmehlfrei sind (Tab. 3).

Die Einbohrlöcher an den Trieben sind an kleinen, gelblichen Harztrichtern leicht erkennbar (Abb. 6). Die ausgehöhlten, noch grünen Triebenden brechen später durch Windeinwirkung an der Einbohrstelle leicht ab («Abbrüche») und fallen zu Boden (Abb. 7, Tab. 3) oder verbräunen am Baum (Abb. 8).

In der Regel hat der Käfer zu diesem Zeitpunkt die Triebe bereits verlassen. Nach wiederholtem Triebfrass wirken die Baumkronen buschig wie mit der Gartenschere beschnitten, daher der Name «Waldgärtner». Regenerations- und besonders der Reifungsfrass führen zur Verminderung der Nadelmasse und damit zu merklichen Zuwachsverlusten. Die so geschwächten Bäume können in der Folge auch als Brutbäume attraktiv werden.

Im Spätherbst beginnen die Waldgärtner ihre Winterquartiere aufzusuchen. Die Käfer des Grossen Waldgärtners bohren sich an der Stammbasis dickborkiger älterer Föhren in die Rinde ein und legen unregelmässige, nicht ganz bis auf den

Splint reichende Überwinterungsgänge (Überwinterungsfrass) an (Tab. 1).

Auch jüngere Bäume können zur Überwinterung angegangen werden. Die Käfer benutzen mehrere Jahre hintereinander die gleichen Winterquartiere. Der Kleine Waldgärtner überwintert häufig in der Bodenstreu, zum Teil aber auch in den Trieben (Tab. 1).



Abb. 7. Waldgärtner: Triebabbrüche am Boden.

Sechszähliger Föhrenborkenkäfer

Geographische Verbreitung

Ips acuminatus ist in Eurasien weit verbreitet und gilt als typischer Bewohner der osteuropäischen und sibirischen Föhrenwälder. In der Schweiz ist er überall recht häufig. Zu Massenvermehrungen neigt er vor allem in tieferen Lagen der alpinen Trockentäler (Abb. 9).

Wirtsbäume und Vorkommen

Der Sechszählige Föhrenborkenkäfer brütet vor allem an verschiedenen Föhrenarten, nur sehr selten an Fichten, Lärchen, Nordmannstannen oder Douglasien (Tab. 1). Er bevorzugt dünnborkige, meist armdicke Äste im Wipfelbereich (Abb. 1) geschwächter oder absterbender älterer Föhren sowie frisch geschlagener Bäume, aber auch Stangenholz. In lockeren Beständen, sowie auf Schlag- und Brandflächen findet der Käfer optimale Entwicklungsbedingungen.

Aussehen und Lebensweise

Ips acuminatus ist der kleinste der hier behandelten Föhrenborkenkäfer (Tab. 1). Der Chitinpanzer seines walzenförmigen Körpers ist dunkelbraun, die Flügeldecken rotbraun, der Absturz glänzend. An den Absturzrändern befinden sich je drei



Abb. 8. Waldgärtner: Absterbende Triebenden nach Reifungsfrass.

Zähne, von denen der unterste beim Männchen zweispitzig ist. Beim etwas grösseren Weibchen sind alle Zähne einfach (Abb. 2c), der oberste fehlt gelegentlich. Der wärmeliebende Käfer schwärmt gewöhnlich erst im Mai (Tab. 1). Im Unterschied zu den *Tomicus*-Arten besetzt bei den *Ips*-Arten zuerst das Männchen den

Wirtsbaum und legt eine geräumige Rammelkammer an, die tief in den Splint eingreift.

Angelockt durch ein käfereigenes Aggregationspheromon folgen nacheinander mehrere Weibchen und werden von dem einzigen Männchen begattet (polygame Art).

Je nach Anzahl der befruchteten *Acuminatus*-Weibchen nagen diese von der Rammelkammer aus, den Splint tief schürfend, sternförmig vier bis acht Muttergänge. Diese können bis 40 cm lang sein (2–3 mm breit) und sind mit zahlreichen Luftlöchern versehen.

Als eine der wenigen Ausnahmen unter den Borkenkäfern sind die Muttergänge dieser Art meist mit Bohrmehl verstopft. Die Einischen sind relativ gross und liegen weit auseinander. Von den Muttergängen zweigen die entsprechend weit gestellten, kurzen Larvengänge ab (Abb. 10). In den Endabschnitten der Gänge verpuppen sich die Larven.

Das gesamte Brutbild ist tief in den Splint eingeschnitten (Tab. 2). Der unregelmässige Regenerationsfrass der Altkäfer findet am Ende der Muttergänge statt (Tab. 2). Die Jungkäfer vollziehen ihren platzartigen Reifungsfrass gewöhnlich direkt im Anschluss an die Puppenwiegen im Splint.

In der Regel entsteht nur eine Generation pro Jahr, bei trockener, warmer Witterung gelegentlich auch zwei. Die 1. Generation fliegt meist rasch aus und überwintert in Frassgängen frischer Kronenäste, eine mögliche 2. Generation als Jungkäfer im Brutbild.

Zwölfzähner Föhrenborkenkäfer

Geographische Verbreitung

Ips sexdentatus ist neben Europa auch in Kleinasien, Georgien, Teilen Sibiriens, Japan und Thailand an Föhrenarten zu finden. In Mitteleuropa ist er relativ selten. Nur in inneralpinen Tälern tritt er häufiger in Erscheinung, beispielsweise in den Kantonen Wallis und Graubünden.

Wirtsbäume und Vorkommen

Der Zwölfzähner Föhrenborkenkäfer besiedelt vor allem Föhren, insbesondere die Waldföhre. An Fichten, Europäischen Lärchen und Tannenarten kommt er sehr selten vor (Tab. 1). Der Käfer brütet bevorzugt in starkborkigen unteren Stammabschnitten (Abb. 1) sonnenexponierter Föhren sowie an frisch gefällten Stämmen.

Tab. 3. Verwechslungsmöglichkeiten (APEL/RICHTER 1990; APEL 1991)

Grosser Waldgärtner	Kronenverlichtungen an Föhren auch durch unspezifische komplex wirkende Ursachen oder Hagelschlag sowie Pilze z.B. Föhrenschütte (<i>Lophodermium seditiosum</i>) oder den Triebsterben-Erreger <i>Cenangium ferruginosum</i> und Insekten: beispielsweise Raupenfrass durch Föhrenbuschhornblattwespe (<i>Diprion pini</i>), Nonne (<i>Lymantria monacha</i>), Forleule (<i>Panolis flammea</i>), Föhrenspinner (<i>Dendrolimus pini</i>), Föhrenspanner (<i>Bupalus piniarius</i>) oder Föhrenschwärmer (<i>Hyloicus pinastri</i>).
Kleiner Waldgärtner	Auch andere Insekten höhlen Föhrentriebe aus: die von der Raupe (bei <i>Tomicus</i> spp.: Käfer!) des Föhrenknospentriebwicklers (<i>Rhyacionia buoliana</i>) ausgehöhlten Endtriebe (Maitriebe) sind mit krümeligem Raupenkot gefüllt (bei <i>Tomicus</i> spp.: leere Triebgänge!). Puppenwiegen am Ende der Larvengänge. Trieb vertrocknet entweder und stirbt ab oder knickt um und wächst unter «Posthornbildung» weiter. Triebabbrüche auch durch <i>Ernobius nigrinus</i> , den Föhrentriebnagekäfer , ein Sekundärinsekt an Föhrentrieben (bei <i>Tomicus</i> spp.: primär!), deren Larven die Triebe aushöhlen. Diese sind mit dem typisch linsenförmigen Larvenkot ausgefüllt.
Zwölfzähner Föhrenborkenkäfer	Ist aufgrund seiner Brutbildgrösse (bis zu 80 cm lange und 4–5 mm breite Muttergänge) mit keiner anderen Art zu verwechseln!
Blauer Föhrenprachtkäfer	Die feinen zickzackförmigen Larvengänge (1. und 2. Larvenstadium) in der Kambialschicht können leicht mit frühen Larvengängen der Pissodes -Arten (Föhrenrüsselkäfer, Curculionidae) verwechselt werden, wenn nur Gangfragmente sichtbar sind, wie es beim Nachschneiden in der Bastsschicht häufig vorkommt. Der Larvengangverlauf bei <i>Melanophila cyanea</i> ist jedoch stärker quer ausgerichtet. Die breiten und gut sichtbaren Gänge des 3. und 4. Larvenstadiums enthalten «wolkig» ausgeprägtes feines Bohrmehl im Unterschied zu Bockkäfer gängen (Cerambycidae) ohne diese lagenweise Schichtung. Das Bohrmehl in Bockkäfergängen ist grobschrotig und faserig. Die charakteristische Kochlöffelgestalt der Blauen Prachtkäferlarven unterscheidet sich eindeutig von den Bockkäferlarven. Die Blaue Prachtkäferlarve liegt U-förmig gekrümmt in der Puppenwiege (Borke); beim Grauen Zangenbock (<i>Rhagium inquisitor</i>) z.B. liegt die Larve gestreckt in der Puppenwiege (Splintoberfläche).



Abb. 9. *Ips acuminatus*: Alte und neuere Befallsherde.



Abb. 10. *Ips acuminatus*: In den Splint eingeschnittenes Brutbild.

Ausgehend von stark besiedelten Poltern, Windwürfen oder brandgeschädigten Föhren kann ein Befall auch auf vital stehende Altföhren oder auf jüngere Bäume übergreifen. *Ips sexdentatus* tritt besonders an Südrändern eines Waldes, in Bestandeslücken und in aufgelichteten Beständen auf.

Aussehen und Lebensweise

Der bis zu 8 mm lange Zwölfzähnlige Föhrenborkenkäfer gehört mit zu den grössten Vertretern der Gattung *Ips* (Tab. 1). Der ausgewachsene Käfer ist braunschwarz, gelblich behaart, besonders dicht im Absturzbereich; mit glänzender Absturzfläche. Der Flügeldeckenabsturz ist beiderseits mit je 6 Zähnen versehen, von denen der vierte von oben der grösste und am Ende knopfartig verbreitert ist (Abb. 2d).

Das polygame Männchen legt die geräumige Rammelkammer an. Von hier gehen je nach Anzahl der befruchteten Weibchen, in der Regel drei je Brutbild, vorwiegend parallel zur Stammachse verlaufende Muttergänge aus. Das Brutbild entspricht in voller Ausbildung der Form einer Stimmgabel (Abb. 11), bei Anwesenheit von 5 Weibchen einem 5-armigen Sterngang.

Die Muttergänge können bis zu 80 cm lang sein (Gangbreite 4–5 mm; Tab. 3) und weisen Luftlöcher in wechselnder

Anzahl auf. Rechtwinklig von den Muttergängen zweigen die Larvengänge ab (8–10 cm lang) und berühren gegen Ende der Larvenentwicklung den Splint, in den die grossen, schüsselförmigen Puppenwiegen eingesenkt sind. Das übrige Brutbild liegt in der Regel im Bast (Tab. 2). Werden gelegentlich Stammteile mit dünner Rinde befallen oder solche mit mässig ausgetrockneter Rinde, liegt das gesamte Brutbild tief im Splint.

Ips sexdentatus schwärmt im April/Mai (Tab. 1), wenn die Temperaturen etwa 20 °C erreichen. Nach der Eiablage beginnen die Altkäferweibchen mit einem ausgedehnten Regenerationsfrass. Dabei verlängern sie entweder die Muttergänge zu unregelmässig verzweigten Gängen (geweihartig), oder sie legen an weiteren Bäumen in Stämmen und stärkeren Ästen neue Gangsysteme an mit anschliessender Ausbildung einer Geschwisterbrut.

Der Reifungsfrass in Form unregelmässiger Plätze oder geweihartiger Gänge geht von den Puppenwiegen aus. Bei hoher Besiedlungsdichte wird das ursprüngliche Brutbild weitgehend zerstört. Auch in der Rinde benachbarter Stämme kann ein Reifungsfrass stattfinden.

Die Entwicklungsdauer vom Ei bis zum Jungkäfer ist relativ kurz und beträgt bei warmer und trockener Witterung oft nur 3–4 Wochen, so dass noch im gleichen Jahr eine zweite Käfergeneration entsteht (Tab. 1).

Blauer Föhrenprachtkäfer

Geographische Verbreitung

Melanophila cyanea, früher als *Phaenops cyanea* bezeichnet, kommt in ganz Europa vor mit Ausnahme des nordatlantischen Bereiches. Sein weiteres Verbreitungsgebiet erstreckt sich von Nordafrika, Klein- und Mittelasien bis Sibirien. In der Schweiz wird er gemeinsam mit den beschriebenen Föhrenborkenkäfern beobachtet.

Wirtsbäume und Vorkommen

Der Blaue Föhrenprachtkäfer besiedelt fast ausschliesslich Föhrenarten, der Befall von Fichten oder Lärchen ist die Ausnahme (Tab. 1). Zur Brut werden dickborkige Stammteile (Abb. 1) von geschwächten stehenden Altföhren bevorzugt. Bei Massenvermehrungen wechselt der Käfer auch zu vitaleren Stämmen sowie Stangenhölzern und Dickungen.

Als licht- und wärmeliebendes Insekt ist diese Prachtkäferart besonders an mittelalten und alten Föhren von Süd-, Südost- und Südwesträndern eines Waldes («klassische» Befallsorte) sowie in lückigen oder aufgelichteten Beständen zu finden. In dichtgeschlossenen Föhrenwäldern kommt der Käfer seltener vor. Stehen diese unter extremen Stresssituationen (vor allem Wassermangel) besiedelt der Prachtkäfer gemeinsam mit anderen Föh-



Abb. 11. *Ips sexdentatus*: Brutbild im Bast. Grosse, schüsselförmige Puppenwiegen im Splint, häufig von einem auffallenden Randwulst aus braunem Bohrmehl umgeben.

renstammensekten auch dichte Bestände. Neben dem Blauen Föhrenprachtkäfer wird in der Schweiz gelegentlich auch der Vierpunkt-Föhrenprachtkäfer (*Anthaxia quadripunctata*) beobachtet.

Aussehen und Lebensweise

Die Föhrenprachtkäfer gehören zur Familie der Prachtkäfer (Buprestidae). Der Körperumriss des Blauen Föhrenprachtkäfers ist oval und im letzten Drittel verjüngt. Die Käferoberseite ist stahlblau mit einem grünlichen Schimmer, das Halsschild oft etwas dunkler gefärbt (Abb. 13).

Die Lebenserwartung des erwachsenen Föhrenprachtkäfers liegt bei etwa zwei Monaten. Die ausgewachsene Larve ist bis zu 24 mm lang, weisslichgelb, beinlos und abgeflacht. Das erste Segment der Larve ist deutlich verbreitert («Kochlöffelform») – ein charakteristisches Merkmal des *Buprestis*-Typs (Abb. 16).

Die Entwicklung vom Ei bis zum Käfer dauert ein oder zwei Jahre (Abb. 12). Beim Befall stehender Föhren während der Zeit zwischen zwei Massenvermehrungen (Latenzzeit) durchläuft der Föhrenprachtkäfer eine zweijährige Entwicklung (Abb. 12).

Die Jungkäfer verlassen ab Mitte Juni den Baum (Tab. 1) durch ein schmales, häufig etwas schräg gestelltes, ovales

Ausflugloch (Abb. 14). Den anschliessenden, rund zweiwöchigen Reifungsfrass (Tab. 2) führen die Käfer an Föhrennadeln aus. Für ihre Flugaktivität ist die seitliche Sonneneinstrahlung entscheidender als der Lichteinfall aus dem Kronendach.

Erst bei Temperaturen ab 25 °C und bei hoher Lichtintensität fliegt das Weibchen zur Eiablage mehrere Bäume an. Die bis zu 200 Eier werden mit einer sehr beweglichen Legeröhre einzeln, tief in Rindenritzen deponiert.

Die Eiablage erfolgt ausschliesslich an Stämmen, die voll der Sonne ausgesetzt sind. Sie kann sich bis zu sechs Wochen hinziehen und wird immer wieder von einem kürzeren Regenerationsfrass an Föhrennadeln unterbrochen.

Die weniger als 10 mm langen Larven des 1. und 2. Stadiums fressen 1–2 mm breite zickzackförmige, sich häufig überkreuzende und mit schwarzbraunem Bohrmehl gefüllte Gänge in die saftreiche Kambialschicht (Tab. 3). Diese Larvengänge heben sich beim Lösen der Rinde oberflächlich fein vom hellen Splint ab, ohne ihn jedoch zu schürfen (Abb. 15). Die Entwicklungsphase von Ei und Eilarve reagiert sehr sensibel auf Kälteeinbrüche.

Nach der ersten Überwinterung am Ende der Zickzackgänge setzen die Larven ihren Frass in der folgenden Vegetationsperiode fort. Dabei durchfurchen sie die Bast-schicht in geschlängelten, sich kreuzenden, bis 10 mm breiten Gängen und nehmen die typische kochlöffelförmige Gestalt an (3.–4. Larvenstadium).

Die Larvengänge sind mit auffällig «wolkig» angeordnetem, braun-gelb marmoriertem Bohrmehl gefüllt (Abb. 16) und enden in der dicken Borke in ovalen Puppenwiegen, in denen die Altlarven, U-förmig gekrümmt, ein zweites Mal überwintern. Die Verpuppung beginnt im Mai.

Das gesamte Brutbild liegt mehrheitlich im Bast, die Puppenwiegen in der dicken Borke (Tab. 2). Nur beim seltenen Befall von dünnrindigem Brutmaterial geht die Larve zur Verpuppung in den Splint.

Trockenstress der Föhren, der die Bast- und Splintfeuchte, das Harzungsvermögen und den Radialzuwachs (Überwallungsvermögen) und damit das aktive Abwehrvermögen des Wirtsbaumes verringert, begünstigt den Prachtkäferbefall und die Entwicklung dessen Larven, so dass es zu Massenvermehrungen kommen kann, häufig verbunden mit einem



Abb. 12. Entwicklungszyklus des Blauen Föhrenprachtkäfers *Melanophila (Phaenops) cyanea* (zweijährige Generation an stehenden, nur schwach geschädigten Föhren während der Latenzzeit).



Abb. 13. *Melanophila cyanea*: Erwachsener Käfer, 7–12 mm lang.



Abb. 14. *Melanophila cyanea*: Typisches ovales Ausflugloch (etwa 3–4 mm lang und 1 mm breit), entsprechend dem Körperquerschnitt der Käfer.



Abb. 15. *Melanophila cyanea*: Feine zickzack-förmige Larvengänge des 1. und 2. Larvenstadiums.

Wechsel von zwei- zu einjähriger Generationsfolge.

Auch nach dem Frass anderer Insekten wie Nadelfrass der Nonne (*Lymantria monacha*), der Forleule (*Panolis flammea*), der Föhrenbuschhornblattwespen (Diprionidae), Triebfrass der Waldgärtner sowie durch starken Befall von Rindenpilzen (z.B. *Cenangium ferruginosum*) können abwehrgeschwächte Föhren stark vom Blauen Föhrenprachtkäfer befallen werden.

Föhreninsekten als Überträger von Bläuepilzen

Alle beschriebenen Föhrenstammkäfer übertragen Bläuepilze in die Brutbäume. Diese Pilze, mehrheitlich aus der Gattung *Ophiostoma* sowie der Gattung *Leptographium*, leben mit den Käfern in lockerer Symbiose und bieten den Stammbrütern zusätzliche Nahrungsquellen. Für die Pilze liegt der Vorteil darin, dass sie von den Insekten auf ihr Substrat übertragen werden.

Bläuepilze verursachen eine bläulich-graue Verfärbung des Nadelstammholzes. Die Pilze wachsen in den Holzzellen und ernähren sich ausschliesslich von den leichtverdaulichen Zellinhaltsstoffen, bauen also nicht die Holzsubstanz (Zellulose, Lignin) ab. Deshalb bleiben die

mechanischen Eigenschaften des Holzes praktisch unverändert.

Die Beeinträchtigung liegt in einer optischen Wertminderung von im Wald lagerndem, berindetem Föhrenstammholz, das sich durch die Farbfehler für manche Verwendungszwecke nicht mehr eignet. Zudem dringen die Bläuepilze bei der Föhre tiefer in das Holz ein (Abb. 17) als bei der Fichte, bei der die Pilze nur wenige Zentimeter tief in das Splintholz einwachsen und mit der Schwarte entfernt werden.

Vorbeugung

Reine Föhrenbestände sind in der Schweiz auf vielen Standorten wirtschaftsbedingt und auf frühere Kahlschläge zurückzuführen. Heute wird die Föhre aus Gründen der Holzproduktion nicht mehr grossflächig verjüngt. Nur nach bedeutenden Naturereignissen (Waldbrand usw.) stellt sich die Föhre auf gewissen Standorten als Pionierbaumart flächig ein.

Standortsfremde Föhrenreinbestände grösserer Ausdehnung sollten in stabilere Mischbestände überführt werden, was gleichzeitig auch die Wasser- und Nährstoffversorgung verbessert. Andere aufwachsende Baumarten können durch eine angepasste und punktuelle Entnahme

von Föhren gefördert werden. Radikale Eingriffe sind aber zu vermeiden, da sich sonst wieder die Föhre verjüngen würde.

In Dauerwäldern ohne ausgesprochene Schutz- oder Wirtschaftsfunktion kann die Entwicklung zum Umbau der Föhrenbestände sich selbst überlassen werden. Die auf natürliche Weise anlaufenden Prozesse, z.B. die Verjüngung anderer Baumarten durch Eichelhäherstaaten, führen zur Bildung von Mischbeständen. Nur wenn angrenzende Bestände durch Käfergefährdet oder Ziele des Naturschutzes beeinträchtigt sind, muss allenfalls eingegriffen werden.

Gegenmassnahmen

In Schutz- oder Wirtschaftswäldern können aktive Waldschutzmassnahmen zur Käferbekämpfung angezeigt sein:

- **Brutbäume** noch vor Ausflug der Käfer zwangsnutzen und befallene Stämme sofort abführen oder am Befallsort entrinden. Rinden nur dann verbrennen, wenn bereits Jungkäfer vorhanden sind. Auf Waldbrandgefahr achten!
- Befallene Äste ebenfalls abführen, häckseln oder verbrennen, sofern dies die örtlichen Verhältnisse gestatten.



Abb. 16. *Melanophila cyanea*: Ausgewachsene Larven («Kochlöffelform») neben ihren Frassgängen mit der typischen lagenweisen Schichtung des Bohrmehls.



Abb. 17. Verbläuung von Föhrenholz durch Bläuepilze.

Unbefallene Äste können bei einer Nutzung im Spätsommer liegengelassen werden. Auf sonnigen Standorten trocknen sie rasch aus und sind im folgenden Frühling oft nicht mehr attraktiv.

- Gegen den Reifungsfrass der Waldgärtner in den Kronen müssen und können keine Massnahmen getroffen werden.
- Als vorbeugende Massnahme kann das Brutangebot für die Käfer durch Entnahme von stark beeinträchtigten, aber noch lebenden Föhren reduziert werden. Dickborkige Stammteile entrinden oder bis spätestens Ende Februar/Anfang März abführen.

Artenspektrum der Antagonisten

Antagonisten sind natürliche Gegenspieler, die während der Zeit zwischen zwei Massenvermehrungen (Latenzzeit) eine wichtige Rolle bei der Regulation einer Wirtspopulation spielen. Eine Massenvermehrung verhindern sie allerdings nicht, sorgen aber, mit gewisser zeitlicher Verzögerung, im Verbund mit weiteren Faktoren für einen schnelleren Zusammenbruch der Wirtspopulation.

Die Populationen von Föhrenborkenkäfern, teilweise auch Föhrenprachtkäfern werden von einer grossen Anzahl

verschiedenster Brackwespenarten reguliert, wie Arten der Gattungen *Coeloides* (Abb. 18), *Dendrosoter* und *Spathius*. Wichtige Schmarotzer der Borkenkäfer sind verschiedenste Vertreter von Schlupfwespen im weitesten Sinne, z.B. aus der Familie Pteromalidae: *Roptrocercus*- und *Rhopalicus*-Arten.

Die Bedeutung der in beträchtlicher Vielfalt vorkommenden Echten Schlupfwespen (Ichneumonidae) bei der Regulierung von Borkenkäfer-Populationen ist eher gering, hingegen ist diese Gegenspieler-Gruppe besonders häufig an Larven und Puppen des Föhrenprachtkäfers anzutreffen.

Weit verbreitete räuberisch lebende Antagonisten sind Ameisenbuntkäfer (*Thanasimus* spp.). Die rötlich oder weiss gefärbten Larven dieser Räuber bevorzugen Eier, Puppen und Larven des Grossen Waldgärtners, aber auch anderer Borkenkäferarten. Der Buntkäfer selbst lebt gleichfalls räuberisch, vorzugweise von den die Föhren anfliegenden Borkenkäfern.

Vertreter von Laufkäfern (Abb. 19), Rindenglanzkäfern wie der bedeutende Waldgärtner-Räuber *Rhizophagus depressus*, Kurzflüglern, Glanzkäfern, Langbeinfliegen sind ebenfalls wichtige Borkenkäfer-Gegenspieler. Häufige Räuber der Föhrenprachtkäfer sind vor allem Kamelhalsfliegen und Raubfliegen (Abb. 20), deren Larven und erwachsene Tiere gleichfalls den Borkenkäfern nachstellen.

Auch insektenpathogene Pilze sowie Milben (z.B. Vertreter der Kugelbauchmilben), die verschiedene Entwicklungsstadien (besonders Eier) ihrer Beutetiere aussaugen, werden häufig in den Borkenkäfer- und Prachtkäfergängen gefunden. So sorgt eine Vielzahl an Gegenspielern während der Latenzphase dafür, dass das dynamische Gleichgewicht, das eine intakte Waldgemeinschaft auszeichnet, erhalten bleibt.



Abb. 18. Brackwespe der Gattung *Coeloides* (2,5–4 mm lang) bei der Eiablage. Ihre Larven schwarzen an Borkenkäferlarven, seltener an Prachtkäferlarven.



Abb. 19. Laufkäfer der Gattung *Dromius* (hier *Dromius quadrimaculatus*, 5–6 mm lang) sind bedeutende Borkenkäferläufer.



Abb. 20. Larven und erwachsene Tiere der Raubfliege *Laphria flava* (16–25 mm lang) jagen bevorzugt Prachtkäfer, aber auch Borkenkäfer.

Literatur

- Apel, K.-H., 1986: Zur Biologie, Ökologie und zum Massenwechsel von *Phaenops cyanea* F., *Phaenops formaneki* Jacobs und *Melanophila acuminata* Deg. (Coleoptera, Buprestidae). Dissertation. Eberswalde, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Abt. Waldschutz. 191 S.
- Apel, K.-H., 1991: Die Kiefernprachtkäfer. Eberswalde, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Merkblatt 50: 30 S.
- Apel, K.-H.; Richter, D., 1990: Heimische rinden- und holzbrütende Insekten. Eberswalde, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Merkblatt 47: 56 S.
- Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AID) e.V., 1993: Borkenkäfer überwachen und bekämpfen. Bonn, AID, Merkbl. 1015: 36 S.
- Brändli, U.-B., 1996: Die häufigsten Waldbäume der Schweiz. Ergebnisse aus dem Landesforstinventar 1983–85: Verbreitung, Standort und Häufigkeit von 30 Baumarten. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 342: 278 S.
- Brauns, A., 1991: Taschenbuch der Waldinsekten. Stuttgart/Jena, Fischer. 860 S.
- Chararas, C., 1962: Etude Biologique des Scolytides des Conifères. Paris, Editions Paul Lechevalier. 556 S.
- Escherich, K., 1923: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch. Bd. 2. Berlin, Parey. 663 S.
- Fitschen, J., 1994: Gehölzflora. 10. überarb. Aufl. Heidelberg/Wiesbaden, Quelle & Meyer.
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg, 1993: Überwachung und Bekämpfung von Borkenkäfern der Nadelbaumarten. Merkbl. 1, 7. Aufl. 36 S.
- Hanson, H.S., 1937: Notes on the ecology and control of pine beetles in Great Britain. Bull. Entomol. Res. 28: 185–236.
- Hartmann, G.; Nienhaus, F.; Butin, H., 1995: Farbatlas Waldschäden. Diagnose von Baumkrankheiten. Stuttgart, Ulmer. 288 S.
- Jacobs, W.; Renner, M., 1998: Biologie und Ökologie der Insekten. 3. überarb. Aufl. von K. Honomichl. Stuttgart/Jena/Lübeck/Ulm, Fischer. 678 S.
- Kirisits, T., 1996: Untersuchungen über die Vergesellschaftung von Bläuepilzen (*Ophiostoma/Ceratocystis* spp.) mit den rindenbrütenden Fichtenborkenkäfern *Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L. und *Hylurgops glabratus* Zett. in Österreich. Wien, Inst. Forstentomol., Forstpathol. und Forstschutz, Univ. Bodenkultur. Dipl.-arbeit. 175 S.
- Langström, B., 1983: Life cycles and shoot-feeding of the pine shoot beetles. Stud. For. Suec. 163: 1–29.
- Nienhaus, F.; Kiewnick, L., 1998: Pflanzenschutz bei Ziergehölzen. Stuttgart, Ulmer. 460 S.
- Nierhaus-Wunderwald, D., 1996: Dienatürlichen Gegenspieler der Borkenkäfer. 2. Aufl., Merkbl. Prax. 19: 8 S.
- Nierhaus-Wunderwald, D., 1997: Liste der Borkenkäfer-Antagonisten. 3. überarb. Aufl., Vervielfältigung. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. 34 S.
- Otto, L.-F.; Weddeling, B., 1997: Möglichkeiten einer integrierten Bekämpfung des Blauen Kiefernprachtkäfers. Schr.reihe Sächs. Landesanstalt Forsten, 12: 62 S.
- Pfeffer, A.; Knizek, M.; Zümr, V.; Zuber, M., 1995: Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). Pro Entomologia, Naturhistorisches Museum Basel. 310 S.
- Postner, M., 1974: Scolytidae, Borkenkäfer. In: Schwenke, W. (Hrsg.); Die Forstschädlinge Europas. Bd. 2: Käfer. Hamburg/Berlin, Parey. 397–400, 454–455 und 459–460.
- Rigling, A.; Cherubini, P., 1999: Wieso sterben die Waldföhren im «Telwald» bei Visp? Eine Zusammenfassung bisheriger Studien und eine dendroökologische Untersuchung. Schweiz. Z. Forstwes. 150, 4: 113–131.
- Rigling, A.; Forster, B.; Wermelinger, B.; Cherubini, P., 1999: Waldföhrenbestände im Umbruch. Wald Holz 80, 13: 8–12.
- Schönherr, J., 1974: Buprestidae, Prachtkäfer. In: Schwenke, W. (Hrsg.); Die Forstschädlinge Europas. Bd. 2: Käfer. Hamburg/Berlin, Parey: 35–37.
- Sommerhalder, R., 1992: Natürliche Wälder der Waldföhre (*Pinus silvestris*) in der Schweiz – eine pflanzensoziologische Analyse mit Hilfe eines vegetationskundlichen Informationssystems. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 67, 1: 3–172.
- Stergulc, F.; Frigimelica, G., 1996: Insetti e funghi dannosi ai boschi. Udine, Servizio Selvicoltura. 364 S.
- Stroink, H.J., 1982: Bestandesschäden durch Ernährungsfrass und Brutbefall des Großen Waldgärtners (*Blastophagus piniperda* L.) an Kiefer (*Pinus sylvestris* L.). Dissertation. Forstl. Fakultät der Georg-August-Universität, Göttingen. 113 S.
- Tunset, K.; Nilssen, A.C.; Andersen, J., 1993: Primary attraction in host recognition of coniferous bark beetles and bark weevils (Col., Scolytidae and Curculionidae). J. Appl. Entomol. 115, 1–5: 155–169.

Abbildungsnachweise

Für die Anfertigung von Zeichnungen sowie für die Ausleihe von Fotos möchten wir folgenden Kolleginnen, Kollegen und Institutionen herzlich danken: Abb. 1, 2: Verena Fataar, Fachbereich Logistik und Marketing, Abt. Publikationen und Bibliothek/WSL; Abb. 3, 7, 8, 10: PBMD, Forschungsbereich Wald, Abt. Wald- und Umweltschutz/WSL; Abb. 4, 17: Prof. Dr. Curt Majunke, Abt. Waldschutz, Landesforstanstalt Eberswalde; Abb. 5: Dr. Christian Tomiczek, Institut für Forstschutz, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien;

Abb. 6, 14: Institut für Forstentomologie, Forstpathologie & Forstschutz, Universität für Bodenkultur, Wien; Abb. 9: Sandra Zala, Brusio; Abb. 11, 15: Lutz-Florian Otto, Sächsische Landesanstalt für Forsten, Graupa; Abb. 16: Dr. Martin Rohde, Hessische Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie, Hann. Münden; Abb. 18: Dr. Siegfried Keller, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich; Abb. 13, 19, 20: Entomologie, Forschungsbereich Wald, Abt. Wald- und Umweltschutz/WSL.

Adresse der Autoren

Dr. Dagmar Nierhaus-Wunderwald
Beat Forster
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf

E-mail: dagmar.nierhaus@wsl.ch
beat.forster@wsl.ch

Verzeichnis der neuesten Nummern der Reihe «Merkblatt für die Praxis»

- Nr. 22* HEINIGER, U., 1994: Der Kastanienrindenkrebs (*Cryphonectria parasitica*). Schadsymptome und Biologie. 8 S.
- Nr. 23* NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1995: Rindenbrütende Käfer an Weissstanne. Biologie und forstliche Massnahmen. 8 S.
- Nr. 24* NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1995: Der Grosse Lärchenborkenkäfer. Biologie, Überwachung und forstliche Massnahmen. 6 S.
- Nr. 25*/** EGLI, S.; AYER, F.; LUSSY, S.; SENN-IRLET, B.; BAUMANN, P., 1995: Pilzschutz in der Schweiz. Ein Leitfaden für Behörden und interessierte Kreise. 8 S.
- Nr. 26* STÖCKLI, B., 1995: Moderholz für die Naturverjüngung im Bergwald. Anleitung zum Moderanbau. 8 S.
- Nr. 27* NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1996: Pilzkrankheiten in Hochlagen. Biologie und Befallsmerkmale. 8 S.
- Nr. 28* NIERHAUS-WUNDERWALD, D.; LAWRENZ, P., 1997: Zur Biologie der Mistel. 8 S.
- Nr. 29*/** NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1998: Biologie und natürliche Regulation von Gespinstmotten. 8 S.
- Nr. 30*/** FORSTER, B.; BUOB, S.; COVI, S.; OEHR, E.; URECH, H.; WINKLER, M.; ZAHN, C.; ZUBER, R., 1998: Schlagräumung. 4 S.

* Auch in Französisch /** Italienisch erhältlich.