

## Überwinterung des Buchdruckers: Biologie und Managementempfehlungen

Obwohl die Phänologie des Buchdruckers, d.h. seine Entwicklung und Aktivität, während der Schwärm- und Befallsperiode von April bis August/September weithin gut erforscht ist (HOCH ET AL., 2020), gibt es zur Überwinterung des Buchdruckers noch allerhand Wissenslücken – vor allem auch hinsichtlich geeigneter Schlussfolgerungen für das Borkenkäfer-Management im Winterhalbjahr. Eine Zusammenstellung von aktuellen Ergebnissen aus der FVA-Forschung im Kontext des bisherigen Wissensstandes soll diese Lücken nun schließen und im Folgenden die wichtigsten praxisrelevanten Fragen zum Thema Buchdrucker-Überwinterung klären.

### Grundlagen zur Überwinterungsbiologie

Der Buchdrucker passt sich, wie viele andere heimische Insekten auch, durch geeignete Überwinterungsstrategien an die zu dieser Jahreszeit widrigen Umweltbedingungen an. Die für den Buchdrucker maßgebliche Form der Winterruhe ist die **Diapause** (KOŠTÁL, 2006), also ein genetisch programmiertes Verhalten, welches bereits im Vorfeld unter noch guten Bedingungen initiiert wird. Dabei werden **die Lebensfunktionen von adulten Käfern zeitweise zurückgefahren, bspw. Stoffwechsel, Mobilität, und Vermehrung**. Zusätzlich schützen diese sich mit einer Art körpereigenem „Frostschutzmittel“, sodass sie im Winter (nach allmählicher Kälteanpassung) auch strengen Frost unbeschadet überstehen können. Jungkäfer und weiße Entwicklungsstadien (Eier, Larven, Puppen) hingegen befinden sich nicht in einer Diapause und entwickeln sich bei Temperaturen  $>8^{\circ}\text{C}$  auch im Winter weiter. Bei weißen Stadien ist allerdings die Überlebenswahrscheinlichkeit bei Frost deutlich herabgesetzt; man geht hier von einer Mortalitätsschwelle von ca.  $-5^{\circ}\text{C}$  aus (SCHOPF & KRITSCH, 2010). Das führt dazu, dass **die Wintermortalität z.T. erheblich zur Populationsregulierung beitragen kann**, nicht zuletzt in Verbindung mit etwaiger Verpilzung während feuchter Wärmeperioden in der Überwinterungsphase (FACCOLI, 2002; DWORSCHAK ET AL., 2014a). Die Mortalitätsraten können jedoch selbst lokal stark variieren und sind aufgrund ihrer komplexen Ursachen großräumig kaum quantifizierbar.

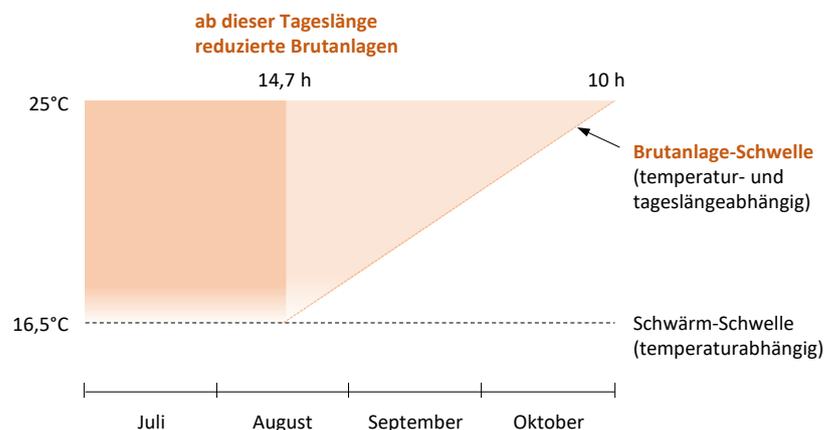
## Wann gehen Buchdrucker in die Winterruhe?

Bezüglich dem Diapause-Verhalten werden zwei Typen unterschieden (SCHEBECK ET AL., 2022): Die **obligat-diapausierenden Käfer gehen stets nach erfolgter Entwicklung in die Winterruhe**, ohne sich zu verpaaren. Hierfür sind die Umweltbedingungen nicht relevant. Diese Käfer (der ersten Generation) verpaaren sich demnach erst im Folgejahr – unabhängig davon, ob im aktuellen Jahr noch ausreichend Zeit für Brutanlagen besteht oder nicht. Die **fakultativ-diapausierenden Käfer hingegen gehen erst in die Winterruhe, wenn die Umweltbedingungen im aktuellen Jahr (Tageslänge, Temperatur) ungünstig werden** – wodurch mehrere Generationen pro Jahr möglich sind. In Mitteleuropa dominiert der fakultative Typ.

Anhand eines 3-jährigen Experimentes entlang eines Höhengradienten im Schwarzwald (300-1.350 m ü.NN) wurde nun an der FVA erstmals unter Freilandbedingungen untersucht, welchen Einfluss die beiden Faktoren Tageslänge und Temperatur auf das Schwärm- und Brutanlageverhalten von fakultativen Buchdruckern haben (HOFMANN ET AL., im Druck). Die Untersuchung bestätigte bisherige Laborstudien dahingehend, dass die **Tageslänge einen großen Einfluss** hat (DOLEŽAL & SEHNAL, 2007); ab Mitte August (Tageslänge = 14,7 h) nahmen sowohl Schwärmaktivität als auch Brutanlagen bei den Buchdruckern unabhängig vom Faktor Temperatur deutlich ab. Interessanterweise –und diese Erkenntnis ist neu– **ignoriert jedoch ein gewisser Anteil der Käfer die im Spätsommer abnehmende Tageslänge und wird von warmen Temperaturen bis in den Herbst hinein zu Flug und Reproduktion animiert**. Die dafür notwendige Tageshöchsttemperatur steigt mit abnehmender Tageslänge an und beträgt Ende Oktober ca. 25°C (**Abb. 1**).

Diese Erkenntnisse zeigen zum einen das komplexe Zusammenspiel beider Faktoren Tageslänge und Temperatur; zum anderen verdeutlichen sie die im Klimawandel potentielle Verlängerung der Aktivitätsperiode des Buchdruckers im Herbst. **Der Zeitpunkt des Eintritts in die Winterruhe ist also innerhalb von Buchdrucker-Populationen äußerst heterogen und kann zwischen Juni/Juli (obligater Teil) über August (Tageslängen-abhängiger fakultativer Teil) bis in den Herbst hinein (Temperatur-gesteuerter fakultativer Teil) variieren**. Spät angelegte Bruten erfahren zwar in den weißen Stadien ein prinzipiell erhöhtes Absterberisiko im Falle von frühen Frostereignissen unter -5°C, diese werden aber mit dem sich erwärmenden Klima zunehmend seltener. So konnte bspw. im Winter 2019/20 im Freiburger Stadtwald das Überleben weißer Stadien bis auf eine Höhe von 950 m ü.NN beobachtet werden. Letztlich profitieren die Populationen von der Verlängerung der Aktivitätsperiode, da dadurch die Generationenanzahl pro Jahr steigt und mithin die Dichte der überwinternden Buchdrucker-Populationen.

**Abb. 1:** Schema zur Wahrscheinlichkeit von Buchdrucker-Brutanlagen im Spätsommer/Herbst, abhängig von Datum und Tagesmaximaltemperatur; je dunkler die Färbung, desto wahrscheinlicher die Brutanlagen; weiß = keine Brutanlagen (Grafik: FVA BW/Kautz, Hofmann)



## Wo überwintern Buchdrucker?

Ähnlich wie beim Diapause-Typ ist auch die Wahl des Überwinterungsortes abhängig vom Klima bzw. dem resultierenden Voltinismus (d.h. die Generationenanzahl/Jahr) der Buchdruckerpopulationen: **univoltine Populationen** (eine Generation/Jahr) in kühleren, nördlichen Breiten bzw. höheren Gebirgslagen **bevorzugen die Überwinterung in der Bodenstreu** (bessere Isolation), während **bi-/multivoltine Populationen** (zwei oder mehr Generationen/Jahr) **primär unter der Rinde** überwintern. Die Überwinterung unter der Rinde findet entweder direkt im Brutbild statt, oder in eigens dafür angelegten Überwinterungsgängen (**Abb. 2**), welche im Brutbaum oder benachbarten Bäumen angelegt werden. Betrachtet man die Gesamtheit der bisherigen Studien zum Thema, fällt auf, dass der Anteil der Bodenüberwinterer vor allem in Skandinavien (also in kälterem Klima mit univoltinen Populationen) relativ hoch ist, und dass in Mitteleuropa dieser Anteil <30%, zumeist sogar <10% ausmacht (**Tab. 1**). Hohe Käferdichten in der Bodenstreu, wie sie für Süddeutschland in der Historie des Öfteren berichtet wurden (z.B. FRANZ, 1950; WELLENSTEIN, 1954), geben allein weder Auskunft über die Art des Aufsuchens (passiv/aktiv) noch über das Verhältnis (Rinde/Boden) der Überwinterungsorte.

Verhältnis in % Rinden-/ Bodenüberwinterer	Untersuchungsgebiet	Referenz
<b>Univoltine Populationen</b>		
<10 / >90	Schweden	WESLIEN & LINDELÖW, 1989
<10 / >90	Norwegen	BOTTERWEG, 1982
50 / 50	Schweiz 1.000 m ü.NN.	WERMELINGER ET AL., 2011
<b>Uni- und bivoltine Populationen</b>		
50 / 50	Kroatien >1.000 m ü.NN.	HRASOVEC ET AL., 2011
50 / 50	Südschweden	KOMONEN ET AL., 2011
>70 / <30	Dänemark	HARDING & RAVN, 1985
<b>Bi- und multivoltine Populationen</b>		
>70 / <30	Polen	ONYSKO & STARZYK, 2011
>90 / <10	Schweiz 500 m ü.NN.	WERMELINGER ET AL., 2011
>90 / <10	Niedersachsen (D)	BIERMANN, 1977
>95 / <5	Tschechien	ZUMR, 1982

**Tab. 1:** Übersicht zum Verhältnis von rinden- und bodenüberwinternden Buchdruckern in Europa – deutlich wird der Einfluss des Voltinismus auf den Überwinterungsort; Referenzen siehe DWORSCHAK ET AL. (2014b)

Es ist also davon auszugehen, dass die **Mehrheit der überwinternden Käfer hierzulande unter der Rinde** verbleibt, auch wenn im Herbst bereits fertig entwickelte und ausflugsfähige Stadien erreicht sind. Fällt die Rinde im Verlauf des Winters ab, werden die **Käfer passiv in die Bodenstreu verfrachtet** (DWORSCHAK ET AL., 2014b). Folglich erhöht sich der Anteil der Bodenüberwinterer mit der Zeit. Eine FVA-Untersuchung von 83 Überwinterungsbäumen im Nationalpark Schwarzwald (ca. 800 m ü.NN.) zeigte eine deutliche Dominanz von noch fast vollständig berindeten Bäumen im Oktober (89%, d.h. zu diesem frühen Zeitpunkt sind noch kaum Käfer passiv in die Bodenstreu verfrachtet worden), und eine Abnahme dieses Anteils auf 66% im darauffolgenden März (KAUTZ ET AL., 2023).



**Abb. 2:** Überwinterungsfraß mit kurzen, mäandrierenden Gängen (links; beobachtet Anfang September 2020 auf 1.000 m ü.NN) und späte Brutanlage (rechts; beobachtet Ende Oktober 2022 auf 600 m ü.NN) (Fotos: FVA BW/Hofmann)

### Verlassen Buchdrucker im Winter aktiv den Stamm?

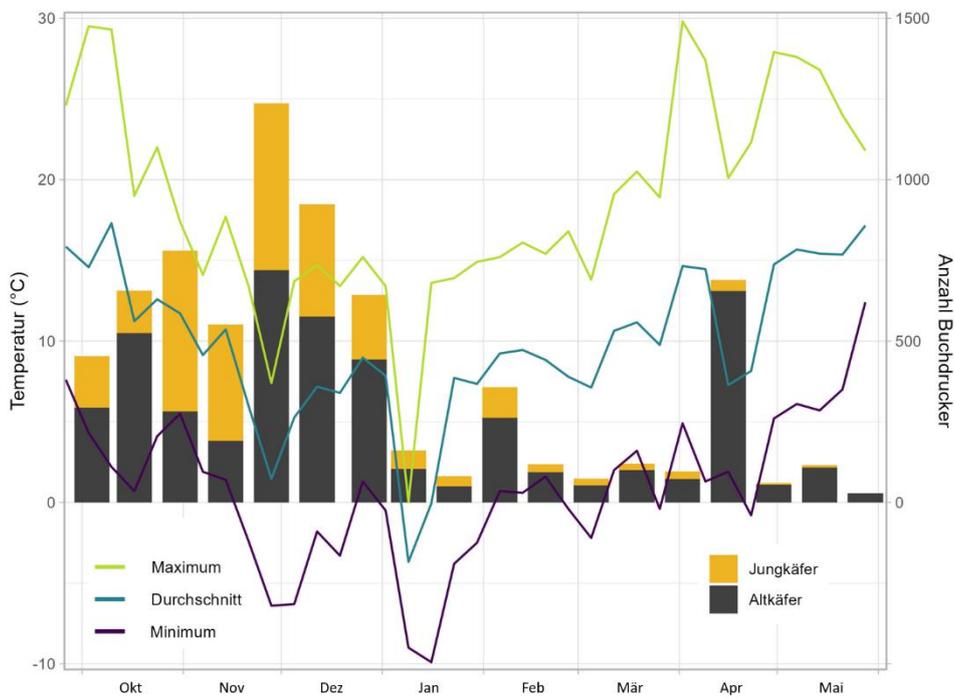
Auch wenn die passive Verfrachtung durch Rindenabfall an stehenden Überwinterungsbäumen ein entscheidender Mechanismus ist, stellt sich die Frage, inwieweit Buchdrucker zusätzlich aktiv im Winterhalbjahr den Überwinterungsbaum bzw. gepolterten Stamm verlassen können. Mögliche Gründe dafür sind ggfs. vorteilhafte Temperatur- und Feuchtebedingungen im Boden, Nahrungskonkurrenz bzw. mangelnde Nährstoffversorgung innerhalb des Stammes, oder ein Auftreten von natürlichen Gegenspielern. Um dieser Frage nachzugehen, wurden durch die FVA in der Nähe von Freiburg **verschiedene Experimente an Stammstücken, Poltern und auch stehenden Fichten** durchgeführt. Stets wurden die Proben im Spätsommer mit Buchdruckern aus Pheromonfallen besiedelt bzw. mit Pheromonen beködert, anschließend mit feinmaschigen Netzen eingepackt und die ab Herbst austretenden Käfer gezählt (**Anhang**).

Der durchschnittliche Anteil der die Proben im Zeitraum von November bis März aktiv verlassenden Käfern lag zwischen 5 und 62% (n = 79, 300-1.350 m ü.NN; **Tab. 2**).

Jahr	Meereshöhe [m ü.NN]	Methode	Stichprobe	Besiedlungsdichte	Anteil [%]
2021/22	300	Stammstück (60 cm lang)	15	mittel	21 ± 26
2021/22	600	Stammstück (60 cm lang)	15	mittel	27 ± 25
2021/22	950	Stammstück (60 cm lang)	15	mittel	20 ± 30
2021/22	1.350	Stammstück (60 cm lang)	15	gering	5 ± 10
2021/22	300	Baum stehend (15 m lang)	2	gering	10 ± 1
2021/22	300	Baum liegend (3 x 5 m lang)	1	hoch	37
2022/23	300	Baum stehend (15 m lang)	6	gering	13 ± 1
2023/24	300	Stamm liegend (5 m lang)	10	mittel	62 ± 9

**Tab. 2:** Übersicht der Experimente zum Anteil der die Proben im Winterhalbjahr (November-März) verlassenden Buchdrucker nach Besiedlung im Spätsommer (Mittelwert ± Standardabweichung); die Stichprobe der stehenden und liegenden Bäume ist aufgrund von Schwierigkeiten bei der Besiedlung reduziert

Die relativ hohe Variabilität in den Anteilen kann verschiedene Gründe haben (z.B. die Besiedlungsdichte, Substratqualität und Witterung), welche nicht genauer quantifiziert werden können. Augenscheinlich ist jedoch der **hohe Anteil den Stamm verlassender Käfer nach dem ersten Frostereignis (Abb. 3)**. Dieser Hinweis deckt sich mit einer Studie aus dem Winter 2022/23 an einzelnen stehenden Überwinterungsbäumen (WALD UND HOLZ NRW, 2023).



**Abb. 3:** Summe der aus 10 liegenden 5 m langen Stämmen 2-wöchentlich austretenden Käfer und gemessene Lufttemperaturen im Winterhalbjahr 2023/24; Jung- und Altkäfer wurden visuell nach Färbung klassifiziert (Grafik: FVA BW/Hofmann)

### Wann endet die Winterruhe der Buchdrucker?

Die **Diapause der Buchdrucker**, egal ob obligat oder fakultativ induziert, wird **bereits im Hochwinter durch anhaltend niedrige Temperaturen beendet** (DOLEŽAL & SEHNAL, 2007). Danach dienen die wärmeren Spätwintertage mit Temperaturen  $>8^{\circ}\text{C}$  zur Entwicklung bzw. Regeneration der Flugmuskulatur und Fruchtbarkeit. **Sobald eine gewisse Temperatursumme erreicht ist und schwärmtaugliche Temperaturen ( $>16,5^{\circ}\text{C}$ ; LOBINGER, 1994) vorherrschen, kann der Käfer im Frühjahr wieder aktiv werden.** Neueste FVA-Experimente zeigen, dass zur Bestimmung des Starttermins für Schwärmaktivität und Brutanlagen die Tageslänge kaum einen Einfluss hat; vielmehr ist dieser **stark abhängig von maximaler Tagestemperatur und nach der Diapause erfahrener Temperatursumme**. In der Konsequenz heißt das, dass sich der **Start also zunehmend in Richtung Jahresbeginn verschiebt**, wenn die Monate Februar und März im Zuge des Klimawandels immer wärmer werden. Je nach Klimaszenario (RCP 4.5 bzw. 8.5) wird in Südwestdeutschland der Schwärm- und Befallsstart gegen Ende des Jahrhunderts (2080-2100) demnach um 2-4 Wochen früher als derzeit (2009-20) stattfinden. Kontraproduktiv für den Bruterfolg solch früh im Jahr angelegter Bruten sind Spätfröste, welche dann die weißen Stadien dezimieren könnten; allerdings wird diesem Effekt eine untergeordnete Rolle beigemessen, da diese Spätfröste selten die erforderlichen letalen Temperaturen (z.B. mehrere Nächte unter  $-5^{\circ}\text{C}$ ) erreichen.

## Schlussfolgerungen für das Management im Herbst und Winter

**Borkenkäfer-Management ist nicht nur während der Aktivitätsperiode des Buchdruckers angeraten, sondern auch darüber hinaus!** Vor allem dann, wenn die Managementkapazitäten an ihre Grenzen kommen –also in Sommern mit außergewöhnlichem Befallsaufkommen und rascher Käferentwicklung– sind Maßnahmen auch im Herbst noch geeignet, um die überwinterte Populationsdichte wirksam zu begrenzen und damit das Befallsrisiko im Folgejahr deutlich zu senken. Der Buchdrucker büßt im Winterhalbjahr, schlicht gesagt, seinen Schnelligkeitsvorteil gegenüber dem Management ein.

Die dargestellten Erkenntnisse hinsichtlich des temperaturgesteuerten Beginns und Endes der Aktivitätsperiode werden auch im an der FVA neu entwickelten **Phänologiemodell PHENIPS-Clim** (JENTSCHKE, 2024) abgebildet. Somit sind nun erstmals sowohl späte Brutanlagen, z.B. im September oder Oktober, als auch der Schwärmbeginn im Frühjahr nahezu tagesscharf prognostizierbar. Diese Vorhersagen werden im 1 km-Raster bereits **flächendeckend für Südwestdeutschland bereitgestellt**<sup>1</sup> und unterstützen die Waldbewirtschaftenden bei der Planung zur Umsetzung von Managementmaßnahmen.

### Was ist zu tun im Winterhalbjahr? – Das Wichtigste auf einen Blick:

- Regelmäßige Befallskontrollen bis in den Herbst hinein fortführen; auch im Winter sind bei hoher Befalldynamik periodische Kontrollen sinnvoll
- Auch im September (ggfs. Oktober) während und nach Warmphasen noch nach Bohrmehl suchen, auch wenn dieses nun seltener wird und andere Befallsmerkmale (Kronenverfärbung, Nadelabfall, Rindenabfall) dominieren
- Je früher Überwinterungsbäume saniert werden (am besten noch im Herbst), umso höher ist die Wirksamkeit der Maßnahme; andernfalls fallen zunehmend Käfer mitsamt Rinde ab und/oder verlassen den Baum aktiv in die Bodenstreu
- Aus diesen Gründen sollten auch Befallspolter mit Käferbruten vor dem ersten Frost schnellstens abgefahren werden; kann dies absolut nicht gewährleistet werden, kann in diesem Zeitraum eine Vorausflugs-spritzung mit einem zugelassenen Pflanzenschutzmittel als *ultima ratio* (d.h. alle Alternativen sind ausgeschöpft) zielführend sein
- Sturm- und Schneebruchschäden aus dem Winter bieten im folgenden Frühjahr hervorragendes Brutmaterial für die überwinterten Käfer; sie sollten daher möglichst prophylaktisch vor Schwärm- und Befallsbeginn (z.B. durch Entrindung) brutuntauglich gemacht, oder abgefahren werden
- Auf den temperaturabhängigen Schwärm- und Befallsstart im Frühjahr sollte flexibel reagiert werden können; spätestens ab diesem Zeitpunkt wird die Sanierung von Überwinterungsbäumen unwirksam, stattdessen sind nun wieder regelmäßige Frischbefallskontrollen durchzuführen

<sup>1</sup> FVA-Borkenkäfer-Portal ([Link](#)); Integration in die baden-württembergischen forstlichen Infosysteme ist geplant

## Literatur

DOLEŽAL P, SEHNAL F (2007): Effects of photoperiod and temperature on the development and diapause of the bark beetle *Ips typographus*. Journal of Applied Entomology 131, S. 165-173. Link zum [PDF](#)

DWORSCHAK K, GRUPPE A, SCHOPF R (2014a): Survivability and post-diapause fitness in a scolytid beetle as a function of overwintering developmental stage and the implications for population dynamics. Ecological Entomology 39, S. 519-526. Link zum [PDF](#)

DWORSCHAK K, MEYER D, GRUPPE A, SCHOPF R (2014b): Choice or constraint: Plasticity in overwintering sites of the European spruce bark beetle. Forest Ecology and Management 328, S. 20-25. Link zum [PDF](#)

FACCOLI M (2002): Winter mortality in sub-corticolous populations of *Ips typographus* (Coleoptera, Scolytidae) and its parasitoids in the south-eastern Alps. Journal of Pest Science 75, S. 62-68. Link zum [PDF](#)

FRANZ J (1950): Zur Lebensweise des Buchdruckers, *Ips typographus* L. Journal of Pest Science 23, S. 51-53. Link zum [PDF](#)

HOCH G, SCHOPF A, WEIZER G (2020): Der Buchdrucker – Biologie, Ökologie, Management. Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, 2. Auflage, 226 S.

HOFMANN S, KAUTZ M, SCHEBECK M (im Druck): High plasticity in diapause responses benefits bark beetles in a changing climate. Ecological Entomology.

JENTSCHKE J (2024): barrks – Calculate bark beetle phenology using different models. Link zum [R-Package](#)

KAUTZ M, PETER FJ, HARMS L, KAMMEN S, DELB H (2023): Patterns, drivers and detectability of infestation symptoms following attacks by the European spruce bark beetle. Journal of Pest Science 96, S. 403-414. Link zum [PDF](#)

KOŠTÁL V (2006): Eco-physiological phases of insect diapause. Journal of Insect Physiology 52, S. 113-127. Link zum [PDF](#)

LOBINGER G (1994): Die Lufttemperatur als limitierender Faktor für die Schwärmaktivität zweier rindenbrütender Fichtenborkenkäferarten, *Ips typographus* L. und *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). Journal of Pest Science 67, S. 14–17. Link zum [PDF](#)

SCHEBECK M, DOBART N, RAGLAND GJ, SCHOPF A, STAUFFER C (2022): Facultative and obligate diapause phenotypes in populations of the European spruce bark beetle *Ips typographus*. Journal of Pest Science 95, S. 889-899. Link zum [PDF](#)

SCHOPF A, KRITSCH P (2010): Kältehärtigkeit und Überwinterung des Buchdruckers. Forstschutz aktuell 50, S. 11-16. Link zum [PDF](#)

WALD UND HOLZ NRW (2023): Hypothese zur Überwinterung des Buchdruckers bestätigt – der erste Frost treibt die Käfer am Jahresende in den Boden. Waldschutzinfo Nr.4-2023. Link zum [PDF](#)

WELLENSTEIN G (1954): Die große Borkenkäferkalamität in Südwestdeutschland 1944-1951. Selbstverlag Forstschutzstelle Südwest, Ringingen, 498 S.



**Anhang:** Versuche zur Bestimmung der im Winterhalbjahr austretenden Buchdrucker aus liegenden Stammstücken (links) und stehenden Fichten (rechts) (Fotos: FVA BW/Wonsack)

### Kontakt

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg  
 Abteilung Waldschutz  
 Wonnhaldestr. 4, 79100 Freiburg i. Br.  
 Tel.: (0761) 4018 – 0  
 E-Mail: [Waldschutz.FVA@forst.bwl.de](mailto:Waldschutz.FVA@forst.bwl.de)  
[www.fva-bw.de](http://www.fva-bw.de)

**Autoren:** Dr. Markus Kautz, Sven Hofmann, Dominik Wonsack

Titelfoto: Adobe Stock/Jähne

ISSN 2364-1959 (print), ISSN 2464-1968 (Internet)

September 2024



Link zum PDF