

# Österreichweites Online-Borkenkäfermonitoring

DI Dr. Peter BAIER  
Dr. Josef PENNERSTORFER  
Univ. Prof. DI Dr. Thomas KIRISITS  
BOKU Wien



**Borkenkäfer-Massenvermehrungen, insbesondere durch den Buchdrucker, traten in den vergangenen Jahrzehnten gehäuft auf. Auslöser waren jeweils Sturm – und Schneebruchereignisse oder ausgeprägte Trockenperioden. Für Waldbesitzer und Forstdienste stellen Borkenkäfer-Massenvermehrungen eine große Herausforderung dar.**

Bewährte Forstschutzmaßnahmen können nur dann erfolgreich sein, wenn sie zielgerichtet und rechtzeitig erfolgen. Dafür sind das kontinuierliche Monitoring und die genaue Kenntnis des Entwicklungsstands der Käferpopulation unumgänglich. Mit dem Forschungsprojekt „PHENIPS plus“ soll ein österreichweites Online-Monitoring der Buchdruckerentwicklung und der Befallsgefährdung geschaffen werden, das als Informationsportal und Entscheidungshilfe für das Borkenkäfermanagement und die nachhaltige Waldbewirtschaftung dienen soll.

Der Buchdrucker (*Ips typographus*) zählt in Europa zu den bedeutendsten forstschädlichen Insektenarten in fichtendominierten Waldökosystemen. Er ist Teil des natürlichen Artenspektrums und wird als Schlüsselart für die natürliche Dynamik von Fichtenwäldern angesehen. In bewirtschafteten Wäldern stellen Massenvermehrungen des Buchdruckers jedoch eine enorme Bedrohung nicht nur für wirtschaftliche Ressourcen, sondern auch für eine Vielzahl anderer Waldfunktionen dar. Die dramatische Zunahme der Schadholzmengen und das gebietsweise flächige Absterben von Fichtenbeständen durch Buchdruckerbefall in den letzten Jahren haben gezeigt, wie stark die nachhaltige, multifunktionale Bewirtschaftung von Fichtenwäldern durch Massenvermehrungen des Buchdruckers gefährdet ist. Weiter steigende Temperaturen, häufigere Trockenperioden und Extremwetterereignisse im Zuge der Klimakrise lassen erwarten, dass zukünftig Borkenkäferkalamitäten noch stärker an Bedeutung gewinnen werden

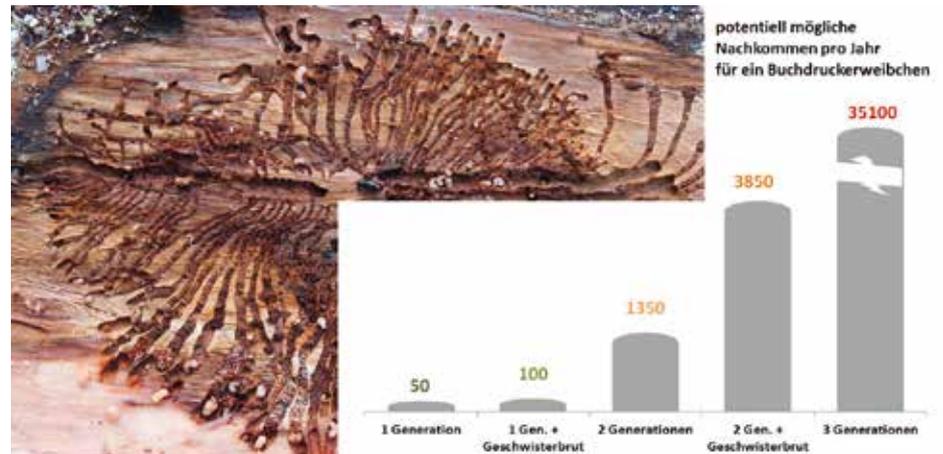


Abbildung 1: Der Buchdrucker besitzt ein enormes Vermehrungspotential. Ein Weibchen legt durchschnittlich etwa 50 Eier ab, aus denen sich bei einem Geschlechterverhältnis von 1 : 1 potentiell 25 Männchen und 25 Weibchen entwickeln können. Mit der erfolgreichen Absolvierung mehrerer Geschwisterbruten und Tochtergenerationen steigt die potentiell mögliche Anzahl an Nachkommen/Jahr/Weibchen exponentiell an.

und somit Schutz- und Wirtschaftswälder ihre Funktion nicht mehr überall im gewohnten Ausmaß erfüllen können. Für das Management von Borkenkäfermassenvermehrungen und die Abschätzung der Befallsgefährdung ist die kontinuierliche Überwachung der Käferpopulation unumgänglich. Der Erfolg von kurativen Forstschutzmaßnahmen wird ganz wesentlich von deren termingerechten Durchführung bestimmt. Dazu ist die genaue Kenntnis des Entwicklungsstands der Buchdruckerpopulation und der akuten Befallsdisposition der Fichtenbestände essentiell.

## Grundlagen des Modells PHENIPS

Massenvermehrungen des aggressiven Buchdruckers werden begünstigt, wenn Standortbedingungen und Witterungsverlauf eine hochgradige Befallsdisposition der Fichtenbestände hervorrufen, und wenn die Standorts- und Witterungsfaktoren gleichzeitig die rasche und verlustfreie Entwicklung der Borkenkäfer ermöglichen. Phänologie und Entwicklung des Buchdruckers sind weitgehend von der Temperatur abhängig. Zur Darstellung dieses Zusammenhanges beim Buchdrucker wurde das Modell PHENIPS (= PHENology of IPS typographus) entwickelt.

Mittels PHENIPS ist es möglich, den Schwärm- und Befallsbeginn im Frühjahr, die Entwicklung der Brut, den Beginn von Geschwisterbruten, die Anlage von Folgegenerationen, die Induktion der Diapause und die Überwinterungsfähigkeit der Brut anhand von Klimadaten (Lufttemperatur und Sonneneinstrahlung) der Waldstandorte zu berechnen. Nachfolgend sind die wesentlichen Entwicklungskennwerte des Buchdruckers, die für die Modellierung mittels PHENIPS verwendet werden, aufgeführt:

### Schwärmaktivität, Schwärm- und Befallsbeginn im Frühjahr

- Schwellenwert für das Schwärmen: Lufttemperaturmaximum (Tmax)  $\geq 16,5\text{ °C}$
- Schwärmbeginn im Frühjahr: Temperatursumme für Tmax  $> 8,3\text{ °C}$  ab 1. April  $\geq 60$  Tagesgrade
- Befallsbeginn im Frühjahr: Temperatursumme für Tmax  $> 8,3\text{ °C}$  ab 1. April  $\geq 140$  Tagesgrade

### Brutentwicklung

- Entwicklungsnullpunkt:  $8,3\text{ °C}$
- Temperatursumme für die Entwicklung einer Generation (Ei – reife Jungkäfer): 557 Tagesgrade
- Beginn von Geschwisterbruten: rel. Temperatursumme  $> 50\%$

- Induktion der Diapause:  
Tageslänge < 14,5 Stunden
- Überwinterungsfähigkeit der Bruten:  
rel. Temperatursumme > 60 %

Schwärmbeginn bzw. Befallsbeginn (erste Hauptschwärmphase) im Frühjahr werden anhand des Schwellenwertes von 16,5 °C für das Schwärmen und anhand von Temperatursummen für die Akklimatisierungsphase der überwinterten Käfer (durchschnittliche Temperatursumme von 60 bzw. 140 Tagesgraden ab 1. April) abgeschätzt. Für die Berechnung der Brutentwicklung berücksichtigt das Modell PHENIPS explizit einstrahlungsbedingt erhöhte Rindentemperaturen, die anhand des Zusammenhangs zwischen der Temperatur in der Rinde an der exponierten Stammseite und der Sonneneinstrahlung in Abhängigkeit von der Überschildung berechnet werden. Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Bruten folgt dabei einer Optimumskurve (Abbildung 2). Die Entwicklungsrate steigt bei Rindentemperaturen, die über einen optimalen Temperaturbereich hinausgehen, nicht weiter an, sondern verlangsamt sich und kommt bei Erreichen eines oberen Temperaturschwellenwertes zum Stillstand. Anhand dieser nicht-linearen Beziehung kann man die für die Entwicklung relevanten, effektiven Temperaturen berechnen. Durch Aufsummierung dieser effektiven Temperaturen kann der Brutentwicklungsstand abgeschätzt werden und damit der Zeitpunkt der Entwicklungsvollendung der jeweiligen Generation (Schlüpfbeginn der Jungkäfer), aber auch das Auftreten von Geschwisterbruten sowie die Überwinterungsfähigkeit der Brut bestimmt werden. Für eine erfolgreiche Überwinterung der Bruten des Buchdruckers muss bis zum Wintereinbruch das Jungkäferstadium erreicht werden. Larven und Puppen des Buchdruckers können nicht erfolgreich überwintern. Anhand der Temperatursummen, die im Spätherbst (Ende Oktober) erreicht werden, kann auf die Wintermortalität spätbegonnener Bruten geschlossen werden. Zur Vermeidung von Verlusten bei zu spät begonnenen Bruten ist die Mehrzahl der Käfer ab Mitte August nicht mehr schwärm- und brutbereit (reproduktive Diapause) und es werden ab diesem Zeitpunkt in der Regel keine weiteren Bruten mehr angelegt.

Basierend auf diesen Temperaturschwellenwerten und notwendigen Wärmesummen für Entwicklung und Aktivität der Käfer berechnet das Modell PHENIPS die Borkenkäferentwicklung anhand von

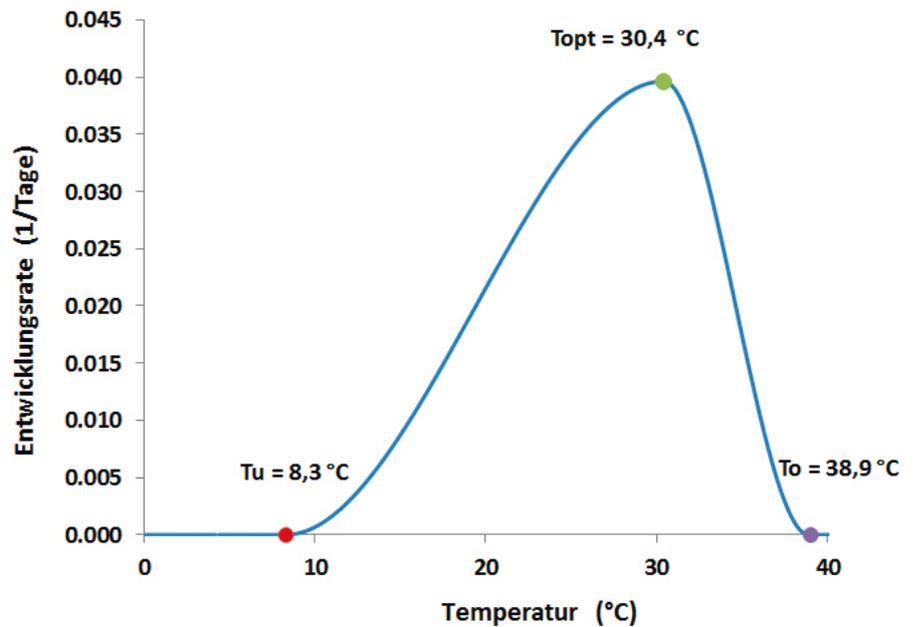


Abbildung 2: Die Entwicklungsrate des Buchdruckers ist abhängig von der Temperatur und folgt einer Optimumskurve (unterer Entwicklungsnullpunkt  $T_u = 8,3$  °C; oberer Entwicklungsnullpunkt  $T_o = 38,9$  °C, Temperaturoptimum  $T_{opt} = 30,4$  °C).

aktuellen Wetterdaten. Die Wetterdaten werden in ein Datenbanksystem übernommen und die einzelnen Berechnungsschritte automatisiert abgearbeitet. Die Modellergebnisse können dann in Form von Temperatursummendiagrammen, Tabellen und Karten im Internet laufend aktualisiert dargestellt werden.

### PHENIPS plus – eine digitale Informationsplattform für das Borkenkäfermanagement

Seit Juli 2020 ist für ganz Österreich eine flächige, tagesaktuelle Berechnung der Buchdruckerentwicklung auf Basis von regionalisierten Wetterdaten als Kartenservice auf der Homepage des Instituts für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (IFFF) verfügbar. Die österreichweite, flächige Modellierung der Buchdruckerentwicklung erfolgt anhand der täglich von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) gelieferten Wetterdaten. Die Modellergebnisse werden sowohl für konkrete Wetterstationen als auch für die Fläche mithilfe der INCA-Wetteranalyseedaten der ZAMG abgebildet (Abbildung 3). Anhand der INCA-Wetterdaten wird auf einem 1 km-Raster die Entwicklung täglich berechnet. Auf interaktiven Karten wird online dargestellt, wann und wo welche Generation des Käfers begonnen hat und in welchem Entwicklungsstadium sich die jeweilige Generation gerade befindet.

### Digitales Werkzeug für die Forstpraxis

Das Online-Kartenservice stellt den Schwärm- und Befallsbeginn im Frühjahr, die Entwicklung der Bruten, die Abfolge der Generationen und die Überwinterungsfähigkeit zeitlich-räumlich dynamisch dar. Damit kann die jährliche Generationszahl und somit das Vermehrungspotential der Käfer abgeschätzt werden. Zusätzlich können stationsbezogene, detaillierte Analysen der Borkenkäferentwicklung abgerufen werden. Die modellierte Generationsentwicklung wird für die jeweilige Klimastation anhand von Temperatursummenkurven für zwei unterschiedliche Bestandesszenarien dargestellt (maximal mögliche Entwicklung durch einstrahlungsbedingt erhöhte Rindentemperaturen auf Freiflächen sowie besonnten Bestandesrändern und minimale Entwicklung bei starker Überschildung im Bestandesinneren). Weiters werden die Termine für den Flugbeginn im Frühjahr, die Anzahl der Schwärmtage und der Beginn der jeweiligen maximal möglichen Generation tabellarisch ausgegeben.

### Neues Forschungsprojekt

Im Rahmen des Forschungsprojekts PHENIPS plus soll in den nächsten fünf Jahren eine Plattform geschaffen werden, die als Informationsportal und Entscheidungshilfe für das Borkenkäfermanagement dienen soll. Durch

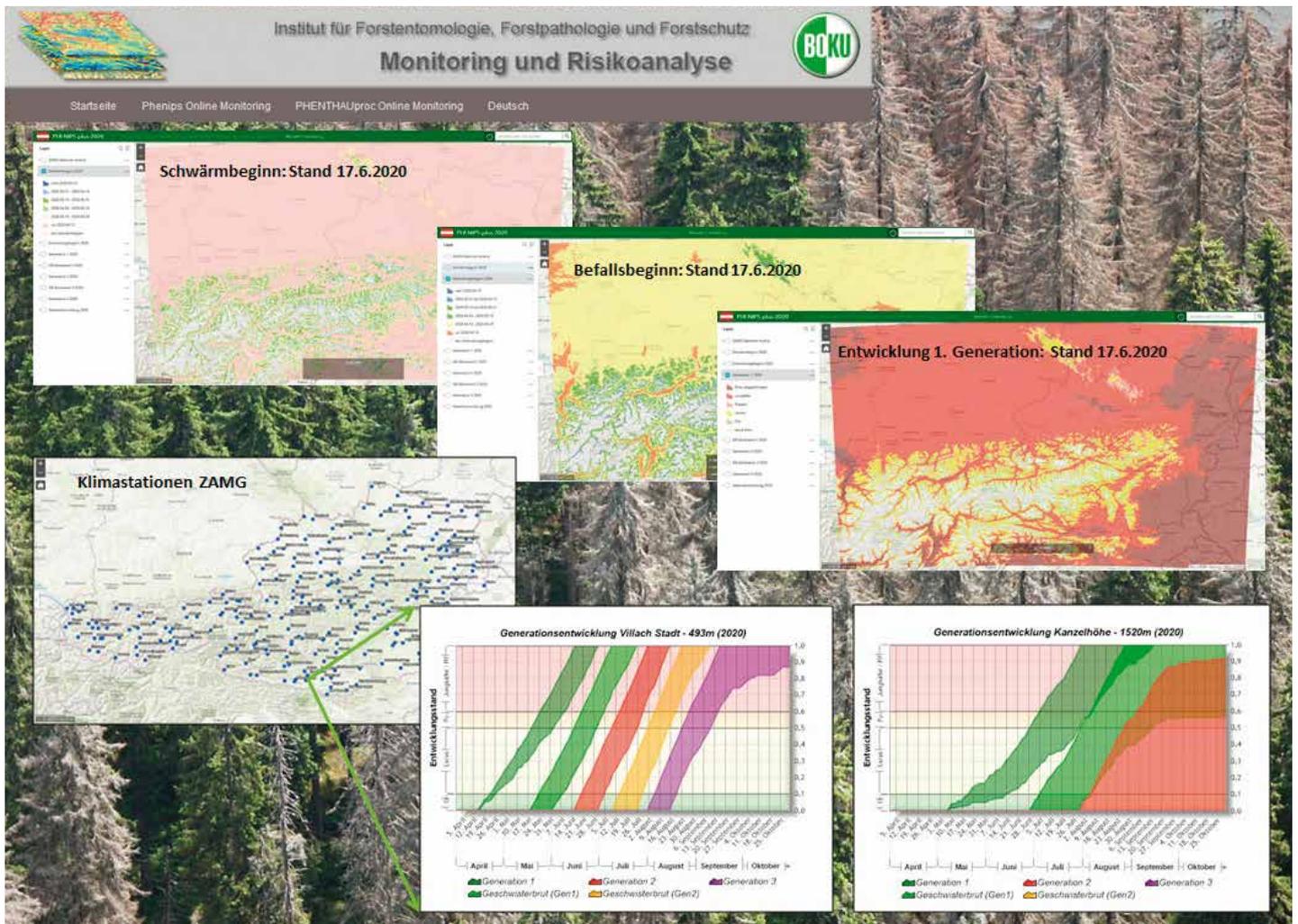


Abbildung 3: Darstellung der Entwicklung des Buchdruckers anhand unterschiedlicher thematischer Karten und stationsbezogener Analysen im Internet.

eine Forschungskoope-ration zwischen der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) und dem Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) soll mit PHENIPS plus ein umfassendes und frei zugängliches Borkenkäferinformationssystem dauerhaft etabliert werden, das auf Basis der Klimadaten der ZAMG und der regionalen Schadholtz- und Fallenmonitoringdaten der Praxis wesentliche Informationen zur tagesaktuellen Entwicklung des Buchdruckers, zur aktuellen Befallsdisposition in Folge von Trockenstress und zum regionalen Befallsdruck online zur Verfügung stellt. Diese Informationen sollen mit Handlungsempfehlungen verknüpft werden und als Frühwarnsystem einen wesentlichen Beitrag für termingerechte, adäquate Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen im Jahresverlauf liefern. Die tagesaktuelle Online-Modellierung der Entwicklung des Buchdruckers kann der Forstpraxis als Entscheidungshilfe für die zeitgerechte Aufarbeitung von Schadhölzern nach Schadereignissen, für die fachgerechte Behandlung bereits befallenen Holzes

sowie für die rechtzeitige Bereitstellung von Fallen oder Fangbäumen dienen. Sie ist ein wesentlicher Baustein zur fundierten Abschätzung der Gefahren von Buchdrucker-massenvermehrungen und somit auch ein wichtiger Beitrag für den präventiven Waldschutz, für Waldumbaumaßnahmen und für die Entscheidungsfindung für die Baumartenwahl bei sich rapide verändernden Klimabedingungen.

## Danksagung

Das Forschungsprojekt PHENIPS plus wird dankenswerterweise vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, allen neun Bundesländern und der Kooperationsplattform Forst Holz Papier (FHP) finanziert.

## Info und weiterführende Links

### Link zum Online-Monitoring:

<http://iff-server.boku.ac.at/wordpress/index.php/language/de/startseite/>

### Link zum Kartenservice:

<https://iff-server1.boku.ac.at/portal/apps/webappviewer/index.html?id=3699711c07994ed5ac2426d9cd280468>

### Nutzeranleitung zum Kartenservice online:

<http://iff-server.boku.ac.at/wordpress/index.php/language/de/phenips-online-monitoring/phenips-online-osterreich/flachige-darstellung-der-borkenkäferentwicklung-3/kurzanleitung/>

**Autoren:** DI Dr. Peter Baier, Dr. Josef Pennerstorfer, Univ. Prof. DI Dr. Thomas Kirisits  
Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (IFFF), Universität für Bodenkultur Wien