

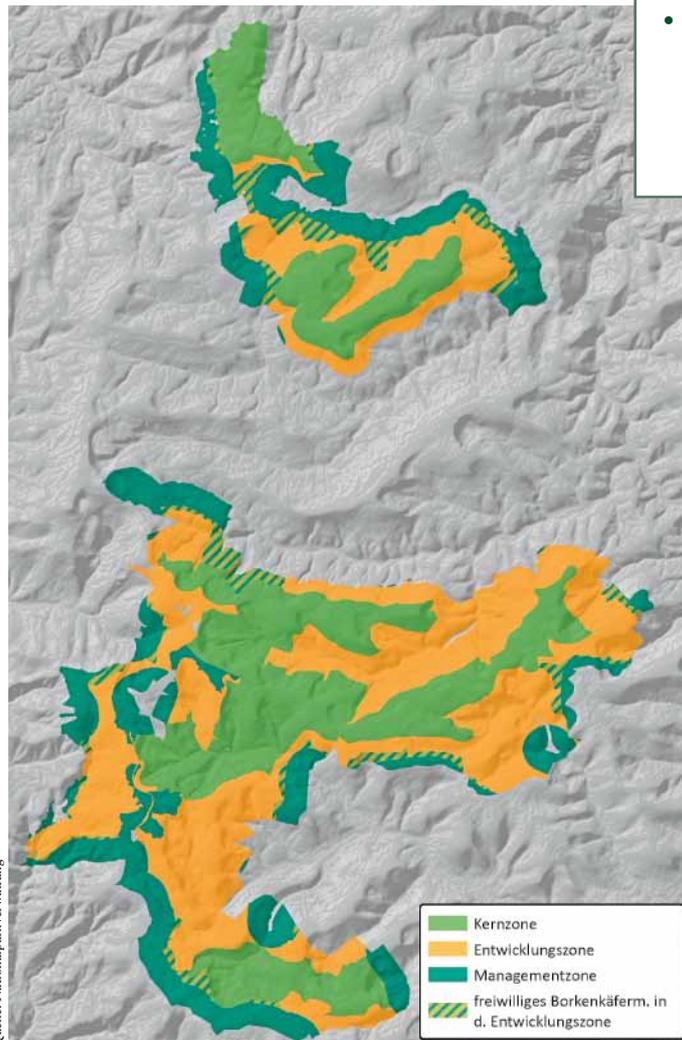
Borkenkäfer-Management im Nationalpark Schwarzwald

Der Nationalpark Schwarzwald und die ihn umgebenden Wälder sind durch die Baumart Fichte geprägt. Eine entsprechende Bedeutung kommt deshalb einem effektiven Borkenkäfermanagement (BKM) zu, um damit einem möglicherweise vom Nationalpark ausgehenden Befall im angrenzenden Wirtschaftswald wirksam vorzubeugen. Die Rahmenbedingungen, die Entwicklung des zugrundeliegenden Verfahrens sowie erste Ergebnisse werden vorgestellt.

*Sven Sonnemann, Reinhold John, Horst Delb,
Matthias Schmitt, Jörg Ziegler*

Der am 1. Januar 2014 gegründete Nationalpark (NLP) Schwarzwald ist Baden-Württembergs erstes und bisher auch einziges Schutzgebiet dieser Kategorie. Mit einer Größe von 10.062 ha, die sich in einen größeren südlichen und einen kleineren nördlichen Teil gliedern, gehört er zu den kleineren Parks in Deutschland und überschreitet die empfohlene Mindestfläche von 10.000 ha nur geringfügig [1]. Im nördlichen Schwarzwald gelegen, erstreckt sich das Nationalparkgebiet über einen Höhengradienten von 500 bis 1.150 m ü. NN. Zu 70 % befindet sich der überwiegende Teil in der montanen Höhenstufe (550 bis 900 m ü. NN), weitere 30 % liegen in der hochmontanen Stufe oberhalb von 900 m. Ein Grundgebirge aus Granit und Gneisen und das ab 800 m ü. NN anstehende Deckgebirge aus Buntsandstein prägen die geologischen Verhältnisse der Region und verwittern zu oftmals sehr sauren und nährstoffarmen Böden. Demgegenüber steht in einer der niederschlagsreichsten Regionen Deutschlands jedoch ein sehr hohes Wasserangebot mit langjährigen mittleren Niederschlägen von knapp 2.000 mm/a. Eine Jahresdurchschnittstemperatur von 6 °C und die daraus resultierende kurze Vegetations-

periode unterstreichen den Mittelgebirgscharakter. Der NLP Schwarzwald ist mit 96 % Anteil ein ausgesprochener Waldnationalpark. Aktuell prägen Fichten-Tannen-Buchen-Bergmischwälder die Region, wengleich eine deutliche Dominanz der Fichte (ca. 70 %) zu verzeichnen ist. Eine Besonderheit stellt der deutschlandweit einmalige und für den Nordschwarz-



Quelle: Nationalparkverwaltung

Abb. 1: Vorläufige Zonierung des Nationalparks Schwarzwald – Stand 1. Januar 2016

Schneller Überblick

- In dem durch Fichte geprägten NLP Schwarzwald ist ein effektives Borkenkäfermanagement besonders wichtig
- Hier kommt ein einheitliches Verfahren für den gesamten Pufferstreifen zur Anwendung
- Nach der Entwicklung und zwei erfolgreichen Verfahrensdurchläufen stehen die Festigung der aufgebauten Kommunikationsstrukturen und eine erste Verfahrensbewertung im Vordergrund

wald charakteristische hohe Weißtannenanteil von 12 % dar. Dritthäufigste Baumart ist die Kiefer (6 %). Insgesamt beläuft sich der Nadelbaumartenanteil auf 92 %. Laubbaumarten sind stark unterrepräsentiert und die häufigste unter ihnen, die Buche, nimmt mit 5 % nur einen Bruchteil der ihr eigentlich nach Potenziell Natürlicher Vegetation (PNV) zustehenden Fläche ein. Der aus der vergangenen Nutzung resultierende Reinbestandsanteil (< 20 % Mischbaumarten) entspricht mit mehr als 47 % ebenfalls nicht den natürlichen Verhältnissen. Ein hoher Fichtenanteil und die damit einhergehenden Bestandsstrukturen sind allerdings kein Alleinstellungsmerkmal des NLP Schwarzwald, sondern auch typisch für andere deutsche Waldnationalparke. Sie

unterstreichen außerdem die Notwendigkeit und Bedeutung eines effektiven Borkenkäfermanagements zum Schutz der umgebenden Wirtschaftswälder.

Der NLP Schwarzwald ist ein Entwicklungsnationalpark. Das heißt, der für eine internationale Anerkennung notwendige Prozessschutzflächenanteil von mindestens 75 % muss erst 30 Jahre nach der Ausweisung vollständig realisiert sein. Die Zonierung des Parks soll dazu beitragen, dass dieses Ziel in der zur Verfügung stehenden Zeit erreicht wird. Dazu gehört auch eine klare Abgrenzung der bereits ausgewiesenen Prozessschutzflächen (Kernzone, aktuell 33 %) von der noch zu überführenden Entwicklungszone (42 %) und den Bereichen, die dauerhaft menschlichen Einflüssen unterliegen werden (Managementzone, 25 %) (Abb. 1).

Borkenkäfermanagement im Pufferstreifen des NLP

Der aktuelle Waldzustand sowohl im Park als auch in den ihn umgebenden Wirtschaftswäldern erfordert eine intensive Überwachung der Populationsentwicklung und ggf. auch Regulierung der wichtigsten Fichten-Borkenkäferarten mit besonderem Fokus auf dem Buchdrucker (*Ips typographus* L.). Um diese sicherzustellen, wurde im Nationalparkgesetz § 7 (1) Satz 3 bereits der Bereich abgegrenzt, in dem dies umzusetzen ist: „... einen mindestens 500 Meter breiten Pufferstreifen zu dem an den Nationalpark angrenzenden Kommunal- und Privatwald, in dem die Nationalparkverwaltung die zum Schutz dieser Wälder erforderlichen und wirksamen Maßnahmen, insbesondere zur Vermeidung der Ausbreitung von Borkenkäferschäden auf die genannten Flächen, trifft“ [2]. Hintergrund ist das Unterlassen jeglicher Gegenmaßnahmen in der ausgewiesenen Kernzone und die damit verbundene Befürchtung eines unregelmäßigen Anstiegs der dortigen Buchdruckerpopulation.

Die Zielsetzung bestand somit darin, ein BKM-Verfahren zu entwickeln, das in der Lage ist, einen von diesen Flächen ausgehenden Befall im umliegenden Wirtschaftswald wirksam zu verhindern. Die drei folgenden Eckpunkte spielen dabei eine wesentliche Rolle:

- Die Etablierung eines einheitlichen Verfahrens für den gesamten Pufferstreifen,
- eine digitale Erfassung, zentrale Speicherung und zeitnahe Auswertung der Daten der Buchdruckerstehendbefallsentwicklung und
- eine intensive wissenschaftliche Begleitung und Beratung.

Für die Entwicklung dieses Verfahrens wurde Anfang 2014 ein eigenständiges Projekt ins Leben gerufen. Im Vordergrund standen dabei die Belange des betrieblichen BKM, also die Identifizierung und Sanierung von Stehendbefall

sowie bruttauglichen Hölzern, bis hin zur anschließenden Abfuhr des Holzes aus den gefährdeten Beständen. Basierend auf den jahrelangen Erfahrungen der Forstbetriebe der Region, die in den gesamten Prozess eingebunden waren, und unter Beteiligung des NLP, der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) sowie der Betriebsleitung von ForstBW wurde ein durchgängiges und konsistentes Verfahren erarbeitet. In der Käfersaison 2015 kam es erstmals zur Anwendung.

Das Verfahren kommt im gesamten Pufferstreifen zum Einsatz (Abb. 2). Eine Besonderheit ist dessen Lage sowohl innerhalb als auch außerhalb der NLP-Grenzen in den umliegenden Forstbetrieben Freudenstadt, Rastatt und Ortenaukreis sowie der Stadt Baden-Baden. Überall dort, wo Privat- oder Körperschaftswald unmittelbar an den NLP angrenzt, ist

der Pufferstreifen innerhalb des Parks realisiert. Dort, wo sich Staatswald anschließt, erfolgt ein Ausklappen in die benachbarten Flächen. Damit wird auch erreicht, dass der maximal erlaubte Anteil der Managementzone von 25 % nicht überschritten wird. In dem Pufferstreifen, der sich im angrenzenden Staatswald befindet, übernehmen ForstBW und die Stadt Baden-Baden das BKM als betriebliche Aufgabe. Durch diese Aufteilung befindet sich nur ein relativ kleiner Teil des Pufferstreifens von 1.300 ha im Park selbst. Mit mehr als 3.000 ha konnte der weit größere Teil im umliegenden Staatswald realisiert werden.

Aufgrund der vielfältigen Interessen unterschiedlicher Gruppen unterscheiden sich die Anforderungen an das Verfahren grundsätzlich von denen im normalen Wirtschaftswald. Neben den rein betrieblichen Aspekten, die vor allem die zeitnahe Aufarbeitung bruttauglicher Hölzer und Sanierung der Befallsherde sowie den reibungslosen Abtransport des Käferholzes um-

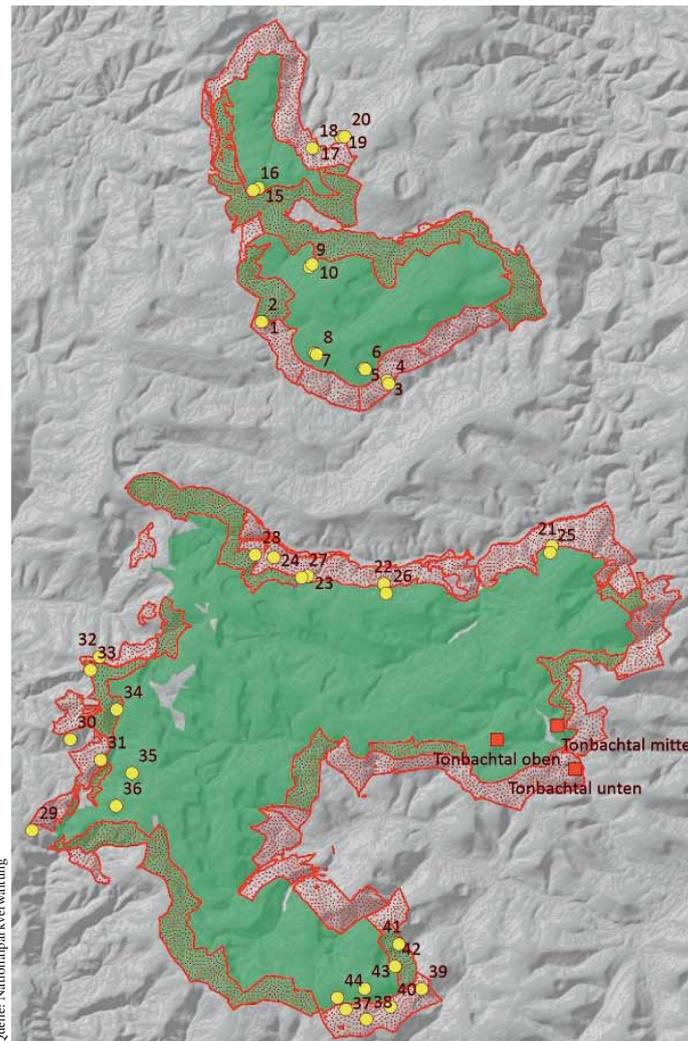
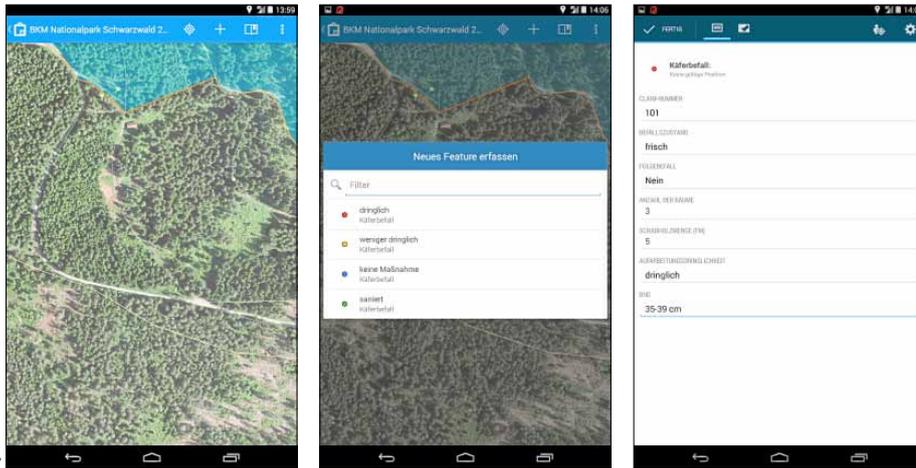


Abb. 2: Pufferstreifen, Fallenstandorte des Monitoringsystems (gelb) und Intensivmessfläche Tonbachtal (rot) im Nationalpark Schwarzwald sowie den angrenzenden Forstbetrieben



Quelle: S. Sommermann

Abb. 3: Ausgewählte Ansichten der Oberfläche der eingesetzten Erfassungs-App „ESRI Collector für ArcGIS“; dargestellt sind die Luftbildansicht zur räumlichen Orientierung sowie die Abfragemasken bei Erfassen eines Befallspunktes und der Eingabe der erforderlichen Parameter.

fassten, bestanden qualitative Ansprüche von wissenschaftlicher Seite, insbesondere die Aufnahme und Dokumentation der Befallsdaten betreffend. Aber auch erweiterte Informationspflichten gegenüber der Öffentlichkeit sowie verschiedenen Verbänden galt es bei der Verfahrensentwicklung zu beachten. Hinzu kamen die schwierigen Standorts- und Bestockungsverhältnisse, die u. a. durch ausgeprägte Steilhanglagen sowie hoch gefährdete isolierte Altholzinseln auf ehemaligen Sturm-schadflächen gekennzeichnet sind.

Ein Kernelement des neuen Verfahrens ist die terrestrische Stehendbefallskontrolle, die ein möglichst frühzeitiges Auffinden von neuem Befall sicherstellen soll. Entsprechend hoch ist der damit verbundene personelle und logistische Aufwand. Mehr als 40 ortskundige Personen kontrollieren während der Aktivitätsphase des Buchdruckers zwischen Anfang April und Ende September regelmäßig den gesamten, in Claims aufgeteilten Pufferstreifen auf Befall [3, 4]. Unter Berücksichtigung des begleitenden Käfer-Monitorings sowie des aktuellen Befallsgeschehens ist ein wöchentlicher Turnus die Zielvorgabe. Längere Intervalle sind jedoch in bestimmten Fällen möglich.

Am entdeckten Befallsherd wird eine Reihe von Parametern erfasst. Sie dienen sowohl einer effektiven Sanierung als auch der genauen Dokumentation und Charakterisierung des Käfernestes. Claimnummer, Dringlichkeit der Aufarbeitung, Zahl der betroffenen Bäume sowie geschätzte Schadholzmengen unterstützen

den Sanierungsprozess und entsprechen somit dem, was auch im Wirtschaftswald notwendigerweise erfasst wird. Befallszustand, Folgebefall (erneuter Befall eines bereits sanierten Herdes) sowie Bhd sind zusätzliche Parameter und der zweiten Kategorie zuzuordnen.

Die Vor-Ort-Aufnahme und Dokumentation der Befallsherde findet vollständig digital statt. Zum Einsatz kommt ein outdoorfähiges 7-Zoll-Tablet mit Android-Betriebssystem. Über das integrierte LTE/GPS-Modul erfolgt die räumliche Verortung und die zeitnahe Übertragung der Daten auf einen zentralen Server. Als Erfassungssoftware wird die an die spezifischen Anforderungen des BKM angepasste Applikation „ESRI Collector für ArcGIS“ eingesetzt (Abb. 3), die Aufnahmen im Gelände auch ohne vorhandene Datenverbindung erlaubt. Parallel besteht die Möglichkeit, die Daten browserbasiert über ArcGIS online abzurufen, nachzuerfassen oder weiterzuverarbeiten. Ein wesentlicher Vorteil dieses Vorgehensweise ist die unmittelbare Verfügbarkeit der gespeicherten Informationen für alle am BKM beteiligten Personen und somit eine bessere Abstimmung des weiteren Vorgehens. Darüber hinaus generiert das System automatische Berichte, die täglich per Mail an die hinterlegten Adressaten versandt werden. Dazu zählt auch eine Alarmliste, die alle nicht innerhalb einer vorgegebenen Frist als saniert gekennzeichneten Stehendbefälle enthält.

Neben dem Auffinden des Stehendbefalls bildet die anschließende Sanierung

einen weiteren zentralen Schwerpunkt des Verfahrens. Das übergeordnete Ziel ist, dass zwischen Entdeckung, Aufarbeitung und Abtransport des Befallsherdes maximal zwei Wochen vergehen dürfen. Dies soll durch die folgenden Maßnahmen gewährleistet werden:

- Priorisierung der Aufarbeitungsreihenfolge (Käferholz hat Vorrang, Kapazitätspuffer für zusätzliche Mengen in der Jahresplanung),
- Akzeptanz von Mehrkosten zugunsten einer schnelleren Sanierung (bspw. Aushaltung gut vermarktbarer Standardsortimente und Vorkonzentration kleinerer Käferholzmengen),
- zentrale Bündelung von Logistik und Holzverkauf,
- Optimierung von Zusammenarbeit und Organisation (Schutzziel steht im Vordergrund, Betriebsziele ordnen sich unter).

In Zeiten ausgeprägter Massenvermehrungen des Buchdruckers kommen zudem zusätzliche Maßnahmen zur Anwendung. Von einem Kalamitätsfall wird dann gesprochen, wenn die Qualität der terrestrischen Stehendbefallssuche nicht mehr sichergestellt werden kann und die Sanierungsfrist von max. 14 Tagen regelmäßig überschritten wird. Tritt dieser Fall ein, greift eine Reihe von Notfallmaßnahmen, die die ordnungsgemäße Durchführung des BKM einschließlich der rechtzeitigen Sanierung des Käferholzes sicherstellen sollen. Die zentrale Steuerung im gesamten Pufferstreifen erfolgt organisationsübergreifend durch den eingesetzten Koordinator. Zudem treten Regelungen in Kraft, die eine schnelle Zuführung zusätzlichen Personals zur Absicherung der Claimbegänge ermöglichen. Eine dritte Maßnahme ist das betriebsinterne Umsteuern und die kurzfristige Aquirierung weiterer Aufarbeitungskapazitäten für die Käferholzsanieung.

Pheromonfallen-Monitoring und Intensivmessfeld Tonbachtal

Parallel zur Arbeit der Projektgruppe und der Entwicklung des betrieblichen BKM-Verfahrens wurde mit dem Aufbau eines wissenschaftlichen Begleitprogramms begonnen. Federführend war und ist hierbei die Abteilung Waldschutz der FVA Freiburg. Betrieb und Wartung werden zudem durch das vor Ort ansässige Revierperso-

nal unterstützt. Das Programm basiert auf zwei wesentlichen Elementen, einem Netz aus Pheromonfallen an repräsentativen Standorten rund um den NLP und der Intensivmessfläche Tonbachtal im Südosten des NLP (Abb. 2). Das Fallensystem wurde ab April 2014 schrittweise aufgebaut und besteht aktuell aus 32 Fallen, die sich jeweils in Gruppen zu 8 Fallen auf vier Standorten im Pufferstreifen sowie dem angrenzenden NLP befinden. Derzeit dienen die Fallen vor allem der Abbildung des räumlich und zeitlich differenzierten Schwärmverlaufs des Buchdruckers im NLP-Umfeld. Mittelfristig soll über den Aufbau von Zeitreihen auch untersucht werden, ob sich bspw. Unterschiede zwischen Bereichen mit dauerhaften BKM (Pufferstreifen) und solchen ohne aktive Gegenmaßnahmen (NLP-Kernzone) identifizieren lassen.

Die Intensivmessfläche im Tonbachtal wurde bereits 2013 durch die Abteilung Waldschutz eingerichtet. Sie befindet sich auf einer Freifläche, die im Jahr 2012 infolge eines Sommersturms entstanden ist, und diente ursprünglich dazu, das durch die Universität für Bodenkultur in Wien entwickelte Buchdrucker-Phänologiemodell PHENIPS unter baden-württembergischen Verhältnissen zu überprüfen [5]. Die Anlage besteht aus drei Messfeldern, die sich über einen Höhengradienten von 200 m (665 bis 860 m ü. NN) erstrecken. Zwei der Messfelder liegen heute innerhalb des NLP, eine Fläche im Bereich der angrenzenden unteren Forstbehörde Freudenstadt. Auf jeder Fläche befindet sich eine Klimastation zur hochauflösenden Aufzeichnung der lokalen Witterungsverhältnisse sowie je drei Fallen zur Überwachung der Schwärmaktivität von Buchdrucker, Kupferstecher und Nutzholzborkenkäfer. Insgesamt werden im Tonbachtal 27 Fallen betrieben. Auf der mittleren und oberen Fläche kommen zudem Fangbäume zum Einsatz, mit deren Hilfe während der gesamten Käfersaison eine permanente Kontrolle des Entwicklungsstandes des Buchdruckers erfolgt. Die mit dem Fallensystem und der Intensivmessfläche erhobenen Daten werden wöchentlich ausgewertet, aufbereitet und zur Unterstützung des BKM eingesetzt. Hierzu wird von der FVA bereits seit 2014 ein regelmäßiger News-

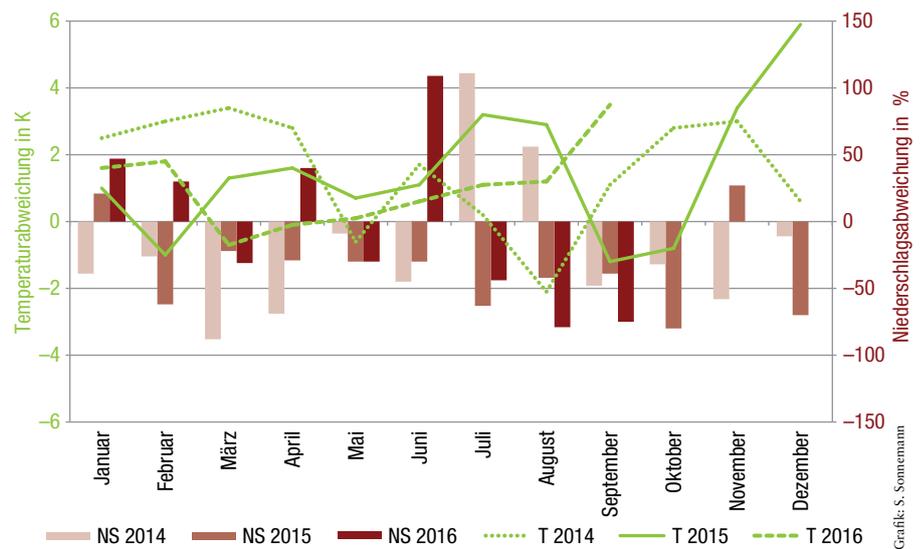


Abb. 4: Abweichung der durchschnittlichen Monatstemperaturen und Niederschlagswerte im Jahr 2015 vom langjährigen Mittel (1981 bis 2010) für die Stationen Freudenstadt (DWD) und „Tonbachtal – Mitte“ (FVA)

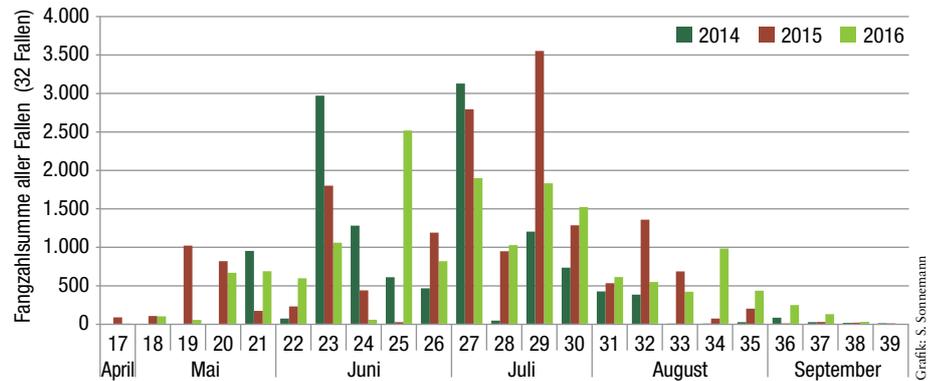


Abb. 5: Schwärmverlauf der Käfersaison im Pufferstreifen des Nationalparks Schwarzwald für die Jahre 2014, 2015 und 2016

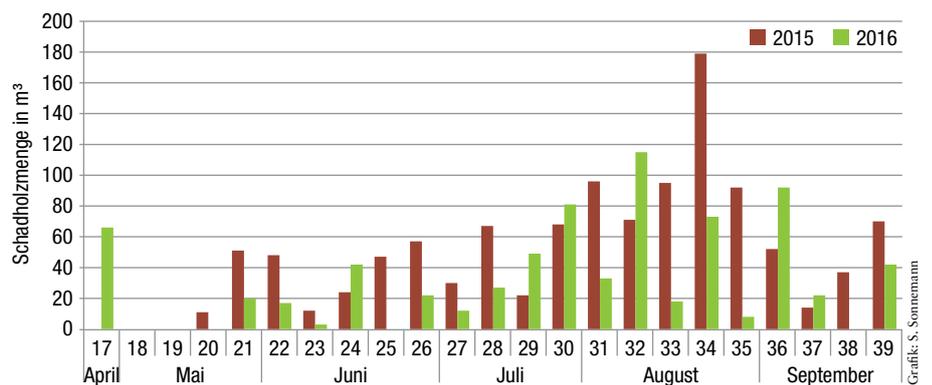


Abb. 6: Im Rahmen der Claimbegänge erfasste Stehendbefallsmengen im Pufferstreifen des NLP Schwarzwald

letter herausgegeben, der neben einem Überblick über das aktuelle Schwärm- und Befallsgeschehen auch eine Prognose für die nächsten sieben Tage und daraus abgeleitet Empfehlungen für das weitere Vorgehen enthält.

Die Borkenkäferentwicklung von 2014 bis 2016

Der Witterungsverlauf im Aktivitätszeitraum des Buchdruckers hat einen maßgeblichen Einfluss auf dessen Populationsentwicklung. Temperatur und Niederschlag

sind dabei von entscheidender Bedeutung [6]. Sie beeinflussen u. a. die Vermehrungsrate, die Reifungsgeschwindigkeit und das Widerstandsvermögen der Wirtsbaumarten. Abb. 4 zeigt die gemessenen durchschnittlichen Abweichungen vom langjährigen Mittel (1981 bis 2010) für Temperatur und Niederschlag. Als Bezugsquelle für die vor Ort herrschenden Witterungsverhältnisse wurde die Wetterstation Freudenstadt des Deutschen Wetterdienstes (DWD) (797 m ü. NN) herangezogen [7].

Die drei zurückliegenden Jahre wiesen mit Abweichungen zwischen 1,0 und 1,5 K durchweg über dem langjährigen Mittel liegende Durchschnittstemperaturen auf. Auch in der käferaktiven Zeit von April bis September lagen die Werte über den langjährigen Messungen und begünstigten somit grundsätzlich die Käferentwicklung. Allerdings waren gerade 2014 und Anfang 2016 längere kühle Perioden zu verzeichnen, die sich negativ auf einzelne Käfergenerationen auswirkten und trotz anschließender guter Bedingungen einen starken Anstieg der Population verhinderten.

Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Niederschlag. Insbesondere 2015 war es zwischen April und September mit nur etwas über 60 % der sonst üblichen Menge zu trocken. 2014 und 2016 waren die absoluten Mengen zwar höher, allerdings unterbrachen hier nur wenige kurze Niederschlagsperioden längere warm-trockene Phasen mit guten Entwicklungsbedingungen.

Die bereits im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Witterungsverhältnisse spiegeln sich auch in den Fangergebnissen des Monitoringsystems wider. Abb. 5 zeigt hierzu die gemittelten Fangzahlen aller Fallen in der käferaktiven Zeit von Anfang April bis Ende September.

Die Schwärmaktivität zur Anlage der 1. Generation begann in den Jahren 2015 und 2016 jeweils relativ verhalten Mitte bzw. Ende Mai. Deutlich konzentrierter erfolgte anschließend die Anlage der Geschwisterbrut im Juni. Die Anlage der 2. Generation durch die erste Filialgeneration fand in allen drei Jahren statt. 2015 und 2016 wurde zudem der Ausflug zur Etablierung einer 2. Geschwisterbrut festgestellt. Die Witterungsbedingungen in den einzelnen Jahren hatten maßgebli-

chen Einfluss auf das Schwärmverhalten. Während 2014 eine sehr trockene und warme erste Jahreshälfte zu einem Aktivitätsmaximum von Mitte Juni bis Anfang Juli führte, bewegte sich die Schwärmin-tensität für den Rest des Jahres auf niedrigerem Niveau. Aus einer zweimonatigen Hochsommerphase im Folgejahr, in der Maximaltemperaturen erreicht wurden, die selbst im wöchentlichen Mittel die 30 °C-Marke überschritten, resultierten entsprechend hohe Fallenfänge mit bis zu 3.500 Käfern pro Woche und eine kurze Entwicklungsdauer der 2. Generation. 2016 verlief der Schwärmflug wesentlich gleichmäßiger bis in den August hinein, ohne dass in den Fallen kritische Fangmengen registriert wurden. Ab Anfang September ließ die Schwärmaktivität erwartungsgemäß stark nach, da ab diesem Zeitpunkt die für die Brutstimulation erforderliche Tageslichtlänge von ca. 13,5 Stunden unterschritten wurde [8]. Unterwegs waren dann vor allem Jungkäfer auf der Suche nach geeigneten Überwinterungsplätzen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die hohen Temperaturen in den Sommermonaten sowie die damit einhergehende Trockenheit es dem Buchdrucker ermöglichten, zumindest 2015 und 2016 die für die Region derzeit maximal mögliche Anzahl an Generationen anzulegen. Die Witterungsbedingungen im Herbst sorgten 2015 außerdem dafür, dass fast ausschließlich braune Stadien (Jungkäfer) überwinterten. Dass diese ihre höhere Überlebenswahrscheinlichkeit [9, 10] im folgenden Frühjahr nicht im befürchteten Maße nutzen konnten, zeigt allerdings auch, wie schwer eine sichere Prognose aufgrund der Vielzahl die Populationsentwicklung beeinflussender Faktoren ist.

Interessanterweise spiegeln die im Zuge der wöchentlichen Begänge des Pufferstreifens erfassten Stehendbefallsmengen diese Bedingungen nur eingeschränkt wider (Abb. 6). Zwar ist ein Maximum der festgestellten Stehendbefälle sowohl 2015 als auch 2016 zwischen Ende Juli und Anfang September auffällig, das Gesamtkäferholzaufkommen war aber in beiden Jahren äußerst gering. Im Vergleich zu ebenfalls unkritischen ca. 3.000 m³ im Jahr 2014 verringerte sich die Menge 2015 um fast zwei Drittel auf ca. 1.150 m³ und auch 2016 wurden bis

Oktober nur 750 m³ erfasst. Mit einer durchschnittlichen Größe von vier Bäumen waren die erkannten Befallsherde eher klein, was auf die Entdeckung in einem relativ frühen Stadium schließen lässt.

Weiterentwicklung und nächste Schritte

Nach Abschluss der Entwicklung und zwei erfolgreichen Verfahrensdurchläufen stehen nun die Festigung der aufgebauten Kommunikationsstrukturen und eine erste Verfahrensbewertung im Vordergrund. Hierzu wurde ein regelmäßiges, in der Käfersaison etwa vierwöchig stattfindendes, Borkenkäfer-Jour fixe etabliert, bei dem alle am BKM beteiligten Organisationseinheiten zusammentreffen, Informationen austauschen und die weiteren Maßnahmen abstimmen. Anhand der bisher gewonnenen Erkenntnisse wurde bereits mit der Evaluierung und Optimierung einzelner Verfahrensschritte begonnen. Ebenfalls ein wichtiges Tätigkeitsfeld ist die Erarbeitung eines waldbaulichen Behandlungskonzeptes für den Pufferstreifen, um dessen Funktion langfristig zu sichern und zu optimieren.

Literaturhinweise:

- [1] EUROPARC Deutschland (2008): Qualitätskriterien und -standards für deutsche Nationalparke. Berlin, 92 S. [2] NLPGE (2013): Gesetz zur Errichtung des Nationalparks Schwarzwald und zur Änderung weiterer Vorschriften vom 28.11.2013 in der derzeit gültigen Fassung. 29 S. [3] Nationalparkverwaltung Harz (2011): Nationalparkplan für den Nationalpark Harz 2011-2020, 132 S. [4] MANÉ, S. (2013): Borkenkäfer-Claims im Nationalpark Harz, schriftliche Mitteilung 26.06.2013. [5] BAIER, P.; PENNERSTORFER, J.; SCHOPF, A. (2009): PHE-NIPS – a comprehensive phenology model of Ips typographus (L.) (Col., Scolytinae). Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent. 17: 155-158. [6] WERMELINGER, B. (2004): Ecology and management of the spruce bark beetle Ips typographus – a review of recent research. For. Ecol. Manag. 202: 67-82. [7] DEUTSCHER WETTERDIENST (2016): Witterungsreport Express. Ausgabe 1-10. [8] DOLEZAL, P.; SEHNAL, F. (2007): Effects of photoperiod and temperature on development and diapause of bark beetle Ips typographus. J. Appl. Entomol. 131(3): 165-173. [9] SCHOPF, A.; KRITSCH, P. (2010): Kältehärtigkeit und Überwinterung des Buchdruckers. Forstschutz Aktuell, Wien, 50: 11-16. [10] PFISTER, A.; FREIMANN, G.; LICK, H.; GAILBERGER, B. (2011): Buchdrucker: Bruten im Spätsommer und Überwinterung von weißen Stadien. Forstschutz Aktuell, Wien, 51: 10-13.

Reinhold John, reinhold.john@forst.bwl.de, ist als Forstentomologe in der Abteilung Waldschutz der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg tätig. Sven Sonnemann (Foto), war dort bis 2016 wissenschaftlicher Mitarbeiter. Horst Delb leitet die Abteilung. Matthias Schmitt führte die Untere Forstbehörde Ortenaukreis bis 2016. Jörg Ziegler ist Leiter des Fachbereichs Wald und Naturschutz im Nationalpark Schwarzwald.

