



Rheinland-Pfalz

ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

BORKENKÄFER- MONITORING

Hinweise und Informationen für die forstliche Praxis



Landesforsten
Rheinland-Pfalz
Wald. Werte. Wahren.

Warum spielt dieses winzige Insekt eine so große Rolle?

Fichtennadel



Buchdrucker



Kupferstecher



Die Borkenkäfer

Für die Baumart Fichte spielen zwei Arten von Borkenkäfern eine entscheidende Rolle¹:

- Der Buchdrucker (*Ips typographus*)
- Der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*)

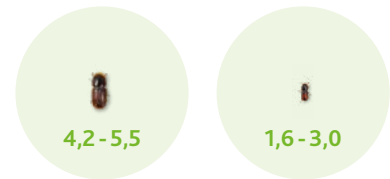
Der Buchdrucker (*Ips typographus*)

Der Buchdrucker ist die bedeutendste der drei Käferarten für mittelalte und alte Fichtenwälder. Er ist 4 bis 5,5 mm groß und weist ein für ihn typisches, namensgebendes Brutbild auf. Der Beginn des Schwärmfluges im Frühjahr ist maßgeblich von zwei Faktoren abhängig: Einer länger anhaltenden Temperatur von ca. 16,5 °C sowie einer Tageslichtlänge von ca. 14,5 Stunden. Diese Voraussetzungen werden im April bis frühen Mai, manchmal schon im März erreicht. Jedoch können die sich immer deutlicher abzeichnenden Klimaveränderungen dazu beitragen, diese althergebrachte Faustregel zu durchbrechen. So wurde im Herbst 2018 im Hunsrück beobachtet, dass bei erhöhten Nachttemperaturen trotz einer Tageslichtlänge von unter 14 Stunden noch ein Schwärmverhalten stattgefunden hat. Ein Buchdrucker-Weibchen legt pro Brut 20 bis 60 Eier ab, welche sich je nach Witterung innerhalb von 6 bis 12 Wochen zu fertigen Käfern entwickeln. Im Regelfall ist der Buchdrucker in der Lage, zwei bis drei Generationen pro Jahr auszubilden. Die Ausbildung von nur einer Generation wird perspektivisch unter warm-trockenen Bedingungen zunehmend die Ausnahme darstellen.

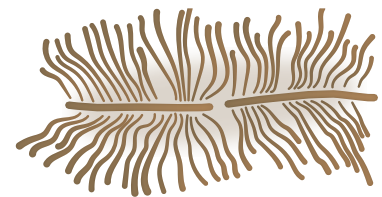
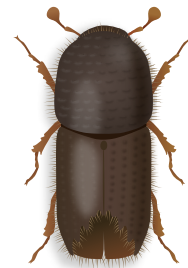
Der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*)

Der Kupferstecher bevorzugt dünnborkige Stämme, wie bspw. Jungwüchse oder die Kronenbereiche älterer Bäume. Da er deutlich kleinere Brutbilder anlegt, können auch Äste und Kronenmaterial als Brutraum dienen. Mit einer Größe von 1,5 bis 2,5 mm ist er kleiner als der Buchdrucker. Schwärmbeginn und Entwicklungszeit sind wie beim Buchdrucker temperatur- und tageslichtabhängig und spielen sich in ähnlichen Größenordnungen ab. Die Weibchen des Kupferstechers legen ca. 10 bis 50 Eier pro Brut ab und bilden in der Regel zwei bis drei Generationen pro Jahr. Die Ausbildung von nur einer Generation wird perspektivisch unter warm-trockenen Bedingungen zunehmend die Ausnahme darstellen.

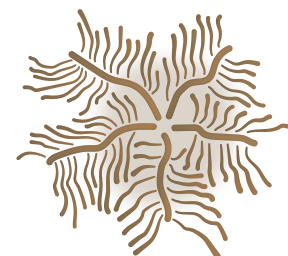
Buchdrucker / Kupferstecher in Originalgröße



Länge in Millimeter



Fraßbild:
mehrarmiger Längsgang



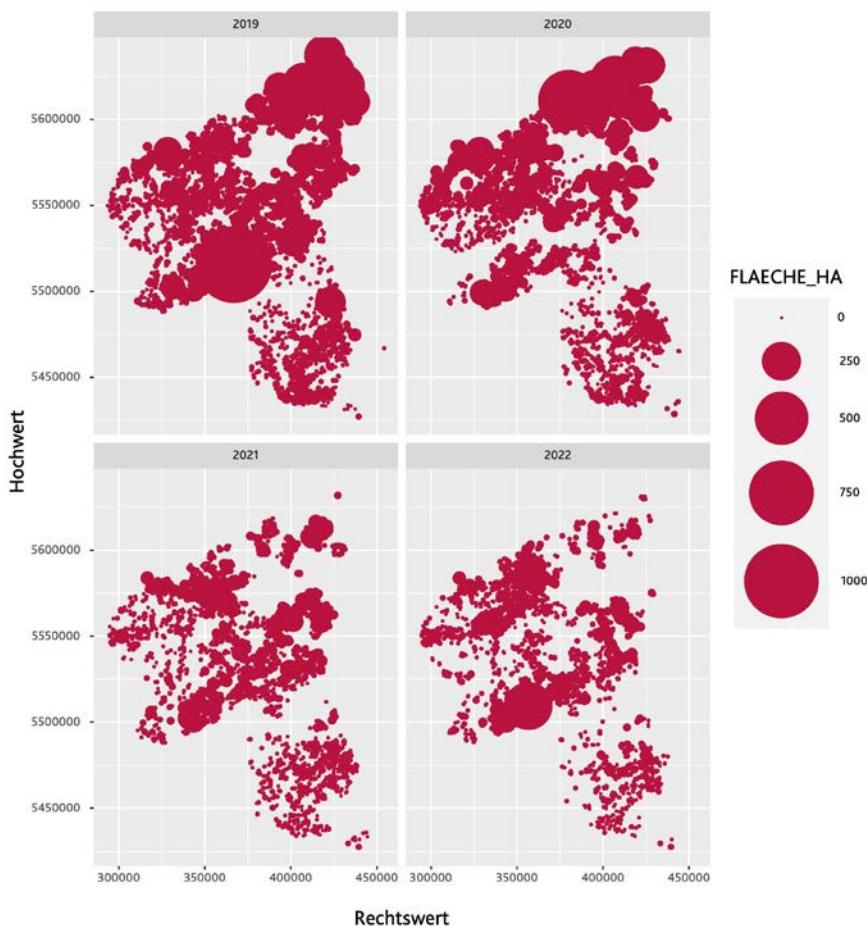
Fraßbild: Sternengang

¹ Der gestreifte Nutzholzborkenkäfer befällt absterbende Nadelbäume sowie eingeschlagenes Holz und kann somit zu erheblichen Holzentwertungen führen. Von ihm geht allerdings keine Gefährdung für die Wälder aus, weshalb sich dieses Handbuch auf die beiden zuvor genannten Arten konzentriert.

Veränderte Umweltbedingungen der letzten Jahre

Die hohen Temperatursummen und Niederschlagsdefizite der letzten Jahre – gepaart mit weiteren Wetterextremen – führte zu massiven Vitalitätseinbrüchen zahlreicher Wälder und damit zu überdurchschnittlichen Mengen an potentiellm Brutsubstrat für Gegenspielerpopulationen. Die Auswirkungen warm-trockener Umweltbedingungen auf das großflächige Auftreten von geschwächten Wirtsbäumen, wie der Fichte erklären die stattgefundenen positiven Rückkopplungseffekte von Populationen, wie dem Buchdrucker. Eine Art, die als wechselwarmes Insekt in ihrem Entwicklungszyklus entscheidend von den veränderten Witterungsbedingungen der letzten Jahre profitierte. Durch ein andauerndes Niederschlagsdefizit steigt das Risiko von Vitalitätseinbußen kontinuierlich an und bildet damit einen zentralen Ausgangspunkt für Massenvermehrungen als auch für klimabedingte Absterbeprozesse in Wäldern.

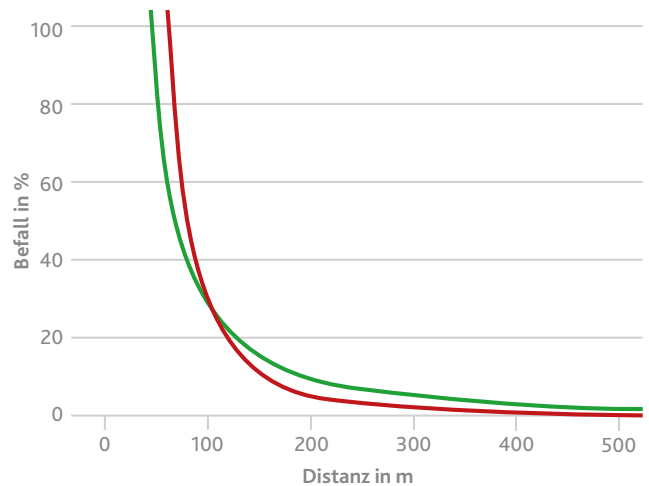
Massenvermehrungen an Buchdrucker sind regelmäßig nicht nur durch eine Ursache bedingt, sondern häufig von vielen Faktoren abhängig. Zur Entschlüsselung dieser komplexen Wirkungsgefüge findet ein Borkenkäfer-Flugmonitoring statt (s. Borkenkäfer-Flugmonitoring), das durch ein Online Monitoring ergänzt wird.



Über die letzten vier Jahre erreichten die Zentralstelle der Forstverwaltung circa 22.511 Eintragungen zu Buchdrucker (ID 121). Die gemeldete Flächengröße ist proportional zur dargestellten Kreisgröße. Die von Landesforsten Rheinland-Pfalz betreuten Reviere hatten nahezu flächendeckend Befall gemeldet.

Schwärmverhalten

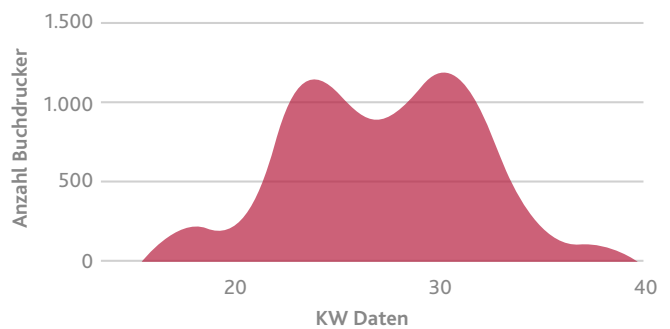
Bezüglich des Schwärmverhalten des Buchdruckers ist davon auszugehen, dass rund 70 Prozent der Käfer sich nach dem Ausflug im unmittelbaren Umfeld von ca. 100 Metern um ihren Brutbaum bewegen. Während bei einer Entfernung von ca. 500 Metern zum Befallsherd („Nest“) weniger als 5 Prozent der Käfer aktiv sind, kann bereits bei einer Distanz von ca. 300 Metern damit gerechnet werden, dass deutlich unter 10 Prozent ausgeflogener adulter Käfer in diesem Bereich ankommen. Eine Entfernung von ca. 300 Metern ist demnach geeignet, um nahezu 90 Prozent des Schwärmfluges abzapferrn (vgl. Abb. 2)



Ausbreitungsdistanzen Borkenkäfer. Quelle: M. Kautz 2013: Raum-Zeit-Dynamik der Ausbreitung des Buchdruckerbefalls (*Ips typhographus* L.). S. 37

Schwärmverlauf

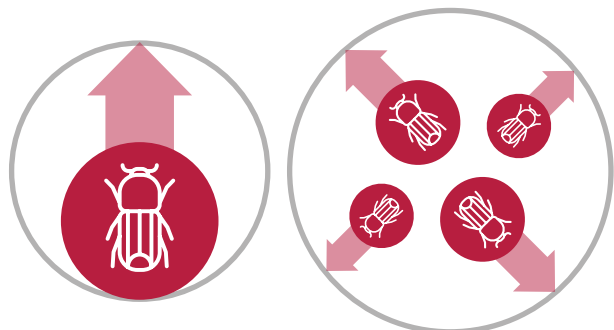
Mit dem Schwärmflug im Frühjahr und der folgenden Brutanlage können Buchdrucker bei hohen Temperatursummen über die Sommermonate schnell hohe Populationsdichten aufbauen (s. Abb. 3). Erst mit abnehmenden Temperaturen und Tageslichtlängen wird die weitere Entwicklung, ins. die Anlage neuer Käferbruten gebremst bzw. gestoppt. Eine große Hebelwirkung in der Bekämpfung ist im Frühjahr gegeben, wenn sich die Population erst aufbaut.



Mittlere Anflugzahlen des Buchdruckers an den Standorten Hunsrück und Pfälzerwald über die erfassten Kalenderwochen 13-39 im Zeitraum der Jahre 2014-2020.

Planung der Schadholzaufarbeitung

- Gefährdungsanalyse (ins. Fichtenanteil i. d. Umgebung, Topographie, klimatische Verhältnisse)
- Reihenfolge: Zerstreute Käfernester VOR flächigen Käferherden (obgleich leichtere Kontrolle)
- Denn: bei gleichem Aufwand: größere Risikominimierung



Bei gleicher Gesamtfläche ● ist das Verbreitungsrisiko ○ bei mehreren kleinen Befallsnestern erheblich größer.

Wie können wir unseren Wald unterstützen?

Monitoring

Unverzichtbar für ein wirksames Waldschutzmanagement ist das Monitoring. Es umfasst die Beobachtung der Entwicklungsbiologie der Käfer (Borkenkäfer-Monitoring) ebenso wie die zeitnahe Erfassung des Befalls (Käferbaum-Monitoring). Waldschutzmaßnahmen müssen sich stets an der Entwicklungsbiologie und Befallssymptomatik der Borkenkäfer orientieren um wirksam zu sein.

Borkenkäfer-Flugmonitoring

Die Entwicklung der Borkenkäfer-Population wird innerhalb der Saison, von Anfang April bis Ende September, durch ein Borkenkäfer-Flugmonitoring erfasst. In drei Wuchsgebieten (Pfälzerwald, Hunsrück und Eifel) wird hierfür die Flugaktivität des Buchdruckers beobachtet. Dazu wurden in den beiden erst genannten Regionen jeweils drei Standorte auf unterschiedlichen Höhenlagen als Monitoringflächen ausgewählt und mit jeweils vier Lockstofffallen bestückt. In der Eifel findet das Monitoring über einen Höhengradienten mithilfe von drei Schlitzfallen statt. Die Überwachung des Schwärmverlaufs erfolgt mit Hilfe von Pheromonfallen. Die Fangzahlen sind ein Hinweis auf das aktuelle Schwärmverhalten der Käfer und helfen bei der Beurteilung des aktuellen Befallsrisikos. Zur Einschätzung der Populationsdynamik und damit zur Prognose müssen weitere Parameter berücksichtigt werden. Dazu zählen neben den Witterungsverhältnissen auch der Umfang des Stehendbefalls, die Brutbilddichte, die Brutentwicklung und die Käferholzmenge. Mit definierten Brutbeobachtungsstämmen lässt sich der Zeitpunkt des Einbohrens und die Entwicklung der unter der Rinde befindlichen Entwicklungsstadien verfolgen.

Datenerhebung und -kontrolle sowie Datenauswertung und -darstellung erfolgt seit der Vegetationszeit 2021 durch die Zentralstelle der Forstverwaltung, Referat 4.2 in enger Kooperation mit der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft (kurz FAWF), sowie dem Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen unter Einbeziehung wissenschaftlicher Auswertungen und Bewertung der Daten durch die FVA Baden-Württemberg (kurz FVA BW). Dabei konnte auf die an der FAWF entwickelte Methodik und die dort gemachten langjährigen Erfahrungen beim Borkenkäfermonitoring aufgebaut werden. Die FVA BW begleitet das Monitoring wissenschaftlich und liefert die textliche Interpretation der Monitoringdaten. Die Ergebnisse dieses Monitorings und der aktuelle Entwicklungsstand der Käferbruten erhalten die Dienststellen mit dem Borkenkäfer-Wochenbericht.. Der Wochenbericht ist im ForstNet, auf der Homepage der FAWF oder unter dem u. g. Link verfügbar:

Buchdrucker Monitoring im Pfälzerwald, Hunsrück und Eifel
<http://www.buchdrucker-monitoring.wald.rlp.de/>

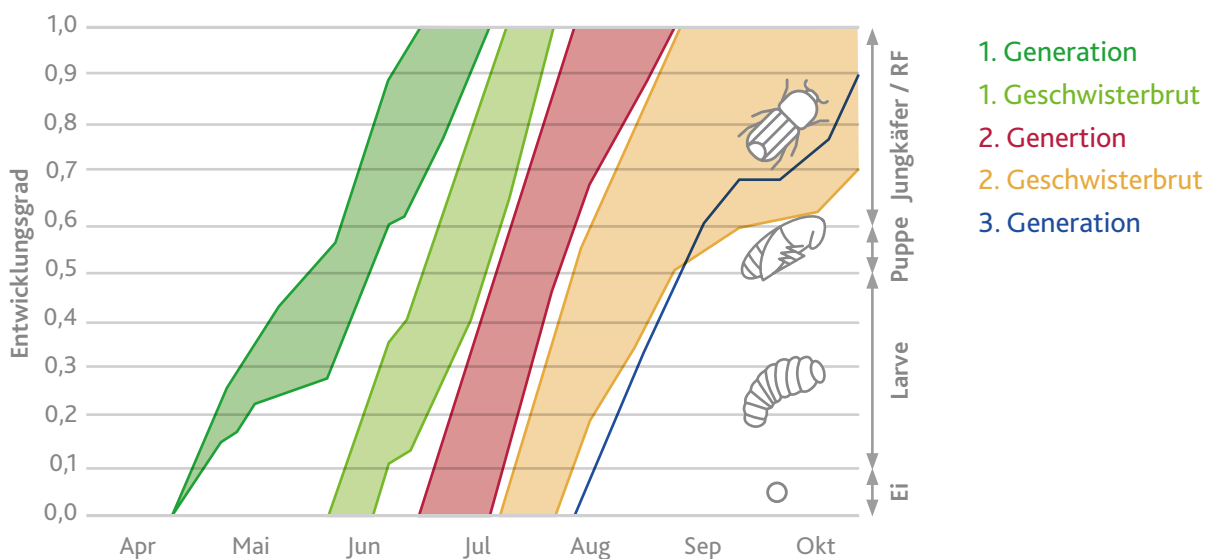
Ergänzend zum eigentlichen Borkenkäfer Monitoring bietet das Borkenkäfer-Prognosemodell PHENIPS aktuelle Prognosen zur Entwicklung der Borkenkäfer-Generationen in Abhängigkeit von der Witterung. Als Eingangsgrößen dienen dem Modell tagesaktuelle Witterungsdaten des Deutschen Wetterdienstes (kurz: DWD) und der Waldklimastationen. Zielgröße ist der prognostizierte Beginn des Schwärmfluges der Jungkäfer-Generationen innerhalb des Jahres. Das unter folgendem Link verfügbare Modell liefert der Praxis wertvolle Orientierungen über den voraussichtlichen Schwärmverlauf und beispielsweise den Zeitpunkt, zu dem weiße Käferstadien im Holz vorhanden sind. Daneben lassen sich zielkonforme Behandlungsstrategien ableiten.

Online Monitoring der Borkenkäfer-Entwicklung

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

Online Monitoring Buchdrucker (*Ips typographus*)

Generationsentwicklung Auerberg (2013)



- 1. Generation
- 1. Geschwisterbrut
- 2. Generation
- 2. Geschwisterbrut
- 3. Generation

Das Phänologiemodell (PHENIPS) verwendet Daten zu Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung und Topographie zur Darstellung von dem Beginn des Schwärmfluges sowie der potentiellen Brut- bzw. Generationenentwicklung.

Der Faktor Temperatur ist dabei von hoher Bedeutung. Schließlich sind mit steigenden Temperaturen beschleunigte Entwicklungen und multiple Generationen möglich.

Schwärmflug

In den Schwärmflugphasen von April bis Oktober liegt der Fokus auf der frühzeitigen Erkennung frischen Käferbefalls, um eine schnellstmögliche Aufarbeitung in die Wege zu leiten. Der erste Schwärmflug setzt ein, wenn mehrere Tage lang eine Tagestemperatur von min. 16.5 °C anhaltend erreicht wird.

Überwinterung (Diapause)

Aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen deuten auf einen erheblichen Anteil überwinternder Käfer unter der Rinde hin, was der Durchführung sanitärer Maßnahmen im Winterhalbjahr besonderes Gewicht verleiht. Es gilt, befallene Bäume schnellstmöglich ausfindig zu machen und mitsamt der Rinde aus dem Wald zu entfernen.

Es lassen sich verschiedene Arten an Überwinterungsbäumen voneinander unterscheiden. Der Waldschutzeffekt durch Baumentnahme ist jeweils örtlich zu prüfen, wobei der Effekt abnimmt mit abnehmendem Rindenanteil am Stamm. Im Allgemeinen gilt, dass nicht jeder Überwinterungsbaum von oben erkennbar ist – aus der Luft, womit terrestrische Erhebungen im Umfeld von bekanntem Altbefall notwendig und entscheidend sind.



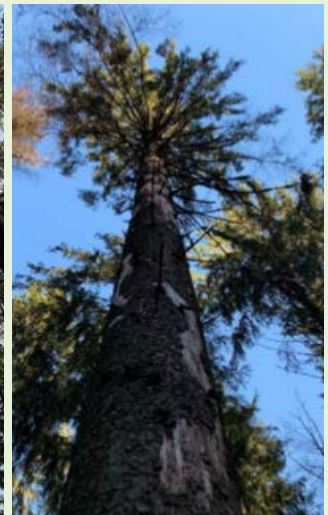
1 Überwinterungsbäume fast ohne Nadeln und mit wenig anhaftender Rinde



2 Überwinterungsbäume mit roten Nadeln und anhaftender Rinde



3 Überwinterungsbäume ohne Nadeln und mit überwiegend anhaftender Rinde



4 Überwinterungsbäume mit grüner Krone und abfallender Rinde

Anhand der Anzahl, der Verteilung und flächigen Größe an Überwinterungsbäumen kann die Ausgangssituation für die kommende Borkenkäfersaison abgeschätzt werden. Eine veränderte Schadsituation bedingt ein verändertes Management unter Beibehaltung der Qualitätsstandards.

Befallsmerkmale

Frischer Befall, erkennbar an braunem Bohrmehl auf der Rinde, an Rindenschuppen und am Stammfuß, ist immer dann zu finden, wenn sich adulte Käfer zur Eiablage in das Holz einbohren. Während der erste Schwärmflug i. d. R. sehr synchron verläuft, überlagert sich das Brutgeschehen zwischen Hauptgeneration, Geschwisterbruten und Folgegenerationen zunehmend, so dass unter günstigen Witterungsbedingungen ständig Schwärmflug stattfinden kann. Es ist zu beachten, dass diese Indikatoren von Wind und Regen unkenntlich gemacht werden können. Einbohrlöcher und Harzfluss am Stamm liefern weitere Anhaltspunkte für Käferaktivität. Bei extremer Trockenheit kann der Harzfluss ausbleiben. Weitere Anzeichen sind ein grüner Nadelteppich unterhalb des Baumes und eine damit einhergehende Kronenverfärbung und -verlichtung, sowie Spechtabschläge entlang der Stämme.



Nadelrötung und Abfall der Nadeln mitunter grüner Nadelteppich um den Stammfuß



abgestorbener, trockener Stamm nach Ausflug der Käfer



Buchdrucker: charakteristische Fraßbilder unter der Rinde



Kupferstecher: charakteristische Fraßbilder unter der Rinde

*Vertrocknete Äste
- Nadelverlust*



*Harztröpfchen und Harzfluss
am Stamm, insbesondere am
Kronenansatz*



*„Spechtabschläge“ oder
„Spiegel“: helle Flecken
auf der Rinde verursacht
durch die Nahrungssuche
der Spechte*



*Braunes Bohrmehl auf der Rinde und unter
Rindenschuppen, auch auf Spinnweben, am
Stammfuß und auf der Bodenvegetation*

*Abfallen größerer Rinden-
stücke und Sichtbarwerden
des Splintholzes*



Käferbaum-Monitoring

In der Zeit von April bis September, je nach Witterung, sollen Fichtenwälder möglichst wöchentlich kontrolliert werden. Ein hoher Befallsdruck herrscht innerhalb eines 100 m Radius zum Vorjahresbefall, an aufgerissenen Bestandesrändern und im Umfeld von Sturmwürfen und Brüchen (Sturmbruch und Schneebruch). Eine personalisierte Zuweisung von Monitoringbegängen hat sich bewährt.

Als befallen identifizierte Bäume sind zu markieren und schnellstmöglich aufzuarbeiten. Eine möglichst digitale, kartografische Erfassung der Befallspunkte oder-Flächen zum Überblick über das Käfergeschehen wird empfohlen.

Bei knappen personellen Ressourcen kann das terrestrische Monitoring (Begang) durch den Einsatz moderner Technik unterstützt werden (georeferenzierte Erfassung der Befallsherde durch Hubschrauber- oder Drohneneinsatz).

Abgestorbene Fichten, bei denen die Rinde bereits abgefallen ist, stellen im Sinne des Waldschutzes keine Gefahr dar und können, sofern Belange der Verkehrssicherung und des Arbeitsschutzes dem nicht entgegenstehen, stehen bleiben. Sie bieten außerdem Lebensraum für Antagonisten.

Priorisierung von Monitoring und Folgemaßnahmen

Bei begrenzten Ressourcen und Zeitdruck ist eine Priorisierung von Käferbaum-Monitoring, und daraus resultierend der Aufarbeitung, notwendig.

Hiebei ist es geboten, die vorhandenen Ressourcen auf mittelfristig zu erhaltende Fichtenwälder prioritär zu konzentrieren. Vordringlich sind:

- Einzelne Windwürfe und Brüche (Sturmbruch und Schneebruch)
- Kleinere arrundierte Fichtenflächen
- Aus Vorbefall bekannte Befallsherde
- Weniger als 500 Meter Abstand zu befallstauglicher Fichte, insbesondere aus Gründen des Nachbarschutzes

Bisher nicht befallene oder gering durchseuchte Fichtenwälder dürfen dabei nicht aus dem Blick geraten.

Rechtliche Belange beachten

Das Naturschutzrecht ist zu beachten. Besonderes Augenmerk sollte auf Bäume gelegt werden, von denen unverzichtbare ökologische Werte ausgehen (Habitatigenschaften). Diese bedürfen der sachkundigen Bewertung vor Ort.



Ziel ist es,

- die bestehende Käferpopulation zu minimieren,
- bruttaugliches Material zu vermeiden,
- Neubefall zu vermeiden und
- borkenkäferbedingte Holzanfälle möglichst optimal zu vermarkten.

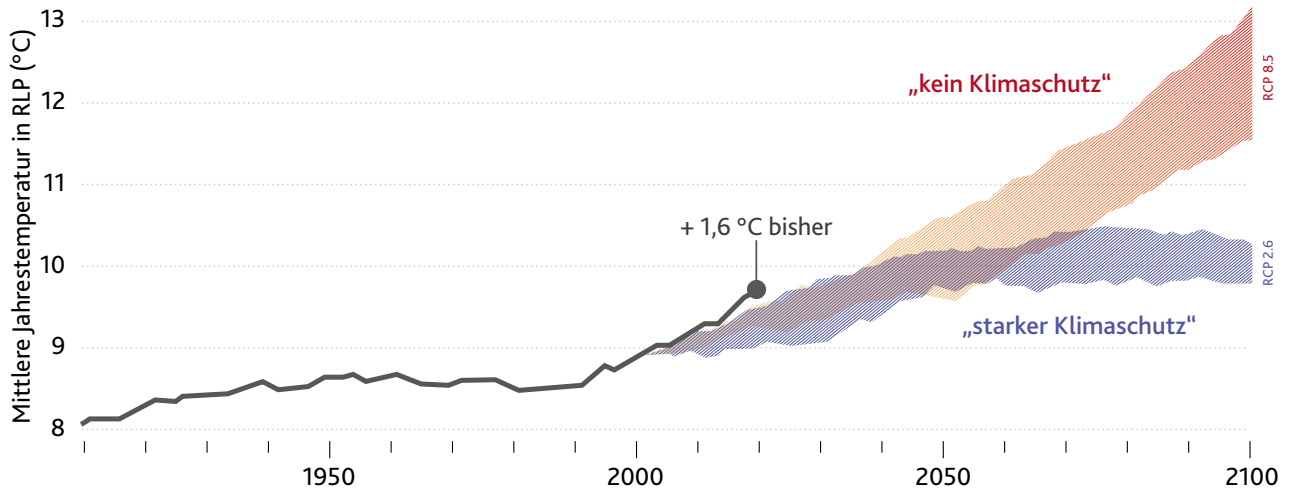
**DIE SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG SIND WACHSAMKEIT,
SCHNELLIGKEIT UND GRÜNDLICHKEIT.**

Wie geht es weiter in der Waldlandschaftsentwicklung?

Blick in die Zukunft

Mit der Änderung von dem Klima und der Witterung in Rheinland-Pfalz wandeln sich auch Struktur und Zusammensetzung der rheinland-pfälzischen Wälder.

Temperaturentwicklung in Rheinland-Pfalz

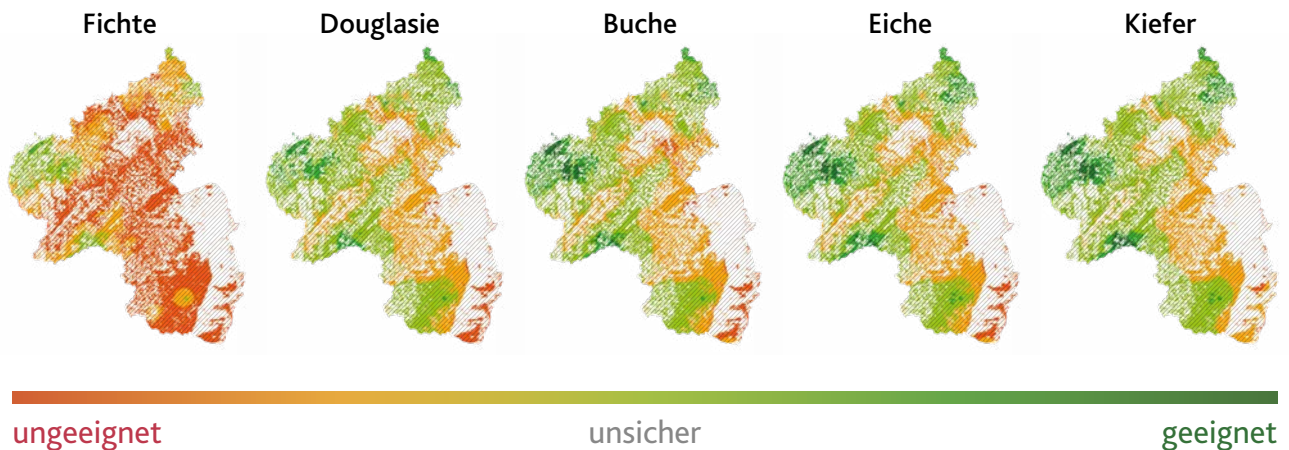


Die Prognosen schwanken, aber die Tendenz nach oben ist eindeutig.

Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

Das Ausmaß und die Dynamik der Klimakrise im Wald waren nicht vorhersehbar.

Baumarten-Eignung im Jahr 2100



Vergleich der Klimaprojektionen mit den natürlichen Klimaansprüchen der Baumarten

Quelle: RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

Eine damit verbundene Waldbewirtschaftung im Katastrophenmodus kann zu Störungen führen – das tut uns leid. Kahlflächen sind auch für uns schlimm. Wir entfernen befallene Bäume zum Schutz des Waldes, weil sie als Infektionsherde eine Gefahr bilden. Der Walderhalt und die Stärkung der Wälder in der Klimakrise stehen im Vordergrund, damit geht es auch nicht um den Erhalt der Fichtenwirtschaft.

Unser Konzept: Naturwald Plus

Wir müssen Zeit gewinnen für eine planmäßige Waldentwicklung hin zu klimastabileren Mischwäldern. Die begleitete Waldentwicklung setzt auf natürliche Abläufe und unterstützt diese behutsam und dosiert. Dazu haben wir ein klares Programm. Wir arbeiten seit 30 Jahren am Waldumbau, was aus heutiger Sicht zu langsam erscheint. Die folgende Grafik gibt einen Überblick über das Konzept „Naturwald Plus“ und wie Baumarten im Mischwald der Zukunft Platz finden.

Baumarten im Mischwald der Zukunft

ergänzende Baumarten

z. B. Korsische Schwarzkiefer, Atlaszeder, Libanonzeder

bewährte eingeführte Baumarten

z. B. Douglasie

bewährte alteingeführte Baumarten

z. B. Esskastanie, Walnuss

alternative Herkunft heimischer Baumarten

z. B. Traubeneiche aus trocken-warmen Regionen wie Rhein und Mosel

seltene heimische (Misch-)Baumarten

z. B. Elsbeere, Eibe, Spitzahorn, Weißtanne

standortgemäße heimische (Haupt-)Baumarten

Buche, Trauben- und Stieleiche, Hainbuche



87 Prozent des Jungwaldes in Rheinland-Pfalz sind bereits aus Naturverjüngung entstanden. Die Samen werden durch Wildtiere und den Wind verbreitet.



Bei Bedarf pflanzen wir punktwirksam hitze- und dürreresistentere Baumarten in Kleingruppen hinzu. In den Lücken bleibt ausreichend Platz für die natürliche Verbreitung.



So helfen wir der Natur sich schneller anzupassen, als die Evolution dies machen würde.



Vorausverjüngung

Risikobehaftete Wälder aus nur einer Baumart bereichern wir aktiv mit schattenertragenden, klimastabileren Mischbaumarten an.

Wiederbewaldung

Auf Schadensflächen ergänzen wir die sich einstellende Naturverjüngung durch Pflanzung lichtliebender, klimastabilerer Mischbaumarten.

*Wir erklären gerne die Zusammenhänge und unsere Arbeit
– fragen Sie uns.*

Weitere Infos zum Thema Borkenkäfer:

<https://www.wald.rlp.de/de/bewahren/waldschutz-schutz-vor-gegenspielern/borkenkaefer/>

Phänologiemoell PHENIPS :

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

Mehr zum Thema Waldschutz:

waldschutz.wald.rlp.de

Herausgeber:

Zentralstelle der Forstverwaltung
Abt. 4 Strategische Planung und Serviceleistung
Rhein-Mosel-Straße 7-9
56281 Emmelshausen

Gestaltung, Satz und Grafiken:

Jonathan Fieber, igrreen media (www.igrreen.de)

Bildnachweis:

Fotos, wenn nicht anders am Bild angegeben:
Landesforsten.RLP.de/Jonathan Fieber

Folgen Sie Landesforsten RLP auch auf



[wald.rlp.de]

[wald.rlp.de]



Rheinland-Pfalz

ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

Le Quartier-Hornbach 9
67433 Neustadt an der Weinstraße

www.wald.rlp.de