

Nationalparkverwaltung
Bayerischer Wald



FORSCHUNG IM NATIONALPARK



NATIONALPARK
Bayerischer Wald

www.nationalpark-bayerischer-wald.de



NATIONALPARK
Bayerischer Wald

VORWORT



Seit über 50 Jahren gibt es den Nationalpark Bayerischer Wald. Und beinahe genauso lang wird im Schutzgebiet nicht nur die Natur sich selbst überlassen und geschützt. Die hier ablaufenden Prozesse werden auch erforscht. Waren es zu Beginn der 1970er Jahre nur Messungen im Bereich der Wasser-, Luft- und Bodenverschmutzung, sind die Forschungsbereiche heute deutlich vielseitiger – angefangen vom Monitoring verschiedener Tierarten über Projekte zur Biodiversität bis hin zur Aasforschung. Im Laufe der Jahrzehnte hat das wissenschaftliche Arbeiten im Nationalpark kontinuierlich einen immer höheren Stellenwert erlangt. Auch die Ergebnisse, die wir dabei erhielten, erreichten immer mehr an internationaler Bedeutung. Heute ist der Nationalpark ein weltweit hoch angesehener Forschungsschauplatz. Gerade die Möglichkeit, Projekte auf einer großen Fläche in einem intakten Waldökosystem durchführen zu können, begeistert Wissenschaftler aus aller Welt. Möglich ist dies nicht nur durch unser hervorragend aufgestelltes, hauseigenes Forschungsteam, sondern auch durch ein starkes Netzwerk von nationalen und internationalen Partnern.

Neben der weltweiten Anerkennung sind uns bei unseren Forschungsprojekten jedoch noch zwei weitere Punkte wichtig. Zum einen wollen wir praxisorientiert forschen und Lösungen, zum Beispiel für die Handlungsweisen in Wirtschaftswäldern, anbieten. Zum anderen darf Forschung kein Selbstzweck sein. Wir möchten sie für jedermann verständlich machen. Dies tun wir mit dieser Forschungsbroschüre. Wir hoffen, wir können Sie, liebe Leserinnen und Leser, für die faszinierende Welt der Wissenschaft in unserem Nationalpark begeistern.

A handwritten signature in black ink that reads "Franz Leibl". The signature is written in a cursive, flowing style.

Dr. Franz Leibl
Leiter der Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald

INHALT

VORWORT

- 1 GEHT'S DEN INSEKTEN GUT, LÄUFT'S AM BACH
- 2 JE TOTER DESTO BESSER
- 3 AUERHÜHNER STEHEN AUF WELLNESS
- 4 TOTHOLZ RETTET BAUMSPRÖSSLINGE
- 5 BORKENKÄFER STIRBT DEN HUNGERTOD
- 6 INTERNATIONALE LOVESTORY
- 7 STRAHLENDE GESELLEN
- 8 DAS GEHEIMNIS DES RACHELSEES
- 9 DEN WALD WALD SEIN LASSEN



Foto: Frank Bietau



Foto: Wolfgang Lorenz



Foto: Christoph Moning





Foto: Ruth Goldhahn



Foto: Heiko Bellmann



Foto: Lukas Haselberger

10 IM TOD TOBT DAS LEBEN

11 DIE ZWEI SEITEN DER MEDAILLE

12 RÜCKKEHR NACH ÜBER 100 JAHREN

13 VON OBEN GEHT'S GENAUER UND BILLIGER

14 ZEBRASTREIFEN FÜR ELCHE

15 WASSER WIRD WENIGER

16 INGENIEUR DER ARTENVIELFALT

LITERATURHINWEISE NACH KAPITEL

IMPRESSUM



GEHT'S DEN INSEKTEN GUT, LÄUFT'S AM BACH



Die Erholung der Bäche im Nationalpark Bayerischer Wald sorgt dafür, dass auch die Mühlkoppe wieder in ihren ursprünglichen Lebensraum zurückgekehrt ist. Foto: Rudolf Schmidt

Die Stille am Wasser, einfach traumhaft, oder? Ganz im Gegenteil! In den Anfangsjahren des Nationalparks waren schwirrende

Kleinstlebewesen noch rar an den Bächen. Die Versauerung der Gewässer setzte den Tieren zu. Dieser Trend hat sich zum Glück umgekehrt.

Langjährige Forschungen haben gezeigt: Geht es Insekten und Krebstieren in den Gewässern gut, geht es auch Fischen und anderen Tieren rund um die Gewässer gut – von der Erdkröte bis hin zum Fischotter. Vor 50 Jahren stand es noch schlecht um die Lebensgemeinschaften im Wasser. Vom Menschen erzeugte Schadstoffe hatten die Wasserqualität der Bäche selbst im Inneren Bayerischen Wald in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts stark verschlechtert. Insekten, Krebstiere und Fische verschwanden immer mehr. Doch mittlerweile hat sich das Blatt gewendet. Das Beispiel des Bergbachs Große Ohe zeigt, dass sich die hier lebenden Arten merklich erholt haben.

ALS DER SAURE REGEN KAM

Vor allem Schwefeldioxid und Stickoxide gelangten bis in die 1970er und frühen 1980er Jahre durch fossile Brennstoffe und industrielle Prozesse in die Luft. In der Landwirtschaft wurde zudem jede Menge Ammoniak freigesetzt. Aus all diesen Stoffen entstanden in der Atmosphäre starke Säuren, die als Saurer Regen auch in abgelegene Gebiete gelangten. Dadurch versauerten die Böden und Fließgewässer im Wald. Leidtragende dieser Entwicklung waren unter anderem Insekten, deren im Wasser lebender Nachwuchs säureempfindlich ist. Durch den Wegfall dieser Beutetiere wurde Fischen, wie der Bachforelle und der Mühlkoppe, zum einen die Nahrungsgrundlage entzogen. Zum anderen sind diese Arten selbst

nicht säuretolerant. So waren in dieser Zeit viele Bäche, vor allem in den Hochlagen des Bayerwalds, fischfrei.

FORTSCHRITTE IM UMWELTSCHUTZ ERMÖGLICHEN NATURERHOLUNG

Die Wende setzte in den 1980er Jahren ein. Der Mensch hatte dazugelernt. Politische und technische Maßnahmen zur Luftreinhaltung sorgten dafür, dass weniger Schadstoffe in die Atmosphäre geblasen wurden. Damit ging der Säureeintrag in die Wälder zurück, die Gewässer konnten sich erholen. Wie sich die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften an der Großen Ohe unterhalb der Pegelstation Taferlruok entwickelte, zeigen Daten des

KURZ UND BÜNDIG

- *Industrie, Verkehr und Landwirtschaft versauerten Böden und Gewässer bis in die 1980er Jahre hinein.*
- *Alle Artengruppen im Fließgewässer konnten sich dank Maßnahmen zur Luftreinhaltung von der Versauerung erholen.*
- *Nicht alle Artengruppen im Fließgewässer profitieren dagegen von dem wärmer gewordenen Wasser.*

Wasserwirtschaftsamts Deggendorf für die Jahre 1983 bis 2014. Seit 1983, noch in der Hochzeit der Gewässerversauerung, kam im Schnitt alle zwei Jahre eine weitere Art in der Großen Ohe hinzu. Die Anzahl der gezählten Individuen stieg insgesamt um 173 Prozent.

FLIEGEN UND MÜCKEN SIND GEWINNER DES KLIMAWANDELS

Beschleunigt wurde die vielfältige Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften im Fließgewässer auch durch die klimatische Veränderung. Die Temperatur der Gewässer ist im Vergleich zu den 1980er Jahren um rund 1,5 Grad Celsius gestiegen. Außerdem

wurde es heller an den Ufern der Bäche. Bäume starben durch Borkenkäferbefall und Windwürfe, das Kronendach öffnete sich. Der Anteil an Stein- und Köcherfliegenarten, die stark an kaltes Wasser angepasst sind, ging zurück. Die Larven von Zweiflüglern wie Fliegen und Mücken hingegen, die besser mit wärmeren Bedingungen klarkommen, dominieren mittlerweile die Lebensgemeinschaften der Großen Ohe. Ohne die chemische Erholung der Fließgewässer hätte diese Entwicklung vermutlich nicht stattfinden können. Übrigens: Auch Mühlkoppe und Bachforelle haben ihren angestammten Lebensraum wieder besetzt – sie leben schließlich von Bachflohkreben und Co., die wieder häufig geworden sind.



Steinfliegenlarve der Gattung Perla.



Eintagsfliege der Gattung Rhithrogena.

Fotos: Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt/M.



JE TOTER DESTO BESSER

Totholz ist nicht nur für die verschiedensten Insekten ein Lebensraum, sondern auch für eine Vielzahl von Pilzen.

Aus Bäumen kann man Möbel, Dachstühle, Papier oder Brennholz machen. Aber nicht nur in dieser Form sind Buchen, Fichten und Co. von wertvollem Nutzen. Manchmal reicht es schon, die Bäume einfach langsam aber sicher vermodern zu lassen.

Wird ein Wald von Borkenkäfern befallen oder bei einem Sturm massiv geschädigt, greift der Mensch meistens ein. Die absterbenden Bäume werden gefällt, um mit dem Holz zumindest noch Geld zu verdienen. Damit wird künftiges Leben aus dem Wald geräumt. Wie kann dies vermieden werden? Wie viel tote Bäume müssen nach einer Störung im Wald bleiben, um zumindest ein paar heimische Arten zu erhalten? Darauf gibt's nun erste Antworten.



Mit Hilfe von Insektenfallen wird ermittelt, welche Arten Totholzflächen aufsuchen.

NATÜRLICHE STÖRUNGEN – KATASTROPHE ODER CHANCE?

Auch wenn natürliche Störungen in Wäldern für viele Menschen eine Katastrophe darstellen, entstehen dadurch Lebensräume für seltene und bedrohte Arten. Gründe dafür sind vor allem das große Angebot an nährstoffreichem Totholz und die stärkere Sonneneinstrahlung. In Wirtschaftswäldern werden Störungsflächen häufig durch Sanitärhiebe, bei denen Bäume gefällt und dann aus dem Wald gebracht werden, aufgeräumt. Im Anschluss daran werden die betroffenen Flächen mit Baumsprösslingen aufgeforstet. Die Chance, den verschiedensten Arten einen Lebensraum zu bieten, ist vertan.

KURZ UND BÜNDIG

- Werden nach einem Sturm oder nach Borkenkäferbefall Bäume aus dem Wald gebracht, verändert sich die Biodiversität.
- Die Aufarbeitung solcher Flächen schadet vor allem seltenen Arten.
- 90 Prozent der Arten bleiben erhalten, wenn 75 Prozent der Fläche von Sanitärhieben ausgeschlossen werden.

NEUE LÖSUNGSANSÄTZE FÜR WIRTSCHAFTSWÄLDER?

Gerade in Wirtschaftswäldern wird daher verstärkt nach neuen Wegen im Umgang mit Störungsflächen gesucht. Im Nationalpark, wo Holznutzung kein primäres Ziel ist, können Störungsereignisse in der Naturzone völlig ohne Eingriff des Menschen ablaufen. Hier wurde die Entwicklung verschiedener Störungsflächen über einen längeren Zeitraum gezielt untersucht, um wichtige Erkenntnisse zur Entwicklung der Biodiversität zu gewinnen. Dabei wurden sowohl Flächen erforscht, die nach Windwürfen oder Borkenkäferbefall teilweise oder ganz geräumt waren, als auch solche, wo das Totholz im Wald belassen wurde.

WIE VIEL STÖRUNGSFLÄCHE SOLL MAN LIEGEN LASSEN?

Das Langzeit-Monitoring hat in Kombination mit einer Hochrechnung – basierend auf zirka 200 Datensätzen aus dem Nationalpark sowie aus der ganzen Welt - folgendes Ergebnis erzielt: 90 Prozent der vorkommenden Arten können erhalten werden, wenn 75 Prozent der Fläche von Sanitärhieben ausgeschlossen werden. Für den Waldbesitzer bedeutet dies, dass er auf eine Nutzung größtenteils verzichten müsste. Wird die Hälfte der Störungsfläche geräumt, gehen 25 Prozent der Arten verlo-

ren. Diese Grenzwerte können als Faustregel für die Aufarbeitung von Störungsflächen dienen. Die Unterschiede zwischen geräumten und belassenen Flächen zeigen sich vor allem im Vorkommen von seltenen Arten. Sie reagieren sehr empfindlich auf Sanitärhiebe und können geräumte Flächen auch nach über zehn Jahren nicht besiedeln.



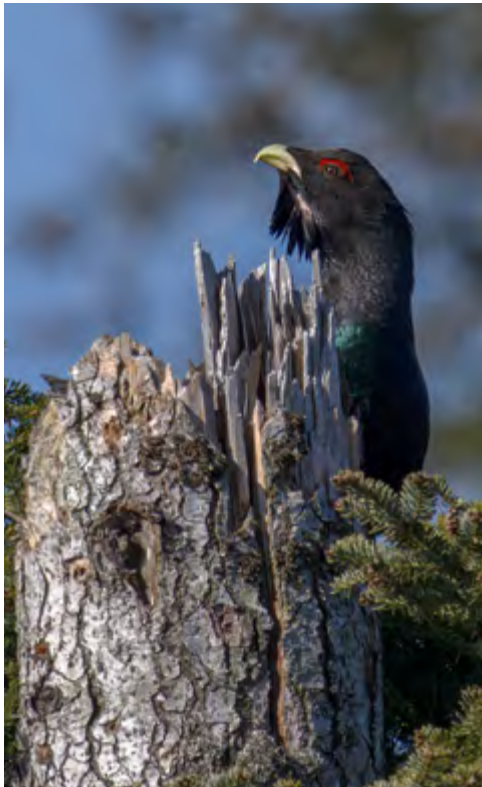
Die taiwanische Umweltstatistikerin Anne Chao unterstützt den Nationalpark bei seiner Totholzforchung. Foto: Simon Thorn

AUERHÜHNER STEHEN AUF WELLNESS

Die Auherhuhn-Population im Böhmerwald ist stabil. Zur Balzzeit kommen die sonst als Einzelgänger lebenden Raufußhühner zusammen. Foto: Andreas Rückerl

Der Bayerwald ohne das Auerhuhn? Nicht vorstellbar! Trotzdem wäre der Wappenvogel der Region fast verschwunden.

Es fehlte schlicht an ausreichend Wellness-Angeboten für die Vögel. Das hat sich zum Glück geändert.



Auerhähne benötigen einen strukturreichen Lebensraum mit abgebrochenen Bäumen als Schlafplatz sowie offene Flächen für ein ausreichendes Nahrungsangebot. Foto: Andreas Rückerl

Die heutigen mitteleuropäischen Populationen sind nur noch die Relikte einer ehemals weitverbreiteten Waldvogelart. In den Nadelwäldern der Hochlagen ab etwa 800 Höhenmetern bieten die Nationalparks Bayerischer Wald und Šumava sowie der Naturpark Bayerischer Wald den bis zu vier Kilogramm schweren Hühnern aber noch eine Heimat, in der sie sich sichtlich wohlfühlen.

NICHT SICHTBAR, ABER TROTZDEM GEZÄHLT

Auerhühner zählen zu den Schwergewichten unter den Vögeln, sind schlechte Flieger und ernähren sich vor allem in den Wintermonaten von schwer verdaulicher Nadelkost. Das scheinen die Beweggründe zu sein, warum die Tiere Störungen jeder Art vorzeitig aus dem Weg gehen. Die Tiere zu beobachten ist schwierig. Dennoch konnte die Population im Bayerwald gezählt werden. Waren es in den 1980er Jahren nur noch wenige Tiere auf bayerischer Seite, ergaben intensive Feldstudien und Forschungsarbeiten im Jahr 2010 rund 500 Individuen beidseits der Grenze. Der Clou dabei: Über Analysen gesammelter Kotproben konnte mittels der genetischen

Fingerabdrücke die Populationsgröße gut geschätzt werden. Bei einer wiederholten Studie im Jahr 2017 zeigten die Ergebnisse dann nochmal einen leichten Anstieg auf eine mittlere Schätzgröße von etwa 600 Individuen im Untersuchungsgebiet. Eine leicht beruhigende Erkenntnis aus Sicht des Artenschutzes: Dank dieser Anzahl wird die Art in der Region als weiterhin überlebensfähig eingestuft.

AUCH PFLANZEN UND INSEKTEN FREUEN SICH

Forscher im Nationalpark beschäftigen sich seit vielen Jahren mit dieser Vogelart, denn sie gilt als Zielart im Naturschutz. Ihre Lebensraumsprüche sind so komplex, dass durch den erfolgreichen Schutz dieser Spezies gleichzeitig

KURZ UND BÜNDIG

- *Kot der Auerhühner gibt nicht nur Aufschluss über deren Anzahl, sondern auch über ihr Stresslevel.*
- *Die seltenen Tiere sind sehr störungssensibel und meiden frequentierte Wanderwege großräumig.*
- *Gezielte Besucherlenkung kann die Waldvögel in der Brut- und Balzzeit effektiv schützen.*

eine Vielzahl anderer Arten und ganze Gemeinschaften geschützt werden können. Dazu zählen zum Beispiel sonnige und trockene Bereiche für krautige Pflanzen und Insekten, Totholz als Lebensgrundlage für Pilze und seltene Käfer sowie Pioniergehölze als wichtige Elemente in der Walderneuerung nach Stürmen wie Windwurf oder massivem Insektenbefall.

SCHUTZ DURCH RUHE

Ein wichtiges Ergebnis der Untersuchungen ist, dass in Lebensräumen mit erhöhtem Besucheraufkommen deutlich weniger Auerhühner leben oder sogar ganz fehlen. Analysen der Stresshormone in den dort trotzdem noch gefundenen Kotproben untermauern diesen Zusammenhang: Regelmäßig hohe menschliche Anwesenheit stresst die Tiere. Ein Umstand, der ökologisch für die Population fatale Konsequenzen haben kann – etwa durch einen geringeren Bruterfolg. Die Erkenntnisse helfen daher beim Einrichten von Ruhezeiten für das Auerhuhn. Wanderwege können so phasenweise geöffnet, andernorts zur Brut- und Balzzeit ganz gezielt temporär gesperrt werden. Erst dank solcher Regelungen konnte sich die Population im Mittelgebirge wieder stabilisieren.

TOTHOLZ RETTET BAUMSPRÖSSLINGE

In Wäldern mit viel Totholz sind Baumsprösslinge vor Verbiss besser geschützt als in aufgeräumten Forsten.

Ordnung ist das halbe Leben. Das gilt in Kinderzimmer, Küche und Büro. Aber passt es auch im Wald? Muss der aufgeräumt sein? Oder ist Chaos und Verhau doch die bessere Alternative? Reh, Rothirsch und Tanne sehen das auf jeden Fall aus unterschiedlichen Perspektiven.

Die Quintessenz von Forschungsergebnissen aus dem Nationalpark lautet: Chaotische Zustände können durchaus für ordentliche Abläufe sorgen. Zum Beispiel bei der Verjüngung des Waldes. Je mehr Unordnung aus Totholzstämmen in einem Wald herrscht, desto schwieriger ist es für Rehe, die jungen Tannen anzuknabbern.

TOHOLZ LIEFERT NÄHRSTOFFE – UND IST EINE BARRIERE

Nach dem Absterben vieler Altlichten im Nationalpark durch den Borkenkäfer in den 1990er Jahren gab es in der Region die Sorge, dass sich der Wald in den totholzreichen Störungsflächen nicht verjüngen kann. Nach zehn Jahren zeigte sich aber bereits, dass diese Annahme falsch war. Die Bäume wuchsen schneller als bei aufgeräumten Windwurfflächen, bei denen Bäume nachgepflanzt wurden. Doch warum ist das so? Eine wichtige Rolle spielen die wertvollen Nährstoffe und die Feuchtigkeit, die Totholz spendet. Doch ist dies der einzige positive Effekt? Forschungen im Nationalpark zeigen, dass Totholz auch eine natürliche Barriere für Rehe darstellt.

KURZ UND BÜNDIG

- Totholz bietet die ideale Nährstoffgrundlage für kommende Baumgenerationen.
- Chaos und Verhau sorgt dafür, dass Rehe bei Tannen deutlich weniger Rehfraß hinterlassen.
- Rothirsche kommen mit großflächigen Störungsflächen gut klar.

TANNEN AUF FREIEM FELD HABEN WENIG CHANCEN

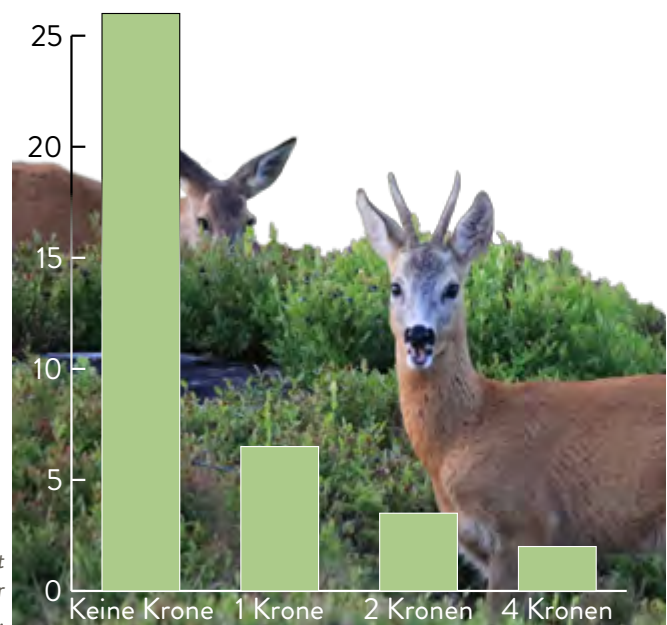
Das Experiment hinter dieser Erkenntnis: Auf 384 Flächen wurde Totholz in Form von Baumkronen in unterschiedlicher Menge ausgelegt. In die auf dem Boden liegenden Kronen wurden insgesamt 20 bis 40 Zentimeter große Tannensetzlinge gepflanzt und im Folgejahr untersucht. Um einen Vergleich ziehen zu können, wurden auch Tannen ohne Schutz gesetzt. Die Ergebnisse waren eindeutig: Stand ein Tannen-Sprössling ohne Schutz im Wald, wurde er im ersten Jahr mit einer Wahrscheinlichkeit von 26 Prozent von Rehen angefressen. Stand er im Schutz von viel Totholz, lag die Wahrscheinlichkeit nur noch bei zwei Prozent. Dies kann auch für den Wirtschaftswald von Nutzen sein: Durch das Belassen von Totholz im Wald fördert man nicht nur die Artenvielfalt. Dadurch kann auch die Baumverjüngung auf natürliche und kostengünstigere Weise geschützt werden.

ROTHIRSCH DANKEN BORKENKÄFERN UND STURM

Aber wie reagieren eigentlich Rothirsche auf Borkenkäfer und Sturm? Um dies zu beantworten, wurden Telemetrie-Daten von mit Sendern bestückten Tieren und Zeitreihen von Satteli-

tenbildern ausgewertet. Ergebnis dabei: Für Hirsche verbessert sich die Lebensraumeignung in Störungsflächen über einen Zeitraum von 25 Jahren. Spätestens dann nutzen sie diese Areale wieder wie gewohnt. Werden Wälder hingegen nach Borkenkäfer und Co. komplett geräumt, verlassen Rothirsche diese Bereiche. Rehe hingegen sind da weniger anspruchsvoll. Auch auf kahlen Waldflächen sind sie noch präsent. Dafür meiden Rehe naturnah belassene Störungsflächen – vor allem im Winter. Im Sommer sind sie dort aber immer noch unterwegs.

Rehfraß
in Prozent



Diese Grafik zeigt die prozentuale Wahrscheinlichkeit für Rehfraß in Abhängigkeit von der Anzahl der vor Ort experimentell ausgebrachten Baumkronen.

BORKENKÄFER STIRBT DEN HÜNGERTOD

Die im letzten Jahrhundert mit Fichten aufgeforsteten Flächen im Bayerwald boten dem Borkenkäfer in den 1990er Jahren ein Überangebot an Nahrung, wodurch Wälder großflächig abgestorben sind.

Borkenkäfer – dieses Wort lässt so manchen Waldbesitzer erschauern. In den vergangenen Jahren fraß sich das kleine Insekt durch Fichtenbestände in ganz Europa. Auch vor dem Nationalpark Bayerischer Wald machte er nicht halt. Wann geht ihm die Puste aus?

Spricht man vom Borkenkäfer, ist meist nur der Buchdrucker gemeint. Das ist eine Unterart, die das Potential hat, Fichtenwälder großflächig zum Absterben zu bringen. Wird dies in hunderten Jahren ein Ende haben? Kann der winzige Käfer weiterhin einen so großen Einfluss auf die Entwicklung der Wälder nehmen? Forschungsergebnisse zeigen, dass der Buchdrucker in Zukunft zu einer aussterbenden Rasse gehört.

SIMULATIONSMODELL SCHAUT 600 JAHRE IN DIE ZUKUNFT

Eine Kristallkugel taugt für eine Prognose nicht viel – daher haben Wissenschaftler ein komplexes Simulationsmodell programmiert. „iLand“, wie die Software getauft wurde,

zerlegt das komplette Ökosystem Wald in einzelne Puzzleteile, von der Entwicklung äußerer Einflüsse wie Niederschlag und Temperatur bis hin zum Wachstum von Pflanzen, Pilzen oder Kleinstorganismen. Jedes dieser Teilchen simuliert also einen Baustein der natürlichen Abläufe. Auch die Prozesse rund um den Befall von Fichten mit Borkenkäfern werden abgebildet. Um die Funktionalität des Programms zu testen, wurde mit Daten aus dem Rachel-Lusen-Gebiet die jüngste Vergangenheit simuliert, also der Borkenkäfer-Befall in den 1990er Jahren. Das Ergebnis zeigt, dass die Berechnungen sehr nah an die Realität herankommen. Mit der Software ist es also möglich, die Waldentwicklung der nächsten 600 Jahre zu simulieren.

VON MODERATEN BIS STARK STEIGENDEN TEMPERATUREN

Die Simulation unterstellt vier verschiedene Klimaszenarien: Ein Kontrollscenario, bei dem sich die äußeren Umstände nicht ändern, einen moderaten Temperaturanstieg, einen starken Temperaturanstieg sowie einen starken Temperaturanstieg kombiniert mit mehr Niederschlägen. In allen Fällen wird es auch in der Zukunft weitere Borkenkäferwellen geben, bei starker Klimaerwärmung auch große, intensive Ausbruchswellen. Allerdings wird das aus der Mitte der 1990er Jahre bekannte Niveau nicht mehr erreicht. Und: Nach etwa 200 Jahren

gehen die Aktivitäten des Buchdruckers – in allen Berechnungen – deutlich zurück.

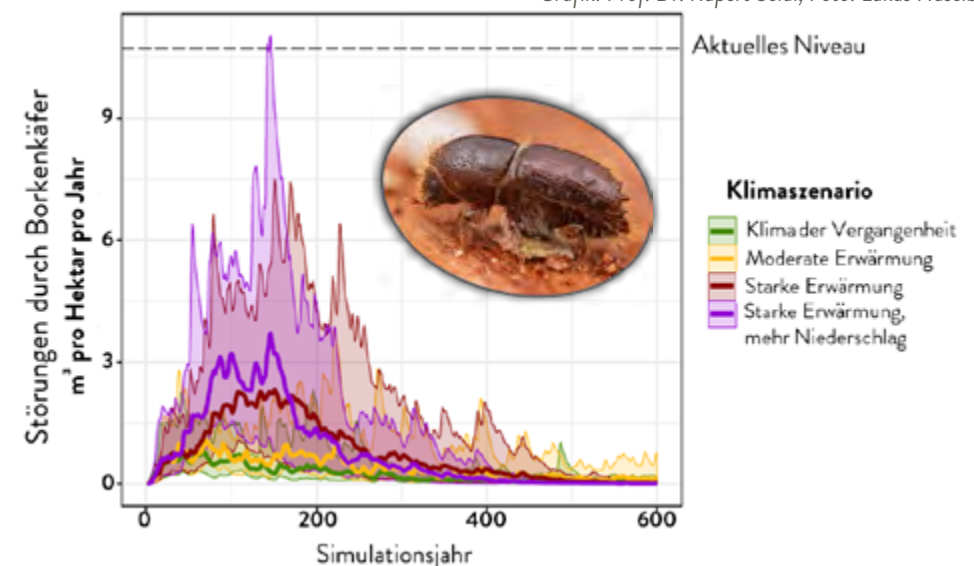
BUCHE UND TANNE KÄMPFEN SICH IN DIE HOCHLAGEN

Doch warum verschlechtern sich die Bedingungen für den Borkenkäfer? Es gibt zwei Gründe. Zum einen ändert sich bedingt durch die forstwirtschaftliche Nutzung die Struktur des Waldes. Gab es früher fast ausnahmslos gleichaltrige Fichtenforste, entwickeln sie sich heute immer mehr zu dynamischen Naturwäldern, wo es Lücken im Bestand gibt, wo alte neben jungen Bäumen wachsen. Der Borkenkäfer hat weniger Angriffsfläche – selbst wenn

es aufgrund des Klimawandels wärmer wird. Der zweite Grund ist die Zusammensetzung der Baumarten. Aufgrund der steigenden Temperaturen wird die Fichte in Zukunft ihre Rolle als Hauptbaumart verlieren. Buche und Tanne werden sich Stück für Stück in die Hochlagen vorkämpfen. In den beiden vom Computerprogramm simulierten Szenarien mit starkem Temperaturanstieg verschwindet die Fichte nach 600 Jahren sogar fast ganz aus dem Bayerischen Wald. Dem Buchdrucker fehlt in ferner Zukunft also schlicht die Nahrung.

Die vier Klimaszenarien zeigen, dass die Gefahr eines Befalls mit Borkenkäfern in 600 Jahren kaum mehr eine Rolle spielt.

Grafik: Prof. Dr. Rupert Seidl, Foto: Lukas Haselberger



KURZ UND BÜNDIG

- In naher Zukunft wird es immer wieder Borkenkäferwellen im Nationalpark geben.
- Strukturreiche Wälder sind weniger anfällig für großflächige Störungen.
- Bei starkem Temperaturanstieg wird nicht nur die Fichte, sondern auch der Buchdrucker langfristig zur Seltenheit.

INTERNATIONALE LOVESTORY

2016 konnte eine Fotofalle im Nationalpark zwei Wölfe fotografieren. Die Polin und der Italiener wurden ein Paar und zeugten 2017 den seit 150 Jahren ersten Wolfsnachwuchs in Bayern.

Eine Polin und ein Italiener suchen und finden sich. Im Böhmerwald gründen sie eine Familie. Warum dies außergewöhnlich ist? Weil damit nach langer Zeit ihrer Abwesenheit erstmals wieder Wölfe in der Region Fuß fassen.

Rückblick: Es ist Mai im Jahr 2015. Turnusgemäß werden die Bilder der Fotofallen im Nationalpark ausgelesen. Und dabei finden die Forscher eine kleine Sensation. Ein Wolf streift durch die Wälder der grenzüberschreitenden Schutzgebiete. Es ist der Anfang einer erfolgreichen Rückkehr der streng geschützten Tierart.

RÜCKKEHR OHNE MENSCHLICHE HILFE

Der Wolf gehört eigentlich seit jeher zur natürlichen Artausstattung des Böhmerwalds. Doch die Menschen sahen ihn als Gefahr und rotteteten ihn aus. 1848 wurde das letzte Tier auf bayerischer Seite geschossen. Anders als bei Luchs oder Habichtskauz, die nach ihrem Verschwinden Ende des 20. Jahrhunderts aktiv wieder angesiedelt wurden, gab es solche Bestrebungen nicht für den Wolf. Doch die Tiere hatten auch keine Hilfe nötig. Sie kamen von ganz allein. Ein Jahr nach der ersten Sichtung hielt eine Fotofalle bereits ein Wolfspaar fest. Genetische Untersuchungen von Kotproben zeigten, dass das Weibchen aus der zentraleuropäischen Tieflandpopulation, also aus Polen, eingewandert war. Ihr Begleiter wiederum stammt aus den italienischen Alpen. Es ist das erste Mal, dass es zwischen diesen beiden europäischen Teilpopulationen zum Austausch kommt und sich diese vernetzen. Wissenschaftler

der Nationalparks Bayerischer Wald und Šumava starten in enger Zusammenarbeit ein intensives Monitoring. Denn: Von Anfang an nutzen die Wölfe beide Schutzgebiete als Kern-Lebensraum.

ERSTE JUNGTIERE NACH 150 JAHREN

Die Wölfe wiederum begannen damit, sich fortzupflanzen. Im Sommer 2017 dokumentierte eine automatisch auslösende Videokamera vier Jungtiere. Es ist der erste Wolfsnachwuchs in Bayern seit über 150 Jahren. Von da an geht es für die kleine Population langsam bergauf. 2020 etabliert sich ein zweites Rudel in der Region. Grund-

KURZ UND BÜNDIG

- Wölfe kehrten 2015 auf natürliche Weise in den Böhmerwald zurück.
- Ein polnisches Weibchen und ein italienisches Männchen sorgten erstmals für Nachwuchs.
- Mittlerweile leben 26 Wölfe in der Region, drei Tiere wurden mit GPS-Sendern bestückt. Nutztiere kamen im Nationalpark Bayerischer Wald bislang nicht zu Schaden.

stein dafür legt ein Weibchen aus dem ersten Wurf und ein weiterer vermutlich aus Polen hinzugewanderter Wolf. Regelmäßig wird Nachwuchs dokumentiert. Dieser ist auf der Suche nach eigenen Gebieten durchaus reiselustig. Ein männliches Tier wird 2018 in der Mitte Thüringens nachgewiesen, ein anderer Rüde kommt im selben Jahr vor den Toren Hamburgs im Straßenverkehr ums Leben, nachdem er vorher bei seinen Verwandten in Sachsen vorbeigeschaut hat.

SENDER LIEFERN GENAUE DATEN

Um noch mehr über das Verhalten der Wölfe zu erfahren, begannen tschechische Wissenschaftler Ende 2020 damit, einzelne Tiere zu fangen, um ihnen GPS-Halsbänder anlegen zu können. Insgesamt drei Wölfe gaben auf diese Art und Weise schon ihre Bewegungsmuster preis. Eine der betreffenden Artgenossen, eine junge Wölfin, streifte mit ihrem Sender lange Zeit auch durch bayerische Wälder unterhalb des Falkensteins und Rachels. Zusammen mit Genproben und Fotofallenauswertungen bieten diese Daten den Forschern eine sehr gute Grundlage, um Aussagen über die gesamte Population im Böhmerwald zu machen. Die bestand im Februar 2022 aus vier Rudeln mit einer Größe von mindestens je fünf bis sechs Tieren sowie zwei Pärchen, zusammen 26 Tiere.



Ende 2021 gelang eine Aufnahme einer Wölfin mit vier Jungtieren, die im nördlichen Nationalpark-Gebiet unterwegs waren.

STRAHLENDE GESELLEN

A large, smooth, reddish-brown mushroom with a thick, white stem is growing from a log in a forest floor covered with dry leaves. The mushroom is the central focus, with its cap slightly tilted. The background is a blurred forest scene with sunlight filtering through the trees.

Steinpilze sind auch nach über 30 Jahren noch immer radioaktiv belastet. Foto: Peter Karasch

Die Wissenschaft lebt davon, klare Aussagen zu treffen. In Sachen radioaktiver Belastung von Pilzen ist dies nicht so einfach.

Was im Bayerwald oben gut bekömmlich ist, kann ein paar Kilometer weiter unten auf Dauer gesundheitsgefährdend sein.

Pilze sammeln ist gerade im Bayerischen Wald für viele Menschen ein Hobby. Doch können diese Früchte des Waldes angesichts der noch immer vorherrschenden Cäsium-Belastung des Bodens auch bedenkenlos gegessen werden? Mit Hilfe von Forschungsergebnissen des Nationalparks und der Goethe-Universität Frankfurt kann nun eine Antwort gegeben werden: Das Gesundheitsrisiko durch den Tschernobyl-Unfall im April 1986 ist auch heute noch relevant.

MESSUNGEN IN ABHÄNGIGKEIT ZUR TOPOGRAPHIE

Bisherige Messungen zur Belastung von Pilzen waren nicht räumlich standardisiert. Auch Geographie, Boden, Höhe und Exposition wurden nicht berücksichtigt. Beim Projekt des Nationalparks wurde nun nicht nur die Belastung der Pilze betrachtet, sondern auch die des Bodens in Abhängigkeit von der Topographie. Durch die Verknüpfung beider Komponenten erhält man letztendlich aussagekräftige Daten. Dafür etablierte man im Schutzgebiet 36 Probestellen mit einer Größe von 100 auf 100 Metern. Darin wurden Proben von Steinpilzen und Maronen sowie vom Boden genommen. Um repräsentative Aussagen zu erhalten, waren unterschiedliche Höhenstufen sowie West- und Osthänge im gesamten Nationalparkgebiet vertreten.

MARONE IST HÖHER BELASTET ALS DER STEINPILZ

Die Ergebnisse haben selbst die Forscher überrascht. Die Radioaktivität hat sich in den vergangenen 35 Jahren im Boden nicht nach unten abgesetzt. Die Belastung ist noch ähnlich hoch wie nach dem Reaktorunfall. Dementsprechend hoch ist auch die Belastung der Pilze. Generell ist die Marone höher belastet als der Steinpilz, da sie aufgrund ihres Stoffwechsels mehr Radioaktivität aufnehmen kann. Die höchste Belastung, die im Rahmen der Untersuchungen bei einer Marone gemessen

worden ist, lag bei 3100 Becquerel pro Kilogramm, beim Steinpilz waren es 601 Becquerel pro Kilogramm. Zum Vergleich: Wer Pilze gewerblich verkaufen will, muss Ware mit Werten jenseits der 600er-Marke entsorgen.

UNTERSCHIEDLICHE BELASTUNG IN DEN EINZELNEN GEBIETEN

Erstaunlich ist auch die unterschiedliche Belastung in den verschiedenen Gebieten und Höhenlagen. Zwischen Lusen und Rachel ist der Boden weniger kontaminiert als im Gebiet rund um den Großen Falkenstein. Im Lusen-

Rachel-Gebiet weisen vor allem Pilze in den Höhenlagen eine hohe radioaktive Belastung auf. Im Falkenstein-Rachel-Gebiet hingegen zeigt sich das gegenteilige Bild. Kontaminiert sind hier vor allem Pilze in den tieferen Lagen. Das zeigt, dass die Belastung der Pilze nicht unbedingt der Belastung des Bodens folgt. Generell lag die Belastung von einem Drittel aller Pilzproben über dem Grenzwert von 600 Becquerel pro Kilogramm. Das Risiko ist also nach wie vor da. Mit den Forschungsergebnissen kann nun jeder Sammler für sich bestimmen, welche Pilze aus welchen Gebieten er wie oft konsumiert.



Die höchste Strahlung, welche bei einer Marone gemessen wurde, lag bei 3100 Becquerel. Foto: Peter Karasch

KURZ UND BÜNDIG

- Die radioaktive Belastung des Bodens im Nationalpark ist noch ähnlich hoch wie nach dem Reaktorunglück von Tschernobyl.
- Die Marone weist eine deutlich höhere Radioaktivität auf als der Steinpilz.
- Ein Drittel aller Proben lag über dem gesetzlichen Grenzwert.

DAS GEHEIMNIS DES RACHELSEES

Anhand der Analyse von Pollen, die aus den Tiefen des Rachelsees geholt wurden, kann die Baumartenverteilung der vergangenen Jahrtausende nachgezeichnet werden. Foto: Steffen Krieger

Denkt man an einen Wald in der Region, hat man automatisch die Fichte im Kopf.

Aber: Dem war nicht immer so. In den Geschichtsbüchern steht auch eine andere Königin, die Kiefer.

Forscher rätseln zurecht, ob die Kiefer, die sich schon früher im Bayerischen Wald wohl fühlte, diesen Erfolg wiederholen könnte. Wäre das in Zeiten von Trockenheit und Klimawandel eine Option, wie ein neuer Wald ausschauen könnte? Liefert ein Blick in die Vergangenheit des Waldes die Lösung für heutige Probleme? Zusammen mit der Universität Bern unternahm der Nationalpark eine Zeitreise. Im Fokus dabei: Pollen, die im Rachelsee, im Alten Rachelsee sowie im Stangenfilz in verschiedenen Moorschichten verborgen lagen.

BAUMARTEN IM WANDEL DER ZEIT

Eine zeitliche Analyse des zu Tage geförderten Blütenstaubs zeigt: Zwischen 9500 und 8500 vor Christus, also bereits nach der letzten Eiszeit, gab es im Bayerischen Wald Wälder, die hauptsächlich aus Kiefern und Birken bestanden. Diese beiden Arten wurden dann im Laufe der Jahrtausende von Fichten, Eichen, Linden, Ulmen und Eschen verdrängt. Ab 6500 vor Christus wuchsen Buchen. 2000 Jahre später begann das Klima feuchter und milder zu werden, was Buchen und später auch Tannen stark begünstigt hat.

KURZ UND BÜNDIG

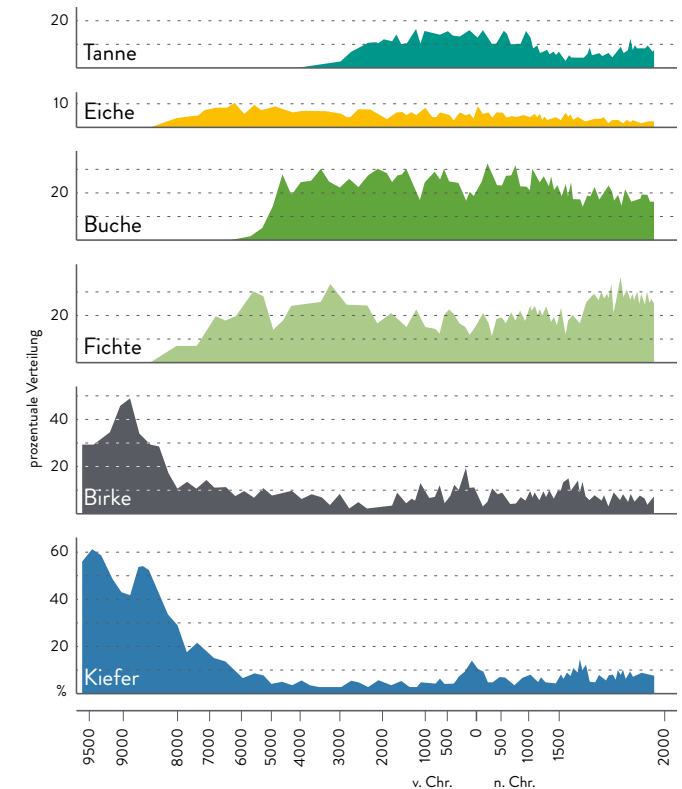
- Pollen aus Sediment- und Moorschichten verraten viel über die Baumarten der vergangenen 10 000 Jahre.
- Seit der Eiszeit konnten immer wieder neue Baumarten einwandern.
- Wälder sind über längere Zeiträume hinweg betrachtet hoch dynamische Ökosysteme

DER MENSCH FÖRDERTE FRÜH DIE FICHTE

Ab 2000 vor Christus ist schließlich auch ein menschlicher Einfluss nachweisbar. Hanf- und Getreide-Pollen sind Belege dafür, dass Grasland geschaffen wurde. Im Wald war die Tanne weiter auf Expansionskurs. Erst kurz vor Christi Geburt ging deren Anteil zurück, dafür kamen wieder vermehrt Birken und Kiefern vor, auch dank menschlicher Aktivitäten wie der Waldweide. Während der Völkerwanderungszeit nach dem Zerfall des Römischen Reiches verschwanden diese menschliche Spuren im Bayerischen Wald wieder. Erst im Frühmittelalter, also zwischen 800 und 1000 nach Christus, nahmen Menschen wieder mehr Einfluss auf die Umwelt. Der Offenlandanteil lag damals bei etwa 20 Prozent. Die Weidetierhaltung begünstigte den Wuchs von Wacholder und Fichte, benachteiligte jedoch die Tanne. In den folgenden 600 Jahren wurde der Wald immer lichter, Weidflächen gab's nun sogar in den Hochlagen. Die Analysen zeigen einen sprunghaften Anstieg von Kohleresten, wohl aufgrund der stärkeren Produktion von Holzkohle. Deswegen befanden sich zu dieser Zeit auch Buche und Tanne auf dem Rückzug. Die menschlichen Eingriffe waren zum Teil so stark, dass ursprüngliche Tannen- und Buchenwälder in Fichtenwälder umgewandelt wurden. Im 19. Jahrhundert wurde vor allem die Tanne auf breiter Fläche weiter zurückgedrängt, so dass die Fichte heute immer noch die häufigste Baumart im Bayerwald ist.

TANNENANTEIL STIEG AM RACHELSEE

Zwischen 1800 und 1900 wurde gerade im Bereich des Stangenfilzes unterhalb des Großen Rachels eine intensive Waldweide betrieben, die dazu führte, dass sich das Moor nicht mehr weiterentwickeln konnte. Am Rachelsee hingegen erholten sich die Wälder im selben Zeitraum, sogar der Tannenanteil stieg lokal. Dafür lagerten sich nun verstärkt industrielle Rußpartikel ab. Das Maximum dieser Entwicklung wurde in den 1970er und 1980er Jahren erreicht.



Baumartenverteilung am Rachelsee seit dem Jahr 9500 vor Christus.



DEN WALD WALD SEIN LASSEN

*Baumsprößlinge gehören ebenso zu einem intakten Wald
wie alte und abgestorbene Bäume. Foto: Simon Thorn*

Säuglingsstation, Kindergarten, Schule, Arbeit und Altenheim. Die Daseinsstadien, die es beim Menschen gibt,

kann man auch auf den Wald übertragen. Und wie beim Menschen gilt auch bei den Bäumen: Jedes Alter wird gebraucht.

Wenn der Mensch wie in den Naturzonen des Nationalparks Bayerischer Wald nicht in die Prozesse des Waldes eingreift, entsteht ein Kreislauf aus Werden und Vergehen, die Sukzession. Wie sich die Artenvielfalt im Laufe dieser natürlichen Prozesse entwickelt und welche der unterschiedlichen Entwicklungsstufen in Wäldern besonders wichtig für den Artenschutz sind, konnte nun auf breiter Datenbasis erforscht werden.

EIN KREISLAUF AUS WERDEN UND VERGEHEN

Wenn Bäume sterben, entstehen Lücken im Kronendach und Licht fällt auf den Waldboden. Sämlinge haben nun die Chance, zu keimen und zu neuen Bäumen heranzuwachsen. Das Kronendach schließt sich wieder

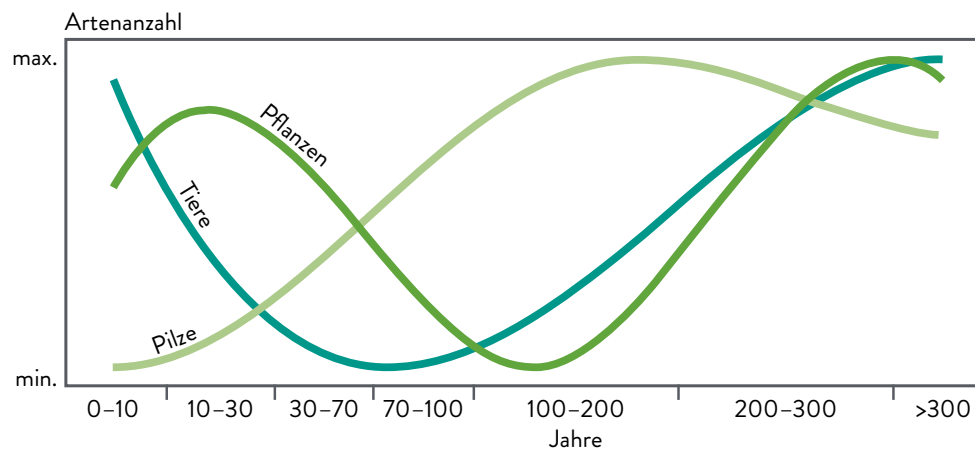
und der Kreislauf beginnt von vorne. In jedem Entwicklungsstadium gibt es eine bestimmte Artenvielfalt. Im internationalen Naturschutz standen lange Zeit aber nur die späten Waldentwicklungsphasen im Fokus: Alte Wälder mit alten Bäumen galten als Inbegriff des Urwaldes und Zielgröße im Waldnaturschutz.

JUNGE WÄLDER SIND GENAUSO ARTENREICH WIE ALTE WÄLDER

Dass dieser Ansatz zur Steigerung der Biodiversität nicht ausreichend ist, zeigen Forschungen des Nationalparks. Bereits in den 1990er Jahren wurde eine Kurve der Artenvielfalt von Tieren und Pflanzen entlang aller Sukzessionsstadien eines Waldes entwickelt. Über 20 Jahre später wurden diese Kurven datenbasiert neu berechnet und um die Di-

versität der Pilze ergänzt. Insgesamt basieren diese neuen Berechnungen auf über 3000 im Nationalpark erfassten Arten.

Die Ergebnisse liefern wichtige Ansätze, wie artenreiche Wälder zusammengesetzt sein sollten. Gerade frühe Entwicklungsstadien, die in Forschung und Naturschutz lange wenig Beachtung gefunden haben, stellen für viele Tier- und Pflanzenarten einen wichtigen Lebensraum dar. Tatsächlich sind junge Wälder nach Störungen, wie zum Beispiel Borkenkäferbefall, genauso artenreich wie alte Wälder – gerade bei Pflanzen und Tieren. Pilze hingegen zeigen die höchste Vielfalt in den dichten Wäldern der mittleren Entwicklungsphasen. Pflanzenfresser, grüne Pflanzen sowie Arten, die abgestorbene Biomasse zersetzen, kommen sowohl am Anfang als auch am Ende des Kreislaufes häufig vor.



In jungen und sehr alten Wäldern findet sich eine hohe Artenvielfalt.

BLEIBT DIE VIELFÄLTIGE LANDSCHAFT IM NATIONALPARK BESTEHEN?

Generell finden sich in jeder Entwicklungsphase unterschiedliche Artenzusammensetzungen was wiederum unterstreicht, wie wichtig alle sind, um eine hohe Artenvielfalt in einer Landschaft vorzufinden. Im Nationalpark Bayerischer Wald ist diese hohe Vielfalt an Waldentwicklungsphasen im ehemaligen Wirtschaftswald durch die Störungen in den jüngsten 30 Jahren ohne menschliches Zutun entstanden. Ob diese vielfältige Landschaft erhalten bleibt oder ob dichtere und homogene Bestände in der Zukunft wieder dominanter werden, ist offen und in der Zukunft zu erforschen. Erste Datenanalysen deuten aber auf die Entwicklung heterogener Waldlandschaften hin.

KURZ UND BÜNDIG

- *In jedem Entwicklungsstadium finden sich unterschiedliche Artenzusammensetzungen.*
- *Nicht nur alte Wälder, sondern auch junge Entwicklungsphasen haben eine besonders hohe Artenvielfalt.*
- *Um die Biodiversität zu steigern, müssen Bäume aller Entwicklungsphasen vorhanden sein.*

IM TOD TOBT DAS LEBEN



Der Tod ist nicht das Ende. Von Aas, das im Wald verbleibt, profitieren viele Arten, wie diese Amsel. Foto: Andreas Rückerl

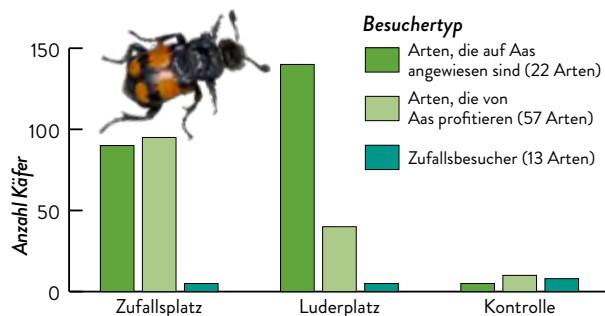
Die Natur kennt keine Verschwendung. So ist auch der Tod nicht umsonst. Tote Tiere sind ein Lieferant für neues Leben.

Bakterien und Pilze leisten dabei Gewaltiges. Um den Laden am Laufen zu halten, kommt es eben oft auf die Kleinsten an.

Was passiert eigentlich mit großen Tierkadavern im Wald? Antworten darauf liefert ein neuer Forschungsschwerpunkt des Nationalparks. Denn: Die natürlichen Prozesse der Zersetzung von Kadavern finden in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft nahezu nicht mehr statt. Nicht einmal in Nationalparks ist es üblich, Rothirsch, Reh und Co. nach ihrem Ableben im Wald zu belassen. Dabei ist Aas ein wahrer Hotspot der biologischen Vielfalt. Profiteure sind nicht nur Bakterien, Pilze und große Beutegreifer – sondern vor allem Insekten.

UNFALLWILD FÜR DEN WILDEN WALD

Tierkadaver stellen die nährstoffreichste Form toter organischer Materie dar. So entspricht ein verwesender Hirschkadaver auf kleiner Fläche ungefähr demselben Ressourcenwert wie eine 100-jährige Düngung. Der Effekt hat also eine hohe Konzentration, dafür aber eine geringe räumliche Ausprägung. Welche Auswirkungen das Verbleiben toter Biomasse im Wald für die Artenvielfalt hat, wird seit 2018 im Nationalpark Bayerischer Wald detailliert untersucht. Dazu werden Kadaver an Zufallsplätzen sowie permanent eingerichteten Luderplätzen ausgelegt. Die ausgebrachten Tiere kamen bei Verkehrsunfällen oder im Rahmen der Wildbestandsregulierung ums Leben.



Ergebnisse belegten die Funktion von Aas als entscheidendes Bindeglied im Ökosystem.

ROTE-LISTE-ARTEN ZU BESUCH AM KADAVER

Eine erste Studie wies 17 aasfressende Wirbeltiere an Hirschkadavern nach. Darunter Luchs, Wildkatze, Baummarder, Seeadler und Rotmilan – allesamt Arten, die in Deutschland auf der Roten Liste stehen. Die Tiere kamen umso häufiger, je größer der Kadaver war. Signifikant war zudem eine erhöhte Besuchsfrequenz in den Wintermonaten. Gerade dieser Punkt zeigt, dass durch die Anreicherung großer Kadaver in der kalten Jahreszeit ganz gezielt die Wirbeltier-Diversität gefördert werden kann.

INSEKTEN MIT HOHER BIOLOGISCHER VIelfALT AN FESTEN LUDERPLÄTZEN

Während es bei den Wirbeltieren keine Diversitätsunterschiede zwischen den Zufallsplätzen und den fest eingerichteten Luderplätzen gab, zeigte eine weitere Studie, dass die Insektenvielfalt an den wiederholt mit Aas bestückten Orten deutlich höher ist. Das liegt daran, dass sich dort im Boden Zersetzungsflüssigkeiten dauerhaft anreichern können. Diese Inseln dienen als wichtiger Rückzugsort, insbesondere für bedrohte Rote-Liste-Arten. Nur hier konnte etwa der Buntkäfer (*Necrobia violacea*) nachgewiesen werden. Forscher fanden zudem den sehr seltenen primitiven Aaskäfer (*Necrophilus subterraneus*) und den

Viele Arten sind auf die Ressource Aas angewiesen. Foto: Heiko Bellmann



Auch spektakuläre Arten, wie der Seeadler, kamen zu den ausgelegten Kadavern.

Scheinstutzkäfer (*Sphaerites glabratus*). Diese beiden Arten sind die einzigen Vertreter ihrer Gattungen in ganz Europa und neben zahlreichen weiteren kadaverbesuchenden Käfern von essentieller Bedeutung innerhalb der komplexen Zersetzungskette von Aas. Ihr Nachweis unterstreicht die Wichtigkeit von Aas zum Erhalt der Insektenbiodiversität.

KURZ UND BÜNDIG

- Aas ist ein entscheidendes Bindeglied im Ökosystem Wald.
- Luchs, Wildkatze und Co. nutzen Kadaver vor allem im Winter als Nahrung.
- Im Sommerhalbjahr übernehmen kadaverbesuchende Käfer einen wichtigen Job in der Zersetzungskette.

DIE ZWEI SEITEN DER MEDAILLE

Im Nationalpark Bayerischer Wald wurde für die Studie Totholz ausgelegt. Foto: Sebastian Seibold

„Totholz ist gut für die Artenvielfalt“, sagen die einen. „Totholz gibt Kohlenstoffdioxid frei und ist schlecht fürs Klima“, sagen die anderen. Doch was stimmt nun? Forscher aus dem Nationalpark Bayerischer Wald haben sich mit diesen Themen beschäftigt.

Wie können sowohl der Klimawandel als auch das Aussterben vieler Arten verlangsamt werden? Das sind drängende Fragen unserer Zeit. Um Antworten zu erhalten, braucht man Daten, wie der Kohlenstoffkreislauf aussieht, wo auf dieser Erde wie viel Kohlendioxid gespeichert und freigesetzt wird. Für Wälder, Ozeane oder Böden gibt es schon zahlreiche internationale Modelle. Eine Wissenslücke klaffte im Bereich Totholz und Insekten auf. Dank dem Besenstiel-Projekt sind die Klimafor-scher nun schlauer.

55 FORSCHUNGSFLÄCHEN AUF ALLEN KONTINENTEN

Um auch in diesem Bereich international aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurden vom Nationalpark insgesamt 55 Forschungsflächen auf allen Kontinenten festgelegt. Jeder Wald-Typ in den unterschiedlichsten Klimazonen war dabei vertreten. An jedem Standort wurden drei heimische Hölzer



ausgelegt sowie ein Besenstiel aus Buchenholz aus dem Bayerischen Wald – um Vergleiche ziehen zu können. Am Ende waren auf allen Forschungsflächen weltweit 142 verschiedene Baumarten zu finden – von der Fichte über Schraubenpalmen bis hin zu Kautschukbäumen. Die Hälfte der Hölzer war für Insekten zugänglich, die andere nicht, um die Rolle der Insekten beim Abbau von Totholz zu ermitteln. Über drei Jahre hinweg wurde an den Standorten beobachtet, wie unterschiedlich schnell die Hölzer verrotten.

WIE VIEL KOHLENSTOFF GIBT TOTHOLZ FREI?

Im Rahmen der Studie konnte festgestellt werden, dass Totholz bei der Zersetzung jährlich eine beachtliche Menge Kohlenstoffdioxid (CO₂) freigibt – ungefähr 25 Prozent dessen was aus Böden freigesetzt wird. Totholz spielt also eine klimarelevante Rolle im globalen Kohlenstoffkreislauf. Allerdings ist dabei zu beachten, dass 93 Prozent dieser jährlichen natürlichen Freisetzung von Kohlenstoff aus Tropenwäldern stammt. Ein Drittel dieser Kohlenstoff-Freisetzung geht wiederum auf Insekten zurück. Denn gerade in wärmeren Gebieten zersetzen Insekten Totholz schneller. In kälteren Regionen kann der Trend auch in eine andere Richtung gehen. Hier haben zum Beispiel manche Borkenkäfer Pilze im Gepäck, die schlechte Holz-Zersetzer sind. Dann verlangsamt sich der Abbauprozess. Klar ist, dass sowohl die Erderwärmung als auch der Biodiversitätsverlust bei Insekten das Potential haben, den Holzabbau und damit die Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe weltweit zu verändern und den Klimawandel mit zu beeinflussen.

Die gleiche Versuchsanordnung wie im Bayerischen Wald fand man auch in Madagaskar. Foto: Sebastian Seibold



In den Totholzstämmen konnten verschiedenste Käfer, wie ein Schnellkäfer (Elateridae, links) und ein Zuckerkäfer (Passalidae, rechts), gefunden werden. Foto: Annika Busse

KOOPERATION

Für das Forschungsprojekt konnte der Nationalpark Bayerischer Wald viele Mitspieler ins Boot holen. Der Nationalpark Berchtesgaden, die Julius-Maximilians-Universität Würzburg und die Technische Universität München waren zentrale Partner, dazu kamen über 30 kooperierende Forschergruppen aus aller Welt.

DIE ZWEI SEITEN DER MEDAILLE

CO₂-Messungen werden im Nationalpark auch mit dem Forschungsturm am Lackberg durchgeführt. Foto: Rainer Steinbrecher



EIN WIDERSPRUCH ZWISCHEN ARTEN- UND KLIMASCHUTZ?

Totholz gibt also eine beachtenswerte Menge CO₂ frei. Steht dieser negative Effekt auf das Klima im Widerspruch mit dem Artenschutz? Schließlich ist Totholz – wie zahlreiche internationale Studien belegen – für den Erhalt der Artenvielfalt von überragender Bedeutung.

Zur Beantwortung dieser Frage wurde im Nationalpark Bayerischer Wald an einem belassenen Windwurf am Lackberg nahe des Großen Falkensteins nach dem Sturm Kyrill untersucht, welche Konsequenzen ein abgestorbener Waldbestand für das Klima hat. Dabei stellten sich zunächst zwei Fragen: Welche Mengen CO₂ werden nach der Störung aus dem Waldökosystem in die Atmosphäre freigesetzt? Und wie viele Jahre vergehen, bis das Vegetationskleid, also Gräser, Kräuter und Baumverjüngung, wieder mehr Biomassekohlenstoff im Waldökosystem speichert als es als CO₂ in die Atmosphäre freisetzt?

Seit 2009 werden kontinuierliche, zeitlich hoch aufgelöste Messungen von CO₂ und meteorologischen Größen wie Temperatur, Strahlung, Wind unter anderem durch das Institut für Meteorologie und Klimaforschung (KIT/IMK-IFU) am Lackberg durchgeführt. Mit geeigneten biophysikalischen Modellen ist es nicht nur möglich, die Aufnahme von CO₂ in die Biomasse zu bestimmen, getrennt nach Baumverjüngung und niedriger Vegetation. Ebenso kann die Freisetzung von CO₂ in die Atmosphäre, getrennt nach Vegetation und Boden einschließlich dem Totholz, berechnet werden.

LIEGEND ODER STEHEND: CO₂-FREISETZUNG IM FICHTENWALD BLEIBT GLEICH

Die Forschungen ergaben, dass die jährliche Freisetzung von CO₂ aus Totholz und Bodenumus mit geringer Schwankung bei sieben Tonnen Kohlenstoff pro Hektar liegt. Dies entspricht der Menge, die ein lebender Fichtenwald freisetzt. Naturwälder mit viel Totholz sind also keine CO₂-Schleudern.

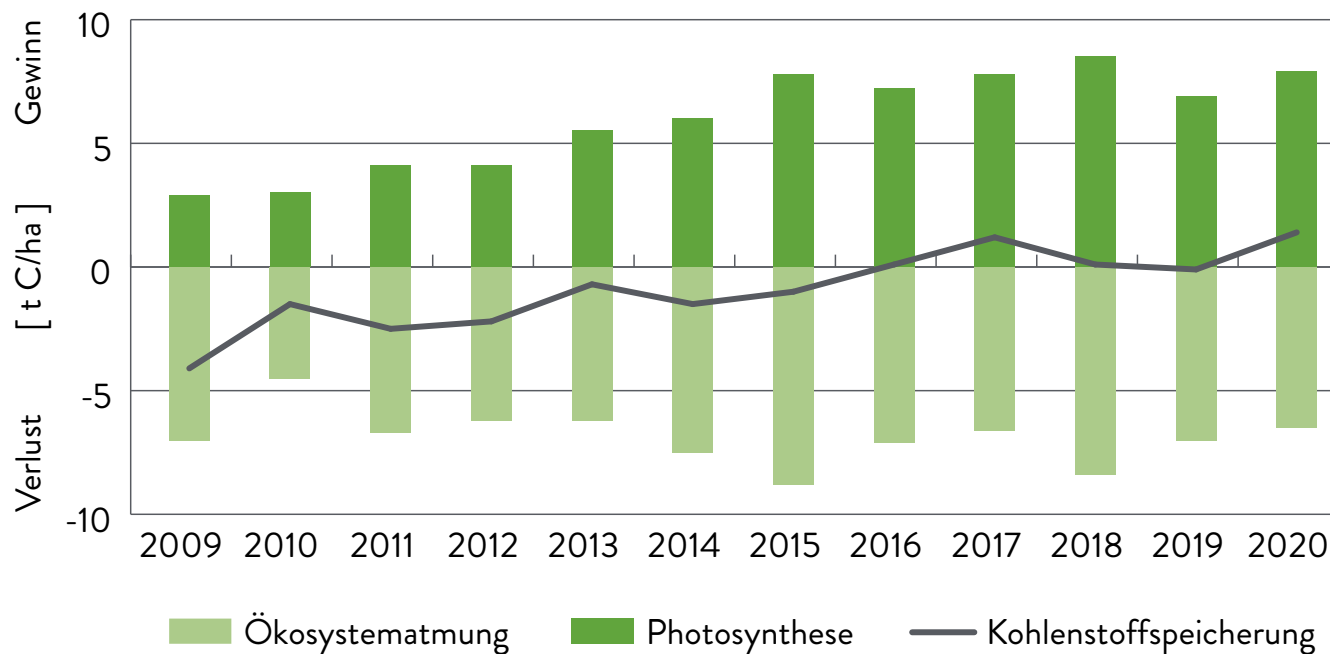
Vorläufige Berechnungen zeigen, dass am Lackberg die jährliche Bindung von CO₂ durch Photosynthese im nachwachsenden Bestand seit 2017 mit durchschnittlich 7,7 Tonnen Kohlenstoff je Hektar etwas größer ist als die Freisetzung, wobei die Baumverjüngung zunehmend bedeutsamer gegenüber Gräsern und Farnen geworden ist. Bereits zehn Jahre nach Kyrill ist dieses sturmgeworfene Waldökosystem wieder ein CO₂-Speicher.

Diese Ergebnisse zeigen, dass in Waldgebieten gemäßigter Breiten wie dem Bayerischen Wald auch große Totholzmengen nach Störungsereignissen nicht zu einer übermäßigen und dauerhaften CO₂-Quelle werden und somit hier kein Widerspruch zwischen Arten- und Klimaschutz besteht. Forderungen, Totholz aus Klimaschutzgründen aus dem Wald zu entfernen, sind also unbegründet.



Windwurffläche am Lackaberg aus ungefähr dem selben Winkel fotografiert. Enstanden sind die Fotos in den Jahren 2008 (links) und 2017 (rechts).
Fotos: Rainer Steinbrecher, Wilhelm Breit

Schon nach wenigen Jahren entwickeln sich Totholz-Flächen zu Kohlenstoffspeichern.



KURZ UND BÜNDIG

- Abgestorbene Bäume sind von überragender Bedeutung für die Artenvielfalt.
- Der Abbau von Totholz setzt hohe Mengen Kohlenstoff frei – vor allem in den Tropen.
- Insekten spielen bei der Totholzzersetzung eine wichtige Rolle.
- Der Verlust der Artenvielfalt kann folglich Kohlenstoffkreisläufe beeinflussen.
- In Wäldern gemäßigter Breiten führen großflächige Störungen nicht zu einem vermehrten CO₂-Ausstoß.
- Der positive Effekt von Totholz auf die Biodiversität wirkt sich nicht nachteilig auf den Klimaschutz aus.

RÜCKKEHR NACH ÜBER 100 JAHREN



Erstmals nach über 100 Jahren wurde der Unwaldrelikt-Käfer *Peltis grossa* 2019 im Nationalpark Bayerischer Wald nachgewiesen. Foto: Lukas Haselberger

*Wenn man eine Nadel im Heuhaufen sucht, sind die Chancen auf Erfolg größer, wenn viele mithelfen. So war es auch beim Monitoring des seit 1906 verschollenen Urwaldreliktkäfers *Peltis grossa*. Letztendlich war die Mühe von Erfolg gekrönt.*

Mit einer Größe von bis zu zwei Zentimetern ist *Peltis grossa* gar nicht so klein und auch nicht leicht zu übersehen. Aber wenn der Lebensraum für den vom Aussterben bedrohten Rauhen Flachkäfer fehlt, fehlt auch der Käfer selbst. Und so war es auch über 100 Jahre lang. Mit der zunehmenden Bewirtschaftung des Waldes im 20. Jahrhundert gingen immer mehr Naturwälder verloren. Dickes Totholz, auf das *Peltis grossa* angewiesen ist, blieb nicht mehr im Wald und so verschwand die Art.

ERSTER FUND IN EINER BORKENKÄFERFALLE

Im Jahr 2018 landete ein Exemplar durch Zufall in einer Borkenkäferfalle im Nationalpark Šumava. Ein Jahr später konnte *Peltis grossa* auch auf bayerischer Seite nachge-

wiesen werden. Dies war der Ausschlag für die Nationalparks Bayerischer Wald und Šumava, 2020 ein breit angelegtes, grenzüberschreitendes Monitoring durchzuführen. 36 freiwillige Helfer, vom Kind bis zum Rentner, suchten auf 104 Flächen nach dem seltenen Gesellen. Dabei musste unbedingt auf passende Bedingungen geachtet werden. Der Käfer ist vor allem in warmen Nächten über 19 Grad aktiv und dann auf dem Fichtenporling-Baumpilz oder auf der Rinde von Fichtentotholz zu finden.

Letztendlich war die Suche vor allem auf tschechischer Seite erfolgreich: Während auf bayerischer Seite lediglich ein Käfer sowie drei Bohrlöcher gefunden wurden, verzeichnete man auf der anderen Seite der Grenze insgesamt 115 Nachweise der Art. Das Hauptvorkommen liegt rund um den Plöckenstein in einem Umkreis von zehn Kilometern.

AUSBREITUNG DANK WENIGER ÜBERLEBENDER

Doch wie lässt sich die Auferstehung von *Peltis grossa* erklären? Windwurf- und Borkenkäferereignisse der vergangenen zwei Jahrzehnte haben in beiden Nationalparks für ausreichend

vorhandenes Totholz gesorgt. Die erste „Totholz-Welle“ in den 1990er Jahren hat allerdings für eine Ansiedlung nicht gereicht. Erst 30 Jahre später sind für den Rauhen Flachkäfer wieder geeignete Lebensraumbedingungen entstanden. Eine Wiederansiedlung war allerdings nur möglich, weil es eine kleine Quellpopulation, also letzte Überlebende der Urwaldrelikart, gab. Nach den Erkenntnissen des Monitorings war diese im Plöckensteingebiet.

NATUR NATUR SEIN LASSEN ALS BESTE VORAUSSETZUNG


Die Studie zeigt, dass sich Arten, die als großflächig ausgestorben galten, wieder verbreiten können – dies aber sehr lange dauert. Die Quellpopulation braucht zunächst Zeit, um sich zu erholen und zu wachsen. Erst dann kann sie sich ins Umland ausbreiten – und dies klappt auch nur, wenn dort die passenden Lebensräume vorhanden sind. Nachdem die beiden Nationalparks Bayerischer Wald und Šumava das größte zusammenhängende Waldschutzgebiet Mitteleuropas sind und dort die Philosophie „Natur Natur sein lassen“ gilt, hat *Peltis grossa* gute Karten. Seine Wohnung ist fertig eingerichtet, jetzt geht es ans Einziehen.



Beim grenzüberschreitenden Monitoring 2020 waren 36 freiwillige Helfer im Einsatz. Nur mit Hilfe von „Citizen Science“, also der Beteiligung der Bevölkerung an der Forschung, konnten in beiden Nationalparks große Flächen untersucht werden.

KURZ UND BÜNDIG

- Ausgestorben geglaubte Arten können sich wieder ansiedeln.
- Notwendig dafür sind einige Überlebende und ein geeigneter Lebensraum.
- Da die Populationen langsam wachsen, müssen Naturschutzkonzepte langfristig ausgelegt sein.

An aerial photograph of a forest landscape. The ground is covered with a dense layer of dead, grey tree trunks and branches, indicating a high level of tree mortality. Interspersed among these dead trees are several living trees with vibrant autumn foliage in shades of orange, red, and yellow. The overall scene suggests a forest in a state of transition or recovery after a disturbance.

VON OBEN GEHT'S GENAUER UND BILLIGER

*Bäume aus der Luft zählen ist deutlich effizienter
und einfacher als vom Boden aus.*

Man sieht den Wald ja vor lauter Bäumen nicht. Und dann soll man die auch noch zählen? Genau vor diesem Problem stehen Forscher bei der Inventur des Waldes. Doch zum Glück springt hier mittlerweile die Technik ein.

Der Fortschritt macht nämlich auch vorm Baumzählen nicht Halt. Musste man früher mühsam durch den Wald stapfen und Bäume zählen, geht es heute einfacher. Vom Flugzeug aus ist die Arbeit im Nu erledigt – und billiger ist es obendrein.

EINST MUSSTE JEDER BAUM PER HAND GEZÄHLT WERDEN

Herkömmliche Waldinventuren sind sehr zeit- aufwändig und personalintensiv. So wurden im Nationalpark alle zehn Jahre Kosten von über einer Million Euro verursacht. An insgesamt rund 5800 Inventurpunkten mussten jeweils auf einer Probefläche von 500 Quadratmetern alle Bäume nach Art, Höhe und Durchmesser erfasst sowie die Waldbestände kartographisch beschrieben werden. Und diese mehrere Mo-

nate dauernden Arbeiten ergaben letztendlich auch nur stichprobenartige Informationen.

DANK LASER NUR NOCH EIN FÜNFTEL DER KOSTEN

Dass diese Arbeiten nicht zwangsweise vom Boden, sondern auch von der Luft aus erledigt werden können, haben Forschungen des Nationalparks gezeigt. Als besonders leistungsstark erwies sich ein Laser. Dieser tastet von einem Flugzeug aus das Gelände mit kurzen Impulsen ab, ein dreidimensionales Höhenprofil des Waldes kann dadurch erstellt werden. Mit dieser Methode können bis zu 300 000 Messungen pro Sekunde durchgeführt werden, was bis zu 50 Messpunkte auf einem Quadratmeter ergibt. Die Ergebnisse sind dabei sehr genau – mindestens so gut wie die Messungen vom Boden aus. Darüber hinaus können die notwendigen Arbeiten innerhalb weniger Tage zu rund einem Fünftel der Kosten durchgeführt werden.

Schaut man sich die gewonnenen Daten an, sieht man, dass sich der Nationalpark schnell verändert. 1989 war noch über die Hälfte der Flächen von Nadelwäldern bedeckt. Gut 28 Jahre später lag dieser Wert nur mehr knapp über 20 Prozent. Dafür hat sich der Anteil der Laubwälder von unter zehn auf über 30 Prozent gesteigert – und auch die Mischwälder sind mehr geworden. Dies zeigt sich

auch in der Baumartenzusammensetzung in der Verjüngung auf Freiflächen. Gab's 2008 noch einen Fichtenanteil von 70,2 Prozent, sank dieser Wert bis 2021 auf 60,6 Prozent. Im selben Zeitraum legten Buchen von 22,2 auf 27,6 Prozent zu, Tannen von 3,1 auf 5,4 Prozent.

DETAILLIERTE AUSWERTUNGEN ÜBER JAHRE HINWEG

Außerdem ergibt sich mit dem Laser ein weiterer Vorteil: Die gesammelten Daten sind nicht nur für das aktuelle Management von Bedeutung, sondern erlauben auch über

Jahre hinweg detaillierte Auswertungen zu unterschiedlichen Fragestellungen. So lassen sich beispielsweise Erkenntnisse über das Wachstumsverhalten der Bäume oder über die Strukturvielfalt der Flächen gewinnen, die so bislang nicht möglich waren. Daher ist gerade der Einsatz von Laserscanning-Methoden ein bedeutendes Werkzeug im Naturschutz und im Management natürlicher Ressourcen.

Mit Hilfe von Laser-Scanning kann mittlerweile nicht nur die Anzahl der Bäume bestimmt werden, sondern auch ob es sich um Laub-, Nadelbäume oder Totholz handelt.



KURZ UND BÜNDIG

- Das Laser-Scannen des Waldes ist günstiger und liefert bessere Daten.
- Die Methode liefert kontinuierliche Informationen über das komplette Nationalpark-Gebiet.
- Tannen und Buchen sind auf dem Vormarsch, die Fichte geht zurück.

ZEBRASTREIFEN FÜR ELCHE



Die Elchpopulation kann nur mit Hilfe von Schutzmaßnahmen wachsen. Foto: Thies Hinrichsen

Wären Zebrastreifen für Elche sinnvoll? Wenn die Tiere wüssten, diese Überquerungsmöglichkeit für sich zu nutzen, dann sicherlich. Denn der Straßenverkehr ist der größte Feind der Tiere.

In den vergangenen Jahren wurden immer weniger Elche im Böhmerwald gesichtet. Erklären ließ sich der Rückgang der kleinen Population, die aktuell auf zehn bis 20 Tiere geschätzt wird, zunächst nicht. Erst grenzüberschreitende Forschungen brachten etwas Licht ins Dunkel.

DATENSÄTZE AUS DREI LÄNDERN ZUSAMMENGESTELLT UND AUSGEWERTET

In Deutschland, Österreich und Tschechien wurden zunächst die Elchbeobachtungen aus den Jahren 1958 bis 2019 gesammelt und in eine Datenbank mit insgesamt 771 Datensätzen gepackt. Auf Basis dieser Daten konnten drei Fragen beantwortet werden: Wie haben

sich die Beobachtungen sowie das Verbreitungsgebiet entwickelt? Was sind die wichtigsten Ursachen, an denen die Tiere sterben? Und wie viele für den Elch geeignete Lebensräume stehen zur Verfügung?

50 JAHRE LANG WUCHS DIE ELCHEPOPULATION STARK AN

Die Ergebnisse zeigen einen starken Anstieg der Elchbeobachtungen nach dem Jahr 1958 mit Spitzenwerten in den 1990er Jahren und um 2010. Nach dem Jahr 2013 gab es einen starken Rückgang der Meldungen. Doch was ist der Grund für diese Entwicklung? Steht nicht ausreichend Lebensraum für die Tiere zur Verfügung?

Elche leben bevorzugt in höheren Lagen zwischen 700 und 1000 Metern mit Feuchtgebieten, Wäldern und natürlichem Grasland. Steile Hänge und Gebiete mit menschlichen Aktivitäten meiden sie. Solche Gebiete sind auch außerhalb des derzeitigen Verbreitungsgebiets vorhanden. Der Lebensraum kann also nicht der begrenzende Faktor sein, der die Ausbreitung der Elche verhindert. Die Auswertung der Daten hat letztendlich gezeigt, dass die Elche in erster Linie durch menschliche Einflüsse zu Tode gekommen sind: Es gab 13 Unfallopfer. Vier Tiere wurden erlegt.

SCHUTZMASSNAHMEN ÜBER GRENZEN HINWEG

Um die Elchpopulation zu erhalten, sind sofortige grenzüberschreitende Schutzmaßnahmen notwendig. In erster Linie muss versucht werden, Wildunfällen vorzubeugen und gegen illegale Tötungen konsequent vorzugehen. Auch bei der Planung von Infrastrukturen und Erschließungsmaßnahmen müssen die Lebensraumansprüche der Elche stärker berücksichtigt werden.

INFO

Die Grenzregion zwischen Österreich, der Tschechischen Republik und Deutschland beherbergt das südwestlichste Vorkommen von Elchen in Kontinentaleuropa. Die Population stammt ursprünglich aus Polen, wo Elche nie ausstarben, aus der ehemaligen Sowjetunion einwanderten oder nach dem Zweiten Weltkrieg wieder angesiedelt wurden.

KURZ UND BÜNDIG

- Die Elchpopulation ist in den vergangenen zehn Jahren stark zurückgegangen.
- Verkehrsunfälle und Abschüsse sind die häufigsten Todesursachen.
- Nachdem geeignete Lebensräume vorhanden sind, kann die Population mit Hilfe von Schutzmaßnahmen wieder wachsen.



In Einzelfällen streifen Elche bis in den Nationalpark Bayerischer Wald, wie ein paar wenige Fotofallen-Nachweise, wie dieser aus dem Jahr 2015, belegen.

A photograph of a forest stream with moss-covered rocks and a small waterfall. The water is flowing over the rocks, creating a soft, blurred effect. The surrounding forest is dense with green foliage and trees.

WASSER WIRD WENIGER

*Bis zu 30 Prozent weniger Wasser als noch vor 20 Jahren
gelangt über Bäche in die Täler. Foto: Thies Hinrichsen*

Der Klimawandel ist weit weg? Weit gefehlt! Das weltweit zu beobachtende Phänomen macht sich auch vor der eigenen Haustür bemerkbar.

Im Nationalpark Bayerischer Wald sind Veränderungen festzustellen, die teils gravierender sind als im globalen Mittel.

Seit Jahrzehnten hat das Schutzgebiet die Schlüsselvariablen des Klimas genau im Blick. Das heißt Temperatur, Niederschlag, Sonnenstrahlung und Co. werden detailliert erfasst. Dafür sorgen zahlreiche Forschungseinrichtungen, etwa die Wetterstation Waldhäuser oder die Pegelstation Taferlruck. Wertet man die Daten aus, so steht schnell fest: Der Klimawandel macht vor dem Bayerwald nicht halt.

MEHR SONNENSCHNEIN IM WALD

Augenscheinlichster Effekt: In den mittleren Höhenlagen ist es mittlerweile knapp 2 Grad Celsius wärmer – im Sommer wie im Winter. Damit einhergehend stieg auch die Sonnenscheindauer um jährlich fast 300 Stunden. Beide Veränderungen setzten erst mit Beginn der 1980er Jahre ein. Bis dahin führte vor allem die Freisetzung von Schwefeldioxid bei Verbrennungsprozessen in Industrie, Verkehr und Co. zur Bildung von Aerosolen, also feinsten Teilchen in der Atmosphäre, die Sonnenstrahlung ins Weltall zurückwarfen oder schluckten. So konnte sich die Erwärmung durch die Freisetzung von Klimagasen wie Kohlenstoffdioxid und Methan vorerst nicht durchsetzen. Erst durch die erfolgreichen Luftreinhaltemaßnahmen auf der Nordhalbkugel prägte sich der rasante Temperaturanstieg aus.

WENIGER REGEN, WENIGER ABFLUSS

Ein gegenteiliges Bild gibt's bei den Niederschlägen. Seit der Jahrtausendwende gingen diese um 257 Liter pro Quadratmeter zurück, hauptsächlich im Winter. Die Folgen für den Wasserhaushalt sind enorm und alarmierend zugleich. Nicht nur die Menge an Neuschnee fällt rückläufig – und zwar um 41 Prozent. Auch die Zeitspanne, in der es eine geschlossene Schneedecke gibt, geht beständig zurück. Im Umkehrschluss ist in der Pflanzenwelt im Frühling ein früherer Austrieb zu beobachten. All das führt dazu, dass sich weniger Grundwasser bilden kann. Insbesondere in jüngster Vergangenheit gab es viele niederschlagsarme Jahre, wodurch der Grundwasserstand deutlich nach unten ging. Das Speichervolumen im Untergrund insgesamt ist vergleichsweise klein – es muss durch Niederschläge am besten jährlich wieder aufgefüllt werden.

Doch es kommt nicht nur weniger Wasser hinein in den Bayerwald, sondern es fließt auch weniger hinaus. So ging der Oberflächenabfluss der Bäche im zentralen Böhmerwaldmassiv bereits von 1978 bis 2013 um rund sieben Prozent zurück. Dafür verantwortlich war die allgemeine Erwärmung sowie in deren Folge die erhöhte Verdunstung von Wasser. Bei der Großen Ohe und dem Großem Regen an den Pegeln Schönberg und Zwiesel floss in diesem Zeitraum fünf beziehungsweise 19 Prozent weniger Wasser gen Tal. Nur sieben Jahre später schlugen die niederschlagsarmen Jahre nach 2010 noch härter durch: Der Rückgang im Abfluss liegt mit Bezug auf 1978 jetzt bereits bei 30 beziehungsweise 28 Prozent.

Seit den 1970er Jahren nehmen Mitarbeiter der Nationalparkverwaltung Wasserproben an der Forschungsstation Taferlruck.

BORKENKÄFER VERZÖGERT KLIMAWANDEL-FOLGEN

Weil Baumbestände in von Borkenkäfern stark betroffenen Arealen eine Zeit lang nicht so viel Wasser zum Wachsen benötigen, konnte die durch den Klimawandel ausgelöste Erhöhung der Verdunstung vorübergehend ausgeglichen werden. Doch durch die fortschreitende Erneuerung der Wälder ist dieser Effekt nur 10 bis 20 Jahre nach dem Borkenkäfer wieder dahin. Somit schlagen mittlerweile auch im Innern des Nationalparks die Klimawandelfolgen voll durch. Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt sorgen die im Vergleich zu anderen Regionen trotz Rückgang überdurchschnittlich hohen Niederschlagssummen im Nationalpark dafür, dass gravierende ökologische, forstliche und agrarische Dürren nicht aufgetreten sind. Was die vermutlich noch wärmere Zukunft bringen wird, mehr oder weniger Niederschläge, im Sommer, im Winter oder beides, ist unklar.

KURZ UND BÜNDIG

- Die Temperatur stieg binnen 40 Jahren um knapp 2 Grad Celsius.
- Der Grundwasserstand in der Region sank seit den 2000er Jahren beständig.
- Bäche bringen bis zu 30 Prozent weniger Wasser ins Tal.



A black-headed white wagtail is perched on a birch branch in the upper left. Below it, a beaver is swimming in a pond, with only its head and back visible above the water. The background is a soft-focus natural setting with more branches and water.

INGENIEUR DER ARTENVIELFALT

Biber schaffen durch ihre Baumaßnahmen einen artenreichen Lebensraum für Bachstelze und Co. Fotos: Andreas Ebert / Andreas Rückerl

Die einen studieren jahrelang, um ihren Abschluss zu machen, die anderen haben es einfach im Blut. Biber zählen zu zweiter Kategorie.

Als geschickte Landschaftsingenieure gestalten sie ihren Lebensraum aktiv um – und fördern ganz nebenbei die Biodiversität.

Noch im 19. Jahrhundert standen Biber kurz vor dem Aussterben. Erst strenger Schutz und Wiederansiedlungsprojekte brachten die Tiere in viele Regionen zurück. So auch in den Bayerischen Wald. Allein im Nationalpark leben mittlerweile – Stand 2020 – wieder über 100 Tiere in 22 aktiven Revieren. Die Effekte der Nager, die sogar in die Bergwaldökosystem vordringen, haben Forscher nun erstmals ausgiebig untersucht.

VERGLEICH VON BIBERTEICH, FLUSS UND WALD

Süßwasserökosysteme zählen zu den am meisten bedrohten Lebensräumen der Erde. Umso wichtiger ist ein Verständnis der komplexen dort ablaufenden Prozesse. So ist etwa noch nicht vollumfänglich bekannt, welche Auswirkungen die Aktivitäten von Bibern auf die biologische Vielfalt in Bergwäldern haben. Um dies zu erforschen, legten Wissenschaftler im Nationalpark 33 Untersuchungsflächen an – je elf Areale an Biber-teichen, an nicht von Bibern besiedelten Flussabschnitten sowie im Wald, als Kontrollflächen. Dort wurde dann jeweils die Diversität verschie-

dener Artengruppen untersucht, von Wanzen über Käfer und Vögel bis hin zu Landsäugetieren. Insgesamt fanden sich in den Auswertungen am Ende insgesamt 1188 Arten.

196 ARTEN LEBEN NUR MIT DEM BIBER ZUSAMMEN

Genauere Analysen der Daten zeigen teils erhebliche Unterschiede zwischen den Lebensräumen. So ist etwa die Diversität bei Vögeln und Fledermäusen an Biber-teichen am höchsten. Generell liegt hier auch die schiefe Anzahl an Vögeln deutlich über dem Niveau der Flussparzellen. Betrachtet man vermeintliche Spezialisten, so kamen 196 Arten ausschließlich an Biber-teichen vor, Arten also, die nur durch den Biber Lebensraum im Nationalpark finden. Etwas weniger – 192 Arten – fanden Forscher

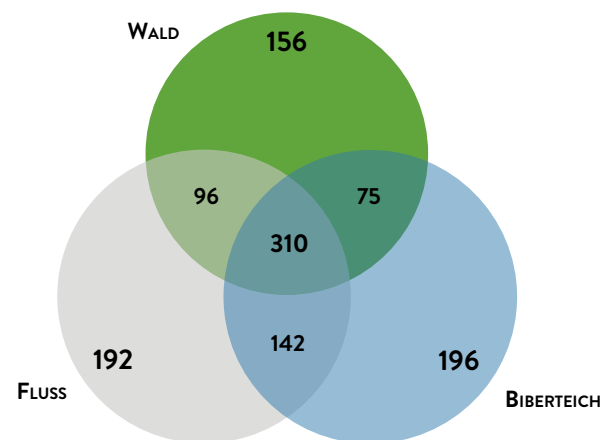
ausschließlich in den nicht besiedelten Flussbereichen. Im Wald waren es hingegen nur 156 Arten, die sich ausschließlich hier zeigten. Leitarten, also Arten, die besonders charakteristisch für einen Lebensraum sind, wurden im Wald und am Fluss nicht identifiziert. Am Biber-teich konnten jedoch gleich acht Leitarten bestimmt werden, etwa Bechsteinfledermaus, Zwergfledermaus und Gebirgsstelze. Insgesamt unterscheiden sich die Lebensraumgemeinschaften in Biber-Revieren und nicht von den Nagern besiedelten Flussbereichen bei drei Artengruppen signifikant – nämlich bei Vögeln, Käfern und Wanzen. Im Vergleich von Wald und Biber-teich stellen die Forscher sogar in sieben von acht untersuchten Artengruppen erhebliche Unterschiede fest.

BIRKENMAUS PROFITIERT VOM NAGER

Summiert man alle Ergebnisse auf, bleibt festzustellen, dass Biber als Habitat-Ingenieure ganze Ökosysteme umgestalten. Sie können so zu Treibern regionaler Biodiversitäts-Hotspots werden. Aus Sicht des Naturschutzes ist eine aktive Förderung der Biber-Populationen somit absolut erstrebenswert. Von den Nagetieren profitieren nicht nur ganze Artengruppen, sondern auch einige besonders geschützte Arten. So konnte bei den Forschungen im Nationalpark etwa die Birkenmaus (*Sicista betulina*) an einem Biber-teich nachgewiesen werden.

KURZ UND BÜNDIG

- Genaue Analysen von Effekten der Biber in Bergwaldökosystemen auf die Biodiversität fehlten bislang.
- Vor allem Vögel und Fledermäuse profitieren von den Strukturen der Nager.
- Auf regionaler Ebene können Biber zu Treibern der Lebensraum- und Artenvielfalt werden.



Wie die Grafik zeigt, finden sich in jedem Lebensraum Spezialisten, die nur hier vorkommen.



Diese Luftbildaufnahme zeigt eindrucksvoll, wie Biber die Landschaft umgestalten können. Foto: Berndt Fischer

LITERATURHINWEISE NACH KAPITEL

- 1** Baker, N. J., Pilotto, F., Jourdan, J., Beudert, B., Haase, P. (2021): Recovery from air pollution and subsequent acidification masks the effects of climate change on a freshwater macroinvertebrate community. *Science of the Total Environment*, 758, 143685.
- 2** Thorn, S., Chao, A., Georgiev, K.B., Müller, J., Bässler, C., Campbell, J.L., Castro, J., Chen, Y.-H., Choi, C.-Y., Cobb, T.P., Donato, D.C., Durska, E., Macdonald, E., Feldhaar, H., Fontaine, J.B., Fornwalt, P. J., Hernández Hernández, M.R., Hutto, R.L., Koivula, M., Lee, E.-J., Lindenmayer, D., Mikusiński, G., Obrist, M.K., Perlik, M., Rost, J., Waldron, K., Wermelinger, B., Weiß, I., Žmihorski, M., Leverkus, A.B. (2020): Estimating retention benchmarks for salvage logging to protect biodiversity. *Nature Communications* 11: 4762.
- Thorn, S., Chao, A., Bernhardt-Römermann, M., Chen, Y.H., Georgiev, K.B., Heibl, C., Müller, J., Schäfer, H., Bässler, C. (2020): Rare species, functional groups, and evolutionary lineages drive successional trajectories in disturbed forests. *Ecology*, 101 (3), e02949.
- 3** Rösner, S., Brandl, R., Segelbacher, G., Lorenc, T., Müller, J. (2014): Noninvasive genetic sampling allows estimation of capercaillie numbers and population structure in the Bohemian Forest. *European Journal of Wildlife Research*, 60:789-801. doi: 10.1007/s10344-014-0848-6.
- Rösner S., Schabo, D.G, Palme, R., Lorenc, T., Mussard-Forster, E., Brandl, R., Müller, J. (in revision): High quality habitats and refuges from tourism reduce personality-based stress responses in a sensitive forest specialist.
- 4** Hagge, J., Müller, J., Bässler, C., Biebl, S.S., Brandl, R., Drexler, M., Gruppe, A., Hotes, S., Hothorn, T., Langhammer, P., Stark, H., Wirtz, R., Zimmerer, V. & Myrnerud, A. (2019): Deadwood retention in forests lowers short-term browsing pressure on silver fir saplings by overabundant deer. *Forest Ecology and Management* 451, 117531. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117531>.
- Oeser, J., Heurich, M., Senf, C., Pflugmacher, D., Kuemmerle, T. (2021): Satellite-based habitat monitoring reveals long-term dynamics of deer habitat in response to forest disturbances. *Ecological Applications*, e2269, <https://doi.org/10.1002/eap.2269>.
- 5** Sommerfeld, A., Rammer, W., Heurich, M., Hilmers, T., Müller, J., Seidl, R. (2021): Do bark beetle outbreaks amplify or dampen future bark beetle disturbances in Central Europe? *Journal of Ecology*, 109:737-749.
- 6** https://www.lfu.bayern.de/natur/wildtiermanagement_grosse_beutegreifer/wolf/monitoring/index.htm
- 7** ERNST, J.L., Reiter, G., Piepenbring, M., Bässler, C. (2022): Spatial risk assessment of radiocesium contamination of edible mushrooms – Lessons from a highly frequented recreational area. *Science of the Total Environment* 807, 150861.
- 8** van der Knaap, W.O., van Leeuwen, J. F.N., Fahse, L., Szidat, S., Studer, T., Baumann, J., Heurich, M., Tinner, W. (2019): Vegetation and disturbance history of the Bavarian Forest National Park. *Germany Vegetation History and Archaeobotany*, 1-19.
- 9** Hilmers, T., Friess, N., Bässler, C., Heurich, M., Brandl, R., Pretzsch, H., Seidl, R., Müller, J. (2018): Biodiversity along temperate forest succession. *Journal of Applied Ecology*. 2018;55:2756-2766.
- Scherzinger, W. (1996): *Naturschutz im Wald: Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Swanson M.E., Franklin J.F., Beschta R.L., Crisafulli C.M., Dellasala D.A., Hutto R.L., Lindenmayer D.B., Swanson F.J. (2011): The forgotten stage of forest succession: early-successional ecosystems on forest sites. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9:117-125.
- 10** Stiegler, J., von Hoermann, C., Müller, J., Benbow, M. E., Heurich, M. (2020): Carcass provisioning for scavenger conservation in a temperate forest ecosystem. *Ecosphere*, 11(4), e03063.
- von Hoermann, C., Lackner, T., Sommer, D., Heurich, M., Benbow, M. E., Müller, J. (2021): Carcasses at fixed locations host a higher diversity of necrophilous beetles. *Insects*, 12(5), 412.
- 11** Hagge, J., Müller, J., Birkemoe, T., Buse, J., Christensen, R.H.B., Gossner, M.M., Gruppe, A., Heibl, C., Jarzabek-Müller, A., Seibold, S., Siitonen, J., Soutinho, J.G., Sverdrup-Thygeson, A., Thorn, S., Drag, L. (2021): What does a threatened saproxylic beetle look like? Modelling extinction risk using a new morphological trait database. *Journal of Animal Ecology*, www.nature.com/articles/s41586-021-03740-8.
- Beudert, B., Leibl, F. (2020): Zur Klimarelevanz von Wirtschafts- und Naturschutzwäldern, *AFZ/Der Wald* 4/2020.
- 12** Busse, A., Cizek, L., Čížková, P., Drag, L., Dvorak, V., Foit, J., Heurich, M., Hubený, P., Kašák, J., Kittler, F., Kozel, P., Lettenmaier, L., Nigl, L., Procházka, J., Rothacher, J., Straubinger, C., Thorn, S., Müller, J. (2022): Forest dieback in a protected area triggers the return of the primeval forest specialist *Peltis grossa* (Coleoptera, Trogossitidae). *Conservation Science and Practice*, <https://doi.org/10.1111/csp.2.612>.
- 13** Krzystek, P., Serebryanyk, A., Schnörr, C., Červenka, J., Heurich, M. (2020): Large-Scale Mapping of Tree Species and Dead Trees in Šumava National Park and Bavarian Forest National Park Using Lidar and Multispectral Imagery. *Remote Sensing*, 12(4), 661.
- 14** Janík, T., Peters, W., Šálek, M., Romportl, D., Jirků, M., Engleder, T., Ernst, M., Neudert, J., Heurich, M. (2021): The declining occurrence of moose (*Alces alces*) at the southernmost edge of its range raise conservation concerns. *Ecology and Evolution*, 10.1002/ece3.7441.
- 15** BAKER, N. J., Pilotto, F., Jourdan, J., Beudert, B., Haase, P. (2021): Recovery from air pollution and subsequent acidification masks the effects of climate change on a freshwater macroinvertebrate community. *Science of the Total Environment*, 758, 143685.
- Georgiev, K. B., Beudert, B., Bässler, C., Feldhaar, H., Heibl, C., Karasch, P., Thorn, S. (2021): Forest disturbance and salvage logging have neutral long-term effects on drinking water quality but alter biodiversity. *Forest Ecology and Management*, 495, 119354.
- 16** Orazi, V., Hagge J, Gossner, M.M., Müller, J., Heurich, M. (2022): A biodiversity boost from the Eurasian beaver (*Castor fiber*) in Germany's oldest national park. *Frontiers in Ecology and Evolution*, <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.873307>.

IMPRESSUM

Herausgeber: Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald
Freyunger Straße 2
94481 Grafenau

Internet: www.nationalpark-bayerischer-wald.de

E-Mail: poststelle@npv-bw.bayern.de

Titelbild: Foto Sepp Eder

Bildnachweis: Bilder und Grafiken ohne Autorennennung
stammen von der Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald

Druck: Ortmaier Druck GmbH, Frontenhausen

Stand: August 2022

© Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, alle Rechte vorbehalten
gedruckt auf 100 Prozent Recycling-Papier

Diese Druckschrift darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung.

Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars erbeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Publikation wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt.



BAYERN DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.



NATIONALPARK
Bayerischer Wald



NATIONALPARK Bayerischer Wald

DER NATIONALPARK BAYERISCHER WALD IST



Träger des Europadiploms seit 1986,



als Transboundary Park zertifiziert seit 2009,



ein wichtiger Baustein im europäischen Natura-2000-Netzwerk,

Nationale
Naturlandschaften



Mitglied im Verein Nationale Naturlandschaften e.V., dem
Dachverband der deutschen Großschutzgebiete



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

