

2. Quartal 2021; ISSN 1435-4098; Einzelpreis: € 5,-

LWF

aktuell

2 | 2021

Ausgabe 129

Beobachten, analysieren, handeln Modernes Wildtiermanagement

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG




ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Das Magazin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
im Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan

Wild und Wald

- 6 Schalenwildmanagement im Bergwald**
Hendrik Edelhoff, Wibke Peters, Cornelia Ebert, Richard Bischof, Cyril Milleret, Nicolas Cybulska und Alois Zollner
- 10 Von Grenzgängern und Zuhausebleibern**
Frederik Franke, Wibke Peters, Alois Zollner und Marco Heurich
- 14 Die Wege der Gams**
Wibke Peters, Hendrik Edelhoff und Alois Zollner
- 17 Der Feldhase in der Kulturlandschaft**
Nicolas Cybulska, Klaus Hackländer und Stéphanie Schai-Braun
- 20 Artgerechte Überwinterung und Notzeit von Rehen**
Andreas König

Wald & Mehr

- 31 Gewinneinbrüche bei den Forstbetrieben für das Jahr 2019**
Friedrich Würh
- 34 Der Kleinprivatwald – ein »Draufzahlgeschäft«?**
Holger Hastreiter
- 37 Nachgefragt im Kleinprivatwald**
Holger Hastreiter
- 40 Vielfalt unter'm Blätterdach**
Olaf Schmidt
- 42 Auf der Suche nach einem besseren Baumschulsubstrat**
Axel Göttlein
- 44 Borkenkäferjahr 2020**
Cornelia Triebenbacher und Hannes Lemme
- 46 Blühende Kirsch-Arten aus dem Luftbild kartiert**
Adelheid Wallner, Josef Metzger, Kathrin Einzmann und Christoph Straub



10 Von Grenzgängern und Zuhausebleibern: **Merle ist ein Alttier aus dem böhmisch-bayerischen Grenzgebiet. Ein bayerisch-tschechisches Forschungsprojekt nimmt die saisonalen Wanderbewegungen einer Rotwildpopulation zwischen Bayern und Tschechien genauer unter die Lupe.** Foto: Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald

20 Artgerechte Überwinterung und Notzeit von Rehen: **Die AG »Wildbiologie und Wildtiermanagement« der TUM hat sich dem Thema Winterfütterung angenommen – mit aufschlussreichen Ergebnissen in Sachen Rehwildernährung.** Foto: ©PantherMedia/Lubos Chlubny

Titelseite: **Wildtiermanagement heißt zuerst einmal »beobachten« – beobachten, wo sich unsere Wildtiere aufhalten und wie viele es sind. Dann müssen zahlreiche Daten analysiert werden. Zum Schluss gilt es dann, die richtigen Handlungsempfehlungen aus den Ergebnissen abzuleiten.** Foto: Frank Fichtmüller, istockphoto.com

Rubriken

- 4 Meldungen
- 23 Zentrum Wald-Forst-Holz
- 27 Amt für Waldgenetik
- 49 Waldklimastationen
- 55 Medien
- 56 Impressum, Vorschau

Kalender Seite 25
Forstliche Veranstaltungen
auf einen Blick



Liebe Leserinnen und Leser,

seit mehreren Jahren befassen sich die Wildbiologen und Forstwissenschaftler der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft intensiv mit dem Thema »Wildtiermanagement«. Dabei stehen drei Hauptziele im Vordergrund: Zum einen der Schutz des Wildes und seiner Lebensräume, zum anderen die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen und schließlich die Regulation unserer Wildtierbestände zum Schutz des Allgemeinwohls und des Eigentums. Die Grundlage für unser modernes Wildtiermanagement bilden dabei nicht nur Vorstellungen über vorhandene Wilddichten, sondern auch welche Lebensräume unsere Wildtiere bevorzugen und auf welche Störfaktoren sie reagieren. Hierzu greifen die Forscher auf verschiedenste Methoden zurück: *Telemetrie* mit GPS-GSM-Halsbandsendern wird ebenso eingesetzt wie die hochmoderne *Genotypisierung* von Kot- und Haarproben und mathematisch-statistische *Fang-Wiederfang-Methoden* mittels Fotofallen.

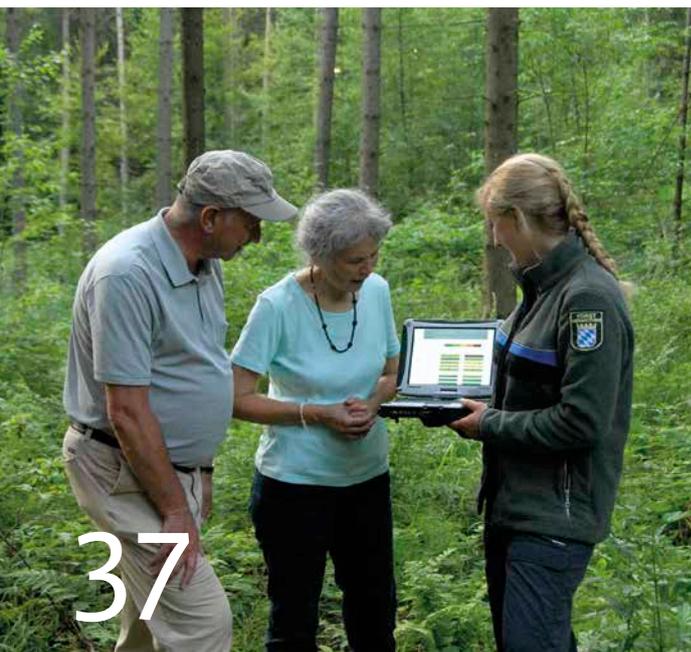
Im Projekt »Integrales Schalenwildmanagement im Bergwald« werden in zwei Projektgebieten im Karwendel und in den Chiemgauer Alpen alle drei dort vorkommenden Schalenwildarten untersucht. Zusammen mit den BaySF sowie externen Experten erfassen wir die Populationsgröße, den Populationszustand und die Raumnutzung von Gams, Rot- und Rehwild. Ein zusätzliches Augenmerk liegt auf den Wechselwirkungen mit anthropogenen Landnutzungen wie der Forstwirtschaft, der Jagd, dem Naturschutz und dem Tourismus.

Ein anderes Schalenwild-Projekt befasst sich mit der Rotwildpopulation im bayerisch-tschechischen Grenzgebiet. Dort wechselt das Rotwild zwischen dem Nationalpark »Bayerischer Wald« und dem Nationalpark »Šumava« sowie den forstwirtschaftlich genutzten Wäldern der BaySF hin und her. Seit einigen Jahren scheint die Population zuzunehmen, so dass ein länder- und besitzübergreifendes integrales Wildtiermanagement erforderlich scheint.

Sie finden das spannend und wollen mehr über unsere Forschungsaktivitäten wissen? Dann wünsche ich Ihnen mit der Lektüre der vorliegenden LWF aktuell viel Freude.

Ihr

Dr. Peter Pröbstle



Nachgefragt im Kleinprivatwald: **Bayerns Wald gehört überwiegend Kleinwaldbesitzern. In einer Umfrage im Rahmen der Untersuchungen zum Testbetriebsnetz hat die LWF Kleinwaldbesitzer zu verschiedenen forstpolitischen Themen befragt und ein durchaus gemischtes Stimmungsbild gezeichnet.** Foto: F. Stahl, LWF

UN ehrt »Klosterforst«

Im Jahr 2020 wurde der Einsatz des BaySF-Forstbetriebs Arnstein für den Natur- und Artenschutz im Klosterforst von höchster Stelle belohnt. Ausgezeichnet als offizielles Projekt der »UN-Dekade Biologische Vielfalt darf der »Klosterforst« für zwei Jahre den Titel »Ausgezeichnetes Projekt der UN-Dekade Biologische Vielfalt« führen. Durch die weitreichende und vielfältige Nutzungsgeschichte entwickelte sich nahe der unterfränkischen Stadt Kitzingen über die Zeit ein »Naturschutzjuwel« mit einem eng verbundenen Netz von Wald- und Offenlandbereichen. Eine Besonderheit ist das entstandene Wechselspiel von Feucht- und Trockenflächen. Der Forstbetrieb Arnstein der Bayerischen Staatsforsten hat es sich zur Aufgabe gemacht, diese wertvolle Fläche zu schützen und zu erhalten. Der Klosterforst ist mit seinen Flächen Teil eines FFH-Gebiets sowie eines Vogelschutzgebiets und so als Natura 2000-Gebiet besonders geschützt. Neben seltenen Insektenarten wie der Blauflügeligen Ödlandschrecke finden sich auf den Flächen viele weitere wertvolle Arten wie Bechsteinfledermaus, Spanische Flage, Heidelerche und Halsbandschnäpper. Als bedeutende Lebensraumtypen kommen neben mitteleuropäischen Eichen-Hainbuchenwäldern Dünen mit Besenheide und Ginster sowie Stillgewässer vor.



Foto: BaySF

Der Klosterforst ist in seiner Ausprägung gerade für die waldärmere Fränkische Platte von großer Bedeutung für die biologische Vielfalt. Durch seine naturräumliche Ausprägung mit seiner speziellen Nutzungsgeschichte leistet dieses Mosaik aus Wald- und Offenlandflächen einen wertvollen Beitrag zur Biodiversität der Region.

www.baysf.de/de/medienraum.html
www.undekade-biologischevielfalt.de

ANALOG – Waldzukunft zum Anfassen

Die Auswirkungen des Klimawandels machen die Dringlichkeit eines klimagerechten Waldumbaus deutlich. In Deutschland befinden sich 48 % des Waldes in Privatbesitz, rund die Hälfte (2,7 Mio ha) davon macht Kleinwaldbesitz mit einer Fläche von weniger als 20 ha aus. Das Projekt ANALOG will insbesondere diese Waldbesitzer für einen klimaangepassten Waldumbau motivieren und Orientierung bei der Baumartenwahl geben. Das Prinzip: Für einen ausgewählten Bestand werden Regionen in Europa identifiziert, die bereits heute das Klima aufweisen, das für die Zukunft für den ausgewählten Bestand prognostiziert wird. Ein Blick in diese Analoggebiete ist nun wie ein Blick in die Zukunft: Wie sehen die Wälder dort aus? Welche Baumarten herrschen vor? Wie werden die Wälder dort bewirtschaftet? Seit Kurzem stellt www.waldwissen.net Klima-Analogien zahlreicher Standorte in Deutschland bereit. Das Prinzip der Analogien wird ausführlich am Beispiel der mittelfränkischen Stadt Roth erklärt. Für häufig gestellte Fragen aus der Praxis und weiterführende Informationen werden Links zu den entsprechenden Dokumenten und Internetseiten angeboten.

ANALOG ist ein Informations- und Kommunikationsprojekt. Neben der LWF sind das AELF Roth sowie drei mittelfränkische Forstbetriebsgemeinschaften eingebunden. Das Projekt wird gefördert durch den Waldklimafonds der Bundesministerien »für Ernährung und Landwirtschaft« und »für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit« aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Tobias Mette und Susanne Brandl (LWF)

www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/forstliche-planung/analog-waldzukunft-zum-anfassen

Kiefern-Edelkastanien-Bestand in Südfrankreich Foto: S. Brandl, LWF



Bayern baut den klimastabilen Wald

Um die vom Klimawandel bedrohten Wälder zu erhalten, startet der Freistaat im Jahr 2021 zehn neue forstliche Forschungsvorhaben mit einem Finanzvolumen von über drei Millionen Euro. Denn es werden dringend weitere Erkenntnisse zur Wahl der Baumarten, die dem Klimawandel standhalten, benötigt. Die Bedingungen für die Wälder ändern sich teils so dramatisch, dass mancherorts schon heute neue, unbekannte Wege bei der Begründung einer neuen Waldgeneration gegangen werden müssen. Vier Projekte beschäftigen sich mit dem Anbau klimastabiler Baumarten und neuen Herkünften. Dabei werden unter anderem das einzigartige Bayerische Standortinformationssystem BaSIS weiterentwickelt und die Eignung mediterraner Eichenarten bewertet. Weitere Vorhaben befassen sich unter anderem mit den Auswirkungen des Klimawandels auf Insekten und Bodenlebewesen im Wald. Die Projekte wurden in einem transparenten, zweistufigen Verfahren unter Beteiligung des Kuratoriums für forstliche Forschung ausgewählt.

red

www.stmelf.bayern.de/forschung



Foto: HDH

Holzindustrie steigert 2020 Umsatz

Der Umsatz der deutschen Holzindustrie lag im Jahr 2020 bei rund 36,5 Mrd. € und damit um 0,8 Prozent über dem Vorjahresniveau. Insbesondere der »Baunahe Bereich« der Holzindustrie entwickelte sich erfreulich positiv, trotz der negativen Auswirkungen der Corona-Pandemie – ein eindrucksvoller Beweis für die hohe Nachfrage nach nachhaltigen und ökologischen Bauprodukten aus Holz. Die Möbelindustrie erwirtschaftete als das größte Segment der Holzindustrie mit einem Umsatz von 17,2 Mrd. € pandemiebedingt ein deutliches Minus von 3,7 Prozent. Im Gegensatz dazu steigerte der »Baunahe Bereich«, der neben dem Holzfertigbau auch die Herstellung von Fenstern, Türen, Treppen und anderen holzbasierten Bauelementen umfasst, seinen Absatz um 10,2 Prozent auf 6,8 Mrd. €. Auch die übrigen Segmente der Holzindustrie verzeichneten eine positive Umsatzentwicklung. Die deutsche Holzindustrie beschäftigte 2020 insgesamt 156.282 Männer und Frauen in 931 Betrieben mit 50 und mehr Mitarbeitern. Quelle: Hauptverband der Deutschen Holzindustrie (HDH)

www.holzindustrie.de

Brauner Bär ist »Jahres«-Schmetterling

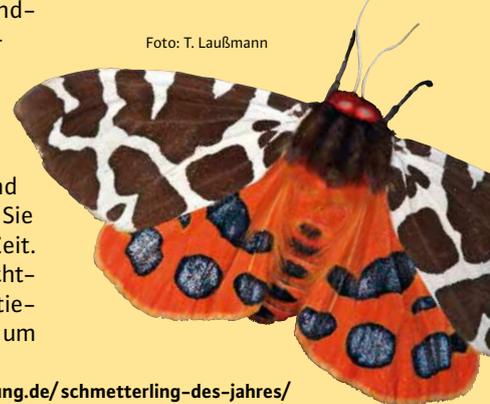
Die BUND NRW Naturschutzstiftung und die Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e.V. haben den Braunen Bär (*Arctia caja*) zum Schmetterling des Jahres 2021 gekürt. Sie weisen mit der Wahl des Nachtfalters unter anderem auf die negativen Folgen der künstlichen Beleuchtung hin. Der Braune Bär ist bundesweit rückläufig und steht auf der Vorwarnliste bedrohter Tiere. Neben der Lichtverschmutzung sind auch die Intensivierung der Landwirtschaft, der Wegfall von Hecken und Feldgehölzen in der Landschaft und der Flächenverbrauch Ursachen für den Rückgang der Art.

Die Braunen Bären fliegen im Hochsommer, haben zurückgebildete Saugrüssel und nehmen keine Nahrung auf. Sie leben daher nur für kurze Zeit. Angelockt von nächtlichen Lichtquellen flattern dann orientierungslos bis zur Erschöpfung um

sie herum. Neben den direkten Verlusten geht den Insekten so wertvolle Energie und Zeit für Partnersuche und Fortpflanzung verloren und Fressfeinde wie Fledermäuse haben ein leichtes Spiel.

Ökologische Vielfalt ist eine Hauptanforderung des Braunen Bären an seinen Lebensraum, er bevorzugt dabei strukturreiche, feuchte und kühle Habitate: im Wald etwa Wege und Schneisen, Waldsäume, Lichtungen und feuchte Waldwiesen. Doch auch gebüschreiches Offenland wird bewohnt. Quelle: BUND NRW

Foto: T. Laußmann



www.bund-nrw-naturschutzstiftung.de/schmetterling-des-jahres/

Bornavirus in Deutschland

Bestimmte Nagetiere und Spitzmäuse können verschiedene Krankheitserreger in sich tragen, die auf den Menschen übertragen, Erkrankungen hervorrufen können. Zu diesen Zoonoseerregern zählen auch das »klassische« Bornavirus (BoDV-1). In den vergangenen Jahren haben Bornaviren verstärkte Aufmerksamkeit wegen tödlich verlaufender Gehirnentzündungen beim Menschen erfahren. Ein wichtiges »Reservoir« dieses Virus ist die Feldspitzmaus (*Crocidura leucodon*). Das Virus lässt sich auch in Haussäugetieren nachweisen, aber es gibt keine Hinweise, dass diese das Virus auf den Menschen übertragen. Die Übertragung erfolgt stattdessen über das Spitzmausreservoir. Zur besseren Erfassung dieser Erkrankungen wurde eine Meldepflicht für Bornavirus-Infektionen eingeführt. Untersuchungen durch das Zoonotische Bornavirus-Konsortium (ZooBoCo) konzentrieren sich auf die Aufklärung der Übertragung des Erregers und die Identifikation weiterer Reservoirspezies. red

www.fli.de/de/aktuelles/tierseuchengeschehen/bornaviren/
<https://zooboco.fli.de/de/zoonotic-bornavirus-consortium>
www.lwf.bayern.de/bornaviren



Die Feldspitzmaus stellt wahrscheinlich das Hauptreservoir des »klassischen« Bornavirus dar. Foto: Henning Vierhaus, Friedrich-Loeffler-Institut

Schalenwildmanagement im Bergwald

Populationsgrößen und Schalenwildverteilung als erste Bausteine eines integrativen Managements

Hendrik Edelhoff, Wibke Peters, Cornelia Ebert, Richard Bischof, Cyril Milleret, Nicolas Cybulska und Alois Zollner

Das gesellschaftspolitische Interesse am Zustand der Umwelt hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Dabei spielt der Schutz der Wildtiere und deren Lebensräume in der Öffentlichkeit eine besondere Rolle. Das betrifft neben den seltenen Arten auch die Wildtiere, die in unserer Kulturlandschaft häufig vorkommen und die nach gesetzlichen Vorgaben gemanagt werden. Ein integrales Wildtiermanagement wird aber nur dann auf Akzeptanz stoßen und gelingen, wenn es auf gesicherten Erkenntnissen zur Populationsgröße, zum Populationszustand, zur Raumnutzung, zum Lebensraum der Wildtiere sowie zu den menschlichen Landnutzungsinteressen basiert.

In den letzten Jahren stehen die Wildtierbestände im Bergwald oft im Fokus forst-, jagd- und gesellschaftspolitischer Diskussionen. Ein Grund hierfür ist, dass insbesondere im Bergwald ganz unterschiedliche Meinungen über die Größe oder den Zustand der Wildtierpopulationen aufeinandertreffen. Diese beruhen zumeist auf persönlichen Einschätzungen, nicht aber auf wissenschaftlichen Grundlagen und gesicherten Erkenntnissen. Tatsächlich ist es unter den besonderen und oft auch sehr extremen Geländebedingungen im Bergwald nicht einfach, belastbare und zuverlässige Informationen über die Wildbestände zu ermitteln. Um die zum Teil sehr kontrovers geführten Dis-

kussionen zu versachlichen, ist es daher notwendig, eine verlässliche Datengrundlage für die Beurteilung der sensiblen Wildtierlebensräume und Ökosysteme sowie der Wildtierbestände im Gebirge zu schaffen. Erst auf der Basis gesicherter Fakten kann ein verantwortungsvolles und integrales Schalenwildmanagement entwickelt werden, das auch gesellschaftliche Akzeptanz findet.

In dem durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geförderten Forschungsvorhaben »Integrales Schalenwildmanagement im Bergwald« werden deshalb in repräsentativen Projektgebieten neben der Populationsgröße und dem Popu-

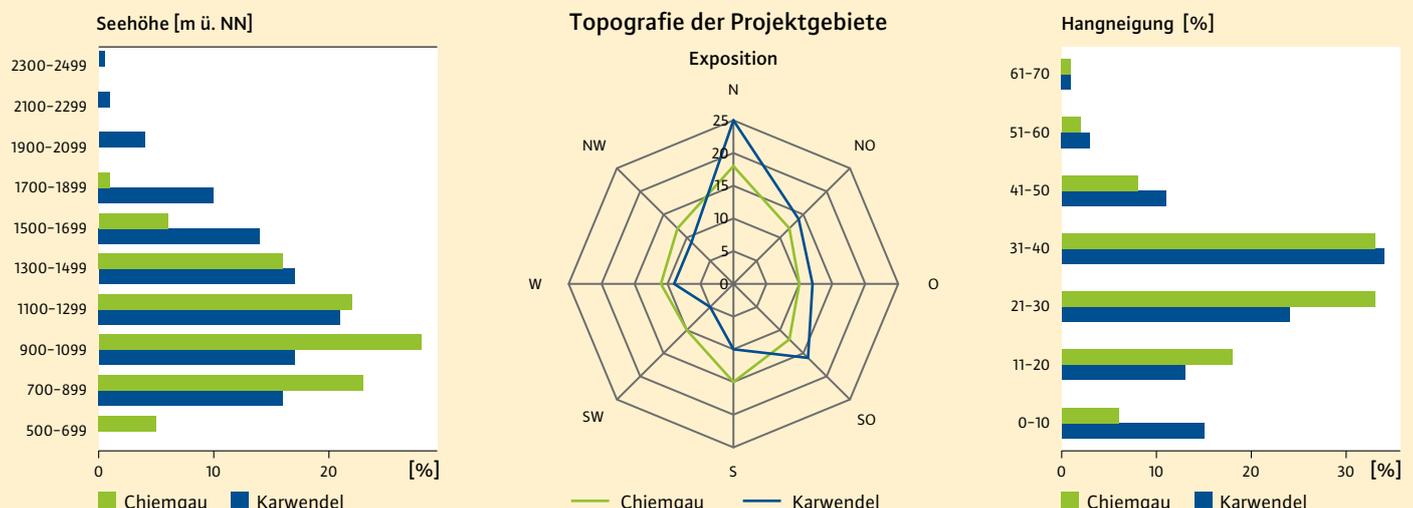
lationszustand auch die Raumnutzung von Gams, Rot- und Rehwild detailliert untersucht. Darauf aufbauend können dann auch die Einflüsse menschlicher Nutzungsinteressen auf die drei Schalenwildarten näher beleuchtet werden.

Zwei repräsentative Projektgebiete im Karwendel und im Chiemgau

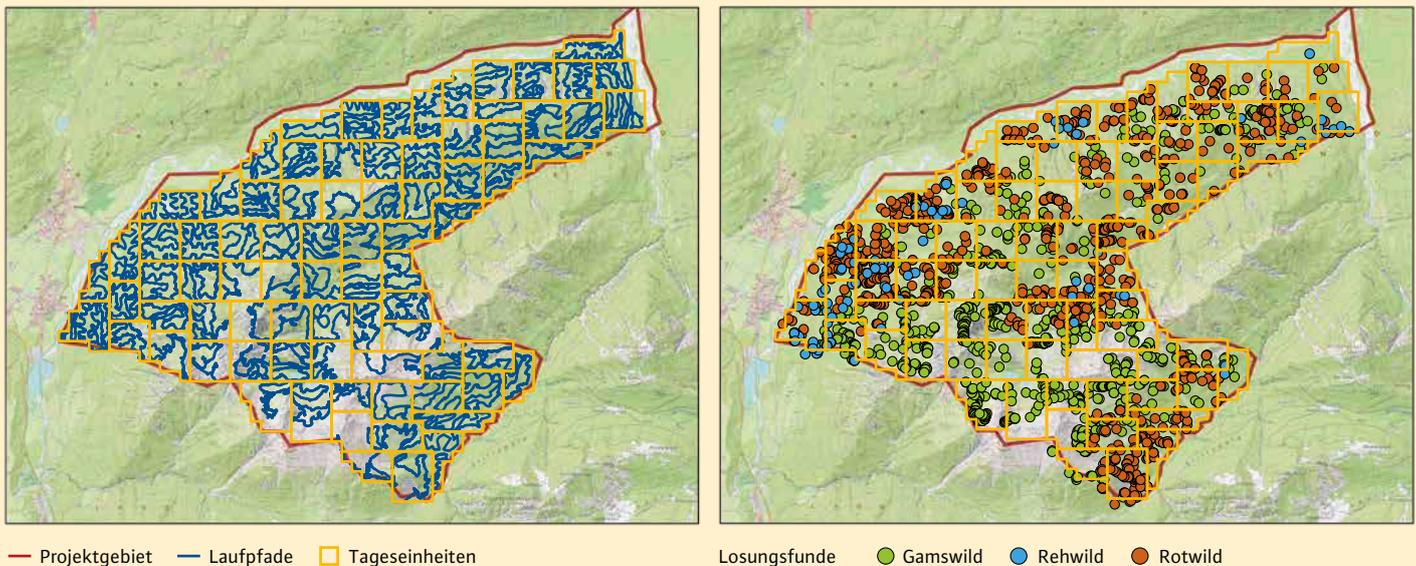
Die Untersuchungen werden exemplarisch in zwei Projektgebieten, welche von den Bayerischen Staatsforsten (BaySF) bewirtschaftet werden, durchgeführt. Die Gebiete unterscheiden sich bezüglich der Lebensraumsituation der Wildtiere, insbesondere der Wald-Offenland-Verteilung. Außerdem treffen in beiden Regionen vielfältige Nutzungsinteressen, wie Tourismus, Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Jagd, in teils unterschiedlichen Ausmaßen aufeinander. So können einerseits wildbiologische Fragestellungen zum Schalenwild im Bergwald untersucht werden und andererseits werden unterschiedliche, aber für den bayerischen Alpenraum insgesamt repräsentative Ausgangssituationen abgebildet.

Das erste Projektgebiet »Karwendel« liegt im BaySF-Forstbetrieb Bad Tölz und umfasst etwas mehr als 5.000 ha, die bekanntesten Berggipfel sind die Schöttel-

1 Vergleich der Lebensraumzusammensetzung der zwei Projektgebiete. Die Balkendiagramme geben die prozentualen Anteile verschiedener Höhenklassen (Seehöhe, links) und der Hangneigung (rechts) wieder. Die Exposition der Hanglagen unterscheidet sich ebenfalls zwischen den beiden Gebieten (Mitte).



Datenerhebung der Kotsammlung



2 Datenerhebung der ersten Kotsammlung (Frühsommer 2017) im Projektgebiet Karwendel; die Karten zeigen die Suchpfade der Kartierteams (links) und die Kotfundpunkte der drei Schalenwildarten (rechts).

karspitze (2.050 m ü. NN) und die Soiernspitze (2.257 m ü. NN). Das zweite Projektgebiet »Chiemgau« befindet sich im Forstbetrieb Ruhpolding und ist mit rund 7.000 ha etwas größer als das erste. Im »Chiemgau« sind die bekanntesten Berggipfel die Kampenwand (1.669 m ü. NN) und der Geigelstein (1.808 m ü. NN). Allein die vier genannten Berggipfel vermitteln bereits einen Eindruck, wie sehr sich die Gebiete unterscheiden. Einen noch besseren Überblick gestattet Abbildung 1, in der die Höhenlagen, Expositionen und Hangneigungen der beiden Gebiete dargestellt sind.

Populationserfassung: Beprobung in schwierigem Gelände

Eines der Hauptziele des Projekts ist es, die Populationsgrößen und Geschlechterverhältnisse der drei in den Gebieten vorkommenden Schalenwildarten Rot-, Reh- und Gamswild zu erfassen. Neben traditionellen Methoden, wie der direkten Zählung von Wildtieren (Blockzählung beim Gamswild bzw. Zählung von Rotwild in Wintergattern bzw. an Fütterungen), kommen auch moderne Untersuchungsverfahren aus dem Bereich der *Wildtiergenetik* (s. Kasten) zum Einsatz. Um die Populationsgrößen und die Dichten der Schalenwildarten mit hoher Genauigkeit zu bestimmen, wurden beide Projektgebiete in einem festgelegten Raster nach frischen Kotproben abgesucht. Das Aufnahmeverfahren wurde vorab durch Feldversuche und Simulationen op-

timiert. Es bietet ausreichend Flexibilität für eine statistisch aussagekräftige Stichprobenerhebung auch im teils schwierig begehbaren Gelände. Die Projektgebiete wurden jeweils einmal im Frühsommer und einmal im Herbst beprobt. Anschließend wurden die Kotproben im Labor genetisch untersucht (sogenannte Kotgenotypisierung). Dabei wurde die Anzahl der verschiedenen Individuen der jeweiligen Tierart, deren Geschlecht (Gurgul et al. 2010) sowie die Anzahl der Erfassungen pro Individuum bestimmt. Letztlich erfolgte die statistische Auswertung mittels der räumlichen *Fang-Wiederfang-Analyse* (s. Kasten, Efford & Fewster 2014; Gardner et al. 2009). Ein Vorteil dieser Methodik gegenüber anderen Populations-schätzmethoden ist, dass es der räumliche Ansatz ermöglicht, die Dichte in verschiedenen Bereichen des untersuchten Gebietes abzuleiten und nicht nur die



Populationsgröße für das gesamte Gebiet zu bestimmen (Mollet et al. 2015).

Das Karwendel wurde erstmalig im Jahr 2017, das Chiemgau erst ein Jahr später beprobt. Daher werden im Folgenden exemplarisch die Ergebnisse der ersten Beprobung im Projektgebiet Karwendel für das Gamswild vorgestellt.

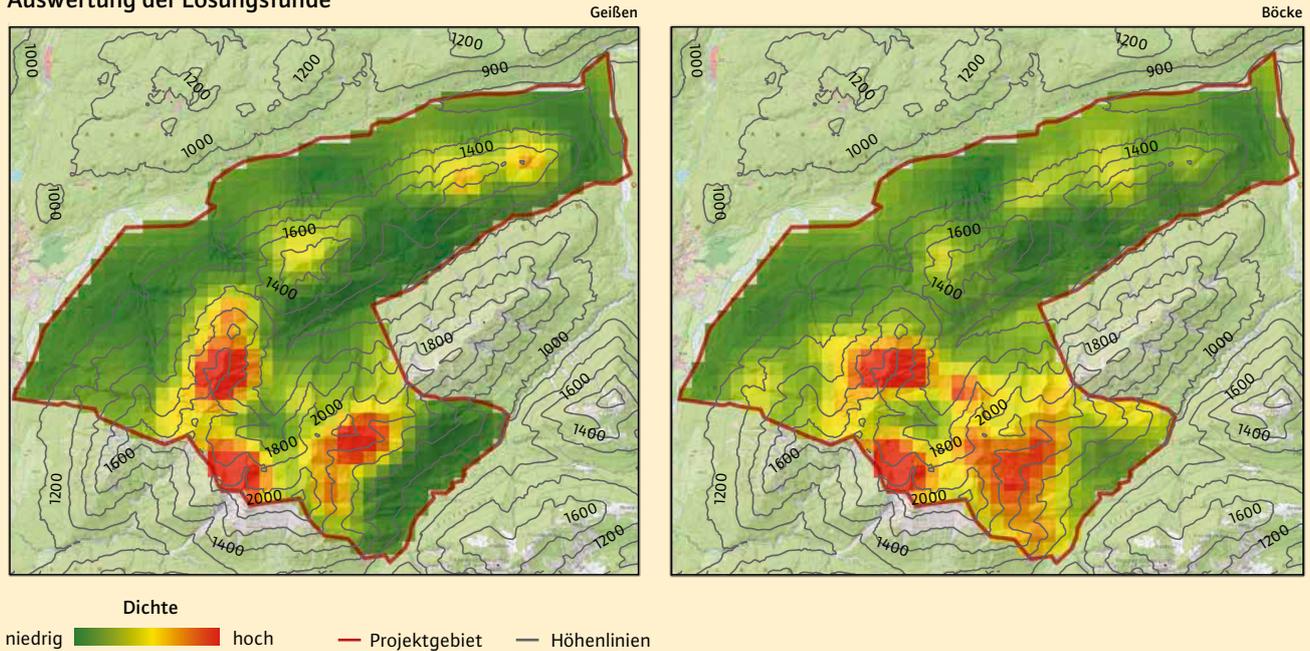
Wie viele Gämsen gibt es im Projektgebiet Karwendel?

Bei der ersten Aufnahme im Frühsommer 2017 wurden im Projektgebiet Karwendel über 2.000 Losungsproben von allen drei Schalenwildarten gesammelt und anschließend genetisch analysiert. Dabei konnten für das Gamswild 408 unterschiedliche Individuen identifiziert werden. Nachdem aber naturgemäß nicht von jeder im Projektgebiet vorkommenden Gams Losungsproben gefunden werden können, wird unter Berücksichtigung der Suchpfade der Kotsammler und der Fundpunkte (Abbildung 2) der Gamsbestand mittels der räumlichen *Fang-Wiederfang-Analyse* hochgerechnet. Die Wiederfangrate bei dieser Beprobung lag im Durchschnitt unter 1,4 Nachweisen pro Individuum, was eher gering ist und zu einer gewissen Ungenauigkeit der Berechnungen beitragen kann. Der Frühsommerbestand 2017 im Karwendel wurde danach auf mindestens 650 Stück geschätzt.

3 Das Projektgebiet »Karwendel« mit dem Soiernsee im Vordergrund.

Foto: W. Peters, LWF

Auswertung der Losungsfunde



4 Ergebnisse der Auswertung der Losungsfunde mittels Fang-Wiederfang-Analyse für die Gams im Projektgebiet Karwendel aus dem Frühsommer 2017. Die Dichten wurden getrennt nach Geschlechtern ermittelt; Geißen und Böcke unterscheiden sich erkennbar hinsichtlich ihrer Dichteverteilung.

Räumliche Variabilität der Dichten innerhalb des beprobten Gebietes

Aufgrund der unterschiedlichen Lebensraumausstattung sind die Gämsen nicht gleichmäßig über das Gebiet verteilt. Ihre Verbreitung innerhalb des Projektgebietes variiert räumlich sehr stark. Gerade niedrigere Lagen und bewaldete Bereiche wiesen im Frühsommer 2017 geringere Dichten auf als die Flächen oberhalb der Waldgrenze (Abbildung 4). Die teilweise recht hohen Dichten in den Hochlagen des Untersuchungsgebiets (z. B. Soierngebiet) sind durch die dort vorherrschenden optimalen Gamshabitate mit guter Nahrungsverfügbarkeit zu erklären. Nicht selten sind gerade im Sommer und Herbst rund um den Soiernkessel große Gamsrudel zu beobachten. Bei der Interpretation sollte aber beachtet werden, dass Individuen, die dort während der Aufnahme nachgewiesen wurden, natürlich nicht zwangsläufig ausschließlich im Bereich des Untersuchungsgebiets leben, sondern auch zwischen den angrenzenden Lebensräumen mit ebenfalls hoher Eignung wechseln. Eine potenzielle Zu- und Abwanderung kann mittels GPS-Telemetrie untersucht werden. Die ersten Ergebnisse der Telemetriestudie zum Gamswild im Karwendel deuten dabei auf einen regen Austausch mit angrenzenden Gebieten hin (s. Beitrag von Peters et al. »Die Wege der Gams«, S. 14–16 in diesem Heft).

Geschlechterspezifische Unterschiede

Bei der Auswertung wurden ebenfalls geschlechtsspezifische Unterschiede berücksichtigt. Vergleicht man die geschätzten Populationsgrößen miteinander, ergibt sich ein Geschlechterverhältnis (männlich zu weiblich) von ca. 1:1,3. Betrachtet man die Ergebnisse der geschätzten Verteilung der beiden Geschlechter innerhalb des Studiengebiets, zeigt sich, dass auch die Dichten zwischen den Geschlechtern räumlich variieren (Abbildung 4): In mittleren Höhenlagen entlang der Waldgrenze waren die Gamsbockdichten höher, während die Dichte an

Geißen in höheren Lagen weiter zunahm. Die hier exemplarisch für die Gams im Projektgebiet Karwendel im Frühsommer 2017 dargestellten Auswertungen werden im Rahmen des Projekts für alle drei Schalenwildarten, in beiden Untersuchungsgebieten und zu unterschiedlichen Erhebungszeitpunkten durchgeführt.

So geht es weiter

Ein Wildtiermanagement im Bergwald kann die vielfältigen Anforderungen, die von den verschiedenen Interessengruppen der Gesellschaft gestellt werden, nur dann erfüllen, wenn es bei seinen

Methoden und Anwendungen der Wildtiergenetik

Genetische Methoden werden zunehmend für die Beantwortung unterschiedlicher Fragestellungen in der Wildtierforschung angewandt. Insbesondere für das Monitoring von Wildtieren eignen sich genetische Ansätze. Die Anwendungsbereiche reichen dabei von Nachweisen einer Art in einem Gebiet bis hin zum Erforschen genetischer Variabilität und Konnektivität von Tierpopulationen. Für solche Untersuchungen kommt sowohl invasiv gewonnenes Probenmaterial (z. B. Gewebe- oder Blutproben von Lebendfängen sowie Gewebeprobe von erlegter oder tot aufgefundener Tiere) als auch nicht-invasiv gewonnene Proben in Frage (z. B. Kot, Federn oder Haare von Tieren). Im Fall frischer Kotproben sind abgestorbene Darmschleimhautzellen, die mit dem Kot abgesetzt werden, die DNA-Quelle. Neben der Tierart kann so nicht nur das Geschlecht des Tieres ermittelt werden, sondern mittels Microsatellitenanalyse sogar ein »genetischer Fingerabdruck« des Individuums erstellt werden. Dadurch ist es möglich, über Proben (z. B. Kot oder Haare), welche nach einem systematischen Suchraster in einem Gebiet gesammelt wurden, in Kombination mit einer genetischen Individuen- und Geschlechtsauswertung Bestandesschätzungen vorzunehmen. Mit einer genügend großen Stichprobe erlaubt diese Methode für viele Tierarten vergleichsweise genaue Schätzungen von Bestandesdichte und Geschlechterverhältnis.

Bewertungen alle drei Schalenwildarten und deren Wechselwirkungen in ihren Lebensräumen berücksichtigt (Reimoser 2003; Apollonio et al. 2017). Die Forstwirtschaft soll einen naturnahen und leistungsfähigen Bergwald erhalten oder wiederherstellen. Gleichzeitig muss dieser Bergwald aber auch den Lebensraum für einen artenreichen und gesunden Wildbestand sichern. Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, sollen in diesem Projekt wissenschaftlich abgesicherte Erkenntnisse erarbeitet werden. Die Ermittlung der Populationsgrößen der drei Schalenwildarten leistet einen ersten entscheidenden Beitrag hierzu. Der gewählte Methodenansatz ermöglicht jedoch nicht nur die Berechnung der Populationsgröße, sondern dient zudem auch als Datengrundlage für diverse weitere Auswertungen. Zum Beispiel können, basierend auf den Fundpunkten der Losungssammlungen (Abbildung 2), ebenfalls Aussagen über die Raumnutzung der drei Schalenwildarten zu dem jeweiligen Aufnahmezeitraum getroffen werden. So können die Lebensraumpräferenzen der Tiere und die Landnutzungsinteressen des Menschen gegenübergestellt und zwischen den beiden Projektgebieten verglichen werden. Schließlich können so Nutzungskonflikte identifiziert, sachlich erklärt und Lösungsstrategien abgeleitet werden. Die Feldaufnahmen für das Projekt wurden im Jahr 2020 abgeschlossen. Die Arbeiten des Jahres 2021 werden sich auf die genannten Auswertungen der erhobenen Datengrundlage konzentrieren. Die in diesem Forschungsvorhaben bereits erarbeiteten und noch zu erwartenden Ergebnisse bilden einen wesentlichen Baustein für ein gebietsbezogenes sowie integrales Schalenwildmanagement.

Literatur

Apollonio, M.; Belkin, V.; Borkowski, J.; Borodin, O. I.; Borowik, T.; Cagnacci, F. et al. (2017): Challenges and science-based implications for modern management and conservation of European ungulate populations. *Mammal Research* 62 (3), S. 209–217. DOI: 10.1007/s13364-017-0321-5

Efford, M.G.; Fewster, R.M. (2013): Estimating population size by spatially explicit capture–recapture. *Oikos*, 122: S. 918–928

Gardner, B.; Royle, J. A.; Wegan, M. T. (2009): Hierarchical models for estimating density from DNA mark–recapture studies. *Ecology*, 90(4), S. 1106–1115

Gurgul, A.; Radko, A.; Slota, E. (2010): Characteristics of X- and Y-chromosome specific regions of the amelogenin gene and a PCR-based method for sex identification in red deer (*Cervus elaphus*). *Molecular Biology and Reproduction* 37: S. 2915–2918

Mollet, P.; Kéry, M.; Gardner, B.; Pasinelli, G.; Royle, J. A. (2015): Estimating Population Size for Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) with Spatial Capture–Recapture Models Based on Genotypes from One Field Sample. *PLoS one* 10:e0129020

Reimoser, F. (2003): Steering the impacts of ungulates on temperate forests. In: *Journal for Nature Conservation* 10 (4), S. 243–252. DOI: 10.1078/1617-1381-00024

Über »Wiederfänge« zur Populationsgröße

Die Fang–Wiederfang–Analyse stellt einen in der Ökologie seit langem etablierten Ansatz zur Schätzung der Größe von Tierpopulationen dar. In ihrer ursprünglichen Anwendung wurden bei dieser Methode in einem Gebiet einzelne Individuen der Zielart gefangen, mit einer Markierung versehen und wieder freigelassen. Bei darauffolgenden Fangensätzen wurde dann der Anteil an bereits markierten Individuen gegenüber unmarkierten Individuen festgestellt und daraus statistisch die Populationsgröße abgeschätzt.

Sind bei einer Wildart einzelne Individuen über äußerliche Merkmale, wie zum Beispiel die Fellzeichnung beim Luchs, eindeutig identifizierbar, können die Tiere auch mit Hilfe von Fotofallen »gefangen«, also individuell identifiziert, und auch mehrfach innerhalb des Untersuchungsgebiets nachgewiesen werden.

Individuen von Schalenwildarten lassen sich in der freien Wildbahn dagegen nur schwer direkt fangen. Zudem sind sie auch äußerlich häufig nicht eindeutig zu unterscheiden, so dass auch der »Fang« per Fotofalle hier nicht zum Ziel führen kann.

Für die Generierung der für die Populations-schätzung benötigten »Fänge« und »Wiederfänge« wird in solchen Fällen auf indirekte Nachweise einzelner Individuen zurückgegriffen. Eine Möglichkeit stellt zum Beispiel der »Fang« ihrer Hinterlassenschaften mittels Kotgenotypisierung dar. Dabei werden einzelne Tiere im Untersuchungsgebiet über Losungsfunde (= Kotfunde) identifiziert. Mithilfe der räumlich expliziten Fang–Wiederfang–Analyse (auf Englisch »spatially explicit capture–recapture«, SECR), können Populationsgröße und –dichte durch die Berücksichtigung der räumlichen Verortung der einzelnen Nachweise, der Suchintensität und gegebenenfalls von Lebensraumvariablen, statistisch berechnet werden. Dabei dienen Mehrfachfunde des gleichen Individuums auf der Fläche als »Wiederfänge«. Mit zunehmender Zahl an Wiederfängen nimmt die statistische Aussagekraft der Populationsgrößenschätzungen, die sogenannte »Wiederfangrate« zu. Je häufiger einzelne Individuen über unterschiedliche Losungsproben nachgewiesen werden, umso zuverlässiger sind auch die ermittelten Zahlen. Für weitere Informationen siehe zum Beispiel Gardner et al. (2009).

Zusammenfassung

Im Kontext eines integralen Schalenwildmanagements werden in dem laufenden Forschungsvorhaben die Populationsgröße, die Raumnutzung sowie der Populationszustand von Gams-, Rot- und Rehwild in zwei Projektgebieten im bayerischen Alpenraum erfasst. Gleichzeitig werden die potenziellen Wechselwirkungen mit der anthropogenen Landnutzung (z. B. Forstwirtschaft, Tourismus, Jagd, Naturschutz) dargestellt. Das Projekt bedient sich dabei moderner Untersuchungsmethoden, um möglichst genaue Informationen über die freilebenden Wildtierpopulationen zu erhalten. Mittels Sammlung von Kotproben und anschließender genetischer Untersuchung konnte in dem circa 5.000 Hektar großen Projektgebiet Karwendel für den Frühsommer 2017 ein Gamsbestand von über 650 Tieren ermittelt werden. Die verwendete Fang–Wiederfang–Analyse ermöglicht es, die räumliche Heterogenität von Wilddichten sogar hinsichtlich geschlechtsspezifischer Unterschiede in der Dichteverteilung abzubilden. Die in dem Projekt bis Oktober 2021 erarbeiteten Forschungsergebnisse sollen vor allem die Grundlage für ein zukunftsweisendes integrales Schalenwildmanagement schaffen und dazu beitragen, die aktuellen und zum Teil kontroversen Diskussionen über das Schalenwildmanagement im Bergwald zu versachlichen.

Autoren

Hendrik Edelhoff ist Wildbiologe und wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung 6 »Biodiversität, Naturschutz und Jagd« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF).
Dr. Wibke Peters ist Wildbiologin und Projektleiterin im Bereich des Wildtiermanagements in der Abteilung 6.
Dr. Cornelia Ebert (Seq-IT GmbH & Co.KG) ist Biologin mit langjähriger Erfahrung in der Erhebung von Schalenwilddichten mittels Kotgenotypisierung. Das Labor Seq-IT ist Projektpartner.
Prof. Dr. Richard Bischof ist Wildökologe und Leiter der Gruppe »Applied Quantitative Ecology Group« an der Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norwegen.
Dr. Cyril Milleret ist Postdoktorand und Mitarbeiter in der Gruppe »Applied Quantitative Ecology Group«.
Nicolas Cybulska ist Wildbiologe und Projektbearbeiter in der Abteilung 6.
Alois Zollner leitet die Abteilung 6 »Biodiversität, Naturschutz und Jagd« und initiierte das Projekt »Integrales Schalenwildmanagement im Bergwald«.
Kontakt: Hendrik.Edelhoff@lwf.bayern.de
Wibke.Peters@lwf.bayern.de

Projekt

In der Forschungsinitiative »Integrales Schalenwildmanagement im Bergwald«, das die drei Schalenwildarten, Rot-, Reh- und Gamswild gleichrangig berücksichtigt, werden in zwei für den bayerischen Alpenraum repräsentativen Modellgebieten die nachfolgenden Arbeitspakete (AP) untersucht: AP 1: Populationserfassung, AP 2: Raumnutzung der drei Schalenwildarten, AP 3: Landnutzung / Gebietskulisse und AP 4: Populationszustand. Das Kooperationsprojekt zwischen der LWF, den BaySF und Seq-IT wird durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert und hat eine Laufzeit von 2017 bis 2021. www.lwf.bayern.de/biodiversitaet/wildtiermonitoring_jagd/147764/index.php

Wo steckt »Merle«?

Wir stehen am Gipfel des Dreisessels, jener 1.333 m hohen Erhebung am Rand des Bayerischen Waldes, auf der einer Sage nach die Könige von Bayern, Österreich und Böhmen einst die Grenzverläufe ihrer Länder verhandelten. Nordwestlich von uns erstreckt sich der Forstbetrieb Neureichenau. Am Horizont erhebt sich der große Arber (1.456 m) und gibt damit den Blick auf den Nationalpark Bayerischer Wald frei. Wenige Meter hinter uns verläuft die Grenze zu Tschechien – es beginnt der Nationalpark Šumava. Um uns herum sind die Folgen des Orkans Kyrill, der 2007 auch das Böhmerwald-Ökosystem nicht verschonte, nach wie vor unübersehbar und markieren auf bizarre Art den Grenzverlauf zwischen Bayern und Tschechien. Bis weit in den Nationalpark Šumava hinein ragen nackte Fichtenstämme in den Himmel. Auf bayerischer Seite wurden die vom Borkenkäfer befallenen Bäume zum Schutz der angrenzenden Wälder entfernt. Nur mühsam trotz der Wald hier der Witterung und erobert die Gipfelregion zurück. Wir sind auf der Suche nach »Merle«, einem Alttier, welches wir vor zwei Jahren in einem der Wintergatter des Forstbetriebs mit einem Telemetrie Halsband versehen haben (Abbildung 1). Merle hat knapp 24 Monate lang wertvolle Bewegungsdaten für unser länderübergreifendes Forschungsvorhaben gesammelt. Ihr goldgelbes Halsband mit den gesammelten Daten möchten wir ihr jetzt wieder abnehmen, da demnächst die Ladung des Akkus zur Neige geht und der Sender gewartet werden muss.



Das Alttier »Merle« mit Halsbandsender
Foto: Wildtierkamera, Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald

Von Grenzgängern und Zuhausebleibern

Saisonale Wanderbewegungen einer Rotwildpopulation zwischen Bayern und Tschechien

Frederik Franke, Wibke Peters, Alois Zollner und Marco Heurich

Das Böhmerwald-Ökosystem im Grenzgebiet zwischen Bayern und Tschechien stellt ein außergewöhnlich vielseitiges Projektgebiet dar. Gerade die Kombination großer zusammenhängender Nationalparkflächen mit unmittelbar angrenzenden bewirtschafteten Wäldern gestattet es, in einzigartiger Weise die Auswirkungen unterschiedlicher Landnutzungsformen auf die Lebensweise der Wildtiere vergleichend zu untersuchen. Seit 2017 erforschen Mitarbeiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zusammen mit Kollegen der Nationalparke Bayerischer Wald und Šumava sowie dem Forstbetrieb Neureichenau der Bayerischen Staatsforsten die dort heimische Rotwildpopulation. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der raum-zeitlichen Nutzung des Lebensraums.

Mit dem Forschungsprojekt »Neue Wege zu einem grenzüberschreitenden Rotwildmanagement in Zeiten des Klimawandels« schafft die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) gemeinsam mit ihren Partnern eine wissenschaftliche Datenbasis für ein zukunftsfähiges Rotwildmanagement in dem grenzübergreifenden Projektgebiet (Abbildung 1). Ein angepasstes Management könnte notwendig werden, denn trotz intensiver Bemühungen, die regionale Rotwildpopulation konstant zu halten, wächst diese seit Jahren. Ein Grund für den Populationszuwachs ist die verbesserte Nahrungssituation, wegen der vermehrt auftretenden Sukzessionsflächen in Folge von Wetterextremen und Borkenkäferbefall. Aktuell erfolgt die jährliche Abschussplanung des grenz-

übergreifenden Bestandes auf Grundlage der Abschusszahlen der vergangenen Jagdjahre, des aktuellen Gehölzverbisses, der frischen Schältschäden sowie der Zählungen an Fütterungen und in Wintergattern. Letztgenannte Methode ist jedoch durch die fortschreitenden klimatischen Veränderungen zunehmend mit Unsicherheiten behaftet. Es ist gut möglich, dass die Tiere in milden Wintern mit weniger Schneefall ihr Raumnutzungsverhalten ändern und seltener die Fütterungen und Wintergatter aufsuchen.

Populationsdichte und Raumnutzung

Die zuverlässige Dichteschätzung von Wildtieren gehört zu den schwierigsten Herausforderungen in der Wildbiologie. Das gilt insbesondere für Wildtiere, die in waldreichen Landschaften leben und

sich kaum bemerkbar machen. In dem aktuellen Forschungsprojekt sollen daher verschiedene wissenschaftliche Methoden zur Erfassung der Rotwildpopulation vergleichend getestet werden. Die Dichteschätzungen erfolgen dabei anhand von Losungsfunden und deren genetischer Analyse (sogenannte Kotgenotypisierung), eines Kamerafallen-basierenden Ansatzes sowie einer Zählung mittels Infrarotkamera aus der Luft. Für ein tragfähiges und nachhaltiges Schalenwildmanagement spielt aber nicht nur die Populationsgröße, sondern auch die Raumnutzung im Jahresverlauf eine entscheidende Rolle. Ein Teil der betrachteten Rotwildpopulation unternimmt nämlich ausgeprägte Wanderungen zwischen Sommer- und Winterzuständen. Dabei queren die Tiere nicht selten managementrelevante Grenzen – sie wechseln von Bayern nach Tschechien, aus bewirtschafteten Wäldern in einen Nationalpark oder aus einer Ruhezone des Nationalparks in intensiver bejagte Landschaftsteile.

Warum wechseln einige Tiere zwischen Sommer- und Winterstreifgebiet und andere bleiben das ganze Jahr über am gleichen Standort? Welche Faktoren beeinflussen den Migrationszeitpunkt und die Entfernung zwischen Sommer- und Winterstreifgebiet? Diese und weitere Fragen will das Forschungsprojekt beantworten.

Besenderung

Die adulten weiblichen Tiere sind die Reproduktionsträger innerhalb der Population und somit für das Forschungsvorhaben von besonderer Relevanz. Nach Genehmigung durch die höhere Veterinärbehörde an der Regierung von Niederbayern erfolgte im Winter 2017/18 die erste Besenderung von Alttieren in den Wintergattern der drei Teilbereiche des Projektgebiets. Dazu wird den Tieren ein Betäubungsmittel über einen Spezialpfeil mit Hilfe eines Luftdruck-Immobilisationsgewehrs verabreicht. Wenn die narkotisierende Wirkung des Sedativs nach wenigen Minuten einsetzt, hat das Rudel mit dem sedierten Stück die Fütterung meist schon wieder verlassen. Für das Auffinden der zukünftigen Halsbandträgerin kommen sogenannte »Senderpfeile« zum Einsatz. Diese verbleiben mit der Kanüle, über welche das Medikament injiziert wird, am Tier und senden ein Signal, das geortet werden kann. So ist es möglich, das getroffene Tier schnell aufzufinden, ohne das übrige Rotwild im Gatter zu stören. Die Versorgung direkt am Tier dauert nur wenige Minuten. Dabei wird das Senderhalsband angelegt und eine Ohrmarke angebracht. Diese bleibt später auch nach der Abnahme des Senders am Tier. Das Tier wird vermessen sowie eine Alters- und Gewichtsschätzung vorgenommen. Für einen genetischen Abgleich mit den bereits erwähnten Losungsproben wird zusätzlich eine Haarprobe entnommen. Nachdem das Tier komplett versorgt worden ist, wird der Aufwachprozess aus der Ferne überwacht.

Im Rahmen des Projekts wurden insgesamt über 70 Tiere besendert. Das Senderhalsband ermittelt einmal stündlich die Position des Tiers und speist die Positionsdaten per Mobilfunk direkt in eine Datenbank ein. Zusätzlich legt es die Daten auf dem internen Speicher des Halsbands ab. Die Batterie versorgt das Halsband zwei Jahre lang mit Energie. Das Ablösen des Halsbandsenders erfolgt über einen sogenannten Drop-Off-Mechanismus. Dieser kann per Funk aus wenigen 100 m Entfernung ausgelöst werden und bewirkt das Öffnen und Abfallen des Halsbands.

2 Punktdatensatz eines Jahres von einem residenten und einem migrierenden Alttier. Beide Tiere wurden in einem der Wintergatter des Forstbetriebs Neureichenau besendert. Kartenmaterial: OpenStreetMap

Aufbereitung der Positionsdaten

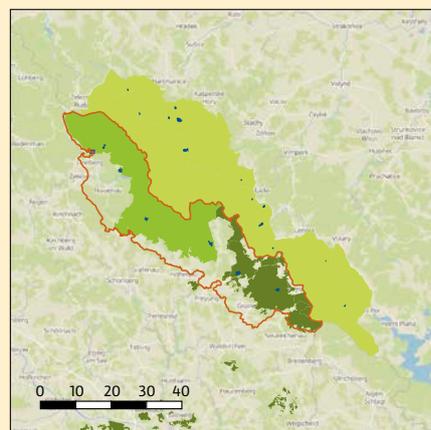
Um das Migrationsverhalten der Tiere zu untersuchen, werden die erhobenen Daten aus dem Zeitraum 2018–2020 gemeinsam mit Altdaten aus vorangegangenen Telemetrieprojekten (Zeitraum 2002–2013) aus den beiden Nationalparks ausgewertet. Zunächst erfolgte die Klassifizierung der Tiere in migrierende oder residente Tiere, also Tiere, die kein saisonales Migrationsverhalten zeigen (Damiani et al. 2015, Abbildung 2). Mit standardisierten Analysemethoden werden die Positionsdaten der migrierenden Tiere einem Sommer- und Winterstreifgebiete zugeordnet und der Zeitpunkt der Frühjahrs- bzw. Herbstmigration festgestellt. Unterschiede im Migrationsverhalten zwischen den drei Teilgebieten »Forstbetrieb Neureichenau«, »Nationalpark Bayerischer Wald« und »Nationalpark Šumava« können dann statistisch verglichen werden. Außerdem lassen sich durch den Abgleich

der Altdaten mit dem aktuellen Datensatz zeitliche Verschiebungen im Migrationsverhalten darstellen.

Winter im Forstbetrieb – Sommer im Nationalpark

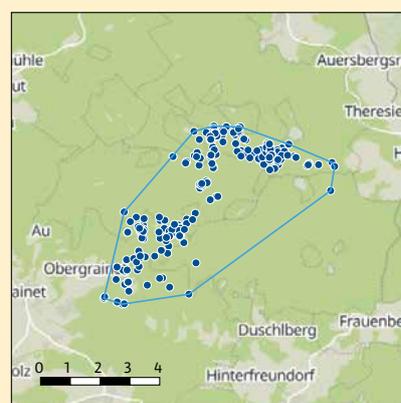
Zählungen zufolge überwintern in den beiden Gattern des Forstbetriebs Neureichenau seit dem Winter 2005/06 mehr oder weniger konstant 235 (± 31) Tiere. Elf der 14 besenderten Tiere aus diesen Gattern (=79%) zeigen Migrationsverhalten (Abbildung 3). Als Sommerstreifgebiet dient fünf dieser Tiere die Grenzregion zwischen dem Forstbetrieb Neureichenau und dem Nationalpark Šumava, während sechs Tiere deutlich weiter in nordnordwestliche Richtung migrieren und den Sommer im Nationalpark Bayerischer Wald oder in der Grenzregion zwischen den beiden Nationalparks verbringen. Damit unterscheidet sich das Migrationsverhalten der Alttiere aus dem

Grenzübergreifendes Projektgebiet

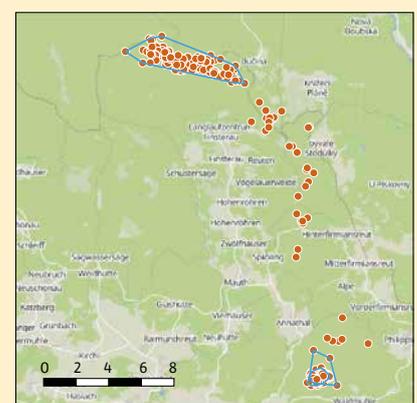


1 Übersichtskarte des Projektgebiets
Quelle: OpenStreetMap

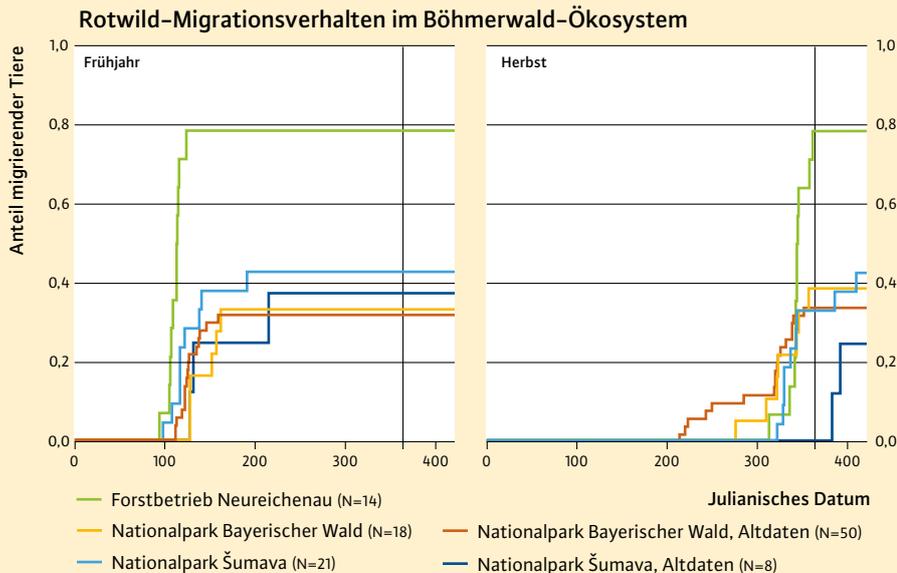
Migrationsverhalten zweier Alttiere



● residentes Alttier
■ berechnete Sommer- und Winterstreifgebiete



● migrierendes Alttier



3 Anteil der migrierenden Tiere bei weiblichem Rotwild verschiedener Teilpopulationen. Die Daten stammen aus dem aktuellen Projekt oder aus dem Zeitraum 2002 bis 2013 (Altdaten). Das Migrationsdatum ist als julianisches Datum angegeben (1 = 1. Januar, 365 = 31. Dezember). Verweilt die Kurve bei 0, migriert keines der Tiere der Teilpopulation, steigt sie auf 1, migrieren alle Tiere. Jede Stufe in der Kurve repräsentiert den Beginn der Migration von mindestens einem Tier der Teilpopulation.

Forstbetrieb statistisch signifikant von dem der Tiere aus dem Nationalpark Bayerischer Wald, die eine Migrationsrate von lediglich 36% (in den Altdaten 39%) aufweisen. Mit einer Migrationsrate von 43% (heute) bzw. 38% (Altdaten) konnte für die Tiere aus dem Nationalpark Šumava in einem Vergleich mit den Altdaten aus dem Nationalpark Bayerischer Wald, die als Referenzdaten dienten, kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Der Zeitpunkt der Frühjahrsmigration ist in allen Teilgebieten an die Öffnung der Wintergatter gekoppelt, während der Beginn der Migration im Herbst von Umweltfaktoren und menschlichen Einflüssen bestimmt wird (Rivrud et al. 2016). Der mittlere Migrationszeitpunkt der Alttiere in die Wintergatter des Forstbetriebs fällt auf den 9. Dezember (± 12 Tage). Etwas früher (21. November ± 27 Tage) migrieren heute die Alttiere in die Gatter des Nationalparks Bayerischer Wald. Die Altdaten aus dem Nationalpark Bayerischer Wald belegen dagegen teils frühere Migrationen mit einem mittleren Migrationsdatum schon am 25. Oktober, aber auch einer breiten Streuung von ± 48 Tagen. Im Nationalpark Šumava konnte dagegen keine Verschiebung der Migration festgestellt werden. Die beiden migrierenden Tiere im Altdatensatz brachen erst am 19. und 28. Januar in Richtung Winterstreifen auf. Der mittlere Migrationszeitpunkt im aktuellen Datensatz fällt auf den 14. Dezember (± 30 Tage).

Gründe für die Variabilität im Migrationsverhalten und Ausblick

Mögliche Gründe für die Variabilität im Migrationsverhalten sind vielfältig und sollen im Rahmen der weiteren Analysen des laufenden Projekts untersucht werden. Entscheidende Faktoren könnten jedoch die klimatischen Verhältnisse sein. Sabine et al. (2002) zeigten, dass einsetzender Schneefall und fallende Temperaturen Migrationsbewegungen bei Schalenwild auslösen. Bedingt durch den voranschreitenden Klimawandel, setzen die ersten Schneefälle heute später im Jahr ein und Temperaturen fallen nicht mehr in dem Maße, wie es noch vor wenigen Jahrzehnten üblich war. Eine später ein-

setzende Migration, wie bei den Tieren aus dem Nationalpark Bayerischer Wald beobachtet, ist daher nicht verwunderlich. Für Tiere aus dem Nationalpark Šumava kann eine solche zeitliche Verschiebung des Migrationszeitpunkts jedoch nicht beobachtet werden. Es kann aber auch nicht ausgeschlossen werden, dass eine bestehende Verschiebung aufgrund der schlechteren Datenlage – im Altdatensatz aus Tschechien konnten lediglich zwei Tiere als Migranten klassifiziert werden – nicht detektiert werden kann. Auch könnten Managementmaßnahmen, wie beispielsweise der Beginn der Wintergatterfütterung oder die Bejagung, den Migrationszeitpunkt beeinflussen. Neben den klimatischen Verhältnissen beeinflusst auch das Nahrungsangebot sowohl die Migrationswahrscheinlichkeit als auch den Migrationszeitpunkt (Peters et al. 2018). Insbesondere in den offenen, von Wiesen geprägten Bereichen entlang des Grenzstreifens zwischen Bay-

Saisonale Wanderbewegungen – auf den Spuren von verfügbaren Ressourcen

Die meisten Menschen denken bei dem Wort »Tierwanderung« (oder »Tiermigration«) wohl an die weiten Wanderungen von Zebras, Antilopen und Gnus, welche auf den Spuren eines besseren Nahrungsangebots durch die Serengeti ziehen. Aber Wanderungen zwischen Streifen sind auch bei unseren heimischen Schalenwildarten aufgrund des saisonal verfügbaren Nahrungsangebots nichts Außergewöhnliches. In der Regel kann innerhalb der gleichen Population residentes Verhalten und Migrationsverhalten auftreten – man spricht dann von »Teilzug«. Das Verhältnis von migrierenden zu residenten Tieren innerhalb der Population kann zwischen den Jahren variieren. Der Zeitpunkt der Wanderung wird im Frühjahr durch das Ergrünen der Vegetation bestimmt. Die Tiere folgen dann der »Grünen Welle« aus proteinreicher Nahrung. Die energetischen Verluste der Migration werden durch eine längere Verfügbarkeit hochwertiger Nahrung ausgeglichen. Im Herbst setzt die Migration in der Regel mit dem Auftreten stärkerer Schneefälle ein. Daneben bestimmen weitere Faktoren wie die Schalenwilddichte, das Prädationsrisiko, Parasiten oder der jagdliche Druck das Migrationsverhalten des Schalenwilds.

ern und Tschechien findet das Rotwild ein gutes Nahrungsangebot (Ewald et al. 2014). Aber auch Waldbestände, die von den Sturmtiefs »Kyrill« und »Kolle« oder durch Borkenkäferbefall beeinträchtigt wurden, sind insgesamt heterogen strukturiert und bieten sowohl ein günstiges Nahrungsangebot als auch Deckung (Ewald et al. 2014). Neben den Witterungsverhältnissen kann sich auch die jagdliche Nutzung auf das Migrationsverhalten von Rotwild auswirken (Rivrud et al. 2016). Mit Ausnahme von ausgewiesenen Zonen in den Nationalparks ist die Jagd auf Rotwild während der Herbstmigration auf beiden Seiten der Grenze gestattet. Im Rahmen der weiteren Analysen sollen nun die Faktoren, welche die Migrationswahrscheinlichkeit, zeitliche Aspekte der Migration sowie die Migrationsdistanz beeinflussen, untersucht werden. In die weiteren Auswertungen fließen zum Beispiel ein Schneemodell für das Projektgebiet, das landschaftliche Höhenprofil, die Vegetationsentwicklung sowie menschliche Einflussfaktoren wie Tourismus und Bejagung ein.

Literatur

- Damiani, M.L.; Issa, H.; Fotino, G.; Hachem, F.; Ranc, N.; Cagnacci, F. (2015):** MigrO: a plug-in for the analysis of individual mobility behavior based on the stay region model. 23rd ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems, Seattle, Washington, USA
- Ewald, J.; Braun, L.; Zeppenfeld, T.; Jehl, H.; Heurich, M. (2014):** Estimating the distribution of forage mass for ungulates from vegetation plots in Bavarian Forest National Park. *Tuexenia*, 34(1): S. 53–70
- Loe, L.E.; Rivrud, I.M.; Meisingset, E.L.; Bøe, S.; Hammes, M.; Veiberg, V.; Mysterud, A. (2016):** Timing of the hunting season as a tool to redistribute harvest of migratory deer across the landscape. *European Journal of Wildlife Research* 62: S. 315–323
- Peters, W.; Hebblewhite, M.; Mysterud, A.; Eacker, D. et al. (2019):** Large herbivore migration plasticity along environmental gradients in Europe: life-history traits modulate forage effects. *Oikos*, 128: S. 416–429
- Rivrud, I.M.; Bischof, R.; Meisingset, E.L.; Zimmermann, B.; Loe, L.E.; Mysterud, A. (2016):** Leave before it's too late: anthropogenic and environmental triggers of autumn migration in a hunted ungulate population. *Ecology* 97(4): S. 1058–1068
- Sabine, D.L.; Morrison, S.F.; Whitlaw, H.A.; Ballard, W.B.; Forbes, G.J.; Bowman, J. (2002):** Migration behavior of white-tailed deer under varying winter climate regimes in New Brunswick. *Journal of Wildlife Management* 66: S. 718–728



4 Besonderes Rotwild an Fütterung

Wildtierkamera, Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald

Die wissenschaftlich abgesicherten Erkenntnisse zu dem Migrationsverhalten der Tiere sollen den Verantwortlichen in der Region zur Verfügung gestellt werden und so einen wichtigen Beitrag zu einem zukunftsfähigen und grenzübergreifenden Rotwildmanagement leisten. Ein raum-zeitlich angepasstes Schalenwildmanagement könnte dazu beitragen, die wachsende Rotwildpopulation auch zukünftig so zu regulieren, dass die verschiedenen Interessen und Belange von Naturschutz, Tourismus, Land- und Forstwirtschaft sowie Jagd ausgewogen berücksichtigt werden (Loe et al. 2016).

Autoren

Dr. Frederik Franke koordiniert in der Abteilung »Biodiversität, Naturschutz und Jagd« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) das Forschungsprojekt »Neue Wege zu einem grenzübergreifenden Rotwildmanagement in Zeiten des Klimawandels«. Dr. Wibke Peters leitet in der Abteilung »Biodiversität, Naturschutz und Jagd« die wildtierökologische Arbeitsgruppe. Alois Zollner leitet die Abteilung 6 »Biodiversität, Naturschutz und Jagd« der LWF. Prof. Dr. Marco Heurich ist Sachgebietsleiter für Besuchermanagement und Nationalparkmonitoring an der Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald und Professor für Wildtierökologie und Naturschutzbiologie an der Universität Freiburg und der Inland Norway University of Applied Sciences. **Kontakt:** Frederik.Franke@lwf.bayern.de, Marco.Heurich@npv-bw.bayern.de, Wibke.Peters@lwf.bayern.de

Zusammenfassung

Im Projekt »Neue Wege zu einem grenzüberschreitenden Rotwildmanagement in Zeiten des Klimawandels« untersucht die LWF zusammen mit ihren Partnern unter anderem das saisonale Migrationsverhalten von Rotwild im Böhmerwald-Ökosystem. Trotz noch laufender Untersuchungen zeichnet sich bereits jetzt ab, dass sich Unterschiede in Lebensraumausstattung und Management auf das Migrationsverhalten des Rotwilds auswirken können. Deutlich wird dies besonders am Verhalten der Tiere, die in den Gattern des Forstbetriebs überwintern. Diese unternehmen teils weite Wanderungen in ihre Sommerstreifgebiete entlang der Landesgrenze. Im Nationalpark Bayerischer Wald ist eine Verschiebung des mittleren Migrationszeitpunkts von Oktober (Altdaten) in den November (heute) zu beobachten. Die Ursache könnten klimatische Veränderungen sein. Die im Rahmen des Projekts gewonnen Erkenntnisse sollen einen Beitrag für ein zukunftsfähiges, grenzübergreifendes Rotwildmanagement leisten.

Projektförderung

Das Projekt wird durch das Programm zur grenzübergreifenden Zusammenarbeit Freistaat Bayern – Tschechische Republik »Ziel ETZ 2014–2020« gefördert und durch das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten sowie das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz kofinanziert.

Links

www.lwf.bayern.de/biodiversitaet/wildtiermonitoring_jagd/185156/index.php
www.wildtierportal.bayern.de/rotwildprojekt

Foto: Wildtierkamera, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)

Wo steckt »Merle«? (Teil 2)

... Merle ist eines der wenigen Tiere, welche in diesem Winter nicht wieder in das Gatter eingezogen sind, in welchem wir sie besonders haben. Während der letzten Tage hat sich Merle in der Dreissessel-Region aufgehalten. Das ist uns durch die Positionsdaten bekannt, die uns ihr Sender über das Mobilfunknetz übermittelt hat. Um das Halsband ablösen zu können, müssen wir uns Merle auf wenige 100 m nähern. Hierbei hilft uns ein Empfänger mit Telemetrieantenne, mit dem wir das VHF-Signal orten können. Plötzlich gibt der Empfänger deutlich das Signal wieder. Merle befindet sich nicht weit von uns in nordwestlicher Richtung. Etwas näher müssen wir ihr noch kommen, um den Drop-Off ihres Halsbands auslösen zu können. Dann wird nur noch Merles Ohrmarke daran erinnern, dass sie einst Probandin in einem Forschungsprojekt war.



Die Wege der Gams

Erste Eindrücke aus der GPS-Telemetriestudie im Karwendel

Wibke Peters, Hendrik Edelhoff und Alois Zollner

Das detaillierte Raum-Zeit-Verhalten des Gamswildes im Jahres- und Tagesverlauf wurde im bayerischen Alpenraum bislang noch nicht untersucht. Neben der Kenntnis, wie viele Wildtiere überhaupt in einem Gebiet vorkommen und wie sie auf der Fläche verteilt sind, ist die Lebensraumnutzung jedoch eine der Kernfragen der Tierökologie und des Wildtiermanagements. Ein Forschungsprojekt soll nun das Raum-Zeit-Verhalten der Gams in Abhängigkeit bestimmter Faktoren erfassen und neue Erkenntnisse zur Bewegungsökologie dieses charismatischen Alpenbewohners liefern.



1 Der besenderte Gamsbock »Karl«. Er »sammelt« seit Juni 2020 Daten für die Studie. Foto: W. Peters, LWF

»Habitat« – der Lebensraum einer Tierart. Der Begriff stammt von dem lateinischen Verb *habitare*, was im Deutschen »wohnen« bedeutet. Aber wo »wohnt« denn nun also die Gams? Diese Frage ist gar nicht so einfach zu beantworten. Die Habitatnutzung kann zwischen den Tages- und Jahreszeiten, Altersgruppen, Geschlechtern oder auch einzelnen Individuen stark variieren. Erkenntnisse zur Lebensraumnutzung und den Präferenzen der Gams sind nicht nur aus ökologischer Sicht interessant, sondern sie können auch eine wichtige Grundlage für das Schalenwildmanagement bilden. Zum Beispiel, wenn es um Fragen zum Einfluss menschlicher Landnutzung auf den »Wohnraum« der Gams, die Erlebbarkeit der Wildtiere für Erholungssuchende oder auch um Bejagungsstrategien geht.

Da gerade das Gamswild häufig im Fokus der öffentlichen Diskussionen steht, wurde 2018 das LWF-Projekt »Integrales Schalenwildmanagement im Bergwald« um den Zusatzbaustein »Raum-Zeit-Verhalten und Lebensraumnutzung der Gams« erweitert. Als Untersuchungsgebiet wurde hierfür das Gebiet zwischen Vorderriß und Soiernspitze im Karwendel gewählt, welches auch schon im Rahmen des Hauptprojekts intensiv untersucht wird.

Unterschiede in der Lebensraumnutzung feststellen und verstehen

Folgt die Gams ergrünender Vegetation? Wann bewegt sich sie nach Schneefall? Wie standortstreu ist sie? Im Mittelpunkt

der wissenschaftlichen Erhebung stehen ebensolche Fragen zu den saisonalen Präferenzen und dem Einfluss von zeitlich variierenden Faktoren wie Witterung, Vegetation, Jagd oder Tourismus. So ist die Gams zum Beispiel einer Vielzahl direkter und indirekter Einflüsse ausgesetzt, die auf eine zunehmende Präsenz von Menschen in den Bergregionen zu-

rückzuführen sind. Nicht jede touristische, sportliche oder jagdliche Nutzung bedeutet dabei automatisch eine Störung, aber Veränderungen des Raum-Zeit-Verhaltens als Reaktionen auf menschliche Aktivitäten sind dennoch nicht selten. Geschlechtsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Bewegungen und Lebensraumnutzung sollen bei den Auswertungen ebenfalls näher beleuchtet werden.

So fangen wir Gämsen

Um dem Tierwohl gerecht zu werden, wird bei der Fangmethodik jeweils die sicherste und effektivste Methode gewählt. Für die Besenderung der Gämsen kommen grundsätzlich zwei Methoden in Frage: Zum einen der Fang mit Fangvorrichtungen und zum anderen die Distanzimmobilisierung mit einem Narkosegewehr. Letzteres ist jedoch nur in ausgewählten Bereichen möglich, denn zumeist ist es sehr schwierig, ausreichend nah an die Tiere heranzukommen. Zudem müssen sich die Tiere in einem sicheren Gebiet aufhalten, damit sie sich zwischen Beschuss mit dem Narkosepfeil und dem Einsetzen der Narkosewirkung nicht verletzen.

Im Rahmen des Projekts werden die Gämsen vorrangig mit Netzfallen (Abbildung 2) gefangen (Dematteis et al. 2010). Bei dieser Fallenart wird ein Netz, welches zunächst am Boden liegt, per Knopfdruck durch das Ablösen von Gegengewichten in Sekundenbruchteilen aktiviert. Um das Tier in das Innere des Netzes mit einem Durchmesser von ca. 15 m zu locken, werden Salzlecken verwendet. Wurde die Falle aktiviert, wird das Tier vom anwesenden Personal aus der Falle befreit und ihm das Senderhalsband angelegt. Eine Narkose ist bei dieser Methode nicht notwendig. Nach nur wenigen Minuten wird das besenderte Tier wieder in die Freiheit entlassen.

Detaillierte Einblicke in die Bewegungen der Tiere

Bei Fragen zur saisonalen Habitatnutzung werden in der Regel Daten benötigt, welche die räumliche Nutzung zu jeder Jahreszeit mit hoher Auflösung wieder spiegeln (Silvy 2012). Dies gilt umso mehr für die Analyse noch detaillierterer Prozesse, wie zum Beispiel dem konkreten Verhalten des Einzeltiers unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren. Für solche Untersuchungen ist in der Wildtierforschung derzeit die Satellitentelemetrie dabei das Mittel der Wahl. Diese ermöglicht es beispielsweise, auch für heimliche Arten detaillierte geografische Positionsdaten zu sammeln (Cagnacci et al. 2010). Solche Daten erlauben Einblicke in »die Welt« eines besenderten Tieres, welche zum Verstehen von Prozessen wie Wahrnehmung und Erinnerungsvermögen genutzt werden können (Mueller & Fagan 2008). Somit bieten Daten mit hoher Auflösung die Schnittstelle zwischen verhaltensbiologischen Prozessen von Individuen, der Ökologie von Popu-



2 Netzfalle zum Gamsfang: Manuell ausgelöst, ziehen Gewichte die Netze vom Boden aus in Sekundenschnelle nach oben. Foto: W. Peters, LWF

Variabilität in der saisonalen Raumnutzung

Die ersten Ergebnisse lassen erkennen, dass die saisonale Raumnutzung eine sehr hohe Variabilität zwischen den Individuen aufweist. Die Streifgebietsgrößen zu unterschiedlichen Jahreszeiten variieren dabei von Individuum zu Individuum zum Teil erheblich.

Beispielhaft sind in Abbildung 3 die Sommer- und Winterstreifgebiete eines Gamsbocks und dreier Gamsgeißen dargestellt, welche 2019 gefangen wurden. Basierend auf einer Kerndichteschätzung (»Kernel Density Estimation«; Cumming & Cornelis 2012) wurde zwar im Sommerquartal (Juni bis August 2019) eine durchschnittliche Streifgebietsgröße von 133 ha errechnet, allerdings bewegte sich dabei eine Gams in einem Areal von gerade einmal 24 ha, während ein anderes Individuum im gleichen Zeitraum 313 ha durchstreifte. Tendenziell zeigten sich solche Unterschiede auch im Winterquartal (Januar bis März 2020), in denen die Streifgebiete der vier Tiere zwischen 26 und 185 Hektar lagen (im Schnitt 115 ha).

Im Sommer nutzten die vier besondern Gämsen im Karwendel erwartungsgemäß höhere Lagen (Mittelwert = 1.802 m) als im Winter (Mittelwert = 1.597 m). Im Mittel befanden sich die besondern Gämsen im Winter in etwas steileren Hängen (Mittelwert = 39,31°) als im Sommer (Mittelwert = 34,14°). Dabei wurden

lationen und Managementmaßnahmen. Der in den GPS-Halsbändern eingebaute Aktivitätssensor misst mit Hilfe der Impulszählung (Pedometer) kontinuierlich die Bewegung des Tieres. Nachdem der Sensor auch zwischen erhobenem und gesenktem Haupt unterscheiden kann, ist es zum Beispiel auch möglich zu untersuchen, ob ein Tier besonders wachsam ist oder nicht.

Erste Gämsen am Sender

Im Winter 2018/19 wurde mit dem Fang der ersten Gämsen begonnen. Im Jahr 2019 konnten zunächst fünf Gämsen, zwei Böcke und drei Geißen, mit Halsbandsendern ausgestattet werden (Abbildung 1). Im Jahr 2020 folgten weitere zwölf Tiere (sechs Böcke und sechs Geißen). Das Geschlechterverhältnis der bisherigen Stichprobe ist somit in etwa ausgeglichen. Im Takt von zwei Stunden übermitteln die Halsbänder die genauen Koordinaten des aktuellen Standorts der besondern Gams. Im Laufe eines Jahres können so über 4.000 Relokalisierungen pro Individuum gesammelt werden. Das Senderhalsband tragen die Tiere für circa ein Jahr, bis es sich nach der vorgesehenen Laufzeit mit Hilfe eines sogenannten »Drop-offs« selbstständig ablöst. Somit ist eine schonende und stressfreie Entfernung des GPS-Senderhalsbands gewährleistet.

zu beiden Jahreszeiten tendenziell eher südliche Expositionen genutzt.

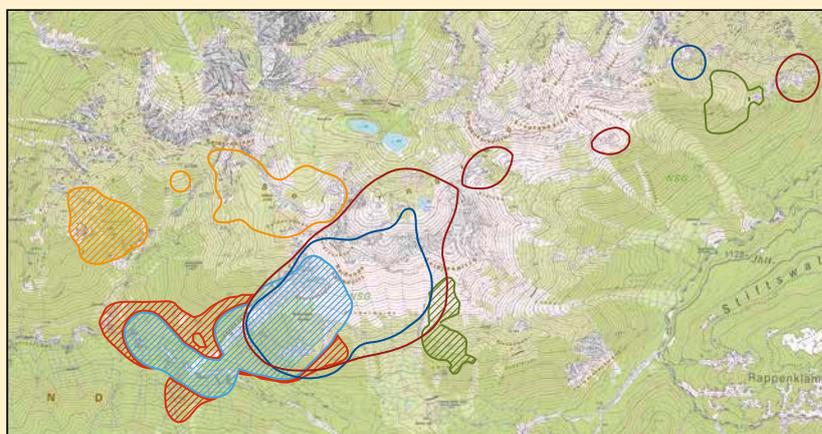
Die saisonalen Streifgebiete dieser vier Tiere lagen im Durchschnitt 2 km Luftlinie voneinander entfernt. Dabei gab es Individuen, welche klassische saisonale Streifgebietsverschiebungen mit klarer Trennung von Sommer- und Winterstreifgebiet aufzeigten, aber auch solche mit einer hohen Überlappung der saisonalen Streifgebiete. Zum Beispiel wanderte der im Sommer sehr standortstreu Gamsbock »Max« im Winter über 3 km Luftlinie (unter Berücksichtigung des Geländes ist die Laufstrecke deutlich weiter) in ein separates Winterstreifgebiet (Abbildung 3). Die beiden Gamsgeißen »Sissi« und »Franziska« bewohnten dagegen weniger saisonal differenzierte Einstände. Sie unternahmen im Sommer kürzere Ausflüge. Die Gamsgeiß »Sonja« hingegen hatte kleine und klar voneinander getrennte saisonale Streifgebiete.

Die unterschiedliche Größe der saisonalen Streifgebiete lässt sich durch die Ressourcenverfügbarkeit und die individuellen Bedürfnisse hinsichtlich der Territorialität oder Jungenaufzucht des Einzeltiers relativ gut erklären. Durch die Variabilität seiner Bewegungsmuster und seiner Raumnutzung kann sich das Gamswild gut an saisonale Veränderungen in seinem Lebensraum anpassen.

Wo »taugt« es der Gams?

Eine erste einfache Analyse der Zusammensetzung des Lebensraums der besondern Gämsen wird hier exemplarisch nur für den Sommer durchgeführt. Mit

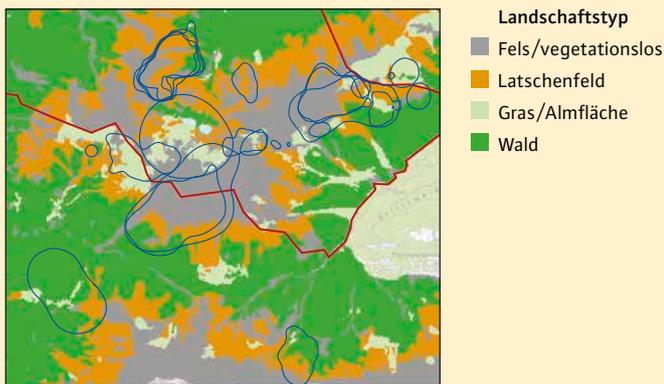
Sommer- und Winterstreifgebiete



Sommer	— Max	— Sonja	— Sissi	— Franziska
Winter	▨ Max	▨ Sonja	▨ Sissi	▨ Franziska

3 Sommer- (Juni bis August 2019) und Winterstreifgebiete (Januar bis März 2020; 95 %-KDE-Methode) von vier telemetrierten Gämsen (1 Bock, 3 Geißen) und die jeweiligen GPS-Telemetriedaten im Karwendel

Eingangsdaten für Kompositionsanalyse



4 Eingangsdaten für die multivariate Kompositionsanalyse. Der Anteil der vier Landschaftstypen innerhalb der Sommerstreifgebiete wird mit dem generell verfügbaren Anteil im Studiengebiet verglichen. Die Streifgebiete einiger Individuen überlagern sich teilweise.

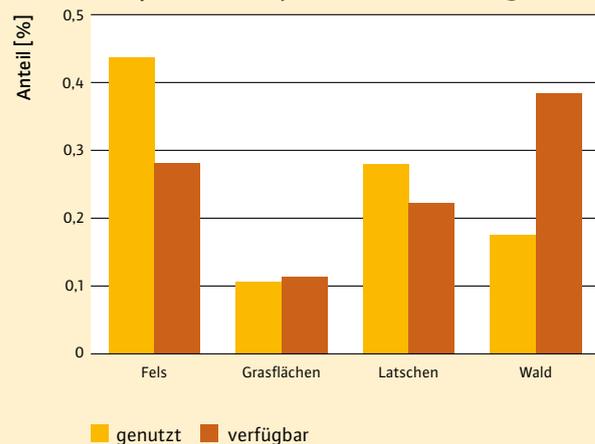
den vorhandenen Daten der 17 bis dato GPS-telemetrierten Gämsen wurde für die Monate Juni bis August (2019 und 2020) die Präferenz oder Selektion von folgenden Landschaftstypen berechnet:

- Wald (sowohl Bergmischwald als auch Nadelholz-dominierte Wälder)
- alpine Gras- und Almflächen
- vegetationsarme Felsregionen
- Latschenfelder

Ob bestimmte Landschaftstypen von den besondern Gämsen bevorzugt werden, hängt selbstverständlich auch davon ab, wie häufig diese Landschaftsausprägungen im Lebensraum vorzufinden sind. Mithilfe multivariater Analysen (Aebischer et al. 1993) können die relativen Nutzungshäufigkeiten eines Landschaftstyps innerhalb des Streifgebiets eines Tieres der potenziellen Verfügbarkeit dieses Landschaftstyps gegenüber gestellt werden (Abbildungen 4 und 5).

Die Ergebnisse zeigen, dass Waldgebiete weniger häufig aufgesucht wurden, als es aufgrund des Waldflächenanteils zu erwarten gewesen wäre (Abbildung 5). Latschenfelder und Felsregionen wurden dagegen bevorzugt genutzt. Gras- und Almflächen wurden entsprechend ihrer Verfügbarkeit im Gebiet gewählt, im Karwendel konnte also weder eine Präferenz noch eine Meidung solcher Flächen festgestellt werden. Zusammengefasst wird deutlich, dass die Sommerstreifgebiete der telemetrierten Gämsen vorrangig durch typische alpine Lebensraumtypen charakterisiert sind und die besondern Gamsindividuen Flächen oberhalb der Waldgrenze bevorzugen.

Kompositionsanalyse der Sommerstreifgebiete



5 Gegenübergestellt sind die tatsächlich genutzten sowie potenziell vorhandene Anteile der Landschaftstypen. Der orange Balken gibt die durchschnittliche Nutzungsrate gemittelt über alle besondern Gämsen an. Die verfügbaren Anteile (braun) waren für alle Tiere im Gebiet gleich.

Wie geht es weiter?

Aufgrund der bis dato geringen Stichprobengröße muss die Interpretation der Daten noch als vorläufig betrachtet werden. Detaillierte Auswertungen zur Raumnutzung werden im Laufe des Projektes folgen, sobald die Datengrundlage statistisch abgesicherte Aussagen zulässt. Die täglichen Aktivitätsphasen der Gämsen sowie das saisonale Wanderverhalten und die Faktoren, welche mit diesen Bewegungen in Verbindung stehen, sind für das übergeordnete Projekt »Integrales Schalenwildmanagement im Bergwald« von besonderer Bedeutung.

Zusammenfassung

Um das Raumnutzungsverhalten der Gams noch besser verstehen zu können, wurde im Jahr 2018 das Projekt »Gamstelemetrie in Bayern« initiiert. Mit Hilfe von GPS-Halsbandsendern werden von einzelnen Gämsen Bewegungsdaten mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung gewonnen. Das zentrale Ziel des Forschungsvorhabens ist es, das komplexe Wirkungsgefüge aus ökologischen, klimatischen und menschlichen Faktoren und deren Auswirkungen auf das Raum-Zeit-Verhalten der Gams besser zu verstehen. Die ersten Erkenntnisse weisen darauf hin, dass besondertes Gamswild sehr variabel in seiner saisonalen Raumnutzung ist. Die bisher beobachteten Bewegungsmuster zeigen sowohl klassische saisonale Wanderungen mit klaren Trennungen von Sommer- und Winterstreifgebieten als auch kleinräumige Ganzjahreseinstände mit nur wenigen saisonalen Verschiebungen. Das Gamswild kann sich durch die Variabilität in der Raumnutzung offensichtlich gut an die saisonalen Veränderungen in seinem Lebensraum anpassen. Detailliertere Auswertungen zur Lebensraumnutzung und den möglichen Auswirkungen von menschlichen Einflüssen sollen folgen, sobald die notwendige Stichprobengröße hinsichtlich der besondern Individuenzahl und Verteilung im Studiengebiet erreicht ist.

Literatur

- Aebischer, N. J.; Robertson, P. A.; Kenward, R. E. (1993): Compositional analysis of habitat use from animal radio tracking data. *Ecology*, 74(5), S. 1313–1325
- Boyce, M. S.; Vernier, P. R.; Nielsen, S. E.; Schmiegelow, F. K. (2002): Evaluating resource selection functions. *Ecological Modelling*, 157(2–3), S. 281–300
- Cagnacci, F.; Boitani, L.; Powell, R. A.; Boyce, M. S. (2010): Introduction: Animal ecology meets GPS-based radiotelemetry: a perfect storm of opportunities and challenges. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, S. 2157–2162
- Cumming, G. S.; Cornelis, D. (2012): Quantitative comparison and selection of home range metrics for telemetry data. *Diversity and Distributions* 18(11), S. 1057–1065
- Dematteis, A.; Giovo, M.; Rostagno, F.; Giordano, O.; Fina, D.; Menzano, A.; ... und Meneguz, P. G. (2010): Radio-controlled upnet enclosure to capture free-ranging Alpine chamois *Rupicapra rupicapra*. *European Journal of Wildlife Research*, 56(4), S. 535–539
- Morris, L. R.; Proffitt, K. M.; Blackburn, J. K. (2016): Mapping resource selection functions in wildlife studies: concerns and recommendations. *Applied Geography*, 76, S. 173–183
- Mueller, T.; Fagan, W. F. (2008): Search and navigation in dynamic environments – From individual behaviors to population distributions. *Oikos* 117(5), S. 654–664; doi: 10.1111/j.0030-1299.2008.16291.x
- Schröder, W.; Elsner-Schack, I.; Schröder, J. (1983): Die Gämse. Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. München (Ed.): Jahrbuch, 1983, S. 33–70
- Silvy, N. J. (2012): The wildlife techniques manual, 1. Research. Johns Hopkins University Press

Autoren

Dr. Wibke Peters ist in der Abteilung »Biodiversität, Naturschutz und Jagd« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zuständig für den Bereich Wildtiermanagement. Hendrik Edelhoff bearbeitet in dieser Abteilung verschiedene Projekte im Bereich Wildtiermanagement. Alois Zollner leitet die Abteilung 6 »Biodiversität, Naturschutz und Jagd« der LWF.
Kontakt: wibke.peters@lwf.bayern.de
hendrik.edelhoff@lwf.bayern.de

Projekt

Das LWF-Projekt »Integrales Schalenwildmanagement im Bergwald« wurde 2018 um den Zusatzbaustein »Raum-Zeit-Verhalten und Lebensraumnutzung der Gams« erweitert. Dieser Baustein wird durch die Jagdabgabe finanziert.
www.lwf.bayern.de/biodiversitaet/wildtiermonitoring_jagd/147764/index.php

Der Feldhase in der Kulturlandschaft

Wissenschaftler nehmen die Ursachen für den Rückgang des Feldhasens ins Visier

Nicolas Cybulska, Klaus Hackländer
und Stéphanie Schai-Braun

Heute ist der Feldhase (*Lepus europaeus*) eine der Charakterarten unserer Agrarlandschaft. Ursprünglich stammt er jedoch aus den Grassteppen Eurasiens, in denen er mit Dichten von zwei Individuen/100 ha vergleichsweise selten anzutreffen ist. Erst durch die Rodungstätigkeiten des Menschen und der Öffnung der Landschaft entstand ein idealer neuer Lebensraum für den eigentlichen Steppenbewohner. Als Kulturfolger breitete sich der Feldhase in Europa erfolgreich mit Dichten von mancherorts bis zu 160 oder mehr Hasen/100 ha aus. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts sind die Besätze jedoch rückläufig, was ebenfalls in Zusammenhang mit menschlich bedingten Lebensraumveränderungen zu sehen ist.

1 Der Feldhase hat es in unserer heutigen, modern ausgerichteten Kulturlandschaft nicht leicht. Wissenschaftler sind seinen »Problemen« auf der Spur. Foto: N. Cybulska, LWF

Rückgangsursachen

Aus einer Metaanalyse, welche 77 Veröffentlichungen aus zwölf europäischen Ländern vergleicht, geht hervor, dass die Hauptursache für den Rückgang des Feldhasen in der Intensivierung der Landwirtschaft zu sehen ist (Smith et al. 2005). Der Bezug zwischen den Rückgangsursachen und den Folgen der Intensivierung der Landwirtschaft wurde jedoch bis heute nur teilweise aufgedeckt. Allgemein wird die Dichte einer Feldhasenpopulation von mehreren Faktoren und deren Wechselwirkungen bestimmt. Zörner (1996) gibt hierfür das Klima, den Standort, Krankheiten, Feinde und den menschlichen Einfluss (Landwirtschaft, Straßenverkehr und Jagd) an. Ein länger anhaltender starker Rückgang müsste allerdings durch eine verringerte Fruchtbarkeit und/oder erhöhte Sterblichkeit hervorgerufen werden.

Verringerte Fruchtbarkeit

Untersuchungen von Gebärmutternarben als Indikator der Fruchtbarkeit von Häsinnen stellten keinen Unterschied in der Geburtenrate zwischen Gebieten mit hohen und niedrigen Dichten fest (Hackländer et al. 2001). In Gebieten mit gerin-

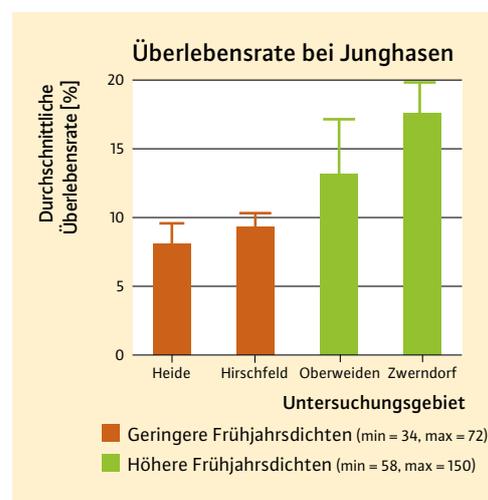
geren Dichten ist jedoch der Anteil der Junghasen der im Herbst erlegten Tiere niedriger (Abbildung 2). Der Grund für die unterschiedlichen Dichten scheint daher also eher eine erhöhte Sterblichkeit der Junghasen als eine verringerte Fruchtbarkeit der Häsinnen zu sein.

Verringerte Überlebensrate

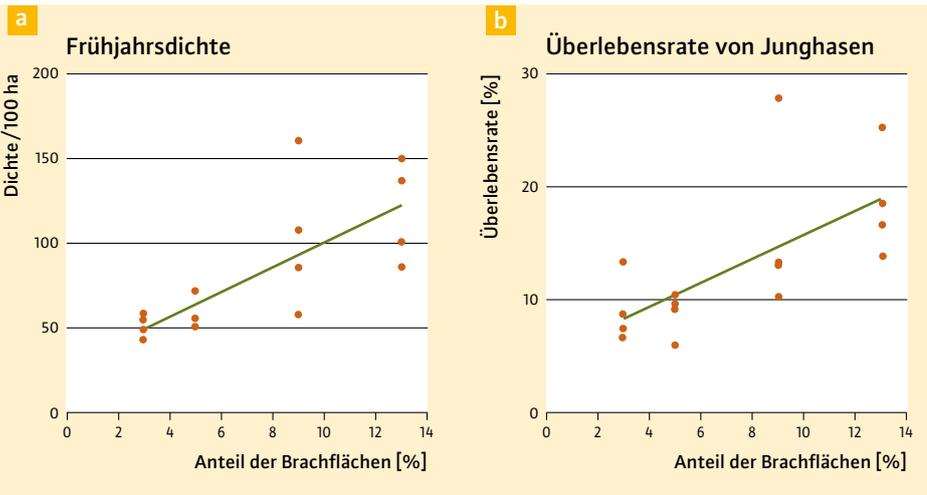
Die Überlebensrate der Jungtiere steuert entscheidend die Populationsdichte der Feldhasen (Marboutin et al. 2003). Eine dänische Studie verweist auf eine hohe Sterblichkeit von Junghasen (68,0 – 80,6%) bis zur herbstlichen Jagdzeit und einen Zusammenhang zwischen den Methoden der modernen Landwirtschaft und einem Mangel an geeigneten Nahrungsquellen (Hansen 1992). Pépin (1989) fand bei seinen Untersuchungen im Pariser Becken heraus, dass es Abweichungen im Überleben von Junghasen durch unterschiedliche landwirtschaftliche Anbaumethoden gibt.

Analysen von Mageninhalten zeigen, dass Hasen bei der Nahrungsaufnahme stark selektieren (Reichlin et al. 2006), speziell auf Pflanzen mit einem hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren und

Rohprotein (Schai-Braun et al. 2015). Diese energiereiche Nahrung spielt bei der Versorgung und Entwicklung der Junghasen eine entscheidende Rolle. Häsinnen, denen Nahrung mit einem hohen Fettgehalt zur Verfügung steht, können nicht nur mehr Milch pro Jungtier produzieren, sondern auch energiereichere Milch (Hackländer et al. 2002b). Basie-



2 Mittlere Überlebensrate von Junghasen bis zur Herbstjagd in vier Untersuchungsgebieten in Niederösterreich mit unterschiedlichen Frühjahrsdichten Quelle: Schai-Braun et al. 2020



3 Frühjahrsdichte (a) und Überlebensrate von Junghasen (b) bis zur herbstlichen Jagd in Abhängigkeit vom Brachflächenanteil; die jeweils statistisch signifikanten linearen Zusammenhänge ($\alpha < 0,05$) der Variablen werden durch eine Regressionsgerade dargestellt.

rend auf der Reproduktions-Strategie, bei welcher die Junghasen ungeschützt vor Umweltbedingungen nahezu das ganze Jahr über frei abgesetzt werden, ist eine hohe Energiezufuhr durch die Milch für das Durchkommen entscheidend (Hackländer et al. 2002a). Moderne intensiv bewirtschaftete Agrarlandschaften weisen jedoch vielerorts eine reduzierte Pflanzenvielfalt auf, welche eine nahrungsbedingte Veränderung der Laktationsleistung und eine daraus resultierende verringerte Überlebensrate der Junghasen begünstigen.

Intensivierung der Landwirtschaft

Eine Veränderung der Lebensraumbedingungen ausgelöst durch die Intensivierung der Landwirtschaft scheint, wie bereits oben angeführt, der Superfaktor für den Rückgang des Feldhasen zu sein. Aber was sind die genauen Ursachen, die entscheidend dazu beigetragen haben? Ein Meilenstein bezüglich der Veränderungen der Kulturlandschaft ist die Er-

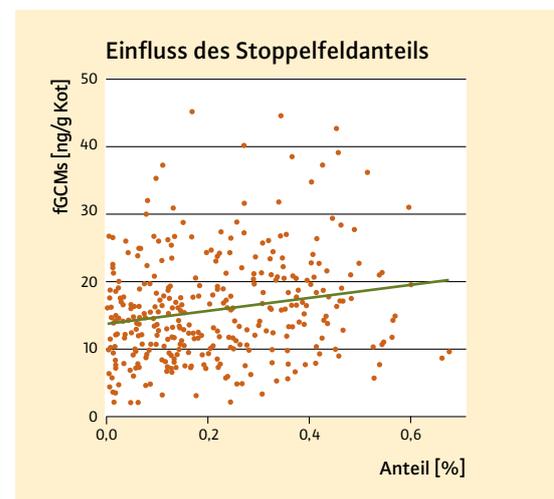
findung des Kunstdüngers durch das Haber-Bosch-Verfahren zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Die zuvor notwendige Dreifelderwirtschaft, bei welcher ein Drittel der landwirtschaftlichen Flächen brach lag, verschwand und mit ihr viele extensive Strukturen. Die in den 1960er Jahren folgende Flurbereinigung verringerte abermals den verbleibenden Anteil. Gerade nicht bewirtschaftete Flächen wie Hecken, Ackerrandstreifen und besonders Brachen stellen für den Feldhasen bevorzugte Lebensräume dar. Diese bieten Deckung, energiereiche Äsung und wertvollen Rückzugsraum, wodurch zum Beispiel Verluste durch landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen verringert werden können. Darüber hinaus wird der Effekt von Witterungsbedingungen und Beutegreifern durch den Verlust von Deckung und Äsung verstärkt. Wie wichtig diese Strukturen sind, unterstreicht eine niederösterreichische Untersuchung, bei welcher die Feldhasendichte positiv mit dem Brachflächenanteil korreliert (Abbil-

dung 3a). Auch die Überlebensrate von Junghasen wird positiv von dem Brachflächenanteil beeinflusst (Abbildung 3b; Schai-Braun et al. 2020).

Weitere Begleiterscheinungen der Intensivierung sind die Vergrößerung von Bewirtschaftungseinheiten, eine schnellere Bearbeitung und monotone Fruchtfolgen. So kann angenommen werden, dass Ernteprozesse in einer modernen Agrarlandschaft zu einer Lebensraumveränderung innerhalb einer kurzen Zeit führen und dadurch die Raumnutzung von Feldhasen merklich beeinflussen. Verbleibende geeignete Lebensräume sind häufig weiter voneinander entfernt, was zu einem erhöhten Energieaufwand führen kann. Spezielle Untersuchungen zeigen, dass die Getreideernte zu einer signifikanten Vergrößerung der wöchentlichen Streifgebiete führt (Schai-Braun et al. 2014). Die verbliebenen und damit bevorzugt genutzten Habitate dienen darüber hinaus möglicherweise als Anziehungspunkt für eine Vielzahl von Feldhasen mit dem potenziellen Risiko von sozialem Stress und einem erhöhten Prädationsrisiko.

5 Einfluss des Stoppelfeldanteils innerhalb der Feldhasen-Streifgebiete auf die fGCM-Konzentrationen während der Wintergetreideernte. Die Regressionsgerade ist statistisch signifikant ($\alpha < 0,05$) und beruht auf linearen gemischten Modellen.

4 Weite, offene Agrarlandschaften bieten zu wenig geeignete Feldhasen-Habitate. Foto: Naturschutzfonds Wetterau e.V.



Bedeutung Erntevorgänge Stress?

Um zu überprüfen, ob und gegebenenfalls welchen Einfluss Erntevorgänge auf die Gesundheit von Feldhasen haben, wurden in einer weiteren Studie die Glukokortikoid-Metaboliten im Kot (fGCM) gemessen. Diese Metaboliten ermöglichen eine Bewertung des Stressniveaus der Feldhasen. Ausgewertet wurde dabei auch unter anderem, ob das Vorhandensein von durch die Ernte unbeeinflussten Habitaten, wie zum Beispiel Brachen, einen möglichen negativen Effekt abschwächen.

Mit einem zunehmenden Anteil an Stoppfeldern im Streifgebiet wurden höhere fGCM-Konzentrationen bei den Hasen gefunden (Abbildung 5). Eine allgemeine Erhöhung der fGCM-Konzentrationen durch die Wintergetreideernte im Untersuchungsgebiet blieb jedoch aus. Die Ergebnisse werden dahingehend interpretiert, dass Erntevorgänge in einer klein strukturierten Landschaft wie dem Untersuchungsgebiet, wo viele extensive Strukturen wie Brachen und Hecken weiterhin zur Verfügung stehen, keinen Stress bei Feldhasen erzeugen (Cybulska et al. 2020). Jedoch kann durch diese Studie nicht ausgeschlossen werden, dass bei größeren Bewirtschaftungseinheiten und einem geringeren Anteil an extensiven Strukturen die Ernte zu einer Erhöhung des Stressniveaus führen kann. Hierfür wären weitergehende Studien notwendig.

Literatur

Cybulska, N.; Hackländer, K.; Palme, R.; Frey-Roos, A.; Schai-Braun, S. C. (2020): Influence of cereal harvest on adrenocortical activity in European hares (*Lepus europaeus*). *European Journal of Wildlife Research* 66:95

Hackländer, K.; Frisch, C.; Klansek, E.; Steineck, T.; Ruf, T. (2001): Die Fruchtbarkeit weiblicher Feldhasen (*Lepus europaeus*) aus Revieren mit unterschiedlicher Populationsdichte. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 47, S. 100–110

Hackländer, K.; Arnold, W.; Ruf, T. (2002a): Post-natal development and thermoregulation in the precocial European hare (*Lepus europaeus*). *Journal of Comparative Physiology B* 172, S. 183–190

Hackländer, K.; Tataruch, F.; Ruf, T. (2002b): The effect of dietary fat content on lactation energetics in the European hare (*Lepus europaeus*). *Physiological and Biochemical Zoology* 75, S. 19–28

Hansen, K. (1992): Reproduction in European hare in a Danish farmland. *Acta Theriologica* 37, S. 27–40

Marboutin, E.; Bray, Y.; Péroux, R.; Mauvy, B.; Lartiges, A. (2003): Population dynamics in European hare: breeding parameters and sustainable harvest rates. *Journal of Applied Ecology* 40, S. 580–591

Pépin, D. (1989): Variation in survival of brown hare (*Lepus europaeus*) leverets from different farmland areas in the Paris Basin. *Journal of Applied Ecology* 1, S. 13–23

Reichlin, T.; Klansek, E.; Hackländer, K. (2006): Diet selection by hares (*Lepus europaeus*) in arable land and its implications for habitat management. *European Journal of Wildlife Research* 52, S. 109–118

Schai-Braun, S. C.; Hackländer, K. (2014): Home range use by the European hare (*Lepus europaeus*) in a structurally diverse agricultural landscape analysed at a fine temporal scale. *Acta Theriologica* 59, S. 277–287

Schai-Braun, S. C.; Peneder, S.; Frey-Roos, F.; Hackländer, K. (2014): The influence of cereal harvest on the home-range use of the European hare (*Lepus europaeus*). *Mammalia* 78, S. 497–506

Schai-Braun, S. C.; Reichlin, T. S.; Ruf, T.; Klansek, E.; Tataruch, F.; Arnold, W.; Hackländer, K. (2015): The European hare (*Lepus europaeus*): a picky herbivore searching for plant parts rich in fat. *PLoS ONE*, 10: e0134278

Schai-Braun, S. C.; Ruf, T.; Klansek, E.; Arnold, W.; Hackländer, K. (2020): Positive effects of set-asides on European hare (*Lepus europaeus*) populations: Leverets benefit from an enhanced survival rate. *Biological Conservation* 244, S. 108518

Smith, R. K.; Jennings, N. V.; Harris, S. (2005): A quantitative analysis of the abundance and demography of European hares *Lepus europaeus* in relation to habitat type, intensity of agriculture and climate. *Mammal Review* 35, S. 1–24

Zörner, H. (1996): *Der Feldhase*. 2. unveränderte Auflage, Nachdruck. Westarp Wissenschaften, Magdeburg, 172 S.



6 Habitate mit einer energiereichen Äsung sind für den Feldhasen in der modernen Kulturlandschaft entscheidend. Foto: N. Cybulska, LWF

Zusammenfassung

Die durch den Menschen über Jahrhunderte in Europa geschaffenen vielfältigen und strukturreichen Kulturlandschaften boten dem Feldhasen über lange Zeit sehr günstige Lebensbedingungen. Die Populationsdichten lagen sogar deutlich über denen seines ursprünglichen Verbreitungsgebietes, den Grassteppen Eurasiens. Durch den intensiven Wandel der Kulturlandschaften während der letzten Jahrzehnte haben sich allerdings auch die Lebensraumbedingungen für den Feldhasen grundlegend verändert und sind nach den bisherigen Erkenntnissen als der Hauptfaktor für den Rückgang der Populationen anzusehen. Neben dem Verlust zentraler Habitatstrukturen tragen insbesondere auch Veränderungen in der Bewirtschaftungsweise und -intensität ganz entscheidend zu dem Rückgang bei. Inwieweit die verschiedenen, bisher ergriffenen Agrarumweltmaßnahmen der letzten Jahre zu einer Erholung der Feldhasenbestände beitragen können, sollte entsprechend wissenschaftlich begleitet werden.

Autoren

Nicolas Cybulska bearbeitet in der Abteilung »Biodiversität, Naturschutz und Jagd« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft als wissenschaftlicher Mitarbeiter das Projekt »Erarbeitung, Umsetzung und Evaluierung von wildökologischen Zonierungskonzepten«. Prof. Dr. Klaus Hackländer ist Leiter des Instituts für Wildbiologie und Jagdwirtschaft an der Universität für Bodenkultur Wien und seit 1. Januar 2021 Vorstandsvorsitzender der Deutschen Wildtier Stiftung. Dr. Stéphanie Schai-Braun ist Wissenschaftlerin, die ebenfalls am »Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft« an der Universität für Bodenkultur Wien tätig ist.

Kontakt: Nicolas.Cybulska@lwf.bayern.de

Fördermöglichkeiten in Bayern

In den letzten Jahren wurden in Bayern zur Förderung der Artenvielfalt in der Kulturlandschaft verschiedene Maßnahmen ergriffen. Hier wäre zum Beispiel das Projekt zur Wildlebensraumberatung, bei welchem gemeinsam mit Landwirten und Jägern Lebensraumverbesserungen zur Erhöhung der Strukturvielfalt umgesetzt werden, zu erwähnen. Als wichtige Werkzeuge sind Agrarumweltmaßnahmen in Form des Bayerischen Kulturlandschaftsprogrammes (KULAP), das Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) und das Greening zu nennen. Positive Beispiele, bei denen durch das Engagement von zum Beispiel Landwirten, Jägern, Imkern und Naturschützern Akzente gesetzt werden, können so gefördert werden und dazu beitragen, dass sich die Bestände von wichtigen Tierarten der Feldflur lokal erholen. Für den Erfolg bezüglich des Feldhasen wird es aber entscheidend darauf ankommen, dass die besondere Lebensweise und die speziellen Lebensraumbesprüche der Feldhasen dabei entsprechend berücksichtigt werden. Untersuchungen, wie sich die getroffenen Agrarumweltmaßnahmen auf die Bestandesentwicklung der Feldhasen in Bayern auswirken, fehlen aber noch.

Artgerechte Überwinterung und Notzeit von Rehen

AG »Wildbiologie und Wildtiermanagement« der TUM forscht zur Winterfütterung – mit aufschlussreichen Ergebnissen

Andreas König

Alle Jahre wieder erscheint das Thema Winterfütterung, sobald es etwas winterlich mit Schnee wird. Diskussionen, Forderungen und Aussagen sind in der Regel emotional. Daher lohnt es, wissenschaftlichen Fakten zur Energieversorgung der Rehe durch die Vegetation im Herbst und Winter, ihren Umgang damit und ihre aufgenommene Energie sowie der Frage, wann eigentlich Notzeit sein könnte, nachzugehen. Diesen Aufgaben widmet sich seit einigen Jahren die AG »Wildbiologie und Wildtiermanagement« am Lehrstuhl für Tierernährung der TU München.



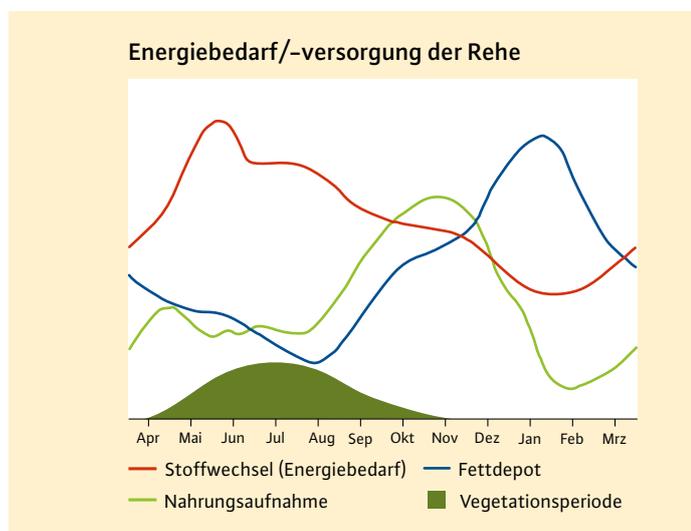
Über wen reden wir?

Das Reh gehört neben Rentier und Elch zu den Hirscharten, deren natürliches Verbreitungsgebiet am weitesten nach Norden – bis zum Polarkreis in Skandinavien – sowie in den Bergen selbst im Winter über die Baumgrenze geht (Andersen et al. 1998; Geist 1999; Müller 1982; Sempere et al. 1996; Stubbe 1997). Rehe sind auf Grund ihrer Körpergröße, Form und Fellbeschaffenheit bestens an kalte Regionen und strenge Winter angepasst (Geist 1999). Die Allen'sche Regel, wonach Arten einer Gattung, die an kalte nördliche Gebiete angepasst sind, kleinere Körperextremitäten und Anhänge haben, passt beim Reh sehr gut (Geist 1999).

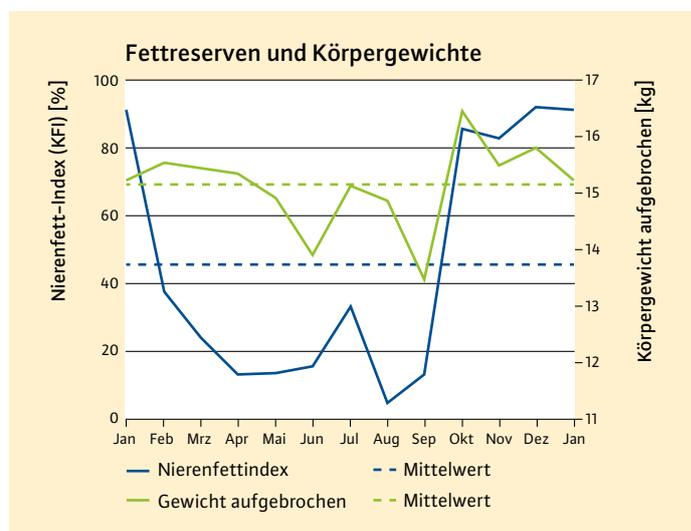
Wann kann es theoretisch zu einer Notzeit für Rehe kommen?

Der Frage, wann Notzeit sein könnte, ist bereits Hofmann in den 1970er und 80er Jahren nachgegangen. Um durch den Winter zu kommen, haben unsere Wildwiederkäuer Strategien entwickelt, die über ein extrem gut isolierendes Fell, einer Reduktion des Stoffwechsels bis hin zu einem thermoneutralen Bereich bis $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ reichen (Andersen et al. 1998; Arnold 2003, 2013; Bubenik 1984; Hofmann 1981). Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang zwischen Nahrungsaufnahme, Fettreserven und Energiebedarf bei Rehen im Jahresverlauf (Hofmann 1981). Notzeit gibt es bei Wildtieren dann, wenn alle Reserven abgebaut sind, der Stoffwechsel steigt und die Nahrung keine Energie liefert. Nach

Hofmann (1981) kann das bei Wildwiederkäuern nur im März und April sein, hohe Schneelagen im Januar und Februar spielen keine Rolle (König & Zannantonio 2006). Das deckt sich zum Beispiel mit den höchsten Rissraten von Wölfen im März/April (Smith et al. 2004), da ihre Beutetiere geschwächt sind. Dann bringen auch Bartgeier ihre Jungen synchron mit dem hohen Fallwildaufkommen zur Welt. In den letzten 40 Jahren haben sich die phänologischen Phasen durch den Klimawandel verschoben und die Vegetation beginnt heute gut 15 Tage früher zu ergrünen (Menzel 2006; Stahl 2016). So fällt der April als mögliche Notzeit aus. Aktuell könnte es daher, wenn überhaupt, nur im März zu einem Engpass und einer möglichen Notzeit für Wildwiederkäuer kommen.



1 Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen Energieaufnahme, Fettreserven und Energiebedarf bei Rehen im Jahresverlauf Hofmann 1981, verändert



2 Nierenfettindex als Maß für die Fettreserven (N=234) und Körpergewicht von ein- und mehrjährigen Rehen (N=173) im Jahresverlauf König et al. 2016, verändert



3 Nur weil Schnee liegt, haben die Rehe noch lange keine Notzeit.

Foto: ©PantherMedia /Lubos Chlubny

Verluste der Körpermasse im Laufe des Winters bei Rehen werden zwischen 20 und 30% als normal betrachtet (Bubenik 1971; Holand et al. 1998). Im Durchschnitt wiegen unsere untersuchten erwachsenen Rehe im Winter 15,5 kg und im Frühjahr 15,1 kg, was dem Jahresdurchschnitt von 15,1 kg entspricht. In laufenden Studien zeigen adulte ungefütterte Rehe aus den Bergen mit ca. 17,2 kg die höchsten Durchschnittsgewichte.

Energiedichte der Nahrung von Rehen

Unseren Daten (N=245) zur Rehnahrung stammen aus einem naturnahen Waldhabitat und einem intensiv genutzten Agrarhabitat. Den Jahresverlauf der Energiedichte der Äsung zeigt Abbildung 4. Bis auf den Monat Mai liegt die Energiedichte in der Kulturlandschaft (Feldrehe) immer über jener der Naturlandschaft (Waldrehe). Diese Differenz ist zur Erntezeit besonders ausgeprägt. Das Argument für eine Fütterung, die Kulturlandschaft biete keine Äsung für Rehe, entbehrt somit der wissenschaftlichen Grundlage. Durch die hohe Energiedichte der Äsung im Agrargebiet im Winter und Frühjahr, die über dem Jahresdurchschnitt des Waldes liegt, unterliegen auch Feldrehe im Winter keiner Beeinträchtigung. Wie zu erwarten, sind im Januar und Februar die Energiedichten in der Naturlandschaft abgesunken, jedoch erreicht die früh einsetzende Vegetation im März das Energieniveau des Jahresdurchschnitts.

Fettreserven und Körpermasse der Rehe im Jahresverlauf

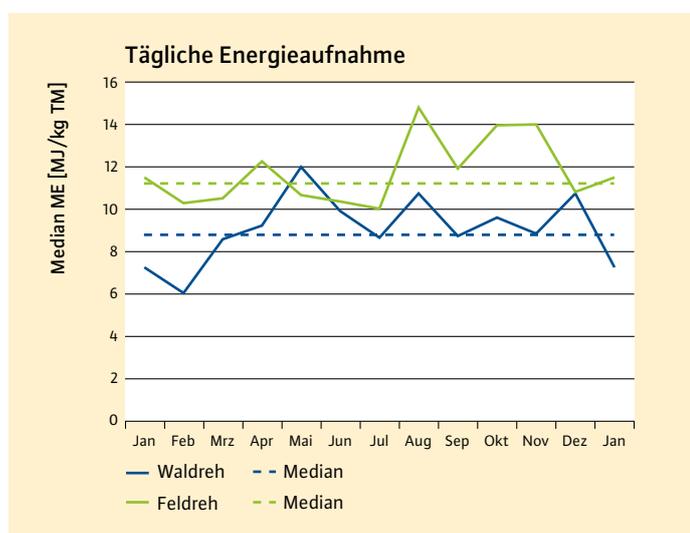
Da Not durch Energiedefizite verursacht wird, müssen die Reserven und die Energieversorgung betrachtet werden. Wie bei Hofmann (1981) beschrieben (Abbildung 1), legen Rehe im Herbst und Frühwinter hohe Fettreserven an, um niedrigere Energiedichten der Vegetation im Winter auszugleichen. Ab Februar beginnen sie, diese Fettreserven abzubauen (Abbildung 2, blaue Linie). Das bestätigen aktuelle Daten zur Rehnahrung für Bayern (König et al. 2016). Zwischen Januar und April bleibt die Körpermasse etwa konstant (grüne Linie). Rehe benötigen ihre Fettreserven im Spätwinter und Frühjahr nicht bzw. nur in geringem Umfang, sonst hätte ihre Körpermasse abgenommen.

Wie gehen Rehe mit schwankender Energiedichte um?

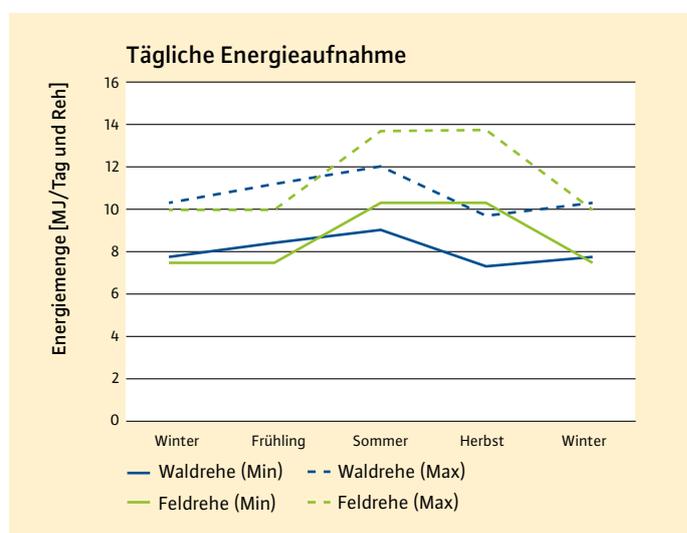
In Abbildung 5 ist die durchschnittlich täglich aufgenommene umsetzbare Energie mit Minimum- und Maximumwerten dargestellt. Trotz signifikant unterschiedlicher Energiedichten nehmen im Jahresdurchschnitt Rehe in beiden Habitaten pro Tag etwa die gleiche Menge an Energie auf. Trotz abnehmendem Pansenvolumen im Winter (Hofmann 1981 & 1989; König et al. 2020) äsen Rehe im Wald pro Tag ca. 600 g und in den Bergen ca. 800 g mehr als Feldrehe, wodurch sie niedrige Energiedichten in der Nahrung ausgleichen. Mit diesen Anpassungen decken Rehe in der Regel ihren Energiebedarf von ca. 3,2–4,3 Megajoule (MJ) pro Reh und Tag das ganze Jahr aus der vorhandenen Äsung (Bobek 1980; Hartfiel et al. 1985; Onderschecka 1999; Oslage & Strothmann, 1988; Weiner 1977).

Beschaffenheit der Rehäsung

Hofmann teilt alle Wiederkäuer in die Gruppen a) Konzentrat-Selektierer, wozu Reh und Elch gehören, b) Intermediärentypen, wozu Gams und Rothirsche zählen, sowie c) Raufutterfresser, mit Mufflon und Steinbock als Vertreter ein (Hofmann 1982, 1989). Er unterstellt, dass für Reh und Elch »leichtverdauliche Pflanzenteile oder Pflanzen unbedingt notwendig«...sind. »Faserreiche Äsung wie Grasheu ist ungeeignet, weil der Rehpansen zu wenig zellulosezersetzende Bakterien besitzt« (Hofmann 1982, S. 13). Allerdings beweisen umfangreiche datenbasierte Studien, dass Rehe als Wiederkäuer



4 Median der Energiedichte der von Rehen aufgenommenen Äsung (N=245)
König et al. 2020, verändert



5 Median der pro Tag und Reh aufgenommenen umsetzbaren Energie, differenziert für Waldrehe und Feldrehe (N=245)
König et al. 2020, verändert

nicht nur in der Lage sind, Fasern zu verwerten, sondern diese auch benötigen. Eine so enge Zuordnung zwischen den Äsungstypen und den durch die Arten aufgenommenen Pflanzen wie von Hofmann (1982 & 1989) beschrieben, besteht nicht (Djordjevic et al. 2006; Hartfiel et al. 1985; Holand 1994; Obidzinski et al. 2017; Serrano Ferron et al. 2011; Woodall 1992). Im Gegenteil: In der Rehäsung finden sich im Durchschnitt nicht nur Rohfaseranteile von 21–38% mit Maxima von 49% Trockenmasse, die jenen von Rotwild (25–30%) oder Mufflon (22–34%) (Briedermann et al. 1988; Drescher-Kaden & Seifelnasr 1977) entsprechen, sondern sie zeigen auch eine üppige Ausstattung ihres Pansenmikrobioms mit faserzersetzenen Bakterien und Pilzen (Dahl et al. 2020; König et al. 2016).

Die Notzeit-Mast

Jeden Winter kommen Interpretationen vor wie: »Auf jeden Fall liegt eine Notzeit vor, wenn das Wild durch Frost und Schnee einige Zeit an der Nahrungsaufnahme gehindert ist«, für Feldreviere wird das sogar für die Erntezeit postuliert. Der Kommentar zum Jagdrecht von Leonhardt führt bei § 19 BJagdG aus, dass die Notzeit sich nicht nach Schnee und Eis bestimmt, sondern nach den Äsungs- und Ernährungsbedingungen (Leonhardt 1986). Sie ist also revierabhängig und kann nicht pauschal ausgerufen werden. In der aktuellen Fütterungspraxis werden als Notzeitfutter vielfach Mischungen mit 30–50% Getreideanteilen (z. B. Hafer, Gerste, Mais) und entsprechend wenig Raufutter (z. B. Grummet) empfohlen, welche durch deutlich zu niedrige Faseranteile bei gleichzeitig zu hohen Protein- und Kohlenhydratanteilen gekennzeichnet sind. Derartige Mischungen enthalten ca. 15% Fasern pro Kilogramm Trockenmasse, und das in einer Jahreszeit, in der Rehe freiwillig zwischen 26 und 49% Trockenmasse Fasern aufnehmen. So niedrige Faseranteile bei gleichzeitig hohem Protein- und Kohlehydratangebot im Pansen führen zur Bildung von Propion- und Milchsäure, der Pansen-pH-Wert sinkt unter pH 6, wodurch eine Pansenazidose verursacht wird (Deutz et al. 2009). Pansenazidose ist in Österreich der Hauptverursacher für Fallwild bei Rehen im Winter (Arnold 2020). Rehe mit zu niedrigem pH-Wert im Pansen nehmen aus der Waldvegetation Fasern auf, um ihren pH-Wert an-

zuheben. Diese Futtermischungen weisen eine Energiedichte von ca. 10–12 Megajoule umsetzbare Energie (ME MJ) pro Kilogramm Trockenmasse (TM) auf, während natürliche Äsung eine Energiedichte zwischen 4 und 6,3 ME MJ/kg TM bereitstellt. Diese vorgeschlagene Notzeitfütterung hat eine Energiedichte, die normal für »Hochleistungsmilchkühe« und zur »Mast« verwendet wird. Getreide jeglicher Art bewirkt zu hohe Energiedichten und ist kein Erhaltungsfutter im Sinne einer Notzeitfütterung. Im Gegenteil – Getreide in einer Fütterung zwingt das Reh regelrecht dazu, verstärkt Fasern aufzunehmen, um den pH-Wert im Pansen anzuheben. Damit trägt Getreide in der Fütterung zu weiterem Verbiss bei.

Literatur

- Andersen, R.; Duncan, P.; Linnell, J. D. C. (Eds.) (1998): The European Roe Deer: The Biology of Success. Oslo: Scandinavian University Press
- Arnold, W. (2003): Neue Erkenntnisse zur Winterökologie des Rotwildes – der verborgene Winterschlaf. In: Jagdverband, B. (Ed.), Rotwild in Bayern – heute und morgen; S. 15–20
- Arnold, W. (2013): Jahreszeitliche Anpassung bei Wildwiederkäuern – wo steht das Rehwild? In: BAYERN, L. (Series Ed.), Schriftenreihe des Landesjagdverbandes: Vol. 20. Hege und Bejagung des Rehwildes; S. 13–21
- Arnold, W. (2020): Jahresbericht 2019. In: Jahresberichte. Wien: Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie
- Bobek, B. (1980): A model for optimization of roe deer management in Central Europe. *Journal of Wildlife Management*, 44(4), S. 837–848
- Briedermann, L.; Dittrich, G.; Lockow, K.-W. (1988): Rotwild *Cervus elaphus* L. In: Stubbe, H. (Ed.), Buch der Hege Band 1 Haarwild (S. 2–57). Thun, Frankfurt a.M.: Verlag Harri Deutsch
- Bubenik, A. B. (1971): Rehwildhege und Rehwildbiologie. München: F.C. Mayer Verlag
- Bubenik, A. B. (1984): Ernährung, Verhalten und Umwelt des Schalenwildes. München, Wien, Zürich: BLV Verlagsgesellschaft
- Dahl, S.-A.; Hudler, M.; Windisch, W.; Bolduan, C.; Brugger, D.; König, A. (2020): High fibre selection by roe deer (*Capreolus capreolus*): evidence of ruminal microbiome adaptation to seasonal and geographical differences in nutrient composition. *Animal Production Science*. doi:10.1071/anim19376
- Deutz, A.; Gasteiner, J.; Buchgraber, K. (2009): Fütterung von Reh- und Rotwild. Ein Praxisratgeber. Leopold Stocker Verlag
- Djordjevic, M.; Popovic, Z.; Grubic, G. (2006): Chemical composition of the rumen contents in roe deer (*Capreolus capreolus*) as potential quality indicator of their feeding. *Journal of Agricultural Sciences*, 51(2), S. 133–140
- Drescher-Kaden, U.; Seifelnasr, E. A. (1977): Untersuchungen zum Verdauungstrakt von Rehwild, Damwild und Mufflon. Mitteilung 2: Rohnährstoffe im Panseninhalt von Reh, Damhirsch und Mufflon. *Z. Jagdwiss.*, 23, S. 6–11
- Geist, V. (1999): Deer of the world. Their Evolution, Behaviour, and ecology. Shrewsbury: Swan Hill Press
- Hartfiel, W.; Pheiffer, J.; Dissen, J. (1985): Energetische Untersuchungen an Reh und Schaf mit Hilfe der quantitativen Thermographie zur Beurteilung des Energiebedarfs im Winter. *Z. Jagdwiss.*, 31, S. 34–41
- Hofmann, R. R. (1981): Über die Notzeit des Schalenwildes in der Kulturlandschaft – wissenschaftliche Erkenntnisse, gesetzliche Bestimmungen und Hegepraxis. In: Hofmann (Ed.), Wildbiologische Informationen für den Jäger (Vol. IV). Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag
- Hofmann, R. R. (1982): Die Stellung der europäischen Wildwiederkäuer im System der Äsungstypen. In: Hofmann (Ed.), Wildbiologische Informationen für den Jäger. Jagd + Hege – Ausbildungsbuch I (S. 9–18). Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.
- Hofmann, R. R. (1989): Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78(4), S. 443–457
- Holand, O. (1994): Seasonal dynamics of digestion in relation to diet quality and intake in European roe deer (*Capreolus capreolus*). *Oecologia*, 98, S. 274–279
- Holand, O.; Myrland, A.; Wannang, A.; Linnell, J. D. C. (1998): Roe deer in northern environments: Physiology and behaviour. In: Andersen, Duncan, Linnell (Eds.), The European Roe Deer: The Biology of Success (S. 117–138). Oslo: Scandinavian University Press
- König, A.; Zannantonio, D. (2006): Gamswildmonitoring 1998–2006 im Modellprojekt Nationalparkreviere Gasteineral
- König, A.; Scheingraber, M.; Mitschke, J. (2016): Energiegehalt und Qualität der Nahrung von Rehen (*Capreolus capreolus*) im Jahresverlauf in zwei unterschiedlich geprägten Habitaten. In: Zentrum-Wald-Forst-Holz (Series Ed.), Forstliche Forschungsberichte (S. 199). Freising
- König, A.; Hudler, M.; Dahl, S.-A.; Bolduan, C.; Brugger, D.; Windisch, W. (2020): Response of roe deer (*Capreolus capreolus*) to seasonal and local changes in dietary energy content and quality. *Animal Production Science*. doi:10.1071/anim19375
- Leonhardt, P. (1986): Jagdrecht. Bundesjagdgesetz, Bayerische Jagdgesetz, Ergänzende Bestimmungen. München: Carl Link Verlag
- Menzel, A. (2006): Zeitliche Verschiebung von Austrieb, Blüte, Frucht reife und Blattverfärbung im Zuge der rezenten Klimaerwärmung. Forum für Wissen, S. 47–53
- Müller, F. (1982): Das Rehwild. In: Wildbiologische Informationen für den Jäger (S. 165–176). Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag
- Obidzinski, A.; Miltko, R.; Bolibok, L.; Wajdzik, M.; Nasiladka, P. (2017): Variation of natural diet of free ranging mouflon affects their ruminal protozoa composition. *Smaoö Ruminant Research*, 157, S. 57–64
- Onderscheka, K. (1999): Das Rehwild – seine Ernährung und Fütterung. Paper presented at the Rehwild in der Kulturlandschaft, Nürnberg
- Osage, H. J.; Strothmann, A. (1988): Zum Energie- und Proteinbedarf von Rehwild. *Z. Jagdwiss.*, 34, S. 164–181
- Sempere, A. J.; Sokolov, V. E.; Danilkin, A. A. (1996): *Capreolus capreolus*. *Mammalian Species*, 538, S. 1–9
- Serrano Ferron, E.; Verheyden, H.; Hummel, J.; Cargnelutti, B.; Lourtet, B.; Merlet, J.; González-Candela, M.; Angibault, J. M.; Hewison, A. J. M.; Claus, M. (2011): Digestive plasticity as a response to woodland fragmentation in roe deer. *Ecological Research*, 27(1), S. 77–82. doi:10.1007/s11284-011-0872-x
- Smith, D. W.; Drummer, T. D.; Murphy, K. M.; Guernsey, D. S.; Evans, S. B. (2004): Winter prey selection and estimation of wolf kill rates in Yellowstone National Park, 1995–2000. *Journal of Wildlife Management*, 68(1), S. 153–166
- Stahl, B. (2016): Die Verschiebung der phänologischen Phasen potentieller Nahrungspflanzen des Rehs (*Capreolus capreolus* Linnaeus) während der Setzzeit als Folge des Klimawandels und die damit verbundene zeitliche Änderung der Nahrungsquantität und -qualität. (Master Master). Technische Universität München, Freising
- Stubbe, C. (1997): Das Rehwild (The Roe Deer) (4 ed.). Berlin: Parey Buchverlag
- Weiner, J. (1977): Energy Metabolism of the Roe Deer. *Acta Theriologica*, 22(1), S. 3–24
- Woodall, P. F. (1992): An evolution of a rapid method for estimating digestibility. *African Journal of Ecology*, 30, S. 181–185

Autor

Prof. Dr. Andreas König leitet die Arbeitsgruppe »Wildbiologie und Wildtiermanagement« am Lehrstuhl für Tierernährung der TU München. Seit 2011 ist die Energieversorgung der Wildwiederkäuer Reh und Gams ein Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe.
Kontakt: koenig@wzw.tum.de



ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Waldarbeit und Holzernte im Forststudium



Florian Rauschmayr, HSWT Foto: C. Josten, ZWFH

Fundierte Kenntnisse in der Waldarbeit und der Holzerntetechnik sind Grundvoraussetzung für die Tätigkeit als Revierleiter. Entsprechend groß ist der Stundenanteil für diese Themen im Studium Forstingenieurwesen an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT). Seit Oktober 2019 vertritt Florian Rauschmayr beide Lehrgebiete. Im Interview erklärt er uns, worauf es ihm ankommt und welche Schwerpunkte er dabei setzt.

Sehr geehrter Herr Rauschmayr, wie ist Ihre Lehre thematisch aufgebaut?

Ich gestalte die Waldarbeitslehre und die Holzerntetechnik so praxisnah wie möglich. Vier Semester lang haben wir mit ein bis zwei Übungen pro Woche viel Raum für die praxisnahe Ausbildung.

Thematisch beginnt es mit den Grundlagen der Waldarbeitslehre im zweiten Semester. Dazu kommen forstliche Betriebsarbeiten wie verschiedene Pflanzverfahren und der einwöchige Motorsägen-Lehrgang. Es folgen dann der Wegebau, die Wegepflege und die Grundlagen der mechanisierten Holzernteverfahren. Den Schwerpunkt bilden verschiedene Harvester-Verfahren mit motormanueller Zufällung, die aktuell sehr stark diskutiert werden. Auch Sonderverfahren wie die Stehendentnahme von Bäumen sind mit dabei. Den Abschluss der Grundlagen-Semester bildet die mündliche Prüfung, bei der der »Stockparcour« eine wichtige Rolle spielt.

In den höheren Semestern behandeln wir speziellere Themen wie Holzernte-Logistik, Bereitstellungsanzeigen, Digitalisierung

von Betriebsabläufen mit verschiedenen Apps und die ELDAT-Möglichkeiten (Elektronischer Datenstandard für Holzdaten). Auf den seit letztem Wintersemester laufenden Online-Hybrid-Kurs in Zusammenarbeit mit dem Forstlichen Bildungszentrum Laubau der Bayerischen Staatsforsten (BaySF) bin ich besonders stolz. Die Laubau liegt bei Ruhpolding in den Chiemgauer Alpen und verfügt daher über eine enorme Praxiskompetenz für die Holzernte in Steillagen. Hier wird deutlich, dass wir in Bayern durchaus Spezialisten sind.

Sie vertreten mit diesen Themen ein sehr umfassendes Spektrum an Lehrgebieten. Gibt es weitere Kooperationen? Wer unterstützt Sie bei den Lehrveranstaltungen?

Ja, die Kooperationen sind mir besonders wichtig. Insbesondere unterstützen uns die BaySF mit dem Forstbetrieb Freising samt Lehrrevier. Bei der digitalen Lehre und praxisnahen Projekten unterstützt uns federführend das Bildungszentrum Laubau. Aber auch die Forsttechnik der BaySF in Bodewöhr ist mit im Boot. Die Waldbauernschule am Goldberg in Kelheim spielt eine wichtige Rolle und verschiedene Kollegen der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sind bei Projekten wie der Kleinprivatwaldbewirtschaftung dabei. Was neu dazu kommt, ist die Zusammenarbeit mit den Wegebauberatern der Forstverwaltung, die den Wegebau wirklich vorantreiben. Auch zwei große private Forstunternehmen unterstützen uns bei verschiedenen Übungen und Lehrgängen.



Rettungsübung 2020: Florian Rauschmayr erklärt den Studierenden das Unfallszenario mit Kopfverletzung und Thorax-Prellung durch in die Fahrerkabine eingedrungenes Holz.

Foto: C. Josten, ZWFH

Darüber hinaus habe ich zwei Lehrbeauftragte. Zum einen ist das der Forstingenieur Florian Gallenberger als selbstständiger Forstunternehmer. Zum anderen habe ich mit Ralph Kisslinger einen Forstwirtschaftsmeister, der auch bei der Berufsfeuerwehr München in der Leitstelle arbeitet. So haben wir ein großes Spektrum an Fortunternehmern und Dienstleistern, von denen die Studenten sehr profitieren.

Von welchem Erfahrungsschatz aus Ihrer vorherigen Tätigkeit profitieren Sie besonders?

Ich war selbst sieben Jahre lang in der Praxis. Angefangen habe ich bei einem forstlichen Unternehmer. Das war sehr gut, diese Seite kennenzulernen. Danach war ich mehrere Jahre Geschäftsführer einer Forstbetriebsgemeinschaft. Zu dieser Zeit habe ich die gesamte Holzernte-Kette vom Auszeichnen der Bäume über den Harvesterinsatz, der Qualitätskontrolle bis zur Abrechnung und der Holzvermarktung intensiv kennengelernt. Dieses breite Spektrum weitergeben zu können, davon profitiere ich am meisten.

Die Folgen des Klimawandels verändern die Wälder dramatisch. Wie wirkt sich das auf die Waldarbeit und damit auf ihre Lehrveranstaltungen aus?

Der Klimawandel ist für mich ein großes Thema. Das vermehrte Absterben von Waldbäumen erhöht die Gefahr für Unfälle leider erheblich. Einen Schwerpunkt setze

ich mit den Fällhilfen und Fällsystemen mit Fernbedienung. Damit können Bäume mit Kronentotholz oder stehendes Totholz möglichst erschütterungsfrei und kontrolliert zu Fall gebracht werden. Aber auch die klassischen Seilwinden-Verfahren sind Teil der Lehre. In anderen Situationen wie beim Sturmwurf kommt der Spruch »Kalamitätsholz ist Maschinenholz« zum Tragen. Hier sind hochmechanisierte Verfahren für die Arbeitssicherheit unverzichtbar. Woran wir ebenso intensiv arbeiten, sind die situativen Gefährdungsbeurteilungen. Wir setzen dafür auch Drohnen ein, was bei belaubten Buchen sehr hilfreich ist. Wenn es die Corona-Situation zulässt, steht die jährliche groß angelegte Rettungsübung mit den Studierenden im Wald an. Und mit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung bin ich dabei, einen Kurs »Ersthelfer – Forst« zu entwickeln.

Neben der Arbeitssicherheit spielt die Digitalisierung bei Ihnen eine große Rolle. Worauf kommt es Ihnen dabei an?

Bei der Digitalisierung sind seit kurzem Stihl-Logbuch und die Firma Latschbacher tatkräftig mit dabei. Dieses Jahr haben wir angefangen, mit der LogBuch-App auszuzeichnen. Das funktioniert so, dass man Daten zum Entnahmebaum aufspricht, zum Beispiel den Brusthöhendurchmesser. Man kann aber auch Details zur Arbeitssicherheit festhalten. Die Harvester-Software wird weiterentwickelt, sodass diese Informationen den Maschinenführern zur Verfügung stehen. Die Digitalisierung – richtig angewendet – erleichtert diesen Informationsfluss enorm.

Schon im zweiten Semester arbeiten wir fächerübergreifend zusammen. Zum Beispiel bei der Verarbeitung von ELDAT-Daten oder Shape Files aus GIS-Systemen. Wir können so Pflanzflächen, Habitatbäume, Holzpolter, die Feinerschließung oder den Wegezustand erfassen und bearbeiten.

Mir geht es darum, dass die Studierenden ein umfassendes Verständnis für die Anwendung digitaler Technik erlangen und sicher anwenden können.

Die Studierenden haben Sie mit Bestnoten bei der Evaluation der Online-Lehre ausgezeichnet. Was ist Ihr Geheimrezept? Wie schaffen Sie es, den umfangreichen Stoff so spannend zu vermitteln?

Wir Förster sind sehr gerne draußen im Wald. Das geht jetzt mit den Studierenden im Corona-Lockdown leider nicht oder nur sehr eingeschränkt. Deswegen hole ich den Wald ins Wohnzimmer. Ich gehe mit Kamera und Drohne raus und zeige die Perspektive des Maschinenführers, spreche mit ihm. Oder ich filme um den Harvester herum. Meine Studierenden frage ich dann: »Wie kann dieses oder jenes Problem gelöst werden? Schauen wir uns das doch in einen Film an.« Einen trockenen Technik-Block lockere ich so mit Sequenzen aus dem laufenden Betrieb auf. Auch Foto-Strecken und interaktive Quizsysteme sorgen für Abwechslung, und das in möglichst kurzen Intervallen.

Letztendlich sind für mich auch die fächerübergreifenden Übungen mit den Professoren der unterschiedlichen Fachbereiche der Schlüssel zum Erfolg.

Wir möchten noch ein anderes Thema ansprechen: Welchen Stellenwert haben Ihrer Meinung nach die Themen Waldarbeit und Forsttechnik allgemein in Wissenschaft, Forschung und Lehre?

Ich meine schon, dass die Holzerntetechnik und die Waldarbeitslehre in den letzten Jahren zunehmend stiefmütterlich behandelt werden. Lehrgebiete werden abgebaut und es wird vermehrt auf andere Themenbereiche gesetzt. Dabei vergisst man, dass Waldarbeit und Erntetechnik einen großen Stellenwert in der Praxis einnehmen. Große Betriebe schlagen 60 bis 70 Prozent ihres

Holzes mit Unternehmern ein. Forstbetriebe leben zu 80 bis 90 Prozent von dem Holzverkauf. Im Wissenschaftsbereich haben wir einiges nachzuholen, um diesen Themen wieder einen höheren Stellenwert einzuräumen. Viel Forschungsbedarf sehe ich auch bei der Digitalisierung. Es gibt viele Entwickler, die gute Apps auf den Markt bringen. Häufig sind das aber Insellösungen und die Daten können nicht ohne weiteres in andere Systeme transferiert werden. Wir haben da regelrecht eine Schnittstellen-Problematik. Viele Studierende haben bereits gute Ideen, die sie im Rahmen ihrer Abschlussarbeiten untersuchen. Weitergehende Forschungsprojekte gibt es zu diesen Themen aber leider wenige.

Verraten Sie uns, worauf sich Ihre Studierenden im Sommersemester besonders freuen können?

Für die Studierenden im zweiten Semester möchte ich erstmalig eine Fahrrad-Übung anbieten. So können wir verschiedene Kardinalpunkte im Lehrrevier ansteuern und Themen wie Wegeinstandhaltung, Holzlagerplätze oder Käferlöcher vor Ort besprechen. Es werden uns auch verschiedene Maschineneinsätze begleiten, unter anderem zum Wegebau mit Baggerarbeiten. Für die Studierenden im Praxissemester stehen zwei einwöchige, begleitende Lehrveranstaltungen zu Holzernte in Steillagen an. Auch die dreitägige Exkursion nach Baden-Württemberg steht im Oktober wieder auf dem Programm.

Auf die KWF-Tagung in Hessen können sich die Studierenden auf jeden Fall freuen. Die HSWT ist mit der Vorführung eines ent-rindenden Harvester-Fällkopfs vertreten und für die Studierenden wird es die zweitägige Exkursion zur KWF-Tagung geben.

Lieber Herr Rauschmayr, herzlichen Dank für das Interview.

Das Interview führte Christoph Josten, ZWFH

Zur Person

Sein Forstingenieur-Studium finanzierte Rauschmayr als Rettungsassistent. Nach dem Abschluss arbeitete er bei einem Forstunternehmer und studierte an der TU München »Forst- und Holzwissenschaft«. Im Anschluss wurde er Geschäftsführer der FBG Aiglsbach und übernahm parallel Lehraufträge an der HSWT. Seit Oktober 2019 vertritt Rauschmayr kommissarisch die Lehrgebiete Waldarbeitslehre und Holzerntetechnik an der HSWT. 2021 begann er mit der Promotion zum Thema »Erfolgsfaktorenforschung der frei-Werk Lieferung zwischen Kleinprivatwald und klein- und mittelständischer Sägwerken durch Digitalisierung« an der Forstlichen Verfahrenstechnik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

Das weit verbreitete Verfahren, bei dem sich der Zufäller im Gefahrenbereich des Harvesters aufhält, ist aktuell stark in der Diskussion. Foto: F. Rauschmayr, HSWT



Dr. Eric Veulliet,
Präsident der
HSWT Foto: HSWT



50 Jahre HSWT

Die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) wird 50. Seit dem 1. August 1971 ist aus der damaligen »Fachhochschule Weihenstephan« mit 640 Studierenden die weit über die Grenzen Bayerns hinaus angesehene »Hochschule für angewandte Wissenschaften Weihenstephan-Triesdorf« mit mehr als 6.000 Studierenden und rund 150 Professuren geworden.

Präsident Dr. Eric Veulliet betont: »Was 50 Jahre alt wird, ist der Geist, die Gesinnung, die Aufgabe und Verantwortung im Sinne unseres Anspruchs ›Applied Sciences for Life! 50 Jahre akademische Lehre, angewandte Forschung und aktiver Wissenstransfer in den angewandten Lebenswissenschaften und grünen Technologien, auf Menschen, Praxis und Nachhaltigkeit ausgerichtet.« Diese Geisteshaltung möchte die HSWT anhand ausgewählter Beiträge ausdrücken, durch Gesichter und Geschichten von Menschen, die an der Hochschule gearbeitet oder studiert haben oder es noch tun – und durch Einblicke in die Forschungstätigkeiten der HSWT.

Anlässlich des Jubiläums möchte die HSWT außerdem ein Arboretum mit 50 unterschiedlichen Bäumen im Umfeld der Streuobstwiese am Campus Weihenstephan pflanzen – unterstützt durch 50 Baumpatinnen und Baumpaten und gekoppelt an die Pflanzung von weiteren 25.000 Bäumen weltweit. Bedingt durch die Corona-Pandemie können Termine für Feierlichkeiten und Aktionen leider noch nicht bekannt gegeben werden.

red

www.hswt.de

Termine

18.–20. Juni 2021

Münchener Wissenschaftstage / FORSCHA
München

www.forscha.de

8.–10. Oktober 2021

KWF Tagung
Schwarzenborn, Hessen

<https://tagung2021.kwf-online.de/>

13.–16. September 2021

Forstwissenschaftliche Tagung
online

www.fowita-konferenz.de

Veranstaltungsreihe
Forstlicher Unternehmertag

10. Juni 2021:

Trends in der Laubholzernte

23. September 2021:

Herausforderungen bei der (Wieder-)Aufforstung

25. November 2021:

Anpassungsstrategien im Holztransport
online

www.cluster-forstholzbayern.de

Prof. Seidl erhält Consolidator Grant

Die Consolidator Grants werden vom Europäischen Forschungsrat vergeben und sind mit einer Förderung von bis zu 2 Millionen Euro für Forschungsprojekte verbunden. 16 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), der Technischen Universität München (TUM), der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), der Universität Regensburg, der Otto-Friedrich-Universität Bamberg und der Julius-Maximilians-Universität Würzburg sowie des Universitätsklinikums Erlangen werden im Rahmen des Programms Consolidator Grants 2020 gefördert. Innerhalb Deutschlands gehen damit rund ein Drittel der Grants nach Bayern.

Die Forschungsprojekte reichen von Politik, Geschichte der Spätantike und Archäologie über Medizin, Chemie und Physik bis hin zu

Wirtschaftswissenschaften und Life Sciences. Rupert Seidl, Professor für Ökosystemdynamik und Waldmanagement in Gebirgslandschaften an der TUM, twitterte dazu: »This is an incredible honor and a wonderful opportunity to intensify our research on understanding the causes and consequences of forest change.«

Bayerns Wissenschaftsminister Bernd Sibler freute sich über diese Nachricht des Europäischen Forschungsrats und gratulierte: »Dieses beeindruckende Ergebnis bei den Consolidator Grants 2020 ist ein echtes Gütesiegel für die herausragende Qualität der Forschung unserer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Freistaat. Ich gratuliere jeder Wissenschaftlerin und jedem Wissenschaftler herzlich zu diesem Erfolg! Mit unserer Hightech Agenda Bayern bieten wir auch weiterhin exzellente



Professor Dr. Rupert Seidl, TUM Foto: C. Josten, ZWFH

Rahmenbedingungen, damit die klügsten Köpfe aus aller Welt in Bayern unsere Zukunft gestalten können.«

Der Consolidator Grant richtet sich an junge, etablierte Spitzenforscher, welche bereits exzellente Forschungsleistungen erbracht haben.

Heinrich Förster, ZWFH



Bioökonomierat der Bundesregierung

Der Bioökonomierat der Bundesregierung startet in die dritte Arbeitsperiode. Bundesforschungsministerin Anja Karliczek und Bundeslandwirtschaftsministerin Julia Klöckner begrüßten die neu berufenen Mitglieder, die in digitaler Form zu ihrer konstituierenden Sitzung zusammentraten. Mit Professor Dr. Klaus Richter wurde der Leiter des Lehrstuhls für Holzwissenschaft der TU München und des TUM Forschungslaboratorium Holz (Holzforschung München) berufen. Seine aktuellen Forschungsthemen umfassen unter anderem Holzmodifikationen, Holzverklebung sowie die Kaskadennutzung von Holz zur Steigerung der Ressourceneffizienz.



Professor Dr. Klaus Richter,
TUM Foto: R. Rosin

Professor Richter ist langjähriges Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), des Beirats des Clusters Forst und Holz in Bayern und Mitglied des Kuratoriums des Fraunhofer-Institut für Holzforschung (WKL). »Nachdem ich in den letzten sechs Jahren im Sachverständigenrat Bioökonomie Bayern an der Konzeption für die Transformation hin zu einer biobasierten Wirtschaft und Gesellschaft mitgewirkt habe, und dabei die Möglichkeiten und Potenziale der Forst- und Holzwirtschaft vertreten durfte, freue ich mich auf die Herausforderungen, die mit der Berufung in den nationalen Bioökonomierat einhergehen. Die nationale Strategie ist

in vielen Bereichen offener und weniger konkret formuliert als ihr bayerisches Pendant, so dass die notwendige Ausgestaltung mit Maßnahmen forciert initiiert werden muss. Ich nehme mir vor, in den dazu notwendigen Diskussionen und Abstimmungen die Erfahrungen aus Bayern sowie die Interessen der Forstwirtschaft und holzbasierten Wertschöpfung einzubringen«, kommentiert Klaus Richter seine Ernennung. Er ist der einzige Fachexperte in dem zwanzigköpfigen Gremium mit fachlichem Bezug zur Forst- und Holzwirtschaft. Mit der Nationalen Bioökonomiestrategie der Bundesregierung bündelt Deutschland die bisherigen Aktivitäten und den weiteren Ausbau der Bioökonomie. Das Kernziel: eine nachhaltige, kreislauforientierte und innovationsstarke deutsche Wirtschaft, die auf der Nutzung biologischer Ressourcen und Systeme fußt.

Heinrich Förster, ZWFH

»Follow us« – ZWFH auf Instagram

Noch relativ jung ist unser Instagram Kanal, den wir als weiteren Baustein für die Öffentlichkeitsarbeit am Forstcampus Weihenstephan betreiben. Das stark visuell geprägte Medium Instagram basiert auf schnell konsumierbaren kurzen Botschaften. Die emotionale Ansprache über die Bilder spielt hier eine besonders große Rolle und bietet – gerade für Waldthemen – ein hohes Potenzial. Ist die Aufmerksamkeit auf emotionaler Ebene gewonnen, ist damit der Raum für Sachbotschaften eröffnet. Gerade auch für die Fachthemen aus der Wissenschaftswelt eröffnen sich damit Chancen für eine breitere Wahrnehmung. Instagram bietet außerdem die Möglichkeit zur Interaktion, sodass sich die Kommunikation nicht eindimensional, sondern mehrdimensional gestaltet.

Neben ansprechenden Waldbildern möchten wir auf Instagram eine Plattform für die Fülle der Themen am Forstcampus, für aktuelle Forschung, Aspekte aus der Lehre und Hinweise auf aktuelle Veranstaltungen bieten und all diejenigen ansprechen, die Lust auf Waldthemen haben und mit dem Forstzentrum vernetzt sein wollen.

Seien Sie also gespannt, was Sie auf unserem Instagram Kanal finden werden. Und auch Ihre Themen und Inhalte sind für unseren Kanal jederzeit herzlich willkommen! Christoph Josten, ZWFH

Per App zur Klimaforschung beitragen

Das Forschungsprojekt »Baumgrenzen in der Höhe« der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) bietet in Zusammenarbeit mit dem Citizen-Science-Portal BAYSICS des Bayerischen Netzwerks für Klimaforschung Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit, sich über eine kostenlose App aktiv an der Klimaforschung zu beteiligen. Ziel ist es, die aktuellen Verbreitungsgebiete und Höhen Grenzen verschiedener Baumarten zu bestimmen, um zu ermitteln, wie sich diese mit dem Klimawandel verändern. Entdecken Nutzerinnen und Nutzer der App die Baumart, etwa beim Spaziergang oder Wandern, können sie die entsprechenden Infos direkt über das Smartphone einpflegen. So entsteht für Forscherinnen und Forscher ein

wertvoller Datenpool. Im Fokus steht dabei unter anderem der »Baum des Jahres 2021«, die Stechpalme. Die Art fällt mit ihren glänzend-dunkelgrünen, am Rand oft dornigen Blättern besonders auf.

Forscherinnen und Forscher um Prof. Dr. Jörg Ewald an der HSWT untersuchen derzeit, ob der Klimawandel die Verbreitung von *Ilex aquifolium*, so die wissenschaftliche Bezeichnung, begünstigt. Dazu benötigen sie Unterstützung von möglichst zahlreichen Spaziergängern und Wandernern im Alpenvorland und in den Bayerischen Alpen, die wildwachsende Stechpalmen im Datenportal BAYSICS melden.

www.portal.baysics.de

Wildwachsende Stechpalmen – hier ein blühendes Exemplar des »Baum des Jahres 2021« – werden für die Klimawandel-Forschung gesucht. Foto: B. Fischer



Saatgut-Lagerversuch bei Weißtanne



Weißtannen-Zapfen von der Samenplantage Wiedmais Foto: M. Šeho, AWG

Das AWG Teisendorf und der Pflanzgartenstützpunkt (PGS) Laufen der Bayerischen Staatsforsten (BaySF) starten einen Gemeinschaftsversuch zur Lagerung von Weißtannen-Saatgut.

Trockenheit, Niederschlagsmangel und invasionsartige Ausbreitung von Schadorganismen schädigen zunehmend stärker mehr Nadelholzarten. Vor allem die Fichten- und Kiefernbestände sind stark betroffen und sollten durch Waldumbaumaßnahmen stabilisiert werden. Eine mögliche heimische Nadelbaumart, die bei geeigneten Standortsbedingungen und ausreichender Wasserversorgung in Frage kommt, ist die Weißtanne. Der heutige Waldanteil der Weißtanne in Bayern liegt bei 2 % (ca. 55.000 ha). Gute bis sehr gute Anbaubedingungen für die Weißtanne werden in den kühleren und feuchten Lagen der Mittelgebirge, im Voralpenland und den Alpen prognostiziert. In den wärmsten Gebieten Bayerns (z.B. Fränkische Platte) sowie im Flach- und Hügelland zeichnet sich jedoch ein hohes Anbauisiko für die Weißtanne ab. Hier sollte sie nur als Mischbaumart beteiligt werden.

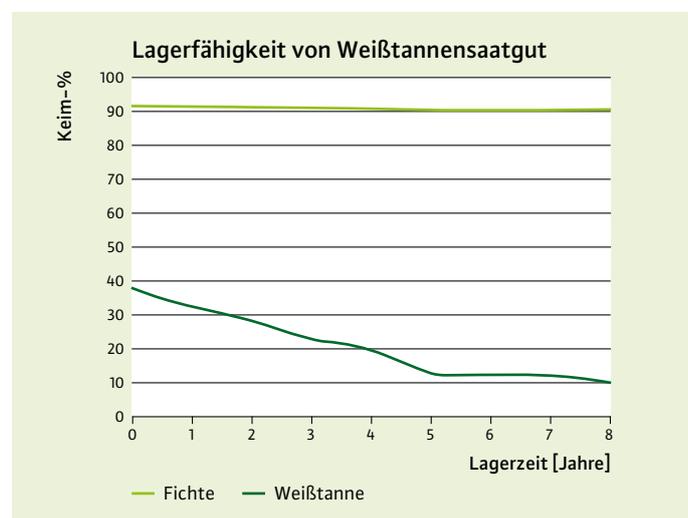
2016 haben die Bayerischen Staatsforsten eine Tannenoffensive gestartet und pla-

nen, den Anteil der Weißtanne in den nächsten Jahrzehnten stark zu erhöhen. Der Anteil soll auf 6 % und im Gebirge sogar auf deutlich über 10 % bis 2050 gesteigert werden. Daneben entscheiden sich Privatwaldbesitzer ebenfalls zunehmend für die Weißtanne als Nadelholzalternative. Der Bedarf nach Weißtannen-Saatgut hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen und wird wahrscheinlich auf ei-

nem hohen Niveau bleiben. Da Vollmasten nur alle drei bis acht Jahre auftreten, ist eine regelmäßige Beerntung schwer umsetzbar. So wurden beispielsweise im Erntejahr 2017/18 in der Kategorie »Ausgewählt« lediglich 191 kg Weißtannen-Saatgut in ganz Bayern geerntet. Dadurch ergeben sich in bestimmten Regionen Bayerns bereits heute Versorgungsengpässe. Im Gegensatz dazu wurden im Erntejahr 2016/17 4.123 kg geerntet. Das zehnjährige Mittel für ganz Deutschland liegt bei 8.106 kg. Zur regelmäßigen Deckung des Saatgutbedarfs bei Weißtanne wäre daher eine mittel- bis langfristige (5–10 Jahre) Lagerung von Weißtannen-Saatgut von erheblichem Vorteil. Dadurch könnte das Saatgut aus Mastjahren länger gelagert und verwendet werden.

Bisher erwies sich eine Lagerung von Weißtannen-Saatgut über einen Zeitraum von mehr als drei bis sechs Jahren als schwierig (s. Grafik). Die Keimfähigkeit des Saatguts war so stark reduziert, dass keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt werden konnten. Untersuchungen dazu wurden bereits in den 1960er Jahren durchgeführt (Rohmeder 1972, Schönborn 1964). Eine mögliche Ursache dafür kann unter anderem die Aufbereitung des Saatguts darstellen. In unterschiedlichen Untersuchungen wurden folgende Lagerzeiten erreicht:

- bis 3 Jahre (Schönborn 1964)
- 4 bis 5 Jahre (Muller 1980, Furnier 1980)
- 6 Jahre (Schubert 1998)



Entwicklung der Keimfähigkeit von Weißtannensaatgut bei längerfristiger Einlagerung (-10 °C)
Quelle: Schirmer (2006)

In den letzten Jahren wurde der Aufbereitungsprozess von Weißtannen-Saatgut weiter optimiert. Daher wird nun ein neuer Einlagerungsversuch gestartet, der ausschließlich Saatgut verwendet, das mit neueren Methoden aufbereitet wurde. Der PGS Laufen stellt dafür das lagerfertige Tannen-Saatgut in den erforderlichen Mengen für den Versuch zur Verfügung. Dabei werden alle wichtigen Faktoren wie Herkunft (relevante HKG in Bayern), Saatgutquellen (Bestand, Samenplantage), unterschiedlicher Feuchtegehalt und unterschiedliche Lagertemperatur berücksichtigt.

Um eine langfristige Bewertung der Lagerfähigkeit zu gewährleisten, wird der Versuch auf zehn Jahre angelegt. Sollten die Prüfergebnisse aufzeigen, dass bei einer oder mehreren Varianten die Keimfähigkeit nach zehn Jahren um weniger als 20% abgenommen hat, kann der Versuch an diesen Varianten verlängert werden. In dieser Zeit wird das Saatgut im Saatgutprüflabor des AWG jährlich auf Keimfähigkeit und alle zwei Jahre auf Lebensfähigkeit untersucht.

Zu Versuchsbeginn wird an jeder Teilpartie eine Komplettuntersuchung durchgeführt (Reinheit, Tausendkorngewicht, Feuchtegehalt, Keimfähigkeit und Lebensfähigkeit).

Um eine ausreichende Vergleichbarkeit zu erreichen, wird der Versuch mit fünf verschiedenen Saatgut-Partien durchgeführt. Dabei werden die fünf wichtigsten bayerischen Herkunftsgebiete (827 ~06, ~07, ~10, ~11 und ~12) abgedeckt. Zwei Partien sollen aus einer Samenplantage des AWG stammen (~06; ~07). Dabei werden folgende Faktoren berücksichtigt:

- Die Lagertemperaturen und -orte sind:
 - -7 °C am PGS in Laufen
 - -10 °C am AWG Teisendorf
 - -20 °C am AWG Teisendorf

- Ein Feuchtegehalt von 7 bis 9 % ist nach Schönborn (1964) für die Tannen-Saatgutlagerung empfohlen. Darauf basierend, werden drei Feuchtegehalts-Varianten im Versuch getestet: (Für die einzelnen Feuchtegrade ist hier immer eine Spanne angegeben, da eine exakte Einstellung des Feuchtegehaltes

im Saatgut nicht immer möglich ist. Ziel ist ein Bereich in der jeweiligen Mitte)

- 5 – 7 %
- 7 – 9 %
- 9 – 12 %
- Die Lagerung erfolgt in luftdicht verschlossenen PE-Beuteln der Stärke von 90 µ.
- Der Lagerungsversuch startet in der Erntesaison 2020 mit folgenden Herkünften:
 - 091 827 06 082 3 – SPL Lehmbach
 - 091 827 07 060 3 – SPL Wiedmais
 - 091 827 10 027 2 – FB Kelheim, 30 Frauenforst
 - 091 827 11 117 2 – FB Berchtesgaden, 57 Stoissberg
 - 091 827 12 099 2 – FB Ruhpolding, 32 Schwarzachen

Ralph Jenner und Dr. Muhidin Šeho, AWG

Literatur

- Rohmeder, E. (1972): Das Saatgut in der Forstwirtschaft. 273 S.
 Schirmer, R. (2006): Zum Vermehrungsgut der Weißtanne. LWF Wissen 45
 Schönborn, A. v. (1964): Die Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume
 Schubert, J. (1998): Lagerung und Vorbehandlung von Saatgut wichtiger Baum- und Straucharten. LÖBF: Eberswalde-Finow

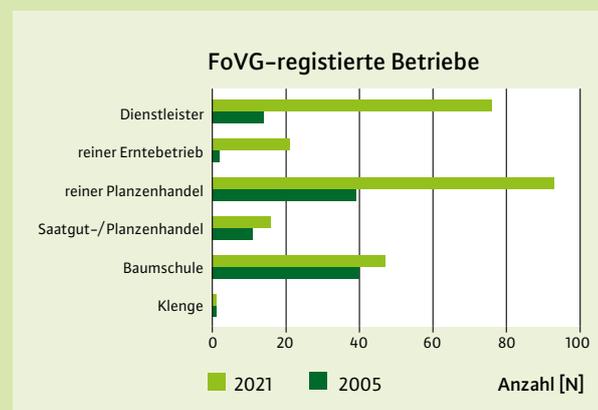
Aus der Landesstelle

Bayerische Forstsaatgut- und Forstpflanzenbetriebe im Wandel

Jeder, der sich gewerblich mit Saatgut oder Pflanzen von Baumarten, die dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) unterliegen, beschäftigt, ist verpflichtet, sich als Betrieb anzumelden und registrieren zu lassen. Dies erfolgt förmlich über die jeweilige Landesstelle FoVG bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. In Bayern haben sich hinsichtlich der Anzahl wie auch der Art der Betriebe seit der Verlagerung der Landesstelle an das Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, jetzt Amt für Waldgenetik, im Jahr 2005 erstaunliche Veränderungen ergeben. 133 Betriebe waren es damals, die die Kontrollbeamten der Landesstelle zu kontrollieren und zu beraten hatten. Heute ist die Anzahl auf 342 angewachsen.

Woran das liegt, ergibt sich aus der Datenanalyse des Erntezulassungsregisters (EZR), in dem alle Betriebe nach Art des Umgangs mit Samen oder Pflanzen aufgelistet sind. Dabei wird ersichtlich, dass sich die Zahl in allen Sparten erhöht hat (Grafik). Eine Ausnahme bilden nur die Klengen, zuständig für die Saatgutaufbereitung, die in ihrer Anzahl unverändert blieben. Die Zunahme der klassischen Baumschulen, also Unternehmen mit Anzuchtquartieren und Pflanzenverkauf, fällt noch vergleichsweise moderat aus. Anders verhält es sich bei reinen Pflanzenhändlern und Saatguterntefirmen, die sich zahlenmäßig vervielfacht haben. Immer mehr Waldbesitzer vertrauen ihren Wald Fachleuten an, die sich um Waldpflege, Holzeinschlag und Wiederaufforstung kümmern. Daraus ergibt sich die größte Steigerung bei den Forstdienstunternehmen, die im Rah-

men ihrer Dienstleistungen auch Forstpflanzen verkaufen. Insgesamt haben die skizzierten Ergebnisse keine Aussagekraft über die Menge der Pflanzen, die jährlich angezogen und gehandelt werden. Sicher ist aber, dass sich in zunehmender Anzahl Fachleute am Weg des Vermehrungsguts von Samenernte, Aussaat, Anzucht bis hin zur Auspflanzung in unseren Wäldern beteiligen. Der Überwachung der Verbraucherschutzvorgaben des FoVG durch die Landesstelle kommt dabei eine besondere Rolle zu. Darüber hinaus ist auch die partnerschaftliche Zusammenarbeit der Forstsaatgut- und Forstpflanzenbetriebe mit den Forstbehörden und den Waldbesitzern ein wichtiger Baustein im Streben nach Herkunftssicherheit. Michael Luckas, AWG



In fast allen Betriebsarten hat sich zwischen 2005 und 2021 die Anzahl der FoVG-registrierten Betriebe zum Teil deutlich erhöht.

Genetische Marker belegen historischen Saatguttransfer

Der großflächige Transfer forstlichen Vermehrungsgutes ist ein weit verbreitetes Phänomen in der Forstwirtschaft und beschränkt sich nicht nur auf die jüngste Geschichte. Die historischen Auswirkungen des Menschen auf den Transfer von Samen und Pflanzen von Bäumen ist ein für viele Länder relevantes Thema. Es gibt eine Reihe von Studien zum historischen Transfer forstlichen Vermehrungsgutes in Europa, den Richtungen, ihren Treibern und den Konsequenzen für die Anpassung der wichtigsten Waldbaumarten. Studien belegen, dass ab dem 19. Jahrhundert ein großer Transfer (Import und Export) von nicht heimischem forstlichem Vermehrungsgut erfolgte. Teilweise hatte das mit großflächigen Entwaldungen zu tun, die in direktem Zusammenhang mit großen Änderungen im Landbesitz, der Holzkohleproduktion für den Bergbau oder dem Salzabbau usw. standen. Darauf folgten massive Saatgutimporte und großflächige Wiederaufforstungsprogramme.

Später, ab dem frühen 20. Jahrhundert, tauchte allmählich das Wissen über Herkunftsvariationen bei adaptiven Merkmalen auf und führte zu gezielteren Importen von forstlichem Vermehrungsgut mit verbesserter Klimaanpassung, Wachstums- und Qualitätsmerkmalen. Importiertes forstliches Vermehrungsgut hat jedoch lokale Genpools beeinflusst, insbesondere bei den wirtschaftlich bedeutenden Baumarten wie Fichte, Waldkiefer und Rotbuche.

Kürzlich haben Wissenschaftler aus Litauen (Universität Vytautas Magnus) zusammen mit dem Bayerischen Amt für Waldgenetik die Entstehung der Buchenwälder in Westlitauen untersucht. Ein möglicher Transfer von Vermehrungsgut aus europäischen Buchenwäldern sollte mithilfe genetischer Marker geklärt werden. Insgesamt 18 Buchenpopulationen aus Deutschland, Schweden und Polen wurden anhand von zehn Kern-Mikrosatellitenorten genotypisiert und mit zehn in Litauen eingeführten Populationen verglichen. Basierend auf DNA-Daten wurden mehrere Clustering-Ansätze verwendet, um die genetischen Assoziationen zu untersuchen. Zum Beispiel ergab eine Bayessche Methode eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die litauischen Buchenbestände aus drei verschiedenen Quellen stammen: (a) den Bayerischen Alpen, (b) Nordostpolen und (c) Südostpolen und den Karpaten. So bestätigte ein Teil der genetischen Ergebnisse historische Nachweise dafür, dass die Rotbuche im 18. Jahrhundert von deutschen Förstern nach Litauen eingeführt wurde. Trotz der hohen allelischen Vielfalt besaßen die litauischen Buchenpopulationen eine deutlich geringere beobachtete Heterozygotie als die Populationen in Mitteleuropa. Eine weitere natürliche Expansion der Rotbuche kann daher problematisch sein, wenn die genetische



Buchenwald in Norkaiciai (Litauen) nahe der Grenze zum ehemaligen Königsberg. Foto: Rūta Kembrytė (VDU)

Vielfalt niedrig und die Herkunft der sich ausbreitenden Population unpassend sind. Eine geringe genetische Vielfalt führt zu (a) reduzierten Allelvariationen, auf die die natürliche Selektion einwirken kann, was die Anpassungsfähigkeit der expandierenden Art beeinträchtigt, und (b) zu einer höheren Wahrscheinlichkeit für die Expression der rezessiven schädlichen Allele, was zu einer verringerten Vitalität in den Nachkommen führt. Ein DNA-basiertes Tracking-System könnte daher historische Verbringung von forstlichem Vermehrungsgut in Europa effizient aufdecken und dazu beitragen, die Anpassungsfähigkeit künftiger Wälder zu verbessern.

Dr. Darius Kavaliauskas und Dr. Barbara Fussi, AWG

Weitere Ergebnisse finden Sie in der Studie:

Kembrytė, R., Danusevičius, D., Buchovska, J., Baliuckas, V., Kavaliauskas, D., Fussi, B., & Kempf, M. (2021): DNA-based tracking of historical introductions of forest trees: the case of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Lithuania. *Europ. J. of Forest Research*, 1–15.
<https://doi.org/10.1007/s10342-020-01341-0>

Foto:
privat



Personalia

Dr. Darius Kavaliauskas

Seit 1. Januar 2021 arbeite ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sachgebiet 3 »Erhalten und Nutzen forstlicher Genressourcen«. Ich habe Ökologie und Umweltwissenschaften studiert mit einer Spezialisierung im Bereich Forstwirtschaft und Waldökologie. Im Jahr 2015 habe ich meine Doktorarbeit auf dem Gebiet der Waldpopulationsgenetik zum Thema: »Genetische Struktur und genetische Vielfalt der Populationen von Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.) in Litauen« verteidigt. In dieser Arbeit habe ich mich mit der genetischen Struktur und der geografischen Variation der genetischen Vielfalt unter natürlichen Waldkiefernpopulationen befasst. Zwischen 2015 und 2020 habe ich als Wissenschaftler im internationalen Projekt LIFE GENMON am Bayerischen Amt für Waldgenetik gearbeitet. Das Projekt zielte darauf ab, ein Waldgenetik-Überwachungskonzept zu entwickeln und optimale Indikatoren und Verifikatoren für die Überwachung der zeitlichen Veränderung der genetischen Vielfalt für zwei ausgewählte Zielwaldbaumarten, Weißtanne und Rotbuche, zu definieren.

Foto:
privat



Hannes Seidel

Seit Anfang des Jahres bin ich im Sachgebiet 1 »Angewandte forstgenetische Forschung« als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig. Hier arbeite ich innerhalb des FraxGen-Projekts, ein Unterverbund des bundesweiten Demonstrationsvorhabens FraxForFuture. Gesamtziel dieses Vorhabens ist ein koordiniertes Vorgehen gegenüber dem Eschentriebsterben mit allen relevanten Fachdisziplinen. Während des Studiums beschäftigte ich mich intensiv mit Pflanzen-Insekten-Interaktionen, Pflanzenphysiologie und Genetik. An der Professur für Ökoklimatologie der TU München untersuchte ich den Einfluss von Trockenheit und erhöhter Temperatur auf Wachstum, Wasserhaushalt und Mortalität von Jungpflanzen an Waldkiefer sowie der Stieleiche und Edelkastanie. Im Anschluss entwickelte ich an der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau LED-Belichtungsstrategien zur Wachstums-, Entwicklungs- und Qualitätskontrolle bei gartenbaulichen Kulturen. Meine Aufgabe am AWG ist die Auswahl, Charakterisierung und der Erhalt vitaler Eschen-Plusbäume und deren Nachkommenschaften sowie die Anwendung genetischer Resistenzmarker.

Foto:
privat



Yves-Daniel Hoffmann

Seit Oktober 2020 arbeite ich am AWG als Projekt-Mitarbeiter im Projekt »sensFORclim«. Als Dipl. Ing (FH) / M.Sc. bin ich an vielfältigen Arbeiten beteiligt. Zuvor habe ich verschiedene Inventuren in Baden-Württemberg durchgeführt. Mein letzter Arbeitgeber war ThüringenForst AöR. Am Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum (FFK) in Gotha durfte ich mehrere Jahre ein neues Waldinventurverfahren mitentwickeln und umsetzen. Somit bin ich auf der konzeptionellen Ebene, Datenbanken, R-Programmierung, GIS-Arbeiten, Projekt-Koordination, aber auch auf forstlichen Geländearbeiten spezialisiert. Das Ziel von »sensFORclim« ist es, Bestände für die Produktion von klimatolerantem, heimischem Vermehrungsgut der Baumarten Fichte, Buche und Tanne zu identifizieren. Dabei wird an Baumpopulationen und daraus gewonnenen Forstpflanzen geforscht, die ein hohes Anpassungspotenzial im Klimawandel aufweisen. Im Rahmen eines interdisziplinären Ansatzes werden Standortinformationen in ökologische Nischenmodelle integriert und der in die Zukunft projizierte Einfluss des Klimawandels auf die Saatguterntebestände ermittelt.

Genetische Kontrollen und FoVG

Genetische Analysen im Rahmen der behördlichen Herkunftskontrolle für Stiel- und Traubeneiche haben in Bayern und Baden-Württemberg zugenommen. Zahlreiche Pflanzenpartien wurden mit dem Ziel des Identitätsnachweises und Einhaltung des Forstvermehrungsgutgesetzes (FoVG) untersucht. Hierbei lag der Fokus auf der Artunterscheidung von Stiel- und Traubeneiche. Dabei konnte vermehrt fälschlich ausgewiesene Artzugehörigkeit festgestellt werden. Des Weiteren wurde über Chloroplasten-Haplotypen die Zuordnung von Pflanzenpartien und Erntebeständen zu nacheiszeitlichen Rückwanderungslinien durchgeführt. Natürlich rückgewanderte Bestände und deren Vermehrungsgut enthalten üblicherweise nur einzelne bis wenige Haplotypen. Das Vorhandensein mehrerer Haplotypen lässt auf eine Vermischung von Vermehrungsgut aus mehreren Beständen schließen. Es wurden vermehrt Pflanzenpartien mit zahlreichen Haplotypen gefunden, die nicht mit dem Ausgangsbestand übereinstimmen. Die Weiterentwicklung der labor-technischen und statistischen Auswerteverfahren ermöglicht zunehmend die Präzisierung der Aussagen. So kann durch die vollständige Genotypisierung des Bestandes oder der Samenplantage über eine Elternschaftsanalyse die Übereinstimmung oder Nicht-Übereinstimmung der Pflanzen- oder Saatgutparti-

en mit dem Erntebestand festgestellt werden. Gerade bei der Einbringung von neuen Herkünften aus dem In- und Ausland kann dieses Verfahren eine sichere Zuordnung gewährleisten. Bei Samenplantagen ist eine vollständige genetischen Charakterisierung der vorhandenen Genotypen eine sichere Vorgehensweise. Ziel ist es, die bayerischen Samenplantagen vollständig genetisch zu charakterisieren, um bei diesem hochwertigen Vermehrungsgut eine hohe Herkunftssicherheit zu haben. Neben der behördlichen Kontrolle gibt es auch privatrechtliche Angebote, die Verfahren zur Herkunftssicherung auf freiwilliger, privatrechtlicher Basis entwickelt haben und durchführen (z. B. ZüF, FFV).

Eine große Herausforderung bei Herkunftskontrollen wird zukünftig der Anbau mediterraner Eichenarten wie Flaumeiche, Zerreiche und Ungarische Eiche darstellen. Diese können mit den heimischen Eichenarten hybridisieren. Flaumeiche und Zerreiche unterliegen dem FoVG und dürfen nur entsprechend der gesetzlichen Vorgaben des FoVG geerntet und in den Verkehr gebracht werden. Für beide Eichenarten wurden wegen der geringen Bedeutung für die Forstwirtschaft im Inland bisher keine Herkunftsgebiete ausgewiesen. Langfristig sollten die Anbaun genetisch und morphologisch charakterisiert werden, um eine sichere Zuordnung vornehmen zu können.

Dr. Barbara Fussi und Dr. Muhidin Šeho, AWG

Gewinneinbrüche bei den Forstbetrieben für das Jahr 2019

Testbetriebsnetz Forst: Situation im Körperschaftswald spitzt sich zu, Gewinne auch im Privatwald deutlich rückläufig

Friedrich Wühr

Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf unsere Wälder sind derzeit die größten Herausforderungen für die Forstwirtschaft. Nicht wenige Waldbesitzer sehen sich in ihrer wirtschaftlichen Existenz bedroht und fordern neben finanziellen Hilfen zukunftsweisende Lösungen für ihre Probleme. Eine zielgerichtete Beratung und Förderung kann in diesen Krisenzeiten nur auf gesicherter Datenbasis erfolgen. Hierfür bietet das Testbetriebsnetz Forst eine wichtige und zuverlässige Datenquelle zur Beurteilung der wirtschaftlichen Lage der Forstwirtschaft, indem es unter anderem die Leistungen, aber auch die Kosten des gesamten Forstsektors darstellt.

Die wirtschaftliche Lage der Forstbetriebe 2019 war – kurz auf den Nenner gebracht – für viele Betriebe katastrophal. Der Holzmarkt wurde geradezu geflutet mit Sturm- und Käferholz (lt. BMEL-Abfrage in Bayern 2019: 11,4 Mio Fm Schadholzanfall), was den Verfall der Holzpreise beschleunigte. Die Gewinne schrumpften im Körperschaftswald auf einen nie dagewesenen Tiefstand und markierten auch im Privatwald den schlechtesten Wert seit Jahren (Abbildungen 6 und 7).

Wie ermittelt das TBN Forst den wirtschaftlichen Erfolg der Betriebe?

Das Testbetriebsnetz Forst (TBN-Forst) erhebt die naturalen und ökonomischen Daten von Privat- und Körperschaftswaldbetrieben ab einer Holzbodenfläche von 200 ha. Für die Auswertung des Forstwirtschaftsjahres (FWJ) 2019 konnte in Bayern auf die Daten von 15 Privatwald- und 25 Körperschaftswaldbetrieben sowie den Bayerischen Staatsforsten (BaySF) zurückgegriffen werden. Die verschlüsselten Daten werden ausgewertet und zu ca. 200 Kennzahlen je Betrieb verdichtet. Dabei wird von einer Gesamtschau aller Tätigkeitsfelder ausgegangen, die in Form eines Produktplanes strukturiert werden. In diesem werden die Produkte des Forstbetriebes zu Produktgruppen und Produktbereichen (PB) zusammengefasst. Dadurch wird mehr Transparenz und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Forstbetrieben erreicht.

- PB 1: Produktion von Holz und anderen Erzeugnissen
- PB 2: Schutz und Sanierung
- PB 3: Erholung und Umweltbildung
- PB 4: Leistungen für Dritte
- PB 5: Hoheits- und sonstige behördliche Aufgaben

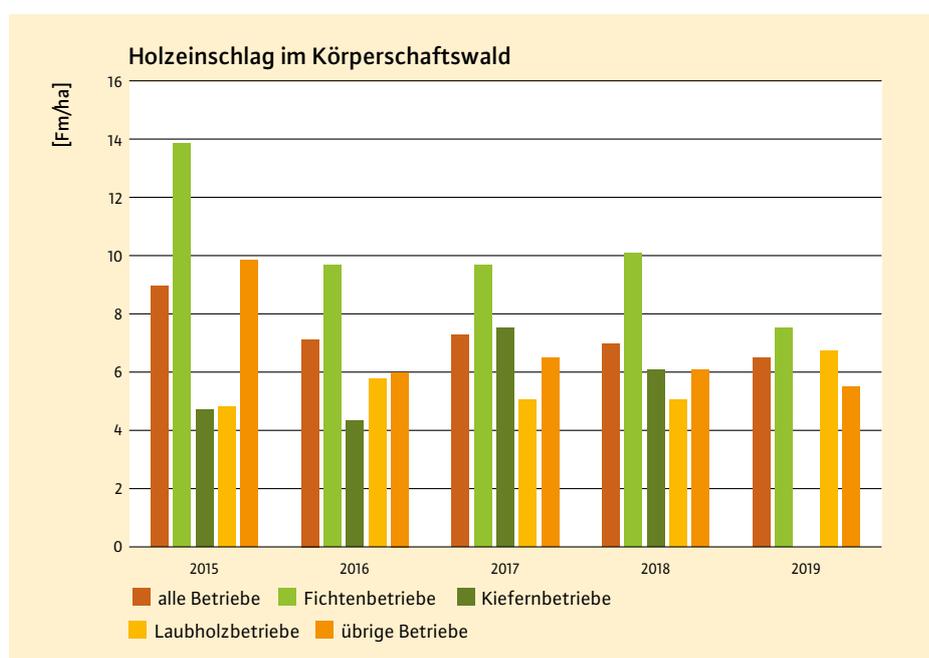
Im Forstbetrieb übernimmt der Produktbereich PB 1 »Produktion von Holz« eine Schlüsselrolle. Die Privatwaldbetriebe generieren hier nahezu 100 % und die Körperschaftswaldbetriebe über 90 % ihrer Einnahmen und Ausgaben. Innerhalb

dieses Produktbereichs trägt der Holzertrag mit über 90 % bzw. 85 % zum Gesamtertrag bei. Einschlagshöhe und Holzerlös sind somit von signifikanter Bedeutung für den wirtschaftlichen Erfolg.

Holzeinschlag

Der Holzeinschlag (Abbildung 1) lief für viele Betriebe weitgehend »fremdbestimmt«, das heißt, sie konnten nur selten reguläre Hiebe durchführen, weil sie gezwungen waren, lediglich ihr Schadholz aufzuarbeiten. Im Körperschaftswald wurden mit 6,5 Fm/ha 7 % weniger eingeschlagen als ein Jahr zuvor. Am meisten Holz fiel mit 7,5 Fm/ha in den Fichtenbetrieben an. Mit 6,7 Fm/ha schlugen die Laubholzbetriebe rund ein Viertel mehr ein als im Vorjahr. Den niedrigsten Holzeinschlag verzeichnete die Gruppe »Übrige Betriebe« mit 5,6 Fm/ha.

Im Privatwald wurden mit 7,9 Fm/ha knapp 20 % mehr als 2018 geerntet. Die Fichtenbetriebe dominierten auch im Privatwald die Höhe des Holzeinschlags.



1 Entwicklung des Holzeinschlags nach Hauptbaumarten im Körperschaftswald

Mit 8,5 Fm/ha war es der höchste Einschlag der vergangenen fünf Jahre. Deutlich mehr Holz fiel auch bei den Laubholzbetrieben an. Mit 7,7 Fm/ha lag man um 43% über dem Vorjahreseinschlag (Abbildung 2).

Holzertrag

Im Körperschaftswald brach der Holz-ertrag um knapp ein Viertel auf 307 €/ha ein und lag damit um knapp 30% unter dem durchschnittlich erzielten Holz-ertrag der letzten fünf Jahre. Die Privatbetriebe konnten zwar im Vergleich zum Vorjahr stabile Verhältnisse melden – der Holz-ertrag knüpfte hier mit 396 €/ha eng an den Vorjahreswert (400 €/ha) an – jedoch zeichnet sich auch hier über den Fünf-Jahreszeitraum ein deutlicher Abwärtstrend ab (Abbildung 3).

Holzerlös

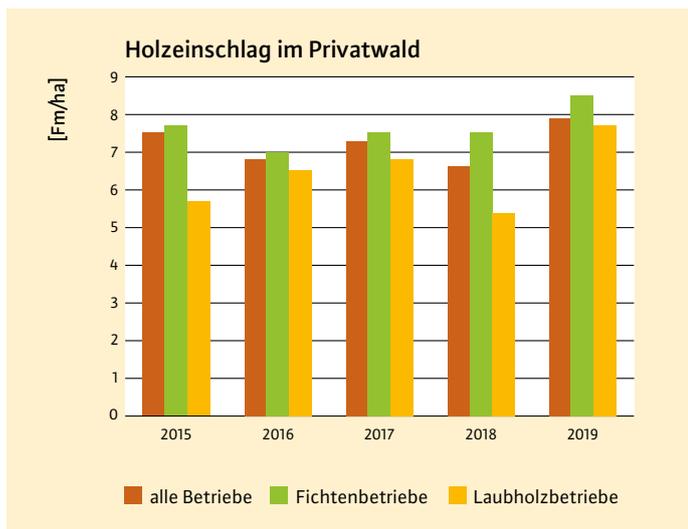
Eine Abfolge von Schadereignissen (Trockenheit, Stürme, Borkenkäferkalamität) hinterließ deutliche »Bremspuren« auf dem Holzmarkt. Der Holzerlös ohne Selbstwerber sank im Körperschaftswald zum vierten Mal in Folge und büßte zum Vorjahr nochmal gut 10 Prozentpunkte ein (Abbildung 4).

Besorgniserregend war der Preisverfall der Fichte. Konnten in der Vergangenheit die Betriebe mit der Fichte als Hauptbaumart immer überdurchschnittliche Wirtschaftsergebnisse verbuchen, gerieten sie 2019 infolge der niedrigen Preise in den allgemeinen Abwärtssog. Innerhalb eines Jahres verlor die Fichte gut 20% und erzielte nur noch 51 €/Fm (Abbildung 5). Sie hatte an der gesamten Verkaufsmenge einen Anteil von 62% (Kiefer 13%, Buche 22%, Eiche 3%).

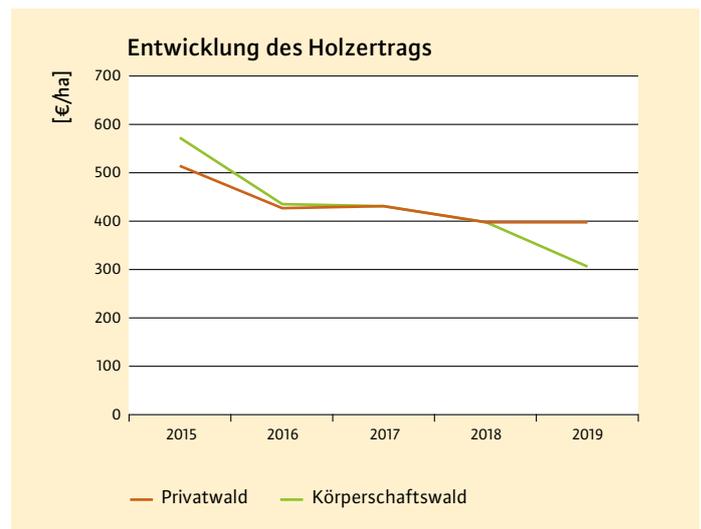
Auch im Privatwald schlugen die Turbulenzen auf dem Holzmarkt voll durch. Der Holzerlös ohne Selbstwerber verlor gegenüber 2018 13% und lag bei 60 €/Fm. Alarmierend auch hier der rasante Preisverfall bei der Fichte. Nur noch 49 €/Fm wurde für das Fichtenstammholz erzielt (Abbildung 5). Drei Viertel des gesamten Holzverkaufs war Fichtenholz (Kiefer 7%, Buche 17%, Eiche 1%).

Einnahmen und Ausgaben

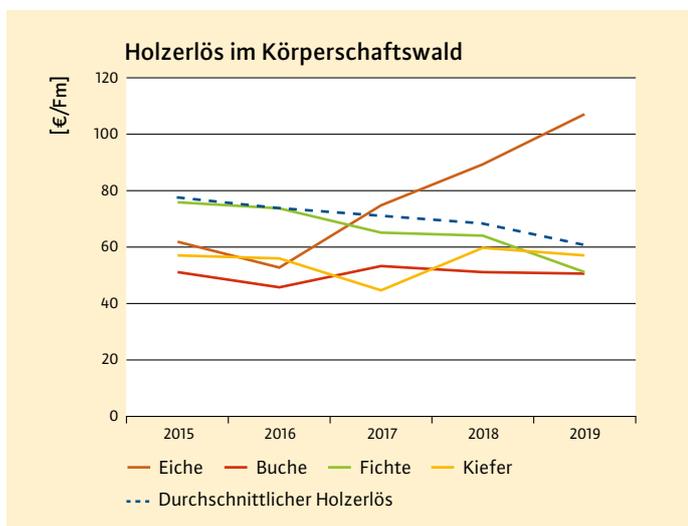
Der Körperschaftswald hatte empfindliche Einbußen zu verkraften. Die Einnahmeverluste gingen einerseits zu Lasten des geringeren Einschlages, hauptsächlich aber auf das Konto der eingebrochenen Holzpreise. Das Ertragsergebnis für alle fünf Produktbereiche musste im Vergleich zum Vorjahr um 16% auf 385 €/ha (2018: 458 €/ha) nach unten korrigiert



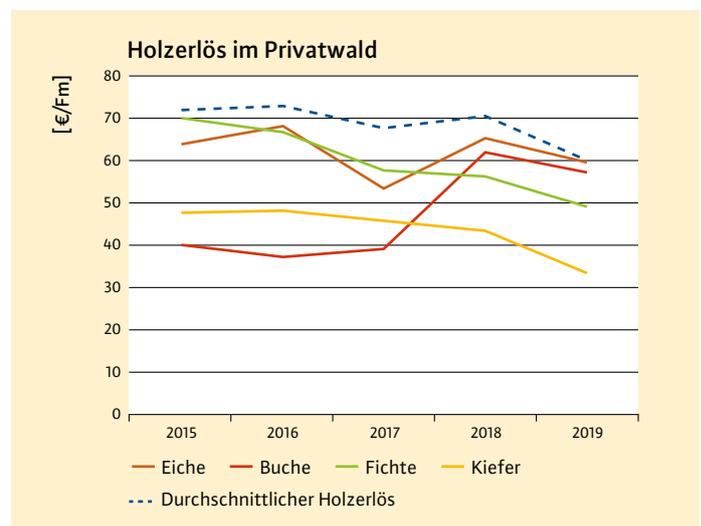
2 Holzeinschlag nach Hauptbaumarten im Privatwald. Wegen der geringen Teilnehmerzahl von Kiefern- und übrigen Betrieben liegen hierfür keine Daten vor.



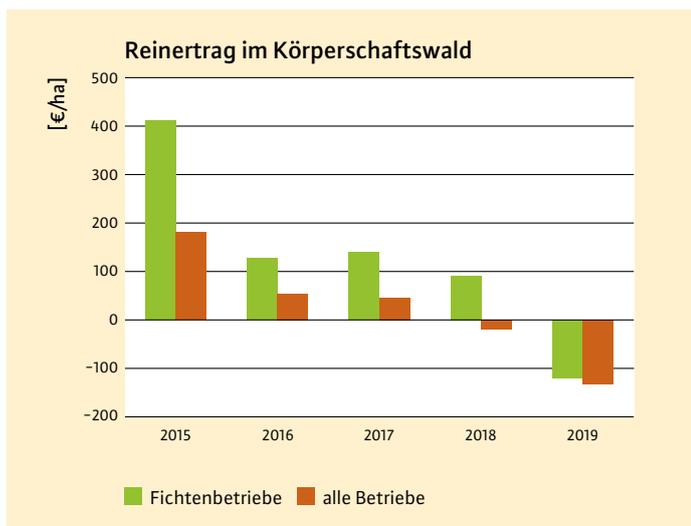
3 Der Holz-ertrag im Körperschafts- und Privatwald ist seit 2015 rückläufig



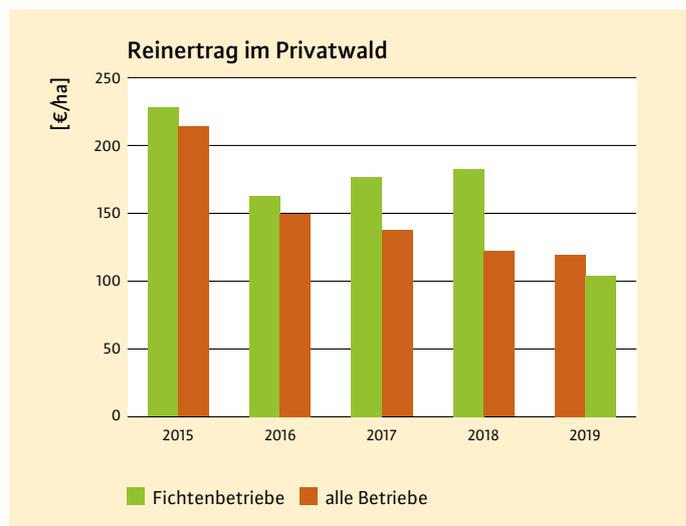
4 Der Preisverfall für Fichtenholz ist besorgniserregend.



5 Zeitreihe Holz-erlöse der Baumarten im Privatwald



6 Vergleich Reinertrag I (ohne Förderung) »Alle Betriebe« mit Fichtenbetrie-
ben im Körperschaftswald



7 Vergleich Reinertrag I (ohne Förderung) »Alle Betriebe« mit Fichtenbetrie-
ben im Privatwald

werden und fiel damit auf das Niveau der Wirtschafts- und Finanzkrise 2009 zurück. Ein positiveres Bild bot sich bei den Privatwaldbetrieben. Der Gesamtertrag stieg sogar leicht um 4 €/ha auf 435 €/ha, was aber nicht darüber hinwegtäuschen darf, dass auch in dieser Besitzart die Einnahmen seit 2015 kontinuierlich rückläufig sind.

Die wichtigsten Ausgabepositionen im Forstbetrieb sind neben den Verwaltungskosten die Kosten für die Holzernete. Im Körperschaftswald erreichten im Berichtsjahr die Verwaltungskosten mit 191 €/ha (+9% zum Vorjahr) den bisherigen Höchststand, der Aufwand für die Holzernete verharrte mit 152 €/ha nahezu unverändert auf hohem Niveau. Deutliche Kostensteigerung gab es auch in den Bereichen Waldschutz 26 €/ha (+37%), Gehälter 160 €/ha (+8%) und Löhne 147 €/ha (+6%). Der Gesamtaufwand für die PB 1 bis 5 bilanzierte sich bei einem Anstieg um 9% auf 518 €/ha. Steigende Tendenz bei den Ausgaben meldeten auch die Privatwaldbetriebe. Verantwortlich hierfür waren, wie im Körperschaftswald, der wachsende Aufwand für die Verwaltung 142 €/ha (+8%), die Holzernete 90 €/ha (+10%), den Waldschutz 16 €/ha (+45%) und für Gehälter 71 €/ha (+9%). In der Summe verbuchten die Betriebe mit dem Gesamtaufwand für die PB 1 bis 5 von 332 €/ha ein Plus von 23 €/ha (7,4%).

Reinertrag

Der wirtschaftliche Erfolg der Forstbetriebe definiert sich über den Reinertrag. Ermittelt wird er durch die Subtraktion des Gesamtaufwandes vom Gesamtertrag. In beiden Besitzarten setzte sich der seit 2016 anhaltende Abwärtstrend zum Teil vehement fort. Die Körperschaftswaldbetriebe waren zwar in der Vergangenheit nicht gerade erfolgsverwöhnt, konnten aber in den Jahren nach der Wirtschafts- und Finanzkrise im Kielwasser der sich rasch erholenden Konjunktur gute Ertragszahlen schreiben. Sturmschäden und Borkenkäferbefall ließen jedoch in den letzten Jahren trotz anhaltend hoher Nachfrage die Rundholzpreise sichtlich verfallen. Ab 2016 setzte die kontinuierliche Verschlechterung der Gewinnsituation bis hin zum Abgleiten in die Verlustzone ab 2018 ein (Abbildung 6). War man über den Wert von -21 €/ha im Jahr der Wirtschaftskrise noch schockiert, nimmt das aktuelle Ergebnis mit -132 €/ha ein katastrophales Ausmaß an. Um über 700% stürzte der Reinertrag zum Vorjahr ab. Von den 25 Teilnehmern mussten 18 Betriebe (72%) einen negativen Reinertrag verbuchen. Im Vorjahr waren es noch 52%. Waren in den Vorjahren stets die Fichtenbetriebe noch das stabilisierende Element und leisteten einen wichtigen Beitrag zum Gesamtergebnis im Körperschaftswald, so rutschten auch sie im Forstwirtschaftsjahr 2019 deutlich in die Verlustzone. Mit -123 €/ha bilanzierten sie einen Negativrekord. Besser schnitten die Laubholzbetriebe mit -93 €/ha ab.

Über dahinschmelzende Gewinne klagten auch die Privatwaldbetriebe. Sie erwirtschafteten zwar mit 104 €/ha ein positives Gesamtergebnis, gleichwohl fiel es im Vergleich zum Vorjahr um 19 €/ha geringer aus (Abbildung 7). Von den 15 Teilnehmern konnten zwölf Betriebe ein positives Wirtschaftsergebnis ausweisen. In der Rubrik »Hauptbaumarten« belegten, wie in den Vorjahren auch, die Fichtenbetriebe mit 119 €/ha den Spitzenplatz. Die Laubholzgruppe schloss mit 52 €/ha ab. Erwirtschafteten die Privatwaldbetriebe 2015 noch Gewinne über 200 €/ha, so halbierte sich der Reinertrag 2019 auf 104 €/ha.

Zusammenfassung

Die Fakten belegen: Die Forstwirtschaft ist in schweres Fahrwasser geraten. Viele Betriebe sind längst an ihre wirtschaftlichen Grenzen gestoßen. Der Klimawandel verschärft nach wie vor die Waldschutzsituation und trägt damit einhergehend maßgeblich zum Verfall der Holzpreise und damit letztendlich zur Verschlechterung der Gewinnsituation bei. Das Ende der Fahnenstange scheint jedoch noch nicht erreicht zu sein. Der Ausblick auf das Forstwirtschaftsjahr 2020 verdüstert weiterhin die wirtschaftlichen Prognosen und stellt die Forstwirtschaft vor weitere Herausforderungen.

Autor

Friedrich Wühr bearbeitet in der Abteilung »Waldbesitz, Beratung, Forstpolitik« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) den Bereich Testbetriebsnetz.
Kontakt: Friedrich.Wuehr@lwf.bayern.de

Der Kleinprivatwald – ein »Draufzahlgeschäft«?

Ergebnisse aus dem Testbetriebsnetz 2019

Holger Hastreiter

Welches Betriebsergebnis erzielten die bayerischen Privatwaldbetriebe bis 50 Hektar Waldfläche im Kalenderjahr 2019? War bei der damaligen Holzmarktlage eine gewinnbringende Bewirtschaftung im Kleinprivatwald überhaupt noch möglich? Das Testbetriebsnetz kann zur Beantwortung solcher Fragestellungen einen Beitrag leisten, weil es die Bewirtschaftung der im bayerischen Privatwald am häufigsten vorhandenen Betriebsgrößenklassen zahlenmäßig abbildet.

Die Privatwaldfläche in Bayern umfasst etwa 1,4 Millionen Hektar. Der überwiegende Anteil davon, nämlich 75 %, gehört Waldeigentümern mit Forstflächen bis zu 50 Hektar und ist damit dem sogenannten Kleinprivatwald zuzuordnen. Um einen Einblick in die Bewirtschaftung dieser Kleinprivatwaldbetriebe zu erhalten, befragte die Abteilung »Waldbesitz, Beratung, Forstpolitik« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft seit 2012 jährlich zwischen 50 und 60 Waldbesitzer mit bis zu 50 ha Betriebs-

fläche. Besprochen werden dabei unter anderem die Themen Maschinenausstattung, stundenmäßiger Arbeitseinsatz im Wald, Holzeinschlag und -verkauf und die Durchführung sonstiger Betriebsarbeiten (Pflanzung, Waldschutz, Pflege, Wegebau etc.). Die freiwilligen Teilnehmer an dieser Untersuchung können aufgrund der enormen Zahl an Betriebs-einheiten (über 475.000) und der damit verbundenen Heterogenität der Waldbesitzer in der Grundgesamtheit natürlich nur einen kleinen Ausschnitt abbilden.

Testbetriebsnetz Kleinprivatwald – Ergebnisse und Kennzahlen für 2019

Die gemittelte Waldfläche der 55 teilnehmenden Betriebe liegt bei 7,7 ha und damit weit über dem bayerischen Durchschnitt von 2 ha. Ihre Baumartenausstattung ist mit 78 % sehr »nadelholzgeprägt«, liegt damit aber lediglich um 10 % über dem in der Bundeswaldinventur für den bayerischen Privatwald ermittelten Wert.

Im Schnitt arbeiteten die befragten Waldbesitzer im Jahr 32 Stunden je Hektar in ihrem Wald. Elf Stunden davon entfielen auf die Holzernte (Hiebsvorbereitung, Holzeinschlag und Holzbringung), zehn Stunden auf die sonstigen Forstbetriebsarbeiten und elf Stunden auf die Energieholzbereitstellung. Die Arbeiten wurden überwiegend in Eigenregie mit im Mittel 1,2 unentgeltlichen Arbeitskräften (Familienangehörige, Verwandte und Bekannte) durchgeführt. 26 Teilnehmer ließen die Waldarbeit teilweise durch ein Forstunternehmen erledigen.

Die Einteilung der Betriebe nach Aushaltung verschiedener Sortimente zeigt, dass 36 Teilnehmer Stammholz gemacht haben. 29 davon haben dieses zumindest teilweise verkauft. Brennholz hingegen wurde in 46 Betrieben ausgehalten, jedoch nur in 17 Fällen verkauft. Hackschnitzel haben 22 Betriebe erzeugt und 9 davon verkauften Hackschnitzel. Prozentual stellt sich die Sortimentsaushaltung am Gesamteinschlag wie folgt dar: 2019 wurden von den Teilnehmern rund 30 % ihres Gesamteinschlages als Stammholz ausgehalten. 50 % wurden dagegen zu Scheitholz und 14 % zu Hackschnitzel verarbeitet. Die Gegenüberstellung der ausgehaltenen Sortimentsanteile zeigt, dass 25 % als Stammholz vermarktet und nur 5 % für eigene Bauprojekte selbst genutzt wurden. Der Stellenwert, den die Bereitstellung von Energieholz in den Waldbesitzgrößen bis 50 Hektar einnimmt, ist also weiterhin sehr hoch. Bezogen auf die im Befragungszeitraum ausgehaltene Gesamtholzmenge wurden 64 % des Gesamteinschlages als Energieholz ausgehalten.



1 Brennholz ist nach wie vor das wichtigste Sortiment, das in der Waldbewirtschaftung des Kleinprivatwaldes anfällt. Foto: Klaus Schreiber

Betriebsergebnisse	mit kalkulatorischem Eigenlohn von 16 €/Std							
Jahr	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Erträge aus Holz- und Forsterzeugnissen	728	736	614	850	684	691	703	716
Sonstige Erträge (z. B. Förderung)	31	14	22	12	26	67	9	36
Betriebsertrag	759	750	636	862	710	758	712	752
Aufwand für Holz- und Forsterzeugnisse	401	469	382	482	529	566	627	686
Aufwand für Betriebsarbeiten	145	150	147	138	227	232	190	255
Aufwand für Verwaltung	39	39	38	42	41	39	39	42
Betriebsaufwand	585	658	567	662	797	837	856	983
Reinertrag (inkl. Fördermittel)	174	92	69	200	-87	-79	-144	-231

2 Reinertrag [€/ha] unter Berücksichtigung eines Eigenlohns für die Erhebungsjahre 2012 bis 2019

Betriebsergebnisse	ohne kalkulatorischen Eigenlohn von 16 €/Std							
Jahr	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Erträge aus Holz- und Forsterzeugnissen	728	736	614	850	684	691	703	716
Sonstige Erträge (z. B. Förderung)	31	14	22	12	26	67	9	36
Betriebsertrag	759	750	636	862	710	758	712	752
Aufwand für Holz- und Forsterzeugnisse	206	222	183	239	227	261	299	338
Aufwand für Betriebsarbeiten	60	50	43	45	88	98	64	98
Aufwand für Verwaltung	39	39	38	42	41	39	39	42
Betriebsaufwand	305	311	264	326	356	398	402	478
Deckungsbeitrag (inkl. Fördermittel)	454	439	372	536	354	360	310	274

3 Deckungsbeitrag [€/ha] Betriebsergebnis ohne kalkulatorischem Eigenlohn für die Erhebungsjahre 2012 bis 2019

Davon gingen jedoch nur 17% in den Verkauf, 14% als Scheitholz und lediglich 3% in Form von Hackschnitzel.

Die Masse des Energieholzes wird also zur Deckung des Eigenbedarfs verwendet. Der Wert dieser Eigenbedarfsmenge erhöht als kalkulatorische Einnahme den Betriebsertrag. Um die selbst genutzte Holzmenge als Ertrag für die Betriebe anrechnen zu können, wurde der übliche durchschnittliche Marktpreis für das jeweilige Sortiment angenommen. Davon wurden die entstandenen Aufarbeitungskosten abgezogen. Das Ergebnis ist ein ideeller Eurobetrag je Einheit (Festmeter, Raummeter, Schüttraummeter), den sich der Waldbesitzer mit der Nutzung des eigenen Holzes gegenüber dem Zukauf gespart hat. Der Holztertrag des Betriebes setzt sich somit aus den tatsächlichen Verkaufserlösen und den kalkulatorischen Werten für den Eigenverbrauch zusammen.

Durch die Bildung von Durchschnittswerten aus den im Internet verfügbaren Verrechnungssätzen mehrerer bayerischer Maschinenringe wurden die Lohnkosten für die Eigentätigkeit und die Maschinenkosten für betriebseigene Maschinen ermittelt. Die kalkulatorischen Lohnkosten für die eigene Waldarbeit und unentgeltlich beschäftigte Personen wur-

den 2019 mit 16 Euro in der Stunde angesetzt. Fremdarbeitskosten, Maschinenmiete oder Materialkosten sind mit dem tatsächlichen entstandenen Rechnungsbetrag in die Kalkulation eingeflossen.

Betriebsergebnis 2019 mit und ohne kalkulatorischen Eigenlohn

Aus der Differenz sämtlicher Erträge abzüglich aller notwendigen Aufwendungen ergeben sich für die bisherigen Erhebungsjahre die in den Abbildung 2 und 3 dargestellten Ergebnisse. Für den Waldbesitzer, der seinen Wald hauptsächlich in Eigenregie bewirtschaftet und dabei keinen Lohn für die eigene Arbeitszeit einkalkuliert, ist das Betriebsergebnis ohne kalkulatorischen Lohnansatz das Maß für die Rentabilität seines Waldes.

Betriebsertrag

Die Erträge aus Holz und Forsterzeugnissen stiegen 2019 um 1,8% und blieben damit etwa auf dem Niveau der Vorjahre. Ein Grund für die stabile Ertragslage dürfte das oben bereits erläuterte Nutzungs- und Verkaufsverhalten der Teilnehmer sein. Die Hälfte des Gesamtertrages wurde demnach als Brennholz ausgehalten. Brennholz ist ein Sortiment, welches durch den Holzpreisverfall im Jahr 2019 in geringerem Maß betroffen

war als das Stammholz und weiterhin annehmbare Verkaufserlöse bzw. bei Eigennutzung einen entsprechenden geldwerten Ertrag brachte. Die auf den ersten Blick relativ gut erscheinenden Erträge aus Holz und Forsterzeugnissen relativieren sich aber, wenn man bedenkt, dass der durchschnittliche Holzeinschlag von 10 fm/ha in 2018 auf 12 fm/ha im Jahr 2019 stieg. Der durchschnittliche Erlös je eingeschlagenen Festmeter sank im Jahr 2019. Ursächlich dafür war der generelle Preisrückgang beim Nadelstammholz. Aufgrund des Überangebotes durch die immensen Schadholzmengen der vergangenen Jahre rutschten die Preise teilweise in den Keller. Dabei ist bezeichnend, dass bei den Teilnehmern 61% des Gesamtertrages durch Kalamitäten bedingt war. Ebenfalls bemerkenswert ist, dass die Testbetriebsnetzteilnehmer mit 32 €/ha wesentlich mehr Fördermittel (+25 €/ha) abgerufen haben als im Vorjahr 2018. Insgesamt betrachtet erhöhte sich damit der durchschnittliche Betriebsertrag im Vergleich zu 2018 um 5,6%.

Betriebsaufwand ohne kalkulatorischen Eigenlohn

Der Aufwand für die Bereitstellung von Holz- und Forsterzeugnissen lag 2019 um 13% je Hektar höher als 2018. Ursachen für die Kostensteigerung waren zum einen der geringfügig höhere Brennholzanteil am Gesamtertrag, zum anderen die hohe Schadholzquote und leicht gestiegene Maschinenkosten. Die Aufwendungen für die sonstigen forstlichen Betriebsarbeiten wie Walderneuerung, Waldschutz, Wegebau etc. erhöhten sich gegenüber dem Vorjahr um 53%. Für die Walderneuerung (Kulturen, Nachbesserung, Voranbauten, Begleitwuchsregulierung etc.) wurden 53 €/ha investiert. Das waren 25 €/ha mehr als im Jahr 2018. Die Aufwendungen für Waldschutzmaßnahmen wuchsen deutlich von 12 auf 27 €/ha. Die Ausgaben für die Waldpflegemaßnahmen betragen 9 €/ha (2018: 6 €/ha) und für die Walderschließung (hauptsächlich Wegeinstandhaltung) 9 €/ha (2018: 18 €/ha). Im Jahr 2019 beauftragte knapp die Hälfte der befragten Waldbesitzer ein Forstunternehmen. Die durchschnittlichen Unternehmerkosten stiegen gegenüber 2018 um 34% auf 83 €/ha. Insgesamt erhöhte sich der Betriebsaufwand ohne kalkulatorischen Eigenlohn gegenüber 2018 um 18,9%.

Betriebswirtschaftliche Lage im Kleinprivatwald

Der Holzverkauf ist die Haupteinnahmequelle im Kleinprivatwald. Diesem gleichzusetzten ist die Nutzung von Holz aus dem eigenen Wald für den eigenen Bedarf. Der Marktpreis für Rohholz, insbesondere für Nadelstammholz, war bereits im Jahr 2019 erheblich gesunken. Dennoch deckten die Erlöse aus dem Holzverkauf zusammen mit dem monetär bewerteten Eigennutzungen in vielen Fällen die Aufwendungen für die Waldbewirtschaftung. Allerdings wird bei dieser Betrachtungsweise der erhebliche persönliche Zeitaufwand, den die Waldbesitzer in die Bewirtschaftung und Pflege ihres Waldes investieren, außer Acht gelassen. Steigen die Waldschäden zukünftig weiter so rasant wie in den Jahren 2018 bis 2020 und verharrt der Holzpreis auf dem gegenwärtig niedrigen Niveau oder fällt sogar noch mehr, dann bleibt nach Abzug der Erntekosten nur ein geringer oder gar kein Ertrag mehr übrig. Damit kann nur wenig



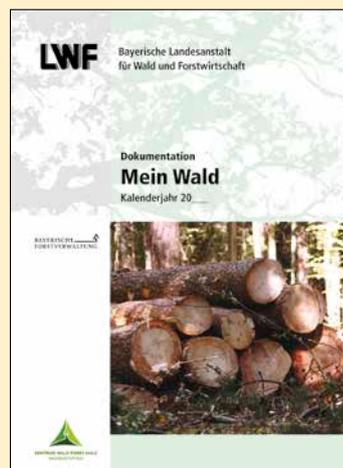
4 2019 haben die Teilnehmer der Kleinprivatwald-Umfrage 20 % mehr Holz eingeschlagen als im Jahr zuvor. Foto: Ramona Frodl

Kleines Heft mit großem praktischem Wert

In kleineren Privatwaldbetrieben ist es eher unüblich, lückenlose Tätigkeitsberichte über die eigene Waldbewirtschaftung zu führen. Als kleine Hilfestellung für die Teilnehmer hat die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) deshalb die Broschüre »Mein Wald« erstellt, die weitgehend analog zu den Tabellenblättern der Testbetriebsnetzdatei aufgebaut ist. Diese Broschüre schicken wir den Waldbesitzern zu Beginn des für die Abfrage relevanten Jahres zu. Dadurch entsteht ein praktischer Doppelnutzen. Zum einen können die Waldbesitzer am Ende des Jahres alle mit der Bewirtschaftung des eigenen Waldes verbundenen Einnahmen und Ausgaben nachvollziehen oder beispielsweise anhand der Dokumentation des Maschineneinsatzes im Wald die tatsächliche Auslastung der eingesetzten Maschinen ermitteln, zum anderen können die seitens der LWF benötigten Kennzahlen während des Interviews direkt nachgeschlagen und weitergegeben werden. Die Dokumentationshilfe selbst verbleibt bei den Unterlagen der Testbetriebsnetz-Teilnehmer. Zahlreiche Interviewpartner haben diesen Vorteil erkannt und verwenden diese Hilfestellung gerne auch in ihrem Eigeninteresse. Ein ganz besonderer Dank gebührt an dieser Stelle den freiwilligen Teilnehmern am »Testbetriebsnetz Kleinprivatwald«, die ihre Zeit opfern und uns bereits seit mehreren Jahren einen zahlenmäßigen Einblick in das Betriebsgeschehen in ihrem Wald ermöglichen.

Sind Sie Besitzer einer Waldfläche von bis zu 50 ha und haben Interesse, am »Testbetriebsnetz Kleinprivatwald« teilzunehmen? Dann kontaktieren Sie uns für weitergehende Informationen:

Holger.Hastreiter@lwf.bayern.de
Telefon 08161 4591-703



Mittlerweile ist das Heft ein fester Bestandteil in der Publikationsliste der LWF und kann kostenlos bestellt werden.
www.lwf.bayern.de

Geld für die kostenintensiven Tätigkeiten im Wald wie Pflanzung, Pflege und Waldschutz reinvestiert werden. Man kann für die finanzielle Situation der Waldbesitzer daher nur hoffen, dass der Freistaat Bayern die forstliche Förderung weiterhin im bisherigen Umfang aufrechterhält bzw. noch ausbaut. Die örtlich zuständigen Revierleiterinnen und Revierleiter beraten unentgeltlich über alle Möglichkeiten der forstlichen Förderung.

Fragt man die Kleinprivatwaldbesitzer nach der Bedeutung ihres Waldes, dann erhält man öfter die Antwort: »Der Wald ist mein Hobby«. Es wäre aber sehr kurz gegriffen, den Kleinprivatwald als Liebhaberei Einzelner zu sehen. Wie in der Einleitung bereits beschrieben ist ein erheblicher Anteil der bayerischen Gesamtwaldfläche dem Kleinprivatwald zuzuordnen. Dieser erbringt aufgrund seines bedeutenden Flächenumfanges eine Vielzahl von positiven Leistungen für die gesamte Gesellschaft. Diese Waldfunktionen werden durch den finanziellen und zeitlichen Einsatz der Waldbesitzer gesichert und stehen uns allen kostenlos zur Verfügung.

Autor

Holger Hastreiter ist Mitarbeiter in der Abteilung »Waldbesitz, Beratung, Forstpolitik« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
Kontakt: Holger.Hastreiter@lwf.bayern.de

Nachgefragt im Kleinprivatwald

Testbetriebsnetz-Umfrage zeichnet ein Stimmungsbild bei Kleinprivatwaldbesitzern

Holger Hastreiter

Der Wald Bayerns ist zum überwiegenden Teil in den Händen von Klein- und Kleinstwaldbesitzern. Klimawandel sowie tierische und pilzliche Forstschädlinge setzen schon seit einigen Jahren dem Wald und seinen Besitzern erheblich zu. In einer Umfrage im Rahmen der Untersuchungen zum Testbetriebsnetz Kleinprivatwald hat die LWF Kleinwaldbesitzer zu verschiedenen forstpolitischen Themen befragt.



1 Immer häufiger auftretende Sturmereignisse, Dürreperioden oder Schädlinge führen bei manchen Waldbesitzern durchaus zu länger anhaltender Frustration. Foto: M. Mößnang, LWF

75 Prozent der Privatwaldfläche Bayerns gehört Waldbesitzerinnen und Waldbesitzern mit Forstflächen bis zu 50 Hektar und ist damit dem sogenannten Kleinprivatwald zuzuordnen. Viele dieser Waldbesitzer haben seit einiger Zeit mit erheblichen Waldschäden durch Sturm, Dürre und Borkenkäfer zu kämpfen. Stellvertretend für alle Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer wurden die Teilnehmer am Testbetriebsnetz Kleinprivatwald durch die Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zu forstpolitisch relevanten Themen befragt. Ziel der Befragung war es, ein Stimmungsbild der aktuellen Lage im Kleinprivatwald zu »zeichnen«. Nachfolgend werden die Antworten auf einige dieser Fragen näher vorgestellt. Wichtig erscheinende Einzelmeinungen und interessante Waldbesitzeraussagen werden dabei sinngemäß wiedergegeben.

Was bedeutet es für Sie, Waldbesitzer zu sein?

Waldbesitzer zu sein ist für die Mehrzahl der Befragten positiv belegt. Nur ein Fünftel der Antworten war negativ. Die in den letzten Jahren gehäuft aufgetretenen Schadereignisse und Kalamitäten haben jedoch durchaus das Potenzial, die Freude vieler Waldbesitzer an ihrem Wald nachhaltig zu trüben.

Waldeigentum wird an erster Stelle als Verpflichtung gegenüber den eigenen Nachkommen gesehen. Meist befindet sich der Wald bereits langjährig im Familienbesitz und wird von Generation zu Generation weitervererbt. Es ist eine Selbstverständlichkeit, dass der Wald dabei mindestens substantiell so weitergegeben werden soll, wie man ihn selbst übernommen hat. Wenn möglich aber in einem besseren Zustand und sogar flächenmäßig erweitert. Als Waldbesitzer übernimmt man auch Verantwortung für die Natur, den Klimaschutz und die Waldbesucher.

»Waldbesitz ist gelebte Nachhaltigkeit.«

Viele der Befragten empfinden Freude bei der Betätigung mit und in der Natur. Es macht ihnen Spaß und bringt Bestätigung für die Richtigkeit des eigenen Tuns, wenn sich der Wald wie gewünscht entwickelt. Ein eigener Wald bietet die Möglichkeit der Selbstversorgung mit Bau- und Brennholz und durch den Holzverkauf ein zusätzliches Einkommen, wenngleich sich dieses bedingt durch die derzeitige Holzmarktsituation teilweise stark vermindert hat. Auch als sichere Geldanlage sind »Grund und Boden« für viele noch immer erste Wahl, wenngleich hier manchmal aber wieder Bedauern über die unvorhersehbare aktuelle Entwicklung mitschwingt.

»In der Nachkriegszeit war der eigene Wald Gold wert. Der Stundenlohn lag damals bei 3 Mark, der Holzpreis hingegen bei über 80 Mark pro Festmeter!«

Während viele im eigenen Wald ein schönes Hobby sehen, das Ausgleich und Abwechslung von der beruflichen Tätigkeit bringt, ist der Wald für andere einfach ein Teil des Betriebes. Die Arbeit im Wald ist fest in den betrieblichen Jahresablauf eingepflanzt. Über die Jahre hat sich dies zur Gewohnheit entwickelt.

»Der Wald gehört einfach zum Leben dazu.«

Die aktuelle Waldschadenssituation fördert bei vielen Teilnehmern aber auch eine negative Sichtweise zu Tage. Sie fühlen sich getrieben durch fehlende Planbarkeit bei den Waldarbeiten. Dadurch steigt die persönliche Belastung – insbesondere wenn man selbst alters- oder gesundheitlich bedingt nicht mehr so kann wie früher. Finanzielle Einbußen beim Holzpreis und mehrfache Ausfälle teuer gepflanzter Neukulturen rufen ebenfalls Frust hervor. Einige Teilnehmer gaben an, dass ihr Wald ihnen früher Freude gemacht hat und sie Stolz darauf waren. Dies habe sich mittlerweile ins Gegenteil verkehrt.

Wenn Sie über Ihren Wald reden, über welche Themen reden Sie dann am meisten?

Wie schlecht es derzeit um den Wald bestellt ist, lassen die Gesprächsthemen der Waldeigentümer erkennen. Über 80 Prozent der Nennungen sind negativen Thematiken zuzuordnen.

Am häufigsten reden die Waldbesitzer über das aktuelle Kalamitätsgeschehen. Im Februar 2020, also mitten im Befragungszeitraum, fegte Orkan Sabine über Bayern hinweg und verursachte neue Schäden in den Wäldern einiger Teilnehmer und drängte sich damit als Hauptthema förmlich auf. Ebenfalls häufig gesprochen wird über die bisherigen Borkenkäferschäden und die weiterhin vorhandene hohe Borkenkäfergefahr – der Beginn der Käferschwärmzeit stand im April wieder unmittelbar vor der Tür. Oft bestimmen auch die Waldschäden durch die vorangegangenen Dürresommer die Unterhaltung.

Als zweithäufigstes Gesprächsthema wurde der Klimawandel genannt. Viele Waldbesitzer merken es am eigenen Wald – es hat sich etwas verändert. Die Veränderung läuft dabei schneller ab als gedacht. Aufgrund der empfundenen Verpflichtung für die nachfolgenden Generationen und die Gesellschaft versuchen die betroffenen Waldbesitzer, schnell zu reagieren und ihren Wald bestmöglich vorzubereiten und zügig umzubauen. Nur das »Wie?« und »Mit welchen Bäumen?« wirft Fragen auf, die alles andere als trivial zu beantworten sind.

Die in Folge von Kalamitäten und Klimawandel entstandenen enormen Schadholzmengen führten bei den Sägewerken zu vollen Lagern. Dadurch sank der Holzpreis für Nadelholz seit 2018 kontinuierlich. Das bewegt natürlich die Gemüter der Waldbesitzer und ist ebenfalls oft Thema bei Gesprächen.

Für viele Waldbesitzer ist die Wald-Wild-Problematik auch ein Dauergesprächsthema. Es wird jagdlich vielerorts noch immer viel zu wenig dafür getan, dass sich die Naturverjüngung der für den Klimawandel so wichtigen Mischbaumarten etablieren könnte. An künstlich eingebrachte Pflanzungen ohne teure Schutzmaßnahmen ist da oft überhaupt nicht zu denken.

Ein positiv belegtes Gesprächsthema hingegen sind die Erfahrungen bereits gelungener Waldumbauten. Viele Teilnehmer



2 Die Beratung der Waldbesitzer durch die Bayerische Forstverwaltung wird durchwegs positiv beurteilt. Allerdings stellen manche Waldbesitzer auch eine Überlastung ihrer Beratungsförster fest. Foto: F. Stahl, LWF

sind seit Jahrzehnten Waldbesitzer und haben bereits durch die großen Stürme in den 1990er Jahren negative Erfahrungen mit Monokulturen und unangepassten bzw. ungepflegten Waldbeständen gemacht und ihre Schlüsse daraus gezogen. Die Früchte von dreißig Jahren Waldumbau sind bei denjenigen, die damals ihrer Zeit voraus waren, jetzt bereits sichtbar und zeigen sich in Form stabiler und durch die aktuellen Ereignisse weit weniger betroffener Wäldern. Solche Leuchtturmprojekte werden auch gerne anderen Interessierten gezeigt.

Einige wenige Teilnehmer verbinden mit dem Thema Jagd auch Positives und reden deshalb auch gerne darüber. Beispielsweise wenn sich nach einem Wechsel des Jagdsystems (Umstellung von Verpachtung auf Eigenbewirtschaftung) oder dem Ausscheiden von unwilligen Jagdpächtern relativ bald Naturverjüngung einstellt und auch Baumarten ansamen, an die in der Vergangenheit überhaupt nicht zu denken war.

»Schließlich fällt der Samen vom Baum, um zu keimen und eine neue Waldgeneration zu bilden, und nicht, um im Rehpanzen zu verschwinden«.

Was kann die Forstverwaltung Ihrer Meinung nach tun, um die Waldbesitzer (noch) besser zu unterstützen?

Als unabhängige Beratungsinstitution ist die Forstverwaltung bei den Waldbesitzern bekannt und akzeptiert. Viele der Befragten sind mit der Arbeit der Forstverwaltung zufrieden und erwähnten ihre bisherigen positiven Erfahrungen bei Beratung und genereller Unterstützung. Ein Großteil der Befragten war der Meinung,

dass die bestehenden Angebote der Forstverwaltung gut und umfangreich seien. Letztendlich liege es ihrer Ansicht nach an manchen Waldbesitzern selbst, wenn diese die gebotenen Möglichkeiten nicht annehmen. Entweder weil sie sich nicht genügend informieren oder aus persönlichen Gründen keinen Kontakt zur Forstverwaltung wollen.

Einige kritische Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge wurden an dieser Stelle natürlich auch eingebracht. Häufig genannt wurde dabei der Themenkomplex »Jagd und überhöhte Wildbestände«. Es zeigt sich, dass vielerorts hier noch Verbesserungsbedarf besteht. Die Forstverwaltung könnte nach Meinung mancher Teilnehmer zum Beispiel in Brennpunktgebieten noch mehr auf gemeinsame Waldbegänge mit den Jägern drängen, die Zusammenhänge von Wild und Jagd auf die Waldverjüngung noch deutlicher herausstellen und die Waldbesitzer besser über Wildschadensersatz und andere Möglichkeiten aufklären. Die Forstleute sollten nach Meinung der Waldbesitzer auch darauf hinwirken, dass zukünftig Wildschadensersatz im Wald für alle Baumarten gewährt wird.

Vor allem in den ländlichen Gegenden wird die Überalterung der Bevölkerung allmählich sichtbar. Diese Entwicklung wirkt sich auch auf die Waldbewirtschaftung aus. Meist sind es die Rentner, die die Waldpflege übernehmen, da die junge Generation keine Zeit hat, zu weit entfernt wohnt oder schlicht kein Interesse am Wald hat. Viele neue Waldbesitzer haben keine Erfahrung mit der Waldarbeit. Einige wissen nicht einmal, wo ihr Waldbesitz verortet ist. Diese Waldbesitzer zu erreichen bzw. zu beraten, das wäre eine enorm wichtige Aufgabe für die Forstverwaltung.

»Man sieht immer die gleichen Gesichter bei Kursen und Fortbildungen.« – »Erreichen der Unerreichbaren!«

Im Frühjahr 2020 wurde eine neue Förderrichtlinie eingeführt. Einige Waldbesitzer bemängelten die Erhöhung bei den Bagatellgrenzen, insbesondere bei der Naturverjüngung. Ihrer Ansicht nach werden Kleinwaldbesitzer dadurch enorm benachteiligt.

»Die Naturverjüngungsförderung ist die beste Förderung!«

Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer erbringen durch die Erhaltung und Bewirtschaftung ihres Waldes eine Vielzahl an Leistungen für die Gesellschaft. Leider wird dies gesellschaftlich und politisch noch zu wenig gewürdigt. Hier wäre es wünschenswert, dass sich zukünftig etwas bewegt und diese Arbeit die nötige Anerkennung findet.

Der bestehende Personalmangel in der Forstverwaltung wird auf der Fläche ebenfalls wahrgenommen. Kritisch gesehen wird beispielsweise auch die lange Dauer, bis erkennbar befallene und somit weithin sichtbare Käferbäume endlich entfernt werden.

»Zu viele Förderfälle für zu wenig Förster.«



3 Das Recht der Öffentlichkeit auf freien Naturgenuss und Betretung des Waldes ist für die Waldbesitzer völlig in Ordnung, solange die Besucher sich im Wald ordentlich und rücksichtsvoll verhalten. Foto: F. Stahl, LWF

Die Umsetzung geplanter forstlicher Wegebaumaßnahmen sollte nach Meinung der Teilnehmer auch in schwierigen Fällen unbedingt weiterverfolgt werden; dies ist für die Bewirtschaftung und vor allem auch aus Waldschutzgründen enorm wichtig.

Kritik gab es auch an der Arbeit der forstlichen Zusammenschlüsse. Meist ist es die Kleinmengenvermarktung, die die Gemüter erhitzt. Eine LKW-Ladung sollte schon zusammenkommen. Dieser Anspruch ist im Kleinstprivatwald schwierig zu erfüllen. Oft sind es einzelne Stämme, die aus Waldschutzgründen trotzdem zügig aus dem Wald entfernt werden müssen. Fehlende Sammellagerplätze und Mindermengenzuschläge wurden in diesem Kontext ebenfalls genannt.

»Die Strukturnachteile des Kleinprivatwaldes auszugleichen und die Besitzer kleiner Waldflächen zu unterstützen, das ist doch eigentlich eine der Hauptaufgaben der Zusammenschlüsse.«

Wie denken Sie darüber, dass die Gesellschaft immer mehr bei der Waldnutzung mitentscheidet?

Die gesellschaftliche Diskussion um die Waldbewirtschaftung wird von den Befragten überwiegend negativ gesehen. Viele Personen, die bei diesen Diskussionen die Rede führen, haben aus Sicht der Waldbesitzer weder Ahnung von den Naturzusammenhängen noch von der Waldbewirtschaftung.

»Diese Leute haben doch selbst noch nie im Wald gearbeitet und wissen nicht, wieviel Zeitaufwand nötig ist, um den Wald zu erhalten und zu pflegen.«

Die meisten an den Diskussionen beteiligten Personen hätten durch potenzielle Einschränkungen bei der Bewirtschaftung auch keinerlei Auswirkungen zu befürchten, da sie selbst weder wirtschaftlich noch sachlich von diesem Diskurs betroffen sind. Das letzte Wort bei der Bewirtschaftung sollte deshalb stets der Eigentümer haben. Zumindest solange er sich an die bestehenden zahlreichen wald- und naturschutzrechtlichen Bestimmungen, die behördlichen Weisungen und die Zertifizierungsvorschriften hält.

»Eigentum muss Eigentum bleiben!«

Das Prinzip »nutzen und schützen« sollte auch zukünftig für den Privatwald gelten. Viele schützenswerte Landschaften sind erst durch die menschliche Kultivierung entstanden. Würde man dort die Bewirtschaftung einstellen, dann würde häufig die eigentlich zu schützende Struktur verschwinden.

Das Recht auf freien Naturgenuss und Betretung des Waldes für die Öffentlichkeit ist für die meisten Waldbesitzer völlig in Ordnung, solange sich die Waldbesucher an »die Spielregeln« halten.

Viele Anspruchsgruppen überschreiten das ihnen zustehende Betretungsrecht aber mittlerweile in rigoroser Form. Als positiv gesehen wird, dass die Diskussionen die Wahrnehmung des Waldes in der Öffentlichkeit erhöht haben. Nur sollte es nicht dahingehend »ausarten«, dass plötzlich Dritte mit dem Wald anderer Leute Geld verdienen (z. B. kommerzialisiertes Waldbaden).

Zusammenfassung

In einer Umfrage im Rahmen der Untersuchungen zum Testbetriebsnetz Kleinprivatwald 2019 hat die LWF Kleinwaldbesitzer zu verschiedenen forstpolitischen Themen befragt und ein durchaus gemischtes Stimmungsbild gezeichnet. In diesem Beitrag werden die Antworten auf einige dieser Fragen näher vorgestellt. Wichtig erscheinende Einzelmeinungen und interessante Waldbesitzeraussagen werden dabei sinngemäß wiedergegeben. Folgende Aussagen können aus der Umfrage zusammenfassend hervorgehoben werden:

- Den Waldbesitzern ist ihr Wald wichtig. Sie wirtschaften aus eigenem Antrieb nachhaltig.
- Die aktuelle Situation mit Kalamitäten und schlechten Holzpreisen wirkt sich negativ auf das Selbstverständnis vieler Waldbesitzer aus.
- Die befragten Waldbesitzer haben als Hauptproblemfelder die Themen *Klimawandel* und *überhöhte Wildbestände* identifiziert und wollen etwas dagegen tun.
- Die Forstverwaltung ist als Beratungsinstitution bei den Waldbesitzern bekannt und anerkannt. Den vielfältigen Möglichkeiten zur Beratung und Unterstützung steht aber die fehlende Erreichbarkeit zahlreicher Waldbesitzer gegenüber.
- Die Waldbesitzer wollen, dass ihre Eigentumsrechte gewahrt bleiben. Die Nutzfunktion des Waldes darf auch zukünftig nicht in Frage gestellt werden.

Autor

Holger Hastreiter ist Mitarbeiter in der Abteilung »Waldbesitz, Beratung, Forstpolitik« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Kontakt: Holger.Hastreiter@lwf.bayern.de

Vielfalt unter'm Blätterdach

Pestwurzfluren aus ökologischer Perspektive

Olaf Schmidt

Pestwurzfluren an den Oberläufen unserer Bäche und Flüsse werden oft von Naturfreunden aus Artenschutzgründen gering geschätzt. Man sieht häufig diese eintönigen Pflanzenbestände aus nur einer dominanten Art, der Roten Pestwurz, als nicht besonders schützwürdig an. Dies ist jedoch ein gravierender Trugschluss.

Die Rote Pestwurz (*Petasites hybridus*), auch Gewöhnliche oder Bach-Pestwurz genannt, bildet auf sickerfeuchten, nährstoffreichen Schwemmböden in feuchten Talauen oft ausgedehnte reine Bestände, die »Pestwurzfluren« (Abbildung 1). Die Pflanze zählt zu der Familie der Korbblütler (*Asteraceae*) und erreicht zur Fruchtreife bis zu 120 cm Höhe. Spektakulär sind aber ihre riesigen, rundlichen Blätter, die Durchmesser von bis zu 70 cm erreichen können und damit die größten Blätter unserer heimischen Flora (Abbildung 2) sind. Die Blütenstände erscheinen März/April und setzen sich aus bis 200 Blütenkörbchen in einer ovalen Traube zusammen. Der Blütenstand kann zur Fruchtzeit bis 100 cm Höhe erreichen. Die rötlich-weißen bis rötlich-violetten Blüten werden von Insekten bestäubt.

Die Pestwurz zählt zu den ersten Frühjahrsblühern. Der Name kommt aus historischen Zeiten, wo die Menschen die Pestwurz als Heilkraut gegen Geschwüre, so auch gegen die Pest, einsetzten. Auf den ersten Blick wirken Pestwurzfluren als natürliche Monokulturen sehr eintönig und aus Artenschutzgesichtspunkten wenig interessant. Erst bei genauer Betrachtung stellen sich vielfältige Beziehungen der Pestwurz zu Tierarten dar.

Pestwurzeule und weitere Schmetterlinge

Ein besonderes Insekt ist die seltene, oft übersehene, Pestwurzeule (*Hydraecia petasites*), ein Schmetterling aus der Gruppe der Eulenfalter. Dieser Schmetterling verbringt seine gesamte Raupenzeit endophag im Stängel und im Rhizom der Pestwurz. Im Frühjahr bohrt sich die Raupe, nachdem sie als Ei überwintert hat, in die hohlen Blütenstiele der Pestwurz und frisst diese von oben herab aus. Spä-

ter geht die Raupe in die Blattstiele und schließlich in das Rhizom der Pestwurz. Im Erdreich um den Wurzelstock findet dann die Verpuppung statt. Die Falter schlüpfen im Spätsommer und fliegen meist von Ende August bis Mitte September. Ihre unauffällige Lebensweise, aber auch der Rückgang natürlicher Pestwurzfluren durch wasserbauliche Verbauungen, haben dazu geführt, dass die Pestwurzeule selten beobachtet wird und in einigen Regionen als bedroht gilt.

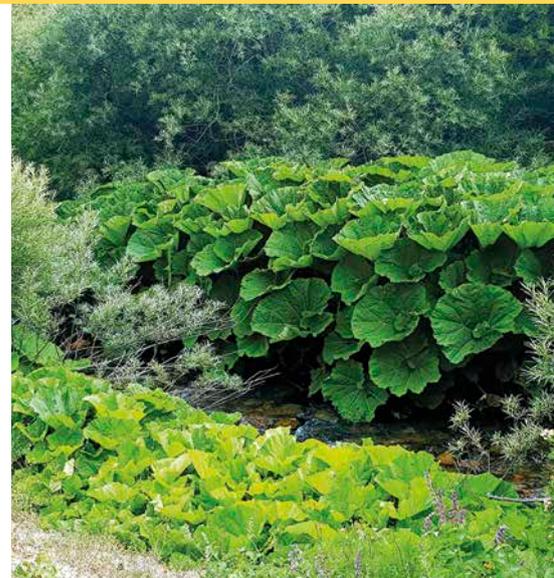
Ebenfalls in Stängeln der Pestwurz frisst die Raupe der Kletteneule (*Gortyna flavago*), die sich aber auch in anderen Pflanzen wie Kletten, Braunwurz, Wasserdost und Kratzdisteln entwickeln kann.

Die Pestwurz ist auch eine Fraßpflanze des Jakobskrautbärs (*Tyria jacobaeae*), der auch Karmin- oder Blutbär genannt wird (Abbildung 3). Der Falter selbst spannt circa 32–45 mm und ist auf den Vorderflügeln schwarz und rot und auf den Hinterflügeln rot gefärbt. Die Raupe ist auffällig schwarz-gelb gefärbt. Beide Färbungen werden als Warntrachten verstanden, denn durch das Befressen des giftigen Jakobskreuzkrautes nehmen die Raupen die Giftstoffe auf, lagern sie ein und werden so selbst für andere Tiere giftig. Man hat auch versucht, den Blutbär als biologische Bekämpfung gegen das sich ausbreitende Jakobskreuzkraut einzusetzen.

Als Besonderheit ist noch die Pestwurz-Federmotte (*Buszkoiana capnodactylus*) mit nur ganz wenigen Nachweisen in Bayern an Pestwurz zu erwähnen.

Pestwurz»käfer«

Häufig ist an Pestwurz im Frühjahr dagegen der Große Pestwurz-Rüssler (*Liparus glabrirostris*) zu sehen, der oft rittlings auf dem Blattrand der Pestwurz-Blätter hockt und sich bei der kleinsten Erschüt-



1 Ausgedehnte Pestwurzbestände vermitteln auf den ersten Blick einen dunklen und wenig attraktiven Lebensraum. Bei genauem Hinsehen können wir jedoch interessante und auch seltene Tierarten beobachten. Foto: Vojce, PantherMedia

terung sofort fallen läßt. Mit bis 20 mm Länge zählt diese Art zu den größten einheimischen Rüsselkäferarten. Der Käfer selbst ist tiefschwarz gefärbt und besitzt gelbe Flecken auf den Flügeldecken und am Halsschild (Abbildung 4). Seine Larven entwickeln sich in den Wurzelstöcken von Pestwurz, aber auch in denen des Bärenklau (*Heracleum*). Eine sehr ähnliche, etwas kleinere Art ist der Deutsche Träggrüssler oder Kleine Pestwurz-Rüssler *Liparus germanus*. Beide Arten können durch die Ausprägung des Halsschildes unterschieden werden. Außerdem sind bei *L. germanus* die Seitenbinden auf Flecken reduziert.

Hohe Luftfeuchte unter Pestwurzblättern – ideal für Schnecken

Unter den großen Pestwurz-Blättern hält sich die Luftfeuchtigkeit lange, so dass feuchtigkeitsliebenden Arten wie Amphibien und Landschnecken sich hier wohlfühlen. Häufig ist in Pestwurz-Beständen daher die Gefleckte Schnirkelschnecke (*Arianta arbustorum*) zu finden. Das kugelige, meist kastanienbraunen Gehäuse mit gelben Flecken und einem dunklen Band, kann bis 20 mm Höhe und 28 mm Breite erreichen. Der Körper der Schnecke ist schwarz. Die Gefleckte Schnirkelschnecke spielt als Konsument der Pestwurzblätter eine nicht zu unterschätzende Rolle. In seiner Diplomarbeit »Produktionsökologische Analyse eines Bestandes der Bach-Pestwurz *Petasites hybridus* (Asteraceae) in der Lunzer Seeau NÖ« schreibt Traxler (2008, Universität Wien), dass die Gefleckte Schnirkel-



2 Die Pestwurz hat die größten Blätter unserer heimischen Flora.

Foto: Andreas Strandt, <https://herbwitch.de>

schnecke eine der wichtigsten Pflanzenfresser an Pestwurz darstellt, die bis in den September circa elf Prozent der Gesamtblattfläche der Pestwurz verzehrte. Ebenfalls von der feuchten Umwelt unter Pestwurz-Beständen profitieren auch Bernsteinschnecken (*Succinea putris*). Sie erreichen etwa eine Gehäusegröße von 10 bis 15 mm, die Schale ist durchscheinend und relativ dünn. Bernsteinschnecken werden als Zwischenwirt von unter anderem von dem Saugwurm *Leucochloridium paradoxum* parasitiert. Den Endwirt stellen Vögel dar. Um die Aufmerksamkeit der Vögel zu wecken, schwellen durch die sog. Fühlermaden des Saugwurms die Fühler der Schnecke stark an und beginnen zu pulsieren (Abbildung 5). Vögel fressen dann die Schnecken und im Körper des Vogels pflanzen sich die Parasiten geschlechtlich fort.

4 Der Große Pestwurz-Rüssler ist einer unserer größten heimischen Rüsselkäferarten – passend zu den riesigen Pestwurzblättern. Foto: Michael Münch



Versteckmöglichkeiten für Wasseramseln

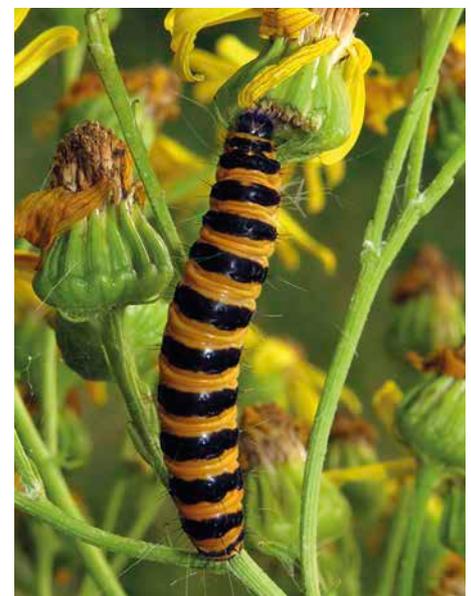
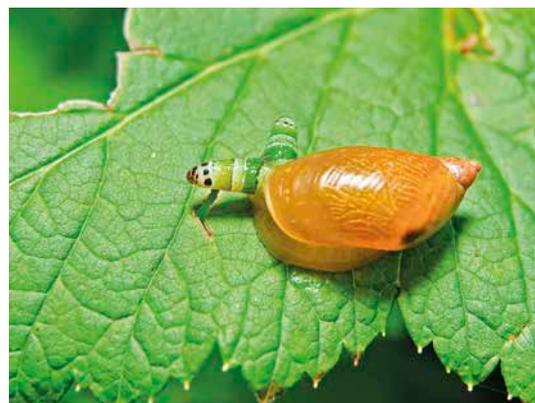
An kleineren Bächen, vor allem an Oberläufen in den Mittelgebirgen, können die großen Pestwurzblätter oftmals den ganzen Bachlauf abdecken. Das hat zum Beispiel für die Wasseramsel, die in diesen Lebensräumen gerne vorkommt, eine große Bedeutung. Während der Mauserzeit von Ende Juni bis Anfang September ist die Wasseramsel auf Versteckmöglichkeiten am Ufer angewiesen. Diese können Pestwurzfluren sehr gut erbringen und sollten als ungestörte Rückzugsgebiete unbedingt erhalten werden.

Fazit

Das Beispiel der Pestwurz und ihrer nur auf den ersten Blick eintönigen Bestände zeigt wiederum, dass sich bei genauerer Betrachtung auch bei so häufigen und eher unbeachteten Pflanzen vielfältige Beziehungen zur Tierwelt verbergen. Es gilt, diese ökologischen Beziehungen durch genaues Beobachten in der Natur zu entdecken.

Autor

Olaf Schmidt leitete als ehemaliger Präsident der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft bis 31. Juli 2020 die LWF.
Kontakt: poststelle@lwf.bayern.de



3 Jabokskrautbär: Falter (oben) und Raupe (unten); die in den Pestwurzblättern enthaltenen Giftstoffe bleiben auch im Körper der Raupe weiterhin giftig und schützen so die Raupe vor Fraßfeinden.

Fotos: VBrockhaus, PantherMedia.net

5 In den Fühlern dieser Bernsteinschnecke sitzt der Saugwurm *Leucochloridium paradoxum* und gibt hungrigen Vögel auffällige »Zeichen«, um gefressen zu werden.

Foto: aleoks, PanterMedia.net

Auf der Suche nach einem besseren Baumschulsubstrat

Standard-Torfsubstrat und pflanzenkohlehaltiges Alternativsubstrat im Vergleich

Axel Göttlein

Im Zuge der Klimaschutzdiskussion erfahren Moore, Moorschutz und Moorprodukte eine steigende öffentliche Aufmerksamkeit. Es liegt daher nahe, auch im Baumschulbereich die Eignung alternativer Substrate zu testen. In diesem Zusammenhang taucht bei den Alternativsubstraten immer wieder auch der Begriff »Terra Preta« auf.

Torf und seine »Alternativen«

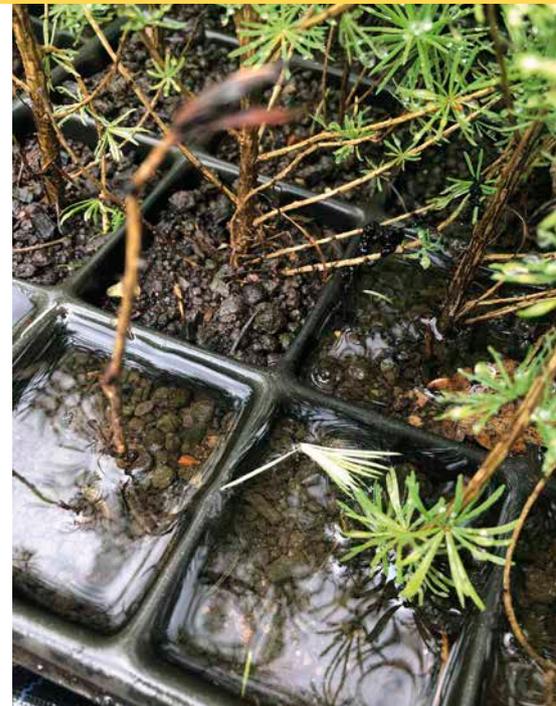
Torfbasierte Kultursubstrate spielen heute im Baumschulbereich eine große Rolle, da vermehrt Containerpflanzen an den Kunden ausgeliefert werden. Torf ist eine ideale Basis für Kultursubstrate, da sich daraus ein maschinentaugliches Substrat mit stets gleichartiger Beschaffenheit herstellen lässt, das sowohl eine günstige Wasserspeicherkapazität als auch eine stets ausreichende Luftkapazität besitzt und sich aufgrund seiner Nährstoffarmut durch Nährstoffzugaben in nahezu jede gewünschte Richtung verändern lässt. Zum Schutz der Moore wäre es jedoch wünschenswert, zumindest einen Teil des verwendeten Torfes durch heimische Alternativsubstrate zu ersetzen. Hier können neben organischen Ersatzstoffen wie Holzfaserstoffen, Komposte und Rindenumus auch Terra Preta-ähnliche pflanzenkohlehaltige Substrate eine gewisse Rolle spielen (BZL 2020).

In den großen, wenig fruchtbaren Gebieten Amazoniens gibt es kleine Inseln sehr fruchtbarer dunkler Böden. Diese als »Terra Preta do indio« (schwarze Indianerde) bezeichneten Böden sind anthropogenen Ursprungs und haben ein Alter von mehreren hundert bis über 2.000 Jahren, (Bechtold 1982). Terra Preta zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Pflanzen-

kohle aus, welche aufgrund ihrer großen spezifischen Oberfläche als Wasserspeicher und vor allem als Speicher für zugegebene Nährstoffe dienen kann. Die positiven Effekte von Pflanzenkohle auf das Baumwachstum scheinen besonders ausgeprägt in frühen Wachstumsphasen und bei Laubbäumen zu sein. Allerdings gibt es hierzu nur eine relativ geringe Anzahl an Studien, so dass es angebracht erschien, zusätzliche Untersuchungen durchzuführen.

Versuchsdurchführung

In der Baumschule Steingaesser in Miltenberg wurden am 4. Mai 2020 einjährige Sämlinge der Baumarten Eiche, Buche und Lärche in QuickPot®-Platten getopft. Diese Platten besitzen 24 Pflanzpositionen à 300 ml Volumen. Als Pflanzsubstrat diente zum einen ein von der Fa. Steingaesser standardmäßig verwendetes Torfsubstrat mit einem Quarzsandanteil von 5%. Dieses Substrat wurde zusätzlich mit 100 g pro m³ Radigen, einem Mikronährstoff-Depotdünger, und 4 kg NPKMg-Depotdünger (Osmocote) pro m³ versetzt. Als Alternativsubstrat wurde ein von der Fa. Terra Magica vertriebenes, pflanzenkohlehaltiges Substrat verwendet. Dieses Substrat enthält keine weiteren Zusätze. Am 13. August 2020 wurden auf dem Baumschulgelände alle für das Projekt an-



1 Das Versuchsergebnis war eindeutig: Im torfbasierten Kultursubstrat konnten sich die Sämlinge wesentlich besser entwickeln als im Alternativsubstrat. Ein Grund: Das Alternativsubstrat neigt zur Verschlammung und überschüssiges Wasser kann nicht schnell genug abfließen. Foto: A. Göttlein

gezogenen Pflanzen auf Vitalität geprüft. Zusätzlich wurden pro Baumart und Substrattyp zehn Pflanzen samt Wurzelballen und je fünf Proben des Standard- und des Alternativsubstrates entnommen und zur Analyse nach Freising gebracht.

Vitalität und Wachstum

Die Ausfall-Prozente der einzelnen Pflanzvarianten sind in Abbildung 2 zusammengestellt. Der Mittelwert des Ausfall-Prozents lag für alle in Standardsubstrat angezogenen Pflanzen unter 10%, wobei die Lärche die günstigsten Werte aufwies. Im Alternativsubstrat haben alle Baumarten ein signifikant höheres Ausfall-Prozent. Der deutlich schlechtere Anzuchterfolg im Alternativsubstrat lässt sich zumindest in Teilen auf die schlechte Dränwirkung und damit auf den schlechteren Lufthaushalt zurückführen. Zufälligerweise ging am Beprobungstag ein Gewitterregen nieder. Dabei zeigte sich, dass in etlichen QuickPot®-Töpfchen des Alternativsubstrates nach Beendigung des Regens das Wasser bis zum Rand stand (Abbildung 1). Im Standardsubstrat konnte in keinem Fall ein Wasserüberstau beobachtet werden. Insgesamt waren die im Alternativsubstrat angezogenen Pflanzen einen deutlich schlechteren Zustand..

Es zeigen sich im Sproß wie auch im Wurzelbereich signifikante Größen- und Gewichtsunterschiede. Die im Standardsubs-

Substrat	Eiche		Buche		Lärche	
	Standard	Alternativ	Standard	Alternativ	Standard	Alternativ
Ausfälle [%]	9,7	27,2	5,0	16,5	2,5	29,2
Sproßlänge [cm]	43,4	28,2	47,3	33,9	49,1	29,5
Sproßgewicht [g]	4,60	2,33	5,98	2,78	5,26	2,10
Sproß/Wurzel-Verhältnis	1,39	1,11	1,66	0,96	5,40	2,20
Wurzelhalsdurchmesser [mm]	5,42	4,49	5,78	4,85	4,52	3,56

2 Vitalität und Biomassecharakteristika der Versuchspflanzen; signifikant höhere Wert ($p < 0,05$) in Fettdruck

trat angezogenen Pflanzen sind wesentlich schwerer und deutlich größer. Berechnet man das Sproß/Wurzel-Verhältnis auf Gewichtsbasis, so ist es im Standardsubstrat für alle drei Baumarten höher. Auch der Wurzelhalsdurchmesser ist im Standardsubstrat um ca. 1 mm höher, wobei bei Eiche wegen höherer Streuung der Einzelwerte beide Effekte nicht signifikant sind.

Nährstoffversorgung

Betrachtet man die Nährelementgehalte der Assimilationsorgane, so fällt auf, dass für alle Baumarten das Alternativsubstrat bei Kalium signifikant höhere Werte bewirkt, während dies im Standardsubstrat für Calcium der Fall ist (Abbildung 3). Für Eiche gibt es bei keinem weiteren Element signifikante Unterschiede zwischen den Substraten. Bei Buche sind im Standardsubstrat zusätzlich die Gehalte von Phosphor und Mangan signifikant höher, bei Lärche gilt dies für die Elemente Stickstoff, Schwefel, Magnesium, Mangan, Kupfer und Zink. Das Alternativsubstrat führt zusätzlich zu Kalium lediglich bei der Buche für Zink zu signifikant höheren Werten.

Bei den Blatt/Nadelspiegelwerten zeigt sich in beiden Substraten die pH-Werte von den Herstellerangaben (Standardsubstrat: pH ca. 5,8; Alternativsubstrat: pH ca. 8,8) um ca. 1,5 pH-Einheiten in Richtung saureres Milieu bewegt. Der hohe C-Gehalt sowie der hohe Glühverlust des Standardsubstrats ergibt sich aus der hauptsächlichlichen Verwendung von Torf. Beide Substrate haben eine vergleichbare Austauschkapazität und einen Alkali-Erdalkali-Anteil (Basensättigung) von über 99%. Bei der Austauscherbelegung dominiert in beiden Substraten das Calcium, wobei dessen Anteil im Standardsubstrat signifikant höher liegt. Im Alternativsubstrat belegt Kalium gut 30% der Austauschplätze, das sind ca. 23% mehr als im Standardsubstrat. Bei Magnesium und Natrium liegt die Austauscherbelegung in beiden Substraten in einem vergleichbaren Bereich. Der hohe Kaliumanteil des Alternativsubstrates beeinflusst stark die ernährungskundlichen Kennwerte.

Die im Terra Preta-ähnlichen Alternativsubstrat angezogenen Pflanzen zeigen eine signifikant höhere Ausfallrate, eine signifikant schlechtere oberirdische Entwicklung und deutlich ungünstigere Ernährungskennwerte. Alternative Pflanzsubstrate werden nur dann Akzeptanz finden, wenn sie in Reinform oder als Zuschlag zu Torfsubstraten aus wirtschaftlicher Sicht attraktiv sind, sowohl im Hinblick auf die Beschaffungskosten als auch bezüglich der erzielten Pflanzenqualität. Ferner müssen sie gleichmäßig günstige Substrateigenschaften aufweisen und maschinen-tauglich in der Pflanzenanzucht einsetzbar sein. Wie die vorliegende Studie zeigt, ist die Abkehr vom Standard-Torfsubstrat kein einfaches Unterfangen und es bedarf umfangreicher und intensiver Studien, um ein wirtschaftlich realisierbares Alternativsubstrat zu finden.

Baumart	Eiche		Buche		Lärche	
	Standard	Alternativ	Standard	Alternativ	Standard	Alternativ
N – Stickstoff [%]	2,59	2,76	2,51 ⁽⁺⁺⁾	2,51 ⁽⁺⁺⁾	2,32⁽⁺⁺⁾	1,73
P – Phosphor [mg/g]	2,57 ⁽⁺⁺⁾	2,31 ⁽⁺⁺⁾	2,04⁽⁺⁺⁾	1,66	3,87 ⁽⁺⁺⁾	3,78 ⁽⁺⁺⁾
S – Schwefel [mg/g]	2,23	2,10	2,03	1,87	2,35	1,60
K – Kalium [mg/g]	10,99	16,37⁽⁺⁺⁾	7,19	12,68⁽⁺⁺⁾	10,82	22,05⁽⁺⁺⁾
Ca – Calcium [mg/g]	10,28	5,73	14,08⁽⁺⁺⁾	5,95 ⁽⁻⁻⁾	6,24	1,79 ⁽⁻⁻⁾
Mg – Magnesium [mg/g]	3,84 ⁽⁺⁺⁾	3,31 ⁽⁺⁺⁾	2,86 ⁽⁺⁺⁾	2,30 ⁽⁺⁺⁾	2,02	1,04 ⁽⁻⁻⁾
Fe – Eisen [µg/g]	1379 ⁽⁺⁺⁾	1467 ⁽⁺⁺⁾	1573 ⁽⁺⁺⁾	1886 ⁽⁺⁺⁾	648 ⁽⁺⁺⁾	729 ⁽⁺⁺⁾
Mn – Mangan [µg/g]	512	389	744	375	313	51 ⁽⁻⁻⁾
Cu – Kupfer [µg/g]	6,82 ⁽⁻⁻⁾	7,77	6,85	8,06	4,90	3,14
Zn – Zink [µg/g]	45,39	38,25 ⁽⁻⁻⁾	38,23 ⁽⁻⁻⁾	49,10	28,64	19,61 ⁽⁻⁻⁾

3 Ernährungscharakteristika der in Standard- und Alternativsubstrat angezogenen Pflanzen; Einwertung der Ernährungssituation nach Göttlein et al. (2011): Überschuß (++) ; Mangel (--) ; signifikant höhere Werte (p<0,05) sind in Fettdruck hervorgehoben

zent und Sproßlänge zwischen Standard- und Alternativsubstrat zu beobachten ist.

Substrateigenschaften

Abbildung 4 vergleicht wichtige chemischen Eigenschaften der beiden Substrate. Das Standardsubstrat, welches ein nahezu pures Torfsubstrat ist, zeigt erwartungsgemäß einen sauren pH-Wert. Nach gut 100 Tagen Pflanzenwachstum haben sich in beiden Substraten die pH-Werte von den Herstellerangaben (Standardsubstrat: pH ca. 5,8; Alternativsubstrat: pH ca. 8,8) um ca. 1,5 pH-Einheiten in Richtung saureres Milieu bewegt. Der hohe C-Gehalt sowie der hohe Glühverlust des Standardsubstrats ergibt sich aus der hauptsächlichlichen Verwendung von Torf.

Beide Substrate haben eine vergleichbare Austauschkapazität und einen Alkali-Erdalkali-Anteil (Basensättigung) von über 99%. Bei der Austauscherbelegung dominiert in beiden Substraten das Calcium, wobei dessen Anteil im Standardsubstrat signifikant höher liegt. Im Alternativ-

Substrat-Typ	Standard	Alternativ
pH (H ₂ O) – pH-Wert	4,10	7,30
C – Kohlenstoff [%]	38,6	15,9
N – Stickstoff [%]	1,11	1,33
Glühverlust [%]	89	33
KAK _{eff} [µmol IE/g Boden]	1136	966
Basensättigung [%]	99,3	99,9
Na – Natrium [%]	1,77	1,25
K – Kalium [%]	7,12	30,90
Ca – Calcium [%]	78,73	52,02
Mg – Magnesium [%]	11,68	15,73
Fe – Eisen [%]	0,13	0,03
Mn – Mangan [%]	0,27	0,06

4 Chemische Eigenschaften der Substrate; signifikant höhere Werte (p<0,05) in Fettdruck

substrat belegt Kalium gut 30% der Austauschplätze, das sind ca. 23% mehr als im Standardsubstrat. Bei Magnesium und Natrium liegt die Austauscherbelegung in beiden Substraten in einem vergleichbaren Bereich. Der hohe Kaliumanteil des Alternativsubstrates beeinflusst stark die ernährungskundlichen Kennwerte.

Zusammenfassung und Ausblick

Die im Terra Preta-ähnlichen Alternativsubstrat angezogenen Pflanzen zeigen eine signifikant höhere Ausfallrate, eine signifikant schlechtere oberirdische Entwicklung und deutlich ungünstigere Ernährungskennwerte.

Alternative Pflanzsubstrate werden nur dann Akzeptanz finden, wenn sie in Reinform oder als Zuschlag zu Torfsubstraten aus wirtschaftlicher Sicht attraktiv sind, sowohl im Hinblick auf die Beschaffungskosten als auch bezüglich der erzielten Pflanzenqualität. Ferner müssen sie gleichmäßig günstige Substrateigenschaften aufweisen und maschinen-tauglich in der Pflanzenanzucht einsetzbar sein. Wie die vorliegende Studie zeigt, ist die Abkehr vom Standard-Torfsubstrat kein einfaches Unterfangen und es bedarf umfangreicher und intensiver Studien, um ein wirtschaftlich realisierbares Alternativsubstrat zu finden.

Literatur

Bechtold, G. (1982): Terra Preta do Indio: Anorganisch-chemische Kennzeichnung eines brasilianischen Anthrohumoxes. Dissertation, Bayreuth/München

BZL (2020): Torf und alternative Substratausgangsstoffe. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft, Hrsg. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn

Göttlein, A.; Baier, R.; Mellert, K.H. (2011): Neue Ernährungskennwerte für die forstlichen Hauptbaumarten in Mitteleuropa – Eine statistische Herleitung aus van den Burg's Literaturzusammenstellung. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 182, S. 173–186

Projekt

Die Untersuchung wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten unter der Nummer klifWo3 gefördert.

Autor

Prof. Dr. Dr. Axel Göttlein leitet das Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt der Technischen Universität München in Freising/Weihenstephan.

Kontakt: goettlein@forst.tu-muenchen.de

Borkenkäferjahr 2020

Entspannung im Süden, Hochspannung im Norden – Ausgangspopulation für 2021 weiterhin auf hohem Niveau

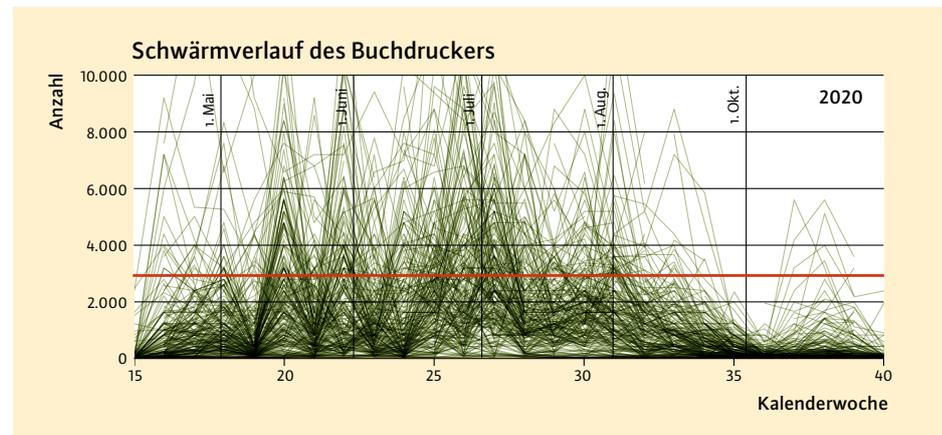
**Cornelia Triebenbacher
und Hannes Lemme**

Die Zweiteilung Bayerns hinsichtlich der Niederschläge wirkte sich entscheidend auf die Borkenkäfersituation aus: Während in Nordbayern ein drittes Dürrejahr in Folge zu verzeichnen war, waren die Niederschläge im Süden Bayerns besser verteilt. Die hohe Ausgangspopulation aus 2019 sowie Sturmbruch im Winter und Frühjahr ließen ein weiteres kritisches Borkenkäferjahr 2020 erwarten. Rückblickend muss die Situation sehr differenziert betrachtet werden.

2019 legten die Fichtenborkenkäfer bis in mittlere Höhenlagen eine dritte Generation an. Dies bedeutete erneut ein riesiges Ausgangspotenzial an Borkenkäfern für 2020. Das Sturmtief »Sabine« und seine »Nachwehen« verursachten im Februar 2020 landesweit Schäden in den Wäldern. In Bayern entstanden 1,8 Millionen Festmeter Schadh Holz, mit deutlichen regionalen Unterschieden. Schadensschwerpunkte lagen im südlichen Allgäu und im südöstlichen Niederbayern. Es wurden zahlreiche Bäume einzeln und nesterweise umgeworfen oder gebrochen.

Mai brachte Verzögerung, aber keine Entspannung

Der April 2020 startete sonnig, ungewöhnlich warm und sehr trocken (–64 % Niederschläge zum langjährigen Mittel 1961–1990) (Zimmermann & Raspe 2021). Der Schwärmflug der Fichtenborkenkäfer setzte Mitte April ein. In Mittel- und Unterfranken sowie in Niederbayern lagen die Fallenfänge schon in dieser Startphase vereinzelt über der Warnschwelle für Stehendbefall von 3.000 Buchdruckern pro Falle und Woche. Der Hauptschwärmflug erfolgte bayernweit dann Ende April. Die ausfliegenden Käfer befielen zunächst im Wald vor allem liegendes frisches Fichtenholz von Holzpoltern und noch nicht aufgearbeitete Windwürfe von »Sabine«. Zudem konnten ausfliegende Käfer die gestressten, abwehrgeschwächten Fichten in den zu



1 Schwärmverlauf des Buchdruckers: Jede Linie stellt den Schwärmverlauf an einer Monitoringfalle dar. Bis Anfang Juli schwärmten die überwinterten Käfer des Vorjahres aus, um die erste Generation sowie die ersten Geschwisterbruten anzulegen. Ab Anfang Juli flogen die Käfer der ersten Generation aus, welche die zweite Generation anlegten. Zum Teil wurde noch eine dritte Generation angelegt. Ab einer Fangsumme von 3.000 Buchdruckern in einer Woche (rote Linie) kann Stehendbefall verursacht werden.

dieser Zeit extrem trockenen Regionen im Frankenwald, südlichen Allgäu und südöstlichen Niederbayern auch stehend befallen.

Die Eiseiligen (11.–15. Mai 2020, KW 20) machten ihrem Namen alle Ehre. Tiefe Nachttemperaturen hinterließen nicht nur Spuren an jungen Trieben und Blättern der Laubbäume. Bei der bis Anfang Mai angelegten ersten Generation kam es dadurch zu einer Entwicklungsverzögerung von etwa zwei Wochen gegenüber 2019. Der Ausflug zur Anlage der ersten Geschwisterbrut erfolgte in der zweiten Maihälfte. Von vielen, vor allem nordbayerischen Revieren wurde in dieser Zeit starker Stehendbefall gemeldet. Die zwar unterdurchschnittlichen, aber zeitlich gut verteilten Niederschläge und teils starker Wind erschwerten die Bohrmehlsuche deutlich. Häufig konnten befallene Fichten nicht rechtzeitig gefunden und aufgearbeitet werden.

Der Ausflug der ersten Generation und der Geschwisterbrut trifft im Norden auf gestresste Fichten. Der Hauptschwärmflug der ersten Generation einschließlich der ersten Geschwisterbruten erfolgte Anfang Juli (Abbildung 1) und damit mehrere Wochen später als in den Jahren 2017, 2018 und 2019. Es kam zu erheblichem Stehendbefall, da sich die Schwärmflüge

von Altkäfern und den Jungkäfern der ersten Generation und der Geschwisterbrut überlagerten.

Die Gefährdungseinschätzung der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF) für Bayern war zu dieser Zeit zweigeteilt (siehe Abbildung 2). Ausschlaggebend waren hier die Niederschlagsverteilung im Juni und Juli, die Vorschädigungen der Fichtenbestände der letzten Jahre durch Trockenheit sowie die Befallssituation im Frühjahr nach »Sabine« (südliches Allgäu und Südostbayern). Aufgrund der günstigeren Wasserversorgung konnten die Fichten im Süden Bayerns – die Donau bildete in etwa die Grenze – Käferbefall abwehren. Im Norden Bayerns war es gerade in dieser Zeit erneut sehr trocken, was die Fichten entsprechend in ihrer Abwehr schwächte.

August/September: Start der 2. Generation in einen langen Herbst

Die zweite Generation war Ende August in den tiefen und mittleren Lagen fertig entwickelt. Mit den warmen Spätsommertagen Anfang September begannen diese Jungkäfer – vor allem nördlich der Donau – auszuschwärmen (Abbildung 1). Hohe Temperaturen im August und September verzögerten die natürliche Vorbereitung der Käfer auf die Überwinterung.

An vielen Monitoringstandorten wurde reger Schwärmflug gemeldet, allerdings kamen nur wenige Meldungen zu erneuter Eiablage.

Wir gehen davon aus, dass bis etwa Mitte September nur ein Teil der ausgeflogenen Jungkäfer der zweiten Generation in den tieferen bis mittleren Lagen (ca. 500 m ü.NN) noch eine dritte Generation angelegt hat. Später ausfliegende Jungkäfer bohrten sich zwar erneut ein, allerdings nur, um sich unter der Borke auf die Überwinterung vorzubereiten. Diese Jungkäfer legten aber keine weiteren Bruten an. Die zweite Geschwisterbrut ist zum größten Teil nicht mehr ausgeflogen. Sie überwinterte als fertige Käfer unter der Rinde.

Befallsschwerpunkte 2020

Der Borkenkäferbefall weist ein Nord-Süd-Gefälle auf, mit starkem Befall im Norden und Osten Bayerns. Im Süden des Landes sind die Befallswerte vergleichsweise überschaubar. Schwerpunkte der *Buchdrucker*-Kalamität sind nach wie vor die »Kolle«-Schadensgebiete in Niederbayern sowie weite Teile Unter- und Oberfrankens (Abbildung 2, links), hier insbesondere der Frankenwald. Dort verursachte der Borkenkäfer erhebliche Schäden bis hin zu Schadflächen mit einer Größe von teilweise mehreren Hektar. Befallsschwerpunkte des Kupferstechers lagen 2020 ebenfalls in den nördlichen Bereichen Bayerns, aber auch in den von Sturmtief »Sabine« stärker betroffenen Bereichen Niederbayerns und im Allgäu (Abbildung 2, rechts). Der Kupferstecher profitierte dort von dem hohen Brutraumangebot im Zuge der Sturmschäden und der Buchdruckeraufarbeitung.

Die Schadholzmenge für Borkenkäfer ist über gesamt Bayern gesehen mit 5 Millionen Festmeter geringfügig niedriger als 2019. Zusammenfassend kann die bayernweite Gesamtsituation mit »Schäden auf hohem Niveau mit regional sehr deutlichen Unterschieden« beschrieben werden.

Ausblick für 2021

Kühle und feuchte Witterung im Oktober 2020 ließen die Käfer in der Rinde verharren, – zum Teil in unterschiedlich tiefen Rindenschichten – oder sie zogen sich in den Boden zurück (Abbildung 3). Dort waren sie für eine waldschutzwirksame Aufarbeitung unerreichbar. Für die Ausgangslage 2021 ist es daher entscheidend, wie rasch Fichten mit Nadelverfärbung und abfallender Rinde im Herbst und Winter aufgearbeitet wurden!

Die Überlebensrate von überwinterten Jungkäfern unter der Rinde wird von den Frösten im Februar kaum beeinträchtigt worden sein. Es müssen am Überwinterungsort mehrere Tage Temperaturen unter -20°C vorliegen, damit die Mortalität ansteigt. Erst bei Temperaturen unter -30°C kann mit hohen Mortalitätsraten gerechnet werden. Die Käfer suchen sich zur Überwinterung »trockene« Orte am Baum aus, beispielsweise in der Borke, um einem Kontaktgefrieren aus dem Weg zu gehen. Bei jüngeren Entwicklungsstadien können bereits -5°C zu Ausfällen führen, da sie sich nicht so tief in die Rinde zurückziehen können.

Mit dem Schwärmflug der Fichtenborkenkäfer im April 2021 sollte aus diesen Gründen die Bohrmehlsuche prioritär an den Käfernestern aus 2020 begonnen werden, auch wenn diese schon sauber aufgearbeitet wurden. Gleiches gilt für die Bohrmehlsuche rund um die Holzlagerplätze aus dem Vorjahr.



3 Buchdrucker in einem abgefallenen Rindenstück: Die Käfer haben sich in die Rindenzwischenschichten zurückgezogen. Foto: F. Maier, AELF Weilheim

Zusammenfassung

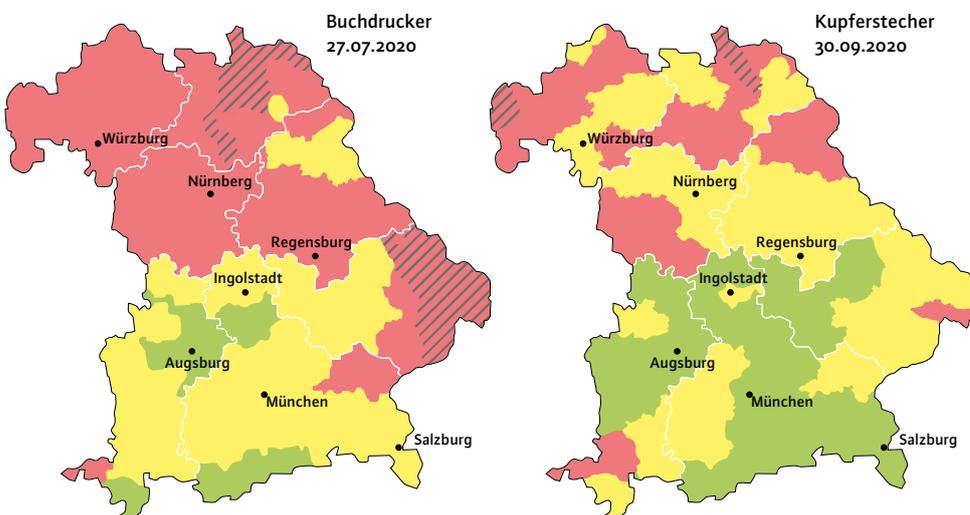
Das Borkenkäferjahr 2020 brachte durch deutlich höhere Niederschläge im Süden Bayerns eine Entspannung der Gefährdungslage. Dagegen war es im Norden Bayerns auch 2020 zu trocken. Dementsprechend verschärfte sich die Borkenkäfersituation vor allem im Frankenwald dramatisch. Wir gehen von zwei fertig entwickelten Buchdrucker- und Kupferstecher-Generationen und mehreren Geschwisterbruten aus. Eine dritte Generation wurde nur vereinzelt angelegt. Die zweite Generation überwinterte zum Großteil in der Rinde. Bei Rindenabfall zogen sich die Käfer in den Boden zurück. Zum Schwärmflug der Borkenkäfer im April sollte daher besonders in der Umgebung von (aufgearbeiteten) Käfernestern aus 2020 und (abgefahrenen) Holzpoltern nach Stehendbefall gesucht werden.

Literatur

Zimmermann, L.; Raspe, S. (2021): Herbst 2020: zu warm, zu trocken und zu »sonnig«. LWF aktuell 128, S. 56–58

Autoren

Cornelia Triebenbacher und Dr. Hannes Lemme sind Mitarbeiter in der Abteilung »Waldschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF). Kontakt: Cornelia.Triebenbacher@lwf.bayern.de, Hannes.Lemme@lwf.bayern.de



2 Gefährdungseinschätzung der ÄELF für Bayern: Buchdrucker (li.) und Kupferstecher (re.)



1 Der Asiatische Moschusbockkäfer »*Aromia bungii*« zählt in der EU zu den »Prioritären Quarantäneschadernregern«, für deren Bekämpfung besondere EU-Bestimmungen zugrunde liegen. Unter anderem ist ein Moschusbock-Monitoring zwingend erforderlich. Foto: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Blühende Kirsch-Arten aus dem Luftbild kartiert

Fernerkundungsspezialisten erstellen für ein »Moschusbock-Monitoring« eine Vorkommenskarte ausgesuchter *Prunus*-Arten

Adelheid Wallner, Josef Metzger, Kathrin Einzmann und Christoph Straub Globalisierung und ein intensiver internationaler Handel führen dazu, dass immer mehr Schadorganismen aus fremden Ländern eingeschleppt werden. Ein solcher Schädling ist auch der Asiatische Moschusbockkäfer. Als »Quarantäneschadernerger« muss er von den EU-Mitgliedsländern jährlich überwacht werden. Er befällt in Europa nur Bäume der Gattung *Prunus*. Wer den Käfer finden und bekämpfen will, muss also wissen, wo seine Nahrungsbäume vorkommen. Hierbei leistet die Fernerkundung wertvolle Hilfe.

Der Asiatische Moschusbockkäfer (*Aromia bungii*) (Abbildung 1) kommt ursprünglich aus China. Im Jahr 2011 wurde er erstmals für Deutschland im oberbayerischen Kolbermoor (Lkr. Rosenheim) nachgewiesen. Diese Käferart ist in der EU-Liste der »Prioritären Quarantäneschadernerger« aufgeführt und muss damit von den Mitgliedsländern jährlich überwacht werden. Das seit 2012 laufende

Monitoring in Kolbermoor, später auch in Rosenheim, hat immer wieder zum Fund neuer Befallsbäume geführt. Dies führte dazu, dass 2019 eine Quarantänezone (Abbildung 3) mit einem Radius von 4 km ausgewiesen wurde. Seitdem ist die jährliche Überwachung aller im Gebiet vorkommenden Wirtschaftsbaumarten vorgeschrieben.

Wirtsbaumarten

Der Asiatische Moschusbockkäfer besitzt ein sehr eingeschränktes Wirtsbaumspektrum und kommt in Europa ausschließlich an *Prunus*-Arten wie Kirsche, Pflaume, Zwetschge, Aprikose und Pfirsich vor. Im Wald der Quarantänezone um Rosenheim und Kolbermoor kommen als Wirtspflanzen Vogelkirsche, Traubenkirsche und Schlehe in Frage. Das Monitoring in der 113 km² großen Quarantänezone ist für das hierzu zuständige Amt für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (AELF) Rosenheim eine große Herausforderung. Um das AELF Rosenheim bei dieser Aufgabe zu unterstützen, wurde ein Fernerkundungsprojekt initiiert, um mit Hilfe von Luftbildern eine Karte

aller im Wald vorkommenden *Prunus*-Arten zu erstellen, damit alle Nahrungsbäume schnell und zuverlässig aufgefunden und auf einen Befall hin kontrolliert werden können.

Luftbildbefliegung zur Blütezeit

Der Zeitpunkt für den Bildflug wurde in Absprache mit dem AELF Rosenheim festgelegt. Ziel war hierbei eine Befliegung der Quarantänezone ohne Wolkenbedeckung zur Hauptblütezeit der *Prunus*-Arten. Am 15. April 2020 wurde der Bildflug von der Firma ILV-Fernerkundung GmbH durchgeführt. An diesem Tag konnten die blühenden Kronen von Vogelkirsche, Traubenkirsche und Schlehe (Abbildung 4) fotografisch festgehalten werden. Zur Erfassung der gesamten Quarantänezone wurden insgesamt 593 Bilder mit einer Bodenauflösung von 15 cm aufgenommen und an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft stereoskopisch ausgewertet. Damit die Luftbilddaten in einem Geoinformationssystem (GIS) verarbeitet werden können, wurden aus den Luftbildern sogenannte True-Orthophotos berechnet, die im Vergleich zu klassischen Orthophotos eine deutlich bessere Lagegenauigkeit aufweisen (Straub & Seitz 2019).

Kartierung mittels Stereo-Luftbildinterpretation

Für das Monitoring des Schaderregers wurde gemeinsam mit der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) eine Quarantäne-App basierend auf Produkten der Firma ESRI verwendet. Als Grundlage für das Monitoring mit der Quarantäne-App wurden über eine Stereo-Luftbildinterpretation folgende Informationen zu Baumart und Gehölzkategorie mit den Luftbilddaten erfasst:

Baumarten:

- Schlehe (*Prunus spinosa*)
- Gewöhl. Traubenkirsche (*P. padus*)
- Vogelkirsche (*P. avium*)

Gehölzkategorie:

- Baum (Höhe >6 m)
- Strauch (Höhe <6 m)

- Hecke/Gruppe (mind. 3 Bäume oder Sträucher derselben Prunus-Art)
- Trupp (Auftreten einer größeren Anzahl an Bäumen oder Sträuchern derselben Prunus-Art)

Erstellung eines Interpretationsschlüssels

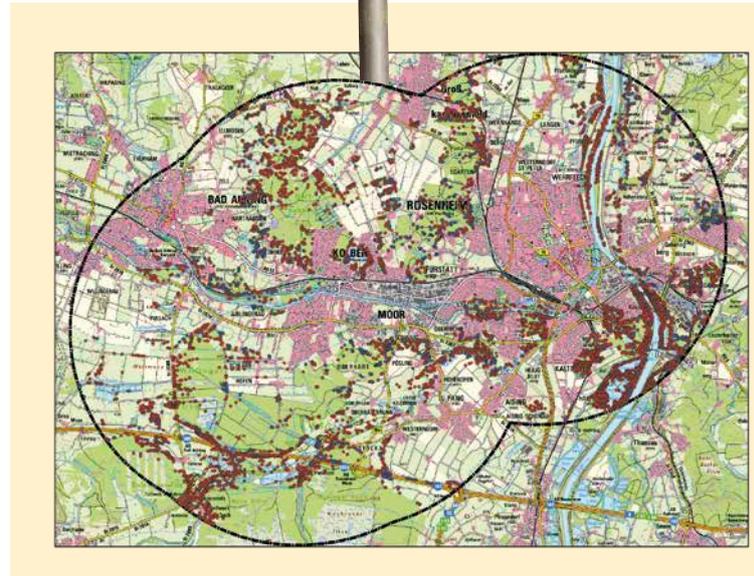
Damit die Prunus-Arten mittels einer Stereo-Luftbildinterpretation richtig erkannt werden können, ist die Erstellung eines Interpretationsschlüssel im Vorfeld notwendig. Für diesen Zweck wurden zunächst an ausgewählten Positionen blühende Bäume im digitalen Stereo-Luftbild auf Verdacht kartiert. Zur Überprüfung dieser Interpretationsergebnisse wurde im Mai 2020 eine Geländebegehung durchgeführt. Am zuverlässigsten konnten Vogelkirschen in den Luftbildern identifiziert werden, die sich aufgrund ihrer markanten weißen Blüte sehr deutlich von den umliegenden Baumarten abgrenzen (Abbildung 4, blau markiert). Die Traubenkirsche stach im Luftbild aufgrund der Ausbildung von Blättern zur Blütezeit mit einem lindgrünen Farbton heraus. Dieser charakteristische Farbton der Traubenkirsche lässt sich visuell in den vorliegenden Bilddaten sehr gut von anderen belaubten Laubholzkronen trennen (Abbildung 4, rot markiert). Im Feld wurden auch Schlehen aufgesucht, die im Luftbild leicht gräulich-weiß erscheinen (Abbildung 4, gelb markiert). Weitere Gehölze wurden mittels GPS-Gerät aufgenommen und zusätzlich in ausgedruckten Luftbildern markiert. Diese Felddaten wurden anschließend dazu verwendet, einen Interpretationsschlüssel nach der VDI-Richtlinie 3793 (VDI 1993) zu erstellen.

Kartiergrundlage für das Monitoring

Die ausgewiesene Quarantänezone, in welcher das Monitoring durchgeführt werden muss, besitzt eine Waldfläche von 2.329 ha. Um die Lokalisierung der Bäume im Wald zu erleichtern, wurden mit Hilfe der Stereo-Luftbildinterpretation die Baumkoordinaten zusammen mit den oben aufgeführten Kenngrößen erfasst. Die Anzahl der interpretierten Prunus-Arten in Bezug auf die Gehölzkategorien ist in Abbildung 5 zusammengefasst. Am häufigsten trat die Traubenkirsche auf, die speziell den Flußauen entlang der Mangfall und des Inns sowie in moorigen Gebieten vorkommt. Die Vogelkirsche konnte vorwiegend als Kategorie »Baum«

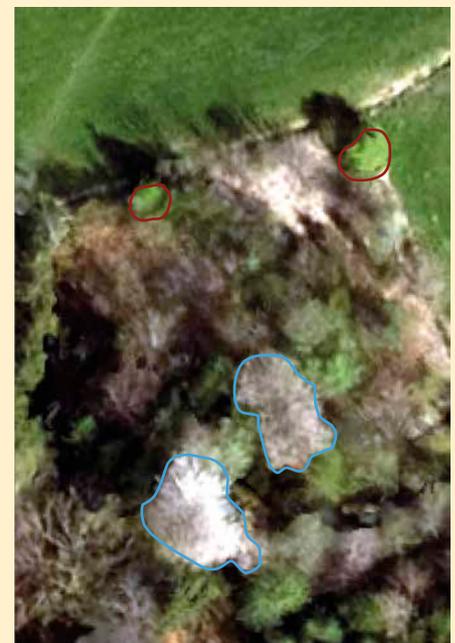
interpretiert werden und trat am häufigsten in der Nähe von Siedlungsbereichen, aber auch auf der Innflussterrasse und entlang von Waldrändern auf. Da die Schlehe vorwiegend an Waldrändern im Unterstand oder entlang kleinerer Bäche auftritt, konnten vorwiegend »Hecken/Gruppen« und »Trupps« interpretiert werden.

3 Übersichtskarte zum Vorkommen von Schlehe, Traubenkirsche und Vogelkirsche in der Quarantänezone Quellen: Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) und LWF



2 Beschilderung für den Beginn der Quarantänezone des Asiatischen Moschusbockkäfers Foto: Hans-Jürgen Rappl, Rappl Photography

4 Für den Interpretationsschlüssel wurden in ausgewählten Echtfarb-Luftbildern die Prunus-Arten farblich abgegrenzt und vor Ort überprüft. Die verifizierten Interpretationsergebnisse wurden anschließend auf alle Luftbilder übertragen.



0 5 10 Meter

— Vogelkirsche — Traubenkirsche — Schlehe

Prunus-Arten	Gehölzkategorie			
	Baum	Strauch	Hecke/Gruppe	Trupp
Schlehe	0	48	81	19
Traubenkirsche	826	5.319	1.739	925
Vogelkirsche	1.804	262	22	9

5 Anzahl der erfassten Prunus-Arten über die Stereo-Luftbildinterpretation



Foto: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Aromia bungii – ein Quarantäneschädling

Der aus China stammende Bockkäfer »Aromia bungii« wurde 2011 in Kolbermoor erstmals für Deutschland nachgewiesen. Die Käfer werden häufig als Larven über Verpackungsholz und Pflanzen oder als Käfer in Form eines »blinden Passagiers« mit LKWs eingeschleppt. Der Asiatische Moschusbockkäfer besitzt ein sehr eingeschränktes Wirtsbaumspektrum und kommt in Europa ausschließlich an Prunus-Arten vor. In der Quarantänezone um Rosenheim und Kolbermoor kommen als Wirtspflanzen nur Vogelkirsche, Traubenkirsche und Schlehe in Frage. Der Schaden wird durch die im Stamm und in Starkästen lebenden Larven verursacht. Nach mehrmaligem und langjährigem Befall kommt es zum Absterben des Baumes (Foto). Die Larven, die sich erst unter der Rinde und dann im Holz entwickeln, benötigen meist drei Jahre, bis schließlich der Käfer im Sommer ausfliegt. In der frühen Phase des Befalls ist es sehr schwer, den befallenen Baum zu erkennen, weil nur wenige und sehr feine Holzspäne aus den Larvengängen ausgeworfen werden. Erst wenn der Baum erneut von einem Moschusbockkäfer befallen wird bzw. die Larven groß genug sind und letztlich der Käfer ausfliegt, können größere Mengen gröberer Späne entdeckt werden. Dann hat man den größten Erfolg, befallene Kirschen mit Fernglas oder/und Baumsteigern ausfindig zu machen.

Da der Asiatische Moschusbockkäfer in der EU-Liste der »Prioritären Quarantäneschadereger« aufgeführt ist, muss dieser von den Mitgliedsländern jährlich überwacht werden. Dieses verpflichtende Monitoring läuft bereits seit 2012 und wird vom AELF Rosenheim durchgeführt. Um das AELF Rosenheim bei dem aufwendigen Monitoring zu unterstützen, wurde die Idee geboren, eine Karte aller im Wald vorkommenden Prunus-Arten zu erstellen. So wurde über dem Quarantänegebiet zur Zeit der Kirschblüte ein Luftflug durchgeführt, um aus dem Luftbild heraus die Wirtsbaumarten des Moschusbockkäfers und damit auch den Moschusbockkäfer selbst aufzufinden.

Verifizierung im Gelände

Um die im Luftbild erhobenen Daten auf ihre Plausibilität zu überprüfen, wurde im August 2020 eine Geländebegehung durchgeführt. Mittels GPS-Gerät und ausgedruckten Übersichtskarten wurden vorher festgelegte Flächen aufgesucht. Hierbei zeigte sich eine hohe Übereinstimmung der in den Luftbildern aufgenommenen Bäume und Sträucher mit dem tatsächlichen Vorkommen im Wald. Auch Traubenkirschen im luftbildsichtbaren Unterstand wurden richtig erkannt.

Es zeigten sich aber auch die Grenzen der Stereo-Luftbildinterpretation für die ausgewählten Prunus-Arten. Beispielsweise konnte eine einzeln stehende Vogelkirsche nicht korrekt erkannt werden. Grund dafür war, dass der Einzelbaum auf einem hellen Boden ohne Unterwuchs stand und der Kontrast zwischen dem weiß blühenden Baum und dem hellen Untergrund nicht ausreichend war, um die Vogelkirsche im Luftbild als solche zu erkennen. Bäume, die zum Zeitpunkt der Befliegung nicht geblüht haben, wurden ebenfalls nicht identifiziert. Dies trifft aber nur auf sehr wenige Vogelkirschen zu. Traubenkirsche und Schlehe konnten auch nicht immer fehlerfrei interpretiert werden, da je nach topografischer und lokalklimatischer Lage die Bäume bereits verblüht waren oder im Unterstand teilweise nicht erfasst werden konnten. Trotz dieser Einschränkungen konnte das Ziel

einer Erstinventur der Prunus-Arten in der Quarantänezone erfolgreich umgesetzt werden, da nun erstmals belastbare Anhaltswerte für die Gehölzzahlen – gerade bei Trauben- und Vogelkirsche – mit Lagekoordinaten zur Verfügung stehen.

Rückmeldung aus der Praxis

Die erhobenen Daten werden in der Quarantänezone von den Beschäftigten der Bayerischen Forstverwaltung für das Monitoring verwendet, die die Prunus-Gehölze auf einen Befall durch den Moschusbockkäfer hin untersuchen müssen. Bisher zeigte sich, dass die drei aufgenommenen Baumarten (Schlehe, Traubenkirsche und Vogelkirsche) mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit richtig interpretiert wurden. Die Lagegenauigkeit beträgt dabei ungefähr zwei Meter und wurde als ausreichend genau bewertet. Allgemein ist die Genauigkeit der Standortbestimmung im Gelände vom Empfang des verwendeten GPS-Geräts abhängig und beträgt bei gutem Empfang zwischen ein bis drei Metern. Darüber hinaus zeigte sich, dass in sehr wenigen Fällen auch Prunus-Gehölze im Gelände gefunden wurden, die durch die Luftbildinterpretation nicht erfasst werden konnten. Die nun zur Verfügung stehenden Inventurdaten zu den drei ausgewerteten Prunus-Arten bedeuten eine große Arbeitserleichterung für alle im Moschusbock-Monitoring Beschäftigten des AELF Rosenheim.

Zusammenfassung

Im Juli 2011 wurde der Asiatische Moschusbockkäfer in einem Garten in Kolbermoor erstmals in Deutschland entdeckt. Als immer neue Befallsbäume gefunden wurden, wurde 2019 eine Quarantänezone eingerichtet, mit dem Ziel diese Art wieder auszurotten bzw. die weitere Ausbreitung des EU-Quarantäneschädlings zu verhindern. Dafür ist es wichtig, Kenntnis über die Vorkommen der für den Schaderreger spezifischen Wirtsbäume zu haben. Im vorliegenden Fall konnte die Verbreitung der Wirtsbaum-Gattung »Prunus« durch Erfassung aus Luftbildern zum Blühzeitpunkt ermittelt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die mit dem Monitoring betrauten Personen mit der Information aus der Luftbildinterpretation eine gute Grundlage für das Auffinden der Prunus-Arten haben.

Literatur

Straub, C.; Seitz, R. (2019): Lagegenaue Erfassung von Bäumen aus dem Flugzeug. LWF aktuell 122 (3/2019), S. 47–49
VDI – Verein Deutscher Ingenieure (1993): VDI 3793 Messen von Vegetationsschäden am natürlichen Standort, Blatt 1 und 2

Autoren

Adelheid Wallner, Kathrin Einmann und Dr. Christoph Straub sind in der Abteilung »Informationstechnologie« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) für den Fachbereich Fernerkundung zuständig. Josef Metzger bearbeitet in der Abteilung »Waldschutz« der LWF den Fachbereich Quarantäneschadorganismen.
Kontakt: Adelheid.Wallner@lwf.bayern.de
 Josef.Metzger@lwf.bayern.de

Projekt

Das Vorhaben wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten finanziert und vom 1.1. bis 30.6.2020 unter der Leitung von Josef Metzger an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft durchgeführt.

Dritter Trockensommer im Norden Bayerns

Trockenheit hatte viele Wälder in Franken und der Oberpfalz fest im Griff

2020 war für *Bayern* das viertwärmste Jahr seit Beginn flächenhafter Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) im Jahr 1881, gleichauf mit 2015 (Platz 1: 2018, Platz 2: 2014, Platz 3: 2019). Neun der zehn wärmsten Jahre der letzten 139 Jahre traten damit seit Beginn des neuen Jahrtausends auf. Auch beim Niederschlag lag 2020 mit 861 l/m^2 gleichauf mit dem Vorjahr unter den trockeneren Jahren seit 1881 (-9%) und es war gleichzeitig das dritte unterdurchschnittliche Jahr in Folge. Die Jahresmitteltemperatur betrug wie schon im Vorjahr $9,5^\circ\text{C}$, das sind $+2,0$ Grad mehr als im langjährigen Mittel (Abbildung 1). *Global* geht die Weltwetterorganisation (WMO 2021) für 2020 basierend auf fünf globalen Datensätzen von einem der drei wärmsten Jahre seit Beginn der Temperatureaufzeichnungen Mitte des 19. Jahrhunderts aus.

Sehr milder Winter mit Orkan

Der Winter 2019/20 war in Bayern mit seinen $2,6^\circ\text{C}$ extrem mild ($+3,7^\circ$ Abweichung zum langjährigen Mittel). Er belegte hinter 2006/07 ($+4,1^\circ$) den zweitwärmsten Platz in den letzten 138 Wintern. Alle drei Wintermonate waren wärmer als das langjährige Monatsmittel, wobei der Februar die höchste Abweichung zeigte. Mit $223,5 \text{ l/m}^2$ fiel 12% mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel, positiv für den Wasserhaushalt der Waldböden nach der langen Trockenheit im letzten Jahr. Der Februar trug mit seinen hohen Niederschlagssummen zum saisonalen Überschuss entscheidend bei. Im Allgäu traten die Iller und ihre Nebenflüsse über die Ufer. Die Sonnenscheindauer lag mit $234,6$ Stunden mehr als ein Drittel über der Norm ($+38\%$). Der Orkan »Sabine« sorgte am 10. Februar 2020 für $1,8$ Millionen Festmeter Schadholz in Bayern, mit Schadensschwerpunkten im südlichen Allgäu und im südöstlichen Niederbayern. Zahlreiche Bäume wurden einzeln und nesterweise umgeworfen oder gebrochen. Nur zum Vergleich: Beim Orkan »Kyrill« (18./19.1.2007) waren es in Bayern allerdings mehr als das Doppelte, circa vier Millionen Festmeter Sturmholz.

Frühjahrstrockenheit und Spätfrost

Mitte März stellte sich die Großwetterlage allerdings grundlegend um. Beständige Hochdruckgebiete übernahmen nun das Wetterregime und dem Regen wurde förmlich der Hahn abgedreht. Im April begann die rasche Abnahme der Bodenwasservorräte bei teilweise schon sommerlich-warmer Witterung. Die Oberböden trockneten rasch aus und sorgten für kritische Bedingungen bei den Pflanzungen auf Wiederaufforstungsflächen. Die Waldbrandgefahr erreichte über längere Zeit und flächendeckend die zweithöchste Waldbrandstufe in Bayern. Häufige und teilweise starke, trockene Winde aus Osten verursachten zusätzlich hohe tägliche Verdunstungsraten bis zu 4 l/m^2 . An Nadelwaldstandorten – besonders jenen, an denen die Wiederauffüllung im Winter unvollständig geblieben war – wurde so schon schnell wieder die Grenze zum Trockenstress erreicht. Die Laubwaldstandorte profitierten im März/April noch von der Vegetationsruhe, da der Laubaustrieb erst später einsetzte. Diese Frühjahrstrockenheit im April wiederholte sich nun schon im dritten Jahr in Folge, ein deutlicher Hinweis auf häufiger werdende Dürreperioden im Klimawandel. Der Mai brachte zwar wie im letzten Jahr wieder eine Unterbrechung der überdurchschnittlichen Wärme ($-0,2^\circ$), aber leider nicht mit überdurchschnittlich viel Niederschlag wie im Vorjahr. Somit wurden die Bodenwasserspeicher nicht mehr aufgefüllt.

Kraftvolle Eiseilige sorgten ab dem 11./12. Mai bei gerade frisch ausgetriebenen Bäumen, insbesondere bei Buchen in höheren Berglagen, für einen intensiven Spätfrostschaden. Bayernweit hatte die Blattentfaltung der Buche zwar schon am 20. April begonnen, aber in höheren Lagen treiben die Bäume immer erst später aus, so dass hier der Frost auf junge, wasserreiche Blätter traf und diese zum Absterben brachte. Ein Totalausfall für die Belaubung in diesem Jahr bedeutete das aber nicht, weil Ende Juni die Johannastriebe die Fotosynthese wieder sicherstellten. Dieser zweite Austrieb kostete die Buchen dennoch viel Kraft, was am reduzierten Dickenwachstum abzulesen war. Abbildung 4 zeigt dies deutlich am Beispiel der Waldklimastation Mitterfels im Vorderen Bayerischen Wald.

Das Frühjahr 2020 war insgesamt mild, sehr trocken und extrem sonnenscheinreich. Mit $8,8^\circ\text{C}$ war es in Bayern überdurchschnittlich warm, $1,6$ Grad wärmer als im Mittel. Beim Niederschlag machte sich die sechswöchige Trockenperiode ab Mitte März bemerkbar, die erst Ende April/Anfang Mai beendet wurde. Alle drei Frühlingsmonate waren beim Niederschlag unterdurchschnittlich. Mit nur 134 l/m^2 fiel 40% weniger Niederschlag als im langjährigen Mittel, so dass es das 6. trockenste Frühjahr in den letzten 140 Jahren war. Einen Rekordplatz im Mai 2020 erreichte aber die Sonnenscheindauer mit Platz 3 seit 1951, mit fast 695 Sonnenstunden lag sie fast um die Hälfte höher als das Mittel.

Im Norden ein dritter Dürresommer in Folge

Ein wechselhafter Juni brachte, bei nur geringfügig höherer Temperatur, dafür wieder $+30\%$ mehr Niederschlag, was sich positiv auf die Bodenfeuchte auswirkte. Der Juli zeigte dagegen landesweit überdurchschnittliche Lufttemperaturen. Innerhalb Bayerns gab es dabei ein deutliches Gefälle des Niederschlags vom Südosten nach Nordwesten. Während im Südosten vielfach noch das langjährige Mittel erreicht wurde, fiel in Unterfranken nur die Hälfte, regional sogar nur ein Viertel der sonst üblichen Monatsmenge! Die Waldbrandgefahr war während des ganzen Julis immer wieder sehr hoch und wurde nur tageweise bei Durchzug einer Kaltfront durch Niederschläge gemindert. Der August stellte dann einen Mix aus den beiden Vormonaten her: Mit einer intensiven Hitzeperiode war er zwar deutlich zu warm ($+2,8^\circ$), aber mit einem Plus von $+35\%$ deutlich feuchter als das langjährige Mittel. Leider war auch dieses Plus regional sehr ungleich verteilt: Während es südlich der Donau insgesamt ausreichend Niederschlag gab, in den Alpen und Alpenvorland sogar vereinzelt Hochwasser, war dies nördlich der Donau nicht flächendeckend der Fall. Grund hierfür war, dass die Niederschläge zumeist als Schauer und Gewitter fielen. Diese waren aber sehr ungleich verteilt, so dass an vielen Standorten die Trockenheit nicht unterbrochen wurde. Die Messungen der Bodenfeuchte an den Waldklimastationen zeigten, dass hier, wie im Vorjahr, Anfang Juli der Trockenstress einsetzte ($<30\%$ nutzbare Feldkapazität – nFK) (Abbildung 3). In Schwaben wurde an der WKS Höglwald und in der Oberpfalz an der WKS Flossenbürg dieser Bereich im Juni wieder verlassen. Im Vorderen Bayerischen Wald an der WKS Mitterfels gab es im ganzen Sommer keinen Trockenstress wie auch im Tertiärhügelland an der WKS Freising. An der WKS Riedenburg im Jura wurde erst Mitte August der Trockenstressbereich erreicht. An der trockensten WKS in Würzburg wurde der Trockenstressbereich dagegen schon Anfang Juli erreicht und

hielt bis weit in den Herbst hinein an. Die Niederschläge Mitte und Ende August waren an der WKS Würzburg nicht so ergiebig, dass der Trockenstressbereich verlassen wurde. Die Modellrechnungen für den Bodenwasserhaushalt zeigten an der WKS Ebrach einen ähnlichen Verlauf wie in Würzburg. An der WKS Dinkelsbühl wurde dagegen nach den Modellierungen nur der Bereich mit eingeschränkter Wasserversorgung (<40% nFK) erreicht, Niederschläge sorgten hier immer für eine Erholung, so dass der Trockenstressbereich <30% nFK nie erreicht wurde. Auch die Waldklimastationen in den nordbayerischen Mittelgebirgen (Bad Brückenau in der Rhön, Rothenbuch im Spessart, Goldkronach im Fichtelgebirge) erreichten im August oder erst im September nur kurzfristig den Bereich eingeschränkter Wasserversorgung oder den Trockenstressbereich, konnten diese aber auch schnell wieder durch Niederschläge verlassen. Der Schwerpunkt der Trockenheit lag damit im Norden in den tiefergelegenen Gebieten. Lokal begrenzt konnte es durch Starkniederschläge Mitte August zu einer Minderung des Trockenstresses kommen.

Der Sommer 2020 war im Gegensatz zu den beiden Vorjahren mit ihren lange anhaltenden Hitze- und Trockenperioden ein »Schaukel«-Sommer, d.h. wechselhaft, aber auch mit sehr heißen und trockenen Perioden. Mit 17,6 °C (+1,8° Abweichung zu 1961–90) zählte er zwar zu den warmen Sommern, aber die häufigen Witterungswechsel milderten die Hitzebelastung. Diese Witterungswechsel zeigten sich besonders beim Niederschlag. Er war bayernweit mit 349 l/m² einer der feuchten Sommer in der 140jährigen Zeitreihe (+11% zu 1961–90), wobei sich in Nordbayern die Trockenheit vom April sich bis in den Sommer fortsetzte und es hier örtlich zum dritten Dürresommer in Folge kam. Ein erster »Herbststurm« in der letzten Augustwoche sorgte in den belaubten Wäldern für viel Astbruch und machte den Aufenthalt im Bestand gefährlich. Vom Sonnenschein war der Sommer 2020 mit 696 Sonnenscheinstunden (+12%) noch über dem Durchschnitt, aber nicht herausragend.

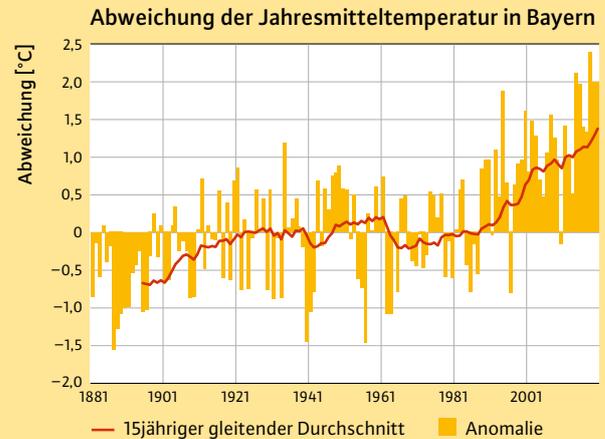
Herbst 2020: zu warm, zu trocken und zu »sonnig«

Im September dominierte wochenlang noch warme und sonnige Witterung. Besonders im Norden war es zu trocken. Erst zum Monatsende sorgte eine Umstellung der Großwetterlage für kühle und nasse Witterung. Mit 62,4 l/m² (DWD) lagen die Niederschläge landesweit –14% im September unter dem Durchschnitt. Beim Niederschlag gab es aber deutliche regionale Unterschiede. Während südlich der Donau 90% des langjährigen Niederschlags fielen, waren es nördlich nur 60%. In einzelnen Orten nördlich der Donau wie Weißenburg und Bad Kissingen fiel an bis zu 20 Tagen hintereinander kein Niederschlag, wie der Wetterdienst mitteilte.

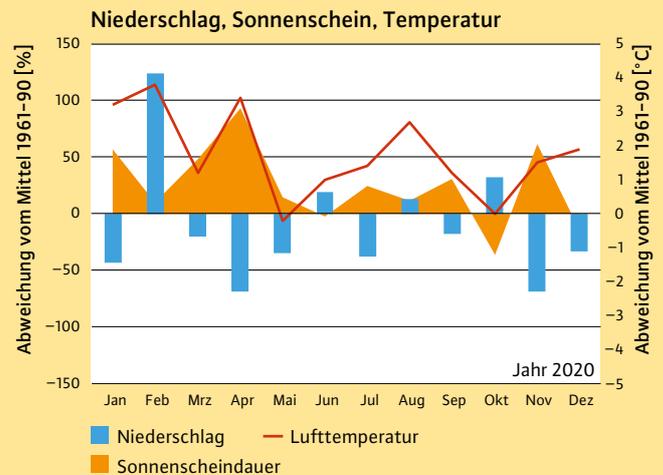
Erst der Oktober brachte dann überall den ersehnten Regen. Tiefdruckgebiete dominierten mit ihrer wechselhaften Witterung den Monat. So fiel deutlich mehr Regen als normal (+35%), es war nur etwas wärmer als im langjährigen Mittel (+0,8°) und die Sonne zeigte sich selten (–36%). Im Süden fiel über 150% der normalen Niederschlagsmenge, so dass die Bodenwasserspeicher weiter aufgefüllt wurden. Auch im Norden wurde das langjährige Klimanormal erreicht, aber die Wiederbefeuchtung der Böden ging langsamer vonstatten, auch aufgrund der höheren Defizite zuvor. Der phänologische Spätherbst setzte mit der Blattverfärbung der Stieleiche etwas später als üblich ein.

Anhaltender Hochdruckeinfluss über Südosteuropa sorgte dafür, dass sich Tiefdruckgebiete im November von Mitteleuropa weitgehend fernhielten. Schon »fast normal« war es natürlich auch wärmer als normal (+1,4° zum Mittel 1961–90). Weltweit war es sogar der heißeste November seit dem Beginn der Wetterdatenauf-

zeichnungen des EU-Copernicus-Klimabeobachtungsprogramms. Zudem war er überdurchschnittlich sonnig (+62%), wenn die Sonne nicht von Nebeldecken abgehalten wurde. Diese Witterungskonstellation bedeutete aber gleichzeitig auch kaum Niederschläge, so dass es ein sehr trockener November wurde (–70% zum



1 Jahresabweichungen der Lufttemperatur (Jahresmitteltemperatur minus Periodenmittel 1961–90) im Gebietsmittel für Bayern 1881–2020 Quelle: Deutscher Wetterdienst



2 Monatliche Niederschlags-, Sonnenscheindauer- und Temperaturabweichungen vom langjährigen Mittel 1961–1990 an den 19 bayerischen Waldklimastationen sowie an der Wetterstation Taferluck für das Jahr 2020



langjährigen Mittel). Dennoch stiegen die Bodenwasservorräte auf den meisten Standorten im Herbst an. Die Waldklimastationen Mitterfels, Ebersberg und Flossenbürg zeigten hohe Werte über oder nahe an der Sättigung (Abbildung 3). Und auch an den anderen Messstationen, die an oder unter der Grenze zum Trocken-

stress lagen, war ein Anstieg des Füllstandes der Bodenwasserspeicher zu erkennen, so dass sie Ende November nur noch im Grenzbereich zum Trockenstress lagen. Die flächige Modellierung durch die DWD-Agrarmeteorologie (Annahme: Sandiger Lehm bis 60 cm Tiefe unter Gras) zeigte eine weitgehende Sättigung der Bodenwasserspeicher an. Nur auf der Fränkischen Platte und im Keuper stieg die Bodenfeuchte Ende November zum Teil nur bis 80 %, im Extrem sogar nur bis 65 % der nutzbaren Feldkapazität an.

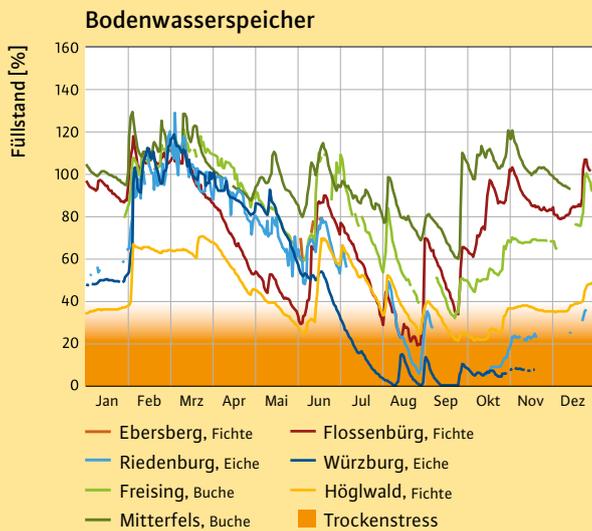
Der Herbst 2020 war in Bayern mit 9,2 °C somit wieder überdurchschnittlich warm (+1,2° zum Mittel). Mit 164,5 l/m² wies er fast ein Fünftel weniger Niederschlag als normal auf (-19 %). Bei der Sonnenscheindauer erreichte er mit 377 Stunden Platz 16 der sonnigsten Herbstse seit 1951.

Milder, trockener Dezember

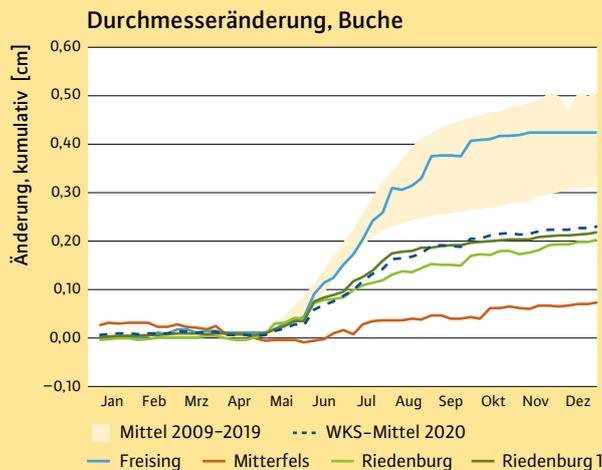
Im Dezember bestimmte oft eine Strömung aus südwestlichen Richtungen, die durch Tiefdruckgebiete im Westen Europas und stabilen Hochs im Osten entstand, die Witterung. So war es wieder mit 1,3 °C überdurchschnittlich warm (+1,9° zum Mittel). Gelegentlich zogen aber auch Tiefdruckgebiete durch, die dann teilweise Schnee und Sturm im Gepäck hatten. Insgesamt fiel mit 50,7 l/m² ein Drittel weniger Niederschlag, so dass die Grundwasserstände und Pegelständen in den Flüssen niedrig blieben. Aufgrund der Luftmassen aus Südwesten war es nicht nur recht mild, sondern an den Alpen oft auch föhnig. Die Sonnenscheindauer fiel mit 37,3 Stunden etwa 15 % niedriger als normal aus. Heiligabend stellte sich die Witterung dann um. Eine Kaltfront aus Nordosten brachte Schnee bis in tiefere Lagen und es setzte bei teilweisem Dauerfrost Vegetationsruhe ein.

Ende Dezember lagen die Füllstände des Bodenwasserspeichers an den Waldklimastationen mit Bodenfeuchtemessungen meist schon über 80 % der nutzbaren Feldkapazität, bei der WKS Höglwald bei Augsburg war die Hälfte erreicht, während sich die Waldklimastationen Würzburg und Riedenburg noch im Bereich eingeschränkter Wasserversorgung befanden, was aber physiologisch durch die dortige Winterruhe nicht von Bedeutung war. Aber auch an diesen drei letztgenannten Waldklimastationen setzte sich die Auffüllung in den weiteren Wintermonaten fort (Zimmermann & Raspe, S. 54–56 in diesem Heft).

Als Referenz wurde immer das Mittel 1961–90 verwendet.



3 Bodenwasservorräte im gesamten durchwurzelten Boden in Prozent zur nutzbaren Feldkapazität im Jahr 2020



4 Das Dickenwachstum der Buchen verlief im letzten Jahr unterdurchschnittlich. Bis zum Ende des Jahres brach die Durchmesseränderung im Mittel der Messflächen um 60 Prozent ein.

Autoren

Dr. Lothar Zimmermann und Dr. Stephan Raspe sind Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Kontakt: Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de

Literatur

DWD (2021): Monatlicher Klimastatus Deutschland Dezember 2020

WMO (2021): <https://public.wmo.int/en/media/press-release/2020-was-one-of-three--warmest-years-record>

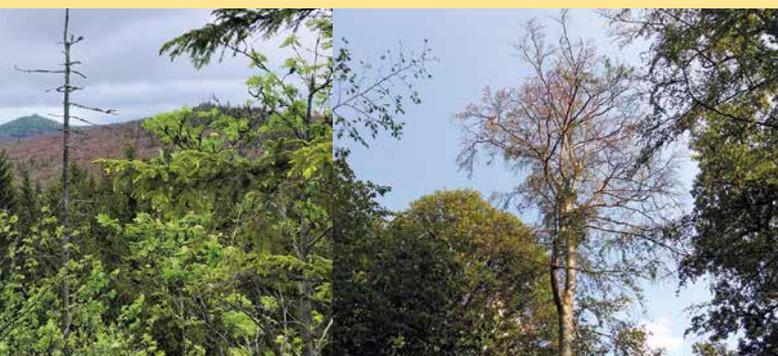
Bild links: Der Orkan Sabine hinterließ im Februar 1,8 Mio. Festmeter Schadholz. Foto: S. Gößwein

Mitte: Blick vom Großalmeyerschloß im Nationalpark Bayerischer Wald auf die vom Spätfrost stark geschädigten frisch ausgetriebenen Buchen.

Foto: S. Schrönghammer, NP Bayerischer Wald

Bild rechts: Auch 2021 litten die Buchen in Franken unter der anhaltenden Trockenheit. Absterbende Buche auf der WKS Ebrach im Steigerwald.

Foto: L. Zimmermann, LWF



Bilderbuchwinter – und dennoch zu mild

Niederschlag – Temperatur – Bodenfeuchte

Dezember

Im Dezember lag Deutschland oft zwischen Tiefs über Westeuropa und stabilem Hochdruck über Osteuropa. Damit gestaltete sich die Witterung oft sehr wolkenreich und trüb. Für Bayern bedeutete dies oft Hochnebel und »Schmuddelwetter« als Mix aus mäßig kalten wie auch mal ungewöhnlich milden Temperaturen. Ein Temperatursturz von gut 10 Grad sorgte zum 1. Weihnachtsfeiertag in den Mittelgebirgen für eine weiße Überraschung. Insgesamt war der Monat jedoch wieder zu warm und es fiel ein Drittel weniger Niederschlag als normal.

Im ersten Monatsdrittel war es besonders im Südosten niederschlagsarm und mild. Aufgrund der milden Temperaturen kehrte noch keine Vegetationsruhe ein. An der DWD-Station Hohenpeißenberg bei Schongau stieg die Lufttemperatur vom 3. zum 4. Dezember um mehr als 10 Grad (DWD 2021). An der WKS Kreuth oberhalb des Tegernsees waren es 7,5 Grad. An den Alpen sorgte der Föhn dafür, dass kein Niederschlag fiel. Nur das Allgäu wie auch Franken bekamen durch die häufigen Südwestströmungen Niederschlag ab. Zum 1. Weihnachtsfeiertag kippte dann die Witterung und eine Kaltfront brachte aus Nordwesten Schnee – oft bis in tiefere Lagen. In der Rhön an der WKS Bad Brückenau wurden am 22. und 23. Dezember 54 l/m² gemessen, auf der Wasserkuppe waren es 60 l/m². In Bad Kissingen fielen immerhin noch 32 l/m² in diesen beiden Tagen. Eine kalte winterliche Witterung sorgte für den Erhalt von Schnee bzw. seinen Resten und es trat winterliche Vegetationsruhe ein.

Mit 1,3°C war der Dezember 2020 wieder deutlich zu mild. Konkret lag die Monatsmitteltemperatur um +1,9° über dem

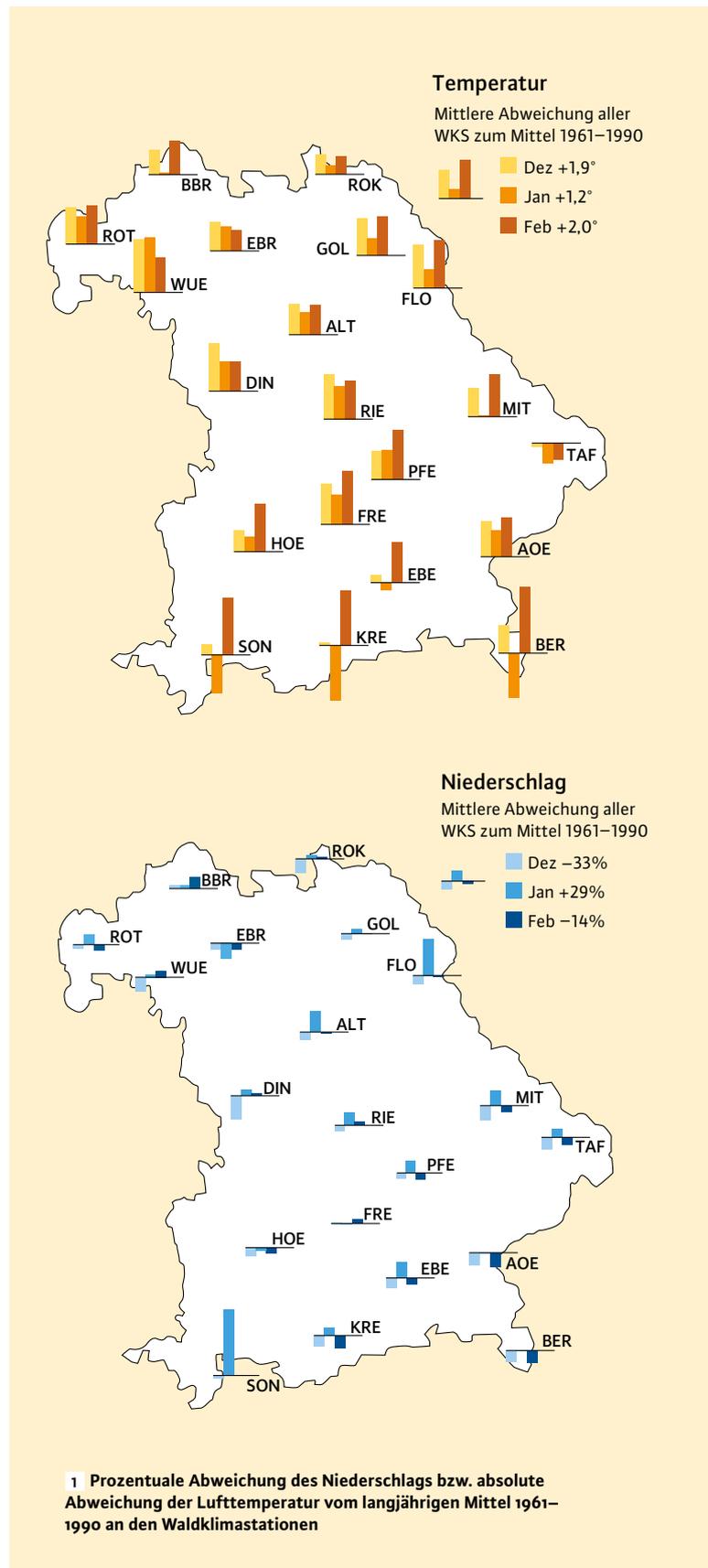
langjährigen Mittel 1961–90. Mit 51 l/m² blieb der Niederschlag ein Drittel (–33%) unter dem langjährigen Durchschnitt, wobei besonders im Alpenvorland wegen des häufigen Föhns weniger als die Hälfte (bis zu einem Viertel) der normalen Menge fiel. Die Sonne schien mit –15% unterdurchschnittlich.

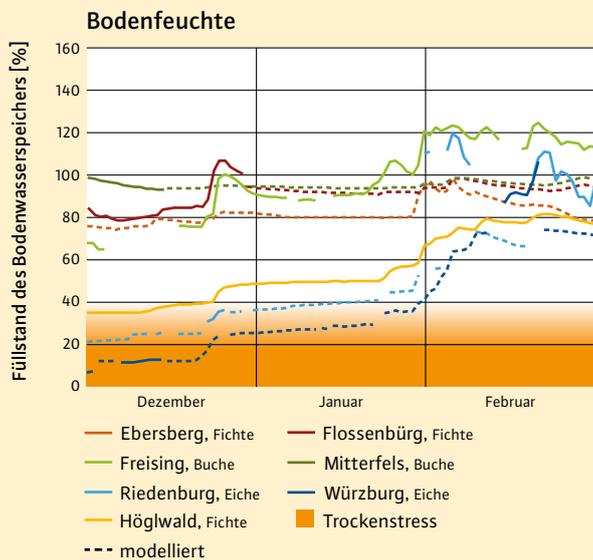
Ende Dezember lagen die Füllstände des Bodenwasserspeichers meist schon über 80% der nutzbaren Feldkapazität (nFK), bei der WKS Höglwald bei Augsburg war die Hälfte erreicht, während sich die Waldklimastationen Würzburg und Riedenburg noch im Bereich eingeschränkter Wasserversorgung befanden (Abbildung 2).

Januar

Grau, nass und mit einem Bilderbuchwinter in den Bergen, manchmal auch Schnee bis in die tiefen Lagen: So wird uns der Januar 2021 in Erinnerung bleiben. Positiv für den Wald: Es fiel deutlich mehr Niederschlag als normal. Dazu kam die Schneeschmelze zum Monatsende, was aber auch für die Bodenfeuchte und die Grundwasserneubildung günstig war.

Im Januar 2021 brachte Hochdruck zunächst sonnige Tage, aber auch frostige Nächte. Ab dem 10. Januar trat sehr strenger Frost mit Lufttemperaturen unter –15°C in klaren Nächten örtlich im Süden auf. Als Spitze wurde am 11. Januar an der DWD-Station Oberstdorf –19,5°C gemessen (DWD 2021). Dann sank der Luftdruck und Tiefs sorgten mit ihren vielen Wolken für Niederschlag, stürmische Verhältnisse und mäßig kaltes Winterwetter. An der DWD-Station Oy-Mittelberg-Petersthal nahe der WKS Sonthofen fielen am 18. Januar 35 cm Neuschnee. Am 19. und 20. Januar wurden an der WKS ins-





2 Entwicklung der Bodenwasservorräte im gesamten durchwurzelten Bodenraum in Prozent zur nutzbaren Feldkapazität

Waldklimastationen	Höhe ü.NN [m]	Dezember 2020		Januar 2021		Februar 2021	
		Temp. [°C]	NS [l/m ²]	Temp. [°C]	NS [l/m ²]	Temp. [°C]	NS [l/m ²]
Altdorf (ALT)	406	1,1	46,2	-0,7	106,0	1,1	48,0
Altötting (AOE)	415	0,5	32,6	-1,4	59,0	1,5	25,0
Bad Brückenau (BBR)	812	-0,3	106,9	-2,6	85,0	-0,5	86,0
Berchtesgaden (BER)	1500	0,1	68,9	-4,9	123,0	1,2	50,0
Dinkelsbühl (DIN)	468	1,1	5,5	-1,1	66,0	0,3	53,0
Ebersberg (EBE)	540	0,4	30,0	-1,4	76,0	1,8	35,0
Ebrach (EBR)	410	0,8	54,9	-0,8	26,0	0,5	41,0
Flossenbürg (FLO)	840	-0,7	46,7	-3,4	133,0	-0,6	49,0
Freising (FRE)	508	0,9	51,6	-1,1	44,0	2,1	49,0
Goldkronach (GOL)	800	-1,1	90,3	-3,5	114,0	-1,1	71,0
Höglwald (HOE)	545	0,7	36,6	-0,8	46,0	2,4	38,0
Kreuth (KRE)	1100	0,6	68,4	-3,9	158,0	2,1	60,0
Mitterfels (MIT)	1025	-1,5	57,2	-4,5	174,0	-0,3	70,0
Pfeffenhausen (PFE)	492	0,8	44,4	-0,6	76,0	2,1	35,0
Riedenburg (RIE)	475	0,4	38,3	-1,6	68,0	0,5	46,0
Rothenkirchen (ROK)	670	-1,4	49,0	-3,4	90,0	-1,7	72,0
Rothenbuch (ROT)	470	1,1	95,2	-0,7	125,3	1,2	63,0
Sonthofen (SON)	1170	-0,1	96,5	-3,7	360,0	2,0	99,0
Taferlruck (TAF)	770	-1,9	69,2	-3,9	149,0	-2,5	62,0
Würzburg (WUE)	330	2,9	28,3	1,7	53,0	2,1	54,0

3 Mittlere Lufttemperatur und Niederschlagssumme an den Waldklimastationen sowie an der Wetterstation Taferlruck

gesamt 105 l/m² Niederschlag gemessen. Im zweiten Monatsdrittel fiel im Nordstau der Mittelgebirge und der Alpen weiterhin viel Niederschlag. Im letzten Drittel wechselte die Witterung oft zwischen milden und kalten Abschnitten, wobei in den milderen Perioden Lufttemperaturen über 10 °C erreicht wurden, so dass im westlichen Franken bereits der Hasel anfang zu blühen. Vereinzelt blühten auch Schneeglöckchen und Erle (DWD 2021). Zu Monatsende trennte eine Luftmassengrenze Schnee und Kälte im Norden Deutschlands von mildem Tauwetter im Süden. Zum Monatsende gab es intensive Niederschläge in den Alpen, am 26. Januar wurden in Reit im Winkel 41 cm Neuschneehöhe gemessen, noch mehr Niederschläge gab es im Allgäu (DWD-Station Balderschwang 28.01.: 61 l/m², 28.01. +29.01.: WKS Sonthofen 60 l/m²). Diese hohen Niederschläge trafen auf eine starke Schneeschmelze, so dass es im Einzugsgebiet der Donau wie auch dem Main zu Hochwasser kam, wobei meist aber nur die zweithöchste Meldestufe erreicht wurde. Durch die Verlagerung der kalten Luftmasse nach Süden mit vermehrtem Schneeniederschlag entschärfte sich die Lage wieder.

Bayern zeigte mit -0,7 °C (1961–90: -1,9 °C) eine positive Temperaturabweichung von +1,2°, mit 85,8 l/m² (1961–90: 66,4 l/m²) fiel deutlich mehr als der normale Niederschlag (+29%). Ausnahme hiervon war der Südosten, wo nur 75% des langjährigen Mittels erreicht wurden. Mit 38,7 Sonnenscheinstunden (1961–90: 49,6 Stunden, -22%) war dieser Januar vergleichsweise trüb. Zunächst veränderte sich die Bodenfeuchte nur geringfügig. Im letzten Monatsdrittel sorgte die regenreiche Tauwetterperiode für eine deutliche Auffüllung der Bo-

denwasservorräte, bei vielen Waldklimastationen bis in den Bereich vollständiger Füllung bzw. Sättigung (Abbildung 2).

Februar

Heuer ein Monat der Extreme. Trotz eisiger erster Februarhälfte folgte in der zweiten Hälfte ein Vorfrühling mit ungewöhnlicher Wärme. Dazu gab es anfangs viel Schnee. Trotzdem war der Monat insgesamt zu mild.

Eine Luftmassengrenze, die kalte Polarluft im Norden von sehr milder Luft im Süden trennte, lag Anfang Februar zunächst über Norddeutschland, dann in einem Streifen quer über der Mitte Deutschlands, wobei sie sehr starke Schneefälle mit teils enormen Schneeverwehungen auslöste. Ende des ersten Drittels hatte die Kaltluft dann auch den Süden Bayerns erfasst. Eine hohe Neuschneedecke und wolkenloser Himmel führten vor allem im Norden zu klaren, eisigen Nächten mit sehr strengem Frost. Eine markante Umstellung auf eine Südlage brachte dann innerhalb weniger Tage frühlingshafte Wärme. Gebietsweise stieg das Thermometer an mehreren Tagen in Folge auf über 20 °C. An der WKS Bad Brückenau lag die Tageshöchsttemperatur am 10. Februar noch bei -10,6 °C, 16 Tage später waren es +14,9 °C. Durch die Wärme wurde der eisige Monatsbeginn ausgeglichen und die Haselblüte als Beginn des Vorfrühlings fiel fast auf den Tag mit dem vieljährigen Mittel zusammen (2021: 19.2., Mittel: 20.2.) (DWD 2021).

Der Temperaturdurchschnitt lag für Bayern mit 1,4 °C um 2,0° über dem Wert der Referenzperiode 1961–90. Im Vergleich zur wärmeren, neuen Referenzperiode 1991–2020 betrug die positive Abweichung immer noch 1,1°. Mit 50 l/m² lag der

Niederschlag in Bayern um 14 % unter dem Mittel 1961–90. Die DWD-Station Fichtelberg-Hüttstadt, nordöstlich von Bayreuth, meldete am 3. Februar mit 37 l/m² die größte Tagesmenge. Die Sonne schien mit 126 Stunden reichlich (+61 %) und sorgte für den 6. Platz seit Aufzeichnungsbeginn 1951. Am Alpenrand zeigte sich die Sonne mit gebietsweise 145 Stunden bundesweit am meisten. Durch die Schneeschmelze während des Vorfrühlings lag die Füllung der Bodenwasserspeicher bei den Waldklimastationen Flossenbürg, Freising, Riedenburg und Mitterfels weiterhin bei nahezu 100 % oder darüber (Abbildung 2).

An den beiden Waldklimastationen Ebersberg und Höglwald nahm die Bodenfeuchte allerdings schon wieder leicht ab, da aufgrund der warmen Temperaturen die dortigen Fichten bereits mit der Transpiration begannen. Zum Monatsende lag der Füllstand dort bei 80 % der nutzbaren Feldkapazität, an der WKS Würzburg wurde eine Wiederbefüllung bis 70 % er-

reicht. Der Füllstand der Bodenwasserspeicher war damit zum Ausgang des Winters ausreichend. Die weitere Entwicklung im März bis Mitte April wird zeigen, ob sich dieser Zustand bis zum Start der Vegetationsperiode 2021 hält.

Winter

Der Winter 2020/21 war in Bayern trotz leicht unterdurchschnittlichem Niederschlag dennoch sehr schneereich, gleichzeitig bei einem deutlichen Sonnenscheinplus aber auch wieder zu warm. Nach den Messungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war es hierzulande der neunte zu warme Winter in Folge seit dem Winter 1881/82.

Zahlreiche Sturmtiefs brachten im Dezember und Januar sehr feuchte, oft nasskalte Luftmassen, so dass sich sehr milde und nasskalte Witterungsabschnitte häufig abwechselten. Das führte im Dezember vor allem in den Alpen, ab Januar häufig auch in den Mittelgebirgen, zu herrlichem Winterwetter. Anfang Februar stellten

sich den nordeuropäischen Sturmtiefs Hochdruckgebiete in den Weg. Über Mitteleuropa bildete sich eine Luftmassengrenze, die kalte Luft aus dem Norden von milder im Süden trennte und nur langsam südwärts vorankam. An ihrem Übergangsbereich traten ungewöhnlich starke Schneefälle mit gebietsweise enormen Schneeverwehungen auf. Mitte Januar türmte sich die Schneedecke im Allgäu und den Chiemgauer Alpen örtlich bis zu 100 cm hoch. Klare Nächte führten dort zu sehr strengen Frösten. Die Schneemengen in den Alpen, das Ende Januar einsetzende Tauwetter und die kräftigen Regenfälle führten zu Hochwasser. Ab Mitte Februar gab es landesweit schon frühlingshafte Temperaturen. In Deutschland stieg das Thermometer an sechs Tagen in Folge auf über 20 °C. Seit Messbeginn 1881 hatte es dies in einem Winter maximal nur drei Tage am Stück gegeben, wie zuletzt vom 26. bis 28. Februar 2019.

Mit 0,8 °C lag der Temperaturdurchschnitt im Winter 2020/21 um 1,8° über dem Wert der Referenzperiode 1961–90. Im Vergleich zur aktuellen und wärmeren Vergleichsperiode 1991–2020 betrug die Abweichung immer noch +0,7° (DWD 2021). Der Winter 2020/21 lag mit rund 175 l/m² 12 % unter dem Klimawert (1961–90) von 200 l/m². An einer Luftmassengrenze fielen am 7. und 8. Februar in den nordwestlichen Mittelgebirgen verbreitet große Schneemengen, die durch den Ostwind gebietsweise zu enormen Schneeverwehungen führten. Bayern war mit gut 200 Stunden (171 Stunden) das sonnenscheinreichste Bundesland, regional mit bis zu 285 Stunden.

Literatur

DWD (2020): Monatlicher Klimastatus Deutschland Dezember 2020, Januar und Februar 2021. www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_monat_klimastatus/monat_klimastatus.html

Autoren

Dr. Lothar Zimmermann und Dr. Stephan Raspe sind Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
Kontakt: Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de
Stephan.Raspe@lwf.bayern.de

»Blutregen« über Bayern

Gleich zweimal konnten wir im Februar 2021 dieses Phänomen beobachten. Um den 6. und dann wieder ab dem 23. Februar wurde der Himmel über Bayern gelblich-rötlich, die blasse Sonne hatte einen hellen »Hof« außen herum und das Abendrot sowie die Morgenröte waren noch intensiver als gewöhnlich.

Tiefdruckgebiete über Südwesteuropa führten zu südlichen bis südwestlichen Strömungen und sorgten dafür, dass in der Sahara aufgewirbelter Gesteinsstaub nach Mitteleuropa verfrachtet wurde. Wie kommt nun der Staub vom Boden der Sahara zu uns? Starke Sandstürme in der trockenen, vegetationslosen Wüste wirbeln den Staub auf und transportieren ihn in höhere Luftschichten. Die Gesteinspartikel sind nur 5–10 µm groß. Damit gehören sie aber nicht zum gesundheitsschädlichen Feinstaub (< 2,5 µm). Sie sind trotzdem aber so leicht, dass sie mit den Aufwinden bis in 5 km Höhe in die Atmosphäre gelangen und mit großräumigen Luftströmungen dann zu uns verfrach-



Saharastaub am Morgenhimmel über Freising-Weihenstephan Foto: Sabine Unglaube

tet werden. Bei niedrigeren Konzentrationen merken wir davon nichts, nur dieses Mal war die Menge sehr hoch, bis zu 2.000 mg/m² wurden an sedimentierten Staub gemessen. An vielen Skipisten in den Alpen war dies durch eine rötliche Einfärbung des Schnees sichtbar. Gesteinsstäube sind auch wichtig als Kondensationskeime bei der Niederschlagsbildung, so dass es auch diesmal bald viele Wolken gab und der Staub mit dem Niederschlag ausgewa-

schen wurde. Teilweise färbte der Saharastaub dann den Niederschlag rot, weshalb die Medien vielfach vom »Blutregen« sprachen. Dieses Saharastaub-Phänomen ist gar nicht mal so selten. Es tritt bis zu 30 Mal im Jahr auf, meist im Frühjahr und Herbst, wird aber nur bei höheren Konzentrationen auch optisch wahrgenommen. Pro Jahr werden schätzungsweise 500 Mio. t Staub aus der Sahara verfrachtet.

Am Boden hat der Staub eine düngende Wirkung, zurückgehend auf nährstoffreiche Sedimente von früheren großen Seen in der Sahara, als diese noch in der Erdgeschichte ein grüner Landstrich war. Ferntransportierter Saharastaub ist eine wichtige Nährstoffquelle für den nährstoffarmen Amazonas-Urwald, aber auch für die Algen in den Ozeanen. Auch in unseren Wäldern findet er sich in den Depositionssammler der Waldklimastationen, wo er zum einen in den Filtern hängen bleibt, zu anderen findet er sich aber auch gelöst im aufgefängenen Niederschlagswasser, sichtbar an erhöhten Kalzium- und Magnesiumkonzentrationen.

Lothar Zimmermann



Urwald der Bayern

Andere Länder hatten – von Yellowstone bis zur Serengeti – längst ihre großen Nationalparks, als 1970 im Bayerischen Wald Deutschlands erster Nationalpark gegründet wurde. Wie kam es zu seiner Gründung? Warum haben sich die einheimischen »Waidler« dagegen gestemmt? Wie ist die Verwaltung des Parks mit Konflikten um Borkenkäfer, Rothirsch und Luchse umgegangen? Profitiert die Nationalparkregion vom Tourismus? Diese und andere kritische Fragen werden in diesem Band zum Bayerischen Wald aus verschiedenen Disziplinen heraus beantwortet. Prominente Zeitzeugen aus dem Nationalpark und seiner Planung kommen ebenfalls zu Wort.

Marco Heurich (Hg.) und Christof Mauch (Hg.): **Urwald der Bayern – Geschichte, Politik und Natur im Nationalpark Bayerischer Wald**. Vandenhoeck & Ruprecht 2020, 305 Seiten. 27 Euro. ISBN: 978-3-525-36095-8



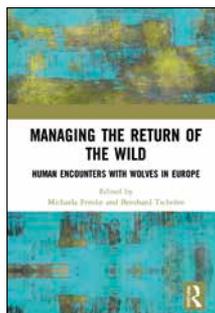
Die Pilze Deutschlands

Dieses Buch schafft einen völlig neuen Zugang zur geheimnisvollen Welt der Pilze. Neben der ausführlichen Beschreibung von Hauptmerkmalen, Vorkommen, Verwendung und Verwechslungsmöglichkeiten enthält es zahlreiche Detailinformationen über die ca. 150 wichtigsten in Deutschland vorkommenden Pilzarten. Aktuelle Erkenntnisse zu Inhaltsstoffen, Heil- und Giftwirkung werden ebenso berücksichtigt wie der Speisewert. Ein Bestimmungsschlüssel auf Gattungsebene sowie brillante Bilder unterstützen das sichere Bestimmen. Die bedeutendsten Speisepilze werden dabei, ebenso wie ihre giftigen »Doppelgänger«, ausführlich und in hervorragenden Detailaufnahmen dargestellt.

Jürgen Guthmann und Christoph Hahn: **Die Pilze Deutschlands – Beschreibung, Vorkommen und Verwendung der wichtigsten Arten**. Quelle & Meyer 2020, 528 Seiten. 34,95 Euro. ISBN: 978-3-494-01788-4

Rückkehr der Wildnis – Rückkehr des Wolfes

Immer mehr »Wildnis« kehrt auch in Europa zurück. Daher ist es verständlich, dass von der Rückkehr der Wildnis auch wichtige Impulse auf die menschliche Gesellschaft ausgehen. Dieses Buch untersucht Strategien zur Rückkehr der Wildnis und konzentriert sich dabei auf die Wölfe. Es beschreibt Begegnungen mit Wölfen, beschäftigt sich mit traditionellen Erzählungen und zeitgenössischen Konflikten und zeigt die enormen Auswirkungen der Rückkehr des Wolfes in die europäischen Gesellschaften. Darüber hinaus diskutiert es aus kulturwissenschaftlicher Sicht die Rückkehr der Wildnis als Katalysator für grundlegende sozio-biologische Veränderungen in menschlichen Gesellschaften. Das Buch ist in englischer Sprache verfasst.



Michaela Fenske und Bernhard Tschöfen (Hrsg.): **Managing the Return of the Wild – Human Encounters with Wolves in Europe**. Routledge-Verlag, 224 Seiten. £120,00 Euro. ISBN: 9780815353416

Salamanderpest

Seit einigen Jahren wissen wir von einer neuartigen Amphibien-Krankheit, der »Salamanderpest«. Sie wurde in mehreren europäischen Ländern nachgewiesen, doch anscheinend breitet sie sich nirgends so stark aus wie in Deutschland. Die Salamanderpest ist eine enorme Bedrohung für die gesamte europäische Amphibienfauna. Die Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde (DGHT e.V.) hat nun eine Informationsbroschüre mit Empfehlungen zum Umgang mit seuchenartig verlaufenden Amphibienkrankheiten veröffentlicht. Download und Bestellung auf den Service-Seiten der DGHT.



Tobias Eisenberg, Stefan Lötters und Frank Pasmans: **Handlungsempfehlungen zum Umgang mit seuchenartig verlaufenden Amphibienkrankheiten**. Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde e. V. (DGHT) (Hrsg.), 16 Seiten, www.dght.de/service



WSL Diagonal **Holz und mehr: Waldnutzung im Wandel** Häuser oder Möbel aus Holz zu bauen, ist heute sinnvoller denn je: Nicht primär wegen der Gemütlichkeit, die wir mit dem Rohstoff Holz verbinden, sondern weil es im Kampf gegen den Klimawandel hilft. Denn Bäume filtern das Treibhausgas CO₂ aus der Luft, und dieses bleibt auch nach dem Fällen im Holz gebunden. Wie nun der Schweizer Wald bewirtschaftet und wie das geerntete Holz verwendet werden soll, um möglichst viel CO₂ möglichst lange zu binden, das versuchen Wissenschaftler an der WSL zu beantworten.

WSL Diagonal 1/2020: **Holz und mehr: Waldnutzung im Wandel**. Eidg. Forschungsanstalt WSL (Hrsg.) 42 S. Kostenlose Online-Bestellung und Download: www.wsl.ch/diagonal ISSN: 22963561



BFW Praxisinformation **Klimakrise managen: Ausblick für Wald und Holznutzung** Die BFW Praxisinformation berichtet über die Rolle von Wald und Holz im Bereich des Klimaschutzes. Im Mittelpunkt steht das Forschungsprojekt CareforParis, wo verschiedene Szenarien der Waldbewirtschaftung erstellt und untersucht wurden. Die Szenarien gehen von unterschiedlichen Klimaveränderungen und Anpassungsstrategien für den österreichischen Wald aus und zeigen mögliche Entwicklungen bis ins Jahr 2150. Genauer analysiert wurden die CO₂-Bilanz des Waldes und von Holzprodukten und die Vermeidung von CO₂-Emissionen durch den Einsatz von Holzprodukten.

BFW Praxisinformation 51: **Klimakrise managen: Ausblick für Wald und Holznutzung**. BFW (Hrsg.) 31 S. Kostenlose Online-Bestellung und Download: www.bfw.ac.at/webshop ISSN: 1815-3895

Nächste Ausgabe

3 | 2021

Impressum

Herausgeber:

Dr. Peter Pröbstle für die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Prof. Dr. Volker Zahner für das Zentrum Wald-Forst-Holz Weißenstephan
Dr. Alwin Janßen für das Bayerische Amt für Waldgenetik
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising
Telefon: 08161 4591-0, Telefax: 08161 4591-900
www.lwf.bayern.de, www.forstzentrum.de, redaktion@lwf.bayern.de

Chefredakteur: Michael Mößnang V.i.S.d.P.

Redaktion: Michael Mößnang, Johann Wild
Christoph Josten (Zentrum Wald-Forst-Holz)
Dr. Muhidin Šeho (Amt für Waldgenetik)

Gestaltung: Christine Hopf, Stefan Jehl

Bezugspreis: EUR 5,- zzgl. Versand
für Mitglieder des Fördervereins Zentrum Wald-Forst-Holz
Weißenstephan e.V. kostenlos

Mitgliedsbeiträge: Studenten EUR 10,-/Privatpersonen EUR 30,-/
Vereine, Verbände, Firmen, Institute EUR 60,-

Jahrgang: 27. Jg.

Erscheinungsweise: Viermal jährlich

Erscheinungsdatum: 15. April 2021

Auflage: 2.800 Stück

Druck und Papier: PEFC zertifiziert

Druckerei: ColorDruck Solutions GmbH, Leimen

Vervielfältigung, Verbreitung und Bearbeitung bzw. jede Art der Verwertung
außerhalb der Grenzen des Urheberrechts, insbesondere außerhalb des privaten
Gebrauchs, ist nur nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers erlaubt.

Natura 2000 im Wald

Der Erhalt der biologischen Vielfalt ist eines der zentralen Themen unserer Zeit. Dabei nimmt in Europa das Netzwerk Natura 2000 eine wichtige Rolle für den Schutz charakteristischer Arten und Lebensräume ein. Dieses europäische Verbundnetz setzt sich aus Fauna-Flora-Habitat- (FFH) und Vogelschutzgebieten (SPA) zusammen. In Bayern umfassen die 745 Schutzgebiete dieser beiden Kategorien zusammen 797.000 Hektar. Dies entspricht 11,3 % der Landesfläche, wobei Wälder in der Natura 2000-Kulisse mit 450.000 Hektar überproportional beteiligt sind. Auf Grundlage der für jedes Gebiet formulierten Erhaltungsziele legen Managementpläne die Maßnahmen fest, die notwendig sind, um den günstigen Erhaltungszustand der jeweiligen Schutzgüter zu bewahren oder wiederherzustellen. Nach 2009, 2013 und 2015 befasst sich unsere nächste LWF aktuell-Ausgabe wieder einmal intensiver mit diesem größten Naturschutzverbund Europas und dem Waldnaturschutz in Wäldern allgemein.