



Nicht nur alte Bestände, auch einzelne Uraltbäume haben für die Artenvielfalt in Bergmischwäldern eine hohe Bedeutung. An der rund 600 Jahre alten Watzliktanne im Nationalpark Bayerischer Wald konnten an einem einzigen Tag insgesamt 2159 Tiere von 263 Arten nachgewiesen werden.

# Wie viel ist nötig?

**Ökologische Schwellenwerte für den Bergmischwald.** In einem Forschungsprojekt im Bayerischen Wald wurden Schwellenwerte für bewirtschaftete Bergmischwälder erarbeitet. Diese schaffen Transparenz und stellen überprüfbare Zielwerte für die naturschutzorientierte Waldbewirtschaftung dar. *Christoph Moning*

**E**in klarer Märztag im Nationalpark Bayerischer Wald. Lange Trommelreihen klingen durch den totholzreichen Bergmischwald. Sie zaubern ein Lächeln auf das Gesicht eines jeden Ornithologen, denn jahrzehntelang war ihr Urheber, der Weissrückenspecht, im Bayerischen Wald nicht mehr nachweisbar gewesen. Intensive Waldnutzung auf grosser Fläche hatte die Art bis in die 1970er-Jahre in die kleinen Reliktflächen alter Buchen-Tannenbestände zurückgedrängt und schliesslich zu ihrem lokalen Verschwinden geführt.

Erst seit der Gründung des Nationalparks 1970 stellten sich die für diesen «Urwaldspecht» überlebensnotwendigen Totholzstrukturen in ausreichendem Umfang wieder ein, so dass die Art seit mindestens 2010 wieder regelmässig im Nationalpark brütet. Doch Erfahrungen aus dem Alpenraum zeigen, dass dieser Specht durchaus auch in extensiv bewirtschafteten Wäldern existieren kann. Daraus stellt sich unmittelbar die Frage: Welche Schlüsselstrukturen in welcher Ausprägung brauchen wir, damit auch anspruchsvolle Arten in Wirtschaftswäldern überleben können?

## Das Bergmischwaldprojekt – Schlüsselstrukturen und Schwellenwerte

Dieser Frage widmete sich von 2007 bis 2010 ein von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) finanziertes Forschungsprojekt im Nationalpark Bayerischer Wald, im Folgenden «Bergmischwaldprojekt» genannt. Es wurde in einer Kooperation mit den Bayerischen Staatsforsten und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft durchgeführt.

Grundlage der Analysen des Bergmischwaldprojektes waren 293 bis zu eine Hektare (100 x 100 Meter) grosse Probeflächen im Nationalpark Bayerischer Wald. Auf den Probeflächen wurden 24 Artengruppen möglichst vollständig untersucht. Daneben wurden im gleichen Zeitraum und auf denselben Flächen 28 Umweltparameter wie Höhenlage, Klimaparameter, Waldstruktur und Bodeneigenschaften erhoben, gemessen oder modelliert, so dass sich das Auftreten der untersuchten Arten und Artengruppen in Abhängigkeit zu den Umweltparametern untersuchen liess. Die Forschenden nutzten dabei statistische Methoden, um die wichtigsten Schlüssel- und Schwellenwerte für das Vorkommen naturschützerisch relevanter Arten und Artengruppen zu errechnen.

## Totes sorgt für Leben

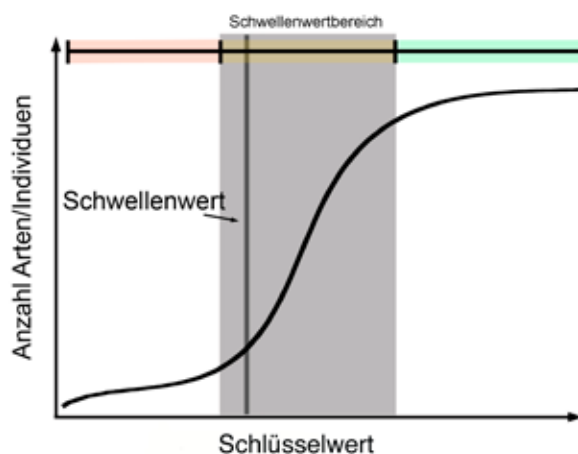
Die grosse Bedeutung des Totholzes zeigte sich schon früh im Projekt. Denn Totholz liefert nicht nur Nährstoffe, fördert die Bodenbildung, beschleunigt die Naturverjüngung, bietet Schutz gegen Bodenauswaschung und Erosion sowie vor Lawinen und Steinschlag, sondern ist auch Lebensraum für rund einen Drittel aller im Wald lebenden Arten.

Alle Durchmesser von Totholz – dickes und dünnes, aber auch die Äste – sind wichtig für den Artenreichtum und haben ihre Spezialisten. Aber auch die Art des Totholzes hat eine hohe Bedeutung. So wird der Bergahorn schon bei relativ kleinen Dimensionen (ab 60 cm Durchmesser in Brusthöhe) durch eine artenreiche Flechtengemeinschaft besiedelt, was bei Buchen und Tannen erst

## Schlüssel- und Schwellenwerte

Ein **Schlüsselwert** definiert eine Umweltvariable, die in einer bestimmten Ausprägung vorhanden sein muss, damit naturschützerisch bedeutsame Arten oder Artengruppen vorkommen können. Dies kann beispielsweise Totholz für gefährdete Holzkäfer sein.

Im Gegensatz zu gesetzlichen, mathematischen oder medizinischen Grenz- und Schwellenwerten bezeichnet ein **ökologischer Schwellenwert** einen Übergangsbereich entlang eines Gradienten eines Schlüsselwertes, ab dem eine bestimmte Artengruppe oder Art statistisch signifikant häufiger oder seltener auftritt. So erhöht sich beispielsweise die Zahl der in Baumhöhlen brütenden Vogelarten ab fünf Höhlenbäumen je Hektar signifikant.



Christoph Moring (4)



Links: Totholzreiche, sonnige, gut strukturierte, buchendominierte Bergmischwälder sind im Alpenraum Lebensraum des Weissrückenspechts. Er braucht rund 50 m<sup>3</sup> Totholz je Hektare über grössere Flächen, so dass man ihn besonders in Schutz- und Bannwäldern sowie Extremlagen mit erschwertem Holztransport findet.

Rechts: Der Zwergschnäpper brütet erst in Wäldern ab einem Alter von 300 Jahren häufiger. Rechts oben eine Zwergschnäpperbrut aus dem Nationalpark Bayerischer Wald, die in einer kleineren abgestorbenen Tanne in einem ausgefalteten Streifscha-den stattfand.

bei starken Dimensionen der Fall ist. Fichten weisen hingegen über die ganze Breite der Stammdurchmesser ein relativ ausgeglichenes, vergleichsweise niedriges Arten-niveau bei den Flechten auf.

Während in Urwäldern die durchschnittlichen Totholz-mengen bei 100 m<sup>3</sup> je Hektare und darüber liegen, ist Totholz in Wirtschaftswäldern Mangelware. In einem

mitteleuropäischen Urwald erreicht der Anteil von Totholz an der gesamten Biomasse 10 bis 30 Prozent. In Wirtschaftswäldern liegt er hingegen bei durchschnittlich nur 3 Prozent der gesamten Holzmasse. Viele der Totholz besiedelnden Arten ertragen jedoch keinen Mangel an Totholz, denn sie mussten sich im Laufe ihrer Entstehungsgeschichte nicht auf Mangelsituationen einrichten. In dieser Gruppe sind besonders viele gefährdete Arten vertreten. Aus dem Bergmischwaldprojekt und anderen Forschungsarbeiten konnte ermittelt werden, dass die Gemeinschaft der Totholz besiedelnden Arten ab rund 30 m<sup>3</sup> Totholz je Hektare zunimmt und ab 60 m<sup>3</sup> je Hektare deutlich höhere Dichtewerte aufweist. Dies gilt für Buchenwälder der Hügelländer, Mittelgebirge und Gebirge.

## Alte Wälder braucht das Land

Durch den Verlust alter Wälder sind Arten besonders gefährdet, die sesshaft leben, gleichzeitig ausbreitungsschwach oder mit Mikrohabitaten verbunden sind, die man nur in naturnahen Wäldern oder Urwäldern findet. Alte Wälder haben daher hohe Bedeutung als Refugien für Arten der Urwälder sowie als Spenderflächen für die Besiedlung neu entstehender naturnaher Waldbestände.

Holz bewohnende Käfer sind von Natur aus besonders auf alte Waldstrukturen angewiesen. Durch das Bergmischwaldprojekt konnte gezeigt werden, dass die Artenichten bei den gefährdeten holzbewohnenden Käfern der alten Wälder signifikant höher sind als in Management- (Borkenkäferbekämpfung) und Prozessschutzflächen (kein menschlicher Eingriff seit Jahrzehnten).

Vergleicht man die im Rahmen des Bergmischwaldprojektes erhobenen Artenzahlen von Brutvögeln, Schnecken und Flechten je Probefläche, so zeigt sich, dass bei allen Artengruppen die Artenzahl mit dem Waldalter zunimmt. Diese Beobachtung trifft auf die gesamte Artengemeinschaft genauso zu wie auf die gefährdeten Arten alleine. Ähnliches kann auch mit Daten aus den Buchenwäldern des Steigerwaldes in Nordbayern belegt werden. Die statistisch ermittelte Schwelle, die artenreiche von artenarmen Waldbeständen trennt, liegt in der Mittelgebirgsstufe des Steigerwaldes zwischen 100 und 170 Jahren und bei den Bergmischwäldern des Bayerischen Waldes zwischen 160 und 220 Jahren. Allgemein gilt, dass Bergmischwälder für Artengruppen, die auf Strukturen alter Wälder angewiesen sind, ab rund 200 Jahren einen statistisch nachweisbar höheren Wert haben. Dies unterstreichen auch die Daten zu den Holzpilzen, die in Bergmischwäldern erst ab rund 230 Jahren Bestandsalter signifikant höhere Artenzahlen bei allen Arten wie auch bei gefährdeten Arten erreichen.

## Eine trockene Unterkunft im Wald

Baumhöhlen stellen eine Schlüsselstruktur für eine Vielzahl von Lebewesen in Wäldern dar. Im Rahmen des Bergmischwaldprojektes fanden die Forschenden durchschnittlich 1,5 Höhlenbäume bzw. 2,5 Höhlen je Hektare. Maximal wurden auf einer Hektare 12 Höhlenbäume und 31 Höhlen gefunden. Von den 850 kartierten Höhleneingängen konnten knapp 80 Prozent Spechten zugeordnet werden, die damit eine Schlüsselartengruppe in Bergmischwäldern darstellen. Sie schaffen durch den Höhlenbau Quartiere, in denen eine Vielzahl von Vogel-, Säugetier- und Insektenarten leben. Selbst Pilze nutzen häufig diese Höhlen als Eintrittspforten in noch lebende Bäume.

Als überragende Faktoren für das Vorkommen von Höhlen identifizierten die Forschenden das Volumen an Totholz und das Alter des Baumbestandes. Die höchsten Höhlendichten konnten in Wäldern gefunden werden, die älter als 220 Jahre sind. Ab fünf Höhlenbäumen pro Hektare erhöht sich die Zahl der in Baumhöhlen brütenden Vogelarten signifikant.



Hans Schliener



Leif Stridvall

Oben: Die Erfassung tausender Arten beruht auf der zeitintensiven Arbeit zahlreicher Spezialisten für die verschiedenen Organismengruppen. Besonders in den Restbeständen urwaldartiger Flächen bietet sich dabei die einmalige Gelegenheit, seltene Arten zu entdecken. Im Bild Flechtenexperte Johannes Bradtka.

Unten: Flechten profitieren insbesondere von stehendem Totholz. Sie sind sehr lichtbedürftig und können zeitweise austrocknende Standorte besser besiedeln als Moose, was ihnen in totholzreichen Flächen einen Konkurrenzvorteil sichert. Im Bild die Flechte *Cladonia macilenta*, die altes Totholz der Hochlagenwälder besiedelt.

*Ab fünf Höhlenbäumen pro Hektare erhöht sich die Zahl der in Baumhöhlen brütenden Vogelarten signifikant.*

## Licht und Schatten

Im Bergmischwald können nur in Auflichtungen Sonnenstrahlen und somit Wärme bis zum Boden vordringen. Dies gilt auch für Borkenkäfer- oder Windwurf-Flächen. Aus menschlicher Sicht werden diese oft als «Katastrophenflächen» bezeichnet. Für die biologische Vielfalt ist es jedoch genau anders herum! Über alle Artengruppen hinweg finden sich doppelt so viele Arten auf diesen Flächen im Vergleich zum dichten, geschlossenen Wald. Die Daten des Bergmischwaldprojektes zu 1641 Ar-

ten aus allen untersuchten Artengruppen zeigen, dass 661 Arten, also rund 40 Prozent aller Arten, eine statistisch nachweisbar positive Beziehung zur Auflichtung aufweisen. Hierzu zählen pflanzenfressende Käfer, Wanzen und Stechimmen, aber auch Flechten. Die Artenzahl der gefährdeten Totholz besiedelnden Käfer steigt nur in den Borkenkäferlücken, da hier das Totholz als lebenswichtiges Substrat verbleibt – anders als in den menschengemachten Lücken. So steht das Vorkommen von rund 140 Arten der Bergmischwälder in indirekter Verbindung zum Wirken des Buchdruckers. Von Auflichtung profitierende Artengruppen traten ab rund 0,5 ha Lückengrösse statistisch nachweisbar häufiger auf.

Neben den Arten, die lichten Wald bevorzugen, gibt es auch viele Bewohner dichter Waldbestände, zum Beispiel viele Pilzarten. Rund 215 Arten (13 Prozent) des im Bergmischwaldprojekt untersuchten Artenspektrums zeigen eine statistisch nachweisbare Abhängigkeit zum

Waldinneren auf. Ihre Lebensräume sind vergleichsweise stabil. Die Arten, die sich hier entwickelten, konnten sich spezialisieren, um Konkurrenz auszuschalten. Sie mussten sich nicht auf ständig neu entstehende Lebensräume einrichten und sind oft wenig mobil. Viele dieser Arten haben lange Entwicklungsphasen, weil ihr Lebensraum dauerhaft zur Verfügung steht.

Generell zeigt sich, dass in den dichten Wäldern die grossen, konkurrenzstarken und wenig mobilen Arten vorherrschen, während auf den offenen Flächen kleine mobile Arten dominieren. Die Herkunft der Besiedler lichter Waldbestände sind oft natürliche Lichtungen wie Moore. Wälder mittlerer Beschattung, wie sie die moderne Forstwirtschaft regelmässig hervorruft, werden hingegen nur von wenigen Arten bevorzugt.

### Sind die Ergebnisse auf die Schweiz übertragbar?

Die Forschungen im Nationalpark Bayerischer Wald bieten günstige Voraussetzungen für die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere mitteleuropäische Gebiete. Zum einen bildet der Nationalpark Bayerischer Wald einen repräsentativen Ausschnitt des Bergmischwaldes in Mitteleuropa (240 km<sup>2</sup>) entlang eines langen Höhengradienten von rund 800 Höhenmetern (von 655 m bis 1420 m ü.M.) und in verschiedensten Ausprägungen (Bodentypen, Auflichtungsgrade usw.).

Zudem stehen neben den Wirtschaftswäldern auch seit Jahrhunderten ungenutzte Bestände für Untersuchungen zur Verfügung, ein Umstand, der in den meisten Wirtschaftswäldern nicht gegeben ist. Schliesslich ist das Gebiet gross genug, um räumlich unabhängige und somit statistisch abgesicherte und auf grössere Regionen übertragbare Ergebnisse zu erzielen.

I. Jeniš



Ingo Arndt



Links: Stark dimensioniertes liegendes Totholz weist eine kontinuierliche Feuchtigkeit auf, Lebensbedingungen, die die darauf spezialisierten Käferarten Gebirgshirschkäfer (*Ceruchus chrysolinus*), *Danosoma fasciatum* und *Ampedus auripes* (oben, von links) bevorzugen.

## Die Schwellenwerte in der forstlichen Praxis

Um Schlüsselstrukturen zu erhalten und Schwellenwerte zu erreichen, sollen auf Bestandsebene die folgenden Massnahmen ergriffen werden:

1. Die Nichtnutzung rauborkiger Laubbaumarten, insbesondere des Bergahorns, und die Nichtnutzung von mindestens 10 Biotopbäumen pro Hektare, die als potenzielle Höhlenbäume und Methusalems, später als stehendes Totholz ihre ökologische Wirkung entfalten können.

2. Die nur noch in Resten vorhandenen alten Bestände (> 200 Jahre) nicht nutzen. Diese Wälder weisen oft lange Traditionen für Lebensräume an absterbenden Bäumen auf. Es ist daher besonders wichtig, dass in ihnen die Bäume bis zum Verfall ungenutzt bleiben.

3. Über 300 Jahre alte Tannen erhalten.

4. Je Hektare mindestens fünf Höhlenbäume, wo vorhanden, markieren und von einer Nutzung verschonen.

5. Das Belassen stark dimensionierten Totholzes, gebrochener und absterbender Bäume im Bestand (Buche über 20 cm, Tanne über 50 cm Durchmesser in Brusthöhe).

6. Im Zuge aller Hiebmassnahmen gezielt Starkkronen oder ökonomisch weniger wertvolle Stammteile liegen lassen.

7. Bei Windwurfflächen mindestens auf 0,5 Hektaren Totholzstrukturen erhalten. In der Schweiz gibt es dazu mit dem Sturmschadenhandbuch eine gute Anleitung.

8. Wo vorhanden, einen Laubbaumanteil von über 60 Prozent erhalten. Die Forschung im Nationalpark Bayerischer Wald zeigte, dass beispielsweise Vogelarten, die von Laubbäumen profitieren, im Bergmischwald ab 60 Prozent Laubbaum-Anteil deutlich häufiger vorkommen.

Die wissenschaftlich erarbeiteten Schwellenwerte veranschaulichen, welche Strukturen ein Teil der Biodiversität in unseren Wäldern benötigt. Die politische Diskussion wird zeigen, in welchem Umfang die Zusatzaufwendungen oder Mindererträge der Forstwirtschaft abgegolten werden.

**Dr. Christoph Moning** studierte Landschaftsplanung an der TU-München. Sein Werdegang führte ihn von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft über den Nationalpark Bayerischer Wald bis zum Institut für Raumentwicklung und Umweltplanung in München. Daneben ist er Dozent für Ornithologie an der Hochschule für angewandte Wissenschaften in Weihenstephan-Triesdorf (D).

## Literatur

Moning, C., Bussler, H., Müller, J. (2009): Schlüsselwerte in Bergmischwäldern. Wissenschaftliche Reihe. Nationalpark Bayerischer Wald. Heft 19.

Moning, C., Held, M., Moshhammer, R., Müller, J. (2010): Ökologische Schwellenwerte in Bergmischwäldern als Basis für forstliche Naturschutzkonzepte. Naturschutz und Landschaftsplanung, 42 (6).