

# Sonderstandorte – Schatztruhen der Biodiversität

Bayern ist ein Land mit sehr vielfältigen Waldstandorten. Welche Rolle spielt diese Vielfalt für die Vielfalt der heimischen Arten, also die Biodiversität hierzulande?



1 Sonderstandorte sind Zentren der Artenvielfalt. Der Bruchwald am Moorrand mit Schwarzerlen ist ein solch typischer Wald-Sonderstandort.

Foto: S. Müller-Kroehling, LWF

## Stefan Müller-Kroehling

**Das Waldland Bayern verfügt nicht nur über sehr viel Wald, sondern auch über eine Vielzahl unterschiedlicher Waldstandorte – trotz der historisch bedingten starken Veränderungen zahlreicher Standorte durch den Menschen. Auf diesen wenigen verbliebenen »Sonderstandorten« lebt eine überproportional hohe Zahl seltener Tier-, Pilz- und Pflanzenarten. Sonderstandorte haben daher eine herausragende Bedeutung für die Biodiversität der heimischen Arten.**

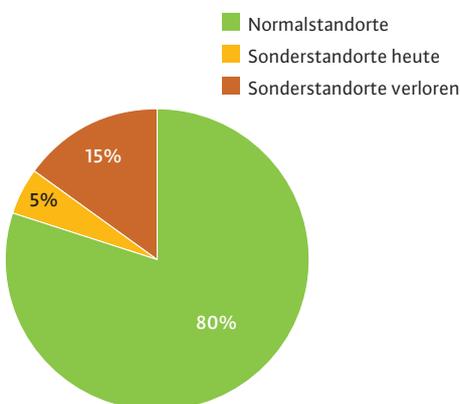
Die meisten, ja eigentlich alle heimischen Baumarten wachsen und gedeihen hervorragend auf »mittleren Waldstandorten«, also normal nährstoff- und wasser-versorgten Böden, bei denen kein Faktor sehr extrem ausgeprägt ist. Solche wüchsigen Waldstandorte wie Parabraunerden, Braunerden und Kalkverwitterungslehme finden sich in Bayern auf großen Flächen, sind also die »Normalstandorte«. Sie sind das Reich der Buche, die hier aufgrund verschiedener Eigenschaften über kurz oder lang zur Dominanz gelangt, sofern nicht der Mensch gezielt oder unbeabsichtigt andere (Misch-)Baumarten fördert. Diese ziehen hier sonst meist den Kürzeren. Dass diese Baumarten trotz-

dem in Bayern vorkommen können, hängt damit zusammen, dass sie ausweichen können. Und zwar vor allem auf »Sonderstandorte«.

## Sonderstandorte – einst und jetzt

»Sonderstandorte« sind Standorte mit extremen Standortbedingungen, wie extremer Nässe oder Trockenheit, grobblockigem Material, reinem Sand, Torfstandorte oder solche in großer Meereshöhe. Auf diesen Standorten stocken von Natur aus ganz besondere Waldgesellschaften, deren Klimaxbaumarten im Gegensatz zur sonst übermächtigen Buche speziell an die dort vorherrschenden Extrembedingungen angepasst sind. Die Buche kann hier nicht wachsen oder ist in ihrer Konkurrenzkraft geschwächt.

Gleichzeitig sind auf diesen Flächen auch die Ertragsenerwartungen entsprechend geringer, weil meist auch Holzvorrat und Zuwachs erheblich niedriger sind. Zudem wäre der Aufwand, das vorhandene Holz zu nutzen, aufgrund der schwierigeren Erschließung deutlich höher. Eine ertragsorientierte Forstwirtschaft ist somit auf diesen Standorten oftmals nicht möglich, wenn man nicht gewillt wäre, diese Standorte in Bezug auf ihre bessere Nutzbarkeit zu verändern. Das aber ist heute verboten (vgl. Kasten).



2 Anteil von Normal- und Sonderstandorten in Bayerns Wäldern einst und jetzt nach Müller-Kroehling 2015 (verändert)

## Anthropogene Standortveränderungen

Der Mensch hat in den letzten Hunderten von Jahren jedoch bereits in massiver Weise viele Standorte gezielt aktiv oder auch unbeabsichtigt als Folge anderer Aktivitäten verändert. Felsen wurde in »steinreichen« Regionen in sehr vielen Fällen gesprengt oder abgebaut, Steine und Blöcke wurden aus Wiesen und Feldern geräumt und zu Lesewällen aufgeschichtet oder für den Gebäude- und Straßenbau verwendet. Feuchtstandorte wurden entwässert oder verfüllt. Flüsse der Tieflandauen wurden begradigt und haben sich in der Folge stark eingetieft, so dass große Talstriche der Stromauen trockenfielen. Erodirtes Erdmaterial nach Waldrodungen an den Hängen wurde in den Auen im Mittelalter in großem Stil aufgelandet. Quellen wurden gefasst, Grundwasser abgeleitet oder in Form von Brunnen und Tiefbrunnen genutzt. Moore wurden entwässert und Torf abgebaut. In der Folge haben wir heute mehr »Normalstandorte« als in der ursprünglichen Landschaft. Wir wissen nicht, wie viele es ursprünglich waren, und wir wissen auch von den meisten Sonderstandorten, die es heute noch gibt, nur ungefähr, welchen Umfang an der Landesfläche sie einnehmen. Als Näherungsgröße kann man davon ausgehen, dass ursprünglich mindestens ein Zehntel des Landes (vermutlich aber mehr) »Sonderstandorte« wie große Nieder- und Hochmoore, die Stromtäler und von Sümpfen durchsetztes Land war, und der römische Geschichtsschreiber Tacitus beschreibt Germanien auch entsprechend. Heute sind es wohl noch etwa maximal 5% unserer Landschaft, die man als Extremstandort charakterisieren kann (Abbildung 2).

## Klein, aber oho

Dieser relativ kleine Anteil hat es aber für die Biodiversität »in sich«. Das Leben auf diesen Standorten ist »hart«, wenn man nicht an sie gewöhnt ist, und deswegen leben hier Spezialisten. Dies sind Arten,

**3** Manche Waldtypen wie dieser Schluchtwald sind Spiegelbilder vergangener Waldepochen und aus diesem Grund besonders artenreich. Foto: S. Müller-Kroehling, LWF



die meist eher konkurrenzschwach gegenüber den auf Normalstandorten dominanten Arten sind, aber auf Sonderstandorten durch ihre speziellen Anpassungen Konkurrenzvorteile haben.

Schon bei unseren prominentesten Waldbewohnern, den Bäumen, gibt es ganz bestimmte Anpassungen, wie sie beispielsweise das Wurzelsystem aufweisen kann: Da sind Brettwurzeln (wie bei der Flatterulme) als Anpassung an wenig stand-sicheres Schwemmland in den Auen. Oder Atemwurzeln mit Leitgewebe für die Luftaufnahme, wenn der Baum lang Zeit des Jahres direkt im Wasser steht, wie bei der Schwarzerle im Bruchwald. In Hochmooren sind es Adventivwurzeln, wie die Moorkiefer oder Spirke sie aufweisen, um mit den Torfmoosen um die Wette wachsen zu können. Stelzwurzeln bilden sich, wenn die Fichte in sehr hochgelegenen, schneereichen Lagen nur auf liegenden Baumstämmen oder im Moosbewuchs von Felsen keimen kann. Solche Anpassungen gibt es auch bei den krautigen Pflanzenarten. Darunter sind wiederum, wie bei den Bäumen, auch viele konkurrenzschwache und auch lichtliebende Arten, denen es auf den von der Buche eingenommenen Normalstandorten schlichtweg zu schattig ist.

Und auch die tierischen Bewohner dieser Extremlebensräume brauchen spezielle »Tricks«, um auf diesen Standorten leben zu können. Diese Tricks bestehen in einer körperlichen Anpassung oder aber in einem speziell angepassten Verhalten. So können die Arten zum Teil extreme Kälte aushalten, indem sie Glykol eingelagert haben und durch ihre schwarze Farbe Wärme besonders effektiv aufnehmen können. Oder sie sind in der Lage, große Hitze und Trockenheit zu ertragen, indem sie sich tief genug in den Boden eingraben können. Geht es darum, auf überschwemmten Standorten wochen-

ja monatelang zu überleben, kommen als Anpassungen sowohl speziell überflutungsresistente Überdauerungsstadien mit Kiemen oder eine gute Kletter- oder Flugfähigkeit zum Einsatz, um dem Hochwasser kletternd oder gleich durch Flucht zu entgehen.

### Spiegelbild der Waldgeschichte

Ein weiterer Grund, warum Lebensräume auf Sonderstandorten so artenreich sind, liegt in Bayerns Waldgeschichte begründet. Diese war seit der letzten Eiszeit, also in den letzten 10.000 bis 12.000 Jahren, sehr wechselhaft. Die Böden mussten sich nach dem Abschmelzen des Eises erst wieder entwickeln, und das Klima änderte sich mehrfach stark. So war die Vegetation zunächst eher die einer Kältsteppe und Tundra sowie Taiga, mit Waldkiefern, Sand- und Moorbirken und vielen feuchten Bereichen. Später wurde es wärmer und feuchter, und es dominierten in wechselnder Folge Eichen und Edellaubbäume (Abbildung 3).

Erst spät kam die Buche zurück und begann, das Ruder zu übernehmen. Jenen Arten, die es jahrtausendlang gewohnt waren, in lichten Wäldern wie den Eichenwäldern oder in Wäldern mit günstiger Humusform wie etwa den Edellaubbaumwäldern aus Eschen, Ulmen und Ahornen zu leben, blieb nichts anderes übrig, als auf jene Standorte auszuweichen, wo diese Waldtypen überleben konnten, eben den Sonderstandorten. Und so sind die Waldgesellschaften dieser Standorte in gewisser Hinsicht Spiegelbilder früherer Epochen der Waldgeschichte, und ermöglichen auch »Zeitreisen« in jene.

Weil die Waldgesellschaften eine lange Koexistenz unter hiesigen Bedingungen haben, und weil es spezieller Anpassungen bedarf, um hier leben zu können, gibt es in diesen Waldtypen besonders viele Arten, die nur dort zu finden sind, die

sogenannten »Alleinstellungsarten« dieser Waldtypen (Müller-Kroehling 2017). Ihr Erhalt muss uns auch im Lichte der globalen Schutzverantwortung besonders am Herzen liegen (Müller-Kroehling 2013). Hier leben also besonders viele jener Arten mit weltweit kleinen Verbreitungsgebieten, für die wir aufgrund dieser Hauptverbreitung hierzulande besonders verantwortlich sind.

### Spezialisten seltener Waldtypen

Die Arten, die in Bayerns Wäldern leben, kann man grob in drei Gruppen einteilen:

- Generalisten, die verschiedene Waldtypen nutzen können, oder oftmals auch außerhalb von Wäldern leben können
- Standortspezialisten
- Strukturspezialisten, die an bestimmte Habitatrequisiten gebunden sind

Ganz besonders spezialisiert sind natürlich jene Arten, die sowohl an den Standort als auch an bestimmte Strukturen Anforderungen stellen. Sind sie auch noch ausbreitungsschwach, haben sie es schwer, diesen speziellen Lebensraum neu zu besiedeln.

Heute wissen wir noch nicht annähernd, welcher Anteil der etwa 48.000 heimischen Tierarten zu den letzteren beiden Gruppen gehören, und damit zu den Spezialisten von Wäldern besonderer Standortbedingungen oder Strukturen. Hierfür wissen wir bei vielen Artengruppen einfach noch zu wenig über deren Ansprüche und Verbreitung.

### Beispiel Laufkäfer

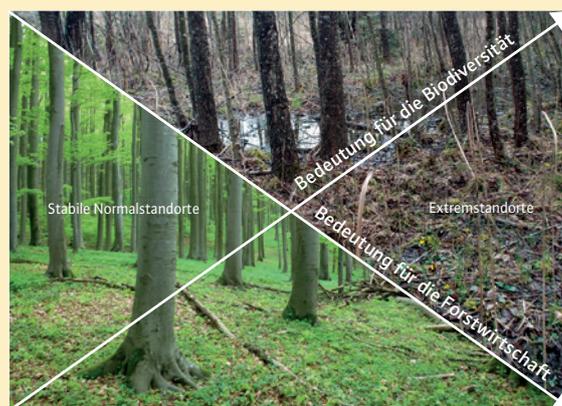
Doch ein Blick auf eine besonders gut untersuchte Artengruppe mit besonders starkem Bezug zu den Standortbedingungen kann eine Vorstellung geben, wie bedeutsam Sonderstandorte für viele Artengruppen sind.

Die Laufkäfer (*Carabidae*) sind mit etwa 500 einheimischen Arten eine artenreiche Gruppe, die in allen Landlebensräumen Mitteleuropas von der Sanddüne bis zum Gletscher-Vorfeld vertreten sind. Aufgrund ihrer Lebensweise am Boden haben sie einen sehr starken Bezug zu den Standortbedingungen (Müller-Kroehling 2008). Für diese Artengruppe liegt eine Analyse ihrer Beziehung zu den Waldtypen vor (Müller-Kroehling 2002). Etwa die Hälfte der heimischen Arten wird regelmäßig in Wäldern gefunden, die andere Hälfte ist auf jene Flächen beschränkt, die natürlicherweise oder durch mensch-

## Sonderstandorte

Die »Sonderstandorte« sind durch das Bundesnaturschutzgesetz (§ 30 BNatSchG »Gesetzlich geschützte Biotope«) geschützt. Vor der Novelle des Naturschutzrechts waren diese Flächen als »Art. 13d«-Flächen bekannt. Es sind dies jene Flächen, die aufgrund einer bestimmten Kombination aus standörtlicher Ungunst und einer hierfür typischen Bestockung gesetzlichen Schutz genießen, auch außerhalb von Schutzgebieten. Es bedarf darüber hinaus keiner feststellenden Kartierung, auch wenn eine solche hilfreich wäre, um Rechtssicherheit zu schaffen. In Bayern gibt es als einzigem deutschen Bundesland keine Kartierung der geschützten Waldbiotope. Es ist also der Waldbesitzer gut beraten, wenn er die Biotope selbst kennt und entsprechend erhält. Hierfür gibt es einige Handreichungen, die diese Waldbiotope beschreiben, zum Beispiel von Kölling et al. (2004). Diese gibt auch Hinweise, auf was der Waldbesitzer achten sollte, nämlich an aller erster Stelle darauf, die speziellen Standortfaktoren, die diese Waldtypen prägen, nicht zu verändern.

Auf Sonderstandorten ist der Ertrag sehr gering, aber die Biodiversität außerordentlich hoch. Fotos: S. Müller-Kroehling, LWF



lichen Einfluss waldfrei wären. Von den heimischen Waldarten wiederum ist etwa ein Viertel in der Lage, in den schattigen Wäldern der Normalstandorte zu gedeihen. Die übrigen drei Viertel dieser Gruppe der Waldarten benötigen Wäldern »mit dem gewissen Etwas«, nämlich mindestens einem extremen Standortfaktor. Und unter diesen ist auch eine ganze Reihe von Arten, für die wir eine hohe Schutzverantwortung weltweit haben (Müller-Kroehling 2013) wie etwa der Schwarze Grubenlaufkäfer (Abbildung 4).

### Moorarten

So weit eine Querschnittsbetrachtung über eine Artengruppe hinweg. Zur Beleuchtung der Bedeutung von Sonderstandorten lohnt auch eine ebensolche Betrachtung aller Artengruppen von der Ameise bis zur Zuckmücke über einen konkreten Lebensraumkomplex hinweg, hier im Beispiel die Moore.

Moore sind Standorte, die gleich mehrere Extrembedingungen auf sich vereinen, je nachdem, um welchen Typ es sich handelt. Ganz extrem ist es bei Hochmooren, wo eigentlich alles ungünstig und extrem ist: dauernde Kälte und Frostgefahr bis in den Sommer, extreme Nährstoffarmut und Nässe sowie extrem saure Bedingungen. Nur wenige Baumarten kommen damit klar, aber die Zahl der Tierarten ist ganz und gar nicht gering, wenn man die Spezialisten betrachtet.

Für die Moore haben wir aus dem »Moorartenkorb« ebenfalls Zahlen für zahlreiche Artengruppen, unter anderem auch die Laufkäfer. Hier sind es 25 und somit etwa 5% der heimischen Arten, die auf moorige bzw. Torf-Standorte an-

gewiesen sind oder sie stark präferieren, während torfige Standorte von Natur aus etwa 3% der bayerischen Fläche einnehmen. Also ist auch hier ein überproportionaler Anteil der Arten von Sonderstandorten abhängig.

Insgesamt sind es mindestens 500 Tier- und Pflanzenarten (exakt 473 Arten und weitere in Auswertung begriffen; Müller-Kroehling 2018), die nach aktuellem Stand (etwa 20 Artengruppen) an Moorstandorte gebunden sind oder diese stark präferieren. Letzteres bedeutet oft, dass die Kernlebensräume der Arten in Moorbereichen liegen, und außerhalb nur kleinere, empfindlichere Populationen vorkommen. Manchmal sind dies auch nur »Satellitenpopulationen«, die allein gar nicht überlebensfähig wären. Und ferner können viele Arten, die bayernweit nicht ganz eng an Moore gebunden sind, in bestimmten Landesteilen sehr streng auf Moore angewiesen sein, weil ihnen dort Alternativhabitats ganz fehlen oder weil hier die standörtlich-klimatischen Bedingungen für sie insgesamt sehr ungünstig sind. In solchen »Ungunstregionen« sind Arten zunehmend auf ihre besonders geeigneten Gunsthabitats angewiesen und beschränkt.

Ein Beispiel soll dies illustrieren. Manche kältepräferente Waldarten kommen in den Hochlagen der Mittelgebirge, auf den dort sauren Standorten, mit aufgrund der Niederschläge oft luftfeuchten Lagen mit Rohhumus-artigen Auflageformen auch in »normalen Wäldern« vor, sind aber in den warmen Laubwaldregionen ganz und gar auf Moorstandorte angewiesen. Ein Beispiel hierfür wären natürliche Vorkommen der Fichte.

### Die Rolle der Feuchtwald-Baumarten

Sonderstandorte sind reich an Baumarten, und jede Baumgattung und jede Baumart hat ihre speziellen tierischen Liebhaber. Beispielsweise tragen die Baumarten der Feuchtwälder mit solchen Spezialisten erheblich zur Artenvielfalt bei. Bei der Esche (*Fraxinus excelsior*) kann man von etwa 50 Arten ausgehen, die weitgehend an sie gebunden sind, und einige davon sind auch selten und gefährdet (Müller-Kroehling & Schmidt 2018). Als Ölbaumgewächs ist die Esche in hiesigen Breiten ein wenig ein Exot, so dass die Zahl der Spezialisten geringer ausfällt, als man das von einer in warmen Regionen verbreiteten Baumgattung erwarten sollte. Besonders hoch ist ihre Bedeutung aber als wichtige Baumart einer großen Spanne seltener Waldgesellschaften vom Schluchtwald bis zu verschiedenen Feuchtwäldern (Müller-Kroehling & Schmidt 2018).

Die drei heimischen Ulmenarten besiedeln in Bayern ebenfalls weitgehend Waldgesellschaften auf Sonderstandorten und nehmen laut dritter Bundeswaldinventur weit weniger als ein Prozent der heimischen Bestockung ein, auch bedingt durch das vor 100 Jahren eingeschleppte Ulmensterben. Während die Bergulme (*Ulmus glabra*) eine Baumart des Schluchtwaldes ist, kommen Feld- und Flatterulme (*U. minor*, *U. laevis*) in den Auen und Sümpfen besonders gehäuft vor, die Flatterulme ferner auch in Bruchwäldern, während die Feldulme ein weiteres Standbein in bestimmten Trockenwäldern hat. Über 100 heimische Arten sind hierzulande an die Ulmengewächse gebunden, und davon kommen beispiels-



4 Der Schwarze Grubenlaufkäfer besiedelt Sumpfund Bachauwälder sowie Quellmoore und lebt oft in den letzten Laubwaldresten intensiv genutzter Landschaften. Foto: S. Müller-Kroehling, LWF

weise ungefähr zehn nur an der Flatterulme vor (Müller-Kroehling 2019b).

Vier Birkenarten gibt es natürlicherweise in Bayern und drei davon sind Spezialisten feuchter, meist mooriger Standorte. Hiervon sind zwei strauchförmig wachsende Arten, die Strauch- und die Zwergbirke (*Betula humilis*, *B. nana*), Eiszeitrelikte und extrem selten, während die Moorbirke (*B. pubescens*) etwas häufiger ist und in Deutschland etwa ein halbes Prozent der heimischen Bestockung ausmacht. Ungefähr 100 Arten sind hierzulande an Birken gebunden, manche sogar nur an Moor-, Strauch- oder Zwergbirke (Bachmaier 1965). Da die Sandbirke (*B. pendula*) vor allem als Pionier auf zahlreichen eher ärmeren und sauren Standorten verbreitet ist und immerhin um die 5% an der deutschen Bestockung ausmacht, sind die meisten Spezialisten der Birken, die alle heimischen Birkenarten gleichermaßen nutzen können, nicht auf Sonderstandorte angewiesen. Dennoch kann man auch bei dieser Baumgattung davon ausgehen, dass eine erhebliche Zahl von Arten an Sonderstandorten hängt, denn viele der Besiedler von Birken bevorzugen ein ganz bestimmtes Mikroklima, wie es eben nicht überall zu finden ist.

Als grober Richtwert können wir wohl davon ausgehen, dass an jeder der heimischen etwa 50 Baumarten bzw. -gattungen mindestens 20 bis 100 Tierarten hängen, die auf diese konkrete Baumart oder die ganze Baumgattung spezialisiert sind und von ihrem Vorkommen daher abhängen. Ganz oben auf der Liste der bedeutsamsten Baumgattungen in dieser Hinsicht stehen neben den Birken die Eichen und die Weiden. Letztere sind wiederum vor allem in den Feuchtgebieten artenreich vertreten und weisen einige Vertreter auf, die selbst extrem selten geworden sind, wie die Lavendelweide (*Salix eleagnos*).

## Sonderstellung der Eichen

Die Eichen sind ein Sonderfall. Bei uns sind sie mit drei Arten vertreten, die ursprünglich vor allem auf »schwierigeren« Standorten der Buche die Stirn bieten können, also auf stark wechselfeuchten und sehr plastischen, zähen Böden wie reinen Tonböden (Pelosolen, starke Pseudogleye), dem Reich der Stieleiche (*Quercus robur*), oder auf sehr nährstoffarmen, trockenen Standorten, wo Trauben- und auch die bei uns seltene Flaumeiche (*Q. petraea*, *Q. pubescens*) zu finden sind. Darüber hinaus hat der Mensch aber die beiden erstgenannten Eichenarten auch sehr stark gefördert, sei es durch Hutewaldwirtschaft, Stockausschlagbetrieb (Nieder- und Mittelwald) oder als Eichen-Wirtschaftswälder wie im Spessart. Jahrhundertlang wurde sie dadurch gezielt oder indirekt begünstigt, weil sie für menschliche Bedürfnisse so vielfältig nutzbar war. Von Natur aus wäre Eichen heute am ehesten aufgrund ihrer Langlebigkeit und ihre speziellen Verjüngungsweise als Mischbaumarten und nur sehr selten als führende Baumart zu erwarten und würde wohl nur wenige Prozent der Bestockung ausmachen, abgesehen von den genannten Extremstandorten. Auch Eichenwälder sind also eigentlich Waldtypen der Sonderstandorte.

Neben ihrer sehr lichten Krone, ihrer rauen Borke und ihrem sehr dauerhaften Holz sind es die durch das erreichbare hohe Alter von um die 800 Jahren sehr stattlichen Dimensionen und lange Zersetzungsdauer des toten Holzes, die sie in Bezug auf die Biodiversität in den heimischen Wäldern zur bedeutsamsten Baumgattung machen, weit vor der Buche. Mehrere hundert Arten aus den verschiedenen Tiergruppen sind hierzulande streng auf Wälder mit Eichen angewiesen. Nicht wenige dieser Arten und eine erhebliche Zahl weiterer Arten kommen nur in von Eichen geprägten, lichten Laubwäldern vor. Auch Nadelwälder auf ärmsten und sehr kalten Sonderstandorten sind äußerst selten, schützenswert und bedroht (Bußler & Müller-Kroehling 2007; Müller-Kroehling et al. 2009) – unter anderem durch den globalen Wandel, durch Stickstoffeinträge und den Klimawandel. Sie zu erhalten, wird eine besondere Herausforderung sein.

## Zusammenfassung

Wir sind mit den Sonderstandorten nicht immer pfleglich umgegangen, sondern haben in der Vergangenheit auf vielfältige Weise versucht, sie besser für uns nutzbar zu machen. Dennoch sind noch gut ausgeprägte Sonderstandorte auf erheblichen Flächen erhalten geblieben. Sie sind »Schatzkammern« der Biodiversität. In den intensiver genutzten Regionen sind sie letzte Refugien für viele Arten. Verlören wir diese Flächen, ging in extremem Maße regionale Artenvielfalt verloren. Nicht nur sind diese Waldgesellschaften deutlich überproportional artenreich, sondern auch besonders reich an Arten, die nur in diesen konkreten Waldtypen vorkommen können. Und obendrein sind sie relativ reich an Arten, für die wir weltweit eine besondere Schutzverantwortung haben. Als letzte Laubwaldflächen sind Wälder auf Sonderstandorten vielfach auch zugleich Refugialflächen für Laubwaldbewohner in den Nadelforstgebieten.

Aus gutem Grund sind die Wälder auf Sonderstandorten durch den §30 BNatSchG vor Zerstörungen oder erheblichen Beeinträchtigungen geschützt, und dies auf der gesamten Landesfläche. Diese Flächen sollten uns für den Erhalt unseres Naturerbes und der Artenvielfalt nämlich vor allen anderen Flächen am Herzen liegen, weil Einmaligkeit, Biodiversitätswerte und Verletzbarkeit hier maximal sind.

## Literatur

- Bachmaier, F. (1965): Untersuchungen über die Insekten- und Milbenfauna der Zwergbirke (*Betula nana* L.) in süddeutschen und österreichischen Mooren, unter besonderer Berücksichtigung der phytophagen Arten und ihrer Parasiten. Veröff. Zool. Staatssamm. München 9: S. 55–158
- Bußler, H.; Müller-Kroehling, S. (2007): Käferarten als Zeiger autochthoner Kiefernstandorte in Bayern. LWF Wissen 57: S. 52–56
- Kölling, C.; Müller-Kroehling, S.; Walentowski, H. (2004): Geschützte Waldbiotope. Pirsch H. 3 bis H. 21 und Sonderheft, 40 S.
- Müller-Kroehling, S. (2002): Welchen Lebensräumen entstammt die heutige Artenvielfalt in Mitteleuropa. Natur und Kulturlandschaft 5: S. 99–109
- Müller-Kroehling, S. (2008): Laufkäfer, Zeigerarten für Naturnähe. LWF aktuell 63: S. 14–18
- Müller-Kroehling, S. (2009): Endemische Laubwald-Laufkäfer in bayerischen Buchen- und Schluchtwäldern. LWF-Wissen 61: S. 57–66
- Müller-Kroehling, S. (2013): Prioritäten für den Wald-Naturschutz – Die Schutzverantwortung Bayerns für die Artenvielfalt in Wäldern, am Beispiel der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae). Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz 13: S. 57–72
- Müller-Kroehling, S. (2015): Laufkäfer als charakteristische Arten in Bayerns Wäldern – eine methodenkritische Auseinandersetzung mit Definition und Verfahren zur Herleitung charakteristischer Arten und zur Frage von Artengemeinschaften, unter besonderer Berücksichtigung der nach §30 BNatSchG geschützten Waldgesellschaften und der Wald-Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie und vergleichenden Einbeziehung natürlicherweise waldfreier Sonderstandorte im Wald. Diss. TU München, 312 S. + Anh. (Zugleich Skripten des BfN, Band 424, in 2 Teilbänden)
- Müller-Kroehling, S. (2016): Welche Lebensräume müssen wir vorrangig und verstärkt schützen, und wie? Jahresber. Bayer. Forstverein 2015: S. 32–54
- Müller-Kroehling, S. (2018): Der Bayerische Moorartenkorb – eine neues Instrument für Bewertungen und Prioritätensetzungen in Mooren. Mitt. DgAAE 21: S. 43–50
- Müller-Kroehling, S. (2019a): In Dubio pro Betula! Plädoyer für mehr Toleranz gegenüber der Moorbirke in Mooren. ANLiegen Natur 41(1): 10 S. (online vorab veröff. 12/2018)
- Müller-Kroehling, S. (2019b): Biodiversität an der Flatterulme. LWF Wissen (in Vorber.)
- Müller-Kroehling, S.; Schmidt, O. (2019): Eschentriebsterben und Naturschutz: 7 Fragen, 7 Antworten. ANLiegen Natur 41(1): 12 S. (publ. Online 2/2019)
- Müller-Kroehling, S.; Walentowski, H.; Bußler, H.; Kölling, C. (2009): Natürliche Fichtenwälder im Klimawandel – hochgradig gefährdete Ökosysteme. LWF Wissen 63: S. 70–85

## Autor

Dr. Stefan Müller-Kroehling ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung »Biodiversität, Naturschutz, Jagd« für den Fachbereich Natur- und Artenschutz sowie Moorschutz tätig und Artenspezialist für Natura 2000.

Kontakt: Stefan.Mueller-Kroehling@lwf.bayern.de