Jürgen Schmidl & Bernd-Ulrich Rudolph

Diversität und Defizite der xylobionten Käferfauna in inselartigen Buchen- und Eichenbeständen von Nadelholz dominierten Forsten in Schwaben

Zusammenfassung
Anhand der xylobionten Käfer wird die naturschutzfachliche Bedeutung isolierter älterer Buchen- und Eichenbestände (meist > 100 Jahre), die inmitten ausgedehnter Fichtenforste liegen, sowie von solitären Alteichen in Fichtenbeständen am Beispiel des Forstbetriebs Zusmarshausen im Landkreis Augsburg dargestellt. Es zeigt sich, dass in diesen Beständen noch naturschutzfachlich bedeutsame Reste der ursprünglichen Biodiversität an altholzbewohnenden Käfern vorkommen. Zur Sicherung der wertgebenden Artenspektren und Populationen xylobionter Käfer (und damit auch anderer Organismengruppen) werden eine Reihe konkreter Maßnahmen, wie die signifikante Erhöhung der Buchen- und Eichenanteile, der Bestandsalter, des Totholzangebotes in der Fläche, die schnelle und vollständige Sicherung noch vorhandener Altbäume, einen Verzicht der Eichen- und Buchenholznutzung durch Selbstwerber und Brennholzverkauf durch den Forstbetrieb sowie die Einrichtung von Hiebsruheflächen ohne Bewirtschaftung empfohlen.

Summary
Based on their xylobiontic beetle fauna, we illustrate the ecological value of stands of older beech and oak (most trees > 100 years old) situated within extensive spruce forests as well as of solitary old oaks in spruce forests as found in the forest holding of Zusmarshausen in the Augsburg rural district. It is demonstrated that these stands retain remnants of the original biodiversity of beetle species that live in old wood. In order to protect the valuable spectrum of species and populations of wood dwelling beetles (as well as other groups of organisms), a number of practical measures are defined. These include a significant increase in the proportion of beech and oak as well as in the age of the stands and in the amount of deadwood, the immediate and complete protection of existing old trees, ceasing the sale of oak and beech to individuals including the sale of beach and oak as firewood, and the creation of areas to be taken out of use.

1. Einleitung

Die Forste der Iller-Lech-Schotterplatten sind seit etwa zwei Jahrhunderten von einer intensiven Kultur der Fichte geprägt. Hier finden sich ihre wüchsigsten Standorte in Bayern („schwäbisches Fichtenoptimum“). Die bis Anfang des 19. Jahrhunderts dominierenden Formationen der Buchen- bzw. Buchen-Tannenwälder wurden bis auf klein-

Anschriften der Verfasser:
Dr. Jürgen Schmidl, Am Kressenstein 48, 90427 Nürnberg
Bernd-Ulrich Rudolph, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bgm.-Ulrich-Str. 160, 86179 Augsburg

flächige Reste in Nadelwälder umgewandelt. Mit Beginn des 20. Jahrhunderts wurden die reinen Nadelforste teilweise wieder mit kleinflächigen Buchenwaldbeständen angereichert (sog. „Rebel-Flächen"). Laubhölzer sind nicht gleichmäßig verteilt im Nadelwald zu finden, sondern bilden im Normalfall inselartige Bestände in einer ausgedehnten Matrix aus Fichten. Diese „Laubholzinseln" weisen Ausdehnungen von unter einem Hektar (vor allem Rebel-Flächen) bis über 30 ha auf (hier handelt es sich um Relikte der früheren Bestockung). Das Baumalter dieser Bestände beträgt maximal 120 bis 140 Jahre, meist aber um 100 Jahre. Bis auf einzelne Naturwaldreservate werden sie forstwirtschaftlich genutzt. Die Baumartenverteilung und das Waldbild sind im Staats-, Körperschafts- und Privatwald des Naturraums vergleichbar, in letzterem ist der Laubholzanteil eher noch geringer.
Mit der Umwandlung der ursprünglichen Buchen- in Fichtenwälder gingen gravierende Veränderungen in der Fauna und Flora einher. Einen deutlichen Hinweis auf den Reliktcharakter der älteren Laubholzbestände gibt Offner (2013) anhand der Verbreitung von *Dicranum viride*, dem Grünen Gabelzahnmoos, in der Region Augsburg, einem an altem Laubholz (Brusthöhendurchmesser i. d. R. über 40 cm) wachsenden Epiphyten. Einen weiteren Hinweis zeigt die Verbreitung mancher Buchenwaldspezialisten, beispielsweise der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii*, die in Bayern südlich der Donau im Gegensatz zu den Laubwaldregionen Nordbayerns weitgehend fehlt (Meschede & Rudolph 2004).
Die vorliegende Arbeit fasst zwei Studien zusammen (Schmidl 2012, 2013), die im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt die xylobionte (holzbewohnende) Käferfauna in den „Buchenwaldinseln" und in isolierten Eichenbeständen am Beispiel des Staatswaldes im Forstbetrieb Zusmarshausen, Landkreis Augsburg, untersuchten. Eichen weisen aufgrund des unterschiedlichen Spektrums holzzersetzender Pilze (Braunfäule bei der Eiche, Weißfäule bei der Buche) ein teilweise anderes Käferartenspektrum auf als die Buchen. Zudem ist die Eiche im Untersuchungsgebiet, welches ursprünglich von der Buche dominiert wurde, als azonale Baumart bzw. reliktäre Komponente nacheiszeitlicher Wärmephasen vor Einwanderung der Buche zu werten, mit den einhergehenden Besonderheiten in der begleitenden Insektenfauna.
Die Fragestellungen der Studien waren: Inwieweit können diese „Laubholzinseln" noch oder wieder als Lebensraum für die autochthone Insektenfauna dienen und welche Arten der vormaligen Fauna haben in diesen Flächen überdauert? Oder allgemeiner ausgedrückt: Welche Bedeutung weisen kleinflächige, isolierte, bewirtschaftete Buchen- und Eichenbestände für den Schutz und die Erhaltung der charakteristischen Biodiversität auf? Die Studien wurden anhand der Gruppe der holzbewohnenden Käfer ausgeführt. Sie sollen in der Gesamtschau eine Informationsbasis zur verbliebenen Fauna dieser für Waldökosysteme ökologisch zentralen Insektengruppe liefern. Auf dieser Grundlage werden eine artenschutzfachliche Bewertung und die Ableitung konkreter Vorschläge zur waldbaulichen und ökologischen Praxis über die Region hinaus erarbeitet.

1.1 Xylobionte Käfer im Ökosystem

Holz war im mitteleuropäischen Raum unter den natürlichen Verhältnissen einer Wald-Urlandschaft das allgegenwärtigste organische Substrat. Vor diesem Hintergrund ist es verständlich, dass etwa ein Viertel (ca. 1.378 Arten nach Schmidl & Bussler 2004) aller in Mitteleuropa nachgewiesenen Käferarten an diesen Lebens-

raum angepasst ist. Durch den Strukturreichtum und die vielfältigen Zersetzungszustände ergibt sich in Totholz für ein breites Spektrum von Lebensformen eine große Zahl ökologischer Nischen: z. B. Holz- und Rindenfresser, Holzpilzbesiedler und Pilzmyzelfresser, Baumsaftlecker und Höhlenbrüter, Baummulmbewohner und spezialisierte Räuber.
Käfer spielen sowohl hinsichtlich des natürlichen Abbaus von Totholz als auch in der Schaffung von Sekundärstrukturen (z. B. Bohrgänge, Mulm) eine dominante Rolle. Sie bereiten das Substrat für eine Besiedlung durch weitere Tiergruppen wie z. B. Hautflügler auf und tragen durch einen hohen Spezialisierungsgrad und ihre oft spezifischen Besiedlungsabfolgen wesentlich zu den sehr komplexen ökologischen Beziehungsgefügen totholzreicher Baumbestände bei. Käfer, insbesondere Borkenkäfer, können auf die Waldstruktur einförmiger Bestände und dadurch sogar auf die Verteilung von Fledermauspopulationen Einfluss nehmen (Kortmann et al. 2017).
Die differenzierte Lebensweise, ihre hohe Artenzahl sowie die empfindliche Reaktion auf Veränderungen im Lebensraum machen xylobionte Käfer zu einer Schlüsselgruppe für eine Reihe von Fragestellungen in Naturschutz und Landschaftsplanung, u. a. in Bezug auf die Bewertung von Wäldern, Parks, Streuobstbeständen, Alleen etc. und die Ermittlung ihres ökologischen Reifegrades, der Faunentradition und der Naturnähe („Urwaldreliktarten“, Stenotope).

1.2 Bestockung, Altersstruktur, Totholz und Biotopbäume – die Situation im Forstbetrieb (FB) Zusmarshausen (BaySF 2014)

Aktuell ist die Fichte mit einem Flächenanteil von 59 % die dominierende Baumart im Staatswald des FB Zusmarshausen. Weitere Nadelbaumarten wie Kiefer, Tanne, Lärche und Douglasie nehmen nur geringe Anteile unter jeweils 3 % ein. Die zweithäufigste Baumart ist die Buche. Sie nimmt über alle Altersklassen (Systematik nach dem Naturschutzkonzept, BaySF 2009) einen Anteil von etwa 17 % ein, der zwischen 11 % (Altersklasse II) und 32 % (Altersklasse VI) schwankt. Der Anteil der Eiche ist südlich der Donau aus edaphischen und klimatischen Gründen sehr gering, ihr Anteil an den Baumarten im Forstbetrieb Zusmarshausen beträgt 4 %. Edellaubhölzer erreichen 3 %, wobei die Hauptanteile dieser Baumarten vor allem in den jüngeren Beständen liegen.
Alte und seltene Waldbestände älter 180 Jahre, inklusive eines Naturwaldreservates [14,4 ha Größe] kommen auf einer Fläche von 15,7 ha vor (sog. Klasse 1-Wälder nach dem BaySF-Naturschutzkonzept), naturnahe Waldbestände zwischen 140 und 179 Jahren auf einer Fläche von 88 ha (sog. Klasse 2-Wälder). Naturnahe (d. h. vor allem laubholzreiche) Bestände zwischen 100 und 139 Jahren (Klasse 3-Wälder) wurden auf 172 ha und derartige Wälder jünger als 100 Jahre auf 1.374 ha erfasst. 2 % der Holzbodenfläche des Betriebs sind älter als 100 Jahre.

Die Menge des für die Biodiversität so wichtigen stehenden und liegenden Totholzes über 20 cm Brusthöhendurchmesser in den Wäldern des Forstbetriebs Zusmarshausen beläuft sich auf etwa 1,3 % des gesamten stehenden Vorrats. Umgerechnet auf den Hektar Holzboden ergibt sich ein durchschnittlicher Totholzvorrat von ca. 4,5 m³. Bezieht man das Stockholz mit etwa 5 m³/ha ein und rechnet den aufgenommenen Tot-

holzvorrat unter Einbeziehung des dünneren Totholzes auf die Kluppschwelle 5 cm (ab der gemessen wird) hoch, beträgt der tatsächliche Totholzvorrat 11,4 m³/ha. Der überwiegende Teil des Totholzes besteht aus Nadelholz (77 %), nur etwa 23 % kommen aus dem Laubholz. Die Eiche ist dabei mit etwa 5 % kaum vertreten.
Das allgemeine Bestockungsziel im Forstbetrieb sieht eine Steigerung des Buchenanteils von derzeit 17 % auf 24 % und des Anteils der Tanne von 3 auf 7 % vor. Der Nadelholzanteil (ohne Tanne) wird sukzessive von derzeit 71 % auf 52 % abgesenkt, vornehmlich zu Lasten der Fichte. Der geringe Anteil der naturnahen Wälder des Forstbetriebs Zusmarshausen erklärt sich vor allem aus den günstigen Anbaubedingungen für die Fichte, deren Siegeszug in Mittelschwaben bereits Mitte des 19. Jahrhunderts begann. Hinzu kommen großflächige Übernutzungen der Kriegs- und Nachkriegsjahre, deren Kahlflächen am einfachsten mit Fichte wieder aufgeforstet werden konnten. Eine Trendumkehr ist erst mit den Sturmschäden der vergangenen Jahrzehnte eingetreten. So konnte die Fläche mit reiner Fichtenbestockung im Zeitraum 1998 bis 2008 durch intensive Laubbaumeinbringung um 1.000 ha reduziert werden.
Um genauere Informationen über den Umfang an Biotopbäumen zu erhalten, wurde im Distrikt Lindach (450 ha) 2010 beispielhaft eine Kartierung sämtlicher alter Laubbäume und Kiefern durchgeführt. Insgesamt wurden 1312 Bäume aufgenommen, die als Biotopbaum oder Biotopbaumanwärter bezeichnet werden können. Zusammen ergeben sie einen Vorrat von 5500 m^3 oder 12 m^3 bzw. drei Biotopbäume je Hektar in diesem Distrikt. Von diesen Altbäumen weisen 59 Bäume Pilzkonsolen auf, 166 Bäume wurden eindeutig als Höhlenbäume identifiziert (BaySF 2014).

2. Methodik

2.1 Erfassung der Käfer

Die Untersuchungen fanden 2012 (25.5. bis 25.8., Zielbaumart Buche) und 2013 (21.6 bis 28.8., Zielbaumart Eiche) im Forstbetrieb Zusmarshausen der Bayerischen Staatsforsten (BaySF) im Naturpark „Augsburg, Westliche Wälder“ statt. In insgesamt zehn laubholzreichen Beständen, die wie „Inseln“ innerhalb ausgedehnter nadelholzgeprägter Waldgebiete liegen, wurden je vier Bäume pro Probefläche mit stammnah auf Brusthöhe (1,3 m) installierten Eklektoren ausgestattet (Abb. 1, 2). Im Lindacher Wald, wo es neben einem Eichenbestand zahlreiche Solitäreichen gibt, wurden zusätzlich zwölf totholzreiche Eichenstämme als Einzelbäume an Wegrändern oder im Fichtenbestand beprobt. Die Fallen wurden 2012 viermal und 2013 dreimal geleert und bei diesen Terminen ergänzende Handaufsammlungen von Käfern durchgeführt. Verwendet wurden Rahn-Eklektoren der Firma bioform, Nürnberg. 2012 lag der Fokus auf acht buchenreichen Beständen von 10 – 37,5 ha Größe (Tab. 1), 2013 auf den zwei eichenreichen Waldgebieten „Lindach“ und „Steinberg-Eich“ von je etwa 8 ha Größe. Die beiden Eichenbestände östlich von Zusmarshausen und westlich von Biburg sind etwa 5 km voneinander entfernt. Insgesamt wurden 2012 somit 32 Buchen und 2013 20 Eichen untersucht. Pro Waldbestand und Probefläche wurden die vier „besten“ Bäume (Buchen bzw. Eichen) nach den folgenden Kriterien als Fallenpunkte ausgewählt:

- **Stammtotholz-Quantität**, soweit vorhanden. Alternativ wurden die Fallen an den Baumindividuen mit dem höchsten Brusthöhendurchmesser des Bestandes angebracht.

• **Stammtotholz in unterschiedlichstem Sukzessionsstadium**, soweit vorhanden. Dies betrifft bei anbrüchigen Bäumen insbesondere die Verpilzungsart und den Morschegrad.
• **Mulmhöhlenbäume**, soweit vorhanden.

Die Studien zielte zur besseren Vergleichbarkeit und statistischen Bearbeitbarkeit der Daten auf bodennahes stehendes Stammtotholz an lebenden Bäumen.

Die Tabelle 1 gibt die Kennzahlen für die 2012 beprobten acht Buchenbestände wieder. Für die 2013 beprobten 20 Eichen ist wegen der geringen Zahl an Beständen (zwei) und der überwiegenden Beprobung von Einzelbäumen in der Gesamtmatrix der Waldabteilung „Lindach" eine solche Angabe nicht sinnvoll bzw. aussagekräftig; für diese wird im Rahmen der Darstellung der Ergebnisse zur Totholzsituation auf strukturelle Details der Bestände eingegangen.

Fläche	Koordinaten (Rechts-, Hochwert)	Alter	Größe [ha]	Buche [%]	Fichte [%]	Kiefer [%]	Lärche (europ.) [%]	Lärche (japan.) [%]	Sonstige [%]
Fuchshalde (Fuchs)	4394160; 5342812	130	10,5	35	35	30	-	-	-
Birkanger (Birk)	4409737; 5354359	140	15,0	50	40	5	-	-	5 (Ei)
Sulzkopf (Sulz)	4401770; 5348194	70	28,9	15	75	-	-	10	-
Steinberg-Brunnenberg (Stein)	4407529; 5347947	85	21,9	60	-	-	15	-	25 (Laub)
Oberholz (Ober)	4407235; 5352853	110	37,5	20	70	-	5	-	5 (Ta)
Sommerleite (Somm)	4397082; 5362294	110	16,4	30	65	-	5	-	-
Splitter (Split)	4398325; 5364095	95	27,5	40	55	5	-	-	-
Gessertshauser Schlag (Gess)	4403100; 5366600	85	29,3	50	45	-	-	5	-

Tab. 1: Bestandsparameter der acht Buchen-Probeflächen (Erhebungen 2012): Durchschnittsalter und Flächengröße des Bestandes sowie die geschätzten Anteile der Baumarten. Ei = Eiche, Laub = sonstige Laubhölzer, Ta = Tanne. Die Anteile der Baumarten beziehen sich auf die gesamte Waldabteilung; da die Baumarten in diesen nicht gleichmäßig gemischt sind, hoben sich die untersuchten Buchenbestände darin als deutlich von Buchen dominierte Teilbereiche hervor (s. Abb. 1, 4).

2.2 Erfassung der Umweltparameter

Zur Beurteilung der Zusammenhänge zwischen Bestandsstruktur und quantitativen sowie qualitativen Ergebnissen der Erfassung xylobionter Käfer wurden für die Probebestände in den acht Buchenbeständen 2012 jeweils eine Reihe von Umweltparametern erfasst, insbesondere Kennzahlen zu Totholz und anderen für xylobionte Käfer besonders relevanten Strukturen. Dazu wurde um jeden Baum ein sogenannter „forstlicher Probekreis" von 1000 m^2 Fläche und einem Radius von 17,8 m um den jeweiligen Fallenbaum gelegt (= insgesamt 32 Buchen-Probekreise) und folgende Parameter aufgenommen:

- Brusthöhendurchmesser (BHD) des Probebaumes [cm]
- Totholz an lebenden Probebäumen: Intervalle: keine Stammfäule, 0-10% faul, 10-25% faul, 25-50% faul, 50-75% faul, 75-99% faul
- Totholz (dw) im Probekreis 1000 qm, in [m³]: dw stehend <25 cm, dw stehend >25 cm, dw liegend <25 cm, dw liegend >25 cm
- Totholz-Sonderstrukturen im Probekreis 1000 qm: Kronentotholz (Intervalle 1, 2 oder 3), Kronenbruch (ja/nein), Pilzfruchtkörper (ja/nein), Phytotelme (ja/nein), Höhlen (n, Typ)
- Biotopbäume (Laubholz) pro ha um Probebaum: Stubben ab 1 m Höhe; natürlich abgebrochene Krone/Zwiesel; teilweise abgestorben, ab 50 cm BHD; mit deutlichem Pilzbefall; mit Spechthöhlen; mit Faulhöhlen; hohle Bäume; Altbäume >100 cm (Methusalems).
- Summarischer BHD der zehn dem Probebaum benachbarten Bäume, ab 12 cm.

Mittels multivariater Analysen wurden Art- und Umweltdaten korreliert und die Ergebnisse faunistisch-ökologisch nach Diversität, Habitatbindung und Kriterien der Roten Listen Bayerns (Schmidl et al. 2003) und Deutschlands (Stand 2011, Schmidl & Büche 2017) interpretiert.



Abb. 1: Abgebrochene Buche mit Zunderschwamm und Eklektor in der Probefläche Birkanger nördlich von Zusmarshausen. Der Zunderschwamm ist ein Charakterpilz naturnaher Buchenwälder und Entwicklungssubstrat des Schwarzkäfers *Bolitophagus reticulatus*. Foto J. Schmidl



Abb. 2a-i: Eklektoren an Eichen-Probebäumen. Fotos: J. Schmidl

2.3 Statistische Analysen

Auf Basis der summarischen Artenspektren der Einzelbäume in den acht Buchen-Probebeständen (für die Eichen ist der Stichprobenumfang mit zwei Beständen zu gering) wurden Korrespondenzanalysen durchgeführt, die die Artengemeinschaften der einzelnen Probebäume nach Ähnlichkeiten bzw. Unähnlichkeiten in ihrer Zusammensetzung ordnet (ordiniert) und dabei besonders ihre Korrelation mit den gemessenen Umweltparametern berücksichtigt:

Korrespondenzanalyse und Kanonische Korrespondenzanalyse:

Die *Korrespondenzanalyse* (CA) ist eine Methode zur multivariaten Analyse und Darstellung komplexer ökologischer Datensätze. Sie stellt eine indirekte Gradientenanalyse dar, d. h. es werden Umweltgradienten anhand von Artzusammensetzungen ermittelt. Der Ausgangspunkt für die Berechnung ist die Annahme, dass die Arten entlang von Umweltgradienten eine unimodale Verteilung einnehmen, d. h. jede Art hat einen bestimmten Toleranzbereich und ein Optimum in Bezug auf einen Umweltgradienten und die natürliche Verteilung der Art bewegt sich entlang einer Glockenkurve (Jongman et al. 1995). Aufgrund dieser Annahme lässt sich das gewichtete Mittel einer Art berechnen, welches die Lage des artspezifischen Optimums entlang des Umweltgradienten beschreibt. Mit Hilfe der Korrespondenzanalyse werden Artenkombinationen

(*samples*, z. B. die ermittelten Käferarten einer Probefläche) oder einzelne Arten (*species*) in einem ökologisch vieldimensionalen Raum grafisch dargestellt. Die Anzahl der Dimensionen dieses Raumes beträgt n-1, wobei n = die Anzahl der *samples*, also der einzelnen Artenkombinationen, ist. Um die grafische Darstellung dieses vieldimensionalen Raumes zu ermöglichen, werden die größten Distanzen innerhalb der *samples*-„Punktwolke" als Achsen (Abszisse, Ordinate) der zweidimensionalen Grafiken genutzt und alle Elemente der Ordination (*species* oder *samples*) auf diese zweidimensionale Ebene projiziert (*scatterplot*).
Die *Kanonische Korrespondenzanalyse* (CCA) ist eine Weiterentwicklung der CA, bei der zusätzlich zu den Artdaten die Umweltparameterwerte in die Berechnung und Darstellung einfließen. Hierbei wird eine lineare Regression zwischen den ermittelten ökologischen Positionen der *samples* (*sites scores*) und den gemessenen Umweltdaten durchgeführt. In der grafischen Darstellung (*biplot*) repräsentieren Pfeile die Umweltparameter. Dabei entspricht die Lage der Pfeile zueinander den Korrelationen der zugehörigen Umweltparameter und die Länge der relativen Bedeutung, die der jeweilige Umweltparameter für die Erklärung der Variation im Artdatensatz hat. Die Berechnungen und Analysen wurden im Programmpaket Canoco for Windows 4.5 (Ter Braak & Smilauer, 2002) durchgeführt. Details zur Methode in Jongman et al. (1995).

Kriterien und Bewertungsinstrumente:
Gefährdungs- und Schutzkategorien:

0	verschollen oder ausgestorben
1	vom Aussterben bedroht
2	stark gefährdet
3	gefährdet
R	extrem selten bzw. regionale Restriktion der Verbreitung
V	Arten der Vorwarnliste (kein Rote Liste-Status)
II	gemäß Anhang II der FFH-Richtlinie in Deutschland Art von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhalt besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen
IV	gemäß Anhang IV der FFH-Richtlinie in Deutschland streng zu schützende Art von gemeinschaftlichem Interesse
§	besonders geschützte Art gemäß Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) § 1 Satz 1
§§	streng geschützte Art gemäß Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) § 1 Satz 2

Ökologische Grundlagen:
Schmidl & Bussler (2004): Ökologische Gilden xylobionter Käfer Deutschlands. – Naturschutz und Landschaftsplanung 36 (7); Stuttgart.
Müller et al. (2005): Urwald relict species. Waldoekologie online Heft 2, pp. 106-113; Freising.

Gilde	**a:** Altholzbesiedler
	f: Frischholzbesiedler
	p: Holzpilzbesiedler

m: Mulmhöhlenbesiedler
s: Sonderbiologie

UWR	Urwaldreliktarten Workshop LWF 9.9.2005: Müller et al. (2005)
UWR1	im engeren Sinne
UWR2	im weiteren Sinne
FFH	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
RL D 2011	Rote Liste-Status Deutschland (Schmidl & Büche 2017)
RL BY 2003	Rote Liste-Status Bayern (Schmidl, et al. 2003)

3. Ergebnisse

Die dieser Veröffentlichung zu Grunde liegenden ausführlichen Berichte Schmidl (2012) und Schmidl (2013) sind inkl. kompletter Artenlisten bei den Autoren erhältlich.

3.1 Buchenwaldinseln

Diversität und naturschutzfachliche Wertigkeiten

In den acht Buchenwaldprobeflächen mit insgesamt 32 Probebäumen konnten zusammen 179 xylobionte Käferarten mit 2112 Individuen festgestellt werden. Dies entspricht 13,0 % der deutschen xylobionten Käferfauna (Schmidl & Büche 2017), ein für nur ein Erfassungsjahr hoher Wert. Eine Hochrechnung per sogenannter „*quadrat-richness-estimators*“ (Programmpaket PAST, https://folk.uio.no/ohammer/past/) ergibt summarisch je nach Methode (Chao2, Jackknife1, Jackknife2, bootstrap) einen Gesamtartenpool von 205 – 240 Arten in den Buchen-Untersuchungsflächen.

Es wurde keine in den Anhängen II und IV der FFH-Richtlinie der Europäischen Union gelistete Art festgestellt, jedoch insgesamt 15 Arten der Roten Liste Deutschland 2011 (Schmidl & Büche 2017) bzw. 39 Arten der Roten Liste Bayern (Schmidl et al. 2003); kombiniert (jeweils ohne Kategorie V) sind es 41 RL-Arten. Sechs Arten stehen auf der Vorwarnliste (V). Zwei als Urwaldreliktarten (Müller et al. 2005) klassifizierte Arten wurden als Einzeltiere gefunden, beide Arten leben in stärker zersetztem Totholz: *Batrisodes buqueti* und *Benibotarus taygetanus*. Pro Bestand schwankt die Artenzahl zwischen 39 und 87, die der Rote Liste-Arten zwischen zehn und 22 (Tab. 2).



Abb. 3: *Benibotarus taygetanus*. Foto: Lech Borowiec

Lucht-Code	Familie/Art	Gilde	RLD 2011	RLBY2003	UWR	FFH	§§	Birk	Gess	Sulz	Somm	Split	Stein	Fuchs	Ober
10-.005-.001-.	Abraeus granulum Er., 1839	a		3				22		6			2		7
16-.008-.001-.	Liodopria serricornis (Gyll., 1813)	p		3				3							
18-.009-.015-.	Euconnus pragensis (Mach., 1923)	s	G	3						1				1	1
21-.002-.003-.	Ptenidium turgidum Thoms., 1855	a	G	3				6	5	1		3			5
23-.139-.001-.	Pseudomicrodota jelineki (Krasa, 1914)	a	R	2							1				
24-.006-.005-.	Euplectus sparsus Bes., 1964	a		2				2		1		5	1		
24-.008-.004-.	Plectophloeus erichsoni (Aubä,1844)	a		3							1				
24-.008-.005-.	Plectophloeus nubigena (Rtt., 1876)	a		V				2	2	1		2			1
24-.012-.001-.	Trichonyx sulcicollis (Reichb., 1816)	a	V	V				11	1						
24-.015-.005-.	Batrisodes buqueti (Aube, 1833)	s			2								1		
25-.0011.001-.	Benibotarus taygetanus (Pic, 1905)	a	R	1	1								1		
31-.007-.002-.	Thanasimus femoralis (Zett.)	f		3					1						
322.004-.001-.	Thymalus limbatus (F., 1787)	p	3	3				2		1					
33-.002-.001-.	Lymexylon navale (L., 1758)	a	3	3						1					
34-.001-.004-.	Ampedus erythrogonus (Müll., 1821)	a	3	3				1	1	3			1	5	1
34-.001-.005-.	Ampedus rufipennis (Steph., 1830)	a	2	3									1		
34-.030-.001-.	Calambus bipustulatus (L., 1767)	a	V											1	
34-.031-.001-.	Hypoganus inunctus (Lacord., 1835)	a	V	V				2							
36-.003-.001-.	Eucnemis capucina Ahr., 1812	a	3	3								2			2
36-.011-.001-.	Hylis olexai Palm, 1955	a	V	3				6			2	1			1
36-.011-.002-.	Hylis cariniceps Rtt., 1902	a	3							1	2	17	2	1	
40-.004-.001-.	Prionocyphon serricornis (Müll., 1821)	s	G					1	1						1
45-.006-.001-.	Megatoma undata (L., 1758)	s		3					1					2	
52-.001-.006-.	Rhizophagus perforatus Er., 1845	f		G				3			2	8			1
52-.001-.013-.	Rhizophagus cribratus Gyll., 1827	a		G						1			2		1
58-.003-.0081.	Latridius hirtus (Gyll., 1827)	p		3								1			
58-.004-.009-.	Enicmus brevicornis (Mannh., 1844)	p		3								1			
58-.007-.014-.	Corticaria abietorum Motsch., 1867	p		3				4	1	24	5	1		4	2
58-.008-.003-.	Corticarina obfuscata Strand, 1937	p	D	2					1	3					
59-.004-.003-.	Mycetophagus piceus (F., 1792)	p	V	3								2	1		
59-.004-.008-.	Mycetophagus multipunctatus F., 1792	p		3									2		1
61-.003-.003-.	Symbiotes armatus Rtt., 1881	m	D	1				1		2	1	1		2	2
63-.001-.001-.	Sphindus dubius (Gyll., 1808)	p		G						1					
63-.002-.001-.	Arpidiphorus orbiculatus (Gyll., 1808)	p		G				4	2			7	1	1	7
65-.006-.003-.	Cis jacquemartii Mell., 1848	p	D	3				1		1		1			1
68-.012-.010-.	Anobium emarginatum Duft., 1825	a		3									1		

68-.022-.004-.	Dorcatoma substriata Hummel, 1829	p	V	2						1		3	2	1	
68-.022-.006-.	Dorcatoma dresdensis Hbst., 1792	p		3				1				6			
68-.022-.007-.	Dorcatoma robusta Strand, 1938	p	3	2				5		7		18			3
73-.004-.021-.	Anaspis costai Em., 1876	a	D	3				2			1			1	1
79-.003-.006-.	Mordella aculeata L., 1758	a	D	3							1				
79-.006-.001-.	Curtimorda maculosa (Naez., 1794)	a		3				1							
80-.005-.002-.	Orchesia micans (Panz., 1794)	p	V								1				
82-.003-.001-.	Prionychus ater (F., 1775)	m	V												1
82-.005-.001-.	Pseudocistela ceramboides (L., 1761)	m	3	2				9							
83-.014-.001-.	Bolitophagus reticulatus (L., 1767)	p	3	3				4				17			4
86-.005-.001-.	Sinodendron cylindricum (L., 1758)	a	V	3			b						6		
87-.0274.009-.	Corymbia scutellata (F., 1781)	a	3	2			b						3		
	Artenzahl (48)							**22**	**10**	**17**	**10**	**18**	**15**	**10**	**19**

Tab. 2: Rote-Liste-Arten, Arten der Vorwarnlisten und Urwaldreliktarten der acht Buchenbestände und ihr quantitativen Auftreten in den Probeflächen.

Die gefundenen artenschutzfachlichen Wertigkeiten sind in der Summe relativ hoch, wobei das Gros der Arten (sowohl der gefährdeten als auch ungefährdeten) kleine Formen sind (z. B. die Pselaphidae oder Scydmaenidae). Besiedler großdimensionierter Totholzsortimente sind unterrepräsentiert oder fast nur vorhanden, soweit sie Stubben besiedeln. Dies spiegelt den Mangel an von diesen Arten bewohnten Altbaumstrukturen im fast gesamten Untersuchungsgebiet wider, nur wenige der Probefläche bieten starkes stehendes Totholz und Faulholz oder Mulmhöhlen. Dies dokumentiert aber auch für die betreffenden Arten mit Bindung an Laubholz ihre Fähigkeit, bei Vorhandensein eines gewissen „Totholz-Sockels“ in solchen Buchenwaldinseln überleben zu können.

Strukturelle Analyse

Eine Betrachtung des xylobionten Artenspektrums nach Substratgilden (Schmidl & Bussler 2004) beleuchtet den Zusammenhang zwischen vorhandenen Totholz- und Gehölzstrukturen und den darin lebenden Käferarten. Das Verteilungsbild der Gilden (Tab. 3) ist typisch für feuchte dunkle Laubwälder, wo die Besiedler von Altholz (a, an anbrüchigen Stämmen und Stubben) sowie Pilzbesiedler (p, an Holzpilzen und von Pilzmyzel durchzogenem Holz der anbrüchigen Stämme und Stubben) dominieren. Mulmhöhlenbesiedler (m) und Sonderbiologien (s, v.a. in Mulmhöhlenbäumen, eingefaulten Ästen etc.) kommen in solchen Wäldern nur dann in nennenswerten Anteilen vor, wenn die Bäume alte Höhlen besitzen und der Bestand kontinuierlich Bäume in der Alters- und Zerfallsphase aufweist. In den acht untersuchten Flächen ist dies nicht oder nur sehr eingeschränkt der Fall, weshalb diese Indikatorwerte hier gering ausfallen. Die Frischholzbesiedler (f, v.a. Rindenbrüter an frisch absterbenden Ästen und Stämmen) zeigen hier einen unterdurchschnittlichen Anteil, was aber auch methodisch bedingt ist, da die Eklektoren an den Stämmen und im Bodenstratum plaziert wurden und viele Ast- und Reisigbesiedler daher in der Artenliste fehlen. Allerdings fehlen

auch typische stammbrütende Frischholzbesiedler (wie viele Bock- und Prachtkäfer), da mangels kontinuierlich entstehender Brutressource die Populationen nicht ausdauernd in den Beständen siedeln können.

Xylobionte Arten Buchenwaldinseln Substratgilde	**a**	**f**	**p**	**m**	**s**
Anzahl und ihr Anteil an allen Käfern (n = 179)	89 (49,7 %)	31 (17,3 %)	49 (27,4 %)	3 (1,7 %)	7 (3,9 %)
RLD 2011 (n = 15)	10 (66,7 %)	0	3 (20,0 %)	1 (6,7 %)	1 (6,7 %)
RLBY 2003 (n = 39)	18 (46,2 %)	2 (5,1 %)	15 (38,5 %)	2 (5,1 %)	2 (5,1 %)
RLD 2011* explizit	2 3 3 3 3 3 R R G G V V V V V	0	3 3 3 V V V	3 V	G G
RL BY* explizit	1 2 2 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 G V V V	3 G	2 2 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 G G	1 2	3 3
Urwaldreliktart	*Benibotarus taygetanus*	–	–	–	*Batrisodes buqueti*

Tab. 3: Synopsis der xylobionten Käfer der Bucheninseln im Forstbetrieb Zusmarshausen: Verteilung des xylobionten Artenspektrums (absolut/prozentual) auf die fünf Substratgilden: f: Frischholzbesiedler; a: Altholzbesiedler; m: Mulmhöhlenbesiedler; p: Holzpilzbesiedler; s: Xylobionte Sonderbiologien. Anteile (absolut/prozentual) der Rote-Liste-Arten in den jeweiligen Substratgilden. * RL-Arten hier inkl. V = Vorwarnliste. Explizit = konkrete Gefährdungsvorkommnisse.

Die Synopsis-Tabelle (Tab. 3) illustriert deutlich, dass die Mehrzahl (absolut und prozentual) der gefährdeten Arten an Altholz und daran befindlichen Verpilzungen vorkommt, während Mulmhöhlenbewohner und die ebenfalls in Reifestrukturen lebenden Sonderbiologien stark unterrepräsentiert sind. Dies bedeutet, dass die Bucheninseln diesen anspruchsvollen Arten kaum Lebensmöglichkeiten bieten, da die Bestände zu wenig Altbäume mit solchen Reifestrukturen besitzen und zudem das Kontinuum, also das ununterbrochene Angebot an solchen Strukturen in der Bestandsgeschichte fehlt (das „*megatree*"-Kontinuum). Dementsprechend finden sich auch nur zwei Urwaldreliktarten, darunter eine sehr kleine Art, der Palpenkäfer *Batrisodes buqueti*, über dessen biologische Ansprüche nicht viel bekannt ist, und der überraschend festgestellte, Altholz -besiedelnde (also auch in Stubben!) Rotdeckenkäfer *Benibotarus taygetanus*. Arten der FFH-Anhänge fehlen folglich vollständig.
Es gibt einen klaren Zusammenhang zwischen der erfassten Individuenzahl, der Zahl der Arten und der Zahl der Rote-Liste-Arten der einzelnen Probebestände, der sich als „Hitliste" in folgender Tabelle (Tab. 4) ausdrückt, geordnet nach abnehmender artenschutzfachlicher Wertigkeit:

Bestand	Birk	Ober	Split	Sulz	Stein	Gess	Somm	Fuchs
Individuen	415	339	339	253	182	240	230	114
Arten	87	74	76	74	57	60	55	39
RL-Arten	22	19	18	17	15	10	10	10

Tab. 4: Diversität der xylobionten Käfer der acht Bucheninseln FB Zusmarshausen: Individuen, Artenzahl, Zahl der Rote-Liste-Arten. Abkürzungen s. Tab. 1.

Die Bestände Birkanger (Birk), Oberholz (Ober) und Splitter (Split) besitzen die höchste Diversität und artenschutzfachliche Bedeutung (in diesen drei Beständen tritt auch die Indikatorart Zunderschwamm-Schwarzkäfer *Bolitophagus reticulatus* auf!), während die drei Bestände Gessertshauser Schlag (Gess), Sommerleite (Somm) und Fuchshalde (Fuchs) deutlich geringer zu bewerten sind. Die Bestände Steinberg-Brunnenberg (Stein) und Sulzkopf (Sulz) bilden die mittleren Wertigkeiten ab. Auf den Zusammenhang mit den Bestandsstrukturen wird in der Diskussion eingegangen.

Xylobionte Artengemeinschaften der Bucheninseln als Funktion von Totholz- und Bestandsparametern

Auf der Grundlage der erfassten Artenspektren der Probebäume und den erfassten Umweltparametern (Details und Werte siehe Schmidl 2012) der entsprechenden forstlichen Probekreise und Bestände können mittels statistischer Verfahren multivariate Korrelationen zwischen Artensets und Umwelt errechnet werden (also in der Gesamtschau, nicht nur hinsichtlich eines einzelnen Parameters).

Es wurde auf der Basis der summarischen Artenspektren (Ende Mai bis Ende August 2012) der Einzelbäume eine Kanonische Korrespondenzanalyse durchgeführt (siehe Kap. 2), die die Artengemeinschaften der einzelnen Probebäume nach Ähnlichkeiten bzw. Unähnlichkeiten in ihrer Zusammensetzung ordnet und dabei besonders ihre Korrelation mit den gemessenen Umweltparametern berücksichtigt.

Die Maßzahlen zu Erklärwert und Stärke sind: *Sum of all eigenvalues*: 6.693; *Sum of all canonical eigenvalues*: 1.822. Dieser hohe Gesamt-Eigenwert zeigt an, dass im Artendatensatz eine sehr hohe Heterogenität besteht, was bedeutet, dass die Zusammensetzungen der Käfergemeinschaften an den Probenorten stark voneinander abweichen. Für die Analyse wurden die in folgender Tabelle gelisteten Umweltparameter verwendet, dort ist zudem der unabhängige Erklärwert (eigenvalue) jedes Parameters angegeben (hier auch als Sortierkriterium verwendet; in Summe ergibt sich ein höherer Wert als 1.822, da manche Parameter kolinear sind, d. h. einander in ihrem Erklärwert ersetzen können). Zudem wird die in einem Monte-Carlo-Permutationstest errechnete statistische Sicherheit (als Irrtumswahrscheinlichkeit P-value) der Korrelation des Parameters mit der Verteilung der Arten angegeben sowie die F-ratio des zu Grunde liegenden F-Tests.

Die multivariate Analyse (verwendete Umweltparameter siehe Tab. 5) zeigt, dass die Unterschiede in der Artenverteilung der Probebäume statistisch signifikant durch die Parameter Brusthöhendurchmesser des Probenbaums (dbhtree), Menge an liegendem Totholz im Probekreis (dwly) und Anteil des Stammtotholzes des Probebaums erklärt

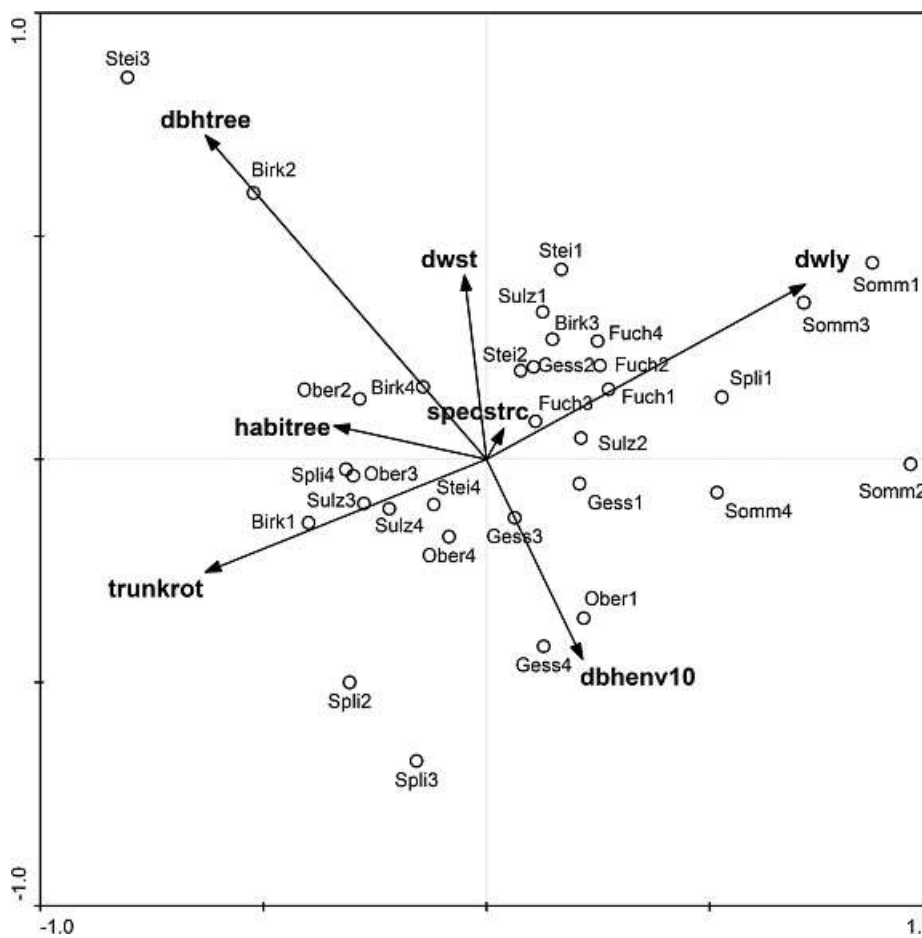
werden (trunkrot), also Parameter, die entweder direkt die „Qualität“ als Brutbaum oder die häufigsten großdimensionierten Totholzsortimente der Bestände, nämlich durch Nutzung entstandene Stubben, untergeordnet als liegende Stämme, ausdrücken.

Parameter	Kürzel	eigenvalue	Irrtumswahrscheinlichkeit (P-value)	F-ratio
Brusthöhendurchmesser des Probenbaums	dbhtree	0.40	0.0010	1.89
Totholz liegend [fm]	dwly	0.36	0.0020	1.72
Totholz am Stamm des Probebaums [fm]	trunkrot	0.33	0.0200	1.40
Brusthöhendurchmesser der zehn umgebenden Bäume	dbhenv10	0.26	0.1590	1.18
Zahl der Biotopbäume	habitree	0.25	0.1860	1.18
Totholz stehend [fm]	dwst	0.22	0.3720	1.04
Summe Sonderstrukturen	specstrc	0.11	0.9640	0.54

Tab. 5: Erfasste Umweltparameter in den Probekreisen von 1000 m^2 der Buchenwaldgebiete und ihr Erklärwert für die Verteilung der Käfergemeinschaften der 32 Probebäume der Buchenwaldbestände.

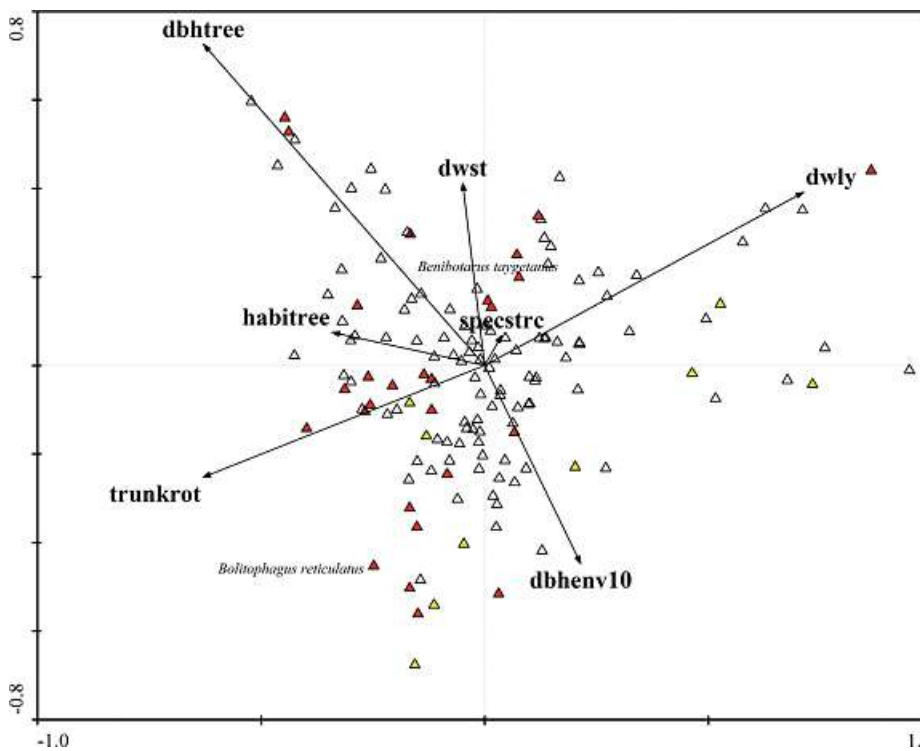
Alle anderen Parameter erreichen kein Signifikanzniveau. Dies bedeutet aber nicht, dass diese bedeutungslos sind, denn Bestandsparameter wie Zahl der Biotopbäume (habitree), Altersklasse (dbhenv10) und Totholz stehend (dwst) im Probekreis (welches noch nicht durch den Parameter trunkrot, also den Anteil stehenden Totholzes am Probebaum selbst erfasst ist) sind sicherlich summarisch ebenfalls wichtig, da sie das Überleben der Arten im Bestand sichern, abseits des einzelnen, punktuellen Totholzereignisses (Stamm des Probebaumes). Der Parameter Sonderstrukturen (specstrc) erhält hier keinen Erklärwert, da diese am Probebaum ebenfalls durch trunkrot „abgedeckt“ sind und im Probekreis in der Regel kaum weitere Biotopbäume zu finden waren. In urwaldartigen Beständen sind hierfür andere Ergebnisse zu erwarten.
Die folgenden Abbildungen (Grafik 1, Grafik 2) zeigen die resultierenden Ordinationsdiagramme bei Auftragung der ersten gegen die zweite Achse der Canonischen Korrespondenzanalyse (CCA). Die Umweltpfeile zeigen Stärke (Länge als Erklärwert) und Lage der höchsten Werte (Pfeilspitze) der jeweiligen Umweltparameter im aufgespannten Umweltraum.
Die erste Grafik (Grafik 1) stellt die Beziehung der Probebäume untereinander und zum ermittelten Umweltraum dar. Die Probebäume sind nach ihrer Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung angeordnet, d. h. Probebäume mit sehr unterschiedlichen Kombinationen xylobionter Käfer liegen weit entfernt voneinander, Probebäume mit ähnlicher Zusammensetzung näher zusammen. Die Umweltpfeile bestätigen in ihrer Komposition noch einmal die oben dargestellten Erklärqualitäten, zeigen aber auch, in welcher Weise sie zusammen oder entgegengesetzt wirken. Es zeigt sich folgendes Bild:
Die Parameter dbhtree, habittree, trunkrot und dwst wirken in eine gemeinsame „ökologische“ Richtung des Umweltraumes, beschreiben also Bestände mit dicken Probe-

bäumen mit höheren Totholzanteilen, mehr Biotopbäumen und mehr stehendem Totholz. Die Parameter dbhenv10 und dwly haben auf der entgegengesetzten Seite des für die xylobionten Käfer besonders relevanten Umweltraums ihre höchsten Werte: Wälder höherer Altersklasse mit wenig Totholz und wenig Biotopbäumen, aber teilweise mit erhöhten Werten beim bodennahen Totholz, das sich überwiegend aus Stubben rekrutiert. Es handelt sich auf dieser Seite des Umweltraumes also um totholzarme Wirtschaftswälder.
Die Konsistenz dieser Betrachtungsweise wird dadurch unterstrichen, dass die Einzelbäume der jeweiligen Bestände meist auf die jeweiligen Seiten berechnet werden, außer in den Fällen, in denen ein abgestorbener oder totholzfreier Einzelbaum sich von den übrigen Probebäumen eines Probebestandes unterscheidet.



Grafik 1: Kanonische Korrespondenzanalyse Achse 1 vs. 2 der Einzelbäume (Artenkomposition für gesamte Fangsaison gepoolt) und gemessenen Umweltparameter. Erläuterungen und Abkürzungen siehe Tab. 1 und 5 sowie Text.

Wie positionieren sich nun die Arten in diesem Umweltraum, insbesondere die Rote-Liste- und Urwaldreliktarten? Die Grafik 2 stellt den mittleren gewichteten Vorkommensort der 179 Arten (als Dreiecke) dar. Es zeigt sich eine gute Verteilung entlang der verschiedenen Parametergradienten. Arten im Zentrum der Ordination sind meist solche, die in verschiedensten Parameterkonstellationen vorkommen und deren Position dadurch rechnerisch in der Mitte liegt. Die ist nur mit Blick auf die Originaldaten von solchen Arten zu unterscheiden, die nur an einem oder wenigen Probebäumen mit solchen „intermediären" Parameterkonstellationen vorkommen.
Markiert man die Rote-Liste-Arten (hier: nur RL D 2011 inkl. V, in rot), bestätigt sich, dass die meisten gefährdeten und anspruchsvollen Arten in der „ökologischen Richtung" mit *dicken Probebäumen mit höheren Totholzanteilen in Beständen mit mehr Biotopbäumen und mehr stehendem Totholz* vorkommen (s. o.). In totholzarmen Wirtschaftswäldern fehlen diese Arten, allenfalls in Beständen der höchsten Altersklassen (dbhenv10) oder in solchen mit vielen Stubben (dwly, im Untersuchungsgebiet hier weitgehend ein Nutzungsparameter) sind einzelne Arten anzutreffen.



Grafik 2: Kanonische Korrespondenzanalyse Achse 1 vs. 2 der Arten (nach Abundanz gewichtetes mittleres Vorkommen) und gemessenen Umweltparameter (Umweltraum). Rot markiert: Arten der Roten-Liste Deutschland 2011 (inkl. V); Gelb markiert: Borkenkäfer. Erläuterungen und Abkürzungen siehe Tab. 1 und 5 und Text.

Als qualitativer und thematischer „Kontrast“ wurden die neun gefundenen Borkenkäferarten in gelb eingefärbt. Alle neun festgestellten Arten sind obligate Laubholzbesiedler, und es kommen nur zwei Arten mit Individuenzahlen >10 vor, *Taphrorychus bicolor* (auf Umweltposition Spli1) und *Xyleborus germanus* (auf Umweltposition Spli2). Es ist klar zu erkennen, dass Borkenkäfer mit dem Vorkommen der gefährdeten Arten und mit dem Vorkommen stehenden Buchen-Stammtotholzes nicht und insbesondere nicht in Form von „Kalamitäten“ korrelieren, wie man es aus den Fichtenbeständen kennt. Insoweit kann davon ausgegangen werden, dass die Anreicherung eines Bestandes mit stehendem Totholz und Biotopbäumen zu keinem „Borkenkäferproblem“ führt.

Die Grafik enthält zudem die „ökologische Position“ des Urwaldrelikts *Benibotarus taygetanus*, der aber nur als Einzelstück gefunden wurde, sowie die Position des Zunderschwamm-Schwarzkäfers *Bolitophagus reticulatus*, der als Naturnähezeiger gilt und im folgenden Abschnitt thematisiert ist.



Abb. 4a-c: Bucheninsel Splitter, Probebaum Spli-2, eine abgestorbene Buche mit Zunderschwammbesatz, Lebensraum des Zunderschwamm-Schwarzkäfers *Bolitophagus reticulatus.* Oben links: Schwarzkäfer nach vollständiger Aufarbeitung des Inneren eines Zunderschwamms. Unten links: Schwarzkäfer bei der Eiablage auf einem frischen Zunderschwamm. Fotos J. Schmidl

Der Zunderschwamm-Schwarzkäfer *Bolitophagus reticulatus* (Linnaeus, 1767) als Naturnähezeiger

Der Zunderschwamm-Schwarzkäfer ist eine knapp 1 cm große, von Ostfrankreich, Italien, dem Balkan, Mittel- und Nordeuropa bis zur sibirischen Pazifikküste und Japan verbreitete Käferart (Horion 1956). Diese mycetobionte Art entwickelt sich vornehmlich am Zunderschwamm *Fomes fomentarius*, der anbrüchige und absterbende Stämme von Laubhölzern besiedelt, vor allem Buche, aber auch Birke und in Gebirgsgegenden auch Tanne.

Durch die Größe und auffällige Form und durch ihre Bindung an den sehr augenfälligen Brutpilz ist die Art sehr leicht nachzuweisen bzw. ist ihr Fehlen in einem Bestand schnell festzustellen. Anders als der Zunderschwamm selbst, dessen Sporen schnell für eine Besiedlung neu entstehender Starktothölzer sorgen können, ist die Ausbreitung des Käfers ein Prozess langwieriger Re-Migration, der eine gewisse „*habitat connectivity*“, also Vernetzung oder ausreichend Trittsteinbiotope erfordert.

Im Untersuchungsgebiet konnten nur in drei der acht Probebestände Zunderschwammvorkommen festgestellt werden, im Birkanger, im Splitter und im Oberholz, den drei „diversesten“ Beständen (s. o.). Relativ häufig ist der Zunderschwamm nur im Birkanger, wo auch die größte Population des Schwarzkäfers anzutreffen war. Die geringste Dichte findet sich im Oberholz, das von den drei Probeflächen auch die intensivste Bewirtschaftung aufweist und nur zufällig per Windbruch entstandene Stümpfe als stehendes Totholz aufweist. In den übrigen fünf Probebeständen (Fuchshalde, Sommerleite, Gessertshauser Schlag, Sulzkopf und Steinberg-Brunnenberg) fehlen sowohl Pilz als auch Käfer.

Das Vorkommen des Zunderschwamms und des Schwarzkäfers bzw. ihr Fehlen dokumentieren eindeutig die Defizite hinsichtlich starkdimensionierten, stehenden Buchentotholzes. Es macht einen Unterschied, ob es in in einem Bestand nur Windbruchstämme gibt, die nach dem Abbrechen schnell austrocknen und dem Zunderschwamm nur wenig Gelegenheit zur individuenreichen Etablierung bieten, oder ob es sich um langsam absterbende „Biotopbuchen“ in der natürlichen Zerfallsphase handelt, an der über Jahre kontinuierlich Zunderschwämme entstehen können und den Aufbau einer lebensfähigen Schwarzkäferpopulation erlauben.

Im Oberholz ermöglicht es die Größe dieses Bestandes (37,5 ha), durch Zufallsereignisse wie Windbruch eine Schwarzkäferpopulation auf niedrigem Niveau zu halten. In den anderen fünf genannten Probebeständen ist dies trotz einzelner Windbruchstämme offenbar zu wenig. Es genügt also nicht, wie im Oberholz zu beobachten, nur Windbruchstämme als Biotopbäume zu kennzeichnen, es müssen vielmehr gezielt Altbäume entwickelt und aus der Nutzung genommen werden.

Es ist also klar erkennbar, dass für den Erhalt dieser Zeigerart und der generellen Diversität wertgebender xylobionter Käferarten (in Begleitung des *Bolitophagus* lebt eine Vielzahl weiterer gefährdeter Arten, siehe Grafik 2, Position im „Umweltraum“) die Erhöhung der Zahl der Biotopbäume und die Einrichtung von Hiebsruheflächen hohen Bestandsalters und ohne Nutzung (LB „langfristige Behandlung“) dringend erforderlich ist (siehe Diskussion).

3.2 Alteichen im Fichtenforst

Diversität und naturschutzfachliche Wertigkeiten

In den beiden Eichen-Probebeständen mit je vier Eichen in den Probeflächen Steinberg-Eich und Lindach (Abt. Kreideweiß) sowie an den zwölf einzelnen Alteichen im Lindacher Forst konnten zusammen 127 xylobionte Käferarten mit 2268 Individuen festgestellt werden: Steinberg-Eich 82 Arten, Kreideweiß 44, an den zwölf übrigen Einzelbäumen noch einmal 98. Die Artenzahl an den einzelnen Bäumen schwankt zwischen neun und 48, im Mittel beträgt sie 21,7. Neun Arten stehen nach Bundesartenschutzverordnung unter gesetzlichem Schutz, ausnahmslos Bockkäfer ohne Gefährdungsstatus, darunter sechs Nadelholzbesiedler – insgesamt sind elf der mittels der Eklektoren an den Eichen nachgewiesenen Arten als Nadelholzbesiedler anzusprechen, die als „Touristen" aus den umliegenden Fichtenforsten in die Fallen gelangten. Es wurde ebenfalls keine in den Anhängen II und IV der FFH-Richtlinie der Europäischen Union gelistete Art festgestellt.

An den Eichen wurden zehn Arten (7,9 % des ermittelten Artenspektrums) der Roten Liste Deutschland 2011 (Schmidl & Büche 2017) bzw. 27 Arten (21,3 % des ermittelten Artenspektrums) der Roten Liste Bayern (Schmidl et al. 2003) gefunden, in insgesamt 333 Individuen. Nach beiden Rote Listen kombiniert sind es 29 gefährdete Arten (Tab. 6): Eine vom Aussterben bedrohte (RL1), fünf stark gefährdete (RL2), 18 gefährdete (RL3), fünf mit Gefährdung unklaren Ausmaßes (RLG). Hinzu kommen noch vier Arten der Vorwarnliste (V). Eine als Urwaldreliktart klassifizierte Art konnte festgestellt werden: *Corticeus fasciatus* (Fabricius, 1790), ein kleiner Schwarzkäfer, der fast ausschließlich in anbrüchigen Eichen mit Mulmhöhlen und von Nagekäfern zerfressenem Stammtotholz lebt.

Strukturelle Analyse

Die Betrachtung des xylobionten Artenspektrums nach Substratgilden (vgl. Kapitel 3.1 und Schmidl & Bussler 2004) erbringt ein Verteilungsbild der Gilden (siehe folgende Synopsis-Tabelle Tab. 7), das den Erwartungen für stammnahe Probenahmen an alten Laubhölzern entspricht.

Es dominieren auch bei den Eichen die Besiedler von Altholz (a, an anbrüchigen Stämmen und Stubben) sowie Pilzbesiedler (p, an Holzpilzen und von Pilzmyzel durchzogenem Holz der anbrüchigen Stämme und Stubben). Mit drei Mulmhöhlenbesiedlern (m) und acht Sonderbiologien (s, v. a. in Mulmhöhlenbäumen, eingefaulten Ästen etc.) wur-



Abb. 5: *Corticeur fasciatus*
Foto: J. Reibnitz

Art	Gilde	RL D 2011	RL BY 2003	UWR	Individuen
Abraeus granulum Er., 1839	a		3		10
Ptenidium turgidum Thoms., 1855	a	G	3		4
Velleius dilatatus (F., 1787)	s		V		1
Plectophloeus nubigena (Rtt., 1876)	a		V		5
Batrisodes adnexus (Hampe, 1863)	s	D	3		1
Lymexylon navale (L., 1758)	a	3	3		13
Ampedus erythrogonus (Müll., 1821)	a	3	3		27
Calambus bipustulatus (L., 1767)	a	V			10
Hypoganus inunctus (Lacord., 1835)	a	V	V		1
Eucnemis capucina Ahr., 1812	a	3	3		7
Hylis olexai Palm, 1955	a	V	3		3
Prionocyphon serricornis (Müll., 1821)	s	G			3
Trinodes hirtus (F., 1781)	s		3		10
Rhizophagus perforatus Er., 1845	f		G		1
Rhizophagus cribratus Gyll., 1827	a		G		2
Atomaria procerula Er., 1846	p		3		3
Latridius hirtus (Gyll., 1827)	p		3		7
Corticaria abietorum Motsch., 1867	p		3		5
Mycetophagus piceus (F., 1792)	p	V	3		19
Symbiotes armatus Rtt., 1881	m	D	1		2
Mycetina cruciata (Schall., 1783)	p		2		4
Arpidiphorus orbiculatus (Gyll., 1808)	p		G		13
Cis jacquemartii Mell., 1848	p	D	3		1
Anobium emarginatum Duft., 1825	a		3		2
Dorcatoma flavicornis (F., 1792)	a	3	3		116
Dorcatoma dresdensis Hbst., 1792	p		3		21
Dorcatoma robusta Strand, 1938	p	3	2		2
Scraptia fuscula Müll., 1821	a		3		7
Anaspis ruficollis (F., 1792)	a		2		2
Euglenes oculatus (Payk.)	m	3	3		6
Pseudocistela ceramboides (L., 1761)	m	3	2		8
Corticeus fasciatus F., 1790	a	2	2	2	9
Summe					333

Tab. 6: Rote-Liste-Arten xylobionter Käfer und Arten der Vorwarnliste der Untersuchung an Eiche 2013 im Forstbetrieb Zusmarshausen, Waldabteilungen Lindach und Steinberg-Eich Gilde: s. Tab. 3.

den zudem insgesamt elf Arten (und damit fast 10 % Anteile) der reiferen Totholzstrukturen (wie Mulmhöhlen oder stehende Stammhölzer höherer Zersetzsukzession mit zahlreichen Bohrlöchern, Einfaulungen, loser Rinde) gefunden. Die Positionierung der Eklektoren war auch maßgeblich auf diese Reifestrukturen ausgerichtet.
Die Frischholzbesiedler (f, v. a. Rindenbrüter an frisch absterbenden Ästen und Stämmen) zeigen deshalb hier mit 15,7 % auch einen stark unterdurchschnittlichen Anteil, noch dazu sind hier einige ubiquitäre, vornehmlich aus den umgebenden Fichtenbeständen stammende Arten enthalten. Neben den methodisch bedingten Gründen (die Eklektoren wurden an den Stämmen und im Bodenstratum plaziert, weshalb viele Ast- und Reisigbesiedler in der Artenliste fehlen) ist in den Probeflächen aber auch ein Mangel an kontinuierlich entstehender Brutressource festzustellen, so dass typische stammbrütende Frischholzbesiedler der Eiche wie viele Bock- und Prachtkäfer ausfallen.

Xylobionte Arten Eichen Substratgilde	a	f	p	m	s
Anzahl und ihr Anteil an allen Käfern (n = 127)	64 (50,4 %)	20 (15,7 %)	32 (25,2 %)	3 (2,4 %)	8 (6,3 %)
RL D (n = 10)	6 (60 %)	0	1 (10 %)	2 (20 %)	1 (10 %)
RL BY 2003 (n = 27)	12 (44,4 %)	1 (3,7 %)	9 (33,3 %)	3 (11,1 %)	2 (7,4 %)
RL D* explizit	2 3 3 3 3 G V V	-	3 V D D	3 3 D	G D
RL BY* explizit	2 2 3 3 3 3 3 3 3 3 G V V D	G	2 2 3 3 3 3 3 3 3 G	1 2 3	3 3 V D
UWR Urwaldreliktart	Corticeus fasciatus	-	-	-	-

Tab. 7: Synopsis der xylobionten Käfer der Alteichen im FB Zusmarshausen: Verteilung des xylobionten Artenspektrums (absolut/prozentual) auf die fünf Substratgilden: f: Frischholzbesiedler; a: Altholzbesiedler; m: Mulmhöhlenbesiedler; p: Holzpilzbesiedler; s: Xylobionte Sonderbiologien. Anteile (absolut/prozentual/explizit) der Rote-Liste-Arten in den jeweiligen Substratgilden. Urwaldrelikt- und FFH-Arten. * RL-Arten hier inkl. V = Vorwarnliste. Explizit = konkrete Gefährdungsvorkommnisse.

Die Synopsis-Tabelle (Tab. 7) belegt also analog der Untersuchung an Buchen (Kap. 3.1), dass die an den 20 beprobten Alteichen festgestellten Artensets und naturschutzfachlichen Wertigkeiten in der Mehrzahl an Altbäumen mit stammnahem starken Totholz, Reifestrukturen wie Verpilzungen und deren (im UG allerdings kaum vorhandenen) Endstadien in der Sukzession, den Mulmhöhlen, vorkommen.

3.3 Vergleich zwischen der Buchen- und Eichenfauna

In der Studie zur Xylobiontendiversität und Struktur der Buchenbestände des Forstbetriebs Zusmarshausen (Schmidl 2012) wurden spezifische, von den umgebenden Fichtenbeständen sich klar unterscheidende Artengemeinschaften und naturschutzfachliche Wertigkeiten ermittelt. Es ist daher von Interesse, inwieweit sich die hier an vergleichbaren Wäldern an Eiche gefundenen Wertigkeiten und Artenspektren ähneln oder unterscheiden und ob

auch die Buche als gleichwertiger Habitatbaum dieser Eichen besiedelnden Arten dienen kann. Dies berührt unmittelbar die Frage nach der Dringlichkeit von Maßnahmen. Ein einfacher Vergleich der Artenspektren aus beiden Studien, bereinigt um die zufällig in die Fallen geratenen Nadelholzbesiedler inkl. der beiden *Thanasimus-Buntkäfer,* und auch ohne *Dryophilus rugicollis* (Muls.Rey, 1853), der in Waldrebe brütet, mittels Sörensen-Index (rein qualitative, prozentuale Übereinstimmung, siehe Methodenteil) erbringt folgendes Ergebnis:

Artenidentität aller 191 xylobionten Käferarten Buche-Eiche = 64 %

Artenidentität aller 51 Rote-Liste-Arten (inkl. V, ohne D) Buche-Eiche: 57 %

Von den in beiden Studien an Eiche und Buche zusammengenommen festgestellten 191 Laubholz besiedelnden Käferarten wurden 102 Arten nur an einer der beiden Baumarten festgestellt. Dabei wurden 2013 im Untersuchungsgebiet an der Eiche 27 Arten gefunden, die nicht an Buche festgestellt wurden. Unter den 51 Rote-Liste-Arten finden sich 29 an Eiche, 42 an Buche. Davon weist die Eiche neun Arten auf (Tab. 8), die nicht an Buche festgestellt wurden: *Corticeus fasciatus, Dorcatoma flavicornis, Scraptia fuscula, Anaspis ruficollis* und *Euglenes oculatus* leben stenök in alten, starken, von Bohrlöchern durchsetzten oder mit Mulmhöhlen und von Pilzmyzel durchzogenem Holz ausgestatteten Altbäumen, wobei nur die Urwaldreliktart *Corticeus fasciatus* fast ausschließlich an Eiche vorkommt, während die anderen Arten ebenfalls Baumarten wie Buche, Pappel etc. besiedeln. Die übrigen vier Arten nutzen Verpilzungen (*Mycetina cruciata*) oder Höhlungen (*Batrisodes adnexus, Velleius dilatatus*), *Trinodes hirtus* lebt in Bäumen mit Besatz anderer Tiere wie Hornissen und Ameisen. Diese Arten benötigen also ebenfalls „reife" Baumlebensräume höherer struktureller und zoologischer Komplexität.

Als Rest einer vormals reicheren, spezialisierten „Eichenfauna" im Untersuchungsgebiet ist demnach nur noch das Urwaldrelikt *Corticeus fasciatus* herauszuarbeiten, während alle anderen typischen Arten (wie Eremit *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763), der Feuerschmied *Elater ferrugineus* (Linnaeus, 1758), Schnellkäfer wie *Ampedus cardinalis* (Schiodte, 1865) oder *A. brunnicornis* (Germar, 1844), Düsterkäfer wie *Hypulus quercinus* (Quensel, 1790) etc.) im Lindacher Forst bereits verschwunden sind.

Es haben sich in den Eichen des Lindacher Forstes bis auf *Corticeus fasciatus* praktisch nur solche artenschutzfachlich wertvollen Arten halten können, die auch Buche oder andere Laubhölzer gleichwertig oder als suboptimale Trittsteine innerhalb der Waldmatrix nutzen können. Für obligate Besiedler von Reifestrukturen an Alteichen ist das Angebot absolut ungenügend!

4. Diskussion

Die in den Buchenwaldinseln des Untersuchungsgebietes von Ende Mai bis Ende August 2012 auf den 32 Altbäumen (Buchen) in acht Probeflächen summarisch vorgefundene Diversität xylobionter Käfer ist mit 179 Arten als durchaus hoch einzustufen. Dass die Probebaum-scharf nachgewiesenen Arten nur Laubholzbesiedler sind, belegen die neun erfassten Borkenkäferarten klar, es wurde keine einzige Nadelholz besiedelnde Art festgestellt, trotz der umgebenden Fichtenbestände. Auch die Zahl der an den Alteichen festgestellten Arten ist mit 127 beachtlich. Die gefundenen Artenzahlen und die Vertreter der Roten-Listen differieren in den einzelnen Laubwaldinseln stark. Die um einzelne Bestandparameter ergänzte Ergebnistabelle (Tab. 9) führt die Gründe

Art	Gilde	RL D 2011	RL D 2003	UWR
Corticeus fasciatus F., 1790	a	2	2	2
Dorcatoma flavicornis (F., 1792)	a	3	3	
Euglenes oculatus (Payk.)	m	3	3	
Batrisodes adnexus (Hampe, 1863)	s	D	3	
Mycetina cruciata (Schall., 1783)	p		2	
Anaspis ruficollis (F., 1792)	a		2	
Trinodes hirtus (F., 1781)	s		3	
Scraptia fuscula Müll., 1821	a		3	
Velleius dilatatus (F., 1787)	s		V	

Tab. 8: Gefährdete xylobionte Käfer und Arten der Vorwarnliste, die nur im Rahmen der Untersuchung an Eiche 2013 im Forstbetrieb Zusmarshausen festgestellt wurden. Gilde: s. Tab. 7.

klar vor Augen: Die drei artenreichsten, naturschutzfachlich wertvollsten Buchenbestände Birkanger, Oberholz und Splitter besitzen immer eine Kombination aus relativ hohem Bestandsalter, relativ großer Bestandsfläche, hohem Anteil der Buche und / oder hoher Zahl an Biotopbäumen pro Hektar, wodurch ein kontinuierliches Vorkommen von stehendem, starkem Buchentotholz weit eher gewährleistet wird als auf kleinen Flächen ohne nennenswerte Anzahl an Biotopbäumen. Bei den Eichenbeständen ist für eine vergleichende Analyse der Stichprobenumfang zu gering.

Xylobionte Käfer / Bestand	Birk	Ober	Split	Sulz	Stein	Gess	Somm	Fuchs	Ei 1	Ei 2
Arten	87	74	76	74	57	60	55	39	88	44
RL-Arten	22	19	18	17	15	10	10	10	16	8
Zunderschwamm-Schwarzkäfer	+ +	+ +	+ +	-	-	-	-	-	-	-
Mittleres Bestandsalter (a)	140	110	95	70	85	85	110	130	N.e.	N.e.
Größe der Probebestandsfläche (ha)	15	37,5	27,5	28,9	21,9	29,3	16,4	10,5	N.e.	N.e.
Anteil Buche in der Probefläche (%)	50	20	40	15	60	50	30	35	N.e.	N.e.
Biotopbäume im Umkreis von 1 ha um Probebäume der Probfläche	26	13	4	3	11	3	4	0	N.e.	N.e.

Tab. 9: Diversität der xylobionten Käfer der acht Bucheninseln im Forstbetrieb Zusmarshausen (vgl. Tab. 1): Individuen, Artenzahl, Zahl der Rote-Liste-Arten sowie ausgewählte Strukturparameter. Die angegebene Zahl der Biotopbäume (per Hektar) ist summarisch für die jeweiligen vier Probekreise pro untersuchter Bestandsprobefläche angegeben. Anordnung der Untersuchungsgebiete (= Probeflächen) nach der Diversität. Zum Vergleich sind die beiden Eichenbestände (Ei1 = Steinberg-Eich, Ei 2 = Lindacher Forst (Kreideweiß), ebenfalls mit je 4 Probebäumen) aus den Untersuchungen 2013 angegeben. N.e. = nicht ermittelt.

Für Bayern ergibt sich somit eine erhebliche artenschutzfachliche Bedeutung der Buchen- und Eichenaltholz-Restflächen des Untersuchungsgebietes. Diese Feststellung muss allerdings differenziert diskutiert werden: Viele Arten wurden nur als Einzelexemplare in einer Probefläche gefunden, das Gros der Arten sind kleine Formen (z. B. die *Pselaphinae* oder *Scydmaeninae*), während Besiedler großdimensionierter Totholzsortimente unterrepräsentiert und selten sind oder fast nur vorhanden, soweit sie Stubben besiedeln, insbesondere die Mulmhöhlenbesiedler (Tab. 3). In den Eichen des Lindacher Forstes haben sich bis auf das Urwaldrelikt *Corticeus fasciatus* (Kategorie 2) praktisch nur solche artenschutzfachlich wertvollen Arten halten können, die auch Buche oder andere Laubhölzer gleichwertig oder als suboptimale Trittsteine innerhalb der Waldmatrix des 500 ha großen Untersuchungsgebietes nutzen können. Für obligate Besiedler von Reifestrukturen an Alteichen ist das Totholzangebot derzeit absolut ungenügend. Es gibt keinen einzigen Hirschkäfer- (Lucanidae) und keine Rosenkäfer-Verwandten (*Cetoniinae, Trichiinae*). Dies spiegelt den Mangel an von diesen Arten bewohnten Altbaumstrukturen im gesamten Untersuchungsgebiet wider und weist klar auf einen Isolations- und bei den Solitäreichen auch auf einen Verschattungseffekt hin; sie sind faunistisch „ausgehungert". Urwaldreliktarten finden sich in diesem Naturraum offenbar fast nur noch außerhalb des forstlichen Wirkraums in Alteichen und Standorten mit Altbaumtradition (*„megatree continuity"*) wie z. B. das Urwaldrelikt *Ampedus brunnicornis* im Schlosspark Leitershofen bei Augsburg unweit des Untersuchungsgebietes (J. Hofmann 2013, unveröff.) oder der Eremit *Osmoderma eremita*, der im Wittelsbacher Park in Augsburg vorkommt (Rudolph, unveröff.).

Entscheidend für das Vorkommen, Überleben und Gedeihen xylobionter Käfer (und vieler anderer Tierarten) in den Buchen- und Eichenbeständen ist das quantitativ signifikante Angebot von Biotopbäumen mit Reifestrukturen wie Mulmhöhlen, Verpilzungen, Saftflüssen und starkdimensioniertem, stehenden Stammtotholz. Eine waldstrukturelle Analyse auf der Grundlage einer Biotopbaumkartierung im Distrikt Lindach und der lokalen Baumartenverteilung (BaySF 2014) zeigt, dass vor Ort die Eiche nur noch 3 % (Buche 7 %) der Bestockung ausmacht und die 876 Alteichen mit 0,28 Höhlen bzw. 0,09 Verpilzungen pro Hektar deutlich zu wenig Biotopstrukturen aufweisen, um ihre artenschutzfachliche Rolle zu erfüllen.

Diese Strukturdefizite bestätigt über diesen Distrikt hinaus auch die Analyse der Probekreise – wobei diese nicht zufällig, sondern schon in überdurchschnittlich ausgestattete Altbestände gelegt wurden – sowie auch die Bilanz des regionalen Naturschutzkonzeptes des Forstbetriebs (BaySF 2014). In diesem werden zum Ausgleich der Strukturdefizite Totholzziele genannt. So sollen in den Beständen der Klasse 2 langfristig eine Totholzmenge von durchschnittlich 40 m^3 sowie zehn Biotopbäume je Hektar vorkommen. Durch das Belassen wertvoller Biotopbäume in allen Klasse 2-Beständen sollen sich die natürlicherweise entstehenden Strukturen von Alters- und Zerfallsphasen entwickeln können. Einzelwürfe von Laubbäumen sollen ebenfalls unaufgearbeitet bleiben und damit zur Totholzanreicherung beitragen. Die Klasse 2-Wälder nehmen aber lediglich eine Fläche von 88 ha im Forstbetrieb ein (s. o.) und sind auf wenige kleine Bestände verteilt. Auf den Flächen der über 100-jährigen Klasse 3-Bestände (aktuell 172 ha) wird ein Totholzvorrat von 20 m^3/ha angestrebt. Im Zuge des Waldumbaus werden laut Naturschutzkonzept der BaySF

(2014) voraussichtlich die Flächen der Klasse 3-Waldbestände in Zukunft ansteigen und sollen damit die Basis für naturschutzfachlich wertvolle Bestände bilden. In möglichst allen naturnahen Beständen sollen durchschnittlich zehn Biotopbäume je Hektar vorkommen. Biotopbäume und stehendes Totholz sollen grundsätzlich bis zum natürlichen Zerfall erhalten bleiben. Im Moment verfehlen allerdings selbst die älteren Laubholzbestände klar die Ziele für Totholz für die Klasse 2-Wälder von 40 m^3 bzw. 20 m^3 und für die Zahl der Biotopbäume von zehn je Hektar (siehe die Situationsbeschreibung im Forstbetrieb in Abschnitt 1.2).

In diesem Zusammenhang sollte auch der von den Bayerischen Staatsforsten verwendete Kriterienkatalog für Biotopbäume angepasst werden. Die folgende Tabelle (Tab. 10) listet die zum Zeitpunkt der Untersuchungen 2012/2013 vom Forstbetrieb Zusmarshausen verwendete Definition eines Biotopbaums auf und stellt sie der Eignung aus Sicht der xylobionten Käfer gegenüber.

Xylobionte Käfer sind direkte Baum-Strukturnutzer (siehe Schmidl & Bussler 2004), also sollten Biotopbäume für Xylobionte daran ausgerichtet und definiert werden. Dicke Bäume („Methusalems“) alleine genügen nicht, sind aber Voraussetzung! Die von den Bayerischen Staatsforsten in ihrem Naturschutzkonzept angestrebten zehn Biotopbäume pro Hektar sehen wir als sehr gute Zielmarke an, wenn die in der Tabelle gelisteten Kriterien und Vorschläge verwendet werden.

Wir nehmen hier in dieser Studie und Diskussion den Staatswald als Beispiel, da nur von ihm die genauen Daten zur Waldstruktur und zur Bestockung vorliegen und gleichzeitig die Bereitschaft groß und erkennbar ist, die Situation zu verbessern, siehe das allgemeine (BaySF 2009) und das spezielle Naturschutzkonzept (BaySF 2014). Der Forstbetrieb Zusmarshausen ist als Untersuchungsgebiet dabei willkürlich gewählt, steht aber beispielhaft für viele andere Waldgebiete: Betrachtet man die Situation in den Wäldern Bayerns südlich der Donau zwischen Iller und Inn und darüber hinaus in weiteren Naturräumen, in denen das Waldbild von großflächigen Nadelwäldern geprägt ist (beispielsweise Fichtelgebirge, Bayerischer und Oberpfälzer Wald), so wird deutlich, dass die Situation im Staatswald im Naturpark Augsburg – Westliche Wälder auf alle Besitzarten (Privatwald, Körperschaftswald, Staatswald) und alle diese Regionen übertragbar ist. Überall in diesen Naturräumen kommen ältere Laubwälder (ohne Auwälder und einige Leitenwälder) fast nur noch kleinflächig und in isolierten Beständen vor. Sie unterliegen einer forstwirtschaftlichen Nutzung, was zur Verarmung der genannten Schlüsselstrukturen führt. Ausreichende Totholzmengen für xylobionte Käfer sind nicht vorhanden, die Ziele der regionalen Naturschutzkonzepte der BaySF diesbezüglich werden gegenwärtig nicht erreicht und können ohne gezielte Anstrengungen vermutlich auch in absehbarer Zukunft nicht erreicht werden. Vor dem Hintergrund der einstmals großflächigen Buchen- und Buchenmischwaldbestockung wird deutlich, dass diese meist inselartigen und isolierten Laubwälder Reliktcharakter aufweisen. In den Westlichen Wäldern machen „ältere“ Laubholzbestände über 100 Jahre (was für einen Wald ja kein hohes Alter ist) 2 % des Waldes aus, Bestände über 140 Jahre 0,6 %. In anderen Regionen mögen es geringfügig höhere Anteile älterer Wälder sein – für den Schutz der

Kriterium Biotopbaum FB Zusmarshausen 2012/13	**Kommentar / Eignung hinsichtlich xylobionter Organismen**
Baumstümpfe	nein, fallen bei Holzernte im Rahmen jeder Form der Forstwirtschaft an, kann also kein Biotopbaum sein. Wenn, dann Hochstubben ab 1,5 m, Relevanz für Xylobionte ab ca. 30 cm Brustdurchmesser
Bäume mit abgebrochenen Kronen oder abgebrochenen Zwieseln	
Hohle Bäume	
Bäume mit Specht- oder Faulhöhlen	
Teilweise abgestorbene Bäume ab 50 cm Brusthöhendurchmesser	
Horstbäume	für xylobionte Käfer irrelevant, grundsätzlich natürlich sehr wichtig
Besonders starke Bäume (sog. Methusaleme: bei Eiche > 100 cm, bei Buche/sonst. Laubbäume > 80 cm)	nein, wenn keine Strukturen im Stammbereich vorhanden sind. Wenn, dann nur bei stark erhöhten Kronentotholzanteilen. Solche Methusalembäume müssen aber Bestandsgarantie bis einschließlich ihrer Zerfallsphase haben –> besserer Begriff: Prospektiver Biotopbaum

Tab. 10: Kriterien für Biotopbäume nach BaySF und Kommentar hinsichtlich ihrer Eignung für xylobionte Organismen.

Biodiversität macht dies keinen erheblichen Unterschied. Die Anstrengungen zur Erhaltung der Artenvielfalt an typischen Bewohnern der ursprünglichen Laubwälder sollten deshalb in allen Waldbesitzformen deutlich gesteigert werden, wobei den staatlichen Wäldern eine Vorbildfunktion zukommt. In Anbetracht der geringen Flächen vieler Laubholzbestände in Südbayern und dem aktuellen Mangel an diesen Schlüsselressourcen sollte den festgestellten Defiziten durch gezielte Maßnahmen begegnet werden:

* Generelle, erhebliche Erhöhung der Bestandsalter der Laubholzbestände.
* Schnelle und vollständige Sicherung noch vorhandener Altbäume.
* Ausweisung von Hiebsruheflächen bzw. Flächen mit langfristiger Behandlung (ohne Bewirtschaftung – mehrere Flächen von 3-5 ha pro Waldmatrix, abhängig von der Größe des Gesamtwaldgebietes) in den jeweils ältesten und totholzreichsten Beständen.
* Aktive Totholzanreicherung in der Fläche: Flächendeckendes Belassen und/oder Entwicklung von mehreren im Bestand integrierten Altbäumen (Biotopbaumkonzept der BaySF, Methusalembäume ohne Nutzung) pro Hektar Wirtschaftswald; Generelle Förderung und Schonung von Höhlenbäumen; Schaffung von starkdimensionierten Hochstubben im Zuge der Holzernte. Belassen von starkdimensionierten Holzernteresten (Starkäste!) in der Fläche.
* Verzicht auf die Eichen- und Buchenaltholznutzung durch Selbstwerber und auf den Brennholzverkauf von Eichen und Altbuchen.

* Förderung der solitären Eichen als Träger eines wichtigen Teils der verbliebenen Diversität und als Vernetzungselemente durch Freistellung und Ausweisung als Biotopbäume (Hiebsruhe).
* Entwicklung und Umsetzung eines Eichen- bzw. Mulmhöhlenbaum-Vernetzungskonzeptes zur Abmilderung der Isolationseffekte und zur Sicherung der lokalen Habitattraditionen durch gezielte Nachpflanzung von Stieleichen.
* Entwicklung eines Konzepts zur Vergrößerung der Fläche an über 100-jährigen Laubholzbeständen.

Ausführliche naturschutzfachliche Begründungen, der Verbindung von Waldbewirtschaftung und Naturschutz sowie weitere wichtige Hinweise zu bedeutsamen Waldstrukturen und Schutzzielen gibt das aus zwei umfassenden Forschungsvorhaben hervorgegangene „Praxishandbuch Naturschutz im Buchenwald“ (Winter et al. 2016).
Als Leit- und Schirmart für die Buchenwaldreste in Schwaben empfehlen wir die Verwendung des Zunderschwamm-Schwarzkäfers *Bolitophagus reticulatus*. Er kann als leicht erkennbarer Indikator für totholzreiche, wertvolle Buchenaltbestände in Wirtschaftswäldern dienen, sowohl in der Auswahl und Einrichtung solcher Hiebsruheflächen als auch hinsichtlich deren Entwicklung, Erhalt und Biodiversitätsmonitoring. Für die Alteichen bieten sich entsprechend *Corticeus fasciatus* sowie Rosenkäferartige an.



Abb. 6a-c: Anbrüchige Buche (links) und Eichen in der Probefläche Steinberg-Eich mit charakteristischen Verpilzungen und Mulmhöhlen, den hochwertigsten Totholzstrukturen. Fotos J. Schmidl

Diese Maßnahmen führen zur Entwicklung alter Eichen und Buchen mit stammnahem starken Totholz sowie zu weiteren Reifestrukturen wie Verpilzungen und deren Endstadien in der Sukzession, den Mulmhöhlen. Das vorhandene Angebot an Totholz und anderen relevanten Strukturen für Xylobionte sowie an Biotopbäumen pro Hektar in den Wäldern im Untersuchungsgebiet ist bei weitem nicht ausreichend um die Artenvielfalt und waldökologische Grundfunktionen sicherzustellen, was im Rahmen einer verantwortungsvollen Waldbewirtschaftung aber als Entwicklungsziel zur Erhaltung der Biodiversität angestrebt werden sollte und auch forstwirtschaftlich umsetzbar erscheint. Die Holz bewohnenden Käfer sind dafür eine indikatorisch bedeutsame Schlüsselgruppe. Die Ergebnisse der Studie und damit auch die Notwendigkeit der Umsetzung können auf viele Waldgebiete mit einer ähnlichen Dominanz an Nadelforsten in den Naturräumen südlich der Donau (gesamtes Tertiärhügelland, weite Teile des Voralpinen Hügel- und Moorlandes und der Isar-Inn-Schotterplatten) und darüber hinaus (z. B. Fichtelgebirge, Oberpfälzer und Bayerischer Wald) übertragen werden.

In Anbetracht der kleinen Waldflächen, von denen hier die Rede ist, erscheint im Falle des Staatswaldes, aber auch im Körperschaftswald, die entstehende wirtschaftliche Ertragsminderung bei Umsetzung der Maßnahmen marginal und im untersten Prozentbereich. Angesichts des geringen Anteiles alter Laubbäume in den Forstbetrieben südlich der Donau und der großflächigen Dominanz von Klasse 4-Wäldern laut BaySF-Naturschutzkonzepten, in denen spezifische Naturschutzmaßnahmen kaum umgesetzt werden können, sollten alle Anstrengungen unternommen werden, die Reste der älteren Eichen- und Buchenbestände in ihrer Funktion als Biodiversitätsreserve für Bewohner von Totholzstrukturen u. Ä. zu bewahren und zu fördern. Die regionalen Naturschutzkonzepte der BaySF sollten um diese örtlichen Besonderheiten und Herausforderungen ergänzt werden. Im Privatwald und Körperschaftswald sollte vermehrt das bayerische Vertragsnaturschutzprogramm zur Anwendung kommen, um Waldbesitzern Anreize für die Schonung der alten Laubwaldreste zu geben.

5. Danksagung

Die Untersuchungen erfolgten in Zusammenarbeit und mit Unterstützung des Forstbetriebs Zusmarshausen der Bayerischen Staatsforsten. Wir danken namentlich Herrn Betriebsleiter Hubert Droste für die bereitwillige Unterstützung der Arbeiten und zahlreiche fruchtbare Diskussionen zu Strategien zum Schutz und Förderung der besonderen Käferarten und der Waldbestände. Frau Stefanie Weigelmeier hat bei der Geländearbeit und Probensortierung mitgearbeitet, Herr Alexander Szallies bei der Bestimmung der Käfer, beiden an dieser Stelle herzlichen Dank. Frau Inge Schmid danken wir für die Unterstützung bei der Bearbeitung des Textes.

6. Literatur

BAYSF (Bayerische Staatsforsten 2009): Naturschutzkonzept der Bayerischen Staatsforsten. - http://www.baysf.de/fileadmin/user_upload/03-wald_schuetzen/pdf/Naturschutzkonzept_Bayerische_Staatsforsten.pdf, abgerufen am 17.7.2017.

BAYSF (Bayerische Staatsforsten 2014): Regionales Naturschutzkonzept für den Forstbetrieb Zusmarshausen. - http://www.baysf.de/fileadmin/user_upload/01-ueber_uns/05-standorte/FB_Zusmarshausen/Naturschutzkonzept_Zusmarshausen.pdf, abgerufen am 17.7.2017.

Horion A. (1956): Faunistik der deutschen Käfer, Band V Heteromera. Tutzing. 336 S.

Jongman, R., Ter Braak, C. & O.f.r. Van Tongeren (1995): Data analysis in community and landscape ecology. - New, corrected edition, pp. 1-299; Cambridge University Press.

Kortmann M., Hurst J., Brinkmann R., Heurich M., Silveyra Gonzalez R., Müller J., & S. Thorn (2017): Beauty and the beast: how a bat utilizes forests shaped by outbreaks of an insect pest. - Animal Conservation 20: 1-10.

Meschede A. & B.-U. Rudolph (2004): Fledermäuse in Bayern. - Ulmer, Stuttgart.

Müller J. & H. Bussler (2008): Key factors and critical thresholds at stand scale for saproxylic beetles in a beech dominated forest, southern Germany. Revue Écologie (Terre Vie) 63:72-82.

Müller J., Bense U., Brustel H., Bussler H., Flechtner G., Fowles A., Kahlen M., Möller G., Mühle H., Schmidl J, & P. Zabransky (2005): Urwald relict species – Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition / Urwaldrelikt-Arten: Xylobionte Käfer als Indikatoren für Strukturqualität in Verbindung mit Habitattradition. Waldoekologie-online 2: 106-113.

Offner, K. (2013): *Dicranum viride*, das Grüne Gabelzahnmoos im Naturpark „Augsburg – Westliche Wälder. Berichte Naturwissenschaftlicher Verein Schwaben 117: 31-50.

Schmidl, J. (2012): Xylobionte Käfer in Buchenwaldinseln des Forstbetriebs Zusmarshausen. Bufos - Büro für faunistisch-ökologische Studien, Nürnberg. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Augsburg, 61 S.

Schmidl, J. (2013): Xylobionte Käfer in Eichenbeständen des Forstbetriebs Zusmarshausen. Bufos - Büro für faunistisch-ökologische Studien, Nürnberg. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Augsburg, 58 S.

Schmidl, J. & B. Büche (2017). Die Rote Liste und Gesamtartenliste der Käfer (Coleoptera, exkl. Lauf- und Wasserkäfer) Deutschlands im Überblick (Stand Sept. 2011). Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4), Bonn.

Schmidl, J & H. Bussler (2004): Ökologische Gilden xylobionter Käfer Deutschlands und ihr Einsatz in der landschaftsökologischen Praxis – ein Bearbeitungsstandard. - Naturschutz und Landschaftsplanung 36 (7): 202-218.

Schmidl, J., Bussler, H. & W. Lorenz (2003): Rote Liste der gefährdeten Käfer Bayerns. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 166, 99-101.

Winter, S., Begehold, H., Herrmann, M., Lüderitz, M., Möller, G., Rzanny, M & M. Flade (2016): Praxishandbuch - Naturschutz im Buchenwald. Naturschutzziele und Bewirtschaftungsempfehlungen für reife Buchenwälder Nordostdeutschlands. Hrsg.: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft Brandenburg, 2. Aufl. 2016.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: 121

Autor(en)/Author(s): Schmidl Jürgen, Rudolph Bernd-Ulrich

Artikel/Article: Diversität und Defizite der xylobionten Käferfauna in inselartigen Buchen- und Eichenbeständen von Nadelholz dominierten Forsten in Schwaben 29-57