CONTRIBUTIONS
TO ENTOMOLOGY

72 (2): 271 – 308
2022

SENCKENBERG

© 2022 Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung

Käfer (Coleoptera) in einem Höhengradient des Bayerischen Waldes – ein Vergleich von Naturwaldreservaten und Wirtschaftswäldern

Mit 10 Figuren, 6 Tabellen und 1 Anhang

Markus Blaschke and Angela Siemonsmeier

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Abteilung Biodiversität, Naturschutz und Jagd, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising, Deutschland. – markus.blaschke@lwf.bayern.de. – angela.siemonsmeier@lwf.bayern.de

Published on 2022–12–05
DOI:10.3897/contrib.entomol.72.e97274

Zusammenfassung

Der fortschreitende Klimawandel lässt Veränderungen der Artengemeinschaften in Wäldern erwarten. Zeitgleiche Untersuchungen in verschiedenen Temperaturbereichen, wie sie in Gebirgen in den verschiedenen Höhenstufen vorzufinden sind, bieten die Möglichkeit, einen Blick auf diese Zukunft zu werfen. Im Jahr 2019 wurde die Artendiversität der flugfähigen Käfer in einem Höhengradient im Bayerischen Wald sowie im angrenzenden Neuburger Wald mittels insgesamt 144 Flugfensterfallen verteilt auf acht Naturwaldreservate und dazu ausgewählte Vergleichsflächen im Wirtschaftswald untersucht. Aus 16.090 bestimmten Individuen konnten schließlich 716 Käferarten nachgewiesen werden. Insbesondere seltene und außergewöhnliche Funde werden näher vorgestellt und diskutiert. Die Höhendifferenz von insgesamt über 1.000 m führte zu einer deutlichen Variation der Artengemeinschaften in den verschiedenen Höhenstufen. Für eine Reihe von Arten in der montanen Stufe wird der Klimawandel den Fortbestand in der Region sehr wahrscheinlich beeinflussen. Die Unterschiede der Artenzusammensetzungen zwischen untersuchten Naturwaldreservaten und bewirtschafteten Beständen waren bei den dort praktizierten Waldbauverfahren verhältnismäßig gering.

Abstract

With ongoing climate change, alterations in forest species communities are expected. Simultaneous investigations in different temperature ranges, as they are found in mountain ranges with their different altitudinal belts, offer the possibility to take a look at this future. In 2019, the species diversity of beetles was investigated in an altitudinal gradient in the Bavarian Forest and in the neighbouring Neuburger Forest using 144 flight interception traps distributed in eight strict forest reserves and in reference areas in surrounding managed forests. In total, 16,090 individuals were identified to the species level, resulting in 716 beetle species. Rare and exceptional findings are presented and discussed. The altitudinal difference of over 1,000 m led to a distinct variation of the species composition in the different altitudinal zones. For several species of the montane region the ongoing climate change will possibly influence their survival in this region. The differences between the species communities in strict forest reserves and managed stands, with the silvicultural methods practised in this region, were quite small.

Key words

Insects, Coleoptera, Bavarian Forest, flight interception traps, altitudinal gradient, strict forest reserves

1 Einleitung

Im Rahmen der Forschung zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität werden seit einigen Jahren Höhengradienten genutzt, um den Einfluss der Temperaturunterschiede auf die Tier- und Pflanzenwelt zu untersuchen (Fischer et al. 2011, Bässler et al. 2015). Auch im Hinblick auf die Insektenfauna gab es hierzu weltweit schon zahlreiche Ansätze (Olson 1994, Fleishman et al. 1998, Sanders 2002, Axmacher et al. 2004, Schmidl & Corbara 2005, Wilson et al. 2007, Jung et al. 2012). Aus den Temperaturunterschieden werden Entwicklungen der Artengemeinschaften infolge des Klimawandels abgeleitet. So machen Wilson et al. (2007) für Schizophoren, eine Familiengruppe der Fliegen, in Australien bei einer Erwärmung von 2–3 °K erhebliche Veränderungen bei Hochlagenarten und bei 4–5 °K auch für Arten der mittleren Lagen aus. Höhenverschiebungen von Artarealen im Zuge des Klimawandels wurden von Menéndez et al. (2014) für Mistkäfer in den Alpen und der Sierra Nevada belegt. Netherer & Schopf (2010) beschreiben für viele Arten eine Ausbreitung in bislang kühlere bzw. boreale Zonen infolge des Klimawandels.
Vergleichende Studien über die Artengemeinschaften in verschiedenen Temperatur- bzw. Höhenstufen in mitteleuropäischen Waldökosystemen sind jedoch nach wie vor rar. Auch hinsichtlich der Auswirkung der Bewirtschaftung sind vergleichende Studien in deutschen Wäldern insbesondere zu einer größeren Zahl von Artengruppen sehr selten (Luick et al. 2021). Dabei gelten gerade für viele Käfer die Strukturen von Urwäldern mit hohem Totholzangebot und zahlreichen Uraltbäumen als einziger potenzieller Lebensraum (Lachat & Müller 2018). Für den Bayerischen Wald liegen inzwischen Daten aus dem Nationalpark vor (Müller et al. 2011, Bässler et al. 2015), allerdings ist dieser zum einen aufgrund seiner Lage auf die mittleren Höhenstufen und die Hochlagen beschränkt, zum anderen sind keine Vergleiche mit bewirtschafteten Wäldern im Nationalpark möglich. Den Einfluss der Bewirtschaftung von Wäldern auf die Totholzkäfer untersuchte Müller (2005b) anhand eines Vergleichs zwischen Untersuchungen in Bayerischen Wäldern und Rumänischen Urwäldern und fand dabei gravierende Unterschiede in der Artenzusammensetzung.

Die Region um den höchsten Berg des Bayerischen Waldes, den Großen Arber (Fig. 1), wurde bereits in den 1980iger Jahren durch den Käferexperten Fridolin Apfelbacher (1998) untersucht. Ebenfalls zu dieser Zeit studierte Günther Geiss die Bockkäfer des Bayerischen Waldes (Geiss 1988). Viele dieser Daten gingen bereits in eine Übersicht für die Entomologische Forschung in Bayern durch Geiser (1985) ein, bei der deutlich wurde, dass der Bayerische Wald zu dieser Zeit einen Schwerpunkt der Käferforschung in Bayern darstellte. Seit diesen ersten Untersuchungen der Insektenwelt hat sich mit der Etablierung der Forschungsschwerpunkte im



Fig. 1: Das Naturwaldreservat Seeloch an der Nordostseite des Arber oberhalb des kleinen Arbersees.

Nationalpark Bayerischer Wald in den letzten 20 Jahren ein Großteil der Untersuchungen zu Käfern auf die weiter südlich gelegenen Flächen im Nationalpark verlagert (Müller et al. 2011).

Im Rahmen des Projektes „Höhengradient", das vom Waldklimafonds gefördert und in einer Kooperation der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, der Universität Bayreuth und der Technischen Universität München bearbeitet wurde, wurden in bewirtschafteten und unbewirtschafteten Wäldern verschiedener Höhenstufen von den Ufern von Donau und Inn im Raum Passau bis in die Hochlagen des Bayerischen Waldes sieben Artengruppen (Pflanzen, Flechten, Pilze, Vögel, Schnecken, Laufkäfer, xylobionte Käfer und sonstige flugfähige Käferarten) untersucht.
Ziel des Gesamtprojektes war es zu untersuchen, ob es angesichts des voranschreitenden Klimawandels für die betrachteten Artengruppen schon Hinweise auf eine Arealverschiebung entlang des Höhengradienten gibt. Insbesondere sollen dabei Arten herausgearbeitet werden, die durch ihre Anpassung an die Hochlagen vom Klimawandel besonders betroffen sein können. Darüber hinaus sollte untersucht werden, ob sich durch die Bewirtschaftung von Waldbeständen Unterschiede in der Zusammensetzung der Artengemeinschaften abzeichnen, und ob durch die Waldnutzung die Folgen des Klimawandels für diese Artengruppen verstärkt werden.
In diesem Artikel sollen die Ergebnisse der Käferuntersuchungen der xylobionten und sonstigen flugfähigen Käfer aus dem Jahr 2019 vorgestellt werden. Dabei sollen neben weiteren Umweltparametern insbesondere die Einflüsse des Höhen- bzw. Temperaturgradienten auf die Käferfauna analysiert werden. Für naturschutzfachlich herausgehobene bzw. seltene Artenfunde soll das Vorkommen im Höhengradienten diskutiert werden. Im Hinblick auf die unterschiedlichen Nutzungsformen auf den Flächen sollen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der xylobionten Käferfauna zwischen den unbewirtschafteten Naturwaldreservaten und Wirtschaftswäldern mit dominierender Buche einerseits und dominierender Fichte andererseits vorgestellt werden.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Naturraum Oberpfälzer und Bayerischer Wald mit den naturräumlichen Einheiten Passauer Abteiland und Neuburger Wald, Vorderer Bayerischer Wald sowie Hinterer Bayerischer Wald (Landesamt für Umwelt 2019a) (Fig. 2). Geologisch liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich des ostbayerischen Grundgebirges und wird durch Granit und Gneis geprägt (Landesamt für Umwelt 2019b). Die Böden sind in den oberen und mittleren Lagen durch mehr oder weniger dünne Braunerden über dem Ausgangsgestein charakterisiert. In den tieferen Lagen haben sich auch tiefgründigere Böden ausgebildet, da hier während der Eiszeiten dicke Lössauflagen abgelagert wurden.
Klimatisch spannt sich über den gesamten Höhengradienten auch ein Temperaturgradient mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 9,1 °C bei Passau bis 3,8 °C am Großen Arber auf, bzw. während der Vegetationszeit von 16,6 °C bis 10,2 °C. Die Jahresniederschläge steigen mit der Meereshöhe von 875 mm pro Jahr in den Tieflagen auf 1660 mm pro Jahr in den Hochlagen (in der Vegetationszeit von 528 auf 898 mm).
In den Tieflagen dominieren Buchenwälder mit einer Beimischung verschiedener weiterer Baumarten. In den mittleren Lagen prägen Bergmischwälder mit Buche, Tanne und Fichte die Waldbestände und in den Hochlagen am Arber finden sich Fichtenhochlagenwälder.

Der Höhengradient setzt sich aus 144 Untersuchungsflächen zusammen, die sich um acht Naturwaldreservate von den Tieflagen an Donau und Inn bei Passau (Höhenlagen von 330 bis 440 m ü. NN) über die mittleren Lagen bei Grafenau (490 bis 690 m ü. NN) bzw. Deggendorf (670 bis 890 m ü. NN) bis zu den Hochlagen am Arber (750 bis 1.440 m ü. NN) gruppieren. Dabei wird jedes der Naturwaldreservate durch sechs Probekreise mit einer Fläche von jeweils 500 m² repräsentiert, die bereits im Rahmen des Vorgängerprojektes FORKAST untersucht wurden (Blaschke et al. 2011). Aufgrund der Ausformung und eingeschränkten Größe der Naturwaldreservate hatten die Probekreise in einzelnen Fällen nur einen Abstand von 20 m von der Reservatsgrenze. Sieben der Reservate wurden 1978 im Rahmen der Etablierung von Naturwaldreservaten als neue Schutzgebietskategorie in Bayern ausgewiesen. Das Reservat Riesloch enthält das seit 1939 bestehende gleichnamige Naturschutzgebiet und war bereits mehrere Jahre vor der Ausweisung als Naturwaldreservat im Jahr 1989 ohne forstliche Nutzung.
Zu jedem Probepunkt in den Naturwaldreservaten (NWR) wurde eine Vergleichsfläche anhand der Betriebsinventur im Abstand von 50 m bis zu 3.000 m im umliegenden Staatswald ausgewählt, die hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung, der Standortbedingungen sowie der Meereshöhe der Fläche im Reservat möglichst nahekam. Um den Einfluss einer stärkeren Bewirtschaftung zu analysieren, die sich häufig in einer erhöhten Nadelbaumanreicherung widerspiegelt, wurde je eine weitere Vergleichsfläche ausgewählt. Dabei wurde auf der Grundlage der Betriebsinventur mithilfe einer Clusteranalyse eine Fläche mit einem halbierten Buchenanteil ermittelt. In den Hochlagen des Bayerischen Waldes, wo die Naturwaldreservate überwiegend im Bereich des Fichtenhochlagenwaldes liegen, wurden stattdessen Flächen mit einem entsprechend erhöhten Laubholzanteil ausgewählt. Daraus ergaben sich drei nutzungsgeprägte Flächentypen (NWR - Naturwaldreservat, WW-a - Laubholzbetonter Wirtschaftswald, WW-b - Nadelholzbetonter Wirtschaftswald) mit jeweils 48 Probeflächen.

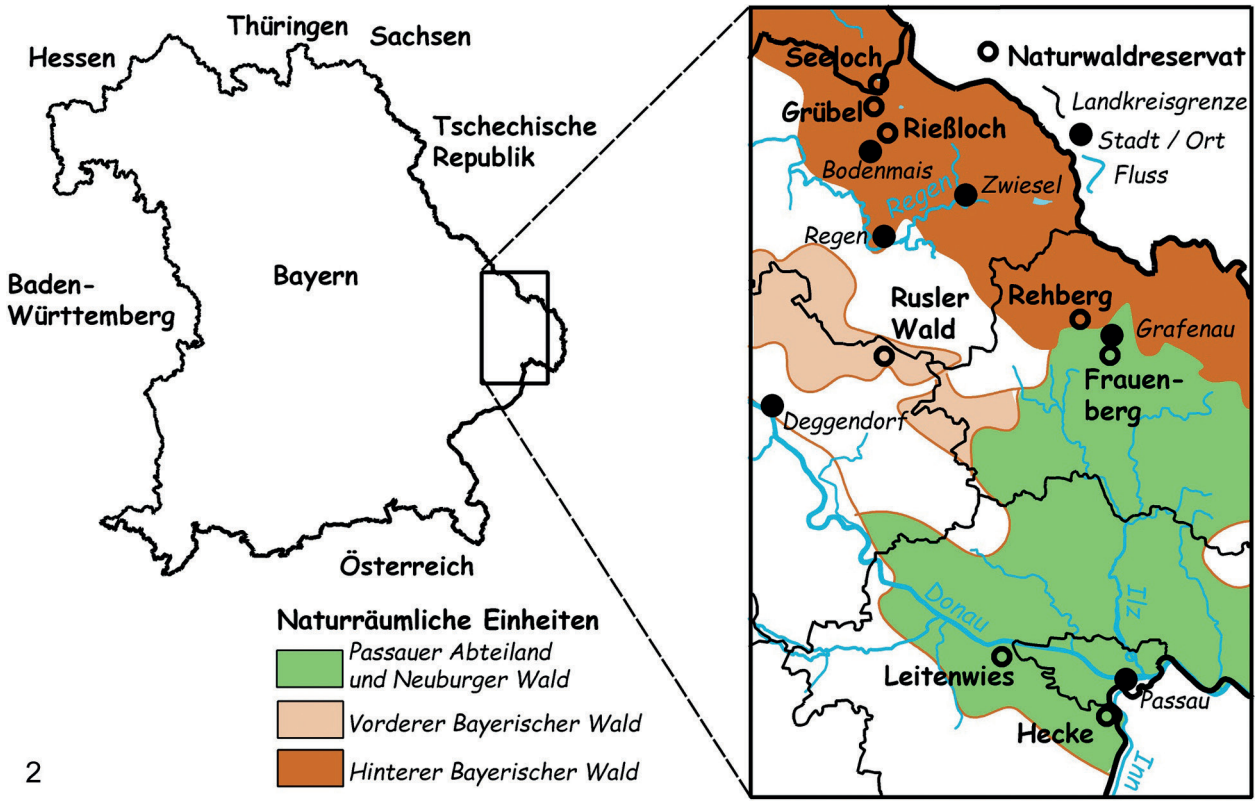


Fig. 2: Lage der Untersuchungsflächen im Bayerischen Wald zwischen Inn und Donau und dem Großen Arber.

Tab. 1: Übersicht der in die Untersuchungen einbezogenen Naturwaldreservate.

Naturwaldreservat	Kurzbeschreibung Wald	Höhenlage in m ü. NN	Größe in ha	Baumartenanteile aus Betriebsinventur [%]
Hecke	Buchenwald mit zahlreichen Mischbaumarten	310 – 405	15,7	Buche 90, Esche 10, Bergahorn, Eiche, Lärche, Spitzahorn
Leitenwies	Buchen-Eichen-Mischwald	370 – 422	12,8	Buche 60, Eiche 30, Bergahorn 5, Esche, Fichte
Frauenberg	Buchenwald mit Mischbaumarten	460 – 650	19,5	Buche 60, Fichte 20, Bergahorn, Esche, Spitzahorn, Tanne, Ulme, Vogelbeere, Winterlinde
Rehberg	Bergmischwald	510 – 620	25,0	Tanne 40, Fichte 25, Buche 30, Bergahorn, Douglasie, Kiefer, Sandbirke
Rusler Wald	Bergmischwald	700 – 820	23,5	Buche 65, Fichte 15, Tanne 15, Bergahorn, Douglasie, Lärche
Riesloch	Bergmischwald	775 – 1.035	47,7	Fichte 60, Buche 30, Tanne 10
Grübel	Fichtenhochlagenwald und Bergmischwald	1170 – 1.260	56,3	Fichte 90, Buche 10, Bergahorn, Vogelbeere, Weide
Seeloch	Fichtenhochlagenwald	915 – 1.430	130,1	Fichte 100, Bergahorn, Buche, Sandbirke, Tanne, Vogelbeere

2.2 Untersuchungsorganismen

Als systematische Grundlage und Nomenklatur für die Käfer wird Köhler & Klausnitzer (1998) in der aktuellen Version nach www.colkat.de (Bleich et al. 2020) gefolgt. Im Text wird weitgehend auf die Erwähnung der erstbeschreibenden Autoren zugunsten einer besseren Lesbarkeit verzichtet. Eine vollständige Übersicht der behandelten Taxa findet sich im Anhang (Tab. A).

Für die weitergehenden statistischen Analysen wurde die Käfergruppe der „Xylobionten Käfer“ nach Schmidl & Bussler (2004) ausgewählt.

2.3 Datenaufnahme

2.3.1 Käfererfassung

Die Erfassung der Käfer erfolgte mit selbstgebauten Flugfensterfallen (Typ Finnland, Siitonen 1994) (Fig. 3), die aus zwei kreuzweise verbunden Plexiglasscheiben mit einer Größe von je 60x40 cm aufgebaut wurden. Nach oben wurden die Scheiben durch einen umgedrehten, rund einen Zentimeter überstehenden Blumenuntersatz beschirmt, der auch zur Fixierung der Scheiben genutzt wurde. Unter den Scheiben wurde ein Trichter aus Kunststoff oder witterungsbeständiger Abdeckfolie angebracht und mithilfe eines Schraubgewindes am unteren Ende mit einem Auffangbehälter (1 Liter) versehen. Für jedes Naturwaldreservat bzw. die entsprechenden je sechs Fallen pro Vergleichsflächentyp wurden zwei grüne Folientrichter, ein gelber und drei weiße Kunststofftrichter vorgesehen. Als Fangflüssigkeit wurde gesättigte Kochsalzlösung (359 g NaCl auf l Liter Leitungswasser) mit einem Prozent Essigsäure und einem Spritzer Spülmittel verwendet. Die Fallen wurden Ende April 2019 im jeweiligen Probekreis an einem zentrumsnahen Baum so angebracht, dass der Auffangbehälter in etwa einem Meter Höhe hing. Die Fallen wurden monatlich einmal geleert und insgesamt über einen Zeitraum von drei Monaten (Mai, Juni, Juli) im Gelände eingesetzt. Über alle Untersuchungsflächen kam es nur in zwei Fällen zu einem Ausfall des Fangs für einen Monat. So wurde eine Falle aus unbekannten Ursachen mechanisch beschädigt und dadurch untauglich, während bei einer anderen Falle der Trichter durch ein eingeklemmtes Tier blockiert wurde. Aufgrund der geringen Einschränkungen wurden die Flächen mit den verbleibenden Daten weiter im Datenpool belassen.

Die Fänge wurden sofort nach der Leerung mit einem handelsüblichen Küchensieb mit einer Maschenweite von 0,64 mm abgeseiht und anschließend in Scheerpeltz-Lösung (65 % Alkohol, 30 % Wasser und 5 % Essigsäure) (Scheerpeltz 1936) überführt. Anschließend wurden die Fänge in die Fraktionen Käfer, Wanzen und Beifang sortiert.

2.3.2 Determination

Die Fraktion der Käfer wurde von Herrn Frank Köhler, Bornheim, hauptsächlich mit Hilfe der Werke Freude et al. (1964–1983) einschließlich der Supplemente und aktueller Auflagen durchgeführt.
Soweit dies an dem Material einer jeden Falle möglich war, wurden die Käfer bis auf Artniveau bestimmt. Fünfzehn Individuen der Gattung *Acrotrichis*, zwei Tiere der Gattung *Gabrius*, je vier Individuen der Gattung *Gyrophaena* und *Atheta* sowie 191 Tiere der Gattung *Malthodes* konnten nur auf Gattungsniveau determiniert werden. Die bestimmten Käfer werden in Räumen der



Fig. 3: Eingesetzte Flugfensterfalle im Naturwaldreservat Rusler Wald.

Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft aufbewahrt. Einzelne ausgewählte Exemplare wurden präpariert und befinden sich in der Sammlung von Frank Köhler.

2.3.3 Umweltparameter

Auf jeder Untersuchungsfläche wurden über die Erfassung der Artengruppen hinaus Daten erhoben, die als Umweltparameter für die statistischen Auswertungen der Artenzusammensetzungen herangezogen wurden. Die Klimadaten (monatliche Durchschnittswerte für die Lufttemperatur und die Niederschläge im Zeitraum 1981–2010) wurden für alle Einzelflächen anhand der Flächenkoordinaten aus den Rasterdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD, Climate Data Center (CDC), Auflösung 1 km²), nach Kaspar et al. (2013), Maier et al. (2003) und Müller-Westermeier (1995) abgeleitet.
Zur Beschreibung der Waldstrukturen vor Ort wurde der Schlussgrad der Bestände, getrennt für die führende Baumschicht, die dienende Baumschicht und die Verjüngung, auf einer Fläche von 1 Hektar um den jeweiligen Probekreis geschätzt. Zudem erfolgte auch eine Schätzung der Baumartenanteile für jede Schicht. Unbestockte Lücken, Felsanteile und Flächenanteile für

Gewässer wurden ebenso festgehalten wie Erschließungslinien. Entsprechend der Methodik im Vorgängerprojekt FORKAST erfolgte in einem Umfeld von 500 m² um den Probekreismittelpunkt eine exakte forstliche Vermessung des gesamten stehenden Baumbestandes mit einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von über 7 cm. Weiterhin wurde liegendes Totholz mit einem Mindestdurchmesser von 10 cm und einer Mindestlänge von 0,7 m lagegenau vermessen und eingemessen. Dies bietet neben einem Vergleich der Daten aus den Naturwaldreservaten von 2019 mit jenen aus 2009 auch für künftige Wiederholungsaufnahmen eine detaillierte Datengrundlage, mit deren Hilfe die Entwicklung des lebenden wie toten Baumbestandes beobachtet und Zusammenhänge mit der Entwicklung der assoziierten Artengemeinschaften analysiert werden können. Aufgrund der sehr engen Korrelationen zwischen den Temperatur- und Niederschlagswerten (Anhang 1, Tabelle A) mit der Meereshöhe wurde für die Auswertung von diesen Parametern nur die Meereshöhe verwendet. Hinzugenommen wurden für die Verschneidungen zwischen den Artenzahlen und den Umweltparametern sowie für die Verbreitung von häufigen Einzelarten als weitere potenziell für Käfer in Wäldern bedeutsame Einflussfaktoren: die Deckung der Bestandesoberschicht (OSD) als Weiser für die Lichtverhältnisse, der Buchenanteil in der Oberschicht (OS_Bu) und die Totholzvorräte in m³/ha von stehendem und liegendem Totholz sowie die Zahl der Mikrohabitate nach einem vereinfachten Schlüssel im Anhalt an Kraus et al. (2016). Für die multivariaten Auswertungen wurden neben den erwähnten Parametern auch die Oberschichtanteile von Fichte (OS_Fi) und Tanne (OS_Ta) herangezogen.

2.4 Datenauswertung

Die statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Open-Source Statistik-Programm R unter Verwendung mehrerer Pakete (R Core Team 2019). Dabei kamen insbesondere die ergänzenden Pakete „vegan" (Oksanen 2011) für die multivariaten Analysen des Zusammenhangs von Umweltparametern mit den Artengemeinschaften und „iNEXT" (Hsieh 2016) für Arten-Individuen-Kurven zum Einsatz. Arten-Individuen-Kurven wurden im Vergleich der acht Gebiete mit je 18 Fallen, bestehend aus je einem Naturwaldreservat mit sechs Fallen und den jeweiligen sechs Fallen im laubholz- und sechs Fallen im nadelholzbetonten umgebenden Wirtschaftswald, in den verschiedenen Höhenstufen sowie den drei Nutzungsformen erstellt. Dabei wird der Zusammenhang zwischen den erfassten Individuen und der Artenzahl dargestellt. Die Grafik zeigt dabei den interpolierten Verlauf der Artenzahl in Abhängigkeit von der auf der Fläche erfassten Individuenzahl bis zur gesamten erfassten Individuenzahl für jedes Gebiet bzw. jede Nutzungsform und darüber hinaus unter Verwendung der Standardeinstellung den erwarteten Kurvenverlauf mit einer Extrapolation der Artenzahl bis zur potenziell doppelten Anzahl der erfassten Individuen.

Durch ein generalisiertes additives Modell (GAM) mit dem Paket „mgcv" (WOOD et al. 2016) wurde der Einfluss der Umweltparameter Meereshöhe, Oberschichtdeckung, Buchenanteil, stehendes Totholz, liegendes Totholz und Mikrohabitate auf die Artenzahl der xylobionten Käfer getestet. Zudem wurde für die häufigsten xylobionten Käferarten im Höhengradient die Korrelation der Individuenzahlen je Probekreis mit diesen Umweltparametern geprüft. Als Koeffizient wurde wegen der fehlenden Normalverteilung vieler Parameter der Spearman-Koeffizient verwendet.

Zum Vergleich der Artengemeinschaften der einzelnen Untersuchungsflächen wurde eine PCoA bzw. MDS (Metrische Multidimensionale Skalierung) (Leyer & Wesche 2007) eingesetzt. Dabei werden die Artengemeinschaften der einzelnen Fallenstandorte in einem mehrdimensionalen Raum auf der Grundlage ihrer Ähnlichkeiten zueinander angeordnet. Zusätzlich können die Umweltparameter für jede Fläche verrechnet und als erklärende Vektoren in die Graphik eingeblendet werden. Die grafische Darstellung beschränkt sich auf die ersten beiden Dimensionen der Analyseergebnisse.

Um typische xylobionte Käferarten der Hochlagen im Projekt zu ermitteln, wurden für alle Arten, die mit mehr als sechs Individuen gefangen wurden, „Species-response-curves" erstellt. Dazu wurde die Funktion „HOF" des Paketes „eHof" (Jansen 2022) verwendet. Diese Kurven beschreiben die Auftretenswahrscheinlichkeit einer Art in Abhängigkeit von einem Umweltparameter, in diesem Fall der Meereshöhe. Dabei berechnet die Routine zunächst für jede Art sieben hierarchische Modelle zur Beschreibung der Auftretenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Umweltparameter. Unter diesen sieben Modellen wird schließlich dasjenige Modell für die Darstellung ausgewählt, das die höchste Anpassung zeigt. Auf diese Weise kann die Verbreitung einzelner Arten im Höhengradienten grafisch dargestellt werden und Arten mit einem Verbreitungsschwerpunkt in den Hochlagen können ermittelt werden.

3 Ergebnisse

3.1 Erfassungsergebnis

Über alle 144 Flächen und über die drei Monate hinweg wurden insgesamt 16.090 Individuen aus 716 Arten erfasst und bestimmt. Einige Individuen aus fünf Gruppen (*Acrotrichis, Gabrius, Gyrophaena, Atheta* und *Malthodes*) wurden nur auf Gattungsniveau bestimmt und bei den Auswertungen mit dem Zusatz „sp." geführt. 133 aller bestimmten Arten (18,6 %) finden



Fig. 4: Starkes stehendes und liegendes Totholz prägt die Bestände des Naturwaldreservates Leitenwies.

eine Erwähnung in der Roten Liste für Deutschland von 1998 (Binot et al. 1998) (Tab. 2). Davon entfallen auf die Kategorie RL0 (ausgestorben) der Roten Liste von Deutschland mit *Episernus striatellus* (Brisout de Barneville, 1863) eine Art, auf RL1 (vom Aussterben bedroht) 11 Arten, RL2 (stark gefährdet) 31 Arten, RL3 (gefährdet) 89 Arten und auf die Kategorie V (Vorwarnliste) eine Art.

Im Sinne von Zeigerarten für einen naturnahen und über viele Jahre als solchen bewirtschafteten Wald mit historisch belegter Urwaldtradition stehen die Urwaldreliktarten (Müller et al. 2005, Eckelt et al. 2017), von denen auf den Flächen insgesamt vier Arten bestätigt werden konnten.

Über alle Arten hinweg gilt das Totholz im weiteren Sinne (Schmidl & Bussler 2004) als der entscheidende Parameter für die artenreichste Habitatgilde in den untersuchten Wäldern, die xylobionten Käfer. 358 Arten und 6.353 Individuen (39,5 %) entfielen auf diese Artengruppe. Eine ähnliche Individuenzahl (6.438, 40 %) bei nur knapp einem Drittel der Arten (139, 19,4 %) machen jene Vertreter aus, die unmittelbar an die Bodenvegetation gebunden sind. Weiterhin sind Bodenbewohner mit 11,2 % und Arten, die an verschiedenen Faulstoffen wie Aas, Kot und Pflanzenresten leben, mit 9,5 % der Gesamtartenzahl erwähnenswert. Im Hinblick auf die gesamte Individuenzahl machen beide Gilden allerdings nur je rund 5 % aus.

Tab. 2: Verteilung von Arten und Individuen auf die Rote Liste für Deutschland (Binot et al. 1998).

Rote Liste Kategorie	Arten (NWR / a WW / b WW)	Anteil der Arten [%]	Individuen (NWR / a WW / b WW)	Anteil der Individuen [%]
0 ausgestorben	1 (1 / 0 / 1)	0,1	3 (2 / 0 / 1)	0,0
1 vom Aussterben bedroht	11 (7 / 6 / 7)	1,5	89 (56 / 12 / 21)	0,6
2 stark gefährdet	31 (17 / 14 /13)	4,3	172 (92 / 38 / 42)	1,1
3 gefährdet	89 (52 / 55 / 47)	12,4	1.112 (466 / 256 / 390)	6,9
V Vorwarnliste	1 (0 / 0 / 1)	0,1	1 (0 / 0 / 1)	0,0

Tab. 3: Urwaldreliktarten der Untersuchungen nach Müller et al. (2005) und Eckel et al. (2017) mit Verteilung auf die Nutzungsformen (NWR-Naturwaldreservat, a-laubholzbetonter Wirtschaftswald, b-nadelholzbetonter Wirtschaftswald).

Urwaldreliktart	Individuen	Flächen (NWR / a WW / b WW)
Abraeus parvulus Aubé, 1842	1	1 (0 / 1 / 0)
Ampedus auripes (Reitter, 1895)	21	5 (2 / 3 / 0)
Prostomis mandibularis (Fabricius, 1801)	18	8 (5 / 1 / 2)
Xestobium (Xestobium) austriacum Reitter, 1890	3	3 (2 / 0 / 1)

Tab. 4: Habitatpräferenz der Käfer über den gesamten Höhengradienten (Käfer der Habitattypen Eurytop, Faulstellen, Nester und Pilze enthalten auch zahlreiche fakultative Totholzbewohner) nach Köhler (1996), Köhler & Flechtner (2007).

Habitat	Arten	Anteil der Arten [%]	Individuen	Anteil der Individuen [%]
Boden	80	11,2	795	4,9
Eurytop	21	2,9	1.392	8,7
Faulstoffe	68	9,5	885	5,5
Nester	23	3,2	135	0,8
Pilze	18	2,5	58	0,3
Totholz	358	50,0	6.353	39,5
Vegetation	139	19,4	6.438	40
Wasser	5	0,7	9	0,1
Ohne Angabe	4	0,6	25	0,2

Tab. 5: Familienzugehörigkeit der 2019 im Höhengradienten nachgewiesenen Käferarten für die zehn individuenreichsten Familien.

Familie		Individuen	Anteil der Individuen [%]	Arten	Anteil der Arten [%]
Elateridae	Schnellkäfer	3.411	21,2	41	5,7
Staphylinidae	Kurzflügler	2.209	13,7	135	18,6
Throscidae	Hüpfkäfer	1.224	7,6	5	0,7
Scolytidae	Borkenkäfer	1.191	7,4	37	5,2
Latridiidae	Moderkäfer	970	6,0	26	3,6
Curculionidae	Rüsselkäfer	926	5,8	48	6,7
Cantharidae	Weichkäfer	689	4,3	30	4,2
Pselaphidae	Palpenkäfer	358	2,2	18	2,5
Scraptiidae	Seidenkäfer	352	2,2	7	1,0
Anobiidae	Pochkäfer	321	2,0	17	2,4

Insgesamt verteilten sich die Käfer auf 75 Familien. Die zehn individuenreichsten Familien stellten 72,4 % aller erfassten Individuen und 50,6 % der Arten (Tab. 5). Davon entfielen auf die Schnellkäfer (*Elateridae*) 21,2 % aller Individuen und 5,7 % der Arten.

Die häufigsten Arten waren *Athous subfuscus* (Müller, 1764) mit 1.872 Tieren, *Trixagus dermestoides* (Linnaeus, 1767) (618 Tiere), *Eusphalerum rectangulum* (Baudi di Selve, 1870) (529 Tiere), *Dalopius marginatus* (Linnaeus, 1758) (441 Tiere), *Trixagus meybohmi* (Leseigneur, 2005) (425 Tiere) und *Amphichroum canaliculatum* (Erichson, 1840) (422 Tiere).

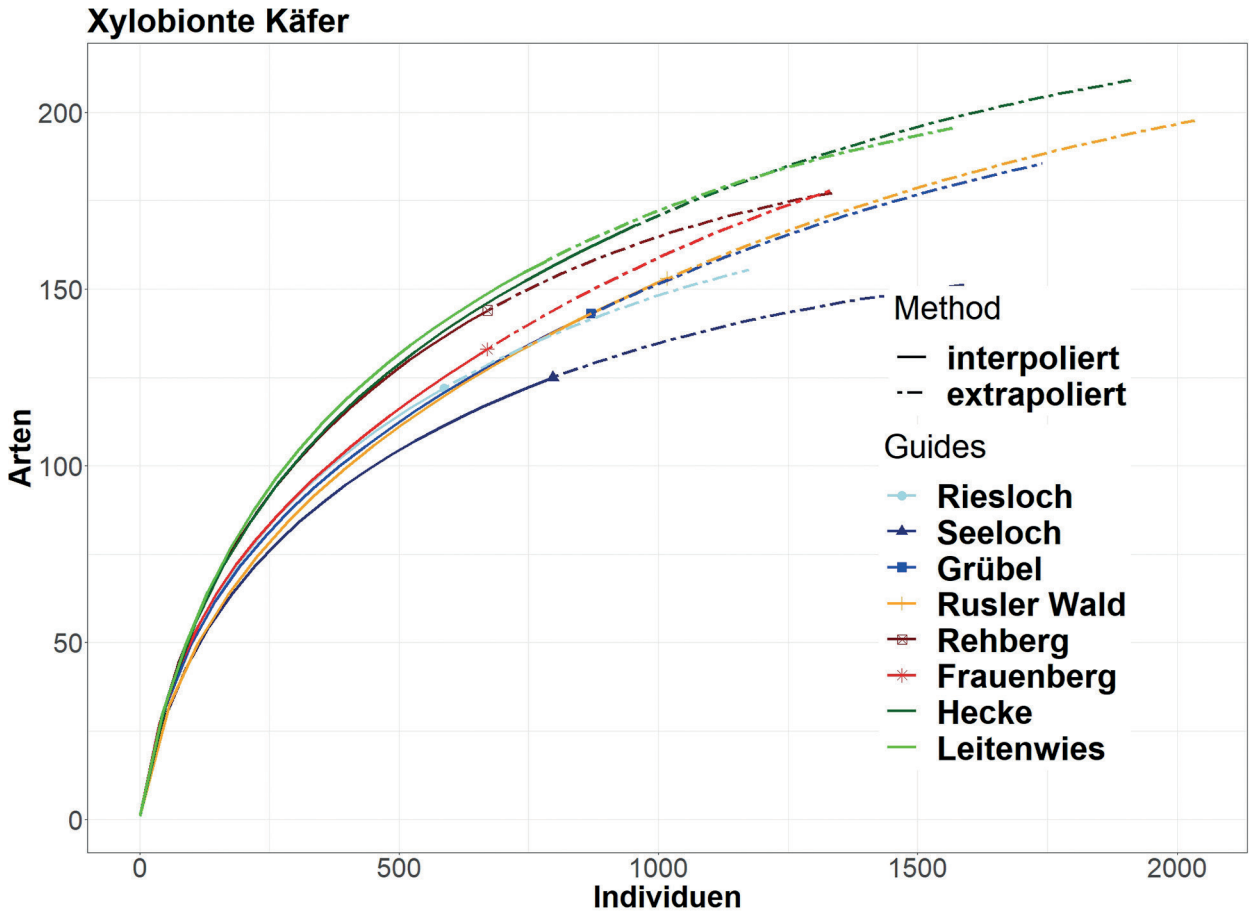
3.2 Gebietsvergleich

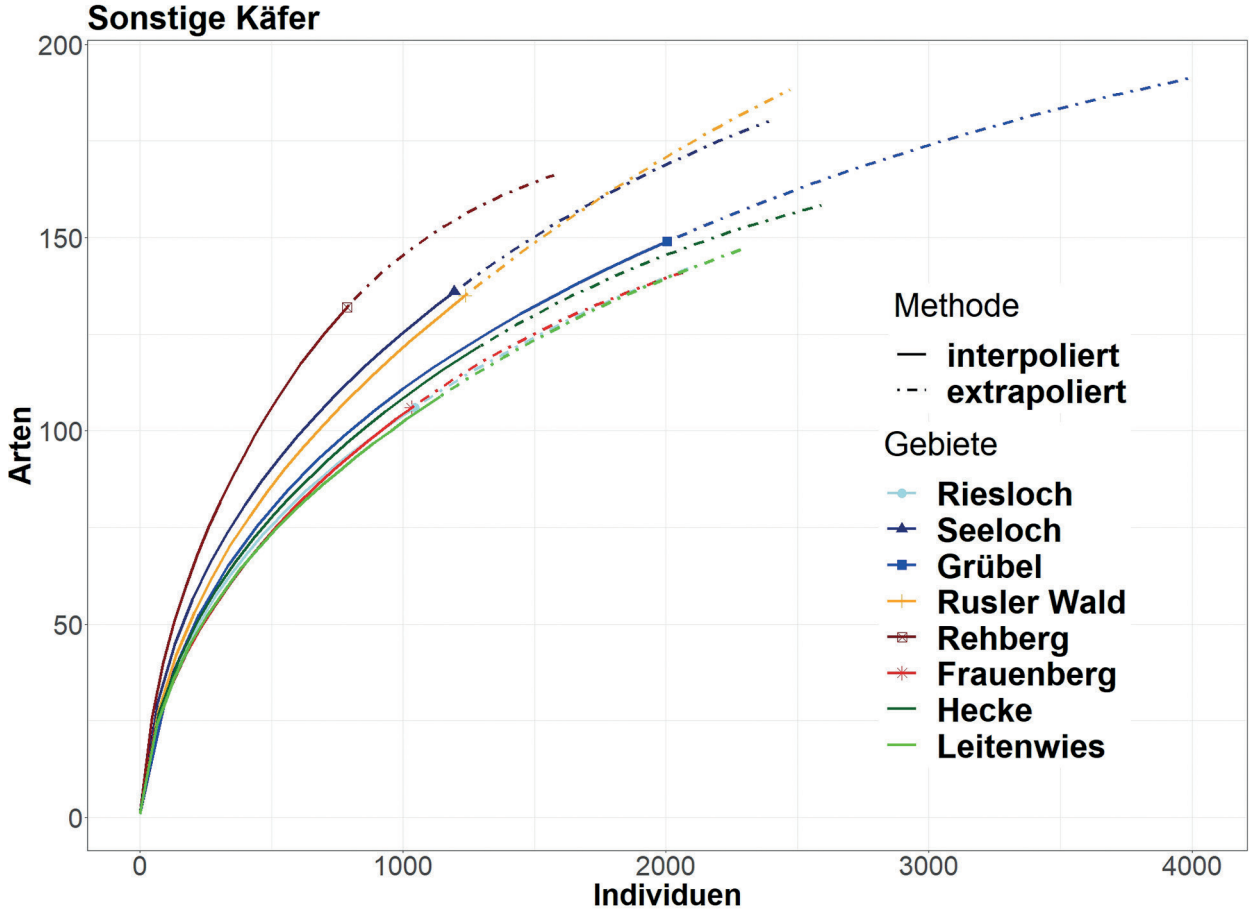
Auf der Basis von Arten-Individuen-Kurven wurden die verschiedenen Untersuchungsgebiete, repräsentiert durch je 18 Flächen in einem Naturwaldreservat und dem umliegenden Wirtschaftswald bzw. den dort installierten Fallen, miteinander verglichen. So zeigte sich bei den xylobionten Käfern (Fig. 5a) ein höherer erwarteter Artenreichtum in den Wäldern um das Naturwaldreservat Leitenwies als in den Gebieten Grübel und Rusler Wald bei sehr ähnlichen erfassten Gesamtartenzahlen. Die Anordnung der Kurven der Untersuchungsgebiete zueinander deutete auf einen höheren zu erwartenden Artenreichtum in den Gebieten der Tieflagen als in jenen der Hochlagen hin. Die Kurven der Gebiete in den mittleren Lagen ordneten sich zwischen den beiden anderen Gruppen an. Dabei zeigten sich die höchsten Fangzahlen im NWR Rusler Wald.

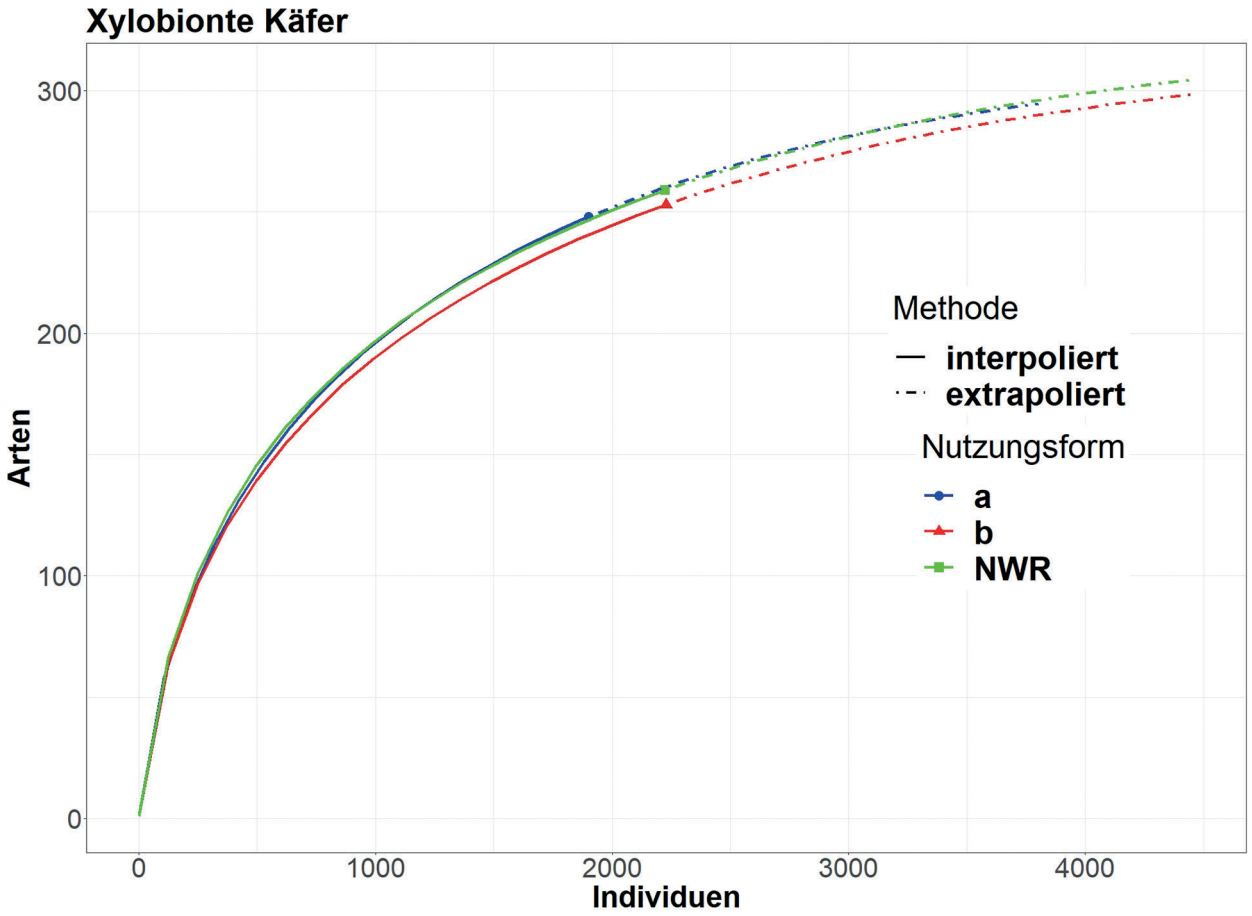
Bei den sonstigen Käfern (Fig. 5b) stellte sich die Situation etwas anders dar. Dort wiesen Flächen aus den mittleren Höhenlagen (Gebiete Rehberg und Rusler Wald) sowie das Gebiet um das NWR Seeloch in den Hochlagen die steilsten Kurven auf. Dagegen zeigte das Gebiet Leitenwies in Donaunähe den flachsten Verlauf und ließ somit die niedrigsten Artenzahlen erwarten.

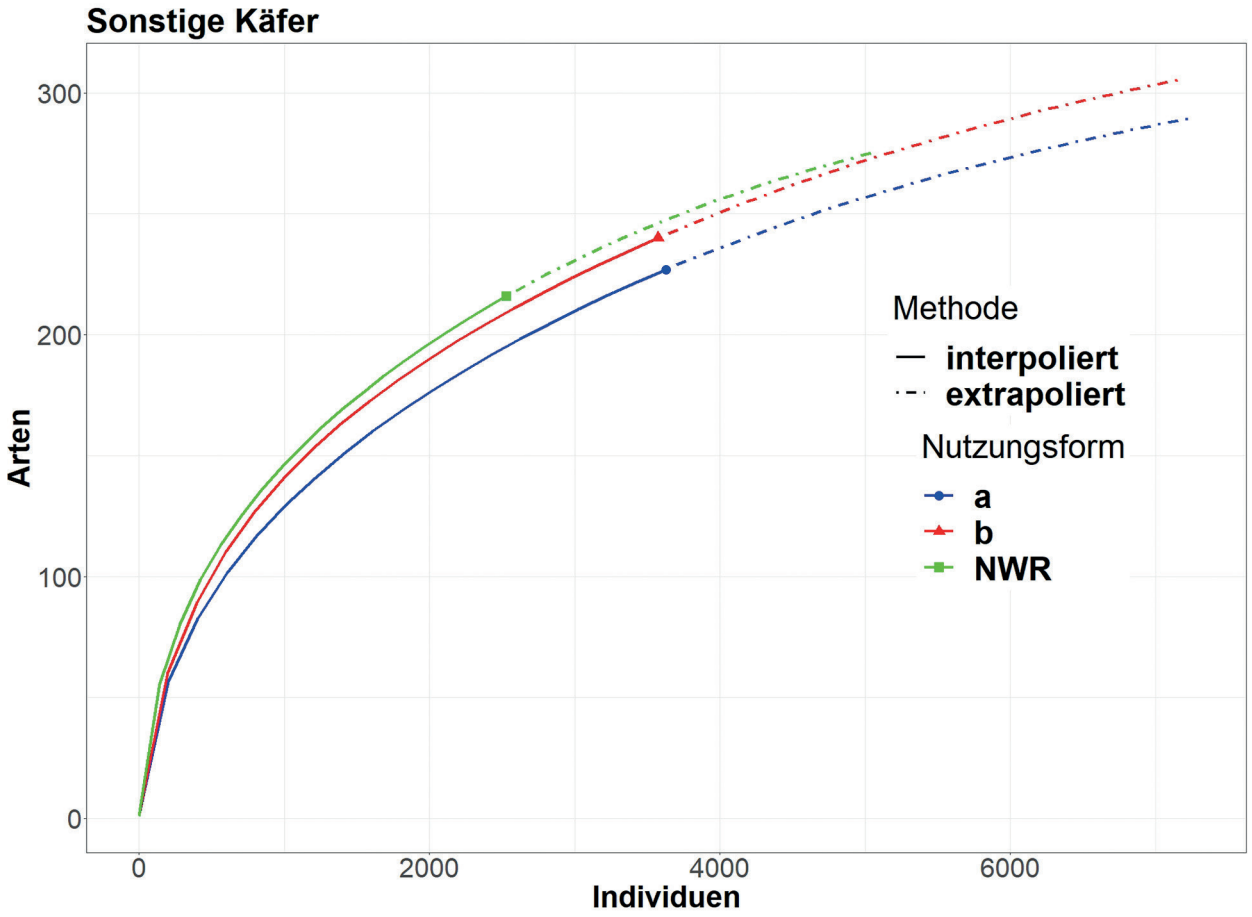
Legende für Figur 5, Seite 279

Fig. 5: Arten-Individuen-Kurven für die acht Untersuchungsgebiete (blau – Hochlagen; rot/orange – mittlere Lagen; grün – Tieflagen), **5a**: xylobionte Käfer, **5b**: sonstige Käfer.


Xylobionte Käfer
Arten
Individuen
0
50
100
150
200
0
500
1000
1500
2000
Method
interpoliert
extrapoliert
Guides
Riesloch
Seeloch
Grübel
Rusler Wald
Rehberg
Frauenberg
Hecke
Leitenwies


Sonstige Käfer
Arten
Individuen
0
50
100
150
200
0
1000
2000
3000
4000
Methode
interpoliert
extrapoliert
Gebiete
Riesloch
Seeloch
Grübel
Rusler Wald
Rehberg
Frauenberg
Hecke
Leitenwies


Xylobionte Käfer
Arten
300
200
100
0
0
1000
2000
3000
4000
Individuen
Methode
interpoliert
extrapoliert
Nutzungsform
a
b
NWR


Sonstige Käfer
Arten
300
200
100
0
0
2000
4000
6000
Individuen
Methode
interpoliert
extrapoliert
Nutzungsform
a
b
NWR

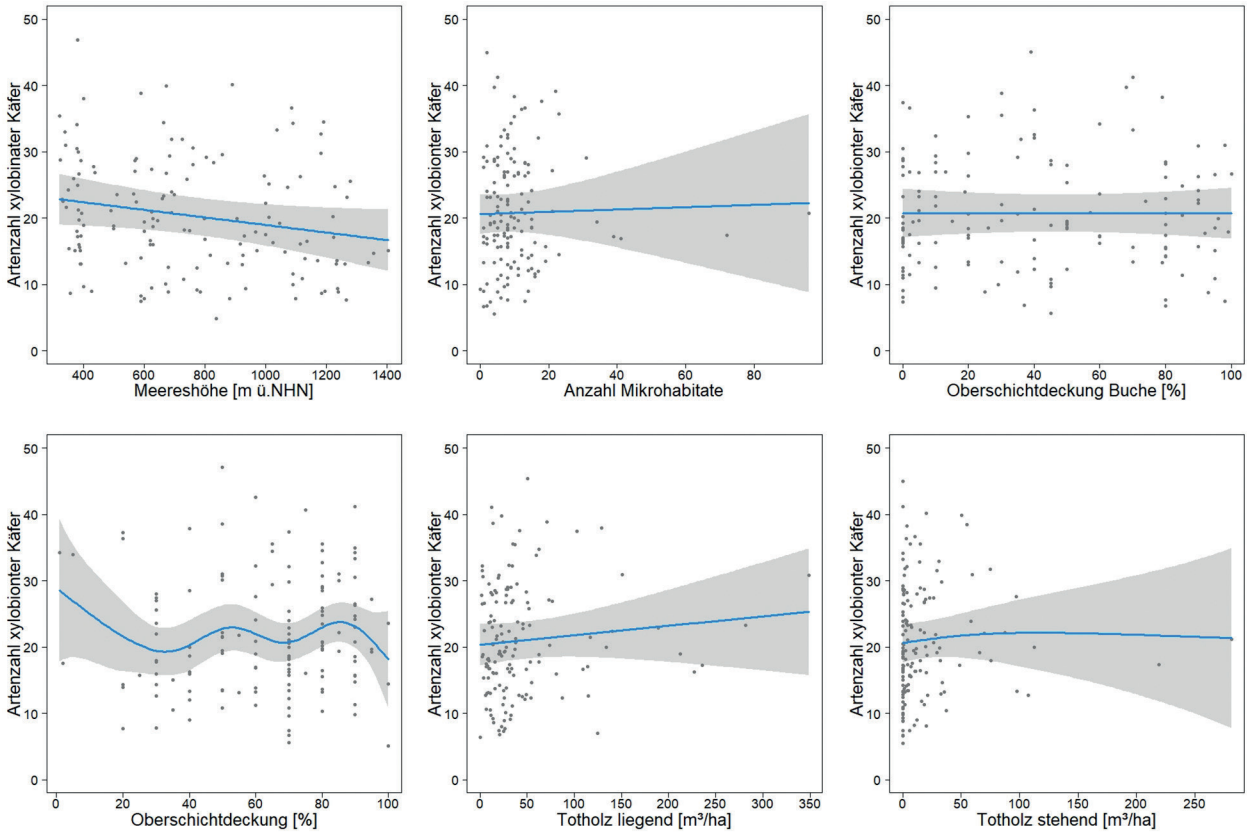


Fig. 7: Generalisiertes additives Modell (GAM) zur Beschreibung des Einflusses von Umwelt-Parametern auf den Artenreichtum (Meereshöhe [m ü. NN], Mikrohab – Zahl der Mikrohabitate, OS_Bu – Oberschichtanteil Buche [%], OSD – Deckung der Oberschicht [%], Tot_lieg – liegender Totholzvorrat [m³/ha], Tot_steh – stehender Totholzvorrat [m³/ha]).

3.3 Vergleich der Nutzungsformen

Die Arten-Individuen-Kurven der xylobionten Käfer für die drei unterschiedlichen Nutzungsformen zeigten einen weitgehend identischen Verlauf und auch die Lage der Endpunkte mit ca. 2.750 Individuen bei 290 Arten fällt in der Abbildung praktisch zusammen (Fig. 6a). Somit wird für alle drei Flächentypen ein ähnlicher Artenreichtum erwartet. Bei den sonstigen Käfern deuteten die Kurven einen höheren erwarteten Artenreichtum in den Naturwaldreservaten als in den Wirtschaftswäldern an (Fig. 6b). Allerdings wurden in den nadelbaumbetonten Wirtschaftswäldern die meisten Individuen und die höchsten Artenzahlen erfasst.

3.4 Artenreichtum und ökologische Parameter

Von den einbezogenen ökologischen Parametern der untersuchten 144 Probeflächen zeigte nur die Meereshöhe einen schwach signifikanten negativen Einfluss auf den Artenreichtum der xylobionten Käfer (Fig. 7). Für die anderen Parameter (Zahl der Mikrohabitate, Oberschichtanteil der Buche, Deckung der Oberschicht, sowie Totholzmengen von liegenden und stehenden Stämmen) zeichneten sich keine signifikanten Trends ab.

Für eine Reihe der häufigsten xylobionten Käferarten erwies sich die Meereshöhe als der entscheidende Parameter für das jeweilige Vorkommen innerhalb des Gradienten (Fig. 8). Dieser verhielt sich in vielen Fällen (z.B. bei *Xylosandrus germanus* (C. H. Hoffmann, 1941), *Taphrorychus bicolor* (J. F. W. Herbst, 1793) und *Ptilinus pectinicornis* (Linnaeus, 1758)) negativ, führte also zu einer abnehmenden Präsenz. Bei zunehmender Meereshöhe jedoch zeigte sich auch bei einigen Arten wie *Melanotus castanipes* (Paykull, 1800) und *Anaspis rufilabris* (Gyllenhal, 1827) ein positiver Effekt. Entgegengesetzt zur Meereshöhe verhielt sich häufig der damit verknüpfte Anteil der Buche in der Oberschicht. Die Zahl der Mikrohabitate, die Oberschichtdeckung und die Menge an erfasstem Totholz zeigten für die einbezogenen Arten keine signifikanten Tendenzen.

Legende für Figur 6, Seite 280
Fig. 6: Arten-Individuen-Kurven für die drei Nutzungsformen (NWR - Naturwaldreservat, **a** -laubholzbetonter Wirtschaftswald, **b** - nadelholzbetonter Wirtschaftswald), **6a**: xylobionte Käfer, **6b**: sonstige Käfer.

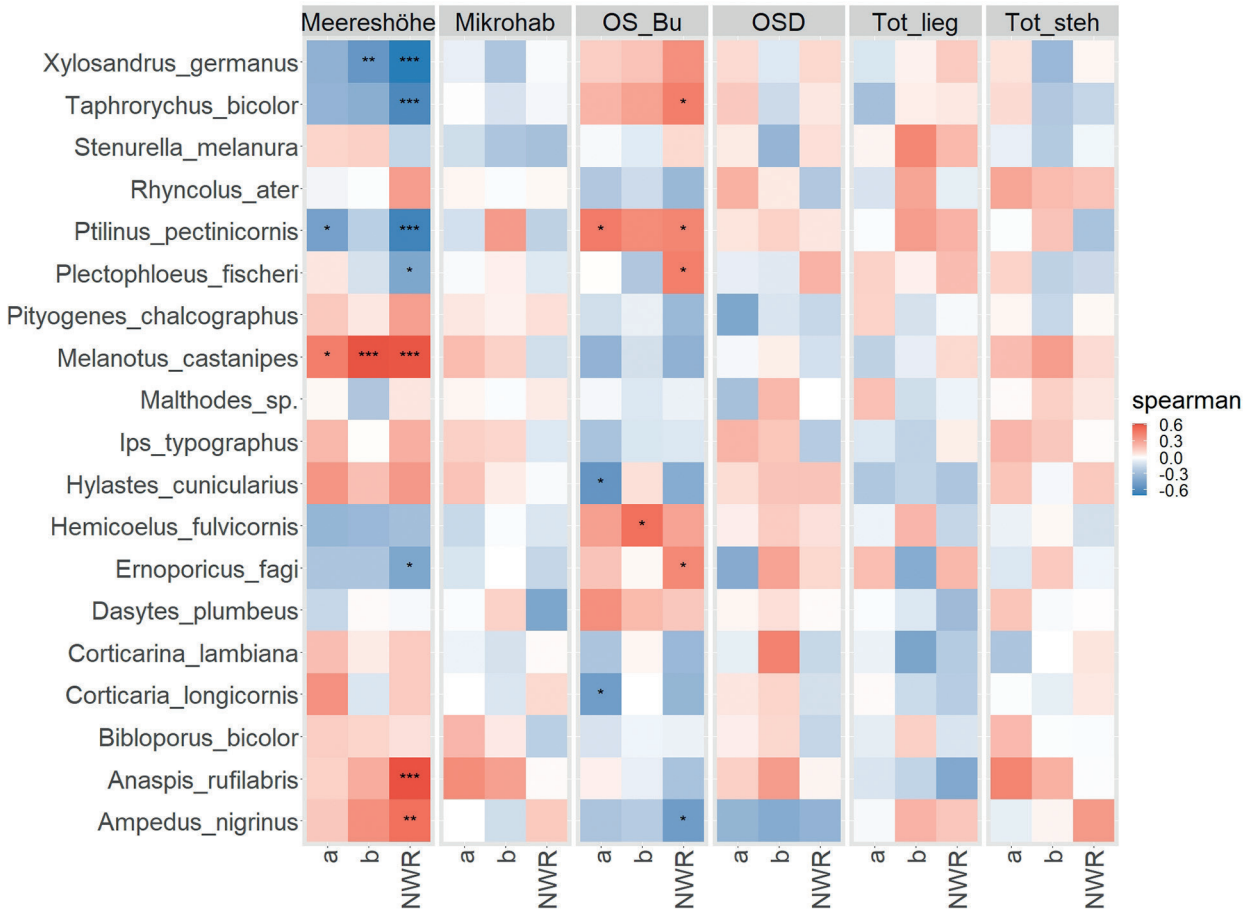


Fig. 8: Korrelationen (rot - positiv; blau - negativ) des Vorkommens der 19 häufigsten xylobionten Käferarten mit den betrachteten ökologischen Parametern (Meereshöhe – Meereshöhe [m ü. NN], Mikrohab – Zahl der Mikrohabitate, OS_Bu – Buchen-Anteil in der Oberschicht [%], OSD – Deckungsanteil der Oberschicht [%], Tot_lieg – liegender Totholzvorrat [m³/ha], Tot_steh – stehender Totholzvorrat [m³/ha]) innerhalb der drei Nutzungsformen NWR – Naturwaldreservat, **a** – laubholzbetonter Wirtschaftswald, **b** – nadelholzbetonter Wirtschaftswald.

Die Ähnlichkeitsanalysen der Artengemeinschaften mit Hilfe der metrischen Multidimensionalen Skalierung (PCoA) brachte entlang der ersten Achse von rechts nach links eine Aufgliederung der Probeflächen, die im Wesentlichen der Baumartenanteile von Buche und Fichte entspricht (Fig. 9). So finden sich im rechten Teil der Ordinationsgraphik schwerpunktmäßig die Flächen aus den Gebieten um die NWR Hecke und Leitenwies nahe Donau und Inn, während sich im linken Teil die Probeflächen aus der Arber-Region mit den NWR Seeloch und Grübel ansiedeln. Entsprechend liegt der Vektor, der die Meereshöhe symbolisiert, relativ eng mit dem Vektor für die Fichtenanteile zusammen. Die zweite Achse korreliert mit dem Anteil der Tanne in der Oberschicht. Die Ellipsen, die die Gebiete in den Höhenlagen repräsentieren, zeigen ebenfalls eine Aufgliederung analog der Höhenverbreitung. So ordnen sich die Hochlagen am Arber im oberen linken Teil an, während die Tieflagen rechts liegen. Von den drei Flächen in den mittleren Höhenstufen ordnen sich Rusler Wald und Rehberg in der Mitte an, während das NWR Frauenberg als tiefstes dieser drei Reservate eine Überschneidung mit den Tieflagen zeigt.

Unter den häufigeren xylobionten Käferarten zeigten zehn Arten im Höhengradient eine Präferenz für die höheren Lagen, die sich aus der Auswertung der „Species-response-curves“ ergab. Dies sind *Ampedus scrofa* (Germar, 1844), *Atrecus affinis* (Paykull, 1789), *Dasytes niger* (Linnaeus, 1760), *Dolotarsus lividus* (C. R. Sahlberg, 1833), *Hadraule elongatula* (Gyllenhal, 1827), *Hylurgops palliatus* (Wood & Bright, 1992), *Malthodes alpicola* (Kiesenwetter, 1852), *M. fuscus* (Waltl, 1838), *Phloeotribus spinulosus* (Wood & Bright, 1992) und *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt, 1828) (Fig. 10).

4 Diskussion

4.1 Bemerkenswerte Arten

Unter allen beobachteten Arten finden sich einige sehr bemerkenswerte Funde, die entweder als Urwaldreliktarten (Müller et al. 2005) oder in der Roten Liste für Deutschland (Binot et al. 1998) als besonders gefährdet

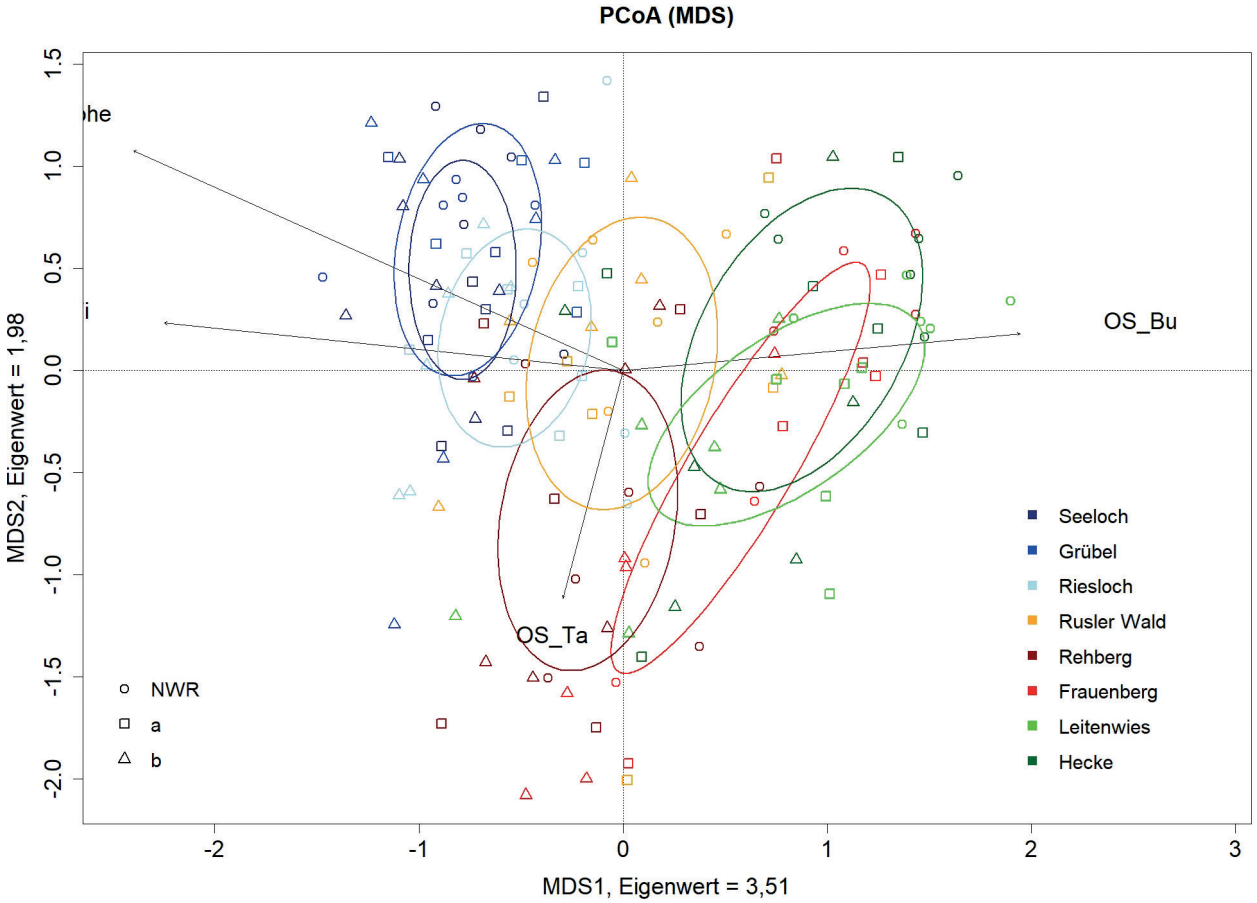


Fig. 9: Metrische Multidimensionale Skalierung (PCoA bzw. MDS) für die Gemeinschaften der xylobionten Käferarten im Höhengradient mit der Darstellung der Flächen und den am stärksten korrelierenden Umweltparametern (Meereshöhe, OS_Fi – Oberschichtanteil Fichte, OS_Bu – Oberschichtanteil Buche, OS_Ta – Oberschichtanteil Tanne).

eingestuft werden. Die Verbreitung dieser Arten wird im Folgenden kurz zusammengefasst.

***Abraeus parvulus* (Aubé, 1842),** ist eine xylobionte Urwaldreliktart und wird in der Roten Liste Deutschlands in Stufe 2 (gefährdet) geführt. Der Nachweis im Gebiet Frauenberg stellt auf der Grundlage von Bleich et al. (2020) den ersten Fund für Südbayern nach 2000 dar. Bekannte Nachweise des Käfers liegen auch aus dem Mulm einer Weide auf 420 m im Rheinvorland in der Region Lichtenstein sowie aus der Region Vorarlberg vor (Brandstetter & Kapp 1994). In einer großen Buche in Karlsruhe konnte Riedel (2006) den Käfer zusammen mit zahlreichen anderen Arten finden. Weigel & Fritzlar (2007) führen unter den 18 Urwaldreliktarten in Thüringen einen Fund von *Abraeus parvulus* an Laubholz in der Region Erfurt auf.

***Ampedus auripes* (Reitter, 1895),** ebenfalls eine xylobionte Urwaldreliktart, wurde im Arberbereich sowohl im Naturwaldreservat Seeloch als auch in den angrenzenden Wirtschaftswäldern mit 21 Individuen in fünf Fallen gefangen. Er wurde auch bereits im Nationalpark Bayerischer Wald in einem Höhentransekt in Höhenlagen zwischen 650 und 1.420 m ü. NN mit vielen Individuen nachgewiesen (Jarzabek-Müller 2008, Müller et al. 2011). Bussler et al. (2015) gelangen Nachweise des Käfers auch im Wettersteinwald, einem Naturwaldreservat in 1.390–1.850 m Höhe südöstlich von Garmisch-Partenkirchen. Dies sind bislang die einzigen Fundregionen in Deutschland (Bleich et al. 2020). Horak & Pavlicek (2013) beschrieben eine Präferenz des Käfers für Fichtenstämme, die noch nicht von makroskopisch erkennbaren Pilzen besiedelt waren.

***Xestobium austriacum* (Reitter, 1890),** eine xylobionte Urwaldreliktart, die in der Roten Liste in Stufe 1 eingewertet wird, konnte mit drei Exemplaren in drei Fallen in den Naturwaldreservaten Riesloch und Grübel sowie einer Wirtschaftswaldfläche in der Arber-Region nachgewiesen werden.
Auch für diese Art gibt es Nachweise in dem hochmontanen Naturwaldreservat Wettersteinwald (Rauh 1993, Bussler et al. 2015). In den Hochlagen des Nationalparks Bayerischer Wald ist *Xestobium austriacum* mit einer Reihe von boreomontanen Käferarten vergesellschaftet (Bussler & Schmidt 2008). In Deutschland ist der Käfer auf den Alpenraum und den Bayerischen Wald beschränkt (Bleich et al. 2020). Franc (2002)

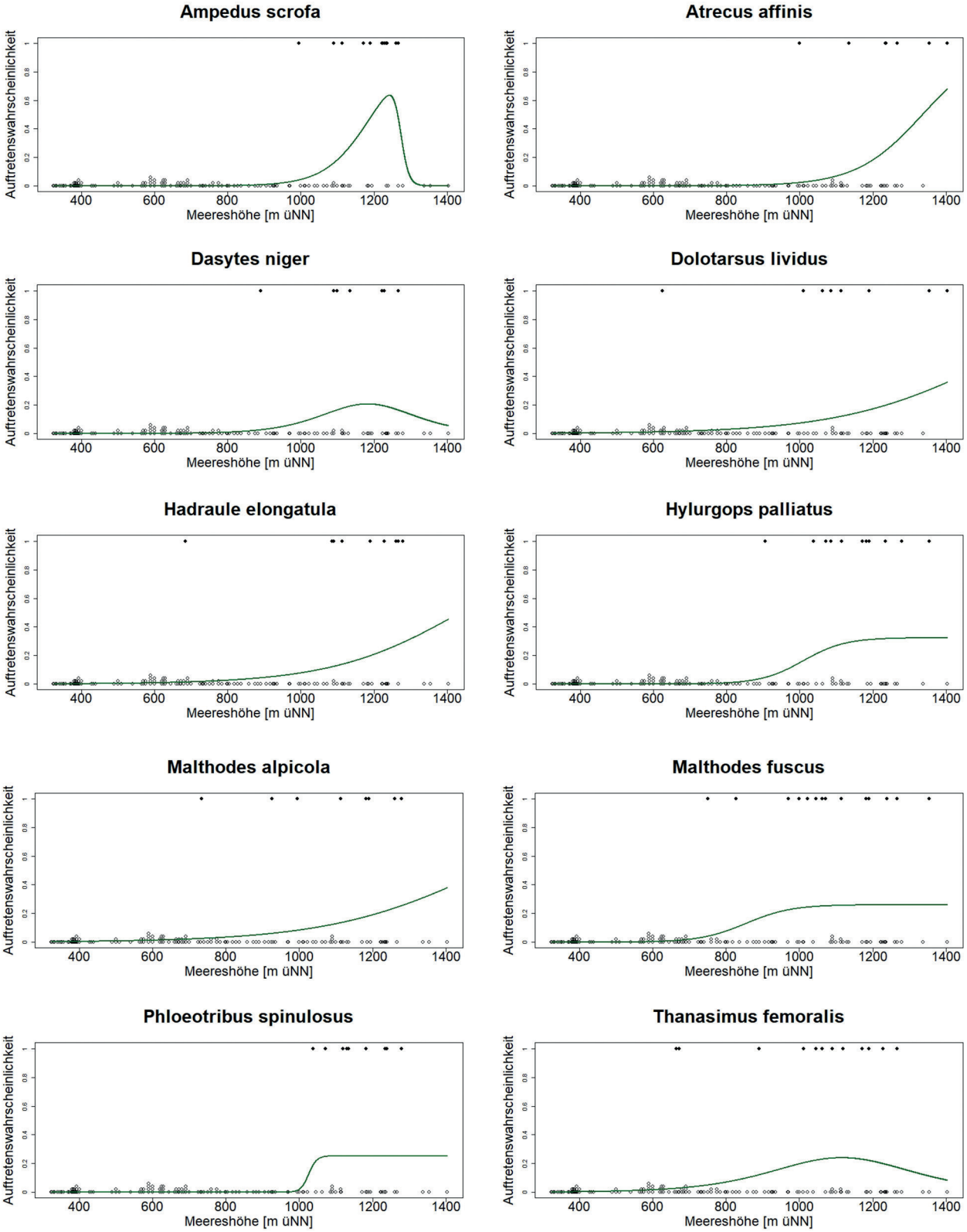


Fig. 10: Species-response-curves für zehn Arten mit einer zunehmenden Auftretenswahrscheinlichkeit innerhalb des Höhengradienten mit ansteigender Meereshöhe. Punktmarkierungen im oberen Grafikbereich zeigen positive Nachweise, fehlende Nachweise sind durch Punktmarkierungen entlang der x-Achse gekennzeichnet.

berichtet von einem Vorkommen im Reservat „Skalná" in der Slowakei auf felsigem Terrain mit einer Meereshöhe von bis zu 1.297 m ü. NN.

***Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801)** ist ein Rote Liste 1-Art, die auch als xylobionte Urwaldreliktart kategorisiert wird und in Deutschland ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Alpen, Voralpen, im Südschwarzwald, im südlichen Weserbergland und in Ostsachsen hat (Bleich et al. 2020). Im Projekt wurden 18 Exemplare aus neun Fallen bestimmt. Die überwiegende Zahl der Funde erfolgte in drei Naturwaldreservaten. Die Standorte dieser Fallen befanden sich in den laubholzbetonten Gebieten an der Donau (NWR Leitenwies und NWR Hecke), sowie in der Nähe von Grafenau, im Gebiet des NWR Frauenberg. Im NWR Hecke gelang der Nachweis auch bereits im Vorgängerprojekt von 2009. Die bisherigen Bayerischen Funde konzentrieren sich auf die Alpenregion von Schwangau bis zur Weißwand bei Unterjettenbach, aber auch aus Laubwäldern bei Andechs, Herrsching, Tutzing und Schärftland, südlich von München sind Funde bekannt. Nachweise der Art liegen aus Spanien (Kantabrien, Katalonien und dem Baskenland) aus starken alten Eichen und Esskastanien vor, die vom Schwefelporling befallen waren (Keith 2009). Holzinger & Friess (2014) berichteten von einem Nachweis aus Kärnten gemeinsam mit *Ceruchus chrysomelinus* und einer Rindenzikade (*Cixidia lapponica*) in einer starken Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.). Ebenfalls aus Kärnten berichteten Auernhammer et al. (2019) von Nachweisen aus mehreren Naturwaldreservaten, teilweise in Verbindung mit hohen Abundanzen. Sie beschrieben die Entwicklung der Käfer in braunfaulem, bodennahem Totholz von Laub- und Nadelbäumen.

***Platysoma lineare* (Erichson, 1834),** ein xylobionter Käfer, hat seinen Verbreitungsschwerpunkt in Norddeutschland (Bleich et al. 2020). Der Käfer, der mit einem Exemplar in einem durch Borkenkäfer stark dezimierten Fichten-Buchen-Bestand im Gebiet Hecke gefangen wurde, stellt einen Wiederfund für Südbayern nach über 70 Jahren dar. Aus Bayern ist nur ein Fund nach 1950 aus der Gegend von Aschaffenburg bekannt (Bleich et al. 2020). Schmidl (1997) sieht den Käfer als potenziellen Bewohner von Kiefernwäldern des Regnitzgebietes, konnte ihn aber bei seinen Untersuchungen nicht nachweisen. Recalde Irurzun & San Martin Moreno (2017) konnten den Käfer in den Pyrenäen unter der Rinde von Waldkiefer in Mischung mit Buchen und Tannen in einer Höhe von 1.400 m ü. NN finden und berichteten über Nachweise aus Portugal in der gleichen Höhenlage. Auch im Norden von Gotland wurde diese Käferart unter der Rinde von toten Kiefern erfasst (Bohmann & Franc 2010).

***Oligota granaria* (Errichson, 1837)** ist ein xylobionter Käfer, der mit zwei Exemplaren aus den Gebieten Grübel (Fichten-Bestand am Rand großer, älterer Borkenkäferschadflächen) und Rehberg (große und frisch durch Borkenkäferbefall entstandene Lücke) erstmals für Südbayern nachgewiesen wurde, während er in Nord- und Westdeutschland weit verbreitet vorkommt (Bleich et al. 2020). In der Roten Liste der Kurzflügler für Bayern wird die Art hinsichtlich des Wissensstandes als „defizitär" eingestuft (Bussler & Hofman 2003). Hadulla (2008) berichtete von einem Fang mit einem Kescher auf einer Wiese in den Erlen-, Eschen- und Weichlaubholz-reichen Auwäldern der Siegmündung. Schmölzer (1988) beschrieb die Art als Kulturland-Staphyliniden, den er in den „Kultursteppen" des wärmebegünstigten Eichkogel im östlichen Niederösterreich beobachtete.

***Brachida exigua* (Heer, 1839),** Rote Liste 3, ist mit einem Exemplar aus einem Buchenaltbestand in unmittelbarer Inn-Nähe ein Neufund für Südbayern. In vielen anderen deutschen Mittelgebirgen ist *Brachida exigua* durchaus verbreitet (Bleich et al. 2020). Entlang der Etsch in Südtirol wurde der Käfer auf xerothermen Dammwiesen beobachtet (Schatz, 2012). Mit Bodenfallen erfasste Vogel (1980) diese Käfer im Leutratal in Thüringen in Halbtrockenrasen eines wärmebegünstigten Standortes. Auch in Luxemburg gelangen Nachweise des Käfers mit Bodenfallen in Magerrasen (Gerend 2000).

***Trixagus leseigneuri* (Muona, 2002)** wird ebenfalls als Neufund für Südbayern bewertet. Die Art konnte gleich in vier Gebieten der tieferen Lagen mit ein bis fünf Käfern pro Falle nachgewiesen werden. *Trixagus leseigneuri* hat deutschlandweit größere Vorkommen in den Tieflagen (Bleich et al. 2020). Vermutlich ist die Art in Deutschland gar nicht so selten, wurde aber erst 2002 taxonomisch neu beschrieben (Köhler 2006). So liegen z.B. auch aus der Weser-Ems-Region inzwischen mehrere Nachweise vor (Bellmann et al. 2018). Weitere Funde der Art sind für Österreich aus Wien, Niederösterreich und dem Burgenland belegt (Schuh et al. 2009).

***Atomaria rubella* (Heer, 1841),** wurde als einzelner Käfer oberhalb des Großen Arbersees auf einer buchenreichen Wirtschaftswaldfläche gefunden, durch die eine Bestandesgrenze vom Altbestand zum Jungwuchs verläuft, und stellt einen Neufund für Südbayern dar, während die Art in Thüringen und in Schleswig-Holstein recht verbreitet vorkommt (Bleich et al. 2020). In einem Gebiet mit Salweidengebüsch, Hochstaudenfluren und feuchten Wiesen wurde der Käfer unweit von Moritzburg in Sachsen nachgewiesen (Lorenz 2006). Auf einer kleinen mit Sträuchern und einzelnen Bäumen bewachsenen Insel des Naturschutzgebietes „Nieverner Wehr" in der Lahn konnte der Käfer mit Flugfensterfallen erfasst werden (Jachtenwuchs & Wagner 2012). Im Tessin wurden die Käfer erstmals mit Lichtfallen gefangen, die in auf Mager-/Halbmagerwiesen inmitten eines trockenwarmen Laubwaldes standen (Herger et al. 2015).

***Episernus striatellus* (Brisout de Barneville, 1862)**, in der Roten Liste in Kategorie 0 (ausgestorben) geführt, wurde mit zwei Exemplaren im Rusler Wald auf zwei Flächen gefangen. Ein Fundpunkt befand sich im Naturwaldreservat auf einer Fläche mit starken Altbuchen und Alttannen und ebensolchem starken Totholz verschiedener Zersetzungsstufen. Im nahegelegenen Wirtschaftswald auf einer Fläche mit Anteilen eines Bergmischwald-Altbestandes und einer Kulturfläche konnte ein zweites Tier gefangen werden. *Episernus striatellus* wurde von Freude et al. (1964–1983) als im Westen Mitteleuropas sehr selten und im Osten und Südosten als selten beschrieben. Gauderer et al. (2006) gelangen Nachweise der Art auf Tannen in Feuchtwangen/Bayern. Nach Bleich et al. (2020) sind aus dem Schwarzwald einige Fundpunkte von Tannen bekannt. Bereits vom Mai 1913 berichtet Roubal (1915) von einem Fund aus Böhmen. Viñolas & Recalde Irurzun (2018) berichteten von mehreren Nachweisen aus Frankreich. Dabei handelte es sich um Fänge aus Tannen oder Fichten.

***Neuraphes coecus* (Reitter, 1887)**, Rote Liste 1, wurde auf zwei Flächen im Naturwaldreservat Rehberg gefunden. Beide Flächen liegen an einem steilen Hang mit einem sehr hohen Buchenanteil und einigen Tannen. Im Nationalpark Bayerischer Wald ist der Käfer in Höhenlagen von 700 bis 1.450 m ü. NN beheimatet (Müller et al. 2011). In Kärnten konnten die Käfer in den 1940iger Jahren aus Haselwurzeln geschwemmt und in Buchenstreu nachgewiesen werden (Hölzel 1951). Bekannt sind auch einige Nachweise aus Nordtirol (Kahlen 2011).

***Gabrius femoralis* (Hochhuth, 1851)**, Rote Liste 1, ist in den deutschen Mittelgebirgen verstreut zu finden (Bleich 2020). Ein einzelner Käfer wurde im Gebiet Rusler Wald auf einer ungleichaltrigen, buchendominierten Fläche gefunden, die erst im Vorjahr stark durchforstet wurde. Von Nachweisen aus Apfelgärten in Ungarn berichteten Balog et al. (2003). Aus Moldawien liegen bestätigte Funde an Totholz aus Flaumeichenbeständen vor (Mihailov & Bacal 2018). Degasperi & Eckelt (2015) fingen den Käfer im Bereich des Nationalparks Kalkalpen an einem alpinen Fluss mit Ufergehölzen aus Lavendel-Weide in einer Höhenlage von 480 m ü. NN.

***Hylis procerulus* (Mannerheim, 1823)**, ein xylobionter Käfer der Roten Liste 1, ist praktisch nur in Südbayern und den unmittelbaren Grenzregionen hierzu nachgewiesen (Bleich et al. 2020). Unsere Funde stammen aus vier Fallen, die über die tiefen und mittleren Lagen verteilt waren. Sämtliche Fundpunkte befanden sich in teils lückigen Wirtschaftswäldern mit einer Mischung aus Buchen und Fichten. In Vorarlberg gelang der Nachweis in Fichten-Spirkenwäldern mithilfe einer weißen Farbschale (Eckelt & Degasperl 2015).
Aus Norwegen wurde von einem Fund in einem Fichten-Birken-Bestand mit Traubenkirsche, Haselnuss und Erlen berichtet (Hansen & Sagvolden 1995). Für den Süden der Tschechischen Republik und die Slowakei sind aus den letzten Jahren Einzelfunde belegt (Mertlik 2008).

***Triplax rufipes* (Fabricius, 1775)**, Rote Liste 1, eine fungiphile Art, die daher auch als xylobiont eingestuft wird, kommt in Westdeutschland recht weit verbreitet vor. Im Osten und Süden ist der Käfer deutlich seltener (Bleich et al. 2020). Insgesamt wurden zehn Tiere auf sechs Flächen gefangen, hauptsächlich in buchenreichen Beständen an Inn bzw. Donau. Ein Einzelfund stammte aus der Arber-Region von einem buchenreichen Südwesthang. Die ersten Nachweise aus Hessen in der Nähe von Frankfurt stammten alle von Seitlingen der Gattung *Pleurotus* an stehendem und liegendem Buchentotholz (Flechtner 2004). Auch aus Oberösterreich wurde von einem Fund an einem gefällten Buchenstamm berichtet (Mitter 2004). Aus Bulgarien wurde der enge Zusammenhang mit Buche und *Pleurotus*-Arten bestätigt, allerdings um die Eiche als Wirt für die Pilze ergänzt (Bekciev et al. 2012). Weiterhin liegen Nachweise aus dem Nationalpark Slitere in Lettland von einer Suche nach Pilzfruchtkörper-bewohnenden Käfern vor (Kalniņš & Poppels 2014).

***Latridius consimilis* (Mannerheim, 1844)**, Rote Liste 1, xylobiont, hat einen Schwerpunkt seiner Verbreitung in Deutschland an der Ostsee und zum anderen im Saarland (Bleich et al. 2020). Auch für Bayern wird die Einschätzung als Rote Liste 1-Art (vom Aussterben bedroht) bestätigt (Schmidl & Esser 2003). In diesem Projekt konnten die Käfer gleich auf fünf Flächen erfasst werden. Die Fundpunkte lagen fast über den ganzen Gradienten von 320 bis 1.045 m ü. NN verteilt. Dabei war die Buche auf allen Flächen mit *Latridius consimilis*-Funden die dominierende Baumart. Im NWR Leitenwies wurde der Käfer auch bereits 2009 erfasst. Ebenfalls bekannt ist ein Fund aus der Naturwaldforschung der LWF aus dem Spessart von 2007. In Niedersachsen sind die Käfer im NSG „Breeser Grund“ in der Lüneburger Heide aus einem Eichenaltbestand mit wenigen Rotbuchen bekannt (Schacht 2016). Mithilfe von mit Eichenholzspänen gefüllten vogelkastenartigen Boxen konnten in Schweden unweit von Linköping in Östergötland Käfern dieser Art Ersatzlebensräume für die Larvenentwicklung erfolgreich angeboten werden (Jansson et al. 2009).

***Cis fissicornis* (Mellié, 1848)**, Rote Liste 1, xylobiont, findet sich in Deutschland mit Einzelnachweisen im südlichen Rheintal und in Mecklenburg-Vorpommern (Bleich et al. 2020). Der einzelne Käfer stammte aus dem NWR Leitenwies aus einem Buchen-Eichenbestand mit einer größeren Lücke durch den Ausfall einzelner Bäume. Der erste Nachweis für die Region Isère in Frankreich gelang in einem Buchen-Fichten-Mischbestand auf 700 m Meereshöhe mit vielen abgestorbenen Eschen und Ulmen. So fanden sich nur 20 cm von der Falle entfernt Schmetterlingstrameten (*Trametes versicolor* (L.) Pilát), die als potenzielle Lebensräume für

die Entwicklung der Larven gelten (Saurat 2017). Auch im NWR Leitenwies konnte im Rahmen des Projektes die Schmetterlingstramete bestätigt werden. Im Umkreis von Moskau wurde *Cis fissicornis* in Fruchtkörpern von *Lenzites betulina* (L.: Fr.) Fr. und fünf Arten der Gattung *Trametes* nachgewiesen (Nikitsky & Schigel 2004). In Polen ist von Funden an Fruchtkörpern von Eichenwirrlingen an Stieleichen in Oberschlesien und aus dem Bereich Białowieża berichtet worden (Królik 1999).

***Hadraule elongatula* (Gyllenhal, 1827)**, Rote Liste 1, xylobiont, ist für Deutschland aus dem Deutsch-Tschechischen Grenzgebiet bekannt (Bleich et al. 2020). In diesem Gradienten wurden 14 Exemplare auf zehn tendenziell von Fichten geprägten Flächen gefunden, mit einem Schwerpunkt am Arber bis in Höhen von 1.260 m ü. NN. Einen Fund gab es am Rand eines Borkenkäferlochs im Gebiet Rehberg in einer Höhe von 685 m ü. NN. Auch über die „Species response curve" wurde *Hadraule elongatula* als Hochlagenart charakterisiert.
Über ganz Europa liegen eine Reihe von Fundmeldungen vor. So wurde der Käfer erstmals für die Iberische Halbinsel mit Leuchtfallen in der Region Almería in Südspanien nachgewiesen (Viñolas et al. 2014). Nördlich von Falun in Darlana, Schweden, wurden die Käfer in fichtendominierten Beständen erfasst (Hedgren & Hipkiss 2009). In Südfinnland wurde ein Exemplar auf einem Kahlschlag eines Fichten-Birken-Bestandes mit nur einzelnen auf der Fläche verbliebenen Altbäumen mithilfe von Prallfallen gefangen, die unmittelbar an Fruchtkörpern von Zunderschwämmen an Birken angebracht wurden (Kaila et al. 1997). Im polnischen Teil des Riesengebirges wurde die Art in Waldbeständen von Buchen, Fichten, Lärchen, Zitterpappel und Birken in Höhenlagen von 540 bis 1.030 m ü. NN nachgewiesen (Mazur et al. 2016).

***Euglenes pygmaeus* (De Geer, 1774)**, Rote Liste 1, xylobiont, ist in ganz Deutschland verbreitet (Bleich et al. 2020). Im Projekt gab es nur einen Fund auf einer durch Borkenkäferbefall geprägten Fläche mit viel Jungwuchs im Gebiet Rehberg unterhalb einer dicken Buche. Von einem Fund in Bayern aus einer Falle an einer Tanne im Frankenwald berichten Gauderer et al. (2006). Auch aus dem Steigerwald ist ein Fund von Müller (2005b) im NWR Mordgrund bestätigt. An Alteichen in den „Gartower Elbmarschen", Niedersachsen, konnten Buse et al. (2008) *Euglenes pygmaeus* als seltenen Begleiter von Eichen mit Befall durch den Eichenheldbock (*Cerambyx cerdo*) beobachten. In Kristiansand, Norwegen, gelang ein Nachweis der Art an einer alten hohlen Eiche an einer steilen Felswand mit Hilfe von Flugfensterfallen (Pilskog et al. 2014).

***Dolotarsus lividus* (C.R. Sahlberg, 1833)**, Rote Liste 1, xylobiont, ist in Deutschland nur im Schwarzwald, in der Alpenregion (NWR Wettersteinwald und der Weißwand bei Unterjettenbach), einem Punkt in der Nähe von München und im Bayerischen Wald bekannt (Bleich et al. 2020). Die Mehrzahl der Käfer wurde in der Arber-Region gefunden, bis zum höchstgelegenen Punkt bei 1.405 m ü. NN. Ein Einzelfund stammte aus dem Gebiet Rehberg auf 625 m ü. NN aus einem jüngeren Bergmischwaldbestand. So zeigt auch seine „Species-response-curve" die Hochlagenaffinität.
Im Nationalpark Slitere in Lettland konnte der Käfer mit Fensterfallen bestätigt werden (Kalniņš & Poppels 2014). Für Polen liegen einige Nachweise aus den Beskiden vor, die die Präferenz für eine boreale Verbreitung unterstützen. Aber auch aus Białowieża sind Nachweise belegt (Plewa & Borowski 2016). Aus tannenreichen Bergmischwäldern in den französischen Westalpen liegen ebenfalls Nachweise vor (Barnouin et al. 2014).

4.2 Erfassungsergebnis

Verglichen mit Studien, die über einen längeren Zeitraum und eine Vielzahl von Fallentypen bzw. Fangmethoden angelegt sind, bleiben die in diesem Projekt erfassten rund 16.000 Käfer deutlich zurück. So konnten im hessischen Naturwaldreservat Goldbach- und Ziebachsrück in zwei Jahren mit 15 verschiedenen Fangmethoden und manuellen Aufsammlungen über 97.000 Käfer aus 710 Arten erfasst werden (Köhler 2010). Im Naturwaldreservat Hohestein kamen mit 16 Fangmethoden sogar über 100.000 Käferindividuen mit einem Artenspektrum von 734 Arten zusammen (Köhler & Flechtner 2007). In weiteren Naturwaldreservaten in Hessen wie den Niddahängen bei Rudingshain konnten 938 Arten mit 122.481 Individuen (Flechtner 2000) bzw. im NWR Schönbuche 79.643 Individuen aus 749 Arten (Flechtner 2004b) nachgewiesen werden. Aus dem Nationalpark Bayerischer Wald konnten über die vergangenen Jahre 1.300 Käferarten bestätigt werden (Müller et al. 2011). Eine Individuenzahl von 16.987 xylobionten Käfern erreichten Studien im Steigerwald (Müller 2005b). Dabei wurden neben einer ähnlichen Zahl von Flugfensterfallen, die über einen Zeitraum von sieben Monaten eingesetzt wurden, auch Handfänge und Lichtfallenfänge sowie Inkubationen von Kronentotholz genutzt. Mit all diesen Methoden wurden dort insgesamt 368 xylobionte Käferarten erfasst, was etwa der Zahl in dieser Studie entspricht.
Gemessen an diesen Zahlen können die in drei Monaten zusammengetragenen Ergebnisse mit über 700 Arten als Resultat einer sehr erfolgreichen Studie betrachtet werden. Die Daten bieten einen repräsentativen und wissenschaftlich fundierten Ausschnitt aus der lokalen Käferzönose. Im Vergleich mit anderen Untersuchungen in Naturwaldreservaten (Müller et al. 2009, Köhler et al. 2010) liegen in dieser Studie die Artenzahlen für die xylobionten Käfer pro Gebiet mit Naturwaldreservatsflächen und angrenzenden Wirtschaftswäldern im unteren Bereich. Allerdings wurden viele der diesen Publikationen zugrundeliegenden Untersuchungen über einen längeren Zeitraum (oft

zwei oder mehr Jahre) und unter Einsatz weiterer Fangmethoden (insbesondere durch begleitende Handfänge) durchgeführt. Im Wienerwald konnten Holzinger et al. (2014) mit 90 Kreuzfensterfallen über einen etwas längeren Zeitraum rund 31.000 Käfer fangen, die sich auf 410 Arten verteilten. Auf eine einzelne Fläche in dieser Studie entfielen allerdings allein 12.217 Individuen. Im Steigerwald konnten bei Untersuchungen auf 69 Flächen mit Fensterfallen und Handfängen 9.301 xylobionte Käfer aus 283 Arten erfasst werden (Müller & Bussler 2008).

Im Vergleich zu den hessischen Naturwaldreservaten Goldbach- und Ziebachsrück mit 59 Arten (Köhler 2010), Niddahänge mit 48 Arten (Flechtner 2000), Schönbuche mit 55 Arten (Flechtner 2004b) und Hohestein mit 69 Arten (Köhler & Flechtner 2007) der Roten Liste von 1998 (Binot et al. 1998) wurde über den gesamten Höhengradienten mit über 130 gefährdeten Arten (18,4 %) ein höherer Anteil gefunden. Bei Untersuchungen im Wienerwald belief sich der Anteil gefährdeter Arten auf fast ein Drittel der erfassten Käferarten (Holzinger et al. 2014). Die Zahl von vier Urwaldreliktarten erscheint im Vergleich zu den Ergebnissen aus dem Wienerwald mit 15 Arten recht gering. Andererseits wurde bei den intensiven Untersuchungen im Nordhessischen Naturwaldreservat Goldbach- und Ziebachsrück keine einzige Urwaldreliktart nachgewiesen (Köhler 2010). Auch bei einjährigen Untersuchungen in den je einen Hektar großen Repräsentationsflächen von vier Bayerischen Schwerpunktnaturwaldreservaten konnte nur eine einzelne Urwaldreliktart gefangen werden (Blaschke et al. 2016).
Grundsätzliche Probleme bei Bewertungen der Naturnähe eines Waldes auf der Grundlage der Urwaldreliktarten insbesondere aufgrund ihrer Seltenheit beschreiben Weigel & Fritzlar (2007). Demnach sind zuverlässige Aussagen nur durch einen sehr hohen methodischen Aufwand möglich, der auch mit den hier genutzten 144 Fallen noch nicht gesichert werden kann.

Mit einem Anteil von knapp 40 % am gesamten Fangergebnis waren die xylobionten Käfer nicht nur die individuenreichste Gilde im Höhengradient, sondern auch die artenreichste. Bei Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten (Köhler & Flechtner 2007, Köhler 2010) stellten ebenfalls die Totholzkäfer die artenreichste Gruppe, allerdings waren die Anteile an der Gesamtartenzahl deutlich geringer. Dieser Umstand ist in diesem Fall dem Einsatz von weiteren Fallensystemen wie Bodenekklektoren, die grundsätzlich weniger xylobionte Käfer erfassen, geschuldet.

4.3 Gebietsvergleich

Von ihrer ökologischen Ausstattung lassen die laubholzdominierten Wälder der tieferen Lagen die meisten xylobionten Käferarten erwarten. In diesen Lagen finden sich neben den Baumarten Buche, Fichte und Tanne, die auch bis in die Hochlagen verbreitet sind, höhere Eichenanteile. Aber auch Edellaubbaumarten wie der Bergahorn und die Esche sind hier in höheren Anteilen zu finden. Vor allem in den Naturwaldreservaten der Tieflagen haben sich in den letzten Jahren sehr hohe Totholzvorräte angesammelt (Siemonsmeier et al. 2019).
In den Hochlagen waren bei gleichbleibend hohen Individuenzahlen an xylobionten Käfern die geringsten Artenzahlen sowohl auf der Basis des einzelnen Probekreises (α-Diversität) als auch für das Gebiet (γ-Diversität) festzustellen. Dieser Umstand ist in erster Linie dem klimatisch bedingten, eingeschränkten Baumartenangebot geschuldet. Zudem zeigen die Analysen auch die differenzierte Artenzusammensetzung entlang des Höhengradienten. Die sich schon abzeichnenden Veränderungen der Baumartenanteile (Siemonsmeier et al. 2020) deuten mit den unmittelbaren Veränderungen des Klimas in der Zukunft auf eine Veränderung der Artengemeinschaften in den Hochlagen hin. Insofern hat die Erhaltung des natürlichen Fichtenhochlagenwaldes in diesen Lagen für die Käfergemeinschaften eine Berechtigung.
Dagegen wurden aus der Gruppe der sonstigen, nicht an Totholz gebundenen Käfer in den Tieflagen sowohl weniger Individuen gefangen als auch geringere Artenzahlen als bei den xylobionten Käfern erfasst. Viele dieser Arten sind Blütenbesucher, die in den von der im Sommer stark verschattenden Buche geprägten Wäldern der Tieflagen weniger geeignete Lebensräume finden (Flückiger 1999).
In den höheren Lagen war das Angebot an Lücken und somit auch das Angebot an geeigneten Lebensräumen für die Blütenbesucher oftmals besser gegeben.

4.4 Vergleich der Nutzungsformen

Unter den gegebenen Bedingungen weisen die xylobionten Käfer sowohl hinsichtlich der Individuenzahlen als auch der Artenzahlen in allen drei Nutzungsformen eine ähnliche Ausstattung auf. Bei den „Sonstigen Käfern" liegt die Arten-Individuen-Kurve für die Naturwaldreservate leicht über den Kurven der Wirtschaftswälder und lässt dort somit einen höheren Artenreichtum erwarten. Im Fall der Arten der Roten Liste von Binot et al. (1998) und der Urwaldreliktarten nach Müller et al. (2005) zeigt sich für diese Arten hinsichtlich der Individuenzahlen eine leichte Überlegenheit der Naturwaldreservate gegenüber den Wirtschaftswäldern. Bei der reinen Artenzahl ist dieser Unterschied praktisch nicht gegeben. Allerdings liegen bei den Fangzahlen der Tiere der Roten Liste die Fichtenflächen insbesondere durch den hohen Anteil an natürlichen Fichten-Hochlagenwäldern über denen der laubholzbetonten Wirtschaftswälder.
Bei Untersuchungen in Hessischen Naturwaldreservaten nur wenige Jahre nach deren Ausweisung konnten im Hinblick auf die Individuenzahlen auf den unbewirt-

schafteten Flächen deutlich mehr Totholzkäfer erfasst werden als auf den bewirtschafteten Vergleichsflächen. Hinsichtlich der Artenzahlen lagen die Werte allerdings deutlich enger zusammen (Köhler 2010). Die Unterschiede bei den Individuenzahlen hatten dort größtenteils methodische Ursachen, da für bestimmte Fallen in den bewirtschafteten Wäldern die entsprechenden Totholzstrukturen fehlten.

Im Rahmen eines bundesweiten Projektes mit Flächen in der Schorfheide-Chorin, dem Nationalpark Hainich und der Schwäbischen Alb wurden in bewirtschafteten Fichtenwäldern im Durchschnitt die meisten xylobionten Käferarten gefunden (Wende 2014). Für bewirtschaftete Buchenwälder und unbewirtschaftete Flächen lagen die Artenzahlen dabei auf einem Niveau.

Auch bei Vergleichsuntersuchungen mit Bodenfallen in Thüringen (Wenzel et al. 2017) mit ähnlichen Bestandeskriterien wie im Höhengradienten waren die Individuenzahlen in den Fichten-dominierten Beständen am höchsten, während die Artenzahlen bei allen drei Bewirtschaftungs-klassen sehr ähnlich waren.

Diese und weitere Studien deuten an, dass die reinen Arten- und Individuenzahlen von xylobionten Käfern nicht zwangsläufig mit der Naturnähe von Wäldern verbunden sind. Wälder bieten per se einer Vielzahl von Arten ein potenzielles Habitat.

Im Höhengradient lagen die Artenzahlen in allen drei Nutzungsformen auf einem Niveau. Die etwas höhere Individuenzahl der Urwaldreliktarten deutet ein vermehrtes Vorkommen in den Naturwaldreservaten an. Auch die Ergebnisse der Ordination zeigen eine Verschiebung innerhalb der Artengemeinschaften zwischen den Nutzungsformen. So deutliche Unterschiede, wie sie Müller (2005a) zwischen Urwäldern in Rumänien und bayerischen Wirtschaftswäldern gefunden hat, sind für die xylobionten Käferarten zwischen den Naturwaldreservaten und den bewirtschafteten Wäldern im untersuchten Höhengradient jedoch nicht bestätigt worden. Allerdings ruht in den Naturwaldreservaten erst seit rund 50 Jahren die Bewirtschaftung. In den Jahrzehnten zuvor wurden auch diese Wälder, wenn auch aufgrund der Flächenverhältnisse oftmals verhältnismäßig extensiv, durch die Forstwirtschaft geprägt. Für die Waldentwicklung ist ein solcher Zeitraum, der nur einen Bruchteil einer potenziellen Waldgeneration umfasst, verhältnismäßig kurz. Auch die Flächenausformung ist mit Größen von rund 13 bis 130 ha derart, dass eine Verzahnung mit den umgebenden bewirtschafteten Wäldern gegeben ist.

Die Ergebnisse deuten an, dass die Vernetzung von bewirtschafteten und unbewirtschafteten Flächen in der Region zusammen mit dem Waldbau, der im Untersuchungsbereich weitgehend kleinflächig orientiert ist und vorrangig mit Naturverjüngung unter Schirm arbeitet, auch hinsichtlich der Käferarten viele Nischen und Rückzugsräume bietet.

4.5 Artreichtum und ökologische Parameter

Die Meereshöhe, in diesem Projekt unmittelbar gekoppelt mit der Jahresdurchschnittstemperatur, ist der Faktor, der die Artendiversität bestimmt. Dabei zeigt sich eine mehr oder weniger kontinuierliche Abnahme der Artenvielfalt mit dem Anstieg der Meereshöhe. Im Steigerwald konnten Müller & Bussler (2008) keinen statistisch signifikanten Einfluss der untersuchten ökologischen Parameter auf die Artenzahl aller Käfer feststellen. Nur bei den als gefährdet eingewerteten Arten konnten sie einen Zusammenhang mit der Totholzmenge sowohl bezüglich der Arten als auch der Individuen belegen. So konnte auch hier im Höhengradient kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Artenzahl und der Totholzmenge auf dem Probekreis gefunden werden. Dafür können folgende Ursachen relevant sein:

- (1) Der Probekreis hat nur einen Radius von etwa 12,6 m. Viele Arten werden daher aus den benachbarten Flächen anfliegen.
- (2) Die Totholzmenge stellt für sich allein keine qualitative Beschreibung des Substrates dar. So können Tothölzer nach zwei bis drei Jahren für viele Arten schon wieder uninteressant sein, wenn sie ein weniger geeignetes Zersetzungsstadium erreichen.

Für die häufigsten Arten ist auch individuell die Meereshöhe und damit mehr oder weniger unmittelbar gekoppelt der Anteil der Fichte ein signifikanter Parameter, der das Vorkommen der Arten näher beschreiben kann. Zu den Arten, deren Vorkommen eine negative Korrelation zur Meereshöhe zeigen, gehört z.B. der Schwarze Nutzholzborkenkäfer (*Xylosandrus germanus*), der auch als „Holzschädling" betrachtet wird. Dies deckt sich mit Ergebnissen aus den Westkarpaten in der Slowakei (Galko et al. 2019). Er hat ein sehr großes Wirtspflanzenspektrum, aber eine deutliche Präferenz für Laubbäume. Der Gekämmte Nagekäfer (*Ptilinus pectinicornis*) hat seinen Verbreitungsschwerpunkt in Buchenwäldern, was das Vorkommen der Art auf den tiefer gelegenen Flächen erklärt.

Unter den häufiger gefangenen Käfern, deren Präsenz mit der Höhe positiv korreliert, sind *Malthodes alpicola* und *Thanasimus fermoralis,* zwei Arten, die im Nationalpark fast aus allen dort vorhanden Höhenstufen zwischen 650 m und 1.450 m ü. NN bekannt sind (Müller et al. 2011).

Vergleicht man die Daten von Arten, die sich in dieser Untersuchung als typisch für die Hochlagen darstellen (Fig. 10), mit den Daten aus dem Nationalpark Bayerischer Wald (Müller et al. 2011) und ihrer Verbreitung in Bayern sowie in Deutschland (Bleich et al. 2020) (Tab. 6), wird klar, dass es manche regionale Besonderheiten gibt oder manchmal die Datengrundlage für eine weitreichende Übertragung der Informationen nicht ausreichend gegeben ist. So stellen sich Arten, die in dieser Studie nur in den Hochlagen gefunden wurden, wie *Atrecus affinis, Dasytes niger* und *Hylurgops palliatus,*

Tab. 6: Vergleich von typischen Arten der Hochlagen mit den Höhenlagen im NP Bayerischer Wald (Müller et al. 2011), Daten aus Naturwaldreservaten in Bayern (LWF-Archiv) und der deutschen Verbreitung (Bleich et al. 2020).

Art	NP [m ü. NN]	Bayern (insbesondere NWR)	D (colkat.de) (Köhler et al. 2020)
Ampedus scrofa (Germar, 1844)	700 – 1.400	NWR Fichtelseemoor, Schönleitenmoos, Zwickelfilz, Dürrerbühl, Wettersteinwald	zerstreut - Hochlagen der Mittelgebirge
Atrecus affinis (Paykull, 1789)	650 – 1.450	zerstreut	verbreitet
Dasytes niger (Linnaeus, 1760)	650 – 1.450	zerstreut	verbreitet
Dolotarsus lividus (C.R.Sahlberg, 1833)	700 – 1.400	NWR Fasanerie, Wettersteinwald	selten – Hochlagen Schwarzwald, Alpen, Bayerischer Wald
Hadraule elongatula (Gyllenhal, 1827)	700 – 1.300	NWR Fichtelseemoor, Schwarzwihrberg, Zwickelfilz	selten – ostbayerischer Gebirgskamm, Elbsandsteingebirge
Hylurgops palliatus Wood & Bright, 1992	700 – 1.300	verbreitet	verbreitet
Malthodes alpicola Kiesenwetter, 1852	650 – 1.400	NWR Wettersteinwald, Schrofen, Eschenschlag, Grübel	selten – überwiegende Hochlagen Schwarzwald, Alpen, Bayerischer Wald
Malthodes fuscus (Waltl, 1838)	650 – 1.400	zerstreut – überwiegend ostbayerische Mittelgebirge und Mittelschwaben	zerstreut – in Süddeutschland Präferenz für Hochlagen
Phloeotribus spinulosus Wood & Bright, 1992	800 – 1.450	zerstreut NWR Seeben, Rehberg, Wettersteinwald	zerstreut – überwiegend Hochlagen Mittelgebirge
Thanasimus femoralis (Zetterstedt, 1828)	650 – 1.450	zerstreut – überwiegend Mittelgebirge	zerstreut

im Nationalpark in nahezu allen Höhenstufen ein und sind auch in aller Regel in ganz Deutschland weit verbreitet oder sogar häufig.

Als Arten, für die der Klimawandel eine ernste Gefahr für ihre Verbreitung in Deutschland in der nächsten Zeit darstellen dürfte, kristallisieren sich *Dolotarsus lividus, Malthodes alpicola* und *Hadraule elongatula* heraus. Ihre Verbreitung ist auch deutschlandweit nur auf wenige Standorte in den Hochlagen beschränkt. Weitere Arten, bei denen eine Verschiebung des Areals in Richtung höherer Lagen auf weniger Fläche zu erwarten sein dürfte, sind Arten, die in Süddeutschland auf die Mittelgebirge beschränkt sind. Hier sind aus den Beobachtungen dieses Projektes zu nennen: *Ampedus scrofa, Malthodes fuscus* und *Phloeotribus spinulosus*.

Ausblick

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Meereshöhe in einem Höhengradienten der Umweltparameter ist, der die Artenzusammensetzungen auch der fliegenden Käferfauna am entscheidendsten prägt. Damit unmittelbar korrelieren zahlreiche Klimaparameter wie die Jahresdurchschnittstemperatur, aber auch die Baumartenzusammensetzung. Aus dieser Erkenntnis lässt sich bereits ableiten, zu welchen dramatischen Veränderungen der Klimawandel in den Artenzusammensetzungen der Fauna in Wäldern führen wird. Bei den in diesem Projekt untersuchten Flächen der beiden staatlichen Forstbetriebe Neureichenau und Bodenmais zeigte sich, dass die Artendiversität in den bewirtschafteten Flächen sich nur wenig von jener in den seit über 40 Jahren unbewirtschafteten Naturwaldreservaten unterschied. Dabei muss betont werden, dass es sich vorrangig um ältere Waldbestände handelte, die als Vergleichsflächen zu den Naturwaldreservaten im Rahmen des Auswahlprozesses einbezogen wurden. Daraus kann aber geschlossen werden, dass bei einer sachgemäßen Forstwirtschaft in enger Verzahnung von Prozessschutzflächen und naturnah bewirtschafteten Waldbeständen für zahlreiche Käfer ein Lebensraum erhalten werden kann. Positiv beigetragen hat dazu sicherlich der Umstand, dass auch in den Wirtschaftswäldern in den letzten Jahren ein angemessener Totholzvorrat (Müller 2005b) aufgebaut worden ist.

Zur Erhaltung der natürlichen Artengemeinschaften ist insbesondere in den Fichten-dominierten Wäldern ein behutsamer Umbau hin zu Mischwäldern notwendig, konkret in dieser Region zu den potenziell natürlichen Bergmischwäldern mit Buche und Tanne. In den höheren Lagen sollte dies auch unter Einbeziehung eines bemes-

senen Fichtenanteils erfolgen, um die Habitattradition für Arten, die auf diese Baumart spezialisiert sind, nicht abreißen zu lassen.

5 Danksagung

Wir bedanken uns bei Andrea Jarzabek-Müller für die Sortierung der unzähligen Proben, Frank Köhler für die Bestimmungsarbeit und die Diskussionsbeiträge, unseren Hilfskräften Sarah Schneider und Franziska Steiner, Lukas Blaschke, der Praktikantin Claudia Hieble, dem Ranger Martin Graf vom Naturpark Bayerischer Wald und den Auszubildenden des Forstbetriebs Bodenmais Michael Wirth, Tobias Späth, Max Ammon und Martin Weiderer sowie ihrem Meister Paul Hilgart, ohne die die Betreuung der 144 Fallen auf einem so ausgedehnten Bereich nicht möglich gewesen wäre. Unser Dank gilt auch den zwei anonymen Gutachtern für ihre Arbeit und ihre Anregungen zu Verbesserung des Manuskriptes. Ein Dank gilt auch dem Waldklimafonds und seinen Mitarbeitern, ohne dessen Finanzierung des Projektes „Höhengradient" aus Finanzmitteln des Bundesministeriums für Umwelt und Sicherheit und des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft die vorliegende Arbeit nicht durchzuführen gewesen wäre.

6 Literatur

Apfelbacher, F. 1998: Koleopteren der Gipfelregion des Großen Arbers im Bayerischen Wald. – Der Bayerische Wald **12** (1): 24–31.

Aurenhammer, S.; Komposch, C.; Schneider, M. & Degasperi, G. 2019: Urwaldrelikte Kärntens – Käfergemeinschaften von Naturwäldern im Spannungsfeld zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz (Insecta: Coleoptera). – Carinthia II **129**: 431–466.

Axmacher, J. C.; Holtmann, G.; Scheuermann, L.; Brehm, G.; Müller-Hohenstein, K. & Fiedler, K. 2004: Diversity of geometrid moths (Lepidoptera: Geometridae) along an Afrotropical elevational rainforest transect. – Diversity Distrib **10**: 293–302.

Balog, A.; Markó, V.; Kutasi, C. S. & Ádám, L. 2003: Species Composition of Ground Dwelling Staphylinid (Coleoptera: Staphylinidae) Communities in Apple and Pear Orchards in Hungary. – Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica **38** (1–2): 181–198.

Barnouin, T.; Soldati, F. & Noblecourt, T. 2014: Echantillonnage des coléoptères saproxyliques du site Natura 2000 Devoluy – Durbon – Charance – Champsaur (France, Hautes-Alpes). – Rapport d'échantillonage – Office National des Forêts, Laboratoire National d'Entomologie Forestière, Quillan: 26 pp.

Bässler, C.; Seifert, L. & Müller, J. 2015: The BIOKLIM project in the National Park Bavarian Forest: lessons from a biodiversity survey. – Silva Gabreta **21** (1): 81–93.

Bekchiev, R.; Smets, K. & Crevecoeur, L. 2012: Contribution to the knowledge of the genus *Triplax* Herbst, 1793 (Coleoptera: Erotylidae) in Bulgaria. – ZooNotes **30**: 1–6.

Bellmann, A.; Esser, J.; Janssen, R.; Mühlfeit, M. & Reimann, S. 2018: Bemerkenswerte und neue Käferfunde aus dem Weser-Ems-Gebiet (Coleoptera) (Teil 12). – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **47** (3): 683–688.

Binot, M.; Bless, R.; Boye, P.; Gruttke, H. & Pretscher, P. 1998: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **55**: 1–434.

Blaschke, M.; Bradtka, J.; Bussler, H.; Fischer, H.; Müller-Kroehling, S.; Walentowski, H. & Fischer, A. 2011: Naturwaldreservate im Höhengradient als Indikatoren für den Klimawandel. – Bayerische Landesamt für Umwelt: 6–8.

Blaschke, M.; Endres, U; Förster, B. & Bussler, H. 2016: 6000 m² Naturwaldreservat im Fokus – Welche Beziehungen können Artengruppen in nicht bewirtschafteten Laubmischwäldern aufzeigen? – Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz **15**: 57–68.

Bleich, O.; Gürlich, S. & Köhler, F. 2020: Verzeichnis und Verbreitungsatlas der Käfer Deutschlands. – World Wide Web electronic publication www.coleokat.de [accessed 2021/04/30].

Bohmann, P. & Franc, N. 2010: Skalbaggar på död tall 2009 - en inventering på norra och mellersta Gotland. – Rapporter om natur och miljö, nr 2010, Visby: 34 pp.

Brandstetter, C. M. & Kapp, A. 1994: Interessante Käferfunde aus Vorarlberg (Österreich) und dem Fürstentum Lichtenstein (Coleoptera). – Koleopterologische Rundschau **64**: 279–290.

Buse, J.; Zabransky, P. & Assmann, T. 2008: The xylobiontic beetle fauna of old oaks colonised by the endangered longhorn beetle *Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Cerambycidae). – Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie **16**: 109–112.

Bussler, H. & Hofmann, G. 2003: Rote Liste gefährdeter Kurzflügler (Coleoptera: Staphylinoidea) Bayerns. – In: Schmidl, J.; Bussler, H. & Lorenz, W. (eds): Die Rote Liste gefährdeter Käfer Bayerns (2003) im Überblick. – Bayerische Landesamt für Umwelt, Augsburg.

Bussler, H. & Schmidt, O. 2008: *Trypodendron leave* Eggers, 1939 – Ein wenig bekannter Nutzholzborkenkäfer. – Forstschutz aktuell **45**: 11–13.

Bussler, H.; Walentowski, H. & Blaschke, M. 2015: Boreo-montane Reliktarten im Naturwaldreservat „Wettersteinwald“ (Coleoptera, Xylobionta). – Nachrichtenblatt bayerischer Entomologen **64** (3/4): 83–85.

Degasperi, G. & Eckelt, A. 2015: Leben im hochdynamischen Ökosystem Gebirgsaue–Käferzönosen dreier FFH Lebensräume im Nationalpark Kalkalpen. – Acta Zoo Bot Austria **152**: 107–134.

Eckelt, A. & Degasperi, G. 2018: Zur Diversität der xylobionten Käferfauna (Insecta: Coleoptera) des Samina- und Galinatales (Österreich und Liechtenstein) – Einblicke und Schlussfolgerungen. – Inatura – Forschung online **58**: 1–20.

Eckelt, A.; Müller, J.; Bense, U.; Brustel, H.; Bussler, H.; Chittaro, Y.; ... & Seibold, S. 2018: “Primeval forest relict beetles” of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants. – Journal of Insect Conservation **22** (1): 15–28.

Fischer, A.; Blaschke, M. & Bässler, C. 2011: Altitudinal gradients in biodiversity research: the state of the art and future perspectives under climate change aspects. – Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz **11**: 35–47.

Flechtner, G. 2000: Coleoptera (Käfer): 5–349. – In: Flechtner, G.; Dorow, W. H. O. & Kopelke, J.-P. (eds): Niddahänge östlich Rudingshain - Zoologische Untersuchungen II 1990–1992. – Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung.

Flechtner, G. 2004a: Die Pilzkäfer *Triplax lepida* (Faldermann, 1835) und *T. rufipes* (Fabricius, 1775) in Hessen – Indikatoren für geänderte Umweltbedingungen? (Coleoptera: Erotylidae). – Nachrichten des entomologischen Vereins Apollo, N. F. **25** (3): 127–129.

Flechtner 2004b: Coleoptera (Käfer): 5–126. – In: Dorow, W. H. O.; Flechtner, G. & Kopelke, J.-P. (eds): "Schönbuche" Zoologische Untersuchungen 1990–1992, Teil 2. – Hessen-Forst - Ergebnis- und Forschungsbericht 28.

Fleishman, E.; Austin, G. T. & Weiss, A. D. 1998: An empirical test of Rapoport's rule: elevational gradients in montane butterfly communities. – Ecology **79**: 2482–2493.

Flückiger, P. F. 1999: Der Beitrag von Waldrandstrukturen zur regionalen Biodiversität. – Disseration, Universität Basel: 252 pp.

Franc, V. 2002: Beetles (Coleoptera) of the Veľká Fatra Mts with special reference to bioindicatively significant species. – Matthias Belivs Univ Proc, Suppl. **2** (1): 165–177.

Freude, H.; Harde, K. W. & Lohse, G. A. 1964–1983: Die Käfer Mitteleuropas, Bände 1–11. – Goecke & Evers, Krefeld: 3552 pp.

Galko, J.; Dzurenko, M.; Ranger, C. M.; Kulfan, J.; Kula, E.; Nikolov, C.; ... & Zach, P. 2019: Distribution, habitat preference, and management of the invasive ambrosia beetle *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in European forests with an emphasis on the West Carpathians. – Forests **10** (1): 10.

Gauderer, M.; Gruppe, A.; Gossner, M.; Müller, J. & Gerstmaier, R. 2006: Vergleich der Kronenfauna von Tanne (*Abies alba*) und Fichte (*Picea abies*). – Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie **15**: 113–116.

Geiser, R. 1985: Überblick über den gegenwärtigen Stand der faunistisch-ökologischen Erfassung der Käfer Bayerns. – Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft **74**: 129–154.

Geiss, G. 1988: Die Bockkäfer des Bayerischen Waldes. – Nachrichtenblatt der bayerischen Entomologen **37** (3): 65–72.

Gerend, R. 2000: Die Käferfauna eines Kalkmagerrasens über Steinmergelkeuper im Luxemburger Gutland: „Schléidelbierg“ bei Junglinster (Insecta: Coleoptera). – Bulletin - Société des naturalistes luxembourgeois **100**: 103–134.

Hadulla, K. 2008: Zur Käferfauna (Coleoptera) im Mündungsgebiet der Sieg bei Bonn. – Mitteilungen Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen **18** (1–4): 57–80.

Hansen, L. O. & Sagvolden, B. A. 1995: Notes on Norwegian Coleoptera. 2. – Fauna Norvegica Seria B **42**: 134–135.

Hedgren, O. & Hipkiss, T. 2009: Övervakning av vedlevande insekteri Granåsens värdetrakt. – Rapport **24**, Naturvårdsenheten, Dalarna: 31 pp.

Herger, P.; Germann, C.; Uhlig, M.; Vogel, J.; Geiser, M. & Kirejtshuk, A. 2015: Käfer aus Lichtfängen am Monte San Giorgio bei Serpiano, Kanton Tessin (Coleoptera). – Entomo Helvetica **8**: 89–96.

Holzinger, W. E. & Friess, T. 2014: Erstnachweis der Nordischen Rindenzikade *Cixidia lapponica* Zetterstedt, 1840 aus Österreich (Insecta: Hemiptera, Auchenorrhyncha, Achilidae). – Linzer biologische Beiträge **46** (2): 1337–1341.

Holzinger, W. E.; Friess, T.; Holzer, E. & Mehlmauer, P. 2014: Xylobionte Käfer (Insecta: Coleoptera part.) in Wäldern des Biosphärenparks Wienerwald (Österreich: Niederösterreich, Wien). – Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum **25**: 331–362.

Hölzel, E. 1951: V. Nachtrag zum Verzeichnis der bisher in Kärnten beobachteten Käfer. – Carinthia II **141**:133–158.

Horak, J. & Pavlicek, J. 2013: Tree level indicators of species composition of saproxylic beetles in old-growth mountainous spruce–beech forest through variationpartitioning. – Journal of insect conservation **17**: 1003–1009.

Hsieh T. C.; Ma K. H. & Chao A. 2016: iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). – Methods in Ecology and Evolution **7**: 1451–1456.

Irurzun, J. I. R. & San Martin Moreno, A. F. S. M. 2017: Presencia de *Hallomenus* (*Hallomenus*) *axillaris* (Illiger, 1807) en la Península Ibérica, confirmación de *Ochina* (*Dulgieris*) *latreillii* (Bonelli, 1812) y *Platysoma* (*Cylister*) *lineare* Erichson, 1834, y otros coleópteros destacables de un bosque sur-pirenaico de Pinus sylvestris (Insecta: Coleoptera). – Revista gaditana de Entomología **8** (1): 53–66.

Jachtenfuchs, C. & Wagner, T. 2012: Zur Käferfauna der Lahnaue am Nievener Wehr bei Bad Ems (Coleoptera). – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen **22** (1–4): 63–80.

Jansen, F. 2022: Hierarchical species response curves in package eHOF. – https://cran.r-project.org/web/packages/eHOF/vignettes/eHOF.pdf [accessed 2022/02/03].

Jansson, N.; Ranius, T.; Larsson, A. & Milberg, P. 2009: Boxes mimicking tree hollows can help conservation of saproxylic beetles. – Biodiversity and Conservation **18** (14): 3891–3908.

Jarzabek-Müller, A. & Müller, J. 2008: On the distinction between *Ampedus auripes* (Reitter, 1895) and *Ampedus nigrinus* (Herbst, 1784) (Coleoptera: Elateridae). – Elateridarium **2**: 199–212.

Jung, J. K.; Kim, S. T.; Lee, S. Y.; Park, C. G.; Park, J. K. & Lee, J. H. 2012: Community structure of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) along an altitudinal gradient on Mt. Sobaeksan, Korea. – Journal of Asia-Pacific Entomology **15** (3): 487–494.

Kahlen, M. 2011: Fünfter Beitrag zur Käferfauna Nordtirols. Ergänzungen zu den bisher erschienenen Arbeiten über die Käfer Nordtirols (1950, 1971, 1976, 1987). – Wissenschaftliches Jahrbuch der Tiroler Landesmuseen **4**: 136–319.

Kaila, L.; Martikainen, P. & Punttila, P. 1997: Dead trees left in clear-cuts benefit saproxylic Coleoptera adapted to natural disturbances in boreal forest. – Biodiversity & Conservation **6** (1): 1–18.

Kalniņš, M. & Poppels, A. 2014: The studies of the False darkling beetle *Phryganophilus ruficollis* (Fabricius, 1798); in Latvia 2012–2013. – Environmental and Experimental Biology **12**: 53.

Kaspar, F.; Müller-Westermeier, G.; Penda, E.; Mächel, H.; Zimmermann, K.; Kaiser-Weiss, A. & Deutschländer, T. 2013: Monitoring of climate change in Germany – data, products and services of Germany's National Climate Data Centre. – Adv Sci Res **10**: 99–106.

Keith, N. A. A. 2009: *Prostomis mandibularis* F. (Coleoptera: Prostomidae), *Pandivirilia melaleuca* (Loew) (Diptera: Therevidae) and other saproxylic insects in Cantabria (Insecta: Coleoptera, Diptera and Hemiptera). – Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa **45**: 545–546.

Köhler, F. 1996: Käferfauna in Naturwaldzellen und Wirtschaftswald. Vergleichende Untersuchungen im Waldreservat Kermeter in der Nordeifel. – Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten, Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen **6**: 1–283.

Köhler, F. 2006: Anmerkungen zur Käferfauna der Rheinprovinz XIII. – Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen, **16** (1–2): 27–46.

Köhler, F. 2010: Die Käfer (Coleoptera) des Naturwaldreservats Goldbachs- und Ziebachsrück (Hessen). Untersuchungszeitraum 1994–1996: 7–98. – In: Dorow, W. H. O.; Blick, T. & Kopelke, J.-P. (eds.): Naturwaldreservate in Hessen. Band 11/2.2. Goldbachs- und Ziebachsrück. Zoologische Untersuchungen 1994–1996, Teil 2. – Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 46.

Köhler, F. & Klausnitzer, B. 1998: Verzeichnis der Käfer Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte Beiheft (**4**): 1–185.

Köhler, F. & Flechtner, G. 2007: Coleoptera (Käfer) des Naturwaldreservats Hohestein: 7–98. – In: Dorow, W. H. O. & Kopelke, J.-P. (eds.): Hohestein Zoologische Untersuchungen 1994–1996, Naturwaldreservate in Hessen, Band 7/ 2–2. – Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung.

Kraus, D.; Bütler, R.; Krumm, F.; Lachat, T.; Larrieu, L.; Mergner, U. ... & Winter, S. 2016: Katalog der Baummikrohabitate–Referenzliste für Feldaufnahmen. – Integrate+ Technical Paper **13**: 16 pp.

Królik, R. 1999: *Rhopalodontus strandi* Lohse, 1969 i *Cis hanseni* Strand, 1965–nowe dla fauny Polski gatunki chrząszczy oraz nowe dane o rozmieszczeniu i ekologii kilkudziesięciu innych gatunków z rodziny Ciidae (Coleoptera). – Wiad. Entomol. **18** (2): 69–76.

Lachat, T. & Müller, J. 2018: Importance of primary forests for the conservation of saproxylic insects.: 581–605. – In: Ulyshen, M. (eds): Saproxylic Insects. – Zoological Monographs, vol. **1**. Springer, Cham.

Landesamt für Umwelt (LfU) 2019a: Naturräumliche Gliederung Bayerns. – https://www.lfu.bayern.de/natur/naturraeume/index.htm (accessed 2020/03/12).

Landesamt für Umwelt (LfU) 2019b: Geologischer Überblick Bayern. – https://www.lfu.bayern.de/geologie/geologie_bayerns/ueberblick/index.htm (accessed 2020/03/12).

Leyer, I. & Wesche, K. 2007: Multivariate Statistik in der Ökologie: Eine Einführung. – Springer, Berlin Heidelberg: 221 pp.

Lorenz, J. 2006: Die Käferfauna des FND „Salweidenfeuchtgebiet bei Medingen" (Insecta: Coleoptera). – Veröffentlichung des Museum Westlausitz Kamenz **26**: 103–112.

Luick, R.; Hennenberg, K.; Leuschner, C.; Grossmann, M.; Jedicke, E.; Schoof, N. & Waldenspuhl, T. 2021: Urwälder, Natur- und Wirtschaftswälder im Kontext von Biodiversitäts- und Klimaschutz - Teil 1: Funktionen für die biologische Vielfalt und als Kohlenstoffsenke und -speicher. – Naturschutz und Landschaftsplanung: **53** (12): 12–24.

Maier, U.; Kudlinski, J. & Müller-Westermeier, G. 2003: Klimatologische Auswertung von Zeitreihen des Monatsmittels der Lufttemperatur und der monatlichen Niederschlagshöhe im 20. Jahrhundert. – Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Bd. **223**. Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main: 80 pp.

Mazur, A.; Klejdysz, T.; Dobrowolski, M.; Konwerski, S.; Królik, R.; Łabędzki, A.; ... & Przewoźny, M. 2016: Chrząszcze saproksyliczne Karkonoszy. Część I–wykaz gatunków. – Acta Scientiarum Polonorum Silvarum, Colendarum Ratio et Industria Lignaria **15** (4): 269–295.

Menéndez, R. G.; González-Megías, A.; Jay-Robert, P. & Marquéz-Ferrando, R. 2014: Climate change and elevational range shifts: Evidence from dung beetles in two European mountain ranges. – Global Ecology and Biogeography, **23** (6): 646–657.

Mertlik, J. 2008: Druhy čeledi Melasidae (Coleoptera: Elateroidea) České a Slovenské republiky – The species of the family Melasidae (Coleoptera: Elateroidea) Czech and Slovak Republics. – Elateridarium **2**: 69–137.

Mihailov, I. & Bacal, S. 2018: Stafilinidofauna lemnului mort (Coleoptera, Staphylinidae: Omaliinae, Tachyporinae, Habrocerinae, Aleocharinae, Scaphidiinae, Staphylininae) din Republica Moldova. – Functional Ecology of Animals: 278–286.

Mitter, H. 2004: Notizen zur Biologie und Verbreitung der Erotylidae und Biphyllidae (Schwammkäfer) in Oberösterreich (Coleoptera: Erotylidae, Biphyllidae). – Denisia **13**: 239–245.

Müller, J. 2005a: Wie beeinflußt Forstwirtschaft die Biodiversität in Wäldern? Eine Analyse anhand der xylobionten Käfer. – Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik **7**: 1–8.

Müller, J. 2005b: Waldstrukturen als Steuergröße für Artengemeinschaften in kollinen bis submontanen Buchenwäldern. – Dissertation an der TU München. – https://mediatum.ub.tum.de/doc/603650/file.pdf (accessed 2020/04/17).

Müller, J.; Bussler, H.; Bense, U.; Brustel, H.; Flechtner, G.; Fowles, A.; Kahlen, M.; Möller, G.; Mühle, H.; Schmidl, J. & Zábranský, P. 2005: Urwald relict species - saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. – Waldoekologie online **2**: 106–113.

Müller, J. & Bussler, H. 2008: Key factors and critical thresholds at stand scale for saproxylic beetles in a beech dominated forest, southern Germany. – Revue d Ecologie (Terre Vie) **63**: 73–82.

Müller, J.; Bail, J.; Bussler, H.; Jarzabek-Müller, A.; Köhler, F. & Rauh, J. 2009: Naturwaldreservat Waldhaus als Referenzfläche für Biodiversität von Buchenwäldern in Bayern am Beispiel der holzbewohnenden Käfer (Insecta: Coleoptera). – Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik **9**: 107–132.

Müller, J.; Bussler, H.; Bücke, B.; Fritze, M.-A. & Jarzabeck-Müller, A. 2011: Käfer: 226 pp. – In: Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald (eds): Biologische Vielfalt im Nationalpark Bayerischer Wald. Sonderband der Wissenschaftlichen Schriftenreihe des Nationalparks Bayerischer Wald, Grafenau.

Müller-Westermeier, G. 1995: Numerisches Verfahren zur Erstellung klimatologischer Karten. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Bd. **193**. – Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main: 18 pp.

Netherer, S. & Schopf, A. 2010: Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests - general aspects and the pine processionary moth as specific example. – Forest Ecology and management **259** (4): 831–838.

Nikitsky, N. & Schigel, D. 2004: Beetles in polypores of the Moscow region: checklist and ecological notes. – Entomologica Fennica **15** (1): 6–22.

Oksanen, J. 2011: Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial. – R package version **1**: 1–43.

Olson, D. M. 1994: The distribution of leaf litter invertebrates along a neotropical altitudinal gradient. – Journal of Tropical Ecology **10**: 129–150.

Pilskog, H. E.; Sverdrup-Thygeson, A. & Birkemoe, T. 2014: Biller i hule eiker i Vestfold, Telemark og Agder. [Beetles in hollow oaks inVestfold,Telemark and Agder.]. – INAfagrapport 27: 35 pp.

Plewa, R. & Borowski, Z. 2016: Nowe stanowiska interesujących gatunków chrząszczy saproksylicznych (Coleoptera) w wybranych leśnych kompleksach promocyjnych w Polsce. – Wiadomości Entomologiczne **35** (1): 5–13.

R Core Team 2019: R: A language and environment for statistical computing. – R Foundation for Statistical Computing, Wien. – http://www.R-project.org/ [accessed 2020/03/12].

Rauh, J. 1993: Faunistisch-ökologische Bewertung von Naturwaldreservaten anhand repräsentativer Tiergruppen. – Naturwaldreservate in Bayern, Bd. **2**, IHW–Verlag Eching: 199 pp.

Riedel, A. 2006: Die Käfer-Fauna einer hohlen Buche im Karlsruher Nymphengarten. – carolinea **64**: 123–127.

Roubal, J. 1915: Neuheiten der Coleopterenfauna Böhmens. – Deutsche Entomologische Zeitschrift **1**: 77–80.

Sanders, N. J. 2002: Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapopor t's rule. – Ecography **25**: 25–32.

Saurat, R. 2017: Examen de coléoptères saproxyliques de deux forêts du massif de Belledonne en Isère. – Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon **86** (3–4): 97–116.

Schacht, W. 2016: Das Naturschutzgebiet „Breeser Grund "im niedersächsischen Staatsforst Göhrde als überregional bedeutendes Refugium für bedrohte Holzkäfer (Coleoptera). – Entomologische Zeitschrift **126** (1): 9–17.

Schatz, I. 2012: Die Kurzflügelkäfer (Coleoptera: Staphylinidae) der xerothermen Dammwiesen entlang der Etsch (Südtirol, Italien) – ein Beitrag zur Faunistik Südtirols. – Gredleriana **12**: 227–240.

Scheerpeltz, J. 1936: Aus der Praxis des Käfersammlers XXIX – Ueber Tötung, Konservierung und Präparation von Käfern. – Koleopterologische Rundschau **22** (1–2): 23–33.

Schmidl, J. 1997: Xylobionte Käfer naturnaher Kiefernwälder des Regnitzgebietes Artenspektrum, Naturschutzaspekte und Anmerkungen zur Faunistik und Ökologie ausgewählter Arten (Insecta: Coleoptera). – Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik **2**: 51–72.

Schmidl, J. & Bussler, H. 2004: Ökologische Gilden xylobionter Käfer Deutschlands. – Naturschutz und Landschaftsplanung **36**: 202–218.

Schmidl, J. & Corbara, B. 2005: IBISCA - Artenvielfalt der Boden- und Baumkronen-Arthropoden in einem tropischen Regenwald (San Lorenzo NP, Panama). – Entomologische Zeitschrift **115**: 104–107.

Schmidl, J. & Esser, J. 2003: Rote Liste gefährdeter Cucujoidea (Coleoptera: „Clavicornia") Bayerns. – In: Schmidl, J.; Bussler, H. & Lorenz, W.: Die Rote Liste gefährdeter Käfer Bayerns (2003) im Überblick. – Bayerische Landesamt für Umwelt, Augsburg.

Schmölzer, K. 1988: Beitrag zur Kenntnis der Käferfauna des Eichkogels (NÖ). – Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse **197**: 223–286.

Schuh, R.; Link, A. & Holzer, E. 2009: Bemerkenswerte Käferfunde aus Österreich (XVI) (Coleoptera). – Koleopterologische Rundschau **79**: 321–326.

Siemonsmeier, A.; Blaschke, M. & Förster, B. 2019: Waldstrukturen im Höhengradienten - Auswirkungen des Klimawandels auf bewirtschaftete und unbewirtschaftete Waldflächen. – LWF aktuell, **121**: 58–62.

Siemonsmeier, A.; Förster, B. & Blaschke, M. 2020: Forest structures and carbon storage in managed and unmanaged forests along an altitudinal gradient in a central European low mountain range. – Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz-Forest Ecology, Landscape Research and Nature Conservation **19**: 71–88.

Siitonen, J. 1994: Decaying wood and saproxylic Coleoptera in two old spruce forests: a comparison based on two sampling methods. – Annales Zoologici Fennici **31** (1): 89–95.

Viñolas, A. & Irurzun, J. I. R. 2018: Los Ernobiinae de la Península Ibérica e Islas Baleares.1a nota. El género Episernus C. G. Thomson, 1863 (Coleoptera: Ptinidae). – Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural **82**: 97–107.

Viñolas, A.; Batet, J. M.; Bentanachs, J. & Abós, L. 2014: Nuevos registros de coleópteros interesantes de Cataluña y Almería (Península Ibérica) (Coleoptera). – Arquivos Entomolóxicos **10**: 25–38.

Vogel, J. 1980: Bemerkenswerte und für die DDR neue Staphylinidae (Coleoptera) aus Thüringen. – Entomologische Nachrichten **24** (3): 33–40.

Weigel, A. & Fritzlar, F. 2007: „Urwaldrelikte" in Thüringen – Käferarten als Anzeiger für besonders schutzwürdige Wälder. – Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen **44** (2): 45–55.

Wende, B. 2014: Diversity of saproxylic beetles and host tree specialisation in differently managed forests across Germany, Dissertation Julius-Maximilians-Universität Würzburg: 155 S. – https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/opus4-wuerzburg/frontdoor/deliver/index/docId/10704/file/Dissertation_BeateWende_UniBib.pdf (accessed 2020/07/07).

Wenzel, A.; Stürz, M. & Weigel, A. 2017: Die Käferfauna (Insecta: Coleoptera) der Naturwaldparzelle „Vessertal" und zweier bewirtschafteter Vergleichsflächen bei Vesser (Thüringen). – Thüringen Forst Mitteilungen **35**: 124 pp.

Wilson, R. D.; Trueman, W. H.; Williams, S. E. & Yeates, D. K. 2007: Altitudinally restricted communities of Schizophoran flies in Queensland's Wet Tropics: vulnerability to climate change. – Biodivers Conserv **16**: 3163–3177.

Wood, S. N.; Pya, N. & Säfken, B. 2016: Smoothing Parameter and Model Selection for General Smooth Models. – Journal of the American Statistical Association **111** (516): 1548–1563.

Anhang

Tabelle A: Artenliste aller xylobionter Käfer, die in dem Projekt erfasst werden konnten, sortiert nach dem Code der Datenbank colcat.de für die Naturwaldreservate 136 – Riesloch, 87 – Seeloch, 88 – Grübel, 93 – Rusler Wald, 94 – Frauenberg, 95 – Rehberg, 97 – Hecke, 98 – Leitenwies, bzw. der laubholzbetonten Wirtschaftswälder im Umfeld (**a**) und der nadelbaumbetonten Wirtschaftswälder im Umfeld (**b**)

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
01-.028-.001-.	Tachyta	nana						1																		
10-.005-.001-.	Abraeus	granulum													1		1									
10-.005-.002-.	Abraeus	parvulus															1									
10-.020-.001-.	Paromalus	flavicornis													3											
10-.020-.002-.	Paromalus	parallelepipedus											1		1											
10-.024-.005-.	Platysoma	lineare																					1			
16-.007-.001-.	Anisotoma	humeralis	1	2					2		2	1														
16-.007-.003-.	Anisotoma	castanea		1			1																			
16-.011-.013-.	Agathidium	nigripenne																						1		
18-.005-.005-.	Neuraphes	carinatoides				1		1							1											
18-.007-.005-.	Stenichnus	godarti													1								1	1		
18-.007-.010-.	Stenichnus	bicolor			1	2						2							1							
18-.008-.002-.	Microscydmus	minimus		1	1									1		1	1	1		2						
18-.009-.015-.	Euconnus	pragensis																	1							1
21-.002-.003-.	Ptenidium	turgidum													1											
21-.012-.004-.	Ptinella	aptera			1																					
21-.013-.001-.	Pteryx	suturalis		1		1	1				1				1										1	
21-.017-.001-.	Baeocrara	variolosa			1							1		1	1											
23-.0022.001-.	Scaphidium	quadrimaculatum																		1						
23-.0023.001-.	Scaphisoma	agaricinum								1	1								1					1		
23-.005-.001-.	Phloeocharis	subtilissima					1																			
23-.011-.001-.	Acrulia	inflata	1		1		1			1											1				1	
23-.016-.005-.	Phloeonomus	pusillus									1															
23-.016-.006-.	Phloeonomus	punctipennis							1																	
23-.0162.001-.	Phloeostiba	plana																1								

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
23-.054-.002-.	Oxyporus	maxillosus													1		1								1	1
23-.0801.001-.	Hypnogyra	angularis											1													
23-.081-.001-.	Atrecus	affinis				2	2	1	1		2															
23-.0882.001-.	Bisnius	subuliformis										1	1								1					
23-.090-.009-.	Gabrius	splendidulus	2	1								1				1	1				1	1		1	1	
23-.104-.019-.	Quedius	xanthopus	19										2		10	2	6	2	5	1	8	1	3	7	2	2
23-.1041.001-.	Quedionuchus	plagiatus				1																				
23-.113-.002-.	Sepedophilus	testaceus																					1			
23-.126-.003-.	Oligota	granaria									1									1						
23-.1262.012-.	Cypha	pulicaria														1										
23-.130-.011-.	Gyrophaena	minima																							2	
23-.130-.022-.	Gyrophaena	manca																				1				
23-.130-.025-.	Gyrophaena	boleti			1	1					2						1									
23-.134-.001-.	Anomognathus	cuspidatus		1																						
23-.141-.001-.	Leptusa	pulchella	1	1	1	4	1	1		1				1		1					5	2	1	5		3
23-.141-.004-.	Leptusa	fumida	2	1	1																					
23-.142-.001-.	Euryusa	castanoptera																								1
23-.147-.001-.	Bolitochara	obliqua																					1			
23-.182-.002-.	Dinaraea	aequata									1															
23-.182-.003-.	Dinaraea	linearis									1															
23-.184-.001-.	Dadobia	immersa	1									1	1													
23-.201-.004-.	Phloeopora	testacea		2								1										1	1			
23-.201-.006-.	Phloeopora	corticalis				1		1	1		1	1			2	2				1	3	3	3	3		5
23-.237-.027-.	Aleochara	fumata		1																						
24-.002-.002-.	Bibloporus	bicolor	9	9	7	6	3	9	2	7	3	4	5	13	3	3	1	2	3	4	7	6	4	2		3
24-.006-.001-.	Euplectus	nanus													1											
24-.006-.013-.	Euplectus	punctatus										1		1	2						1			1		
24-.006-.015-.	Euplectus	karstenii							1	1	2				3	5						1	1	1	1	2
24-.006-.017-.	Euplectus	brunneus													1						2	1		2	1	1

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
24-.008-.004-.	Plectophloeus	erichsoni													1		1									
24-.008-.005-.	Plectophloeus	nubigena																						1		
24-.008-.009-.	Plectophloeus	fischeri	3	5	2	4	4	7	1	6	3	7	3	4	6	3	2	3	3	1	16	4	6	10	1	4
24-.012-.001-.	Trichonyx	sulcicollis													1									1		
24-.015-.001-.	Batrisodes	delaporti											1			1										2
24-.029-.001-.	Tyrus	mucronatus																								2
25-.001-.001-.	Dictyoptera	aurora	3	3	2	1		6	1		1						1									
25-.0041.001-.	Erotides	cosnardi													1											
27-.008-.001-.	Malthinus	flaveolus	1	1			1				1	10	4	6	1	1	5	3	6	11		1	3	1	2	3
27-.008-.003-.	Malthinus	fasciatus																1			1	2		1	3	2
27-.008-.005-.	Malthinus	facialis														1	2	3		1	2		4		1	
27-.008-.009-.	Malthinus	biguttatus	2		1		1					1						2								
27-.008-.010-.	Malthinus	frontalis			1																					
27-.009-.011-.	Malthodes	fuscus	10	2	3	2	1	1	2	1	6															
27-.009-.012-.	Malthodes	minimus	1																					1		
27-.009-.014-.	Malthodes	alpicola	1	1		2	3			5	3	2														
27-.009-.015-.	Malthodes	guttifer	4	2						1		6	2	3		1		9	1	1		1				1
27-.009-.017-.	Malthodes	mysticus	3	1			1							7				1		2						
27-.009-.021-.	Malthodes	hexacanthus		2	3		2	4			3	10	11	2				3	2	3						
27-.009-.022-.	Malthodes	pumilus		2	2		1	1				1	3	6		2		1			4	2	1	2	2	
27-.009-.024-.	Malthodes	spathifer		1	1															3	1		1			
27-.009-.032-.	Malthodes	brevicollis			1			2		1		3		3		1		3	3	3		1				
27-.009-.999-.	Malthodes	sp.	5	4	10	15	20	5	1	6	6	13	9	5	4	5	12	7	18	15	5	4	2	4	5	11
29-.006-.0032.	Malachius	bipustulatus																	1							
30-.002-.001-.	Aplocnemus	impressus						1				1	1	7		1				4					1	
30-.002-.002-.	Aplocnemus	nigricornis			1						1		2	2		1	1	2	9	1		1			3	
30-.002-.005-.	Aplocnemus	tarsalis		2	1				1		1															
30-.005-.001-.	Dasytes	niger				1	2	2		2	10			1												
30-.005-.003-.	Dasytes	obscurus						27	2	1				1					1							

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
30-.005-.005-.	Dasytes	caeruleus	1									2	1	1												
30-.005-.008-.	Dasytes	plumbeus		1				1		5		54	65	39	4	2	1	2	6	3	1	1			1	
30-.005-.009-.	Dasytes	aeratus												1	1			1						1		
31-.002-.001-.	Tillus	elongatus			1								2	1	4	1					2	2		2		2
31-.006-.002-.	Opilo	mollis										1	1		2				1						1	1
31-.007-.001-.	Thanasimus	formicarius					1	1	1		1		2	1							1		1			
31-.007-.002-.	Thanasimus	femoralis			1	2		3	3	1	2		1	3												
321.001-.001-.	Nemozoma	elongatum	1		1					1		1									4				1	
321.005-.002-.	Peltis	ferruginea						1			5															
321.006-.001-.	Thymalus	limbatus	1				1																			
33-.001-.001-.	Elateroides	dermestoides			2		5	1	1	3	3	1	1	4					1	1						
33-.002-.001-.	Lymexylon	navale																						3		
34-.001-.004-.	Ampedus	erythrogonus	2	1		2	1				1	2	1	2	3		6	3	3	2	1		2	1		2
34-.001-.008-.	Ampedus	balteatus			1			6	1		15		2	2				2	3	2					1	2
34-.001-.012-.	Ampedus	scrofa		1		7		5	13	1	20															
34-.001-.019-.	Ampedus	pomorum										1	1		1				1		3	2	1	3	2	
34-.001-.022-.	Ampedus	elongatulus																						1		
34-.001-.026-.	Ampedus	nigrinus	1	2	3	8	5	18	4	6	35		1	2		2	1		4	2		2	3		1	5
34-.001-.0261.	Ampedus	auripes				8		6	2		5															
34-.0011.001-.	Brachygonus	megerlei																			2		2	1		
34-.004-.001-.	Procraerus	tibialis																				2		1		
34-.016-.002-.	Melanotus	villosus										1	2							1	1					2
34-.016-.003-.	Melanotus	castanipes	12	14	12	20	27	16	33	14	37	17	9	7	5	1	1	3	11	5	2	6	4	1	4	3
34-.026-.001-.	Anostirus	purpureus			1																			1		
34-.026-.005-.	Anostirus	sulphuripennis											1													
34-.030-.001-.	Calambus	bipustulatus														1										
34-.031-.001-.	Hypoganus	inunctus										2				1		1			1			2		
34-.033-.002-.	Denticollis	rubens	3				1		1		1	1					2				1			1		
34-.033-.004-.	Denticollis	linearis													2		6				2	2	1	3		

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
34-.0371.001-.	Diacanthous	undulatus				2		1			1															
36-.001-.001-.	Melasis	buprestoides											3	3		1		1		1	1	1	1	1	1	
36-.002-.001-.	Isorhipis	melasoides																						1		
36-.003-.001-.	Eucnemis	capucina								1			1			4								3		
36-.0082.003-.	Microrhagus	pygmaeus			1												3					1		4		1
36-.011-.001-.	Hylis	olexai										1		3	1		1									4
36-.011-.002-.	Hylis	cariniceps																2				4				3
36-.011-.003-.	Hylis	foveicollis									1		1			1	1	3			1					
36-.011-.004-.	Hylis	procerulus												2		1				1			1			
36-.012-.001-.	Xylophilus	corticalis	2		1		1				1															
38-.015-.018-.	Anthaxia	morio						1																		
38-.015-.019-.	Anthaxia	helvetica				3			10	1	2															
38-.015-.023-.	Anthaxia	quadripunctata							6	1	4			1									6		1	
38-.020-.006-.	Agrilus	angustulus																				1	1		1	
38-.020-.011-.	Agrilus	olivicolor												2								1			3	
381.001-.001-.	Calyptomerus	alpestris									1															
45-.006-.001-.	Megatoma	undata				2	1	2			1		1						1							2
492.002-.001-.	Cerylon	fagi										1				1	1	1								
492.002-.002-.	Cerylon	histeroides									1			1	1	1		1	1		1		2	1		1
492.002-.003-.	Cerylon	ferrugineum	1		4	1			3	3	4	4	1	1	2	4	2	3		1	4	1	2	5	1	1
50-.009-.005-.	Epuraea	neglecta								1	1			1	7	18										1
50-.009-.007-.	Epuraea	pallescens																			1					
50-.009-.008-.	Epuraea	laeviuscula																1								
50-.009-.011-.	Epuraea	angustula							1																	
50-.009-.015-.	Epuraea	marseuli																					2			
50-.009-.016-.	Epuraea	pygmaea	1											1												
50-.009-.018-.	Epuraea	binotata				1								1									1			
50-.009-.030-.	Epuraea	muehli												1					1				6			
50-.018-.001-.	Cyllodes	ater																				2				

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
50-.019-.001-.	Cychramus	variegatus	4		1										4			1			4	2	4	2	4	2
50-.019-.002-.	Cychramus	luteus											1		1		1	1			3	4	5	4	8	3
50-.021-.001-.	Glischrochilus	quadriguttatus																1								
50-.021-.003-.	Glischrochilus	quadripunctatus								1																
50-.022-.001-.	Pityophagus	ferrugineus							1					1			1						1			
52-.001-.003-.	Rhizophagus	depressus	1																							
52-.001-.004-.	Rhizophagus	ferrugineus				4	1		1														1			
52-.001-.006-.	Rhizophagus	perforatus	1										1		1											
52-.001-.008-.	Rhizophagus	dispar	1	1	1		2							1		1	1				2	3	1			1
52-.001-.009-.	Rhizophagus	bipustulatus										1				3					2		8	5		1
52-.001-.010-.	Rhizophagus	nitidulus	1		1	2		1	3		1	2	1						1						1	
52-.001-.012-.	Rhizophagus	fenestralis												1												
53-.015-.001-.	Pediacus	depressus																			4		1			
531.006-.001-.	Silvanus	bidentatus													1						1					
531.007-.001-.	Silvanoprus	fagi										1		1				2	1	1	2	3			1	3
532.001-.001-.	Phloeostichus	denticollis								1																
54-.001-.001-.	Tritoma	bipustulata																			1			1	1	
54-.002-.001-.	Triplax	aenea					8				1				3		1							2		
54-.002-.003-.	Triplax	russica													2	3	1									
54-.002-.008-.	Triplax	lepida															3								2	
54-.002-.009-.	Triplax	rufipes					1															3		1		5
54-.003-.004-.	Dacne	bipustulata											1								2					
55-.007-.001-.	Pteryngium	crenulatum	1		1	4					1						1							1	1	
55-.008-.029-.	Cryptophagus	dorsalis						1					2													
55-.0081.005-.	Micrambe	abietis	2		3	1			1	1							1	3	3	1	1					
55-.014-.006-.	Atomaria	ornata																				1			2	
55-.014-.033-.	Atomaria	turgida	2		1								2	1	1		1	2	1		1	1				4
55-.014-.041-.	Atomaria	diluta							2																	
561.004-.001-.	Cryptolestes	duplicatus																				1				

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
561.005-.003-.	Leptophloeus	alternans													1		1				1					
58-.003-.0081.	Latridius	hirtus				1	1					1		2		2			2		2	1	1		1	1
58-.003-.0101.	Latridius	consimilis			1													1				1		2	1	
58-.004-.009-.	Enicmus	brevicornis										1			1	4			1		2			2		
58-.004-.010-.	Enicmus	fungicola	1	1		4	1	2	1	2	1	1	1	2				1	1		1	1	4	2	1	2
58-.004-.013-.	Enicmus	testaceus		3				1	1	1																
58-.004-.016-.	Enicmus	atriceps									1				2	5	1		3	1						
58-.0061.006-.	Stephostethus	alternans	1		3							2	1	1	3	1	1	2	1	1	15	11	2	10	4	3
58-.0061.007-.	Stephostethus	rugicollis		1	1					1	2				3		1	2	3		1					5
58-.007-.014-.	Corticaria	longicornis	2	29	19	7	10	11	24	5	6	4	25	34	2	1	8	8	15	8	16	15	1	1		108
58-.007-.016-.	Corticaria	rubripes					1				1												1			
58-.007-.018-.	Corticaria	longicollis									2															
58-.008-.0021.	Corticarina	lambiana	4	8	14	3	4	10	5	3	4		8	3	10	7	26	15	17	23		5	2		1	7
59-.003-.001-.	Litargus	connexus																			1	2	3		2	2
59-.004-.001-.	Mycetophagus	quadripustulatus																						2		
59-.004-.006-.	Mycetophagus	atomarius													2	3	1	1			1	1			1	1
59-.004-.009-.	Mycetophagus	fulvicollis													1											
59-.004-.010-.	Mycetophagus	populi														1				1						
60-.013-.001-.	Synchita	humeralis																				2				
60-.013-.004-.	Synchita	variegata													1	1		2								
60-.016-.001-.	Bitoma	crenata																								1
601.001-.001-.	Clypastraea	pusilla														1			1	1						
601.008-.002-.	Orthoperus	rogeri																			1					
601.008-.003-.	Orthoperus	atomus													2	1	1	5	3	1	2		1		2	2
601.008-.004-.	Orthoperus	corticalis												1	4	4	1				3	2	1	1	2	
601.008-.008-.	Orthoperus	nigrescens																								1
61-.012-.001-.	Mycetina	cruciata									1	1		1												
63-.001-.001-.	Sphindus	dubius																				1				
63-.002-.001-.	Aspidiphorus	orbiculatus											1													

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
65-.001-.001-.	Octotemnus	glabriculus			1											1	1			1						
65-.003-.001-.	Ropalodontus	perforatus		1						1		1	1			1			1	1						1
65-.005-.001-.	Sulcacis	nitidus		1			1				1		3							1			1			4
65-.006-.001-.	Cis	lineatocribratus																		1						
65-.006-.002-.	Cis	castaneus		2							1		1													
65-.006-.004-.	Cis	glabratus				2							1	1						1	1					
65-.006-.007-.	Cis	micans	2		1			1			2	1	3	5	6	2	3		1	1		4	1	1	1	1
65-.006-.011-.	Cis	boleti	1	1	3	1	3		1	5		1	3	2	5				1		3	3			1	1
65-.006-.013-.	Cis	punctulatus				5			1		1			1					1			1				
65-.006-.015-.	Cis	fusciclavis			1	1		1				1		1			6		2			1	1	3	3	
65-.006-.016-.	Cis	dentatus				4	2	1	5		1	1				1										
65-.006-.019-.	Cis	fissicornis																						1		
65-.006-.028-.	Cis	festivus	2				2			1								2								
65-.0061.001-.	Orthocis	alni												1						2		1			1	
65-.007-.002-.	Ennearthron	cornutum															1	1			1			3		5
65-.008-.001-.	Hadraule	elongatula				4	1	4		1	3								1							
68-.0011.001-.	Ptinomorphus	imperialis					2			1						2			1			1				
68-.003-.003-.	Dryophilus	pusillus	2				1	1		2	1			2			4									
68-.005-.003-.	Xestobium	austriacum	1					1	1																	
68-.0051.001-.	Hyperisus	plumbeus										1	6			1			2							1
68-.006-.003-.	Episernus	striatellus										1		1												
68-.007-.003-.	Ernobius	abietinus		1		1	1						1					1			1					
68-.007-.005-.	Ernobius	abietis		1			2		5	3	4		1	1	1					2						
68-.007-.012-.	Ernobius	mollis										1		3												1
68-.008-.002-.	Oligomerus	brunneus																			1	1				
68-.0122.002-.	Hemicoelus	costatus	2		1							5	1													
68-.0122.003-.	Hemicoelus	fulvicornis										3	27	11	7	8	3	2	3	1	11	5	1	3	2	5
68-.0123.001-.	Microbregma	emarginatum	3	5	1	2	2		7			4	5	2			3		5	1	1		2	1		5
68-.0124.002-.	Hadrobregmus	pertinax				1		1	1			1			1		1	2	3		2				1	

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
68-.014-.001-.	Ptilinus	pectinicornis	7	3			3		1	1	5	5	17	13	24	15	52	5	3	2	54	12	2	13	11	4
68-.022-.003-.	Dorcatoma	chrysomelina																				2				
68-.022-.006-.	Dorcatoma	dresdensis													1	1		2	2			2	2	4		1
68-.022-.007-.	Dorcatoma	robusta																						1		
70-.001-.001-.	Calopus	serraticornis		1								1														
711.003-.001-.	Rabocerus	foveolatus					1			2																
711.005-.001-.	Vincenzellus	ruficollis																			4	5	1	12	3	2
711.006-.002-.	Salpingus	planirostris			1									1												
711.006-.003-.	Salpingus	ruficollis							4											1	1		1	4		1
713.001-.001-.	Prostomis	mandibularis													1		1				13	1		1		1
72-.002-.001-.	Schizotus	pectinicornis																								1
73-.001-.003-.	Scraptia	fuscula																				1				
73-.004-.009-.	Anaspis	frontalis																				1				
73-.004-.010-.	Anaspis	maculata																			2					
73-.004-.012-.	Anaspis	thoracica															1				5	2	1	2	1	1
73-.004-.013-.	Anaspis	ruficollis	1	1	2	2	4	6	2	4	9	8	1	2				5	2	3				1		
73-.004-.019-.	Anaspis	rufilabris	7	3	18	27	22	9	14	15	17	26	29	18	1	6	5	10	13	7	8	9	7	1	5	1
73-.004-.022-.	Anaspis	flava														2	1						1			
74-.003-.001-.	Euglenes	pygmaeus																	1							
74-.004-.001-.	Anidorus	nigrinus						1		1	1		1													
79-.001-.001-.	Tomoxia	bucephala		1			1		1			4	1	1	2	1		1			2	4		28		8
79-.003-.008-.	Mordella	holomelaena								1				1									1			
79-.006-.001-.	Curtimorda	maculosa						3	1		18															
79-.012-.001-.	Mordellochroa	abdominalis		1	1		1			1			4	3		4	2	10	5	3	7	4	7	6	3	5
80-.005-.002-.	Orchesia	micans	1				2			2								1								
80-.005-.004-.	Orchesia	minor								1		1			1											
80-.005-.006-.	Orchesia	undulata					1					1	1		1		1			1	4			2	1	1
80-.006-.001-.	Anisoxya	fuscula													1											1
80-.007-.001-.	Abdera	affinis															1									
80-.007-.002-.	Abdera	flexuosa	2		3		2				1			1	1	2		1			1					

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
80-.009-.002-.	Phloiotrya	rufipes											1					1	5	1						
80-.0111.002-.	Dolotarsus	lividus	1			6	2			2	1									1						
80-.012-.001-.	Serropalpus	barbatus												2				1	1							
80-.013-.001-.	Hypulus	quercinus																						1		
80-.016-.001-.	Melandrya	caraboides		4			3					1		2												
80-.016-.002-.	Melandrya	barbata																				1				
80-.018-.001-.	Conopalpus	testaceus																			1					1
801.004-.001-.	Hallomenus	binotatus					2																			
801.004-.002-.	Hallomenus	axillaris									1															
82-.001-.002-.	Allecula	morio														1	1									1
82-.008-.011-.	Mycetochara	maura										2	1	3	9	1	1	5			1	1			1	
83-.014-.001-.	Bolitophagus	reticulatus										2									1					
83-.016-.001-.	Eledona	agricola												1												
83-.019-.001-.	Scaphidema	metallica																				1			1	2
83-.020-.001-.	Platydema	violacea														1										
83-.023-.001-.	Corticeus	unicolor										1	2	2		2	1				4					
83-.039-.001-.	Stenomax	aeneus																					1			
85-.050-.001-.	Gnorimus	nobilis																				1				
86-.003-.001-.	Platycerus	caprea	3	6	1	2	3			3	1	1						3	1	2						
86-.003-.002-.	Platycerus	caraboides													1											
86-.005-.001-.	Sinodendron	cylindricum													1						1					
87-.010-.001-.	Tetropium	castaneum	1				1	1	1		1						1	2		1						1
87-.010-.002-.	Tetropium	fuscum					1		1									1								
87-.011-.001-.	Rhagium	bifasciatum		2		2	5	3	6	2	11	1		1				1	1							1
87-.011-.003-.	Rhagium	mordax	1				1							1										2		
87-.011-.004-.	Rhagium	inquisitor				1																				
87-.014-.001-.	Oxymirus	cursor					1	1	1		1											1				
87-.018-.003-.	Evodinus	clathratus							1																	
87-.019-.001-.	Gaurotes	virginea					1		3	1								1			2					

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
87-.021-.001-.	Pidonia	lurida									1									1						
87-.023-.002-.	Grammoptera	ruficornis																						1		
87-.024-.001-.a	Alosterna	tabacicolor							1				1													
87-.0274.004-.	Stictoleptura	maculicornis								1									1							
87-.0274.006-.	Stictoleptura	rubra				1					1		1		1				1		1	1			1	1
87-.0274.009-.	Stictoleptura	scutellata																				1		4		
87-.0275.001-.	Anastrangalia	sanguinolenta						1	2	1																
87-.0278.001-.	Rutpela	maculata																		2		1	1		2	
87-.0281.001-.	Pachytodes	cerambyciformis			1		1		15		2															
87-.0293.001-.	Stenurella	melanura		8	2	3	8	10	7	6	7	1	25	4	5	5	3	1	1	4	4	5	3	3		4
87-.037-.002-.	Obrium	brunneum												1			1			1						
87-.039-.001-.	Molorchus	minor			1		1			1	2			1												
87-.053-.003-.	Callidium	aeneum						1																		
87-.055-.001-.	Phymatodes	testaceus										1						1				1				
87-.0571.001-.	Rusticoclytus	rusticus																						1		
87-.058-.003-.	Clytus	arietis								1													1		1	
87-.058-.004-.	Clytus	lama											1												1	
87-.078-.0011.	Leiopus	linnei																						1		
87-.087-.001-.	Tetrops	praeustus												1			1									
90-.0061.001-.	Pseudeuparius	sepicola											1													
91-.001-.003-.	Scolytus	intricatus																				2	2			
91-.001-.005-.	Scolytus	carpini																			1	2				
91-.0031.003-.	Phloeotribus	spinulosus			2		2		3		5															
91-.004-.002-.	Hylastes	opacus			2						1															
91-.004-.003-.	Hylastes	cunicularius	8	4	14	17	28	34	17	26	10	1	5	30	2		5	3	14	7	7	2	7		1	7
91-.005-.002-.	Hylurgops	palliatus			2	2	4		5	1	5															
91-.010-.002-.	Polygraphus	poligraphus				1		1					4	5					1							1
91-.011-.001-.	Hylesinus	crenatus																				3				
91-.011-.003-.	Hylesinus	varius											2			1	1									

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
91-.016-.001-.	Xylechinus	pilosus			1	1	1	1			1															
91-.020-.001-.	Crypturgus	cinereus												1									1			3
91-.020-.0011.	Crypturgus	subcribrosus		1	2	2		1	2				2	4		1	3	1			1	2	1			2
91-.020-.002-.	Crypturgus	hispidulus	2	2	2	10	2	4	2	2	7				1					1	6					2
91-.020-.003-.	Crypturgus	pusillus		1		1					4							1					2			
91-.024-.001-.	Dryocoetes	autographus	2	1	3	1	4	5	3	3	3	1	4	1			3	5	4	3	1	4	3			2
91-.024-.0011.	Dryocoetes	hectographus	1																		1	2	2			
91-.024-.002-.	Dryocoetes	villosus																			2	1				
91-.026-.001-.	Cryphalus	piceae									1	1	3	1		1	2	1	2	4			1			1
91-.026-.004-.	Cryphalus	asperatus													1								1			1
91-.027-.001-.	Ernoporicus	fagi	2	5	3	1	5			2	2	3	8	6	9	5	5	4	17	11	7	4	6	38	5	3
91-.029-.001-.	Pityophthorus	exsculptus			1															1	1	1				
91-.029-.002-.	Pityophthorus	pityographus		1	3		2	1	3	6	3			5	1		6	3	6	5	1	1	3		5	6
91-.029-.006-.	Pityophthorus	glabratus									1															
91-.031-.003-.	Taphrorychus	bicolor	21	2	1		4		1	1		10	10	1	8	9	1	1	2	1	137	12	2	23	2	6
91-.032-.001-.	Pityogenes	chalcographus	5	2		3	3	35	6	6	6		3	6	1	1	1	1	3	6		1	7	1	4	1
91-.032-.006-.	Pityogenes	bidentatus																1								
91-.034-.002-.	Orthotomicus	laricis						1				1														
91-.035-.004-.	Ips	typographus	8		2		3	5	1	6	7		5	10			2		10	1		1	7			3
91-.035-.005-.	Ips	amitinus																					4			
91-.036-.005-.	Xyleborus	monographus																			1	2	1	1		
91-.036-.007-.	Xyleborus	dryographus																					1			
91-.0361.001-.	Cyclorhipidion	bodoanum													1						2	8		2	1	
91-.0362.001-.	Anisandrus	dispar								1											1					
91-.0363.001-.	Xyleborinus	saxesenii																				1		1		
91-.037-.002-.	Xylosandrus	germanus										1	3		2	9		3	4	1	21	8	11	6	12	3
91-.038-.001-.	Trypodendron	domesticum	7	2		1	1		7	2	1	4	1	2							4	1				
91-.038-.003-.	Trypodendron	lineatum	4		3	2		2	2		2						1				1	1		1		
92-.001-.001-.	Platypus	cylindrus											1													

CODE colcat	Gattung	Art	136	136a	136b	87	87a	87b	88	88a	88b	93	93a	93b	94	94a	94b	95	95a	95b	97	97a	97b	98	98a	98b
93-.078-.004-.	Rhyncolus	ater	3	1		3		4	3	4	13	1		10	4	2	3	4	7	1		2	2	1		6
93-.081-.001-.	Stereocorynes	truncorum																			1					
93-.112-.013-.	Magdalis	nitida									1															
93-.112-.017-.	Magdalis	violacea				1																				
93-.112-.019-.	Magdalis	punctulata					1																			
93-.113-.001-.	Trachodes	hispidus		1							1													1		
93-.115-.001-.	Hylobius	excavatus							1		1															
93-.115-.002-.	Hylobius	abietis							1														2			
93-.135-.012-.	Acalles	echinatus													1											
93-.135-.013-.	Acalles	fallax													2				1					1		
93-.1351.004-.	Kyklioacalles	pyrenaeus	1						4					1					1							
93-.1352.003-.	Echinodera	hypocrita	1							1					4									2		
933.003-.001-.	Dryophthorus	corticalis										1				1							3	1	2	