



Scopus Indexed Journal

**Waldökologie, Landschaftsforschung und
Naturschutz – *Forest Ecology, Landscape
Research and Nature Conservation***

www.afsv.de/index.php/waldoekologie-landschaftsforschung-und-naturschutz



6000 m² Naturwaldreservat im Fokus –

Welche Beziehungen können Artengruppen in nicht bewirtschafteten Laubmischwäldern aufzeigen?

6000 m² strict forest reserve in focus –

What relations may species groups indicate in unmanaged mixed deciduous forests?

Markus Blaschke, Udo Endres, Bernhard Förster & Heinz Bußler

Abstract

We analysed data on forest structure and some representative species groups in four mixed, deciduous tree dominated reserves, following a new research concept for the long-term monitoring of 26 selected Bavarian strict forest reserves. Species data of ground vegetation, saproxylic beetles, snails and mushrooms were recorded and correlated with structural data for forest cover on a sample plot level. All species groups showed similar patterns in terms of species composition related to structural parameters such as the proportion of beech tree cover and additionally to the presence of hornbeam. The example shows that even this simple approach aimed mainly at monitoring can help to detect possible relationships between species and forest structure. However, precise ecological requirements of specific species, e. g. those of particular importance for nature conservation such as indicators for near-natural conditions and old forest relict species can hardly be studied by this approach alone.

Keywords: *Strict forest reserves, forest structure, saproxylic beetles, vegetation, fungi, snails, avifauna*

Zusammenfassung

Auf der Grundlage eines neuen Forschungskonzeptes für die Dauerbeobachtung in 26 bayerischen Naturwaldreservaten wurde in vier gemischten, laubbaumdominierten Reservaten mit der Aufnahme von Waldstrukturdaten und waldökologisch besonders wichtigen Artengruppen begonnen. Die dabei gewonnenen Artendaten zur Bodenvegetation, xylobionten Käfern, Schnecken und Pilzen wurden mit den Strukturdaten des Waldbestandes auf Probekreisebene verschnitten. Alle Artengruppen zeigten ähnliche Muster hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung in Beziehung zu Strukturparametern

wie dem Buchenanteil des Bestandes und in zweiter Ebene zu Beteiligung der Hainbuche. Zudem konnten Vögel auf der Basis von Rasterkartierungen über die gesamten Reservatsflächen erfasst werden. Es kann daher abgeleitet werden, dass auch Aufnahmen im Rahmen eines entsprechend einfachen Monitorings Beziehungen zwischen den Arten und Waldstrukturen aufzeigen können. Genauere waldökologische Beziehungen zu naturschutzfachlich interessanten Arten wie Naturnähezeigern und Urwaldreliktarten lassen sich mit den Monitoringansätzen jedoch kaum ableiten.

Schlüsselwörter: Naturwaldreservate, Waldstrukturen, xylobionte Käfer, Vegetation, Pilze, Schnecken, Avifauna

1 Einleitung

Die Untersuchung von Waldstrukturen, Vegetation, Pilzen, Schnecken, Vögeln und holzbesiedelnden Käfern auf Probekreisen in Naturwaldreservaten ist nicht neu. Im Rahmen von Projekten wurden auch in Bayern schon umfangreiche Untersuchungen durchgeführt (RAUH 1993, DETSCH 1999, MÜLLER 2005).

Eine Verschneidung von Daten verschiedener Artengruppen mit Waldstrukturdaten ist im Gegensatz zu den konkreten Forschungsprojekten im Rahmen der Dauerbeobachtung bayerischer Naturwaldreservate bisher nur in Ansätzen verwirklicht worden.

Die Dauerbeobachtung in den bayerischen Naturwaldreservaten konzentriert sich seit 2013 auf eine in einem neuen Forschungskonzept getroffene Auswahl von 26 der 159 Reservate (BLASCHKE & ENDRES 2012). Diese Schwerpunktreservate sind über alle Landesteile verteilt und repräsentieren die wichtigsten Waldgesellschaften.

Dort werden die im Rahmen des Monitoring erfassten Daten zu verschiedenen waldökologisch relevanten Artengruppen



Abb. 1: Ein absterbender Buchenstamm im Naturwaldreservat Wildacker mit Fruchtkörpern des Zunderschwamms (*Fomes fomentarius*).

Fig. 1: A dying beech trunk in the strict forest reserve Wildacker with fruiting bodies of tinder sponge (*Fomes fomentarius*).

zeitgleich und auf identischen Flächen wie die Daten der Waldstrukturen erhoben.

Bereits 1978, im Jahr der Ausweisung der ersten 135 Reservate, wurden meistens ein Hektar große Repräsentationsflächen zur Dauerbeobachtung von Waldstrukturen angelegt. Damit wurde die Grundlage für die Untersuchung der forstlich ungesteuerten Entwicklung der Waldstrukturen in einem typischen Waldausschnitt geschaffen. Wenige Jahre zuvor wurden auch in anderen Bundesländern die ersten Naturwaldreservate ausgewiesen. In den ersten Jahren standen waldbauliche Fragestellungen im Vordergrund und daher wurde zunächst nur der lebende Baumbestand erfasst. Seit den 1990er Jahren flossen auch vermehrt naturschutzfachliche Gesichtspunkte in die Naturwaldforschung ein. Im Rahmen der beginnenden ökologischen Waldforschung wurden nun auch verschiedene Artengruppen und das Totholz näher untersucht (ALBRECHT 1990, RAUH 1993, SCHUBERT 1998, DETSCH 1999). Nach wie vor ergeben sich aus den zeitlichen Entwicklungen der Waldstrukturen und der Artengruppen auf den unbewirtschafteten Flächen sowie aus dem unmittelbaren Vergleich mit Wirtschaftswäldern die wesentlichen Fragestellungen. Auf diesen Erkenntnissen aufbauend, wurde auch im Steigerwald ein größeres Projekt zur naturschutzfachlichen Bedeutung unterschiedlicher Behandlungsansätze bei der Buchenbewirtschaftung initiiert (MÜLLER 2005).

Der hohe Aufwand für ein regelmäßiges waldökologisches Monitoring in vielen Reservaten war nicht realisierbar. Deshalb liegen bis heute kaum Wiederholungsaufnahmen der Artenausstattung vor. Dagegen wurden in den meisten Reservaten die waldstrukturellen Untersuchungen inzwischen wiederholt und es liegen auch erste Ergebnisse zur zeitlichen Entwicklung vor (ENDRES und FÖRSTER 2013).

Im Rahmen aktueller Untersuchungen mit einer Verschneidung von Monitoringdaten zu Artengruppen und Waldstrukturen sollen folgende Fragen geprüft werden:

- Sind aus den nur auf kleinen Flächen mit relativ geringem Aufwand erhobenen Daten bereits Korrelationen zwischen den Strukturen und den Arten erkennbar?
- Verhalten sich die untersuchten Artengruppen ähnlich oder gibt es stark divergierende Entwicklungen?

2 Methodik

2.1 Untersuchungsflächen

Für die erste Umsetzung des neuen Monitoringkonzeptes wurden 2013 aus den 26 Schwerpunktreservaten vier Naturwaldreservate mit baumartenreichen Laubmischwäldern ausgewählt.

Zwei dieser Naturwaldreservate (NWR Wildacker (Abb. 1) und NWR Schloßberg) liegen in Unterfranken, die beiden anderen (NWR Turmkopf und NWR Dreieck) in Schwaben. In den beiden in Unterfranken gelegenen Naturwaldreservaten waren die Waldstrukturen auf den Repräsentationsflächen

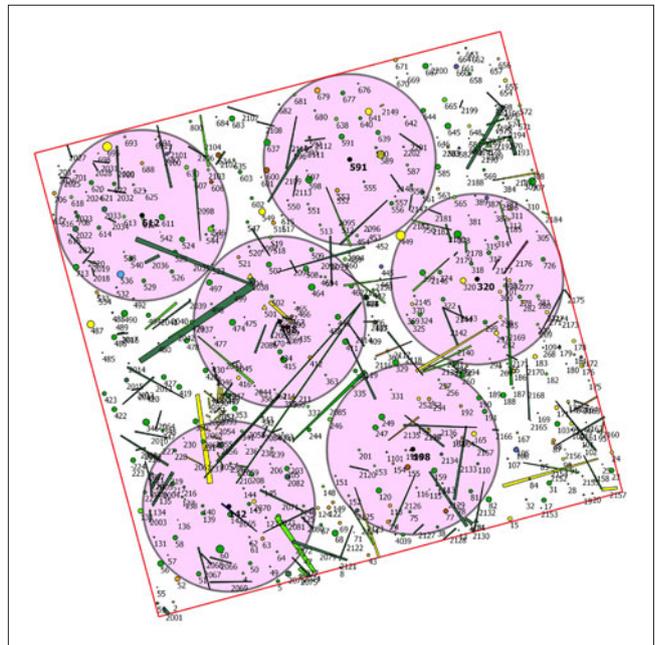


Abb. 2: Insgesamt sechs Probekreise mit jeweils 1000 m² wurden in die 10000 m² große Repräsentationsfläche des NWR Wildacker gelegt. Innerhalb der gezäunten Fläche wurden alle lebenden Bäume und das liegende und stehende Totholz eingemessen.

Fig. 2: Six plots, each with an area of 1000 square meter, were placed in the 10,000 square meter representation area of the NWR Wildacker. Within the fence all standing trees and dead wood were measured.

Tab. 1: Im Rahmen des neuen Forschungskonzepts 2013 untersuchte bayerische Naturwaldreservate (NWR).**Tab. 1:** On the basis of a new research concept in 2013 examined Bavarian strict forest reserves (NWR).

	NWR 39 Dreiangel	NWR 123 Schlossberg	NWR 135 Wildacker	NWR 141 Turmkopf
Koordinaten	10,1537	10,1033	10,2749	10,7626
WGS84	48,4463	50,4932	50,1475	48,2542
Standort	Donaualluvium mit Auenbraunerden und Auenrendzinen	Basalt mit Blockhalden und flachgründigen Braunerden	Parabraunerden auf Oberem Muschelkalk mit Lößlehmüberlagerung	Braunerden über Terrassenschotter
Waldtyp/ Waldgesellschaft	Eschen-Ulmen-Auwald/ Fraxinetum allietosum und Quercu-Ulmetum	Artenreicher Laubmischwald/ Hordelymo-Fagetum tilietosum, paenemontane Höhenform mit Dentaria bulbifera	Artenreicher Laubmischwald/ Hordelymo-Fagetum lathyretosum, kollin-submontane Höhenform mit Lathyrus vernus	Artenarmer Laubmischwald/ Luzulo-Fagetum caricetosum bri-zoidis; artenreicher Ahorn-Eschenwald der Hangleite/ Adoxo-Aceretum
Jahr der Ausweisung als NWR	1978	1978	1978	1991
Aufnahmejahre Waldstrukturen	1981, 2013	1978, 1997, 2010	1978, 1996, 2010	2003, 2013
Baumarten mit dem höchsten Anteil an der Grundfläche [G%]	Es (70,7) BAh (19,3)	Bu (60,1) Es (20,3)	Bu (58,0) Ei (17,0)	Bu (28,5) Es (25,6)
Anzahl Baumarten [N] / Veränderung seit der Erstaufnahme [N]	5 / -3	7 / -2	7 / -5	9 / 0

Es - Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*), BAh - Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Bu - Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Ei - Eiche (*Quercus* sp.)

bereits 2010 erhoben worden. Auf eine erneute Aufnahme der Waldstrukturen 2013 wurde dort wegen des nur geringen zeitlichen Abstands zur vorherigen Aufnahme verzichtet.

2.2 Aufnahme von Arten und Waldstruktur

Für die Untersuchung der vier waldökologisch wichtigen Artengruppen grüne Landpflanzen, holzbesiedelnde Käfer, Schnecken und Pilze wurden in den Repräsentationsflächen je sechs 1000 m² große Probekreise eingehängt und der Mittelpunkt dauerhaft markiert. Auf diesen Probekreisen wurden die Schnecken und Pilze mit zwei- bzw. dreifachen zeitnormierten Flächenbegehungen erfasst (Abb. 2). Die Kleinschnecken wurden zudem mit je vier in den Probekreisen gewonnenen Streuproben analysiert.

Die Bodenvegetation (Gefäßpflanzen und bodenbewohnende Moose) wurde auf einer 314 m² großen kreisförmig um das Zentrum der Probepunkte gelegenen Fläche durch eine einmalige Kartierung im Juni erhoben (WALENTOWSKI ET AL. 2014).

Daten zu den Käfern wurden mit je einer im Zentrum der Probekreise in ein bis zwei Meter Höhe installierten Flugfens-terfalle (Abb. 3) erfasst. Die Standzeit der Fallen umfasste die

Monate Mai, Juni und Juli, die Leerung erfolgte monatlich.

Die Daten zu Waldstrukturen der Repräsentationsflächen wurden auf der gesamten Repräsentationsfläche erhoben und schließlich für jeden einzelnen 1000 m² Probekreis getrennt berechnet.

Im NWR Dreiangel ist die ursprünglich angelegte Repräsentationsfläche nur 0,5 Hektar groß. In diese Fläche konnten daher nur drei Probekreise gelegt werden. Um dennoch auch hier auf die in den übrigen Naturwaldreservaten untersuchte Anzahl von sechs Stichproben zu kommen, wurden drei Probekreise außerhalb der bereits existierenden Repräsentationsfläche angelegt.

Die Aufnahme der Vögel erfolgte als Gitterfeldaufnahme von je einem Hektar mit drei Begängen während der Brutzeit auf der gesamten Reservatsfläche.

2.3 Statistik

Die Aufarbeitung der Waldstrukturdaten erfolgte durch die Verwendung von Microsoft Access Datenbanken in Verbindung mit dem Geoinformationssystem ArcGIS und selbst



Abb. 3: Bodennahe Flugfensterfalle zur Erfassung der holzwohnenden Käfer.

Fig. 3: Ground-level flight trap for the capture of xylobiotic beetles.

erstellten Auswerterroutinen mit der Open-Source-Statistik-Software R (R Core Team 2014).

Unter Verwendung des R-Pakets *vegan* erfolgte zudem auch die Analyse der Artdaten und ihre Verschneidung mit den Waldstrukturdaten.

Auf der Grundlage der Artenzahlen für jeden einzelnen Probestandpunkt wurden Arten-Akkumulationskurven einschließlich der Standardabweichung mit Hilfe der Funktion „*specaccum*“ ebenfalls aus dem R-Paket *vegan* erstellt.

Die Verschneidung der in den 24 Probeständen erfassten Artdaten zum einen mit den Daten der Ergebnisse der Waldstrukturerhebungen und zum anderen mit den Feldansprachen von Deckung der einzelnen Vegetationsschichten im Rahmen der Vegetationserhebung erfolgte mit einer Detrended Correspondence Analysis (HILL UND GAUCH 1980) (DCA). Zusätzlich konnten auch die aus der Vegetationserhebung berechneten ungewichteten Mittelwerte der Ellenberg-Zeigerindizes in die Verschneidung einfließen (WALENTOWSKI ET AL. 2014).

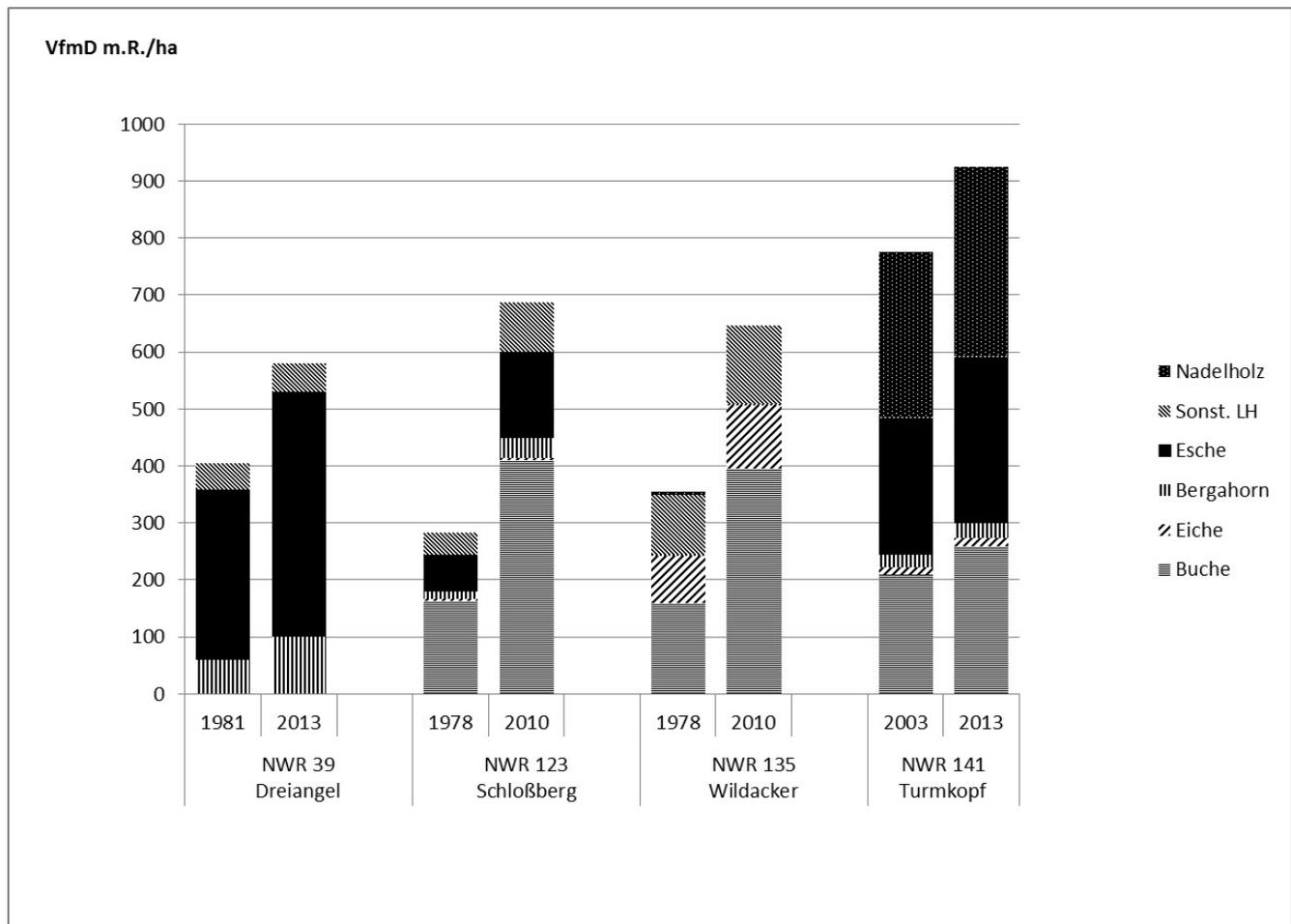


Abb. 4: Entwicklung der Stammholzvorräte auf den Repräsentationsflächen seit den ersten Aufnahmen.

Fig. 4: Development of stem wood stock on the representation area since the first survey.

3 Ergebnisse

3.1 Veränderungen bei den lebenden Beständen und beim Totholz

In allen vier untersuchten Reservaten sind die lebenden Holzvorräte seit der ersten Aufnahme bislang angestiegen (Abb. 4). Bei der aktuellen Aufnahme bewegen sich diese zwischen 579 Vorratsfestmeter Derbholz mit Rinde pro Hektar [VfmD m.R./ha] in der im Donauried gelegenen Fläche des Naturwaldreservates Dreiangel und 924 VfmD m.R./ha beim NWR Turmkopf im Wuchsgebiet der Schwäbisch-Bayerischen Schotterplatten. Dabei handelt es sich um die einzige Fläche, die auf einzelnen Probekreisen einen deutlich höheren Nadelholzanteil bei der aktuellen Aufnahme erreicht. Gegenläufig zu den Vorräten haben sich die Stammzahlen entwickelt, die auf sämtlichen Flächen seit der Erstaufnahme abgenommen haben.

Auf drei der vier untersuchten Repräsentationsflächen war eine Abnahme der Anzahl vorkommender Baumarten zu beobachten. Auf diesen Flächen waren bei der aktuellen Aufnahme trotz des Ausfalls von 2 bis 5 Baumarten seit der Erstaufnahme immer noch zwischen 5 und 7 Baumarten vorhanden.

Zugenommen haben die Anteile der Buche, die in sämtlichen Flächen vertreten war und die der Esche, die auf drei Flächen vorkommt. Abgenommen haben die Anteile der Eichen, der weiteren Laubholzbaumarten (Ahorn, Elsbeere, Ulme, Hainbuche, Linde, Traubenkirsche) und der Nadelbäume (Fichte,

Lärche, Kiefer), soweit diese jeweils bei der Erstaufnahme auf den Flächen vorhanden waren.

Die deutlichsten Veränderungen erfolgten im NWR Wildacker: Dort war bei der Buche eine jährlichen Zunahme des Grundflächenanteils von bis zu 0,5 % zu verzeichnen. Die Zunahme der Buche ging dort zu Lasten der sonstigen Laubbaumarten mit einer jährlichen Abnahme von bis zu 0,33 %.

Die Totholzvorräte bewegen sich bei der aktuellen Aufnahme zwischen 17 m³/ha im NWR Turmkopf und 115 m³/ha im NWR Dreiangel (Abb. 5). Auf den drei Flächen mit Wiederholungsaufnahmen ist der Totholzvorrat auf zwei Flächen leicht angestiegen und auf einer Fläche auf niedrigerem Niveau weitgehend konstant geblieben. Auf sämtlichen Flächen übertrifft der Anteil an liegendem Totholz den Anteil an stehendem Totholz. Im NWR Dreiangel wurden 2013 durch einen regionalen Sommersturm zahlreiche Bäume geworfen bzw. abgebrochen.

3.2 Artenzahlen

Mit den dargestellten Methoden konnten auf den Probeflächen zwischen 57 und 124 Arten gefunden werden. Die artenreichste Artengruppe waren die Pilze, gefolgt von den Bodenpflanzen, den Schnecken und schließlich den Käfern. Für die einzelnen einen Hektar großen Repräsentationsflächen ergeben sich daraus Gesamtartenzahlen zwischen 162 und 255 Arten (Summe aus jeweils sechs Probeflächen) (Tab.2). Dabei fällt die Fläche im Reservat Dreiangel deutlich

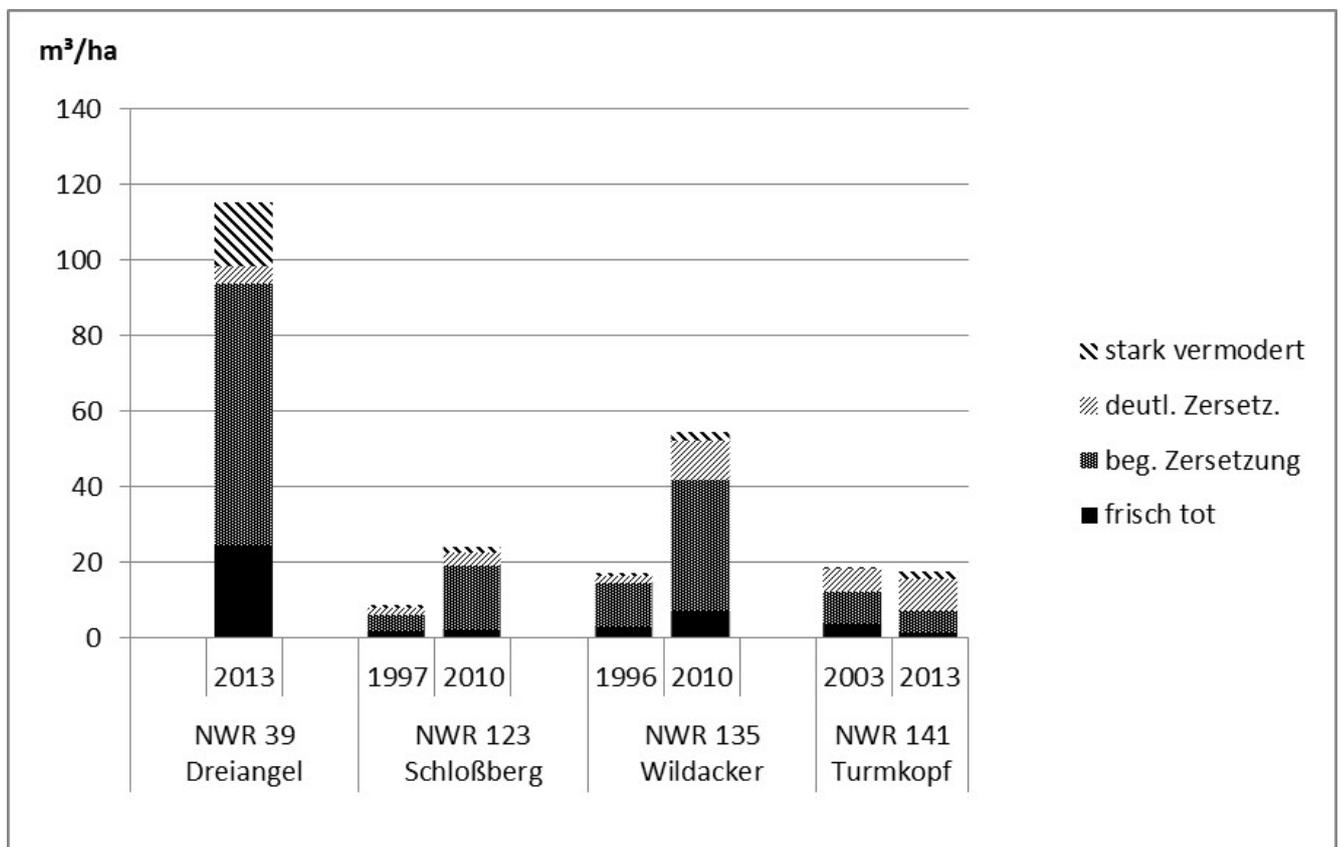


Abb. 5: Entwicklung des Totholzes nach den Zersetzungsstufen auf den Repräsentationsflächen seit den ersten Totholzaufnahmen. (Im NWR Dreiangel Erstaufnahme des Totholzes.)

Fig. 5: Development of dead wood by the decomposition stages in the representation area since the first survey of dead wood. (In NWR Dreiangel first inventory of dead wood.)

Tab. 2: Artenzahlen der im Rahmen der Untersuchungen 2013 erfassten Artengruppen. Für die Artengruppen grüne Landpflanzen, Pilze, xylobionte Käfer und Schnecken, auf der Grundlage der Probekreise; bei den Vögeln mit Daten aus der Repräsentationsfläche und dem ganzen Reservat.

Tab. 2: Species numbers of different species groups recorded in 2013, land plants, fungi, saproxylic beetles and snails, on the basis of sample points, for birds with data from the representation area and the whole reserve.

	NWR 39 Dreieck	NWR 123 Schlossberg	NWR 135 Wildacker	NWR 141 Turmkopf
Pilze	60	114	121	79
Pflanzen	31	60	40	59
xylobionte Käfer	46	34	69	51
Schnecken	25	34	25	33
Summe	162	242	255	222
Vögel in Repräsentationsfläche	14	15	10	11
Vögel insg. Reservat	37	35	33	37
Vogelarten/ha	15,8	12,4	11,8	14,4

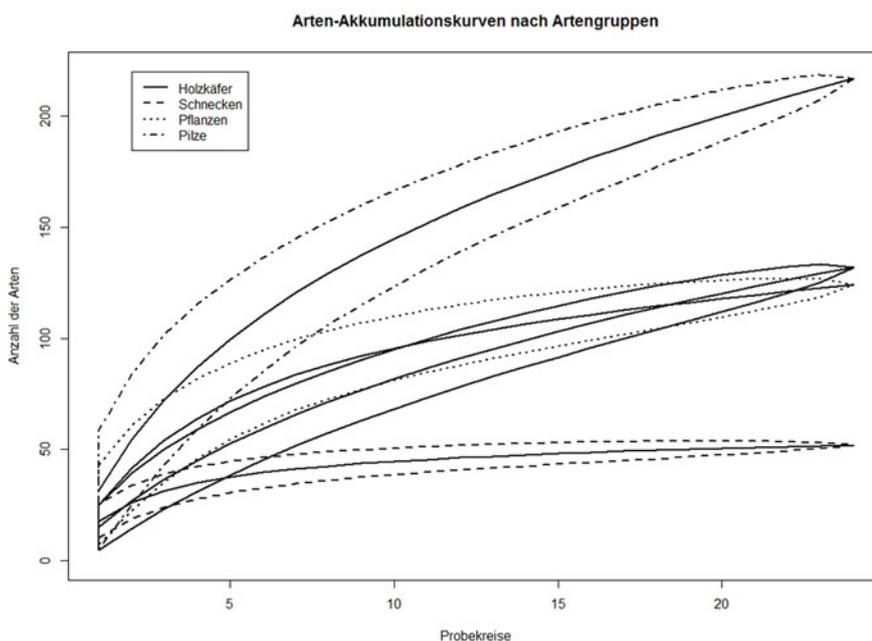


Abb. 6: Arten-Akkumulationskurven sowie Standardabweichungen für die untersuchten Artengruppen der Bodenpflanzen, holzbesiedelnden Käfer, Schnecken und Pilze über die 24 Probekreise.

Fig. 6: Species accumulation curves and standard deviation for the studied groups of terrestrial plants, xylobitic beetles, snails, and mushrooms on the basis of 24 plots.

gegenüber den drei anderen Flächen ab. Besonders deutlich wird dies bei den Pilzen und der Bodenvegetation.

Die Arten-Akkumulationskurven (Abb. 6) zeigen, dass für die beiden Artengruppen der Bodenvegetation und der Schnecken bereits auf den untersuchten 24 Probekreisen eine Tendenz zur Sättigung zu erkennen ist. Dagegen zeigen sowohl die holzbesiedelnden Käferarten als auch die Pilze, dass die beobachteten Arten erst einen Anhalt für die zu erwartende Gesamtartenzahlen geben. Insbesondere für die Käfer wird auch deutlich, dass sie zwar in den einzelnen Fällen nur mit relativ geringer Artenzahl erfasst wurden, aber über alle Flächen gesehen, die zweithäufigste Artengruppe darstellen.

Betrachtet man die im Rahmen der Vogelkartierung erhobenen Daten des jeweiligen Gitterpunktes, der in der untersuchten Repräsentationsfläche liegt, nutzen 10 bis 15 Vogelarten den jeweiligen Hektar als Lebensraum. Diese Einzelwerte werden durch die Durchschnittswerte der jeweiligen Gitterfeldkartierungen mit 12 bis 16 Arten pro Aufnahmequadrant bestätigt. Es konnten 33 bis 37 Vogelarten je Reservat bestätigt werden.

Als Naturnähezeiger und Urwaldreliktarten und damit naturschutzfachlich besonders wertvolle Arten wurden bei den totholzbesiedelnden Pilzen nur der Geschichtete Zählring (*Lentinellus ursinus*) und der Haarige Dachpilz (*Pluteus*

hispidus) in je einem Probekreis des NWR Wildacker nachgewiesen (BLASCHKE ET AL. 2009). Dazu kamen in den drei Reservaten Schloßberg, Wildacker und Turmkopf die beiden Arten, die bei gehäuftem Auftreten ebenfalls als Naturnähezeiger zu werten sind, der Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) und die Goldgelbe Traubenbasidie (*Botryobasidium aureum*). In den Probestellen des NWR Dreiangel wurden dagegen keine als Naturnähezeiger klassifizierten Arten beobachtet.

Aus der Gruppe der Käfer wurde nur im NWR Dreiangel der Schwarzkäfer (*Corticus fasciatus*) als „Urwaldreliktart“ (MÜLLER et al. 2005) mit einem Einzelexemplar nachgewiesen. Die räuberisch lebende Art ist eng an Eichen gebunden.

3.3 Verschneidungen von Lebensraum und Lebensgemeinschaften

Bei den DCA fällt für alle Artengruppen eine ähnliche Anordnung der Flächen entlang der ersten Achse auf (Abb. 7). So ordnen sich die Flächen des donaanahen Eschenwaldes (NWR Dreiangel (DA)) immer im rechten Bereich an. Die

beiden unterfränkischen Flächen, der auf Basalt wachsende Bestand in der Rhön (NWR Schloßberg (SB)) und der auf Muschelkalk stockende Buchenmischbestand (NWR Wildacker (WA)), bilden im linken Diagrammbereich den Gegenpunkt. Bei den meisten Artengruppen gliedern sich diese beiden Reservate entlang der zweiten Achse weiter auf. Besonders deutlich zeigt sich dieses bei der Bodenvegetation und den xylobionten Käfern, während sich bei den Schnecken und Pilzen eine Verzahnung der einzelnen Teilflächen abzeichnet. Der zweite schwäbische Bestand (NWR Turmkopf) auf tertiären Böden bildet praktisch bei allen Artengruppen die Verbindung zwischen den beiden Bereichen entlang der ersten Achse.

Bei den korrelierenden Umweltparametern fällt auf, dass der Anteil der Esche und entsprechend in die andere Richtung, der Anteil der Buche mit der ersten, der waagerechten Achse weitgehend zusammenfallen. Als weitere Komponente ist das liegende Totholz bzw. die damit eng verknüpfte gesamte Totholzmenge bei drei Artengruppen eng mit der ersten Achse korreliert. Nur bei den Schnecken ist dieser Zusammenhang nicht ausgeprägt. Bei der zweiten Achse fällt insbesondere der Anteil der Hainbuche und dazu entgegenstehend bei der

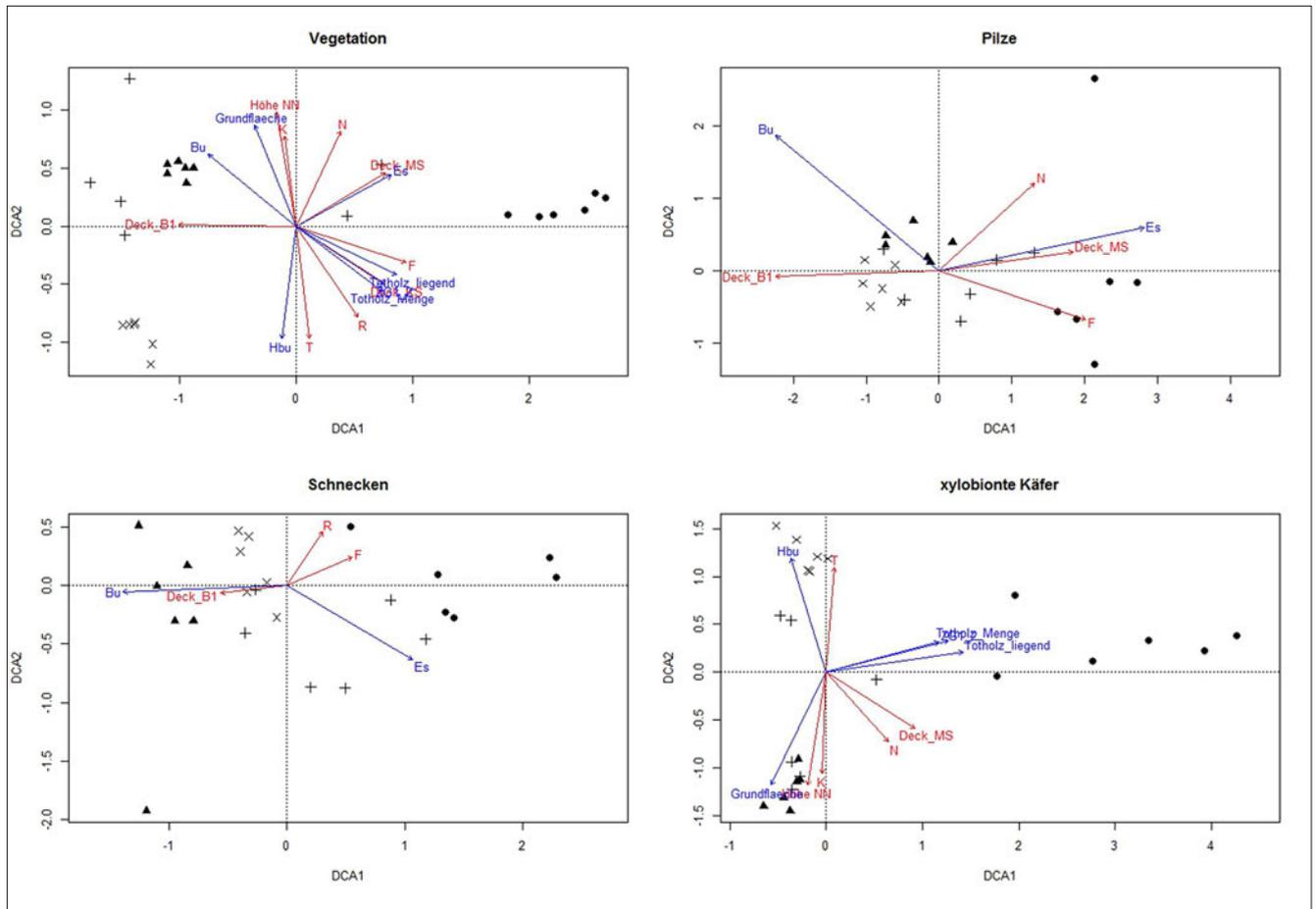


Abb. 7: Verschneidung der auf 24 Probestellen (●-Dreiangel, +-Turmkopf, x-Wildacker, ▲-Schloßberg) erfassten Artendaten mit Waldstrukturdaten (Anteilen der Baumarten Bu – Buche, Hbu – Hainbuche, Es – Esche, SHol – Schwarzer Holunder, TrKir – Traubenkirsche und Totholz) (blau) und aus Deckungsgraden der Vegetationserhebung sowie berechneten Ellenberg-Zeigerwerte (N – Stickstoff, T – Temperatur, F – Feuchtigkeit, K – Kontinentalität, R – Reaktionszahl) (rot) durch eine Detrended Correspondence Analysis (DCA).

Fig. 7: Intersection of species data on 24 sample plots ●-Dreiangel, +-Turmkopf, x-Wildacker, ▲-Schloßberg with forest structure data (proportions of tree species Bu - beech, Hbu - hornbeam, It - Ash, SHol - Black Elderberry, TrKir - black cherry and deadwood) (blue) and calculated from the vegetation survey coverage and Ellenberg indicator (N - nitrogen, T - temperature, F - humidity, K - continental gradient, R - response number) (red) through an Detrended Correspondence Analysis (DCA).

Vegetation und den xylobionten Käfern die Grundfläche als Parameter für die Dichte der Bestände als differenzierendes Merkmal auf.

Bei der Vegetation wird auf der zweiten Achse die Trennung zwischen den eichengeprägten Flächen auf Muschelkalk (NWR Wildacker (WA)) und den Buchenflächen auf Basalt (NWR Schloßberg (SB)) sehr deutlich. Im Gegensatz zu den übrigen Artengruppen tendieren die von der Buche geprägten Probekreise des NWR Turmkopf (TK) auch sehr stark zu den Probekreisen der Rhön (NWR Schloßberg (SB)) bzw. stehen darüber hinaus.

Bei den Pilzen setzt sich eine Probefläche aus dem NWR Dreiangel (DA_401) besonders ab, die durch die Sturmschäden sehr intensiv verändert worden ist und auch eine extreme Sonneneinstrahlung zeigt.

Die Schnecken zeigen die geringsten Korrelationen zu den ermittelten Umweltparametern, dennoch spiegelt sich auch hier die Aufgliederung hinsichtlich der ersten Achse deutlich wider.

Bei den xylobionten Käfern ist die Trennung in drei Hauptgruppen der Artengemeinschaften neben den Eschenflächen in die trockeneren Eichen- und frischen Buchenwälder am stärksten ausgeprägt. Als ein weiterer Umweltfaktor zeichnet sich bei den Käfern ab, dass besonders das frische Totholz die Artengemeinschaft bestimmt.



Abb. 8: Laubmischwald auf einer Basaltkuppe im Naturwaldreservat Schloßberg in der Rhön.

Fig. 8: *Mixed deciduous forest on a basalt dome in the strict forest reserve Schlossberg in the Rhön.*

Eine Verschneidung der Vogeldaten auf Rasterebene mit den ebenfalls auf dieser Ebene erfassten Baumartenanteilen und Deckungsgraden der einzelnen Schichten, zeigte auf der ersten Ebene einen Gradienten von den älteren Buchenwäldern in den höheren Lagen zu den Wäldern mit höheren Anteilen an Edellaubbäumen (Esche und Bergahorn). Auf der zweiten Ebene zeigte sich der Anteil der Nadelbäume als wichtigste Steuergröße. Der Deckungsgrad der zweiten Baumschicht zeigte sich auf der Basis der hier berücksichtigten Flächen ebenfalls als ökologischer Parameter mit einem Einfluss auf die Artenzusammensetzung.

4 Diskussion

4.1 Bestandesdatenentwicklung

Die steigende Tendenz bei den lebenden Holzvorräten in Verbindung mit der Abnahme bei den Stammzahlen konnte bereits in anderen bayerischen Naturwaldreservaten beobachtet werden und ist typisch für die Entwicklung von Waldflächen in den ersten Jahrzehnten nach der Nutzungsaufgabe (ENDRES & FÖRSTER 2013).

Im Rahmen der Diskussionen um das Totholz stellt sich immer wieder die Frage nach quantitativen Größen, die eine weitgehend naturnahe Artenausstattung der Fauna und Fungi zulässt. Als Totholzschwellenwerte wurden für Buchen-Eichenwälder im mitteleuropäischen Flachland 20 bis 50 m³/ha herausgearbeitet (MÜLLER ET AL. 2007b, MÜLLER & BÜTLER 2010). 35 Jahre nach der Einstellung der Nutzung erreichen zwei der hier untersuchten vier Repräsentationsflächen in Naturwaldreservaten diese Mengen immer noch nicht. Selbstverständlich handelt es sich hier nur um Fallstudien, aber auch die Durchschnittswerte der Inventuren auf der gesamten Reservatsfläche zeigen, dass die Totholzakkumulation in den Wäldern teilweise recht langfristig zu sehen ist. So lagen die durchschnittlichen Totholz mengen (Aufnahmeschwelle von 20 cm Durchmesser) der forstlichen Betriebsinventuren in drei Reservaten noch unter 20 m³/ha. Nur im NWR Schlossberg wurde dieser Wert im Durchschnitt des Reservates mit 22,2 m³/ha bei der Inventur 2007 überschritten. Die Schwellenwerte werden bislang nur in den Repräsentationsflächen NWR Dreiangel mit 115 m³/ha bzw. im NWR Wildacker mit 54 m³/ha überschritten.

4.2 Artenzahlen

Verglichen mit anderen Untersuchungen erscheinen die Summen der Artenzahlen relativ niedrig. Zu berücksichtigen ist, dass hier mit einem vergleichsweise kleinen Budget und auf einer begrenzten Fläche gearbeitet wird. So konnte RAUH (1993) bei seinen Untersuchungen von acht Artengruppen pro Reservat zwischen 200 und 388 Arten nachweisen. Die Grenzen des Monitorings hinsichtlich möglichst aller vorkommenden Lebewesen werden derzeit in Hessischen Naturwaldreservaten ausgetestet. Bei Untersuchungen über einen Zeitraum von zwei Jahren wurden inzwischen die Daten aus vier Reservaten von 18 tierischen Artengruppen ausgewertet (DOROW & BLICK 2010). Dabei ergeben sich für die jeweiligen Reservate Artenzahlen von 1446 bis 1859. Rund die Hälfte der erfassten Arten sind Käfer. Webspinnen, Wanzen, Stechimmen und Großschmetterlinge bilden ein weiteres Drittel. Während der gesamten Untersuchungszeit konnten im Reservat Goldbachs- und Ziebachsrück allein 175 Arten von Totholzkäfern beobachtet werden (KÖHLER 2010). Diese umfangreiche Artenzahl war nur durch den Einsatz von

insgesamt 27 Einzelfallen über die Dauer von zwei Jahren möglich.

Auf den vier Repräsentationsflächen konnten mit der eingeschränkten Methodik von dreimonatlichen Untersuchungen mit sechs Fallen 34 bis 69 xylobionte Käfer-Arten nachgewiesen werden. Es ist davon auszugehen, dass die Gesamtartenzahl auf Reservatsebene deutlich höher liegt, wie ein Überblick über Untersuchungen in Naturwaldreservaten Luxemburgs, Deutschlands und Belgiens zeigt. Dort wurden bei mehrjährigen Untersuchungen mit intensiven Methoden pro Reservat im Schnitt rund 256 Totholzkäferarten ermittelt (VANDEKERKHOVE ET AL. 2011). Bei mehrjährigen Untersuchungen in bayerischen Naturwaldreservaten, mit einem Methodenmix und hoher Fallenzahl wurden abhängig von Waldgesellschaft, Habitat- und Strukturtradition und Größe des Reservates Artenzahlen zwischen 111 und 254 Arten (RAUH 1993), 304 Arten (BUSSLER & SCHMIDL 2009) und 314 Arten (MÜLLER et al. 2009) ermittelt.

Als sogenannte „Urwaldreliktarten“ wurden für Deutschland 115 Käferarten definiert, die hohe Ansprüche an die Habitattradition und Strukturkontinuität von Waldbeständen stellen und inzwischen nur noch relikitär im Gebiet verbreitet sind (MÜLLER et al. 2005). Hinsichtlich ihrer Populationsdynamik sind diese Arten als K-Strategen zu charakterisieren. Ihre Vermehrungsrate und Ausbreitungsfähigkeit ist meist niedrig, sie haben häufig nur eine Generation im Jahr und ihre Entwicklung ist oftmals mehrjährig. Gegenüber r-Strategen mit hohen Vermehrungsraten, hoher Migrationsfähigkeit, schneller Entwicklung und mehreren Generation im Jahr sind die Populationsgrößen der „Urwaldreliktarten“ immer deutlich kleiner. Da aber eine enge Korrelation zwischen den erfassten Individuen und der Artenzahl besteht, können ausbreitungsschwache Arten mit geringen Populationsgrößen nur mit höherer Stichprobenanzahl nachgewiesen werden. Der Einsatz von nur sechs Flugfensterfallen, die zudem zufallsverteilt sind, und nicht an besonderen Strukturen (z. B. Habitatbäumen, stehendem Totholz) platziert sind, konnte nur Zufallsfunde liefern, die keine Aussage über das tatsächliche Spektrum dieser Arten in einem Gebiet liefern. Der Nachweis von *Corticus fasciatus* mit einem Einzelexemplar im NWR Dreiangel erfolgte bezeichnenderweise in einer Falle, die zufällig direkt an einer anbrüchigen Eiche positioniert war.

Der Nachweis von nur einer „Urwaldreliktart“ in den vier Flächen ist neben dem geringen Stichprobenumfang auch auf die geringen Totholzvorräte und auf das Fehlen von Uraltbäumen zurückzuführen.

Bei den Schnecken beschränkten sich erste Untersuchungen in Naturwaldreservaten auf Gehäuseschnecken (RAUH 1993). Verglichen mit den Artenzahlen auf dem damaligen Niveau von 13 bis 22 Arten pro Naturwaldreservat sind die Artenzahlen, die im Rahmen der aktuellen Arbeit einschließlich der Nacktschnecken auf der Teilfläche erbracht wurden, mit 25 bis 34 Arten (16 bis 26 Arten der Gehäuseschnecken) somit höher. In weiteren Untersuchungen nordbayerischer Reservate konnten über die ganzen Reservatsflächen gesehen Artenzahlen von im Mittel 38 und Spitzenwerte von bis zu 57 Arten gezählt werden (STRÄTZ 1999).

Vergleicht man die Vogelaufnahmen hinsichtlich der Artenzahlen, ergibt sich ein Stand der auch bei anderen Kartierungen erreicht wurde. So wurden bei einem Projekt in Buchen- und Mischwäldern zwischen Altmühl und Donau im Schnitt 30 bis 32 Brutvogelarten in den Beständen beobachtet (DETSCH 1999). Und auch bei zwölf Begängen über das ganze Jahr wurden im Schnitt nur 14 Arten pro Gitterfeld gezählt. Im Steigerwald wurden in drei untersuchten buchen-dominierten Reservaten zwischen 28 und 34 Arten bei fünf Kartierungsdurchgängen beobachtet (MÜLLER 2005).

Grundsätzlich fiel bei den Pilzen ein Bruch der Artenzahlen zwischen den Fränkischen und den Schwäbischen Flächen auf, der wahrscheinlich auch durch Witterungseinflüsse bedingt wurde. An den drei Terminen machten die Schwäbischen Wälder grundsätzlich den Eindruck, als wäre die Fruktifikation der Pilze durch vorangegangene Trockenphasen sehr gehemmt. Dies spiegelte sich oft auch im Zustand der krautigen Vegetation und dem Oberboden wider. Dagegen waren bei den Sommer- und Herbstbegehungen der Pilze in den nördlichen Reservaten die Voraussetzungen witterungsbedingt besser.

Dass bei intensiveren Untersuchungen gerade auch bei den Pilzarten noch deutlich mehr Arten auf einer Probefläche zu finden wären, zeigen die ungesättigte Arten-Akkumulationskurve (s. Abb. 6) und Untersuchungen von SCHULTHEIS ET AL. (2014) auf Probeflächen des Naturwaldreservates Haard in Luxemburg.



Abb. 9: Ein liegender Eschenstamm und gebrochene Stämme in Folge eines lokalen Sommersturms im Naturwaldreservat Dreiangel an der Donau.

Fig. 9: A lying ash trunk and broken trunks in consequence of a local summer storm in the strict forest reserve Dreiangel on the river Danube.

SCHULTHEIS ET AL. (2014) fanden durch eine extrem intensive Suche über zwei bis fünf Tage auf jeder einzelnen Probefläche mit der Inaugenscheinahme jedes auf der Fläche befindlichen Hölzchens allein von den Nichtblättermilchpilzen zwischen 48 bis 78 Arten. Dies macht deutlich, dass das im Rahmen dieses Monitoring angewandte Verfahren nur einen Überblick über die auffälligsten makroskopischen Fruchtkörper bieten kann und keinesfalls ein umfassendes Monitoring, insbesondere der meist nur ganz unscheinbaren Rindenpilze darstellt.

Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Artenzahlen und ökologischen Parametern beleuchten MÜLLER ET AL. 2007a. Dabei konnten zwischen verschiedenen Bewirtschaftungsformen und den Artenzahlen von Vögeln, xylobionten Käfern und Pilzen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Allerdings sind bei Arten, die an besondere und seltene Strukturen gebunden sind und als Naturnähezeiger charakterisiert werden, bei allen Artengruppen deutliche Unterschiede zwischen Naturwaldreservaten und bewirtschafteten Flächen vorhanden.

4.3 Verschneidungen von Lebensraum und Lebensgemeinschaften

WALENTOWSKI ET AL. (2014) hängen die 24 Datensätze der Vegetationsdaten in einen bestehenden Datensatz aus 313 Referenzaufnahmen aus Naturwaldreservaten in ganz Bayern. Dabei zeigen die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten 24 Flächen in einer DCA einschließlich der Referenzaufnahmen eine ähnliche Differenzierung entlang des primären Gradienten wie in der Einzelbetrachtung der vier Reservate (Abb. 7). Damit zeigen WALENTOWSKI ET AL. (2014) eine Möglichkeit auf, wie zukünftig auch für andere Artengruppen in ein entsprechendes Netz von Untersuchungen der gleichen Gruppe die Ergebnisse der Schwerpunktreservate eingehängt werden können.

Für Totholzkäfer in Buchenwäldern hat MÜLLER (2005) auf der Ebene der Probekreisstrukturen vor allem den Anteil der Eichen, den Nadelholzanteil, das Volumen von starkem Laubtotholz und die Dimension der Bäume als wichtigste ökologische Komponenten ermittelt. Auf Einzelbauebene sind insbesondere Kronenbrüche und Mulmhöhen wesentliche Strukturparameter. Die aktuellen Untersuchungen in den vier

Laubbaumbeständen bestätigen in Ansätzen die Bedeutung der Strukturparameter auf Probekreisebene. Für Aussagen zur Einzelbauebene fehlen im jetzigen Konzept allerdings die detaillierten Fallensysteme.

Bei den Beziehungen zwischen verschiedenen ökologischen Parametern und der Artenausstattung von Schnecken- und Insektengemeinschaften ist besonders der Bezug zum Wasserhaushalt der Böden zu betrachten. Auf mäßig frischen Böden konnten die höchsten Artenzahlen nachgewiesen werden (MÜLLER ET AL. 2005). Dies spiegelt sich auch im Wesentlichen in den Daten der aktuellen Aufnahmen wider, wo im feuchteren donanahen Wald (NWR Dreiangel) und auf trockenen Muschelkalk-Standorten (NWR Wildacker) die Artenzahlen deutlich unter den mittleren Standorten von Turmkopf und Schloßberg lagen. Der Zusammenhang zu bereits stärker zersetztem Totholz, den MÜLLER ET AL. (2005) als eine Schlüsselstruktur für die Diversität von Schnecken fanden, ließ sich durch die jetzigen Untersuchungen allerdings nicht bestätigen. Allerdings zeigten MÜLLER ET AL. (2005) auch, dass der Faktor Totholz häufig durch andere Parameter überlagert ist.

Der Zusammenhang zwischen Vogelarten und Waldstrukturen wurde am Beispiel von Buchenwäldern untersucht (MÜLLER 2005). Von besonderer Bedeutung erscheinen die Deckung der Verjüngung und die Überschildung mit reifem Laubholz. Für die Artengemeinschaften ergeben sich die Verjüngung, das Bestandesalter, der Anteil am reifen Laubwald, der Vorrat und der Nadelholzanteil als die wesentlichen Strukturparameter, die sie steuern. Die Ergebnisse der hier vorgestellten Aufnahmen können das Bestandesalter und die Nadelholzanteile ebenfalls als wichtige ökologische Parameter, die die Artenzusammensetzung der Vogelwelt beeinflussen, bestätigen.

5 Fazit und Ausblick

Die ersten Untersuchungen im Rahmen des neuen Forschungskonzeptes für das regelmäßige Monitoring in Naturwaldreservaten Bayerns mit dem verhältnismäßig geringen Budget zeigen Möglichkeiten und Grenzen für einen Vergleich von Flächen auf.



Abb. 10: Im Naturwaldreservat Turmkopf sind auf der obersten Plateaustufe auch höhere Anteile Fichte beigemischt.

Fig. 10: In the strict forest reserve Turmkopf even higher levels of spruce are mixed on the highest plateau stage.

Die jetzt auf den ersten vier Repräsentationsflächen in Naturwaldreservaten durchgeführten Art-Aufnahmen können mit den seit Jahrzehnten relativ genau erfassten Waldstrukturdaten weiter in Wert gesetzt werden. Entsprechend sind in den kommenden Jahren weitere Aufnahmen in 22 Naturwaldreservaten geplant. Es konnten erste Beziehungen zwischen den vier Artengruppen und den Strukturparametern, insbesondere zu den Baumartenanteilen sowie bei drei von vier Artengruppen auch zu den Totholzmassen, ermittelt werden. Die Verschneidung der vielfältigen Artengruppen mit den vorhandenen Waldstrukturen ermöglicht die Ableitung der Faktoren, die die Artenzusammensetzungen beeinflussen. Besonders markant wird dieses, wenn sich die Tendenzen über die Vergemeinschaftung der vier betrachteten Artengruppen ergeben.

Einen besonderen Wert erhalten die Daten auch, wenn sie in ein Netz von weiteren Aufnahmen eingehängt werden können, wie es beispielsweise bei der Vegetation bereits erfolgte (WALENTOWSKI et al. 2014).

Es wird erwartet, dass unter Einbeziehung weiterer Naturwaldreservate in den kommenden Jahren die Datenbasis weiter ausgebaut werden kann. Darüber hinaus werden Wiederholungsaufnahmen in einigen Jahren auch Tendenzen einer zeitlichen Entwicklung möglich machen. Dies und die Vergleiche mit anderen Flächen in einem entsprechend entwickelten Netz werden mögliche Lücken in der waldökologischen Forschung befüllen.

Das angewandte Forschungskonzept ist nicht geeignet, die Artenvielfalt in den Naturwaldreservaten vollständig zu erfassen. Auch Aussagen über naturschutzfachlich besonders relevante und aussagekräftige Arten wie die Naturnähezeiger bzw. Urwaldrelikten können mit diesem Monitoring nur in Einzelfällen abgeleitet werden. Dafür reicht der Umfang der Erhebungen in zeitlicher wie auch methodischer Herangehensweise nicht aus.

Danksagung

Unser Dank gilt den Beteiligten bei den Feldarbeiten Manfred Colling (Schnecken), Christine Franz, Katrin Weber, Martin Lauterbach, Hans Utschick (Vögel), Helge Walentowski,

Thomas Kudernatsch (Vegetation), Alexandra Nannig (Pilze), Karina Klausmann, Andreas Kuhn (Fallenbetreuung), Angela Siemonsmeier, Karina Klausmann, Johannes Burmeister, Alfred Wörle, Henning Rothe (Waldaufnahmen) und dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die finanzielle Förderung des Projektes D03 Naturwaldreservats-Forschung.

Literatur

- ALBRECHT, L. (1990): Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten, Naturwaldreservate in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten **1**: 221 S.
- BLASCHKE, M., HELFER, W., OSTROW, H., HAHN, C., LOY, H., BUSSLER, H., KRIEGLSTEINER, L. (2009): Naturnähezeiger – Holz bewohnende Pilze als Indikatoren für Strukturqualität im Wald, Natur und Landschaft **84**: 560-566.
- BLASCHKE, M., ENDRES, U. (2012): Bayerische Naturwaldreservats-Forschung auf „neue“ Füße gestellt – Zukünftig stehen 26 Schwerpunktreservate im Fokus der Wissenschaft, LWF-aktuell **18**: 43-45.
- BUSSLER, H., SCHMIDL, J. (2009): Die xylobionte Käferfauna von sechs Eichen im Naturwaldreservat Eichhall im bayerischen Hochspessart (Coleoptera). Entomologische Zeitschrift **119**: 115-123.
- DETSCH, R. (1999): Der Beitrag von Wirtschaftswäldern zur Struktur- und Artenvielfalt – Ein Vergleich ausgewählter waldökologischer Parameter aus Naturwaldreservaten und Wirtschaftswäldern des Hienheimer Forstes (Kelheim, Niederbayern), Wissenschaft und Technik Verlag, Berlin: 209 S.
- DOROW, W.H.O., BLICK, T. (2010): Gesamtüberblick über die Gebietsfauna und ihre Bedeutung für den Naturschutz. Naturwaldreservat Goldbachs- und Ziebachsrück (Hessen). Untersuchungszeitraum 1994–1996. In: DOROW, W.H.O., BLICK, T., KOPELKE, J.P. (2010): Naturwaldreservate in Hessen. Band 11/2.2, Goldbachs- und Ziebachsrück, Zoologische Untersuchungen 1994–1996, Teil 2. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung **46**: 237-270.



Abb. 11: Im Naturwaldreservat Wildacker hat sich auf Teilflächen bereits eine dichte Verjüngung unter den Altbäumen ausgebildet.

Fig. 11: In the strict forest reserve Wildacker a dense regeneration has already formed on some part under the old trees.

- ENDRES, U., FÖRSTER, B. (2013): Hohe Vorräte bei der Buche – Abnahme bei den Mischbaumarten, LWF aktuell **95**: 28-31.
- HILL, M.O., GAUCH, H.G. (1980): Detrended Correspondence analysis: an improved ordination technique, *Vegetatio*, **42**: 47-58.
- KÖHLER, F. (2010): Die Käfer (Coleoptera) des Naturwaldreservates Goldbachs- und Ziebachsrück (Hessen). Untersuchungszeitraum 1994–1996. In: DOROW, W.H.O., BLICK, T., KOPELKE, J.P. (2010): Naturwaldreservate in Hessen. Band 11/2.2, Goldbachs- und Ziebachsrück, Zoologische Untersuchungen 1994–1996, Teil 2. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung **46**: 7-98.
- MÜLLER, J. (2005): Waldstrukturen als Steuergröße für Artengemeinschaften in kollinen bis submontanen Buchenwäldern. Diss. der Technischen Universität München, 235 S., <http://mediatum.ub.tum.de/doc/603650/file.pdf> (01.12.2014).
- 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. Beitr. zur bayer. Entomofaunistik **9**: 107-132.
- MÜLLER, J., BUSSLER, H., BENSE, U., BRUSTEL, H., FLECHTNER, G., FOWLES, A., KAHLER, M., MÖLLER, G., MÜHLE, H., SCHMIDL, J., ZABRANSKY, P. (2005): Urwald relict species – Saproxyllic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. Urwaldrelikt-Arten – Xylobionte Käfer als Indikatoren für Strukturqualität und Habitattradition. *Waldökologie online* **2**: 106-113.
- Müller, J., Strätz, C., HOTHORN, T. (2005): Habitat factors for land snails in European beech forests with a special focus on coarse woody debris. *Eur J Forest Res* **124**: 233-242.
- MÜLLER, J., HOTHORN, T., PRETZSCH, H. (2007a): Long-term effects of logging intensity on structures, birds, saproxyllic beetles and wood-inhabiting fungi in stands of European beech *Fagus sylvatica* L.. *Forest Ecology and Management* **242**: 297-305.
- MÜLLER, J., BUSSLER, H., UTSCHICK, H. (2007b): Wie viel Totholz braucht der Wald? *Naturschutz und Landschaftsplanung* **39**: 165-170.
- MÜLLER, J., BÜTLER, R. (2010): A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *Eur J Forest Res*, **129**: 981-992.
- RAUH, J. (1993): Faunistisch-ökologische Bewertung von Naturwaldreservaten anhand repräsentativer Tiergruppen. *Naturwaldreservate in Bayern*, Band 2, IHW Verlag, Eching: 199 S.
- R CORE TEAM (2014): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- SCHUBERT, H. (1998): Untersuchungen zur Arthropodenfauna in Baumkronen – Ein Vergleich von Natur- und Wirtschaftswäldern (Araneae, Coleoptera, Heteroptera, Neuropteroidea; Hienheimer Forst, Niederbayern), Wissenschaft und Technik Verlag, Berlin: 156 S.
- SCHULTHEIS, B., TRICHES, G., ENGELS, J. (2014): Die Nichtblätterspilze im Naturwaldreservat „Haard“ Dudelange-Rumelange (Mai 2012), In: MURAT, D. (2014): *Naturwaldreservate in Luxemburg*, Bd. **12**. Zoologische und botanische Untersuchungen „Haard“ 2011-2013, Naturverwaltung Luxemburg: 244 S.
- STRÄTZ, C. (1999): Landschnecken in Naturwaldreservaten Nordbayerns-Refugien seltener und hochgradig gefährdeter Arten, *AFZ/Der Wald* **54**: 388-389.
- VANDEKERKHOVE, K., DE KEERSMAEKER, L., WALLEYN, R., KÖHLER, F., CREVECOEUR, L., GOVAERE, L., THOMAES, A., VERHEYEN, K. (2011): Reappearance of Old-Growth Elements in Lowland Woodlands in Northern Belgium: Do the Associated Species Follow, *Silva Fennica* **45**: 909-935.
- WALENTOWSKI, H., KUDERNATSCH, T., FISCHER, A., EWALD, J. (2014): Naturwaldreservatsforschung in Bayern – Auswertung von Vegetationsdaten zur walddökologischen Dauerbeobachtung. *Tuexenia* **34**: 89-106.

submitted: 09.04.2015

reviewed: 08.01.2016

accepted: 11.01.2016

Autorenanschrift:

Markus Blaschke (Korrespondierender Autor), Udo Endres (bis April 2015), Dr. Bernhard Förster, Dr. Heinz Bußler
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft,
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising

E-Mail Korrespondierender Autor:
markus.blaschke@lwf.bayern.de