forstarchiv 81, 61-68 (2010)
DOI 10.2376/0300-4112-81-61
© M. & H. Schaper GmbH
ISSN 0300-4112
Korrespondenzadresse: naturwaldreservate@senckenberg.de
Eingegangen: 01.12.2009
Angenommen: 04.03.2010

Zoologische Forschung in hessischen Naturwaldreservaten – Exemplarische Ergebnisse und Perspektiven

Zoological research in Strict Forest Reserves in Hesse (Germany) – Exemplary results and prospects

WOLFGANG H.O. DOROW, THEO BLICK und JENS-PETER KOPELKE

Projekt Hessische Naturwaldreservate, Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt a. M.

Kurzfassung

In Hessen sind 31 Naturwaldreservate ausgewiesen, davon 22 mit einer weiterhin bewirtschafteten Vergleichsfläche. Sie dienen dem Ziel, sich selbst entwickelnde Waldökosysteme zu erforschen, um daraus Hinweise für eine Harmonisierung von Nutzung und Naturschutz zu erhalten. Sie sollen außerdem der Wiederherstellung naturnaher Waldgesellschaften dienen und als Maßstab für Naturnähe sowie als Anschauungsobjekt für die Umweltbildung. Die seit 1990 durchgeführten zoologischen Langzeituntersuchungen sind in ihrer Dauer und Erfassungstiefe einmalig für Europa. Die Fauna wird mit einem breiten Methodenset in je zwei kompletten Untersuchungsjahren (inkl. Winter) erhoben (Bodenfallen, verschiedene Typen von Stammeklektoren, Stubben- sowie Totholzeklektoren, Lichtfänge für Großschmetterlinge, Siedlungsdichte-Kartierung der Brutvögel, gezielte Aufsammlungen). Ziel ist die repräsentative qualitative Erfassung eines möglichst breiten Artenspektrums. In allen Naturwaldreservaten werden sieben Tiergruppen (Lumbricidae, Araneae, Heteroptera, Coleoptera, Hymenoptera Aculeata, Macrolepidoptera, Aves) auf Artniveau ausgewertet. Bislang wurden vier Naturwaldreservate auf diese Weise bearbeitet.
Der einheimische Buchen-Wirtschaftswald beherbergt deutlich mehr Arten, als bislang angenommen wurde, hochgerechnet kann mit 5.000-6.000 Tierarten auf einer Fläche von 60 ha gerechnet werden. Bei der Fauna der Naturwaldreservate handelt es sich um typische Waldbiozönosen, d. h., die Artenvielfalt wird nicht nennenswert durch gebietsfremde reine Offenlandarten verursacht. Qualität und Quantität des Totholzes sind entscheidend für die Artenvielfalt. Daher gilt es, insbesondere Flächen mit langer Totholztradition und vielfältiger Totholzausstattung zu schützen und die Totholzqualität und -quantität in den Wäldern zu verbessern. Auch waldtypische Offenflächen verschiedener Qualitäten – von blütenreich bis krautschichtfrei – sind entscheidend für die Artenvielfalt. Solche Flächen sind ebenfalls zu erhalten und bei der Bewirtschaftung zu fördern. Die Strukturvielfalt des Waldes ist entscheidend für die Artenvielfalt. Daher sollten insbesondere strukturreiche Wälder erhalten und auch neu geschaffen werden.

Schlüsselwörter: Araneae, Artenvielfalt, Coleoptera, Totholz, Waldbindung, Hymenoptera Aculeata, seltene und gefährdete Arten, Strukturvielfalt

Abstract

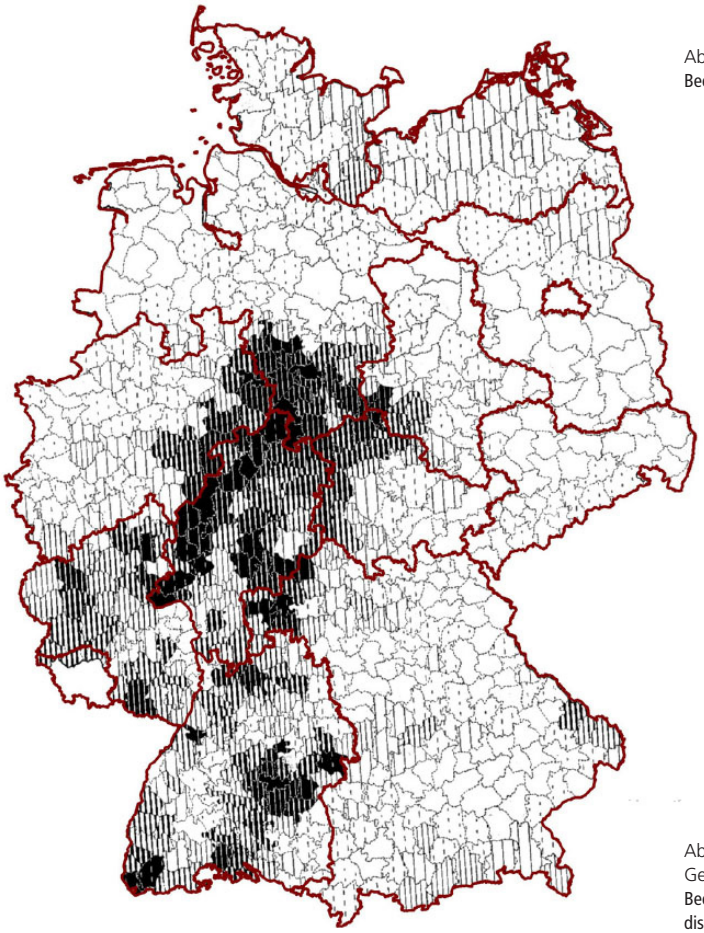
In Hesse 31 Strict Forest Reserves have been established, 22 of them with a reference area where forest management continues. They enable research on self-developing forest ecosystems to be undertaken, through which ways of harmonizing utilisation and conservation can be identified. Furthermore, they are a means of re-establishing semi-natural forest biocoenoses, as well as providing benchmarks for naturalness and objects for environmental education. The studies, which have been conducted since 1990, are unique in Europe with respect to their duration and depth. The fauna is investigated with a broad set of methods (pitfall traps, different types of trunk eclectors, stump and dead wood eclectors, light traps for Macrolepidoptera, population density surveys for breeding birds, hand collections) over two complete years (including winter). Aim is a representative qualitative coverage of as wide a spectrum of species as possible. In all Strict Forest Reserves seven animal groups (Lumbricidae, Araneae, Heteroptera, Coleoptera, Hymenoptera Aculeata, Macrolepidoptera, Aves) are analysed to species level. Up to now four reserves have been studied in this way.
Far more species than previously expected live in central European managed beech woods. 5000-6000 species of animals can be extrapolated for an area of appr. 60 ha. The fauna of the Strict Forest Reserves comprises typical forest biocoenoses, i. e., atypical open land species influence the biodiversity only very little. Quality and quantity of dead wood are essential for biodiversity. Especially areas with a long tradition of dead wood and a broad spectrum of dead wood types should be protected. Quality and quantity of dead wood in the forests require improvement. Open areas of different types that are typical of forests – ranging from those with a rich cover of flowering plants to those with bare ground and no herb layer – are also important for biodiversity. Such areas should be protected and promoted by forest management. The structural diversity of the forest is essential for the diversity of species. Hence, especially forests rich in structures should be preserved, and new ones established.

Key words: Araneae, biodiversity, Coleoptera, dead wood, forest affiliation, Hymenoptera Aculeata, rare and threatened species, structural diversity

Einleitung

In Hessen wurden die meisten Naturwaldreservate (NWR) zwischen 1988 und 1990 eingerichtet (Althoff et al. 1991). Heute sind es 31 Gebiete mit einer Gesamtfläche von 1.228 ha (Mittelwert: 39,6 ha, Median: 30,3 ha, Einzelflächen: 7,7 ha-140,2 ha), die das Spektrum der in Hessen vorkommenden Waldgesellschaften abdecken. Zu 22 von ihnen wurde meist unmittelbar angrenzend eine weiter bewirtschaftete Vergleichsfläche eingerichtet (insgesamt 767,4 ha, Mittelwert: 34,7 ha, Median: 27,8 ha, Einzelflächen: 4,6 ha-113,3 ha). Die Naturwaldreservate wurden komplett aus der forstlichen Nutzung genommen. Sie werden auch als Totalreservate bezeichnet. Ihre Lage in Hessen und ihr Bearbeitungsstand in Bezug auf die faunistischen Erfassungen zeigt Abbildung 3. Die Buche (*Fagus sylvatica*) dominiert die meisten von ihnen (Abbildung 2). Deutschland und insbesondere das Bundesland Hessen tragen eine besondere Verantwortung für den Schutz der Buchenwälder. Dies verdeutlicht eindrucksvoll die historische Karte aus Meyer und Schmidt (2008, S. 164) in Abbildung 1. Die Forschung in Naturwaldreservaten, den „Urwäldern von morgen“, ist eine wichtige Grundlage für naturnahe Waldwirtschaft und Naturschutz. Im Jahre 1990 begannen die zoologischen Untersuchungen durch das Senckenberg Forschungsinstitut. Bislang wurden neun Naturwaldreservate zoologisch untersucht, davon eines (Weiherskopf) nur mit einer Sonderuntersuchung über neun Jahre zur Sukzession auf einem Windwurf. Zu vier Gebieten liegen vollständige Bearbeitungen vor, in weiteren vier sind die Freilandarbeiten abgeschlossen (Dorow et al. 2000, 2001, 2004, 2009, Dorow und Kopelke 2007, Flechtner et al. 1999, 2006; http://www.nw-fva.de/index.php?id=233; siehe Tabelle 1 auf Seite 64).

Abb. 2. Buchenwald im Naturwaldreservat Stirnberg in der Rhön (Foto: Dorow).
Beech forest in the Strict Forest Reserve Stirnberg/Rhön (Photo: Dorow).



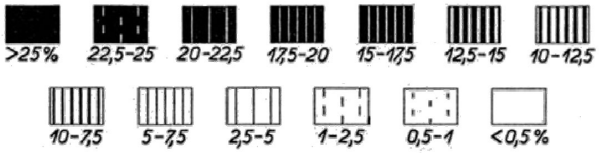


Abb. 1. Buchenwald in Deutschland im Jahr 1927 nach Landkreisen in Prozent der Gesamtfläche (aus Meyer und Schmidt 2008).
Beech forest in Germany in 1927 as a percentage of the total area of each administrative district (from Meyer and Schmidt 2008).

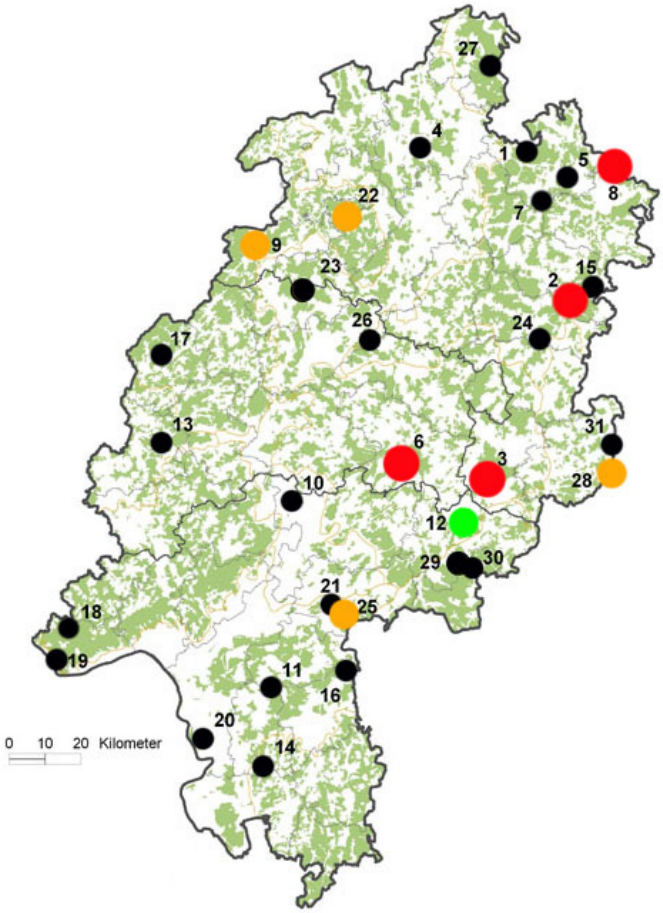


Abb. 3. Lage der hessischen Naturwaldreservate.
Verändert nach HMUELV (2009). Zahlen und Punkte: Lage und Nummer der hessischen Naturwaldreservate; schwarz: unbearbeitet; gelb: beprobt, aber noch nicht ausgewertet; rot: fertig bearbeitet; grün: Sonderuntersuchung zur Sukzession eines Windwurfs 1991-2000 (Willig 2002); grüne Fläche: Wald.
Location of Strict Forest Reserves in Hesse.
Adapted from HMUELV (2009). Numbers and dots: Strict Forest Reserves; black: not investigated; yellow: sampled, but not analysed; red: analysis completed and published; green: special investigations on the succession of a wind-throw 1991-2000 (Willig 2002); green area: forest.

Abb. 4. Bodenfalle (Foto: Dorow).
Pitfall trap (Photo: Dorow).

Abb. 5. Stammeklektor an Dürrständer (Foto: Dorow).
Eclector on a dead standing tree trunk (Photo: Dorow).

Methoden

Über jeweils zwei volle Jahre (inkl. Winter) wird die Fauna mit einem breiten Methoden-Set erfasst, bestehend aus Bodenfallen (Abbildung 4), mit Blechdächern und Fangtrichtern (Durchmesser 10 cm), zum Fang epigäischer Tiere, blauen, gelben und weißen Farbschalen zum Fang von Blütenbesuchern, Fensterfallen zum Fang von flugaktiven Wirbellosen, Stammeklektoren an lebenden Bäumen der Hauptbaumart, an Dürrständern (Abbildung 5) sowie an frei- (Abbildung 6) und aufliegenden Stämmen und Stubbenekletoren zum Fang der an und in ihnen lebenden Tierwelt sowie Totholzeklektoren, die die Besiedler armdicker, am Boden liegender Äste dokumentieren. Ergänzt werden diese Fallenfänge durch Lichtfänge für Großschmetterlinge und eine ornithologische Siedlungsdichte-Kartierung sowie gezielte Aufsammlungen (Details siehe Dorow et al. 1992). Ziel ist die repräsentative qualitative Erfassung eines möglichst breiten Artenspektrums. Um dies zu erreichen, werden die Bodenfallen gezielt

Abb. 6. Stammeklektor an freiliegender Buche (Foto: Dorow).
Eclector on fallen, dead beech trunk with only slight ground contact (Photo: Dorow).

in den verschiedenen Strukturen der Untersuchungsflächen positioniert. Bei den übrigen Fallentypen ist dies aus Kostengründen nicht möglich. Der kombinierte Einsatz der genannten Methoden liefert jedoch ein qualitativ repräsentatives Bild der Lebensgemeinschaft für viele Tiergruppen, wie Vergleiche mit Langzeituntersuchungen der Universität Gießen im Vogelsberg zeigten (Bauschmann et al. 1995). Tabelle 1 stellt die in den hessischen Naturwaldreservaten eingesetzte Anzahl von Fallen dar. Es werden sieben Tiergruppen in jedem Naturwaldreservat vollständig auf Artniveau ausgewertet: Regenwürmer (Lumbricidae), Spinnen (Araneae), Wanzen (Heteroptera), Käfer (Coleoptera), Stechimmen (Aculeata), Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) und Vögel (Aves). Ergänzend werden möglichst viele weitere Tiergruppen ehrenamtlich bearbeitet. Die Ergebnisse werden jeweils in einer wissenschaftlichen Gebietsmonografie dargestellt und in einer populärwissenschaftlichen Übersichtsbroschüre zusammengefasst.

Tab. 1. Bislang zoologisch untersuchte hessische Naturwaldreservate. Nr. der Reservate vgl. Abbildung 3; Angaben in Klammern geben die Anzahl der eingesetzten Fallen in Totalreservat bzw. Vergleichsfläche an; *: im NWR Weiherskopf fanden über 9 Jahre Sonderuntersuchungen zur Beteiligung der Fauna an der Totholzzersetzung in einem Windwurf statt. Hierbei wurden drei freiliegende Buchenstämme über die gesamte Untersuchungsdauer beprobt (nur ihre Position auf dem Stamm wurde jährlich verschoben) sowie drei weitere, jährlich wechselnde frei- oder aufliegende Stämme. Die Eklektoren fingen die Tiere, die aus einem einen Meter langen Stammabschnitt schlüpften. Quellen für die forstlichen Daten: http://naturwaelder.de.

Strict Forest Reserves in Hesse whose fauna has so far been analysed. Nos. of the reserves see fig. 3; Numbers in brackets show the number of traps used in the strict reserve and in the reference area; *: In the Strict Forest Reserve Weiherskopf the fauna in decaying tree trunks on a wind-throw was studied over nine years. Three eclectors on fallen, dead beech trunks with only slight ground contact were operated for nine years (only the position on the trunk was changed yearly), while for another three eclectors on fallen, dead beech trunks with or without major ground contact, a new trunk was selected each year. This type of eclector collects animals which emerge from a one meter long trunk segment. Sources of forest data: http://naturwaelder.de.

	Nr. Naturwaldresevat (s. u.)								
	2	**3**	**6**	**8**	**9**	**12***	**22**	**25**	**28**
TK25	5025	5523	5421	4726	4917	5622	4819	5819	5526
Rechtswert	3561589	3538379	3514509	3573160	3474527	3531666	3499282	3498819	3572970
Hochwert	5644233	5594201	5598708	5679871	5658223	5581903	5667382	5556283	5595384
Totalreservat (ha)	31,3	27,9	42,0	26,7	46,0	52,0	34,8	18,1	71,1
Vergleichsfläche (ha)	36,9	26,9	31,7	24,4	41,5	34,9	-	-	-
Hauptbaumart	Buche	Buche	Buche	Buche	Buche	Buche	Buche	Stieleiche	Buche
Waldgesellschaften	submontaner Hainsimsen-Buchenwald mit Traubeneiche	submontaner Hainsimsen-Buchenwald mit Traubeneiche	montaner Waldgersten- u. Waldmeister-Buchenwald, Schlucht- u. Blockwald	submontaner Waldgersten-Kalkbuchen-wald	submontaner Hainsimsen-Buchenwald mit Traubeneiche	submontner Waldmeister-Buchenwald	montaner Hainsimsen-Buchenwald	Stieleichen-Hainbuchen-wald/Hart-holzaue	ober-montaner Zahnwurz-Bergahorn-Buchenwald
Höhe ü. NN (m)	300-365	370-455	530-690	455-565	370-485	310-410	480-555	100-110	690-910
Mittlere Jahrestemperatur (°C)	8,0	7,8	6,7	8,0	7,2	7,7	7,6	9,6	6,3
Jahresniederschläge (mm)	748	776	1175	759	868	969	765	712	976
Anzahl Bodenfallen	24 (11/13)	13 (6/7)	22 (11/11)	21 (12/9)	29 (18/11)	0	14	12	23
Anzahl Eklektoren an lebenden Stämmen	4 (2/2)	4 (2/2)	4 (2/2)	4 (2/2)	4 (2/2)	0	2	2	2
Anzahl Eklektoren an Dürrständern	4 (2/2)	2 (2/0)	4 (2/2)	4 (2/2)	4 (2/2)	0	2	2	2
Anzahl Eklektoren an liegenden Stämmen mit Bodenkontakt	1 (1/0)	1 (1/0)	4 (2/2)	1 (1/0)	3 (1/2)	5 (5/0)*	1	1	1
Anzahl Eklektoren an freiliegenden Stämmen	1 (1/0)	2 (2/0)	2 (2/0)	1 (1/0)	1 (1/0)	25 (25/0)*	1	1	1
Stubbeneklektoren	2 (0/2)	1 (0/1)	1 (0/1)	2 (0/2)	0	0	0	0	0
Totholzeklektoren	2 (1/1)	2 (1/1)	2 (1/1)	2 (1/1)	2 (1/1)	0	1	1	1
Zelteklektoren	0	2 (1/1)	2 (1/1)	0	0	0	0	0	0
Farbschalenkombination weiß-blau-gelb	2 (1/1)	2 (1/1)	2 (1/1)	2 (1/1)	2 (1/1)	0	1	1	2
Fensterfallen	0	2 (1/1)	2 (1/1)	0	2 (1/1)	0	1	1	1
Lufteklektoren	2 (1/1)	2 (1/1)	2 (1/1)	2 (1/1)	0	0	0	0	0
Stammfensterfallen	0	0	0	0	3 (3/0)	0	0	7	0

Naturwaldreservat Nr. 2 = Goldbachs- und Ziebachsrück, 3 = Schönbuche, 6 = Niddahänge östlich Rudingshain, 8 = Hohestein, 9 = Hasenblick; 12 = Weiherskopf, 22 = Locheiche, 25 = Kinzigaue, 28 = Stirnberg

Ergebnisse und Diskussion

Biodiversität in einheimischen Wäldern

Vor der Untersuchung hessischer Naturwaldreservate vermutete man in einem einheimischen Buchenwald 1.500-2.000 Tierarten (Ellenberg und Schauermann 1986). Allein durch die sieben in jedem Naturwaldreservat standardmäßig erfassten Tiergruppen wurden pro Buchenwald 1.483 ± 164 Arten nachgewiesen (Tabelle 2). Hochgerechnet auf alle Tiergruppen, kommen durchschnittlich 5.810 Arten (das 3- bis 4-Fache der Annahmen!) in einem Buchenwald vor, d. h. ca. 18 % der Arten Hessens und 13 % der Arten Deutschlands (zur Berechnung siehe Dorow et al. 2004: 321ff). Bislang wurde aus den sieben Tiergruppen für die vier vollständig bearbeiteten henssischen Naturwaldreservaten zusammen 32 % der hessischen und 23 % der deutschen Arten nachgewiesen.

Seltene und bedrohte Arten

Eine hohe Anzahl bemerkenswerter Arten wurde in den Naturwaldreservate nachgewiesen (Tabelle 3), zwei Arten waren sogar neu für die Wissenschaft und fünf weitere neu für Deutschland (Tabelle 4). Auch die Zahl der Arten, die auf der Roten Liste der bedrohten Tiere Deutschlands geführt werden, ist hoch und belegt damit, dass die Naturwaldreservate bereits heute eine große Bedeutung für den Naturschutz besitzen, obwohl diese Flächen – gemessen an den Entwicklungszeiträumen eines Waldes – erst vor kurzer Zeit aus der Bewirtschaftung genommen wurden.

Waldbindung – Beispiel Spinnen

Bei der Analyse der faunistischen Daten stellt sich die Frage nach der Zusammensetzung der vorgefundenen Fauna; insbesondere erscheint wichtig, ob es sich um eine typische Waldfauna handelt oder ob sich das Spektrum der bemerkenswerten Arten zu einem großen Teil aus gebietsuntypischen oder gar gebietsfremden Spezies zusammensetzt. Dieser Frage wird beispielhaft bei den Spinnen nachgegangen. Pro Naturwaldreservat wurden 179 ± 19 Spinnenarten nachgewiesen, insgesamt waren es in den vier vollständig bearbeiteten Gebieten 277 Arten (Tabelle 2, Blick 2009). Tabelle 5 gliedert die gefundenen Arten nach ihrer Bindung an Wald- und/oder Offenlandlebensräume. Der hohe Anteil von Waldarten (76 %) zeigt, dass die hessischen

Tab. 2. Artenzahlen der sieben standardmäßig in allen Naturwaldreservaten untersuchten Tiergruppen (vgl. Dorow und Kopelke 2007, Dorow et al. 2009).
Species numbers of the seven animal groups studied by default in all Strict Forest Reserves in Hesse (see Dorow and Kopelke 2007, Dorow et al. 2009).

	Tiergruppe							
	Lumbricidae	**Araneae**	**Heteroptera**	**Coleoptera**	**Aculeata**	**Macrolepidoptera**	**Aves (Brutvögel)**	**Alle**
Goldbachs- u. Ziebachsrück	9	166	58	708	106	265	30	1.342
Hohestein	11	162	70	734	80	270	31	1.358
Niddahänge	13	186	124	937	129	263	35	1.687
Schönbuche	9	202	110	753	177	258	36	1.545
Mittelwert	11	179	91	783	123	264	33	1.483
Standardabweichung	2	19	32	104	41	5	3	164
alle 4 NWR	16	277	181	1.418	235	427	41	2.595
Artenzahl Hessen	21	699	676	4.693	845	1.099	182	8.215
Anteil der Fauna eines durchschn. NWR an der Fauna in Hessen (%)	50	26	13	17	15	19	18	18
Anteil aller 4 NWR an der Fauna in Hessen (%)	76	40	27	30	28	39	23	32
Artenzahl Deutschland	32	1.004	887	6.598	1.299	1.406	260	11.486
Anteil der Fauna eines durchschn. NWR an der Fauna in Deutschland (%)	33	18	10	12	9	24	13	13
Anteil aller 4 NWR an der Fauna in Deutschl. (%)	50	28	20	21	18	30	16	23

Tab. 3. Anzahl neuer Arten für die Wissenschaft, für Deutschland und für Hessen sowie Rote Liste-Arten in den hessischen Naturwaldreservaten (vgl. Dorow et al. 2000, 2001, 2004, 2009, Dorow und Kopelke 2007, Flechtner et al. 1999, 2006, Willig 2002).
Numbers of species new to science, new for Germany and new for Hesse as well as Red Data Book species in the Strict Forest Reserves in Hesse (see Dorow et al. 2000, 2001, 2004, 2009, Dorow and Kopelke 2007, Flechtner et al. 1999, 2006, Willig 2002).

Kategorie	**Goldbachs- und Ziebachsrück**	**Hohestein**	**Niddahänge**	**Schönbuche**	**Weiherskopf**
neu für die Wissenschaft					2
neu für Deutschland			1	3	1
neu für Hessen	18	12	40	25	8
Rote Liste Deutschland	90	110	105	128	43

Tab. 4. Neu für die Wissenschaft beschriebene und neu für Deutschland nachgewiesene Arten aus hessischen Naturwaldreservaten (vgl. Dorow et al. 2000, 2004, 2009, Dorow und Kopelke 2007, Willig 2002).
Newly described species and species recorded for the first time in Germany from Strict Forest Reserves in Hesse (see Dorow et al. 2000, 2004, 2009, Dorow and Kopelke 2007, Willig 2002).

Art	Ordnung	Familie	NWR
Neu für die Wissenschaft			
Eubazus nigroventralis Achterberg, 2003	Hymenoptera (Hautflügler)	Braconidae (Brackwespen)	Weiherskopf
Gelis albopilosus Schwarz, 2002	Hymenoptera (Hautflügler)	Ichneumonidae (Schhlupfwespen)	Weiherskopf
Neu für Deutschland			
Hoplothrips carpathicus Pelikan, 1961	Thysanoptera (Fransenflügler)	Phlaeothripidae	Niddahänge
Anteon exiguum Haupt, 1941	Hymenoptera (Hautflügler)	Dryinidae (Zikadenwespen)	Schönbuche
Bethylus dendrophilus Richards, 1939	Hymenoptera (Hautflügler)	Bethylidae (Plattwespe)	Schönbuche
Blacometeorus brevicauda Hellén, 1958	Hymenoptera (Hautflügler)	Ichneumonidae (Schhlupfwespen)	Weiherskopf
Cephalonomia hammi Richards, 1939	Hymenoptera (Hautflügler)	Bethylidae (Plattwespe)	Schönbuche

Tab. 5. Relative Verteilung von Spinnenarten und -Individuen in hessischen Naturwaldreservaten auf Wald- und Offenlandhabitate (reine Waldarten, Arten mit Schwerpunkt im Wald, spezialisierte bzw. eurytope Offenlandarten) (Auswertung auf Basis von Blick 2009).
Spider species and specimens occurring in forest and open land habitats (species restricted to forests, species predominantly in forests, specialised and eurytopic open land species) in the Strict Forest Reserves in Hesse (analysis based on Blick 2009).

Habitate	**Arten** (%)	**Individuen** (%)
Wälder	62 ± 4	85 ± 3
Schwerpunkt in Wäldern	14 ± 3	9 ± 3
Summe Waldarten	*76 ± 2*	*94 ± 1*
offene Lebensräume (spezialisierte Arten)	13 ± 2	4 ± 1
offene Lebensräume (eurytope Arten)	11 ± 1	2 ± 1

Tab. 6. Anzahl von Totholzkäferarten in hessischen Naturwaldreservaten und ihren Vergleichsflächen (Köhler in Vorb.). Totholzvorräte qualitativ und quantitativ aus forstlichen Erhebungsdaten grob zusammengefasst: * = gering, ** = mittel, *** = hoch.
Numbers of dead wood beetle species in the Strict Forest Reserves in Hesse and in the reference areas (Köhler in Vorb.). Dead wood inventories, qualitatively and quantitatively roughly summarised from data of the forest department: * = low, ** = average, *** = high.

Naturwaldreservat	Totalreservat	Vergleichsfläche	Gesamtfläche	Totholz
Goldbachs- und Ziebachsrück	175	180	213	**
Hohestein	172	154	204	*
Niddahänge	203	174	231	***
Schönbuche	168	159	212	*

Naturwaldreservate typische Waldlebensgemeinschaften beherbergen. Die Individuenzahlen in den Fallenfängen verstärken mit einem Anteil von 94 % diesen Befund.

Totholz – Beispiel Käfer

Aus Hessen sind 1.046 Käferarten bekannt, die an Totholz leben, was 22 % der 4.692 hessischen Käferarten ausmacht. Tabelle 6 stellt die Anzahl der Totholzkäferarten für die vier Naturwaldreservate zusammen, deren Käferfauna bislang vollständig bearbeitet wurde (Flechtner 2000, 2004, Köhler und Flechtner 2007, Köhler in Vorb.). Es fallen die relativ ähnlichen Artenzahlen in den Gebieten auf, obwohl diese recht unterschiedliche Totholzausstattungen besaßen. Im Vergleich dazu fand Köhler (2000) beispielsweise im Eichen-Urwald bei Taben 449 Totholzkäferarten. Andere Faktoren als die Totholzvorräte scheinen in den hessischen Naturwaldreservaten eine entscheidendere Rolle für das Vorkommen der Arten darzustellen. Zum einen existiert in Deutschland, wie bei vielen anderen Tiergruppen auch, ein deutliches Süd-Nord-Gefälle, was die Artenzahl betrifft. Ebenso beherbergt das Flachland deutlich mehr Arten als das Bergland. Das relativ raue Mittelgebirgsklima schließt viele Arten aus, sodass das dortige Totholzkäferspektrum oft nur eine montane Minimalausstattung in Buchenwäldern ergänzt um Fichtenubiquisten, darstellt (Köhler in Vorb.). Aus diesen Gründen lassen sich Erwartungswerte nicht einfach aus den Habitatpräferenzen des deutschen Artenpools ermitteln.

Als Urwaldrelikte gelten 115 der rund 6.500 deutschen Käferarten (Müller et al. 2005). Diese weisen eine starke Bindung an Strukturen der Alters- und Zerfallsphase auf bzw. an Wälder mit langer Habitattradition. Meist stellen sie hohe Ansprüche an Totholzqualität und -quantität des Habitats, wobei das Vorhandensein von Mulm eine besondere Bedeutung hat. Keine dieser Arten wurde bisher in hessischen Naturwaldreservaten gefunden. Die Auswahl der Urwaldreliktarten fokussiert aber eindeutig auf seltenere Baumarten in Deutschland. Da die Buchenfauna nur schwach berücksichtigt ist, erscheint das Heranziehen dieser Liste zur Beurteilung von Buchenwäldern problematisch.

Tab. 7. Habitat- und Habitatstrukturansprüche der Stechimmen im Naturwaldreservat Goldbachs- und Ziebachsrück (Dorow in Vorb.). (Habitatstrukturen: Mehrfachnennungen möglich).
Requirements of the Aculeata on habitat and habitat structure in the Strict Forest Reserve Goldbachs- und Ziebachsrück (Dorow in Vorb.). (habitat structures: multiple mentions are possible).

Habitat	**Anzahl Arten** (%)	
Wald	31	29
Waldrand	25	24
eurytop	43	41
Offenland	7	7
Habitatstruktur		
Blütenbesuch	91	86
Boden	73	69
Totholz	39	37
Hohlräume (insgesamt)	36	34
Hohlräume (Bohrgänge)	17	16
Hohlräume (oberirdisch)	16	15
Hohlräume (unterirdisch)	15	14

Vergleicht man die bisher in Deutschland in Hinblick auf ihre Totholzkäferfauna untersuchten Buchen-Naturwaldreservate (Köhler und Flechtner 2007, S. 170), so wird deutlich, dass das auf 530-690 m ü. NN gelegene NWR „Niddahänge“ mit 231 Totholzkäferarten (korrigiert zu Köhler und Flechtner 2007, Köhler in Vorb.) in dieser Höhenlage mit Abstand die meisten Totholzkäferarten beherbergte. Lediglich das Reservat „Himbeerkopf“ in Rheinland-Pfalz wies auf 500 m ü. NN mit 265 Arten eine größere Vielfalt auf. In noch niedrigeren Lagen (0-440 m ü. NN) fanden sich Reservate mit höheren Artenzahlen in allen anderen untersuchten Bundesländern (Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz). Ein eindeutiges Süd-Nord-Gefälle wird demnach nicht deutlich. Da Urwald-Referenzflächen in vergleichbaren Lagen fehlen, bleibt die Schwierigkeit, bewirtschaftungsbedingte Defizite klar von anderen Ursachen zu differenzieren.

Strukturvielfalt – Beispiel Stechimmen im Naturwaldreservat Goldbachs- und Ziebachsrück

Der Aspekt der Strukturvielfalt wird im Rahmen der Wald-Biodiversitätsforschung oftmals lediglich auf die Totholzversorgung reduziert. Der Bedarf an spezifischen Strukturen geht aber tatsächlich weit darüber hinaus, und diese Strukturen stellen nicht selten die limitierenden Faktoren für Arten dar.

Im Naturwaldreservat Goldbachs- und Ziebachsrück wurden insgesamt 106 Stechimmenarten nachgewiesen (Tabelle 2, Dorow in Vorb.). Auch bei dieser Gruppe sind die gebietsfremden reinen Offenlandarten mit 7 Spezies sehr gering vertreten, während Waldarten bzw. eurytope Arten das Gros stellen (Tabelle 7). Betrachtet man die für aculeate Hymenopteren relevanten Habitatstrukturen einzeln, so wird deutlich, dass 86 % der Arten auf Blüten als Nahrungsquelle angewiesen sind. Für 69 % ist der Boden von Bedeutung, meist als Nistort, bei dem die Besonnung sowie die Streu- und Vegetationsbedeckung entscheidende Rollen spielen, aber auch das Vorhandensein von Requisiten wie Steinen und abgestorbenen Ästchen bedeutsam sein kann. Für 37 % der Arten ist Totholz als Nistort von Bedeutung, wobei dessen Qualität (Zersetzungsgrad, Dicke) und Exposition (Besonnung, Lage) entscheidend sind. 34 % der gefundenen Arten sind auf bestehende Hohlräume zum Nisten angewiesen. Davon nutzen rund die Hälfte der Arten (Käfer-)Bohrgänge im Holz (insb. Grabwespen und Bienen), einige von ihnen auch hohle Pflanzenstängel. Die übrigen Arten benötigen oberirdische Hohlräume, wie Baumhöhlen, oder unterirdische, wie Mäusenester (Wespen, Hummeln), zur Anlage ihrer mitunter sehr großen und individuenreichen Staaten.

Der obige Hinweis auf Nahrungsquellen und Nisthabitate macht bereits deutlich, dass für viele Arten das gemeinsame Vorkommen mehrerer dieser Strukturen entscheidend für ihr Vorkommen ist. Im Naturwaldreservat Goldbachs- und Ziebachsrück waren 31 % der Arten auf das gemeinsame Vorkommen von Blüten als Nahrungsquelle und Totholz als Nistressource angewiesen. Hiezu zählen insbesondere viele Bienen- und Grabwespenarten. 14 % der Arten waren auf das Nebeneinander geeigneter Boden- und Totholzeigenschaften angewiesen. Zu dieser Gruppe zählen insbesondere die Ameisen, die oftmals ihre Nester unter Totholz (Äste, Stubben) an besonnten, streu- und krautschichtarmen Flächen im Boden anlegen oder aber direkt in kleinen, am Boden liegenden Ästchen nisten. 65 % der Arten benötigen das Nebeneinander von Blüten und/oder extrafloralen Nektarien als Nahrungsquelle und geeigneten Bodenpartien als Nistorte. Besonnte Bereiche verschiedener Qualitäten (blütenreich bis krautschichtarm) sind somit für viele Stechimmen essenziell. Im Naturwald sind solche Standorte auf Windwürfen und Brandflächen zu finden sowie an primär baumfreien Standorten wie Felskuppen, im Wirtschaftswald an Waldwegen und in offeneren Bereichen, die durch die Holzentnahme entstanden. Solche Flächen dürfen daher bei Biodiversitätsuntersuchungen in Wäldern keinesfalls ausgespart bleiben. Vielmehr muss sogar diesbezüglich ggf. die Umgebung der Untersuchungsfläche ebenfalls begutachtet werden, da nur deren zusätzliche Berücksichtigung die An- und Abwesenheit von Arten im eigentlichen Untersuchungsgebiet erklären kann. Was bei Großsäugern und Vögeln eine Selbstverständlichkeit ist, dass ein Naturwaldreservat von ca. 40 ha Fläche in der Regel nur einen Teil ihres Gesamtlebensraumes darstellt, trifft auch für viele der kleinen Insekten zu.

Perspektiven

Bisher wurde der Schwerpunkt der zoologischen Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten auf Buchenwälder gelegt. Die künftigen Untersuchungen werden interessante Ergebnisse auch zu den anderen in Hessen vorkommenden Waldgesellschaften aufzeigen. Die langfristige Beobachtung der Flächen wird unverzichtbare Daten zur Sukzession der Biozönosen in Totalreservat und Vergleichsfläche liefern, zur Ermittlung von Charakterarten (= Leitarten) und Differentialarten in der Fauna führen und wichtige Hinweise zur Optimierung von Waldnutzung und Naturschutz liefern.

Seit Beginn der Untersuchung der Fauna hessischer Naturwaldreservate im Jahre 1990 haben sich vielfältige neue Auswertungsmöglichkeiten aufgrund der rasanten Fortschritte in der EDV ergeben, außerdem traten neue Fragestellungen durch Klimawandel und veränderte Anforderungen an die Bereitstellung von Nutzholz auf. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sollte über die zusätzliche Ausweisung von Untersuchungsflächen nachgedacht werden, um statistische Analysen durchführen zu können. Auch die Ergänzung der Routinestudien um Sonderuntersuchungen zur Klärung aktueller brennender Fragen erscheint empfehlenswert. Im Rahmen der Standarduntersuchungen wäre die Beprobung der Nebenbaumarten mit Stammeklektoren wünschenswert sowie die direkte Untersuchung der Baumkronenfauna (z. B. mit Asteklektoren, Klopfen von Hebebühnen aus oder Foggen). Das bestehende Programm mit seinen als Standard untersuchten sieben Tiergruppen deckt bereits 25 % der deutschen Fauna ab, und durch ehrenamtliche Bearbeiter

kommen weitere 10 % hinzu. Da das breite Methodenset in vielen Tiergruppen eine repräsentative qualitative Dokumentation des Artenspektrums sicherstellt und diese Fänge alle, sortiert nach Tierordnungen, in einer Probenbank aufbewahrt bleiben, ist mit einem relativ geringen Mehraufwand (ca. 200.000 €) eine Komplettaufnahme (*All-Species-Inventory*) möglich. Solche Ansätze werden zwar derzeit auch in anderen Ländern verfolgt (etwa den USA), sind dort aber sehr langfristig angelegt und von der freiwilligen Mitarbeit zahlreicher Spezialisten abhängig, was ihre Realisierung fraglich erscheinen lässt. Das hessische Naturwaldprogramm bietet hier weltweit die einzigartige Möglichkeit, in einem überschaubaren Zeitraum eine solche Untersuchung erstmalig erfolgreich durchzuführen.

Zusammenfassung

- Der einheimische Buchen-Wirtschaftswald beherbergt deutlich mehr Arten, als bislang angenommen wurde. Es kann mit 5.000-6.000 Tierarten gerechnet werden.
- Bei der Fauna der Naturwaldreservate handelt es sich um typische Waldbiozönosen, d. h., die Artenvielfalt wird nicht nennenswert durch gebietsfremde Offenlandarten verursacht.
- Qualität und Quantität des Totholzes sind entscheidend für die Artenvielfalt. Daher gilt es insbesondere Flächen mit langer Totholztradition und vielfältiger Totholzausstattung zu schützen und die Totholzqualität und -quantität in den Wäldern zu verbessern.
- Auch Offenflächen verschiedener Qualitäten im Wald – von blütenreich bis krautschichtarm – sind entscheidend für die Artenvielfalt. Solche Flächen sind zu erhalten und bei der Bewirtschaftung zu fördern.
- Die Strukturvielfalt des Waldes ist entscheidend für die Artenvielfalt. Daher sollten vorrangig strukturreiche Wälder erhalten und auch bestehende strukturarme Wälder umgewandelt werden.

Danksagung

Unser herzlicher Dank gilt dem Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hessen-Forst und der Nordwestdeutschen Forstliche Versuchsanstalt für die langjährige Unterstützung und die stets wohlwollende und kooperative Zusammenarbeit. Herzlich danken wir auch dem Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum für die langjährige logistische Unterstützung sowie unseren Kolleginnen und Kollegen im Hause, die uns mit Rat und Tat zur Seite standen. Ein ganz besonderer Dank gilt unseren Gutachterinnen und Gutachtern, die uns – oft für ein relativ bescheidenes Salär oder sogar ganz ehrenamtlich – meist seit Projektbeginn die Treue halten. Nicht zu vergessen sind auch die Generationen von studentischen Hilfskräften und Zivildienstleistenden, ohne die die Anlage und Pflege der Probenbank nicht zu meistern gewesen wären. Und nicht zuletzt danken wir Andrew Liston (Müncheberg) für die Korrektur der englischen Textpassagen.

Literatur

Althoff B., Hocke R., Willig J. 1991. Naturwaldreservate in Hessen 1. Ein Überblick. Mitt. Hess. Landesforstverw. 24, 1-62

Bauschmann G., Helm S., Schuch M. 1995. 30 Jahre ökologische Forschung im Vogelsberg: Verzeichnis der Schriften über den Vogelsberg, die von Mitarbeitern der Forschungsstation Künanz-Haus erstellt wurden. Das Künanzhaus. Z. Naturkd. Naturschutz Vogelsberg 14, 1-107

Blick T. 2009. Die Spinnen (Araneae) des Naturwaldreservats Goldbachs- und Ziebachsrück (Hessen). Untersuchungszeitraum 1994-1996. Mitt. Hess. Landesforstverw. 45, 57-138

Dorow W.H.O. in Vorb. Hymenoptera (Hautflügler), Schwerpunkt Aculeata (Stechimmen) des Naturwaldreservats Goldbachs- und Ziebachsrück (Hessen). Untersuchungszeitraum 1994-1996. Mitt. Hess. Landesforstverw.

Dorow W.H.O., Kopelke J.-P. 2007. Naturwaldreservate in Hessen 7/2.2 Hohestein. Zoologische Untersuchungen 1994-1996, Teil 2. Mitt. Hess. Landesforstverw. 42, 1-339

Dorow W.H.O., Flechtner G., Kopelke J.-P. 1992. Naturwaldreservate in Hessen 3. Zoologische Untersuchungen – Konzept. Mitt. Hess. Landesforstverw. 26, 1-159

Dorow W.H.O., Flechtner G., Kopelke J.-P. 2000. Naturwaldreservate in Hessen 5/2.2 Niddahänge östlich Rudingshain. Zoologische Untersuchungen 1990-1992, Teil 2. Mitt. Hess. Landesforstverw. 32 (2), 1-550

Dorow W.H.O., Flechtner G., Kopelke J.-P. 2001. Naturwaldreservate in Hessen 6/2.1 Schönbuche. Zoologische Untersuchungen 1990-1992, Teil 1. Hessen-Forst – FIV Ergebnis- und Forschungsbericht 28 (1), 1-306

Dorow W.H.O., Flechtner G., Kopelke J.-P. 2004. Naturwaldreservate in Hessen 6/2.2 Schönbuche. Zoologische Untersuchungen 1990-1992, Teil 2. Hessen-Forst – FIV Ergebnis- und Forschungsbericht 28 (2), 1-352

Dorow W.H.O., Blick T., Kopelke J.-P. 2009. Naturwaldreservate in Hessen 11/2.1 Goldbachs- und Ziebachsrück. Zoologische Untersuchungen 1994-1996, Teil 1. Mitt. Hess. Landesforstverw. 45, 1-326

Ellenberg H., Schauermann J. (Hrsg.). 1986. Ökosystemforschung. Ergebnisse des Solling-Projekts 1966-1986. Stuttgart

Flechtner G. 2000. Coleoptera (Käfer). In: Dorow W.H.O., Flechtner G., Kopelke J.-P. (Red.) Naturwaldreservate in Hessen 5/2.2 Niddahänge östlich Rudingshain. Zoologische Untersuchungen 1990-1992, Teil 2. Mitt. Hess. Landesforstverw. 32 (2), 5-351

Flechtner G. 2004. Coleoptera (Käfer). In: Dorow W.H.O., Flechtner G., Kopelke, J.-P. (Red.) Naturwaldreservate in Hessen 6/2.2 Schönbuche. Zoologische Untersuchungen 1990-1992, Teil 2. Hessen-Forst – FIV Ergebnis- und Forschungsbericht 28 (2), 5-127

Flechtner G., Dorow W.H.O., Kopelke J.-P. 1999. Naturwaldreservate in Hessen. 5/2.1 Niddahänge östlich Rudingshain. Zoologische Untersuchungen 1990-1992. Mitt. Hess. Landesforstverw. 32 (1), 1-746

Flechtner G., Dorow W.H.O., Kopelke J.-P. 2006. Naturwaldreservate in Hessen 7/2.1 Hohestein. Zoologische Untersuchung 1994-1996, Teil 1. Mitt. Hess. Landesforstverw. 41, 1-247

HMUELV (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) 2009. Naturwaldreservate. Internet: http://www.hessen.de/irj/HMULV_Internet?cid=75c837cfca1817e1e7eea15ea3b62953. [Karte: http://www.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/HMULV_15/HMULV_Internet/med/f32/f3201ad9-8840-801a-3b21-7197ccf4e69f,22222222-2222-2222-2222-222222222222.jpg]

Köhler F. 2000. Totholzkäfer in Naturwaldzellen des nördlichen Rheinlandes. Vergleichende Studien zur Totholzkäferfauna Deutschlands und deutschen Naturwaldforschung. Naturwaldzellen in Nordhrein-Westfalen VII. Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten, Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen 18, 1-351

Köhler F. in Vorb. Die Käfer (Coleoptera) des Naturwaldreservats Goldbachs- und Ziebachsrück (Hessen). Untersuchungszeitraum 1994-1996. Mitt. Hess. Landesforstverw.

Köhler F., Flechtner G. 2007. Coleoptera (Käfer). In: Dorow W.H.O., Kopelke J.-P. (Red.) Naturwaldreservate in Hessen 7/2.2 Hohestein. Zoologische Untersuchungen 1994-1996, Teil 2. Mitt. Hess. Landesforstverw. 42, 103-192

Meyer P., Schmidt M. 2008. Aspekte der Biodiversität von Buchenwäldern – Konsequenzen für eine naturnahe Bewirtschaftung. Beitr. NW-FVA 3, 159-192

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

Willig J. (Wiss. Koord.) 2002. Naturwaldreservate in Hessen 8. Natürliche Entwicklung von Wäldern nach Sturmwurf – 10 Jahre Forschung im Naturwaldreservat Weiherskopf. Mitt. Hess. Landesforstverw. 38, 1-185