



Forschungsinstitut
Senckenberg



HESSISCHES MINISTERIUM
FÜR LANDESENTWICKLUNG,
WOHNEN, LANDWIRTSCHAFT,
FORSTEN UND NATURSCHUTZ

NATURWALD- RESERVATE IN HESSEN ZOOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN- KONZEPT



No 3

Naturwaldreservate in Hessen

3

Zoologische Untersuchungen Konzept

WOLFGANG H. O. DOROW
GÜNTER FLECHTNER
JENS-PETER KOPELKE

Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt am Main

Schriftenreihe Naturwaldreservate in Hessen

Band 1 der Reihe "Naturwaldreservate in Hessen - Ein Überblick" informiert über das Vorhaben und den bis 1991 erreichten Stand bei der Ausweisung und Einrichtung von Naturwaldreservaten, von denen die meisten im Bereich der für das Land typischen Buchenwälder liegen.

Die vergleichende Beobachtung von Totalreservaten und bewirtschafteter Nachbarfläche wird wertvolle Erkenntnisse für die Waldbaupraxis, für Waldverjüngung und Waldpflege bringen. Darüber hinaus sind Naturwaldreservate Weiserflächen für Naturnähe und Umweltmonitoring, an denen ggf. Auswirkungen der anthropogenen Klimaveränderung oder großräumig wirkender anderer Umweltveränderungen abgelesen werden können.

Band 2 der Reihe "Naturwaldreservate in Hessen - Waldkundliche Untersuchungen (Grundlagen und Konzept)" wird die für die Inventur von Waldboden, Waldbodenvegetation und Waldbäumen erprobten Verfahren beschreiben.

Die Hessische Forsteinrichtungsanstalt, welche mit der Durchführung und Koordinierung aller Projektarbeiten gemäß Grundsatzeserlaß vom 17. Juli 1990, IIIA1 - 65 - Z 84.10, betraut ist, erfüllt mit der Vorlage des Bandes 3 die geforderte Dokumentation der Aufnahmeverfahren für Naturwaldreservate, die damit als abgeschlossen gelten kann.

Es ist vorgesehen, nun mit der Veröffentlichung von Gebietsmonographien zu beginnen, die mit dem dargestellten Instrumentarium bearbeitet wurden.

Impressum

Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz

– Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung, Band 26 –
Hölderlinstraße 1–3, 6200 Wiesbaden
und

Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg
Senckenberganlage 25, 6000 Frankfurt am Main 1

Herstellung:

Georg Aug. Walter's Druckerei GmbH, 6228 Eltville im Rheingau

Umschlaggestaltung:

Studio für Graphik Design Raimund Zerzawy

Titelbild:

Raphidia notata (Kamelhalsfliege)

Wiesbaden / Frankfurt am Main, im Dezember 1992

ISBN 3-89051-125-2

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Mitarbeiter	4
Abkürzungen, Bildnachweis	5
Vorwort	6
Einleitung	8
Das Untersuchungskonzept für die Vorlaufphase	10
Auftragsrahmen für die Vorlaufphase	14
Fauna	15
Auswahlmöglichkeiten bei der Erfassung des Tierartenbestandes	15
Anforderungen an Indikator- und Steuergruppen	18
Mögliche zoologisch relevante Entwicklungstendenzen in Naturwaldreservaten	19
Biologie einheimischer Tiergruppen	20
Zusammenfassende Bewertung der Tiergruppen	92
Erfassungsmethoden	94
Strukturkartierung und Totholzaufnahme	94
Zoologische Untersuchungen	96
Quantitative Methoden	96
Qualitative Methoden	123
Umfang des Methodenspektrums	129
Auswahl der Untersuchungsgebiete	131
Untersuchungsdauer	131
Arbeitsaufwand und Zeitbedarf	133
Wiederholungsuntersuchungen	135
Konzept für langfristige Sukzessionsuntersuchungen	136
Konzeptvarianten	137
Untersuchungsverfahren	138
Kosten	142
Wiederholungsuntersuchungen	143
Danksagung	144
Literatur	145
Anhang (1, 2)	153

Tabellenverzeichnis.

Tab. 1: Naturwaldreservate in Hessen	8
Tab. 2: Mögliche Veränderungen im Laufe der Sukzession in Naturwaldreservaten und geeignete Indikatoren für ihre Dokumentation	19
Tab. 3: Individuen- und Artenzahlen in den NWR "Neuhof" und "Schotten"	91
Tab. 4: Faunentypen, Steuer- und Indikatoreigenschaften der Tiergruppen	93
Tab. 5: Flächige Habitatstrukturen und Anzahl der Bodenfallen-Standorte in den Naturwaldreservaten	95
Tab. 6: Anzahl und Expositionsdauer der Fallen	119
Tab. 7: Störanfälligkeit der verschiedenen Fallentypen	121
Tab. 8: Arbeitsaufwand	135

Mitarbeiter.

Wissenschaftliche Leitung:

Dr. J.-P. KOPELKE (Sektion Entomologie III, FIS)

Wissenschaftler im Projekt:

Dipl. Biol. W. H. O. DOROW (Koordinator)

Dipl. Biol. G. FLECHTNER

Dr. R. KLINGER (1990)

Gutachter:

Dipl. Biol. M. DEMUTH-BIRKERT (Kleinsäuger)

Dr. K. FIEDLER (Schmetterlinge, 1990)

Dipl. Biol. A. MALTEN (Spinnen und Weberknechte)

Dr. J. RÖMBKE (Regenwürmer)

Dipl. Biol. S. SCHARTNER (Vögel)

Dr. S. VIDAL (Erzwespen)

Dipl. Biol. P. ZUB (Schmetterlinge, 1991)

Technische Assistentin:

T. KOTHE

Wissenschaftliche Hilfskräfte:

Cand. rer. nat. J. AMENDT

Dipl. Biol. R. KLEIN

Cand. rer. nat. R. KRETTEK

Cand. rer. nat. C. LIEFKE

Cand. rer. nat. M. PROFT

Cand. rer. nat. M. SCHÖLLER

Cand. rer. nat. S. WEISSBECKER

Dipl. Biol. P. ZANGER

Freiwillige Mitarbeiter:

Prof. Dr. W. HOHORST (Schnecken und Muscheln)

Dr. K. KLEMMER (Lurche und Kriechtiere)

N. SCHNEIDER (Rindenläuse)

Dipl. Biol. J. SPELDA (Tausendfüßer)

Prof. Dr. W. TOBIAS (Köcherfliegen)

Dr. R. ZUR STRASSEN (Fransenflügler)

Abkürzungen.

FEA = Hessische Forsteinrichtungsanstalt
FIS = Forschungsinstitut Senckenberg
NWR = Naturwaldreservat

NH = "Neuhof": Naturwaldreservat Schönbuche im Forstamt Neuhof
SC = "Schotten": Naturwaldreservat Niddahänge östlich Rudingshain im Forstamt Schotten

GF = Gesamtfläche
KF = Kernfläche
VF = Vergleichsfläche

Bildnachweis.

BAUER, C. - Abbildung: 7
BELLMANN, H. - Abbildungen: 8, 12, 22, 23, 26, 27, 34, 39, 51, 61
DOROW, W. H. O. - Abbildungen: 71, 73, 75, 76, 78, 81, 87, 90, 91, 92
FIS-FOTOARCHIV ZUR STRASSEN - Abbildung: 42
KOPELKE, J.-P. - Abbildungen: 5, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 25, 31, 33, 35, 38, 40, 43, 45, 48, 50, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 67, 72, 74, 77, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 93
LEHLE, E. - Abbildungen: 2, 3
RÖTER-FLECHTNER, C. - Abbildung: 10
SAUER, F. - Abbildung: 41
TIERBILDARCHIV ANGERMAYER - Abbildungen: 4, 6, 14, 16, 18, 20, 24, 28, 29, 30, 32, 36, 37, 44, 46, 47, 49, 52, 53, 55, 57, 59, 63, 65, 66, 68, 69, 70

Vorwort.

Mit dem vorliegenden Band 3 der Reihe "Naturwaldreservate in Hessen" existiert ein weiterer Baustein für die langfristige Untersuchung der hessischen Wälder. Er stellt die Forschungskonzeption für die Inventarisierung und die langfristige Untersuchung der Sukzessionsabläufe innerhalb der Fauna dar.

Uns ist es gelungen, für diese Rahmenplanung das renommierte Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt am Main zu gewinnen. Die Mitarbeit von Expertinnen und Experten ist bei der Dokumentation der Fauna besonders wichtig, da über 98% der ca. 40.000 einheimischen Tierarten zur wirbellosen Kleintierfauna gehören und ihre oft aufwendige Bearbeitung große Fachkenntnis erfordert.

Bereits bei den zweijährigen Untersuchungen - 1990/91 - in zwei Naturwaldreservaten des Vogelsbergs, die vorrangig der Konzepterstellung dienten, wurde eine Fülle bemerkenswerter Arten nachgewiesen, darunter zahlreiche Rote-Liste-Arten und Erstnachweise für Deutschland und für Hessen.

Mit seinem Beschluß vom 20.09.1988, Naturwaldreservate einzurichten, ebnete der Hessische Landtag den Weg zur weiteren Beobachtung, Erforschung und wissenschaftlichen Untersuchung naturbelassener Waldökosysteme. In Hessen gibt es heute 23 Naturwaldreservate, die das Spektrum der großflächig vertretenen Waldgesellschaften und der repräsentativen Standorttypen abdecken.

Mitarbeitern des Forschungsinstituts Senckenberg ist es gelungen, mit dem vorliegenden Band ein Werk zu erstellen, das über die Naturwaldreservate-Forschung hinaus allgemein für Bestandserhebungen und Schutzwürdigkeitsgutachten von großer Bedeutung ist. Alle wichtigen einheimischen, auf dem Land lebenden Tiergruppen werden besprochen und ihre Lebensweise sowie spezifische Bedeutung für die Wälder beschrieben.

Aufbauend auf geeignete Nachweis- und Fangmethoden sowie unter Berücksichtigung des hierzu erforderlichen Bearbeitungsaufwandes wurden Tiergruppen und Methoden für langfristige Sukzessionsuntersuchungen ausgewählt.

Von drei möglichen Konzeptvarianten hat sich die Hessische Landesregierung für die aufwendigste entschieden. Durch sie wird eine wissenschaftlich fundierte Erfassung der Fauna mit einem zweijährigen Falleneinsatz auf allen Teilflächen der Reservate ermöglicht und es können erstmals in Deutschland unbewirtschaftete Naturwaldreservate mit angrenzenden Flächen verglichen werden.

Die Lektüre dieses Buches erleichtert auch für den Laien den ökologischen Zugang zu unserer - für viele von uns doch weitgehend unbekannten - Tierwelt im Wald. Dem Forschungsinstitut Senckenberg, seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern danke ich für die hervorragende Arbeit.

Wiesbaden, im September 1992



Jörg Jordan
Hessischer Minister
für Landesentwicklung, Wohnen,
Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz

Vorwort.

In den letzten beiden Jahrzehnten wurde auch einer breiten Öffentlichkeit immer deutlicher, welchen Stellenwert die ökologische Forschung für die Menschheit hat. Dabei hat sich diese Forschungsrichtung vom einfachen Sammeln und Beschreiben über die taxonomische Handhabung zu einer Fachdisziplin entwickelt, in der es gilt, komplizierte Wechselwirkungen auf vielfältigen Ebenen miteinander in Bezug zu setzen und zu bewerten. Gerade für solche Untersuchungen sind Museen und große Forschungsinstitute gefordert, da nur sie einen umfangreichen Stab an Fachwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern, an Literatur und Vergleichssammlungen kontinuierlich zur Verfügung haben und gesammelte Proben fachgerecht aufbewahren können. Das Forschungsinstitut Senckenberg hat sich bewußt dieser aktuellen Aufgabe gestellt.

Mit dem vorliegenden Buch soll eine in den letzten Jahren immer deutlicher zutage tretende Lücke in der Fachliteratur geschlossen werden: eine zusammenfassende Besprechung der einheimischen Fauna in bezug auf Umfang, Lebensweise, Nachweismethodik, Bearbeitungsaufwand, Bedeutung und Indikatoreigenschaften. Von unseren Mitarbeitern wurde die gesamte einheimische Fauna besprochen und ein breites Spektrum an Nachweismethoden getestet. Es liegt nun ein Werk vor, das eine wissenschaftlich fundierte Arbeitsanleitung für eine umfassende Fauneninventur und Sukzessionsanalyse in Wäldern gewährleistet, aber auch für Gutachten in anderen Lebensräumen eine wichtige Grundlage darstellt. Das Buch dürfte damit zur Intensivierung und Vereinheitlichung der Forschung in einheimischen Naturwaldreservaten beitragen und eine nützliche Hilfe für die immer zahlreicheren biologischen Gutachten sein.

Bereits während der Konzeptionsphase wurde ein beachtliches Artenspektrum in den beiden Naturwaldreservaten des Vogelsbergs nachgewiesen, das 81 in den "Roten Listen gefährdeter Tiere" geführte Arten, 23 Erstnachweise für Hessen und sogar einen Erstnachweis für Deutschland umfaßt. Die geplanten Gebietsmonographien, die sukzessive zu allen hessischen Naturwaldreservaten erscheinen sollen, werden sicherlich zu einer beträchtlichen Erweiterung der Kenntnisse über die Fauna einheimischer Wälder beitragen.

Mein besonderer Dank gilt der Hessischen Landesregierung, die die langfristige wissenschaftlich fundierte Untersuchung hessischer Wälder ermöglichte, ein in unserer Zeit des Strebens nach schnellen plakativen Erfolgen nicht mehr selbstverständlicher, aber dafür um so wichtigerer Schritt.

Frankfurt, im Oktober 1992



Prof. Dr. Willi Ziegler
Direktor des
Forschungsinstituts und Naturmuseums
Senckenberg

Einleitung.

Buchenwälder stellen einen hohen Prozentsatz der autochthonen Vegetation der mitteleuropäischen Landschaft dar. Durch menschliche Einflüsse sind jedoch die ursprünglichen Wälder weitgehend durch Wirtschaftswälder ersetzt worden, in denen in Hessen nur noch auf etwa 40 % der Fläche die Buche dominiert.

Seit 1970 werden in Deutschland vermehrt Naturwaldreservate ausgewiesen (BOHN 1989), um eine Palette an Totalreservaten zu erhalten, die eine ungestörte Entwicklung von Waldlebensgemeinschaften zulassen und deren Erforschung ermöglichen. Bei der Auswahl der Flächen wurden in den einzelnen Bundesländern unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt: So wählten einige Bundesländer vorrangig besonders schutzwürdige Flächen aus, andere ein möglichst repräsentatives Spektrum im Lande verteilter Waldgesellschaften. In den Flächen werden interdisziplinäre Forschungen durchgeführt mit den Teilbereichen Standortkunde, Vegetationskunde, Untersuchung von Stoffhaushalt und Fauna. Ziel der Forschung in Naturwaldreservaten ist es, die Erkenntnisse über natürliche Entwicklungsabläufe in Wäldern zu erweitern und darauf aufbauend Möglichkeiten zur naturnahen Bewirtschaftung zu ermitteln (HESSISCHES MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND NATURSCHUTZ - LANDESFORSTVERWALTUNG 1988).

Tab. 1: Naturwaldreservate in Hessen (nach FLECHTNER et al. 1990).

Nr.	Name	Forstamt	KF (ha)	VF (ha)	Hauptbaumart
1	Niestehänge	Witzenhausen	68,7	60,4	Buche
2	Goldbach und Ziebachrück	Nentershausen	31,2	36,8	Buche
3	Schönbuche	Neuhof	27,9	26,5	Buche
4	Watten- u. Hundsberg	Wolfhagen	42,5	34,5	Buche
5	Meißner	Bad Sooden-Allendorf	42,9	44,2	Buche
6	Niddahänge ö. Rudingshain	Schotten	42,0	31,7	Buche
7	Ruine Reichenbach	Hessisch Lichtenau	37,8	28,8	Buche
8	Hohestein	Wanfried	26,7	24,4	Buche
9	Haasenblick	Frankenberg	44,9	40,3	Buche
10	Wald ö. Oppershofen	Butzbach	21,3	20,4	Buche
11	Heegbach	Langen	28,1	14,4	Buche
12	Weiherskopf	Schlüchtern	45,8	34,9	Buche
13	Kreuzberg	Weilburg	48,3	34,0	Buche
14	Kniebrecht	Seeheim-Jugenheim	30,1	27,1	Buche
15	Schloßberg	Nentershausen	13,2	21,9	Kiefer
16	Zellhäuser Dünen	Babenhäuser	15,9	10,0	Kiefer
17	Altkönig	Bad Homburg	28,5	-	Fichte
18	Filslei	Rüdesheim	5,0	4,2	Fichte
19	Bodenthal	Rüdesheim	10,5	-	Traubeneiche
20	Karlswürth	Groß-Gerau	18,2	-	Stieleiche, Esche, Ulme
21	Bruchköbel	Nidderau	5,0	5,0	Stieleiche
22	Locheiche	Edertal	34,8	-	Buche
23	Hohe Hardt und Geiershöh, Rothebuche	Burgwald/Wetter	140,0	-	Buche

KF = Kernfläche, VF = Vergleichsfläche, Nr. = Nummer des Naturwaldreservats in Abb. 1.

In Hessen wurde der Untersuchungsschwerpunkt auf durch Buchen geprägte Waldgesellschaften mittlerer Standorte in verschiedenen Höhenzonen und Substratbereichen gelegt. Bislang wurden 23 Gebiete (Tab. 1, Abb. 1) ausgewiesen, einige besitzen an Stelle der Buche als Hauptbaumart Fichte, Kiefer, Trauben- oder Stieleiche (FLECHTNER et al. 1990, HÖCKE 1989). Die Kernflächen wurden vollständig und auf Dauer aus der Nutzung genommen. In ihnen sollen die Sukzessionsabläufe langfristig untersucht werden. Im Gegensatz zu anderen Bundesländern werden in Hessen erstmals neben diesen geschützten Flächen ("Kernflächen") benachbarte, nach Größe, Standortmuster und Bestandsstruktur ähnliche Areale ("Vergleichsflächen") untersucht, die weiter bewirtschaftet werden. Der Einfluß der Holznutzung auf Flora und Fauna kann auf diese Weise erforscht werden.

Erstaunlicherweise liegen für Wälder nur relativ wenige zoologische Grundlagendaten über den Artenbestand, den Einfluß der Bewirtschaftungsweise auf die Tierwelt und über langfristige Veränderungen der Biozönose im Laufe der Sukzession vor.

Hessen ist nach Bayern das zweite Bundesland, das systematisch zoologische Untersuchungen von Naturwaldreservaten betreibt. Mit der Konzeption und Durchführung wurde im Jahre 1989 das Forschungsinstitut Senckenberg (FIS) von der Hessischen Forsteinrichtungsanstalt (FEA) beauftragt. Die Federführung liegt seitdem bei der Sektion Entomologie III.

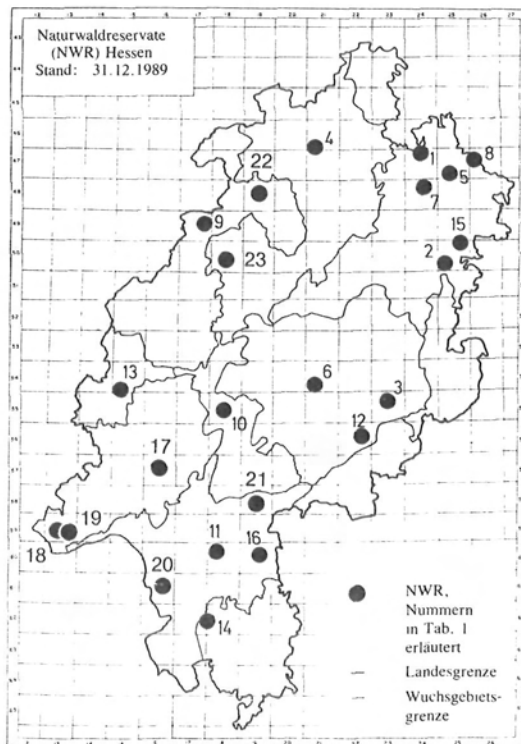


Abb. 1: Standorte der hessischen Naturwaldreservate (nach FLECHTNER et al. 1990). In Tab. 1 sind die einzelnen Gebiete kurz charakterisiert.

Das Untersuchungskonzept für die Vorlaufphase.

Vorbemerkung.

Von den Mitarbeitern des Forschungsinstituts Senckenberg, W. H. O. DOROW, G. FLECHTNER und R. KLINGER, wurden im Jahre 1989 drei in ihrer Intensität abgestufte Rahmenkonzepte für langfristige faunistische Untersuchungen der Sukzession in hessischen Naturwaldreservaten entwickelt (Minimal-, Standard- und Optimalprogramm).

- - -

Minimalprogramm.

Dieser Ansatz erfolgt in Anlehnung an das "Konzept einer tierökologisch-faunistischen Langzeituntersuchung im Rahmen eines Langzeituntersuchungsprogramms in den Naturwaldzellen von Nordrhein-Westfalen" (unveröffentlicht), das von der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen (LÖLF) erstellt wurde.

Planungsphase.

- Begehung aller Naturwaldreservate
- Strukturierung und Organisation der Zusammenarbeit
- Ermittlung des Bedarfs an Geräten und Verbrauchsmaterialien
- Strukturierung der Auswertung (EDV u. a.)

Untersuchungsphase.

Tiergruppen.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf Arthropoden und Schnecken. Nur wenige Gruppen werden bis zur Art erfaßt (LÖLF: Schnecken ab 5-6 mm Breite, Asseln, Weberknechte, Hundertfüßer, Lauf- und Kurzflügelkäfer), einige weitere bis zur Familie (LÖLF: übrige Käfer, ausgewählte Spinnenfamilien), die restlichen Arthropoden nur auf Ordnungsniveau (LÖLF: übrige Spinnentiere, Tausendfüßer und Insekten).

Straten.

Die Untersuchungen sind auf wenige Straten beschränkt (LÖLF: Boden und Streu).

Methoden.

Es werden nur wenige Methoden angewendet (LÖLF: je 12 Bodenfallen pro Untersuchungs- und Vergleichsfläche, ein Jahr exponiert, danach im zweiten Jahr je zwei Wochen im Mai, Juli und September; je fünf Streuprobe als Quadratproben à 0,1 m² [31,6 cm x 31,6 cm] pro Untersuchungs- und Vergleichsfläche).

Auswertung.

Es wird eine begrenzte Anzahl von ökologischen Parametern ausgewertet (LÖLF: Arten- und Individuenstruktur, Trophieebenen, Diversität).

Zeit- und Personalbedarf.

Diese Untersuchungen lassen sich nur von Wissenschaftlern durchführen, nach den Erfahrungen der LÖLF von 3-4 Zoologen in 3-5 Jahren. Sie beschränken sich auf die gleichzeitige Untersuchung von wenigen Flächen (LÖLF: drei Flächenpaare).

Vorteile.

- Das Programm ist so konzipiert, daß die Kosten für Personal, Geräte und Verbrauchsmaterial gering sind.

- Nach einer kurzen Planungsphase kann mit den Untersuchungen begonnen werden.
- Ergebnisse stehen relativ schnell zur Verfügung.

Nachteile.

- Einige grundlegende Veränderungen, die im Verlauf der Sukzession zu erwarten sind, werden nicht erfaßt (Besiedlung von Totholz und anderen, für natürliche Wälder charakteristischen Habitatstrukturen).
- Die Beschränkung auf wenige Straten engt die Aussagemöglichkeiten erheblich ein.
- Da nur relativ wenige Tiergruppen bis zur Art bestimmt werden, kommt eine weitere Begrenzung der Aussagemöglichkeit hinzu.
- Nur einige wenige Flächen werden bearbeitet. Die Vorexkursionen in hessischen Buchenwäldern haben jedoch gezeigt, daß die ausgewiesenen Flächen so viele spezielle Standorteigenschaften besitzen, daß möglichst alle untersucht werden sollten. Im Rahmen des Minimalprogramms könnten alle Flächen durch sukzessives Vorgehen in einem Zeitraum von 15-25 Jahren untersucht werden.

Standardprogramm.

Planungsphase.

- Begehung aller Naturwaldreservate
- Auswahl der Untersuchungsgebiete für die Vorlaufphase
- Strukturierung und Organisation der Zusammenarbeit
- Ermittlung des Bedarfs an Geräten und Verbrauchsmaterialien
- Strukturierung der Auswertung (EDV u. a.)
- Entwicklung eines Schlüssels zur Kartierung der Habitat- und Kleinstrukturen
- Planung des zeitlichen Ablaufs der Vorlaufphase

Vorlaufphase.

(zwei Jahre in zwei ausgewählten Gebieten, deren Strukturvielfalt an der oberen und unteren Grenze der Spannbreite aller Gebiete liegt)

- Ermittlung der zu erwartenden Spannbreite von Abundanz und Diversität der Fauna in den Untersuchungsgebieten
- Erprobung und Festlegung der Arbeitsmethoden
- Ermittlung des Arbeitsaufwandes für Fang, Präparation und Determination
- Entscheidung über Dauer der Untersuchungen und Anzahl der zu untersuchenden Flächen

Untersuchungsphase.

Tiergruppen.

Ein Großteil der Wirbellosenfauna sowie Vögel, Amphibien und Reptilien werden bis zur Art erfaßt. Die übrigen Gruppen werden nur bis zum Familien- bzw. Ordnungsniveau bearbeitet.

Straten.

Es werden sämtliche Straten (Boden-, Kraut-, Strauch- und Baumschicht) einschließlich spezieller Habitatstrukturen (Totholz, Baumpilze, Baumhöhlen) untersucht.

Methoden.

Es wird ein breites Spektrum an qualitativen und quantitativen Methoden in der Vorlaufphase erprobt und die endgültige Spannbreite des Einsatzes für die Untersuchungsphase geklärt.

Auswertung.

Dokumentation.

- qualitative Erfassung der Fauna in Artenlisten

- quantitative Ermittlung der absoluten bzw. relativen Artenhäufigkeiten
- Berechnungen der Artendiversitäten
- Beschreibung der Trophieebenen
- Darstellung weiterer ökologischer Beziehungen (z. B. Nahrungs- und Substratabhängigkeiten, Symbiosen, Parasitismen)
- Kartierung von Habitat- und Kleinstrukturen

Interpretation.

- Bewertung von Repräsentanz, Artenvielfalt, Artendiversität, Artenqualität (seltene oder bedrohte Arten) und ökologischer Potenz
- faunistische Ähnlichkeit von Kern- und Vergleichsfläche
- Vergleich der Fauna aller Reservatsflächen
- tiersoziologische Klassifizierung
- tiergeographische Gliederung
- Darstellung der Verteilung und Nutzung von bestimmten Habitat- und Kleinstrukturen.

Zeit- und Personalbedarf.

Planungs- und Vorlaufphase können von drei Wissenschaftlern durchgeführt werden. Der genaue Personal- und Zeitbedarf für die Untersuchungsphase wird in der Vorlaufphase ermittelt.

Vorteile.

- Das Standardprogramm garantiert, daß die Sukzession in allen wesentlichen Entwicklungen dokumentiert wird.
- Es erfolgt eine breite faunistische Auswertung aller Straten.
- Es werden alle nach jetzigem Stand der Forschung in vertretbarer Zeit bearbeitbaren Tiergruppen erfaßt.
- Zu einzelnen Flächen stehen Ergebnisse bereits nach relativ kurzer Zeit zur Verfügung.
- Da alle Flächen bearbeitet werden, können alle miteinander verglichen und mögliche Sonderentwicklungen dokumentiert werden.
- Durch sukzessive Bearbeitung sind nach jeweils 3-4 Jahren Ergebnisse zu 2-3 Flächenpaaren verfügbar.

Nachteile.

Wenn die genannten Voraussetzungen erfüllt werden, sind die auftretenden Nachteile von untergeordneter Bedeutung:

- Nicht alle Flächen werden gleichzeitig bearbeitet. Da die Untersuchungsflächen bereits heute unterschiedliche Ausgangsbedingungen aufweisen, insbesondere bereits unterschiedlich lange nicht mehr forstwirtschaftlich genutzt werden, ist dieser Nachteil als gering zu bewerten.
- Die Untersuchungen liefern keine komplette Erfassung aller in den Flächen lebenden Tiergruppen.

Optimalprogramm.

Planungsphase.

- Begehung aller Naturwaldreservate
- Auswahl der Untersuchungsgebiete für die Vorlaufphase
- Strukturierung und Organisation der Zusammenarbeit zwischen Hessischer Forsteinrichtungsanstalt, den Forstämtern, dem Forschungsinstitut Senckenberg und sonstigen Mitarbeitern
- Ermittlung des Bedarfs an Geräten und Verbrauchsmaterialien
- Strukturierung der Auswertung (EDV u. a.)
- Entwicklung eines Schlüssels zur Kartierung der Habitat- und Kleinstrukturen
- Planung des zeitlichen Ablaufs der Vorlaufphase

Vorlaufphase.

(drei Jahre in zwei ausgewählten Gebieten, deren Strukturvielfalt an der oberen und unteren Grenze der Spannbreite aller Gebiete liegt)

- Erprobung und Festlegung der Methoden
- Ermittlung der zu erwartenden Spannbreite von Abundanz und Diversität der Fauna in den Untersuchungsgebieten
- Ermittlung des Aufwands für Fang, Präparation und Determination
- Ermittlung des Aufwands für die Koordination

Untersuchungsphase.

Tiergruppen.

Es werden alle Tiergruppen bearbeitet. Dies kann nicht alleine von den derzeitigen Mitarbeitern des Projektes geleistet werden. Daher müssen die Modalitäten für die Kooperation mit beratenden Spezialisten abgeklärt werden. Bei einigen derzeit unzureichend bearbeiteten Tiergruppen kann es erforderlich werden, erst Interessenten zu gewinnen, die sich in die Gruppe einarbeiten (z. B. im Rahmen von Diplom- oder Doktorarbeiten).

Straten.

Es werden sämtliche Straten (Boden-, Kraut-, Strauch- und Baumschicht) einschließlich spezieller Habitatstrukturen (Totholz, Baumpilze, Baumhöhlen) untersucht.

Methoden.

- Die Untersuchungen erfolgen parallel in allen Untersuchungsflächen.
- Es wird ein breites Spektrum an Methoden angewendet, um den Artenbestand qualitativ und quantitativ möglichst vollständig zu erfassen.
- Externe Einflüsse, die den Sukzessionsablauf stören können, werden über zusätzliche Meßprogramme und Gutachten erfaßt (z. B. Schadstoffeintrag, Freizeitnutzung, Wildeinflüsse).
- Um weitere - nicht direkt projektbezogene - Daten für die Auswertung zu erschließen, wird die Kooperation mit Behörden, Instituten und Naturschutzverbänden angestrebt. Diese Kontakte können auch später dazu genutzt werden, um gezielt einzelne Fragestellungen, die sich während des Verlaufes der Untersuchungen ergeben, im Rahmen von Diplom- oder Doktorarbeiten anzugehen.

Auswertung.

Dokumentation.

- qualitative Erfassung der Fauna in Artenlisten
- quantitative Ermittlung der absoluten und relativen Artenhäufigkeiten
- Berechnung der Artendiversitäten
- Beschreibung der Trophieebenen
- Darstellungen weiterer ökologischer Beziehungen (Substratanpassungen, Nahrungsabhängigkeiten, Symbiosen, Parasitismen)
- Darstellung abiotischer Parameter (pH-Wert des Bodens, Mikroklima, etc.)
- Kartierung der Habitat- und Kleinstrukturen
- Darstellung externer Einflußgrößen

Interpretation.

- Bewertung von Repräsentanz, Artenvielfalt, Artendiversität, Artenqualität (seltene oder bedrohte Arten) und ökologischer Potenz
- Darstellung der faunistischen Ähnlichkeit der Flächenpaare
- Darstellung der Verteilung und Nutzung bestimmter Habitatstrukturen
- tiergeographische Gliederung
- tiersoziologische Klassifizierung
- Vergleich der Fauna aller Untersuchungsflächen
- Analyse der Einflüsse durch Schadstoffeintrag, Freizeitnutzung und Wild auf den Ablauf der Sukzession
- Beschreibung des Systems Buchenwald

Zeit- und Personalbedarf.

Die Vorlaufphase ist ähnlich angelegt wie die des Standardprogramms. Sie sollte drei Jahre umfassen. Es sind wegen des erheblich gestiegenen Aufwandes für Fang, Präparation und Bestimmung etwa fünf ganztags dem Projekt zur Verfügung stehende wissenschaftliche Mitarbeiter notwendig. Die Hauptphase wird 10-15 Jahre umfassen. Der zusätzliche Personalbedarf für die Hauptphase läßt sich erst in der Vorlaufphase ermitteln. Er wird sicher bei über 20 Wissenschaftlern liegen.

Vorteile.

- Das Optimalprogramm garantiert die beim derzeitigen Stand der Wissenschaft bestmögliche Erfassung der Fauna der Untersuchungsgebiete.
- Es werden alle Straten berücksichtigt.
- Aufgrund paralleler Untersuchungen in allen Flächen garantiert das Programm die optimale Vergleichbarkeit der Ergebnisse.
- Externe Einflußgrößen können in die Auswertung der Sukzessionsverläufe einbezogen werden.

Nachteile.

- Es besteht ein sehr hoher Personalbedarf (Leeren und Aussortieren der Fallen, Präparation, Bestimmung, Koordination der Tätigkeiten).
- Es entstehen sehr hohe Kosten für Geräte und Verbrauchsmaterialien.
- Eine Kontinuität der Arbeit kann insbesondere dann nicht gewährleistet werden, wenn Diplomanden und Doktoranden beteiligt werden, da sie oft nur für die Dauer ihrer Arbeit zur Verfügung stehen.
- Eine gleichbleibend hohe Qualität der Bearbeitung kann nicht gewährleistet werden, wenn sich Wissenschaftler erst neu in eine schwierige Tiergruppe einarbeiten müssen.
- Mit der Anzahl der Untersuchungen nimmt auch die Störung der Fläche zu (Abfangen zu vieler Individuen, stark in das System eingreifende Untersuchungsmethoden, Vegetationsschäden durch Keschern und häufige Begehungen).
- Die Koordination der gleichzeitigen Untersuchungen ist schwierig (unterschiedliche Schlechtwetterperioden müssen landesweit berücksichtigt werden).
- Die Vergleichbarkeit der qualitativen und quantitativen Aufnahmen durch verschiedene Mitarbeiter muß sichergestellt werden.
- Der Gewinn an Aussagegenauigkeit durch die gleichzeitige Untersuchung aller Flächen im Vergleich zur Standardmethode wird dadurch geschmälert, daß die Untersuchungsflächen bereits heute unterschiedliche Ausgangsbedingungen aufweisen, insbesondere bereits unterschiedlich lange nicht mehr forstwirtschaftlich genutzt werden und zudem die Veränderungen in der Sukzession nur sehr langsam erfolgen.

Auftragsrahmen für die Vorlaufphase.

Das Forschungsinstitut Senckenberg wurde von der Hessischen Forsteinrichtungsanstalt beauftragt, auf Grundlage des Standardprogramms in den Jahren 1990 und 1991 die Untersuchungen der Planungs- und Vorlaufphase durchzuführen. Hierfür wurden nach Begehung der meisten hessischen Naturwaldreservate (1989 und 1990) zwei Gebiete im Vogelsberg ausgewählt, die in etwa die zu erwartende Spannweite der Flächen in bezug auf ihren Strukturreichtum widerspiegeln: Das einfach strukturierte NWR "Schönbuche" im Bereich des Forstamts Neuhof und das reich strukturierte NWR "Niddahänge östlich Rudingshain" im Bereich des Forstamts Schotten (Abb. 1, Tab. 1).

Für die Vorlaufphase standen jährlich Mittel für lediglich zwei volle Wissenschaftlerstellen zur Verfügung, statt, wie im Standardprogramm vorgesehen, für drei Zoologen. Dies führte zur Einschränkung des Standardprogramms in folgenden Punkten:

- Es konnte nur ein Teil der nach jetzigem Stand der Forschung in vertretbarer Zeit bearbeitbaren Tiergruppen bis zur Art determiniert werden.
- Es mußte auf das Testen einiger Methoden verzichtet werden.

Die Fauna.

Auswahlmöglichkeiten bei der Erfassung des Tierartenbestandes.

In Deutschland leben ca. 40000 Tierarten. Hiervon stellen Insekten 71,3 %, übrige Arthropoden 8,4 %, Einzeller 7,9 %, Niedere Würmer 7,4 %, Wirbeltiere 1,9 %, Mollusken 1,2 %, Anneliden 1 % und die übrigen Gruppen 0,9 % (BROHMER 1988). Daraus wird ersichtlich, daß der Schwerpunkt der Untersuchungen eindeutig auf der Erfassung der Insektenfauna liegen muß.

Da bislang keine ausreichenden zoologischen Kenntnisse über langfristige Sukzessionsentwicklungen mitteleuropäischer Wälder vorliegen, sollte eine möglichst breite Erfassung der Fauna angestrebt werden. Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

- Es können später Gruppen berücksichtigt werden, die heute noch nicht als wertvolle Indikatoren erkannt sind.
- Gefangene Tiere aus Gruppen, die heute nicht bestimmbar sind oder über deren Biologie heute zu wenig bekannt ist, können in Probenbanken aufbewahrt werden, bis sie bearbeitet werden können.
- Die komplizierten Wechselwirkungen innerhalb der Biozönose werden besser verstanden.

Eine vollständige Bearbeitung der Insekten ist aus verschiedenen Gründen nicht möglich:

- Eine vollständige Bearbeitung der vielen Arten würde sehr hohe Personal- und Sachmittel erfordern.
- Über die Lebensweise einiger Gruppen ist derzeit noch zu wenig bekannt, als daß mit ihnen aussagekräftige Schlußfolgerungen gezogen werden könnten. Zu diesen Gruppen ist dringend Grundlagenforschung notwendig. Sie können sich durchaus zu einem späteren Zeitpunkt als geeignete Indikatoren herausstellen.
- Es existieren Gruppen, die zur Zeit selbst von Spezialisten nicht sicher bestimmbar sind oder nur unter Zuhilfenahme von Typusmaterial und Originalbeschreibungen der Arten nach langer Einarbeitungszeit determiniert werden können. Eine solche Revisionsstätigkeit würde den Rahmen von Sukzessionsforschungen in Naturwaldreservaten sprengen.
- Einige Arten lassen sich nur durch irreversible Zerstörung der Kleinstruktur nachweisen, in der sie leben.
- Um sehr seltene Arten mit Fallen zu erfassen, kann eine so hohe Fallendichte erforderlich sein, daß eine Betreuung der Fallen aus personellen wie finanziellen Gründen nicht mehr möglich ist. Das Abfangen derart großer Tiermengen verändert zudem die Biozönose nachhaltig.

Für die Einschränkung des zu untersuchenden Artenspektrums wurde bislang eine Anzahl von Vorschlägen publiziert.

KNEITZ (1980) schlägt als zu bearbeitende Gruppen in Naturwaldreservaten Vögel, Laufkäfer, Ameisen, Geradflügler, Libellen, Schnecken und Regenwürmer vor, bezeichnet aber drei davon (Ameisen, Geradflügler, Libellen) als "nicht durchgehend für Naturwalduntersuchungen einsetzbar". An Insekten bleiben demnach nur die Laufkäfer als geeignete Gruppe übrig. Eine Analyse notwendiger Indikatoreigenschaften von Tieren in Wäldern führt KNEITZ (1980) in seiner Arbeit nicht auf, er scheint vielmehr auf die gängigen Tiergruppen allgemeiner zoologischer Gutachten zurückzugreifen. Seine Gruppenauswahl berücksichtigt aus unserer Sicht nicht genügend die Besonderheiten des Ökosystems Wald und die herausragende Rolle der Insekten. Die wichtige Gruppe der Phytophagen ist durch die "nicht durchgehend einsetzbaren" Geradflügler

nicht ausreichend vertreten. Eine wesentliche zu erwartende Veränderung, die starke Zunahme von Totholz, bleibt vollkommen unberücksichtigt.

Die zoologischen Untersuchungen im Sollingprojekt, die einen Teil des Internationalen Biologischen Programms (IBP) darstellen, waren auf drei Forschungsziele ausgerichtet (FÜNKE 1979): Analyse von Struktur und Dynamik von Zoozönosen und Populationen, Bestimmung der tierischen Umsatzleistung und Klärung spezifischer Funktionen der Tiere. Dementsprechend lag der Schwerpunkt der Untersuchungen nicht auf der Inventarisierung des Artenbestands sondern vielmehr auf der Ermittlung des Energieumsatzes taxonomischer Großgruppen sowie der Dokumentation der Biologie einzelner Arten. Insgesamt waren die zoologischen Untersuchungen laut ELLENBERG et al. (1986) "...vielmehr größtenteils Nebenergebnis produktionsbiologischer Arbeiten, die hauptsächlich auf dominante Arten und Gruppen gerichtet waren." So gehen die Autoren auch nicht auf die Eignung der einzelnen Tiergruppen als Indikatoren ein, sondern versuchen, das Gesamtspektrum in seinem Umfang und seinen Wechselwirkungen darzustellen. Es bestand auch nicht der Anspruch, alle Arten zu determinieren. Nur so läßt sich die Artenliste verstehen, die für einige Taxa nur den Status von Zufallsfunden hat (etwa Wanzen und Stechimmen). Solche Ergebnisse zeigen deutlich, daß die eingesetzten Fallen das gesamte vorhandene Artenspektrum nicht ausreichend dokumentieren. Diese Untersuchungen eignen sich auch nicht, um Tiergruppen als Indikatororganismen festzustellen.

KRETSCHMER & SCHAUERMANN (1991) legen den Schwerpunkt ihrer Untersuchungen auf Dipteren und Coleopteren. Diese stellen in den meisten Wäldern wichtige und große Gruppen dar, deren Bearbeitung angestrebt werden sollte. Dipteren müssen derzeit ausgenommen werden, da über die Biologie vieler Arten wenig bekannt ist (siehe Seite 18), die Bestimmung schwierig ist und nur wenige Bearbeiter für die Gruppe zur Verfügung stehen (oft nur für wenige Familien). Eine Bearbeitung der Dipteren lediglich auf Familienebene - wie bei den genannten Autoren - ist für Sukzessionsuntersuchungen unzureichend, da sich gegenseitig aufhebende Verschiebungen im Artenspektrum und in den Populationsdichten verschiedener Spezies unberücksichtigt bleiben. Hochspezialisierte Arten, die stets in geringen Individuendichten auftreten, werden ebenfalls nicht beachtet. Wir empfehlen daher eine andere und insbesondere breitere Auswahl zu untersuchender Gruppen (siehe Seite 93).

ALBRECHT (1990) wählt geeignete Tiergruppen nach folgenden Kriterien aus:

1. Taxonomie: Einteilung in taxonomische Artengruppen mit ähnlichen ökologischen Ansprüchen
2. Trophie: Bedeutung der Artengruppe im System (Biomasse, Energieumsatz, Rolle, forstliche Bedeutung)
3. Raumstruktur: Arealanspruch der Populationen im Verhältnis zur Reservatsfläche
4. Zeitstruktur: natürliche Populationsschwankungen
5. Methodik: Bestimmbarkeit, Grad der Systemstörung durch die Erfassung, Bearbeitungsaufwand, Bearbeitbarkeit durch Vorhandensein von Spezialisten und Literatur, Bestimmbarkeit von Abundanz und Dominanz, Reproduzierbarkeit der Erfassung, Witterungsabhängigkeit der Methoden
6. Sonstiges: Gefährdungsgrad, öffentliches oder wissenschaftliches Interesse an der Gruppe.

Für jede Tiergruppe werden über ein Punktesystem die sechs Kriterien bewertet. Die Gesamtsumme ergibt die Eignung der Gruppe als "Indikator".

Für uns ist nicht einsichtig, warum die Gruppe insgesamt einheitliche ökologische Ansprüche haben soll. Vielmehr halten wir es aus arbeitsökonomischen Gründen für be-

sonders wünschenswert, wenn eine Gruppe Vertreter mit unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen umfaßt und damit von einem Bearbeiter auf verschiedene Aspekte eingegangen werden kann. Gute Indikatororganismen müssen nicht zwangsläufig wirtschaftlich oder in bezug auf den Stoffumsatz bedeutend sein, wie in Kriterium 2 gefordert. Kriterium 3 ist wesentlich für Wirbeltiere, bei Insekten spielt es eine untergeordnete Rolle. Hier scheint die Ausbreitungsfähigkeit der Arten wichtiger zu sein. Wenn quantitative Aussagen erfolgen sollen, machen natürliche Populationsschwankungen bei allen Arten eine mehrjährige Untersuchung notwendig. Die Bevorzugung von Arten mit bestimmten Selektionstypen in bezug auf die Begrenztheit der Ressourcen (r- oder K-Strategen) im Rahmen von Naturwalduntersuchungen erscheint uns nicht angebracht (r-Strategen haben im Gegensatz zu K-Strategen eine rasche Entwicklung, eine hohe Populationswachstumsrate r , geringes Körpergewicht, kurze Lebensdauer, variable Populationsgrößen, die meist weit unterhalb der Umweltkapazität liegen, variable Reaktionsweisen auf abiotische Faktoren, geringeres Konkurrenzverhalten, geringere Konkurrenzfähigkeit und einen deutlicheren Einfluß dichteunabhängiger Faktoren auf die Mortalität). (SCHAEFER & TISCHLER 1983) belegen, daß die Unterscheidung zwischen r- und K-Strategen relativ ist, da die Arten auf ein r-K-Kontinuum verteilt sind, innerhalb einer Tierordnung meist ein breites Spektrum aus diesem Kontinuum vertreten ist und die Selektionstypen nur innerhalb vergleichbarer Gruppen unterschieden werden können, also etwa innerhalb einer Ordnung. Wichtig ist Kriterium 4 "Zeitstruktur". Die repräsentative Erfassung einer Art ist um so schwieriger, je kürzer der Zeitraum ist, in dem sie in einem bestimmbar Entwicklungsstadium (meist als Imago) auftritt. Die unter "Sonstiges" zusammengefaßten Kriterien sollten unseres Erachtens keine wesentliche Rolle bei der Auswahl zu untersuchender Tiergruppen erhalten. Rote Listen existieren bei weitem nicht für alle Tiergruppen, ihre fragwürdige deutschlandweite Aussagekraft wird erst in letzter Zeit durch handhabbarere lokale Rote Listen ersetzt und viele der angeblich seltenen Arten sind nicht bedroht sondern generell nicht häufig, einwandernde Arten oder einfach schlecht untersuchte Taxa. Das Interesse an Tiergruppen sollte gezielt geweckt werden, wissenschaftlich, damit auch zu schlecht bearbeiteten Gruppen Grundlagendaten erhoben werden, öffentlich, damit Vorurteile abgebaut werden. Am wesentlichsten erscheint uns Kriterium 5 (Methodik). Da aber bereits jeder einzelne Punkt (etwa: "keine Bearbeiter vorhanden") zur Ablehnung einer Gruppe als Indikatorgruppe führen kann, erscheint uns ein Punkte-Vergabe-System zur Ermittlung geeigneter Indikatoren nicht nötig. In solchen schematisierten Verfahren bleiben zwangsläufig viele wichtige Kriterien unberücksichtigt, so z. B. bei ALBRECHT (1990) die Indikatorfunktion von Arten, die beim Nestbau auf Totholz angewiesen sind. Wir ziehen daher eine Besprechung der Tiergruppen und eine schrittweise Einengung des Indikatorgruppenspektrums vor.

HEYDEMANN (1982) legt den Schwerpunkt seiner Untersuchungen bei der "zoologischen Beurteilung des Einflusses der Waldwirtschaft auf das Wald-Ökosystem" auf phytophage Insekten. ALBRECHT (1990) hingegen hält vegetationskundliche und waldkundliche Untersuchungen für ausreichend und kritisiert HEYDEMANN (1982): "Indirekte Rückschlüsse aus faunistischen Daten sind hierfür nicht zusätzlich erforderlich". Auch wir sind der Meinung, daß es nicht die Aufgabe zoologischer Untersuchungen in Naturwaldreservaten sein kann, das Vorkommen von Pflanzenarten durch den - meist sehr aufwendigen - Nachweis spezialisierter Pflanzenfresser an ihnen zu führen. Hier ist der direkte Weg über die Bestimmung der Pflanzen der einfachere, schnellere und kostengünstigere. Die Bearbeitung der Phytophagenarten endet aber nicht mit der Ermittlung solcher Binsenweisheiten. Ihre Erfassung ist vielmehr sehr wichtig, da auf einer geeigneten Futterpflanze verschiedene Arten von Phytophagen in sehr unterschiedlichen Häufigkeiten vorkommen oder auch gänzlich fehlen können. Die phytophagen Tiere sind ja gerade nicht nur Indikatoren für das Vorhandensein geeigneter Fraßpflanzen sondern für die Eignung des gesamten von ihnen benötigten Komplexes abiotischer und biotischer Faktoren am Standort.

PLACHTER (1989) empfiehlt geeignete Tiergruppen für die Zustandsanalyse in verschiedenen Biotopen. Hiernach eignen sich für Wälder: alle landlebenden Wirbeltiere (außer Reptilien und Mäusen), Wanzen*, xylobionte Käfer, Tagfalter*, Nachtfalter, Weberknechte, Webspinnen* und Landschnecken*, wobei er die mit * gekennzeichneten Gruppen nur für Au- und Bruchwälder empfiehlt. Für Waldränder hält er zusätzlich Heuschrecken, blütenbesuchende Käfer, Ameisen und Bienen für geeignet. 1991 schlägt PLACHTER für zoologische Gutachten zur Schutzwürdigkeit von Gebieten ein Minimal-Verfahren vor, das jeweils nur ausgewählte Indikatorartenkomplexe benutzt. Dieses Verfahren kann aber unserer Meinung nach nicht für Langzeituntersuchungen verwendet werden. Selbst die einheimische Fauna ist derzeit noch viel zu schlecht untersucht, als daß bei Langzeituntersuchungen ausgeschlossen werden könnte, daß nicht ganz andere Arten an die Stelle der wenigen ausgesuchten Indikatoren treten, wobei über diese dann aber aus allen vorangegangenen Untersuchungen keine Daten vorliegen. Außerdem eignet sich das Verfahren nur zur schnellen Ermittlung gefährdeter Arten im Rahmen von Schutzwürdigkeitsgutachten, nicht aber zum Erkennen komplizierter Wechselwirkungen in einer Artengemeinschaft.

Da nicht alle Tiergruppen bearbeitet werden können, wurden - unter Berücksichtigung der in Tab. 2 aufgeführten möglichen Sukzessionsentwicklungen - geeignete ausgewählt und für diese dann die adäquaten Fangmethoden ermittelt. Im Freilandtest (1990 und 1991) wurde die Fängigkeit der Fallen überprüft und, wo nötig, Konstruktions-Verbesserungen eingeführt. Darüber hinaus wurde ermittelt, ob weitere Tiergruppen, die anfangs nicht in die engere Wahl gezogen wurden, ebenfalls repräsentativ gefangen werden und ob sie als Indikatoren geeignet sind.

Anforderungen an Indikator- und Steuergruppen.

Organismen können als Indikatoren für ein breites Spektrum von "Zuständen" ihrer Umwelt eingesetzt werden. Diese "Zustände" können einzelne Faktoren betreffen (z. B. Temperatur oder Schwefeldioxydgehalt der Luft) oder Faktoren-Kombinationen. WEIGMANN (1987) bezeichnet diese als "Ökofaktor-Indikatoren". Darüber hinaus können Organismen auch als Indikatoren für Artengemeinschaften benutzt werden ("Biozönose-Indikatoren" nach WEIGMANN).

Eine Indikatorgruppe sollte folgende grundsätzliche Bedingungen erfüllen:

- mit vertretbarem Aufwand repräsentativ nachweisbar sein, also nicht nur sehr seltene Arten umfassen
 - bestimmbar sein
 - Arten enthalten, deren Biologie bekannt ist oder leicht erforscht werden kann.
- Das gesamte Spektrum eingesetzter Indikatororganismen sollte Arten enthalten:
- die in bezug auf abiotische und/oder biotische Faktoren verschiedene Spezialisierungsgrade aufweisen (Spezialisten bis Ubiquisten)
 - die verschiedene Straten besiedeln (Boden-, Streu-, Kraut-, Strauch-, Baumschicht)
 - die den verschiedenen Trophieebenen (Destruenten, Phytophage, Carnivoren) angehören
 - die Aussagen über verschiedene biotische Wechselwirkungen (Räuber-Beute, Wirt-Parasit) ermöglichen.

Als Steuergruppen werden solche Tiergruppen bezeichnet, die entscheidende Einflüsse auf den Stoffumsatz im Ökosystem haben und die Ablaufrichtung und Geschwindigkeit wesentlicher Prozesse entscheidend bestimmen. Änderungen von Popu-

lationsdichten, Artenzusammensetzungen oder Gruppenzusammensetzungen können gravierende Veränderungen im System bewirken.

Mögliche zoologisch relevante Entwicklungstendenzen in Naturwaldreservaten.

Eine wesentliche Grundlage für die Dokumentation der Fauna eines Gebiets ist die Erfassung zoologisch bedeutsamer Strukturen (Biotope, Habitate, Kleinstrukturen). Auf ihrer Basis können die Standorte für Fallen festgelegt werden. Aussagen über das potentielle Artenspektrum lassen sich treffen und langfristig können Änderungen in Umfang und Qualität der Strukturen festgehalten werden. Besonders bedeutsam sind solche Strukturen, die sich im Laufe der Sukzession ändern. Da vergleichbare Langzeit-Untersuchungen bislang jedoch fehlen, können allgemeine Annahmen nur unter Vorbehalt getroffen werden. Tab. 2 faßt die möglichen Veränderungen in Naturwaldreservaten zusammen, die im Laufe der Sukzession für die Fauna relevant sein können.

Tab. 2: Mögliche Veränderungen im Laufe der Sukzession in Naturwaldreservaten und geeignete Indikatoren für ihre Dokumentation.

Parameter	Veränderungen	Indikatoren
Temperatur	größere Spanne	Thermoindikator
Feuchte	größere Spanne	Hygroindikator
Besonnung	größere Spanne	Helioindikator
Pflanzenarten	Zunahme	stenöke Phytophagen, Monokulturschädlinge
Totholz	Zunahme	Totholzzersetzer, Totholznister
Nährstoffaustrag	Abnahme	Destruenten
Bodenverdichtung	Abnahme	Bodenbewohner

Biologie einheimischer Tiergruppen.

Wichtige landbewohnende Tierarten finden sich in den Stämmen Protozoa (Urtiere), Nematelminthes (Schlauchwürmer), Mollusca (Weichtiere), Annelida (Ringelwürmer), Arthropoda (Gliederfüßer) und Vertebrata (Wirbeltiere). In diesem Abschnitt werden die in Deutschland vorkommenden Klassen bzw. Ordnungen der genannten Tierstämme, sofern sie terrestrische Vertreter aufweisen, nach den folgenden Gesichtspunkten charakterisiert. Die Systematik richtet sich - leicht abgeändert - nach BROHMER (1988), die Biologie der Insekten nach JACOBS & RENNERT (1988) und der angegebenen Spezialliteratur.

Anzahl:

Anzahl einheimischer Arten, falls nicht verfügbar, mitteleuropäischer Arten; gegebenenfalls Grobgliederung der Gruppe

Lebensweise:

allgemeine biologische Charakteristika der Arten

Wald:

Vorkommen von Arten in Wäldern und ihre Bedeutung für diese

Funde:

Individuenzahlen und Charakteristika der im Laufe der Vorlaufphase (1990 und 1991) in den Naturwaldreservaten "Neuhof" und "Schotten" gefundenen Vertreter der betreffenden Gruppe

Methode:

Besprechung der Repräsentativität der Fänge und der Verteilung der Individuen auf die verschiedenen Fallentypen; geeignete Fangmethoden für den repräsentativen Nachweis der Gruppe; allgemeines Spektrum an Nachweismethoden für die Gruppe

Bearbeitungsaufwand:

Bearbeitungsaufwand für die Gruppe (Fang, Präparation, Determination), Bestimmungsliteratur (wichtigste Spezialliteratur, siehe auch BROHMER [1988], BROHMER, EHRMANN & ULMER [1927 ff.], DAHL [1925 ff.] und STRESEMANN [1986 ff]).

Bedeutung:

Eignung als Indikator für langfristige Sukzessionsentwicklungen in einheimischen Wäldern; Bedeutung als Steuergruppe.

Bei Fauneninventuren hat sich die pragmatische Einteilung der Tiergruppen in Mikro-, Meso-, Makro- und Megafauna eingebürgert (BECK 1978) (Tab. 4). Die Tiergruppen dieser einzelnen Größenklassen benötigen oft spezifische Erfassungsmethoden. Besonders aufwendig ist die Präparation und Determination der Mikro- und Mesofauna. Aus finanziellen Gründen wurde das hessische Projekt auf die Erfassung der Makro- und Megafauna ausgerichtet, die auch bei weitem das Gros der einheimischen Arten und der Biomasse stellen.

Für fast alle folgenden Gruppen und Ordnungen gilt: Bestimmung und vor allem Bewertung erfordern erfahrene Spezialisten. Selbst als einfach angesehene Gruppen, wie z. B. die Carabiden (Laufkäfer), erfordern aufgrund ihres großen Umfangs eine längere Einarbeitungszeit und enthalten eine nicht unerhebliche Anzahl von schwierig zu bestimmenden Arten.

Stamm: Protozoa (Urtiere) (Abb. 2)

Anzahl:

In Deutschland leben ca. 3200 Arten. Sie umfassen die sieben Klassen Flagellata (Geißeltierchen), Opalinida, Rhizopoda (Wurzelfüßer), Ciliata (Wimpertierchen), Sporozoa (Sporentiere), Microspora (Kleinsporentiere) und Myxospora (Scheinsporentiere).

Lebensweise:

Viele Arten leben parasitisch, nur die Flagellaten, Rhizopoden und Ciliaten haben freilebende limnische, marine oder terrestrische Formen. Viele der Arten ernähren sich von Bakterien und Pilzen. Protozoen stellen mit 1,5 Mio. Individuen pro dm³ Boden die Gruppe mit den meisten Individuen.

Wald:

Auch im Waldboden sind die Arten für den Stickstoff- und Kohlenhydrathaushalt von Bedeutung und wichtige Regulative für das biologische Gleichgewicht zwischen Pilzen und Bakterien (KUNTZE et al. 1983).



Abb. 2: *Euglypha strigosa* (Thekamöbe), Größe 0,05-0,1 mm.

Funde:

Protozoen wurden im Rahmen der Vorlaufphase nicht untersucht. Beifänge aus den eingesetzten Fallen lassen sich mit den üblichen Aussortierverfahren nicht erfassen, da sie durch die Siebmaschen gespült werden.

Methode:

Bodenproben, Wasserproben

Bearbeitungsaufwand:

Die meisten Arten sind aufwendig und oft nur lebend bestimmbar.

Bedeutung:

Aufgrund der schwierigen Bestimmbarkeit sind die Protozoen nicht als Indikatororganismen empfehlenswert.

Stamm: Nematelminthes (Schlauchwürmer)

(Abb. 3)

Anzahl:

Bedeutende terrestrische Formen innerhalb der Nematelminthes stellen die Klassen Rotatoria (Rädertiere, Deutschland: 600 Arten) und Nematodes (Fadenwürmer, Deutschland: 1700 Arten).

Lebensweise:

Der Stamm umfaßt viele Tier- und Pflanzenparasiten, freilebende limnische und marine Arten, viele sind auch an feuchte Landlebensräume angepaßt. Nematoden sind im Boden für den Abbau der organischen Substanzen von großer Bedeutung und erreichen hohe Individuenzahlen (bis zu 50000 pro dm³ Boden) (KUNTZE et al. 1983).

Wald:

Auch in Wäldern sind die Nematoden bedeutende Bestandsabfall-Zersetzer. In Buchenwäldern wurden sie von ZELL (1982 ff.) bearbeitet. In Wäldern leben außerdem Rädertiere im Boden, in der Streu und in Moospolstern.



Abb. 3: Nematode, Körperlänge ca. 0,5 mm.

Funde:

In Fallenfängen sind insekten-parasitische Arten mitunter nachweisbar, da die Tiere ihre Wirte verlassen, wenn diese in der Fangflüssigkeit abgetötet werden. Rotatorien und die meisten Nematoden gehören zur Mikrofauna. Sie können mit den eingesetzten Fallenmethoden nicht nachgewiesen werden.

Methode:

Boden- und Moosproben, Zucht der Wirte.

Bearbeitungsaufwand:

Rotatorien können häufig nur lebend bestimmt werden. Auch bei den anderen Gruppen sind Präparation und Determination aufwendig und schwierig, teilweise ist die Systematik noch provisorisch.

Bedeutung:

Da die Gruppe eine aufwendige Bearbeitung erfordert, ist sie nicht als Indikator zu empfehlen.

Stamm: Mollusca (Weichtiere)

Ordnung: Gastropoda (Schnecken)

(Abb. 4, 5)

Anzahl:

Etwa 270 Schneckenarten (ohne marine Arten) wurden in Deutschland nachgewiesen.



Abb. 4: *Arion rufus* (Große Wegschnecke), Körperlänge bis 150 mm.

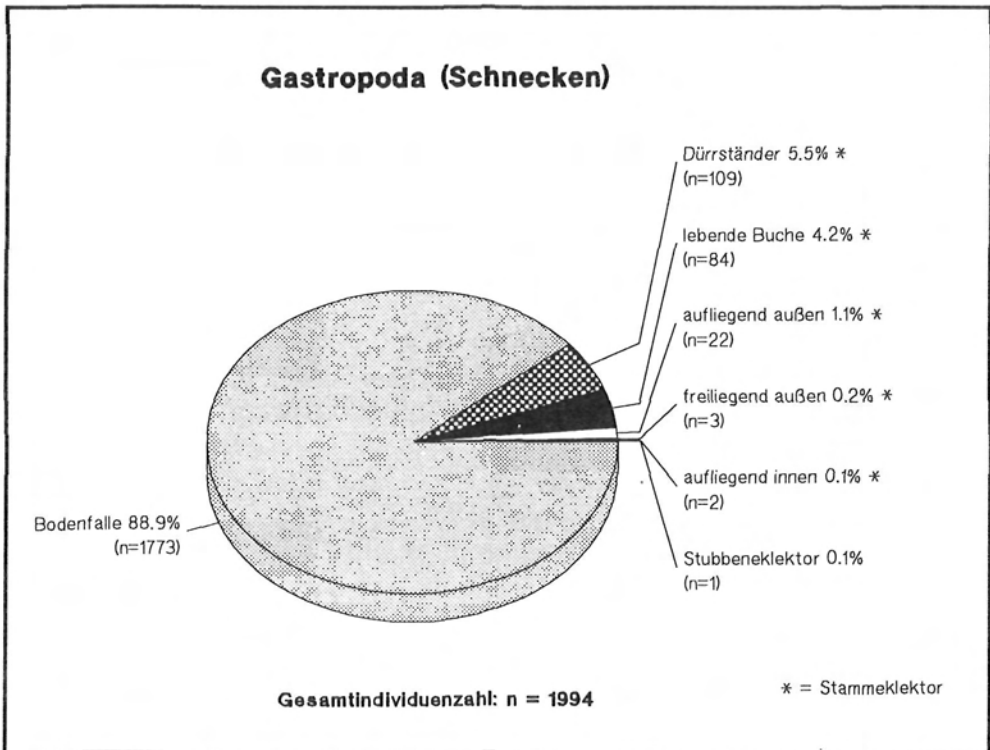


Abb. 5: Häufigkeitsverteilung der Gastropoda auf die verschiedenen Fallentypen.

Lebensweise:

20 % von ihnen leben im Süßwasser, an Land werden vom Trockenrasen bis zum Hochgebirgshabitat die verschiedensten Lebensräume besiedelt. Kalkuntergrund und bodennahe Vegetationsschichten werden bevorzugt. Vermoderndes Pflanzenmaterial, aber auch Algen, Flechten, Früchte, Pilze und Samen dienen zur Ernährung. Viele Arten fressen Aas, nur wenige sind räuberisch und jagen Schnecken und Regenwürmer.

Wald:

Abhängig vom Kalkgehalt des Bodens spielen Schnecken eine mehr oder minder große Rolle bei der Zersetzung organischen Pflanzenmaterials, meist in der Streu- und Krautschicht, einige wenige Arten auch an Totholz. Nach KERNEY et al. (1983) gilt dabei eine Artenzahl von zehn für sehr saure Nadelwaldanpflanzungen als überdurchschnittlich hoch, während in naturnahen, artenreichen Laubwäldern mit Kalkböden mehr als 40 Gastropodenarten angetroffen werden können.

Funde:

1994 Individuen wurden mit Fallen nachgewiesen. In beiden Untersuchungsgebieten ist die Gruppe gleich häufig. Auf den sauren Buntsandsteinböden des NWR "Neuhof" wurden 16 Arten und im strukturreichen, basaltischen NWR "Schotten" 55 Arten gefangen (Tab. 3). Auf den pflanzenarmen Böden des NWR "Neuhof" dominieren Nacktschnecken, während im krautreichen NWR "Schotten" zahlreiche Gehäuseschnecken hinzukommen. Von insgesamt 56 Arten ist eine neu für Hessen, sechs werden als bedroht in den Roten Listen (JUNGBLUTH 1978, BLAB et al. 1984) geführt (Anhang 2).

Methode:

Weitaus die meisten Schnecken wurden mit Bodenfallen gefangen, Stammeklektoren, besonders solche an stehenden Stämmen erwiesen sich als wertvolle Ergänzung (Abb. 5). Die eingesetzten Fallen erfassen das Artenspektrum qualitativ nahezu vollständig, was durch Aufsammlungen des Spezialisten belegt wurde.

Bearbeitungsaufwand:

Mit KERNEY et al. (1983) und GLÖER et al. (1985) liegt zusammenfassende moderne Bestimmungsliteratur für Deutschland vor. Für Nacktschnecken ist häufig eine aufwendige Genitalpräparation notwendig, Jungtiere können meist nur vom Spezialisten, oft erst nach Aufzucht, determiniert werden.

Bedeutung:

Schneckengemeinschaften können als gute Indikatoren für Bodeneigenschaften herangezogen werden, als Zersetzer organischen Materials sind sie in Wäldern von Bedeutung.

Ordnung: Bivalvia (Muscheln) (Abb. 6)

Anzahl:

31 nicht marine Arten kommen in Deutschland vor.

Lebensweise:

Sie sind ausschließlich Süßwasserbewohner, die organische Stoffe und Planktonorganismen filtrieren.

Wald:

Erbsenmuscheln (*Pisidium* sp.) bewohnen Kleingewässer (besonders Sickerquellen) auch in Wäldern, ansonsten sind Muscheln nur in Auwäldern mit größeren Gewässern zu erwarten.



Abb. 6: *Anodonta cygnea* (Teichmuschel), Länge bis 200 mm.

Funde:

Zwei *Pisidium*-Arten wurden im NWR "Schotten", eine im NWR "Neuhof" in Sickerquellgebieten bzw. Tümpeln gefunden (Tab. 3). Qualitativ dürfte in beiden Gebieten damit die Muschelfauna erfaßt sein.

Methode:

49 Tiere wurden mittels Bodenfallen im NWR "Schotten" in verschiedenen Sickerquellfluren gefunden. Zur Erfassung von Muscheln sind Sedimentproben aus Gewässern notwendig, bei tieferen Gewässern sind Tauchgänge, in Fließgewässern ist zusätzlich das Absuchen von Steinen empfehlenswert.

Bearbeitungsaufwand:

Alle heimischen Süßwassermuscheln können mit GLÖER et al. (1985) ohne präparativen Aufwand bestimmt werden. Erbsenmuscheln sind schwierig bestimmbar.

Bedeutung:

Erbsenmuscheln können als Indikatoren für relativ ungestörte Sickerquellgebiete in Wäldern verwendet werden.

Stamm: Annelida (Ringelwürmer)

Die meisten Arten leben in Salz-, Brack- oder Süßwasser. Von Bedeutung in terrestrischen Lebensräumen sind lediglich Vertreter der Klassen Polychaeta (Vielborster) und Clitellata (Gürtelwürmer).

Klasse: Polychaeta (Vielborster)**Anzahl:**

In Deutschland gibt es nur zwei landbewohnende Polychaeten-Arten: *Parergodrilus heideri* (REISINGER, 1925) und *Hrabeiella periglandulata* (PIZL & CHALUPSKY, 1984). Die systematische Zugehörigkeit der beiden Arten ist umstritten.

Lebensweise:

Über ihre Biologie ist wenig bekannt. *H. periglandulata* wurde erst 1984 entdeckt. Er ist ein 1-1,5 mm langer Bodenbewohner der Grenzschicht zwischen organischer Auflage und Mineralboden, der in Zahlen von 700 bis 3000 Individuen pro m² gefunden wurde. Zusammenfassende Literatur bieten JANS & RÖMBKE (1989).

Wald:

Die Arten wurden bislang in Buchen- bzw. Fichtenwäldern gefunden.

Funde:

keine

Methode:

Bodenproben

Bearbeitungsaufwand:

Die Arten können nicht verwechselt werden.

Bedeutung:

Da über die Biologie der Arten wenig bekannt ist, eignen sie sich nicht als Sukzessionsindikatoren.

Klasse: Clitellata (Gürtelwürmer)

Für Landlebensräume sind in Mitteleuropa vor allem Arten der Ordnung Oligochaeta (Wenigborster) bedeutend.

Ordnung: Oligochaeta (Wenigborster) (Abb. 7)

Anzahl:

In Deutschland leben 150 Arten in neun Familien. Viele Arten der Mesofauna sind noch unbeschrieben.

Lebensweise:

Es gibt aquatische wie terrestrische Arten. Die meisten ernähren sich von totem organischen Material und von Mikroorganismen, einige Arten leben von Kot oder parasitisch.



Abb. 7: Regenwürmer der Arten *Lumbricus terrestris*, Körperlänge 90-300 mm, *Aporrectodea longa* und *Eisenia fetida*, Körperlängen 60-130 mm.

Wald:

Viele Arten leben im Waldboden. Besondere Bedeutung für den Abbau des Bestandsabfalls kommt der Familie Lumbricidae (Regenwürmer) zu, auf sauren Standorten wird sie weitgehend von den Enchytraeidae ersetzt. Regenwürmer sind im Boden die wichtigsten Tiere hinsichtlich Biomasse und Beeinflussung von Bodeneigenschaften wie z. B. Durchlüftung.

Funde:

895 Regenwürmer wurden in beiden Untersuchungsgebieten mit Bodenfallen und Stammeklektoren gefangen. Mit zwölf Arten (NWR "Neuhof" 8, NWR "Schotten" 11) wird bereits nach einem Untersuchungsjahr die vorhandene Lumbricidengemeinschaft qualitativ sehr gut repräsentiert, die Abundanz dagegen nicht richtig wiedergegeben (Tab. 3).

Methode:

Gängige Methoden sind Bodenproben und Austreibungen. Für den repräsentativen qualitativen Nachweis des Artenspektrums reichen Bodenfallen und Stammeklektoren aus.

Bearbeitungsaufwand:

Die Adulten der ca. 40 einheimischen Regenwurmartens sind relativ einfach nach äußeren Merkmalen bestimmbar, die Juvenilen hingegen nur sehr schwer. Ein Bestimmungswerk der deutschen Arten liegt mit GRAFF (1953) vor, zur Aktualisierung der Nomenklatur muß auf mehrere Arbeiten benachbarter Länder zurückgegriffen werden (BOUCHE 1972, SIMS & GERARD 1986). Die meisten anderen Oligochaeten, auch die der Mesofauna zugerechneten Enchytraeiden, sind nur schwer bestimmbar, letztere mit Sicherheit nur in größeren Serien adulter, lebender Tiere.

Bedeutung:

Für die Untersuchung der Destruentenfauna im Boden eignen sich die Regenwürmer als bedeutendste Bestandszersetzer. Sie sind gute Indikatoren für den Boden-pH-Wert.

Stamm: Arthropoda (Gliederfüßer)**Klasse: Arachnida (Spinnentiere)****Ordnung: Pseudoscorpiones (After-, Pseudoskorpione)**

(Abb. 8, 9)

Anzahl:

24 Arten sind in Deutschland heimisch.

Lebensweise:

After-skorpione leben räuberisch, besonders von Springschwänzen und Milben. Viele Arten sind eurytop, so kommt der Bücherskorpion in Wäldern unter Rinden, aber auch in Häusern in Büchern, Herbarien und Wäscheschränken vor.

Wald:

Die meisten Arten leben in Wäldern, aber nur wenige haben dort ihren Verbreitungsschwerpunkt. Man findet sie unter Rinden, im Mulm alter Bäume, in Moosen und in der Laubstreu.

Funde:

Knapp 88 % aller 679 in beiden Gebieten mit Fallen gefangenen Tiere wurden mit Bodenfallen erbeutet, auffällig ist die doppelt so hohe Aktivitätsdichte im NWR "Schotten" (Tab. 3).

Methode:

Als besonders geeignet erwiesen sich Bodenfallen zum Fang von Pseudoskorpionen (Abb. 9), eingeschränkt auch Stammeklektoren (vor allem an lebenden Buchen). Ob damit alle im Gebiet lebenden Arten nachgewiesen werden konnten, kann nur eine Auswertung auf Artniveau zeigen.

Bearbeitungsaufwand:

Umfassende und moderne Bestimmungsliteratur liegt mit BEIER (1963) vor. Die Bestimmung ist schwierig und erfordert mikroskopische Untersuchungen.

Bedeutung:

Nur einzelne Arten sind als Totholzindikatoren geeignet.



Abb. 8: *Neobisium muscorum* (Moosskorpion), Körperlänge 2,5-3,5 mm.

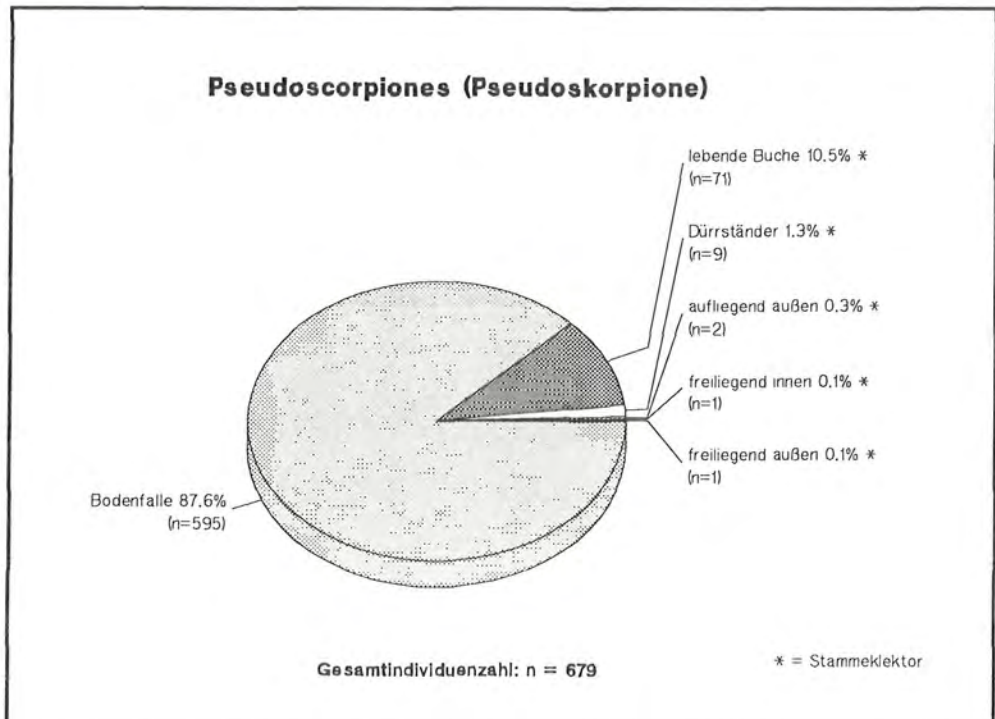


Abb. 9: Häufigkeitsverteilung der Pseudoscorpiones auf die verschiedenen Fallentypen.

Ordnung: Araneae (Spinnen)

(Abb. 10, 11)

Anzahl:

In Deutschland wurden bislang 924 Arten nachgewiesen.

Lebensweise:

Alle Arten leben räuberisch. Sie sind von der Streu bis zum Kronenraum in allen Straten vertreten. An Land besiedeln sie die verschiedensten Lebensräume bis hin zu Höhlen und nivalen Regionen der Hochgebirge. Viele sind an spezielle (Klein)-Lebensräume angepaßt.

Wald:

Zahlreiche Arten sind für die verschiedensten Habitate in Wäldern charakteristisch. Als Räuber spielen sie eine wichtige Rolle in der Regulation des Nahrungsnetzes im Wald.

Funde:

Mit 24324 Individuen aus Fallenfängen zählen die Spinnen zu den bedeutendsten Gruppen in den untersuchten Wäldern. Bisher wurden 212 Arten gefunden, davon 165 im NWR "Neuhof" und 150 im NWR "Schotten" (Tab. 3). 14 Arten sind neu für die hessische Fauna, drei weitere werden in den Roten Listen für bedrohte Tiere (HARMS 1986) geführt (Anhang 2). Weitere zehn Arten sind von besonderem faunistischen Interesse. Nach MÜLLER (1984) wurden für den gesamten Vogelsberg 270 Spinnenarten nachgewiesen. Durch unsere Untersuchungen konnten bislang 61 Arten hinzugefügt werden.

Methode:

Fast alle Tiere wurden mit Bodenfallen (46,2 %) und Eklektoren an stehenden Stämmen (49,6 %) gefangen (Abb. 11). Unsere Ergebnisse zeigen schon jetzt ein breiteres Artenspektrum, als bisherige Untersuchungen an vergleichbaren Standorten. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß bislang bei den meisten Aufnahmen die Kronenfauna nicht erfaßt wurde. Diese läßt sich aber mit den von uns eingesetzten Eklektoren gut dokumentieren.

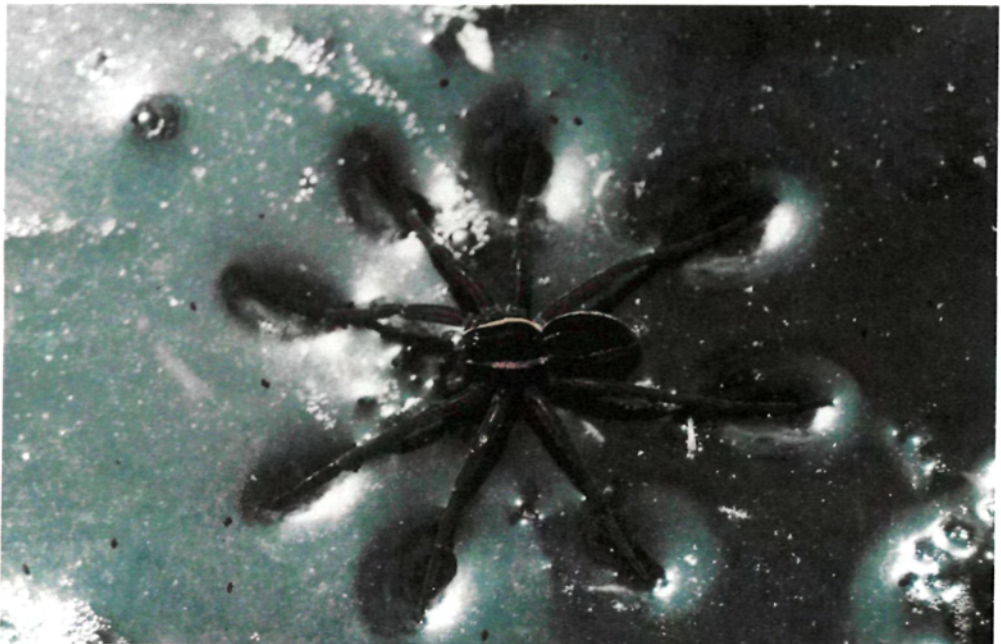


Abb. 10: *Dolomedes fimbriatus* (Jagdspinne), Körperlänge 12-18 mm.

Bearbeitungsaufwand:

Mit HEIMER & NENTWIG (1991) steht ein modernes Bestimmungswerk für die mitteleuropäische Spinnenfauna zur Verfügung. Die Bestimmung und die faunistisch-ökologische Bewertung der artenreichen Gruppe erfordern Spezialisten oder längere Einarbeitungszeit.

Bedeutung:

Spinnen gehören zu den arten- und individuenreichsten Gruppen im Wald. Sie stellen für alle Straten zahlreiche Indikatorarten und sind deshalb für eine Dokumentation der langfristigen Sukzession in Naturwaldreservaten und deren Bewertung gut geeignet.

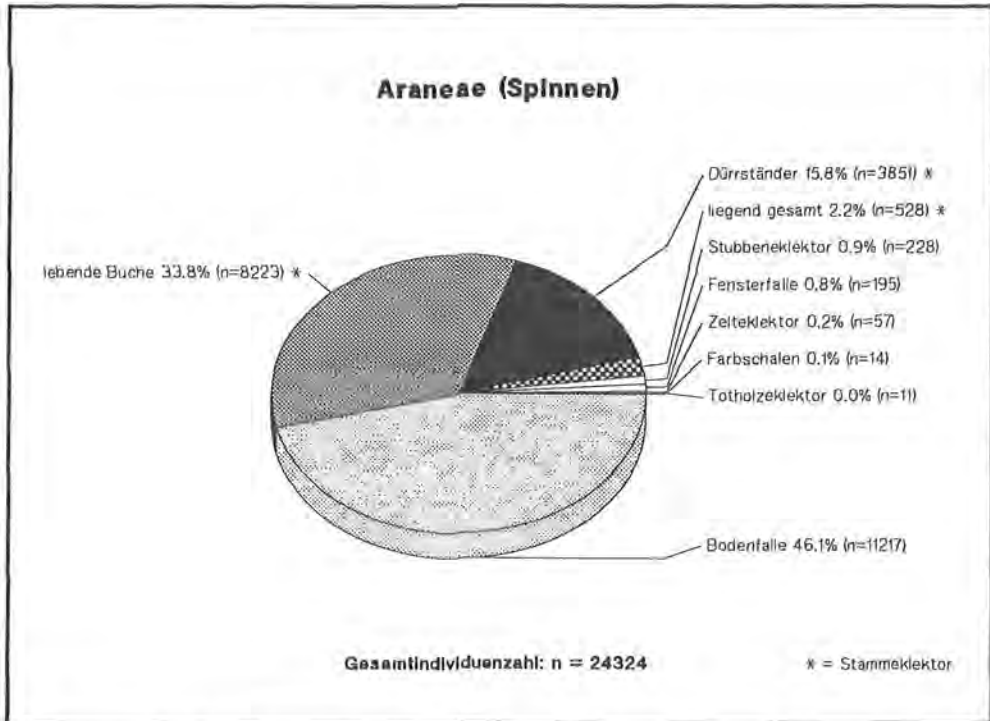


Abb. 11: Häufigkeitsverteilung der Araneae auf die verschiedenen Fallentypen.

Ordnung: Opiliones (Weberknechte)
(Abb. 12, 13)

Anzahl:

In Deutschland leben 42 Arten.

Lebensweise:

Die Arten besiedeln die verschiedensten terrestrischen Habitate, vorzugsweise die Laubstreu und die Humusschicht. Die meisten benötigen hohe Luftfeuchtigkeit und meiden warme und besonnte Orte. Viele Arten kommen vom Flachland bis ins Gebirge vor. Sie ernähren sich vorwiegend räuberisch von Arthropoden, teilweise auch von tierischem Aas und faulendem Obst. Einige Nahrungsspezialisten fressen Mollusken.



Abb. 12: *Ischyropsalis hellwigi* (Schneckenkanker), Körperlänge 5-8 mm.

Wald:

Eine Anzahl von Arten lebt in der Streu- oder Krautschicht der Wälder, einige an Baumstämmen.

Funde:

In den Untersuchungsgebieten wurden 3525 Opilioniden gefangen, entsprechend ihrer Hygrophilie im feuchten NWR "Schotten" fast sechsmal mehr, als im trockneren NWR "Neuhof". Während in "Schotten" die Bodenbewohner dominierten, waren es in "Neuhof" die Arten höherer Straten. Die höchsten Individuenzahlen wurden in beiden Gebieten in grasreichen Wegrand- und Waldwiesenbiotopen erzielt, die niedrigsten in vegetationsfreien Streuflächen. Insgesamt wurden 13 Arten, davon im NWR "Schotten" zwölf und im NWR "Neuhof" zehn nachgewiesen (Tab. 3). Damit wurden mehr als 30 % der hessischen Arten gefunden, es kann höchstens mit wenigen weiteren gerechnet werden. Im NWR "Schotten" wurde mit dem Schneckenkanker *Ischyropsalis hellwigi* eine in der Roten Liste BRD (BLAB et al. 1984) als gefährdet eingestufte Art gefunden (Anhang 2).

Methode:

2836 Individuen (68 %) wurden mit Bodenfallen, 1320 Individuen (32 %) mit Stammeklektoren und nur 15 Tiere mit anderen Methoden gefangen (Abb. 13). Zur repräsentativen qualitativen Erfassung der Weberknechte reicht der Einsatz von Bodenfallen und Stammeklektoren aus. Weitere geeignete Methoden sind gezielte Aufsammlungen mit Keschern und Klopfen.

Bearbeitungsaufwand:

Zur Determination müssen einige Arten genitalisiert werden. Mit MARTENS (1978) liegt ein modernes Bestimmungswerk mit umfassenden ökologischen Angaben für die mitteleuropäische Fauna vor.

Bedeutung:

Die Opilioniden sind gute Hygroindikatoren. Aufgrund der geringen Artenzahl in einheimischen Wäldern ist die Indikatoreigenschaft der Gruppe eingeschränkt.

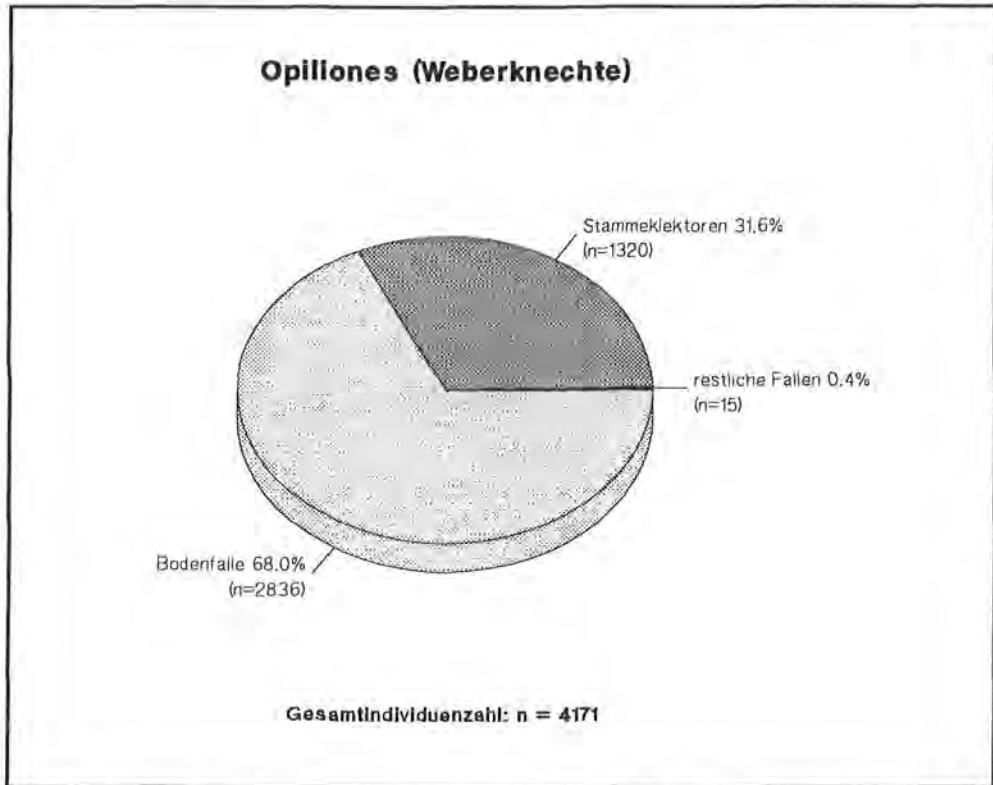


Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der Opillones auf die verschiedenen Fallentypen.

Ordnung: Acarina (Milben)

(Abb. 14, 15)

Anzahl:

Die Milben umfassen weltweit fünf Unterordnungen mit 180 Familien und ca. 10000 beschriebenen Arten. Etwa 2500 davon wurden bisher in Mitteleuropa nachgewiesen.

Lebensweise:

Die Ordnung umfaßt Räuber, Pflanzen-, Kot- und Aasfresser, Tier- und Pflanzenparasiten, Gallbildner sowie paraphage Arten. Die Hälfte aller bekannten Milbenarten lebt im Boden, etwa 500 mitteleuropäische Arten im Süß- oder Salzwasser.

Wald:

Viele Arten leben auch in Wäldern und erreichen dort mitunter sehr hohe Populationsdichten. Sie stellen die artenreichste Gruppe der Bodenarthropoden. Insbesondere die Hornmilben (Oribatei) sind als Falllaub- und Holzfresser wichtige Zersetzer des Bestandsabfalls, die Raubmilben (Parsitiformes) wichtige Feinde von anderen Milben, Collembolen und Nematoden. Auffallend sind die oft gelb oder rötlich gefärbten phoretischen Milben, die verschiedenste Insekten als Transportmittel benutzen.

Funde:

Trotz der hohen Zahl von 16639 Tieren sind die Milben in ihrer Häufigkeit sicher stark unterrepräsentiert (Tab. 3). Dies ist auf die Fang- und Auslesemethoden zurückzuführen, die nicht auf die Mesofauna ausgerichtet waren.



Abb. 14: *Trombidium holosericum* (Sammetmilbe), Körperlänge bis 4 mm.

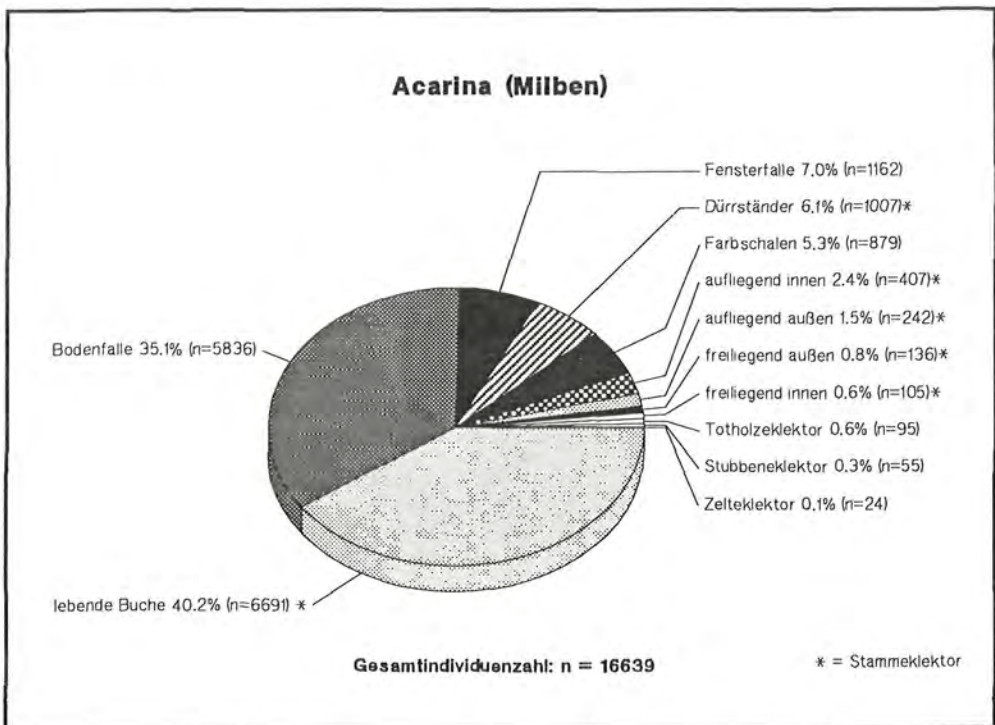


Abb. 15: Häufigkeitsverteilung der Acarina auf die verschiedenen Fallentypen.

Methode:

Von den eingesetzten Fallen erwiesen sich Stammeklektoren an lebenden Buchen und Bodenfallen als besonders fängig (Abb. 15). Bodenproben sind unverzichtbar, wenn die Milben repräsentativ erfaßt werden sollen. Bei der Auslese von Bodenfallen gehen bei den üblichen in der Entomologie verwendeten Sieben der Maschenweite von 1 mm sehr viele Individuen verloren.

Bearbeitungsaufwand:

Ein hoher technischer und personeller Aufwand entsteht für das Auslesen von Bodenproben. Die Arten sind schwer bestimmbar.

Bedeutung:

Die Milben sind nicht als Indikatorgruppe empfehlenswert, da sie einen sehr hohen Bearbeitungs- und Bestimmungsaufwand erfordern.

Klasse: Crustacea (Krebse)

Die Klasse umfaßt 13 einheimische Ordnungen, die bis auf die Isopoda alle aquatisch leben. Blinde Höhlenkrebse (*Niphargus* sp.) aus der Ordnung der aquatischen Amphipoda (Flohkrebse) traten in einigen Bodenfallen des feuchten Untersuchungsgebiets "Schotten" auf. Ein Flußkrebs (Familie Astacidae) aus der Ordnung Decapoda wurde in der Nidda beobachtet, die das NWR "Schotten" durchfließt (Tab. 3).

Ordnung: Isopoda (Asseln)

(Abb. 16, 17)

Anzahl:

49 terrestrische Arten leben in Deutschland.

Lebensweise:

Die Isopoden umfassen marine, limnische und terrestrische Arten. Letztere ernähren sich hauptsächlich von abgestorbenen Pflanzenteilen.

Wald:

Neben euryöken Arten, wie der Kellerassel, die fast kosmopolitisch im Freien und in Gebäuden vorkommt, besiedeln einige Arten die Streuschicht in Wäldern und an deren Rändern. In einem Waldgebiet können bis zu zehn Arten vorkommen. Sie erreichen bei entsprechenden Boden- und Feuchtigkeitsverhältnissen hohe Individuendichten und werden damit zu wichtigen Humusbereitern.

Funde:

Fünf Arten wurden in beiden Untersuchungsgebieten nachgewiesen, je drei in den Naturwaldreservaten "Schotten" und "Neuhof". Während die Artenzahl beider Gebiete gleich ist, unterscheidet sich die Artenzusammensetzung deutlich und die Siedlungsdichte drastisch (Tab. 3). Von 3500 in Fallen gefangenen Individuen wurden nur 106 im NWR "Neuhof" gefunden. In der Humuszersetzung fällt den Asseln je nach Standort eine völlig unterschiedliche Bedeutung zu. Saure Böden und weitgehend fehlende Bodenvegetation lassen keine hohen Populationsdichten aufkommen.

Methode:

Im NWR "Schotten" wurden nahezu alle Asseln mit Bodenfallen gefangen, im NWR "Neuhof" nur 47 %. 53 % wurden hier mit Eklektoren an stehenden Stämmen erbeutet. Mit diesen beiden Fallentypen (Abb. 17) wird die terrestrische Isopodenfauna qualitativ repräsentativ nachgewiesen.

Bearbeitungsaufwand:

GRUNER (1965, 1966) ermöglicht die Bestimmung der heimischen Arten weitgehend ohne präparativen Aufwand. Eine Einarbeitung in die Gruppe ist unter fachlicher Anleitung in relativ kurzer Zeit möglich.

Bedeutung:

Die Asseln eignen sich als Indikatoren für Nährstoffreichtum und Zustand der Bodenstreu.



Abb. 16: *Oniscus asellus* (Mauerassel), Körperlänge bis 18 mm.

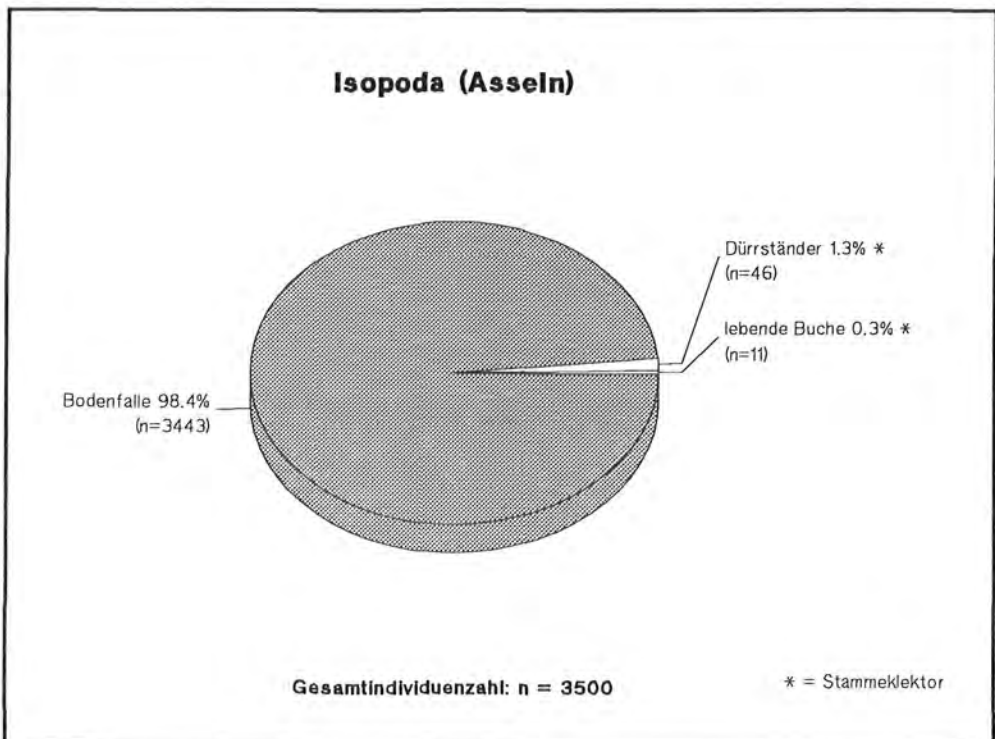


Abb. 17: Häufigkeitsverteilung der Isopoda auf die verschiedenen Fallentypen.

Klasse: Myriapoda (Tausendfüßer)
Unterklasse: Chilopoda (Hundertfüßer)
(Abb. 18, 19)

Die Chilopoda umfassen die vier Ordnungen der Scutigeromorpha (Spinnenläufer) mit nur einer in die Weinberge Südwestdeutschlands eingeschleppten Art, Lithobiomorpha (Steinläufer) mit 33 Arten, Scolopendromorpha (Riesenläufer) mit zwei Arten und Geophilomorpha (Erdläufer) mit 16 Arten. Aus praktischen Gründen wurden die Vertreter der verschiedenen Ordnungen gemeinsam ausgelesen und gezählt.

Anzahl:

Etwa 52 Arten kommen in Deutschland vor.

Lebensweise:

Alle Arten leben räuberisch im Boden, in der Streu, unter Steinen und unter der Rinde von Bäumen. Sie besiedeln eine Vielzahl von Biotopen (u. a. Gezeitenzone, Erlenbrüche, Xerothermstandorte, Kulurland, Hochgebirge). Es existieren sowohl hygrophile wie hygrophobe Arten.

Funde:

Elf Arten mit insgesamt 2093 Individuen wurden in beiden Untersuchungsgebieten nachgewiesen, in jedem NWR kamen acht Arten vor. Die Aktivitätsdichten in beiden Gebieten wiesen keine nennenswerten Unterschiede auf (Tab. 3).

Methode:

Fast alle Individuen wurden mit Bodenfallen oder Stammeklektoren an stehenden Buchen gefangen (Abb. 19). Zur repräsentativen Erfassung der Hundertfüßer sind zusätzlich Bodenproben und gezielte Aufsammlungen notwendig.

Bearbeitungsaufwand:

Die Scutigeromorpha und Scolopendromorpha können nach BROHMER (1988), die Lithobiomorpha nach EASON (1982) bestimmt werden. Für die Geophilomorpha existiert kein aktuelles Bestimmungswerk der einheimischen Fauna.



Abb. 18: *Lithobius forficatus* (Steinläufer), Körperlänge 20-32 mm.

Bedeutung:

Die Arten können als Thermo- und Hygroindikatoren verwendet werden.

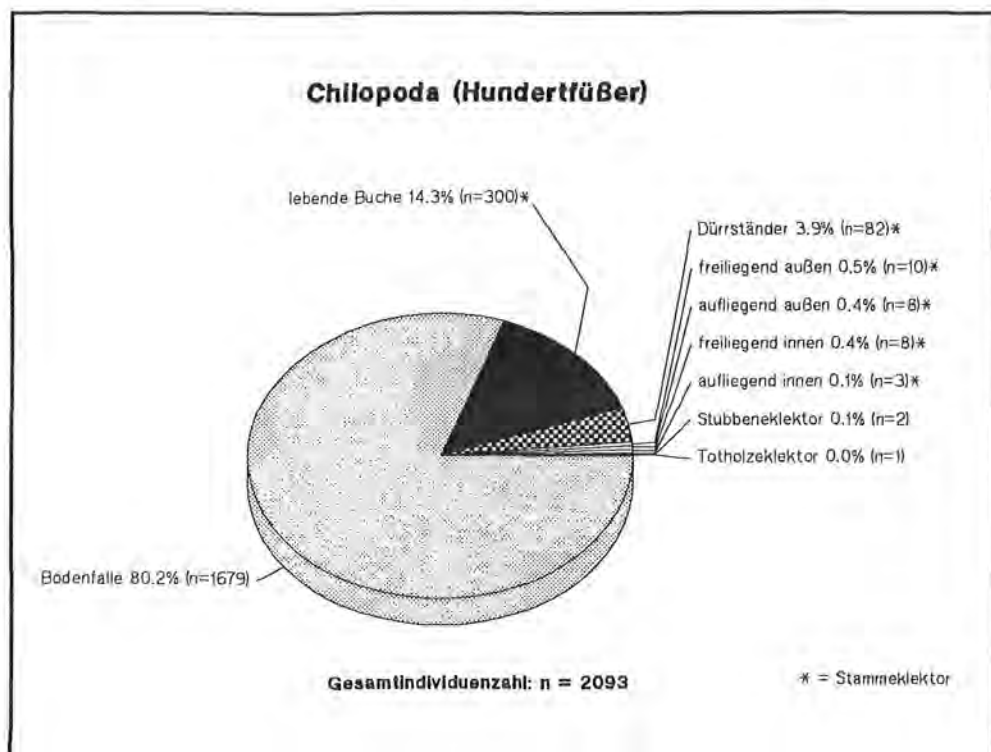


Abb. 19: Häufigkeitsverteilung der Chilopoda auf die verschiedenen Fallentypen.

Unterklasse und Ordnung: Symphyla (Zwergfüßer)

Anzahl:

Etwa 20 Arten leben in Mitteleuropa, sechs in Südwest-Deutschland (SPELDA 1991).

Lebensweise:

Die Tiere leben in feuchtigkeitsgesättigten Erdspalten und ernähren sich von Pflanzendetritus und feinen Wurzeln, weshalb sie auch als Pflanzenschädlinge gelten. Es sind kleine (bis 8 mm) weißliche Arten, über deren Biologie wenig bekannt ist (EISENBEIS & WICHARD 1985).

Wald:

Die Arten leben auch in feuchten Waldböden.

Funde:

keine

Methode:

Bodenproben, gezielte Aufsammlungen

Bearbeitungsaufwand:

Die Arten sind schwer bestimmbar, es liegt keine aktuelle Bearbeitung der einheimischen Fauna vor.

Bedeutung:

Da die Biologie der Arten kaum bekannt ist und die Tiere nur schwer bestimmbar sind, eignen sich die Symphylen nicht als Indikatorgruppe.

Unterklasse: Diplopoda (Doppelfüßer)

(Abb. 20, 21)

Anzahl:

Etwa 112 Arten leben in Deutschland, da aber insbesondere die Fauna der Alpen kaum untersucht ist, läßt sich keine genaue Artenzahl angeben. Die Unterklasse umfaßt die Ordnungen Polyxenida (Pinselfüßer) mit einer Art, Glomerida (Roltausendfüßer) mit 15 Arten, Polyzoniida (Saugfüßer) mit einer Art, Julida (Schnurfüßer) mit 57 Arten, Chordeumatida (Samenfüßer) mit 25 Arten und Polydesmida (Bandfüßer) mit 13 Arten. Sie werden im folgenden gemeinsam besprochen, da ihre Biologie sehr ähnlich ist.

Lebensweise:

Die Arten leben in der Streu, in Moospolstern, unter Steinen und unter Rinde. Sie sind wichtige Destruenten, die vorwiegend pflanzlichen Detritus abbauen, einige ernähren sich auch von weichen Teilen lebender Pflanzen. Die Arten sind hygrophil.

Wald:

Viele Arten leben in Wäldern in den oben genannten Habitaten.

Funde:

Von 1721 Individuen aus 13 Arten wurden nur 246 aus vier Arten im NWR "Neuhof", dagegen 1465 aus zwölf Arten im NWR "Schotten" gefangen (Tab. 3). Die deutlich höheren Niederschlagsmengen im NWR "Schotten" sind wahrscheinlich der Grund für diesen Unterschied (siehe Lebensweise).

Methode:

Bodenfallen und Eklektoren an stehenden Bäumen lieferten fast das gesamte Diplopodenmaterial (Abb. 21). Gezielte Aufsammlungen mit Sieben von Streu und Wenden von Steinen und Hölzern sind zur repräsentativen Erfassung der Fauna notwendig. Auch die Suche in Ameisennestern ist empfehlenswert.



Abb. 20: Doppelfüßer *Strongylosoma pallipes*, Körperlänge 16-23 mm.

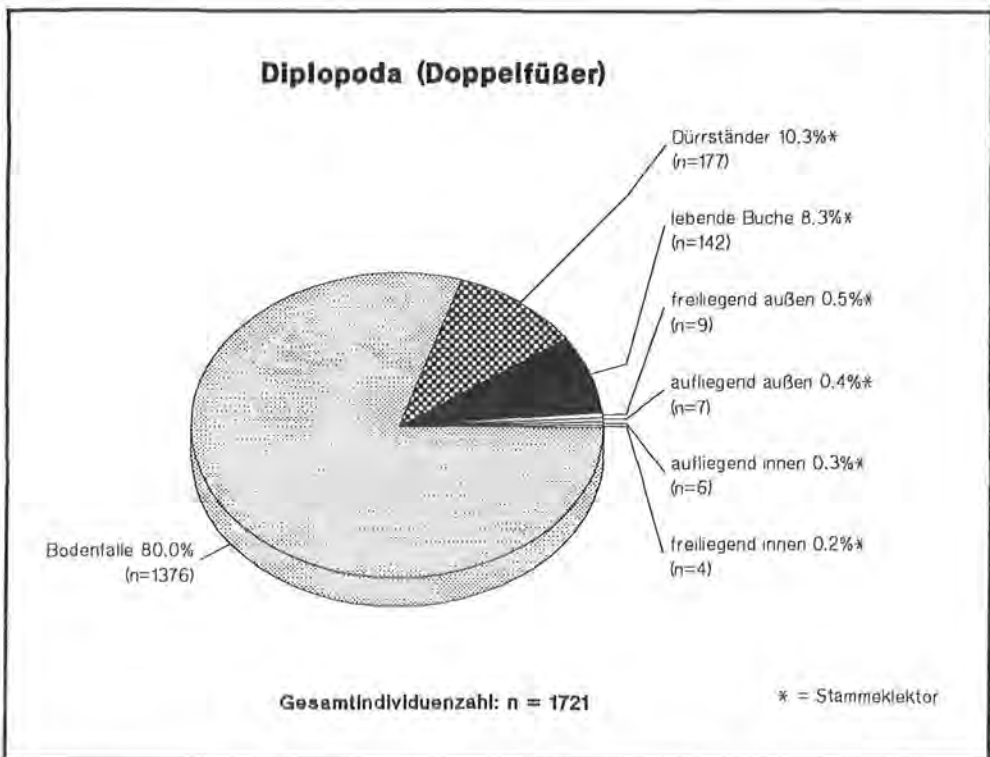


Abb. 21: Häufigkeitsverteilung der Diplopoda auf die verschiedenen Fallentypen.

Bearbeitungsaufwand:

Die Artbestimmung ist schwierig und erfordert meist das Herauspräparieren der Gonopoden. Aktuelle Bestimmungsliteratur für die einheimische Fauna existiert nicht, es muß auf die systematisch veraltete Arbeit von SCHUBART (1934) zurückgegriffen werden.

Bedeutung:

Die Gruppe umfaßt viele stenöke Arten. Zahlreiche haben ihre Verbreitungsgrenze in Deutschland. Da umfangreichere Arbeiten zur Biologie der Diplopoden erst in Vorbereitung sind, die Bestimmung schwierig ist und keine aktuelle Literatur hierzu vorliegt, sind die Arten derzeit nicht als vorrangige Sukzessionsindikatoren geeignet.

Unterklasse und Ordnung: Pauropoda (Wenigfüßer)

Anzahl:

Etwa 50 Arten leben in Mitteleuropa, 18 in Südwest-Deutschland (SPELDA 1991).

Lebensweise:

Die kleinen Arten leben in feuchten Böden von Wäldern, Wiesen und Feldern, oft unter Steinen, Holz und Laub. Sie ernähren sich von Detritus.

Wald:

Die Arten können in Wäldern hohe Individuenzahlen erreichen.

Funde:

keine

Methode:

Bodenproben, gezielte Aufsammlung. Das eingesetzte Fallenspektrum eignet sich nicht zum Nachweis der Pauropoden.

Bearbeitungsaufwand:

Die Artbestimmung ist schwierig. Es existiert keine aktuelle Bestimmungsliteratur für die einheimische Fauna.

Bedeutung:

Die Arten können als Hygroindikatoren verwendet werden. Sie sind aber aufgrund ihrer schwierigen Bestimmbarkeit nicht als vorrangige Sukzessionsindikatoren geeignet.

Klasse Insecta (Insekten)**Ordnung: Diplura (Doppelschwänze)**

(Abb. 22)

Anzahl:

13 einheimische Arten kommen vor.

Lebensweise:

Sie leben am Boden, wo sie sich räuberisch oder von Detritus und Pilzhypen ernähren. Viele Arten sind feuchtigkeitsliebend, die Familie der Japygidae gilt als thermophil (EISENBEIS & WICHARD 1985).

Wald:

Man findet sie unter Moos und Steinen, im Boden an Stammfüßen, in Baumstümpfen oder unter Rinde.

Funde:

Alle 158 nachgewiesenen Tiere wurden ausschließlich mit Bodenfallen gefangen. Auffällig ist die fast dreimal höhere Aktivitätsdichte im NWR "Neuhof" (Tab. 3).



Abb. 22: Doppelschwanz der Gattung *Campodea*, Körperlänge 3-5 mm.

Methode:

Bodenproben, Bodenfallen

Bearbeitungsaufwand:

Die Tiere müssen zur Bestimmung seziiert und anschließend als Dauerpräparate untersucht werden. Die Bestimmung der mitteleuropäischen Arten kann nach PALISSA (1964) erfolgen.

Bedeutung:

Die Gruppe eignet sich schlecht für Sukzessionsuntersuchungen, da die Arten schwer bestimmbar sind.

Ordnung: Protura (Beintaster)

(Abb. 23)

Anzahl:

Von den ca. 80 europäischen Arten leben 17 in Deutschland.

Lebensweise:

Sie halten sich am Boden unter Moos, Steinen oder Rinde oder im Boden bis ca. 10 cm Tiefe auf und sind sehr feuchtigkeitsliebend. Die Arten ernähren sich von Pilzhypen, insbesondere an Mykorrhiza, ob einige Arten auch räuberisch leben, ist nicht gesichert.

Wald:

Die Proturen sind hauptsächlich im Wurzelbereich von Bäumen in Laub-, Misch- und Nadelwäldern zu finden, aber auch auf Wiesen. Im Humus, der Streuschicht oder in Moderholz können sie mitunter in hoher Abundanz auftreten.

Funde:

keine

Methode:

Bodenproben, Aufsammlungen. Das eingesetzte Methodenspektrum eignet sich nicht zum Nachweis dieser Gruppe.

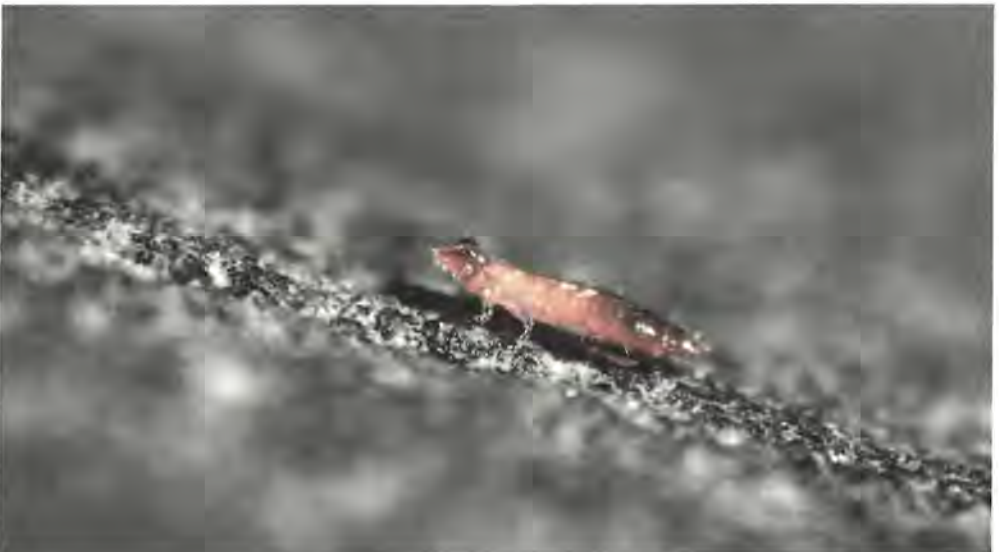


Abb. 23: Beintaster der Gattung *Eosentomon*, Körperlänge bis 1,5 mm.

Bearbeitungsaufwand:

Die Bestimmung kann nach NOSEK (1973) erfolgen. Sie ist sehr aufwendig, da die ölimersionsmikroskopische Untersuchung von Dauerpräparaten erforderlich ist.

Bedeutung:

Die Gruppe eignet sich schlecht für Sukzessionsuntersuchungen, da die Arten nur mit großem Aufwand bestimmt werden können und über ihre Lebensweise wenig bekannt ist.

Ordnung: Collembola (Springschwänze)
(Abb. 24, 25)**Anzahl:**

300 Arten kommen in Mitteleuropa vor.

Lebensweise:

Sie leben auf dem Boden und in der oberen Bodenschicht, einige Arten auch an Pilzen, Baumstämmen, in Höhlen, in Ameisennestern, auf dem Wasser oder auf Schnee. Die Springschwänze kommen nur an Orten hoher Luftfeuchtigkeit vor. Die meisten Arten sind unspezifische Detritusfresser, einige auch phytophag.

Wald:

Die Springschwänze sind wesentliche Humusbildner, da sie Fallaub fressen. Sie erreichen hohe Populationsdichten (bis zu 2000 Individuen pro Liter Waldhumus).



Abb. 24: Springschwanz der Familie Entomobryidae, Körperlänge ca. 5 mm.

Funde:

Trotz der hohen Zahl von 109028 Individuen bei den Fallenfängen (Tab. 3), sind die Springschwämme in ihrer Häufigkeit sicher stark unterrepräsentiert. Dies ist auf die Fang- und Auslesemethoden zurückzuführen, die nicht auf die Mesofauna ausgerichtet waren.

Methode:

59,9 % der Tiere wurden in Bodenfallen, 39 % in Stammeklektoren gefangen (Abb. 25). Bodenproben sind für die repräsentative Erfassung von Collembolen zusätzlich erforderlich. Bei der Auslese der Bodenfallen müssen besonders feine Siebe verwendet werden. Bei den üblichen in der Entomologie verwendeten Sieben der Maschenweite von 1 mm macht der Verlust an Individuen im Vergleich zur Benutzung einer Gaze (Maschenweite 0,25 mm) nach unseren Untersuchungen 25 % aus!

Bearbeitungsaufwand:

Präparation und Bestimmung sind sehr aufwendig. Die Tiere müssen jeweils in speziellen Flüssigkeitsgemischen entfettet, aufgehellert und als Dauerpräparate eingebettet werden. Die Bestimmung muß mikroskopisch erfolgen. Zur Determination der europäischen Arten kann GISIN (1960) verwendet werden.

Bedeutung:

Die Collembolen sind wichtige Indikatoren für die Zersetzung der Bestandsabfälle. Da die Arten aber nur unter großem Aufwand zu bestimmen sind, ist die Gruppe für Sukzessionsuntersuchungen nicht zu empfehlen.

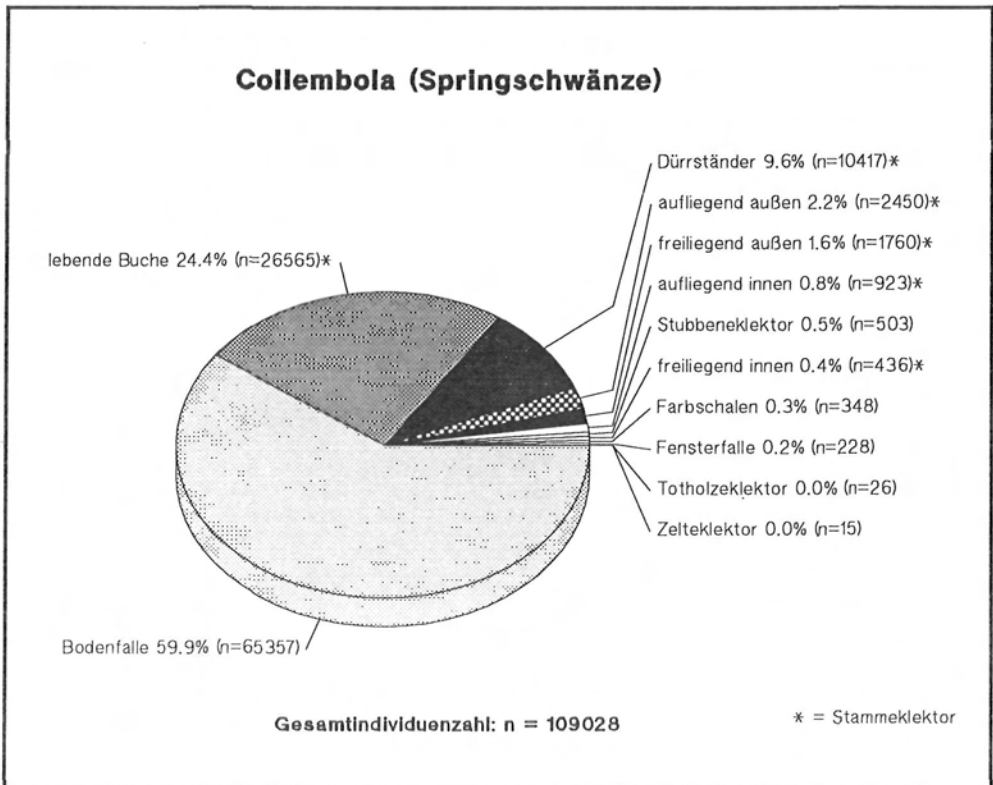


Abb. 25: Häufigkeitsverteilung der Collembola auf die verschiedenen Fallentypen.

Ordnung: Archaeognatha (Felsenspringer) (Abb. 26)

Anzahl:

Von den 17 mitteleuropäischen Arten sind neun in Deutschland heimisch.

Lebensweise:

Die meisten Arten leben in Geröll- und Schuttflächen der Alpen. Dort kommen sie von niedrigen Lagen hinauf bis über die Waldgrenze vor. Sie fressen Algen, Flechten und Moose.

Wald:

Viele Arten sind Bewohner gesteinsreicher Laub- und Nadelwälder. Mitunter werden sie unter Baumrinde gefunden.

Funde:

keine

Methode:

Bodenfallen, gezielte Aufsammlung



Abb. 26: Felsenspringer *Lepismachilis y-notata*, Körperlänge ca. 9 mm.

Bearbeitungsaufwand:

Die Bestimmung kann nach JANETSCHEK (1954) erfolgen. Sie ist schwierig, da auf Färbungsmerkmale zurückgegriffen wird, die sich in der Fangflüssigkeit oft verändern.

Bedeutung:

Da die Arten schwer bestimmbar sind und ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Alpen haben, eignet sich die Gruppe schlecht für Sukzessionsuntersuchungen.

Ordnung: Zygentoma (Silberfischchen)
(Abb. 27)

Anzahl:

Sechs Arten leben in Deutschland.

Lebensweise:

Bis auf *Atelura formicaria*, die in Ameisennestern warmer Standorte lebt, halten sich alle übrigen Arten nur an warmen Plätzen in Gebäuden auf.

Wald:

Es existieren keine ausgesprochenen Waldarten.

Funde:

keine

Methode:

Suche in Ameisennestern

Bearbeitungsaufwand:

Die Art kann nicht verwechselt werden.

Bedeutung:

Atelura formicaria sollte als Thermoindikator verwendet werden, sofern Ameisenuntersuchungen durchgeführt werden.



Abb. 27: *Atelura formicaria* (Ameisengast), Körperlänge 4-6 mm.

Ordnung: Ephemeroptera (Eintagsfliegen)
(Abb. 28)

Anzahl:

In Deutschland leben 74 Arten.

Lebensweise:

Die Larven der einheimischen Eintagsfliegen bewohnen Fließgewässer, einige auch Seen, Teiche oder sogar Tümpel. Die Entwicklungszeit der meisten Arten beträgt etwa

ein Jahr, während die erwachsenen Tiere in der Umgebung von Gewässern nur wenige Stunden bis Tage leben und - ohne Nahrung aufzunehmen - sich nur der Fortpflanzung widmen.

Wald:

Etwa 25 % der einheimischen Arten leben im Larvenstadium in Bergbächen und Quellen - Lebensräumen, die oft in Waldgebieten liegen. Adulte erscheinen im Wald nur kurzfristig, lediglich bei Massenaufreten können sie als Nahrung für andere Tiere von Bedeutung sein.

Funde:

In den Fallen und bei Begehungen wurden nur wenige adulte Eintagsfliegen nachgewiesen. Im NWR "Neuhof" wurde nur ein Exemplar gefunden, für Ephemeropteren geeignete Lebensräume fehlen dort. Im NWR "Schotten" gibt es geeignete Habitate. In den Bachläufen wurden zahlreiche Larven gefunden, mit Fallen und bei Aufsammlungen aber nur acht Imagines gefangen (Tab. 3).

Methode:

Die eingesetzten Fallen eignen sich nicht zur qualitativen Erfassung der adulten Eintagsfliegen. Zum Nachweis der Ephemeropterenarten müssen neben Aufsammlungen von Larven aufwendige Emergenzfallen zum Fang der Imagines eingesetzt werden.

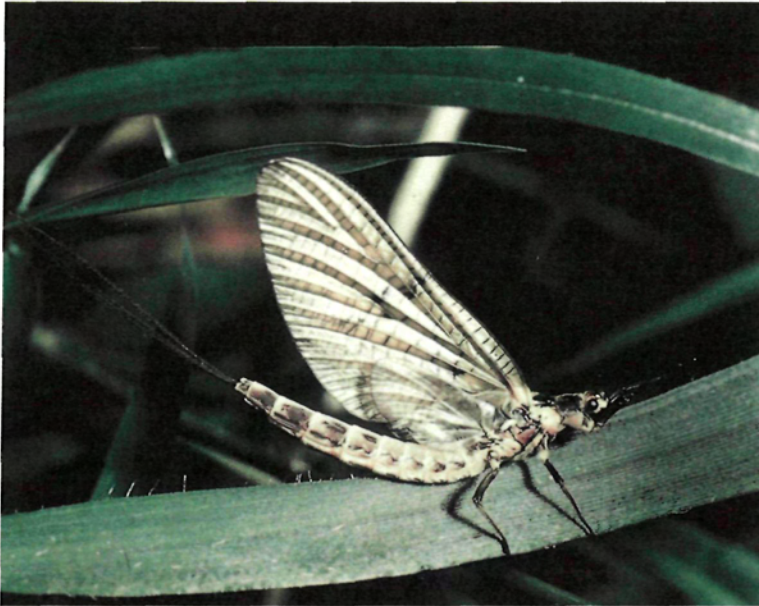


Abb. 28: Eintagsfliege der Gattung *Ephemera*, Körperlänge ohne Schwanzborsten ca. 25 mm.

Bearbeitungsaufwand:

Es existiert kein aktuelles Bestimmungswerk für die deutsche Fauna, das letzte wurde von SCHOENEMUND (1930) verfaßt. Der heutige Stand der Kenntnis, insbesondere über die Larven, ist nur durch Spezialliteratur zugänglich.

Bedeutung:

Eintagsfliegen sind nur als Indikatoren für Fließgewässer in Wäldern geeignet.

Ordnung: Odonata (Libellen) (Abb. 29)

Anzahl:

86 Arten leben in Deutschland.

Lebensweise:

Die Libellen sind aufgrund ihrer aquatisch lebenden Larven eng an Gewässerhabitate gebunden. Die Ordnung umfaßt viele hochspezialisierte Arten, die sich nur in bestimmten Gewässertypen entwickeln können. Einige Arten führen weite Wanderflüge durch.

Wald:

Die wandernden Arten werden in Einzelfällen in Wäldern nachgewiesen. Lediglich in solchen mit größeren Wasserflächen (Auwälder etc.) können Libellen vermehrt auftreten und wichtige Prädatoren darstellen.

Funde:

Lediglich ein Tier wurde im NWR "Schotten" in einer Fensterfalle gefangen, ein weiteres einer zweiten Art wurde im NWR "Neuhof" beobachtet (Tab. 3). In beiden Gebieten fehlen geeignete Gewässer für die Larven.

Methode:

Beobachtung an Gewässern, gezielter Fang. Fallen für den automatisierten repräsentativen Fang existieren nicht.

Bearbeitungsaufwand:

Die Imagines können lebend bestimmt werden. BELLMANN (1987) gibt Bestimmungsschlüssel für Larven und Adulte.



Abb. 29: *Cordulegaster bidentatus* (Gestreifte Quelljungfer), Körperlänge 75-88 mm.

Bedeutung:

Libellen werden häufig in Gutachten als Indikatoren für Gewässergüte und -zustand verwendet. Da sie aber keine typischen Waldbewohner umfassen, eignen sie sich nicht generell als Sukzessionsindikatoren in Wäldern.

Ordnung: Plecoptera (Steinfliegen)
(Abb. 30, 31)**Anzahl:**

113 Arten sind aus Deutschland bekannt.

Lebensweise:

Die Larven leben fast ausschließlich in Fließgewässern, einige wenige Arten in der Brandungszone von Seen. Erwachsene Tiere halten sich in der Nähe von Gewässern in der Kraut-, Strauch- und Baumvegetation auf und weiden dort Algen und Flechten ab.

Wald:

Die meisten einheimischen Steinfliegenarten besiedeln die Oberläufe von Fließgewässern. In Bergwäldern mit vielen Rinnsalen und Bächen können adulte Plecopteren hohe Populationsdichten erreichen. Sie werden zu starken Nahrungskonkurrenten anderer Tiere und zu einer wichtigen Beutegruppe.

Funde:

4563 Steinfliegen wurden mit Fallen gefangen (Tab. 3). Im NWR "Neuhof" wurde nur ein Tier nachgewiesen, dort fehlen die aquatischen Lebensräume für die Larven. Im NWR "Schotten" zählen erwachsene Plecopteren zu den dominierenden Gruppen in der gewässernahen Vegetation.



Abb. 30: Steinfliege *Perla bipunctata*, Körperlänge ohne Cerci 18-28 mm.

Methode:

Besonders Stammeklektoren an Dürrständern, aber auch an lebenden Buchen eignen sich gut zum Fang von Steinfliegen (Abb. 31). Ob die eingesetzten Methoden qualitativ den Artenbestand erfassen, kann nur durch eine Artanalyse ermittelt werden.

Bearbeitungsaufwand:

Die Arbeiten von ILLIES (1955, 1963) behandeln die Fauna von Deutschland. Es müssen zwar häufig sekundäre Geschlechtsmerkmale zur Bestimmung herangezogen werden, eine besondere Präparation ist aber in der Regel dazu nicht notwendig.

Bedeutung:

Steinfliegen können zur Bewertung von Fließgewässern in Wäldern genutzt werden.

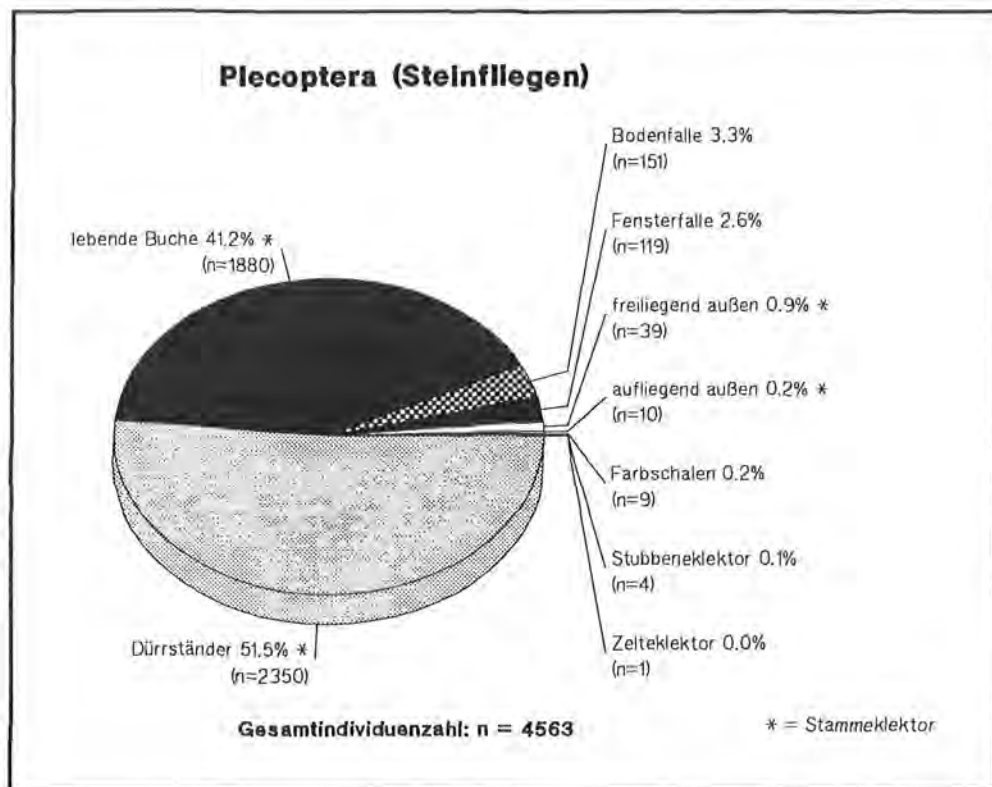


Abb. 31: Häufigkeitsverteilung der Plecoptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Ordnung: Blattaria (Schaben)

(Abb. 32, 33)

Anzahl:

Zehn Arten kommen in Deutschland vor.

Lebensweise:

Schaben sind Allesfresser, die sich vorrangig von vermodernden Pflanzenteilen ernähren. Einige Arten leben synanthrop und sind nahezu kosmopolitisch verbreitet. Viele Schaben sind thermophil.

Wald:

Sechs der einheimischen Arten leben in Wäldern, insbesondere an deren besonnten Rändern und ähnlichen warmen Habitaten. Dort können sie in großen Individuenzahlen vorkommen und für den Abbau der Bestandsabfälle bedeutend sein.



Abb. 32: *Ectobius sylvestris* (Waldschabe), Körperlänge 6-10 mm.

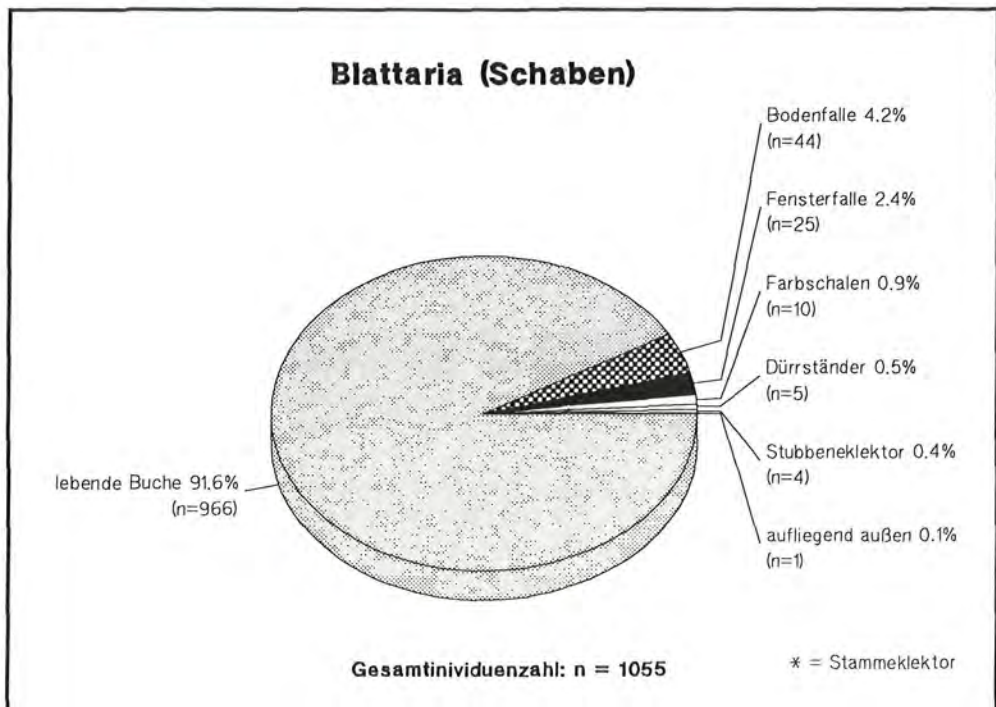


Abb. 33: Häufigkeitsverteilung der Blattaria auf die verschiedenen Fallentypen.

Funde:

Entsprechend ihrer Thermophilie treten Schaben im NWR "Neuhof" mit 1027 gefangenen Individuen weit häufiger auf als im NWR "Schotten" (28 Individuen) (Tab. 3). In beiden untersuchten Naturwaldreservaten wurden die selben Arten *Ectobius lapponicus* und *E. silvestris* nachgewiesen, letztere gilt als Art des Berg- und Hügellandes.

Methode:

Eklektoren an lebenden Buchen fingen 91,6 % aller Tiere (Abb. 33). Obwohl Schaben häufig in der Streu- und Krautschicht beobachtet werden konnten, wurden sie nur selten mit Bodenfallen gefangen.

Bearbeitungsaufwand:

Die Bestimmung kann nach BROHMER (1988) erfolgen. Eine moderne Bearbeitung der europäischen Fauna bieten HARZ & KALTENBACH (1976).

Bedeutung:

Die Arten eignen sich als Indikatoren für die Wärmetönung und die Montanität von Gebieten. Allerdings sind in einem Gebiet kaum mehr als drei Arten zu erwarten, so daß die Aussagekraft der Gruppe sehr begrenzt bleibt. Sie ist daher nicht als vorrangiger Sukzessionsindikator zu empfehlen. Aufgrund der recht einheitlichen Ökologie der einheimischen Waldarten erscheint eine Bearbeitung auf Ordnungsebene mit stichprobenartiger Artdetermination als ausreichend.

Ordnung: Ensifera (Langfühlerschrecken)

(Abb. 34, 35)

Anzahl:

In Deutschland leben 35 Arten. Zu ihnen zählen die Familien der Tettigoniidae (Laubheuschrecken), Rhaphidophoridae (Höhlenschrecken), Gryllidae (Grillen) und Gryllotalpidae (Maulwurfgrillen). Früher wurde die Ordnung mit der folgenden Ordnung Caelifera (Kurzfühlerschrecken) zusammen als Ordnung Saltatoria (Springschrecken) angesehen. In der Vorlaufphase wurden die Funde aus praktischen Gründen nach dieser Systematik sortiert, so daß in Abb. 35 und Tab. 3 nur die Saltatoria aufgeführt sind. Bei den Fallenfängen beider Gebiete handelt es sich aber ganz überwiegend um Vertreter der Ordnung Ensifera.

Lebensweise:

Die Ordnung umfaßt sowohl phytophage wie carnivore Arten. Sie besiedeln alle Straten, mitunter in hohen Individuendichten.

Wald:

Viele Arten leben auch in Wäldern auf Laub- und Nadelholz, auf Gebüsch und in Grasflächen der Lichtungen und Wälder, wo sie wichtige Phytophagen und Prädatoren darstellen. Eine Anzahl Arten lebt in warmen Waldrandbiotopen.

Funde:

Bislang wurden vier Arten nachgewiesen, davon drei im NWR "Neuhof" und zwei im NWR "Schotten". In den Roten Listen (INGRISCH 1979, BLAB et al. 1984) wird die Laubholz-Säbelschrecke (*Barbitistes serricauda*) als gefährdet aufgeführt (Anhang 2). Dominierend tritt in beiden Gebieten die Gemeine Eichenschrecke (*Meconema thalassinum*) auf, die im Kronenraum ein wichtiger Prädatator ist. Qualitativ dürfte das Artenspektrum der Langfühlerschrecken in den Untersuchungsgebieten gut erfaßt sein.

Methode:

Stammeklektoren, Keschern, Klopfen.



Abb. 34: *Meconema thalassinum* (Gemeine Eichenschrecke), Körperlänge 11-15 mm.

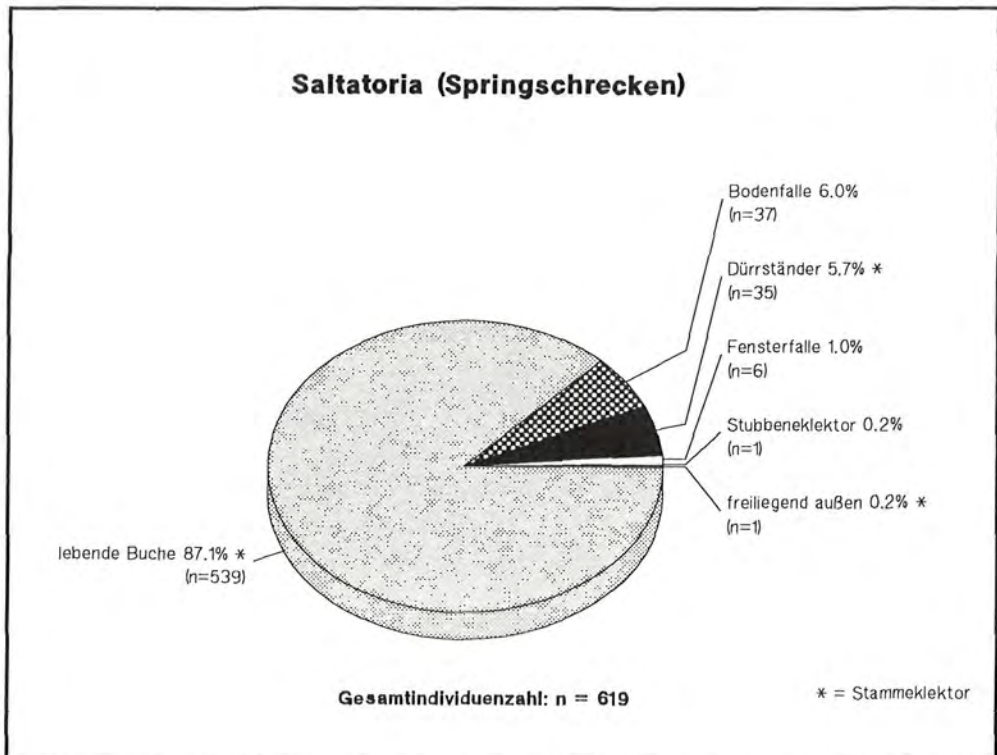


Abb. 35: Häufigkeitsverteilung der Saltatoria auf die verschiedenen Fallentypen.

Bearbeitungsaufwand:

Die Bestimmung kann nach BELLMANN (1985) oder HARZ (1969) und HARZ & KALTENBACH (1976) erfolgen. Viele Arten können lebend im Gelände bestimmt werden (z. B. mit GREIN & IHSEN 1985).

Bedeutung:

Die Langfühlerschrecken sind gute Thermo- und Hygroindikatoren. Aufgrund ihrer geringen Artenzahl in Wäldern bleibt ihre Aussagekraft allerdings begrenzt.

Ordnung: Caelifera (Kurzfühlerschrecken)

(Abb. 35, 36)

Anzahl:

43 Arten kommen in Deutschland vor, die zu den Familien Tetrigidae (Dornschröcken), Catantopidae (Knarrschrecken) und Acrididae (Feldheuschrecken) gehören. In Abb. 35 und Tab. 3 sind die Arten gemeinsam mit denen der Ordnung Ensifera als Ordnung Saltatoria gelistet (siehe Anmerkungen unter "Ordnung Ensifera").

Lebensweise:

Alle Arten sind reine Pflanzenfresser, viele ernähren sich von Gräsern. Die meisten Arten leben in Feuchtgebieten oder an Trockenstandorten.

Wald:

Wälder hat nur eine Art als Hauptlebensraum, vier weitere Arten bevorzugen Waldränder und Lichtungen.



Abb. 36: Dornschröcke der Gattung *Tetrix*, Körperlänge 8-14 mm.

Funde:

Von insgesamt fünf nachgewiesenen Arten wurden vier im NWR "Neuhof" gefunden, darunter mit der Zweipunkt-Dornschröcke (*Tetrix bipunctata*) eine nach der Roten Liste Hessen (INGRISCH 1979) bedrohte Art (Anhang 2), und nur eine einzige im NWR "Schotten". In Fallen wurden nur zwei dieser Arten in geringen Individuenzahlen

gefangen. Neben einer typischen Waldrandart traten nur Graslandbewohner auf. Die Feldheuschrecken wurden durch das eingesetzte Fallenspektrum qualitativ nicht ausreichend erfaßt.

Methode:

Keschern, Gesangskartierung. Fallen für den automatisierten repräsentativen Fang existieren nicht. In den grasigen Teilhabensräumen sollten gezielte Aufsammlungen mit Keschern in den Monaten August bis September durchgeführt werden.

Bearbeitungsaufwand:

Die Determination kann nach BELLMANN (1985) oder HARZ (1975) und HARZ & KALTENBACH (1976) erfolgen. Viele Arten können nach GREIN & IHSEN (1985) lebend im Gelände bestimmt werden.

Bedeutung:

Feldheuschrecken können als Indikatoren für eine ausreichende Krautschicht in Lichungen dienen.

Ordnung: Dermaptera (Ohrwürmer) (Abb. 37, 38)

Anzahl:

Sieben Arten leben in Deutschland.

Lebensweise:

Die Arten nutzen ein breites Nahrungsspektrum, das von pflanzlichem und tierischem Detritus über zarte Pflanzenteile bis hin zu Insekten reicht. Sie gelten daher sowohl als Nützlinge (Verzehr von Insekteneiern, -larven und Blattläusen) als auch als Schädlinge (Fraß an Sämlingen). Die Ohrwürmer sind hygrophil.

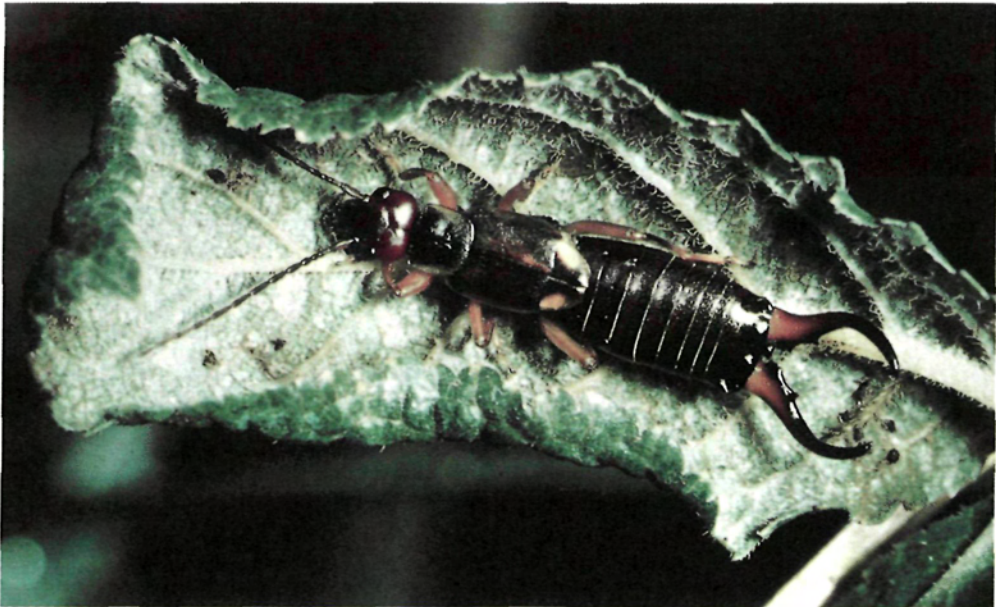


Abb. 37: *Forficula auricularia* (Gemeiner Ohrwurm), Körperlänge 9-16 mm.

Wald:

Etwa vier Arten können in hessischen Wäldern erwartet werden. Waldohrwürmer (*Chelidurella acanthopygia*) spielen aufgrund ihrer hohen Individuenzahlen eine wichtige Rolle in der Wald-Biozönose.

Funde:

In beiden Gebieten wurden hohe Individuenzahlen (NH: 4999, SC: 3681) gefunden. Es wurden zwei Arten im NWR "Schotten" nachgewiesen, eine davon auch im NWR "Neuhof" (Tab. 3).

Methode:

81,7 % der Tiere wurden in Eklektoren an lebenden Buchen gefangen (Abb. 38). Bodenfallen, Keschern und Klopfen sollten ebenfalls zum Nachweis von Dermapteren eingesetzt werden.

Bearbeitungsaufwand:

Die Bestimmung ist relativ einfach und kann nach BROHMER (1988) oder HARZ & KALTENBACH (1976) erfolgen.

Bedeutung:

Da in Wäldern nur maximal vier euryöke Arten erwartet werden können, ist ihr Indikatorwert für die Walsukzession gering. Aufgrund ihrer hohen Individuenzahlen können Ohrwürmer aber wichtige Glieder in der Nahrungskette darstellen. Wegen der recht einheitlichen Ökologie der einheimischen Waldarten erscheint eine Bearbeitung auf Ordnungsebene mit stichprobenartiger Artdetermination als ausreichend.

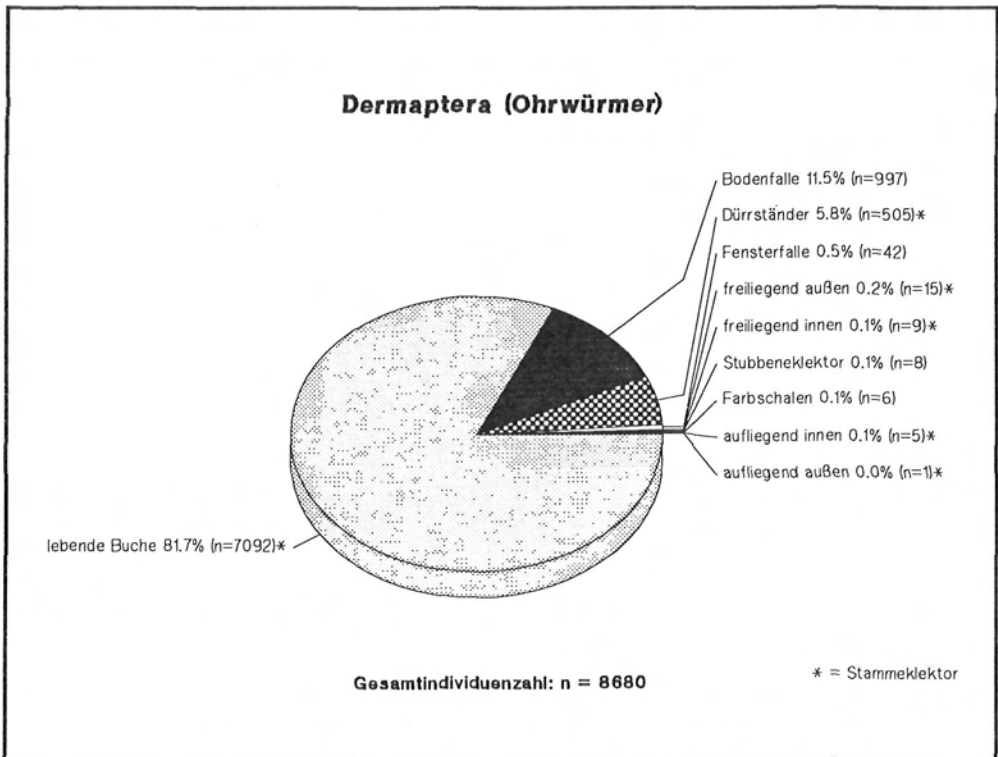


Abb. 38: Häufigkeitsverteilung der Dermaptera auf die verschiedenen Fallentypen

Ordnung: Psocoptera (Rinden-, Staubläuse)

(Abb. 39, 40)

Anzahl:

In Deutschland wurden bislang 92 Arten nachgewiesen.

Lebensweise:

Die Rindenläuse ernähren sich von Pilz-, Algen- und Flechtenaufwuchs auf Rinde, Blättern und Steinen. Die meisten Arten leben auf Bäumen und Sträuchern, einige auch in Höhlen, Nestern und Häusern. Die Arten sind feuchtigkeitsliebend und meiden Zugluft und Sonnenbestrahlung.

Wald:

Viele der foliicolen und corticolen Arten leben auf Bäumen und Büschen der Wälder, einige in der Krautschicht oder in der Bodenstreu.

Funde:

Bislang konnten in den Untersuchungsgebieten 23 Arten nachgewiesen werden, davon 21 im NWR "Neuhof" und zwölf im NWR "Schotten" (Tab. 3). Nach SCHNEIDER (briefliche Mitteilung) sind *Kolbea quisquiliarum* und *Ectopsocus briggsi* neu für die hessische Fauna (Anhang 2).

Methode:

Fast alle eingesetzten Fallentypen tragen zum Fang von Psocopteren bei (Abb. 40). Besonders geeignet sind Bodenfallen, Stammeklektoren, Fensterfallen und Stubbeneklektoren. Zusätzlich sollten gezielte Aufsammlungen durchgeführt werden (Staubsauger, Keschern, Klopfen und Sieben).

Bearbeitungsaufwand:

Einige Arten müssen zur Bestimmung genitalisiert werden. Von den Extremitäten und den mazerierten und gefärbten Genitalien müssen mikroskopische Dauerpräparate angefertigt, die restlichen Körperteile in Alkohol oder als Trockenpräparat aufbewahrt werden. Da bei der Flüssigkonservierung eine Entfärbung kaum zu vermeiden ist, muß die Farbe der Tiere notiert werden, was bei Fallenmaterial nicht mehr möglich ist, da die Tiere bereits mehr oder weniger durch die Fallenflüssigkeit entfärbt sind. Die Bestimmung kann nach GÜNTHER (1974) erfolgen.

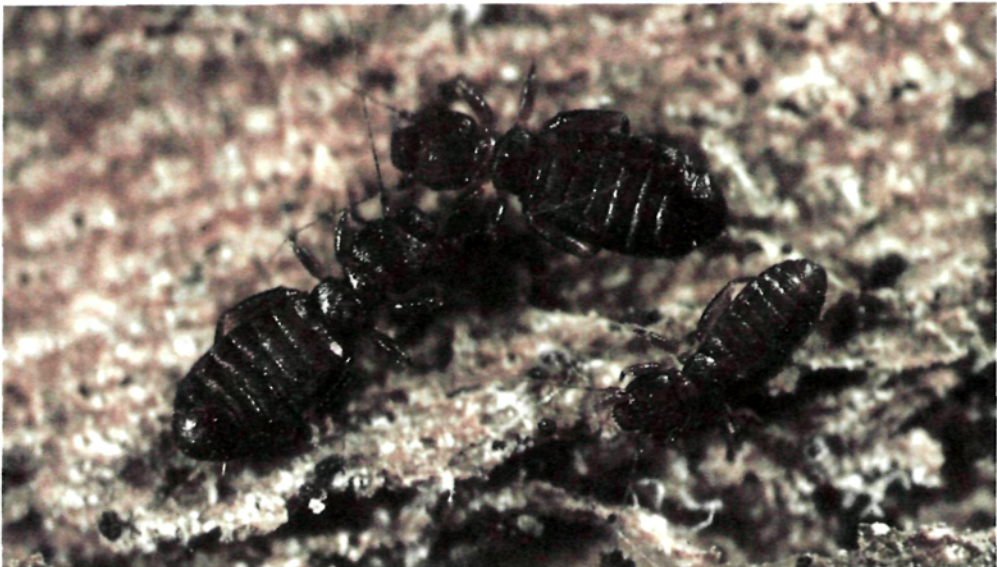


Abb. 39: Rindenlaus *Liposcelis silvarum*, Körperlänge bis 1,4 mm.

Bedeutung:

Die Psocopteren können als Hygroindikatoren verwendet werden. Da die Bestimmung der Tiere aufwendig ist, sind sie nicht als vorrangige Indikatoren zu empfehlen.

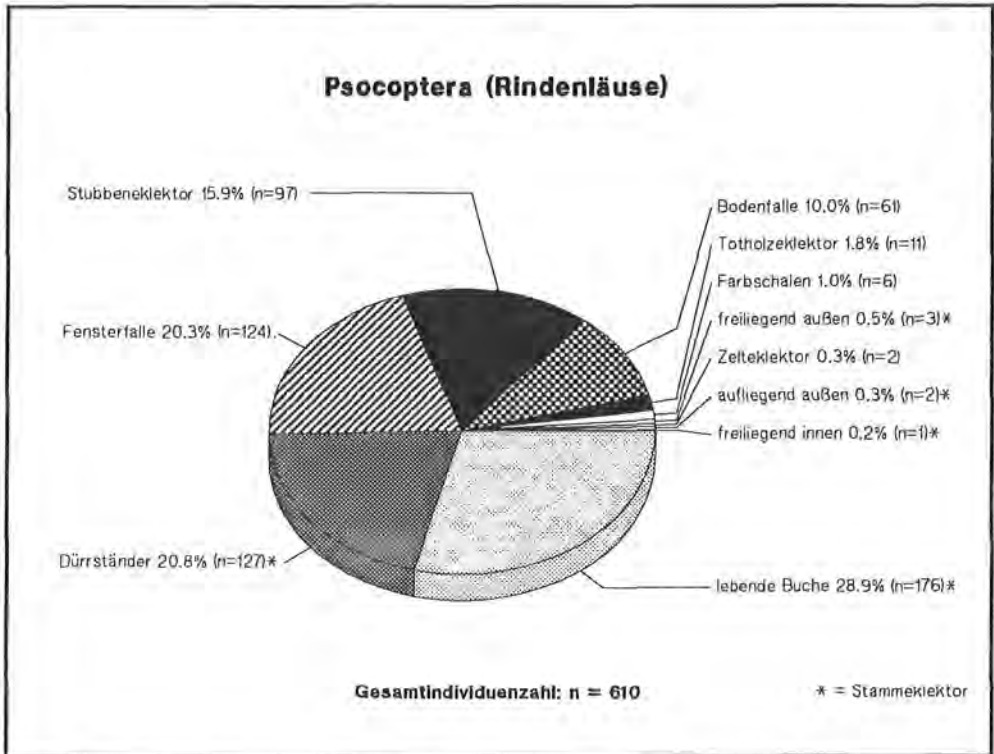


Abb. 40: Häufigkeitsverteilung der Psocoptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Ordnung: Phthiraptera (Tierläuse)
(Abb. 41)

Anzahl:

Die Phthiraptera umfassen die beiden Gruppen Mallophaga (Haar- und Federlinge) mit 300 einheimischen Arten und Anoplura (Läuse) mit 30 einheimischen Arten.

Lebensweise:

Beide Gruppen umfassen stationäre Ektoparasiten auf Säugern. Zwei Drittel der Mallophagenarten parasitieren Vögel.

Wald:

Eine Anzahl von Arten lebt auf Wirbeltieren des Waldes.

Funde:

keine

Methode:

Der Nachweis der Arten muß durch Fang und Absuchen der Wirte erfolgen, teilweise ist er durch Untersuchung der Nester möglich.

Bearbeitungsaufwand:

Die Bestimmung erfordert in der Regel das chemische Aufhellen der Tiere und die Herstellung mikroskopischer Dauerpräparate. Die Determination der mitteleuropäischen Arten kann nach KELER (1963 a, b) erfolgen.

Bedeutung:

Als Sukzessionsindikatoren in Wäldern eignen sich die Tierläuse wenig, da Fang und Bestimmung schwierig sind und sich keine wesentlichen Aussagen mit ihnen treffen lassen, die nicht auch über ihre Wirte erreichbar wären.

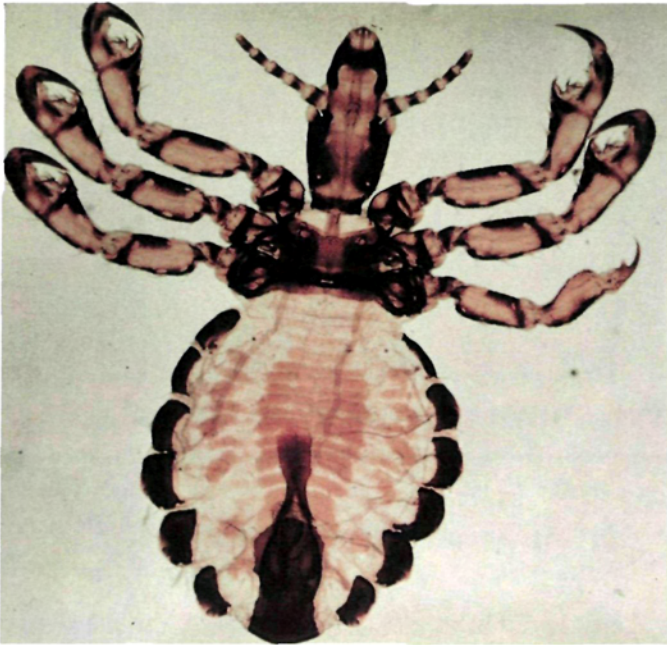


Abb. 41: *Haematopinus suis* (Schweinelaus), Körperlänge 2-6 mm.

Ordnung: Thysanoptera (Fransenflügler, Thripse)

(Abb. 42, 43)

Anzahl:

223 Arten wurden bisher in Deutschland nachgewiesen, sieben von ihnen sind importierte Schädlinge, die immer wieder in Gewächshäusern und an ähnlichen Orten auftreten.

Lebensweise:

Die meisten Arten saugen Pflanzensäfte, unter anderem aus Pollen, Pilzsporen und -hyphen. Etwa 5 % der einheimischen Fransenflügler sind Räuber, die andere Kleinarthropoden wie Milben, Thripse und deren Eier aussaugen.

Wald:

58 Arten bewohnen Wälder und deren Ränder. 90 % von ihnen besiedeln Laub- oder Nadelhölzer. Man findet darunter Blattsauger, aber auch Arten, die sich in den Gängen bestimmter Insekten im Totholz von Hyphen der speziell dort wachsenden Pilze ernähren. In der Laubstreu und an Krautpflanzen, die nur in Wäldern gedeihen, leben einige

Spezialisten. Zahlreiche weitere Arten können, abhängig von der vorhandenen Krautvegetation, in Wäldern vorkommen, ohne an sie gebunden zu sein.



Abb. 42: *Thrips pini* (Fransenflügler), Körperlänge 0,8-1 mm.

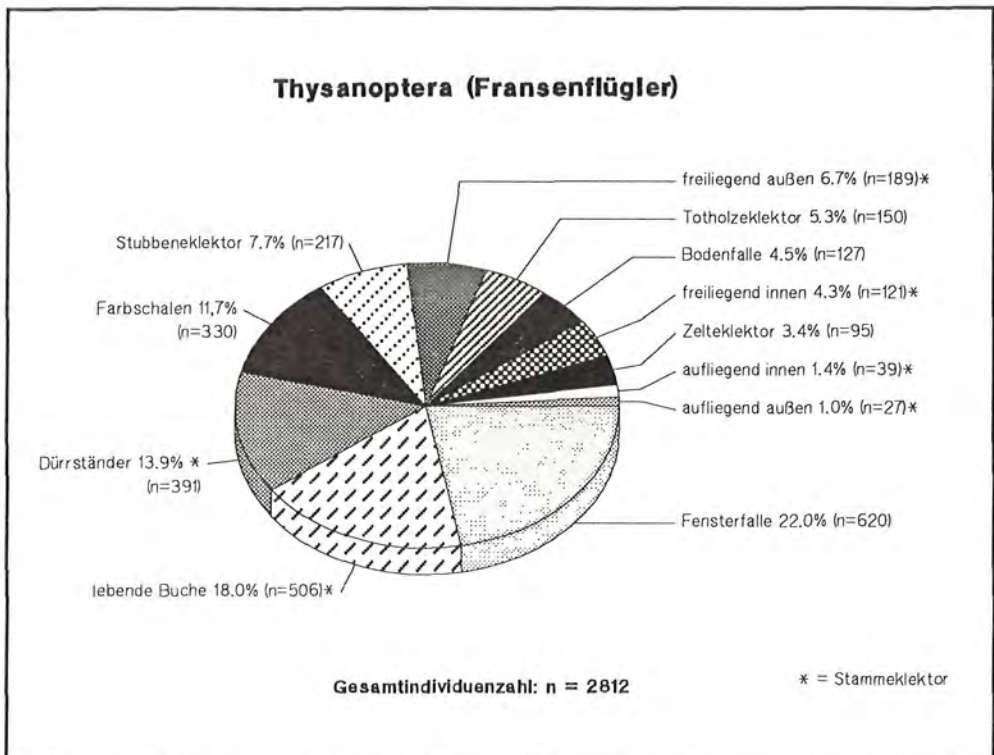


Abb. 43: Häufigkeitsverteilung der Thysanoptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Funde:

Mit 2812 in Fallen gefangenen Individuen nehmen die Thysanopteren nach der Häufigkeit einen mittleren Stellenwert innerhalb der Ordnungen ein. Bisher wurden 29 Arten in beiden Gebieten nachgewiesen, davon je 21 pro Naturwaldreservat (Tab. 3). *Hoplothrips carpathicus* PELIKAN, 1961, bisher nur aus den Karpathen bekannt, ist neu für die deutsche Fauna (Anhang 2). Männchen, Larven und die makroptere Form der Weibchen waren der Wissenschaft bis zu unseren Funden im NWR "Schotten" unbekannt. *Phlaeothrips bispinoides* BAGNALL, 1926, der in Hessen bislang nur einmal in der Rhön nachgewiesen wurde und ebenfalls an Totholz gebunden ist, wurde in beiden Gebieten gefunden.

Methode:

Alle eingesetzten Fallenmethoden erwiesen sich für den Fang von Fransenflüglern als geeignet (Abb. 43).

Bearbeitungsaufwand:

Für die schwierige Bestimmung müssen arbeitsaufwendig und zeitintensiv Dauerpräparate hergestellt werden. Nur sehr erfahrene Spezialisten können teilweise darauf verzichten. Mit PRIESNER (1964) und SCHLIEPHAKE & KLIMT (1979) existieren relativ moderne, alle deutschen Arten umfassende Bestimmungswerke.

Bedeutung:

Thysanopteren, insbesondere Baum- und Totholzarten, aber auch Krautschichtbewohner sind für Wälder als Indikatororganismen geeignet. Ihre aufwendige und schwierige Bestimmung erfordert aber erfahrene Spezialisten. Fransenflügler sind deshalb nicht als vorrangige Indikatorgruppe zu empfehlen.

Ordnung: Heteroptera (Wanzen)

(Abb. 44, 45)

Anzahl:

Es gibt ca. 800 einheimische Arten.

Lebensweise:

Pflanzensauger stellen das Gros der Arten, etwa 10 % leben räuberisch, nur 1 % parasitisch. Es gibt aquatische, amphibische und landlebende Formen. Alle Straten werden besiedelt. Viele Arten zeigen eine enge Bindung an bestimmte Pflanzen oder Biotope und stellen hohe Ansprüche an Klima und Bodenstruktur.

Wald:

Einige räuberische und pflanzensaftsaugende Arten sind in Wäldern ausgesprochen häufig. Diese haben eine wichtige Rollen in der Biozönose inne. Hinzu kommen Nahrungsspezialisten, die insbesondere an Waldkräutern leben.

Funde:

7295 Wanzen wurden in beiden Untersuchungsgebieten mit dem eingesetzten Fallenspektrum gefangen. Bisher wurden bereits 48 Arten nachgewiesen, obwohl erst ein kleiner Teil der Fänge bis zur Art determiniert ist. 25 Arten kamen im NWR "Neuhof" und 35 im NWR "Schotten" vor (Tab. 3).

Methode:

78 % aller Heteropteren wurden mit Stammeklektoren an lebenden Buchen und Dürständern, weitere 18,2 % mit Fensterfallen gefangen (Abb. 45). Bodenfallen, Stammeklektoren, Fensterfallen, sowie gezielte Aufsammlungen mit Keschern, Klopfen und Sieben eignen sich vorrangig zum Nachweis von Wanzen.



Abb. 44: *Dolycoris baccarum* (Beerenwanze), Körperlänge 10-12 mm.

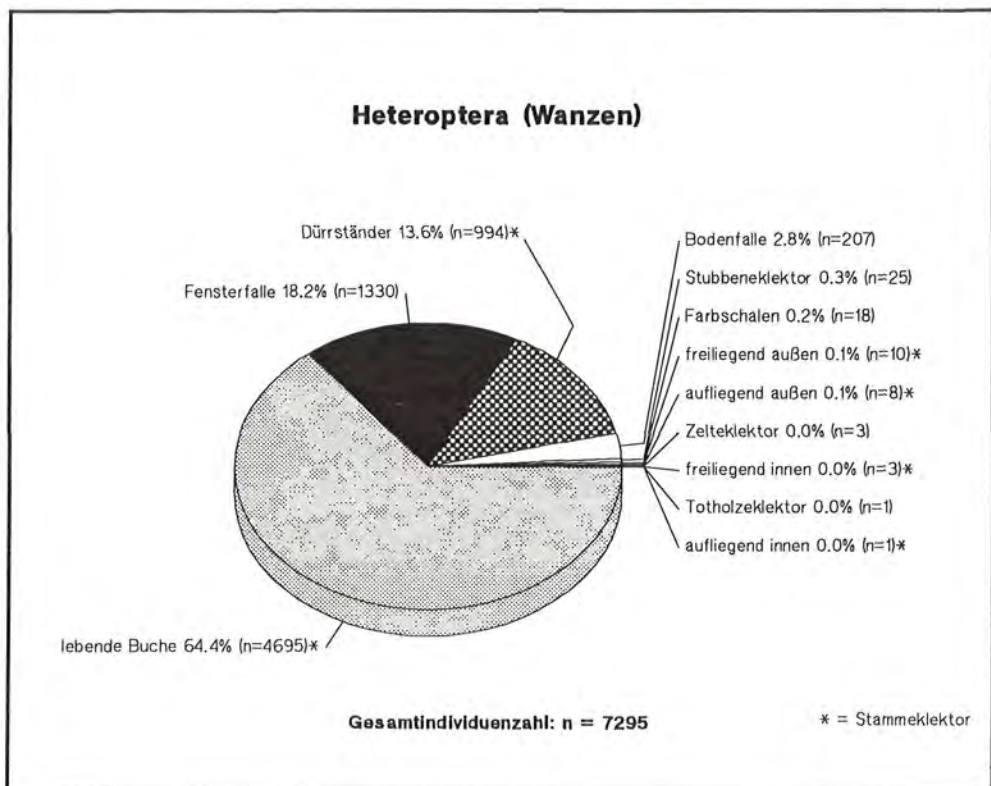


Abb. 45: Häufigkeitsverteilung der Heteroptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Bearbeitungsaufwand:

Die zusammenfassende Bestimmungsliteratur für die deutsche Fauna (WAGNER 1952, 1966, 1967) bzw. die europäische (STICHEL 1955 ff.) ist teilweise veraltet. Neuere Bearbeitungen liegen für einige Familien vor (PERICART 1972, 1983, 1984, 1987, 1990, WAGNER 1971, 1973, 1975, WAGNER & WEBER 1978). Eine Checkliste der mittel-europäischen Arten liefern GÜNTHER & SCHUSTER (1990). Zur Artbestimmung sind bei einigen Taxa Genitaluntersuchungen empfehlenswert. Diese lassen sich aber fast immer ohne großen präparativen Aufwand durchführen.

Bedeutung:

Die Heteropteren sind gute Indikatororganismen für verschiedene Parameter der Sukzession.

Überordnung: Homoptera (Gleichflügler)

(Abb. 46-48)

Die Gleichflügler umfassen die beiden Ordnungen Auchenorrhyncha (Zikaden) und Sternorrhyncha (Pflanzenläuse). Aus arbeitstechnischen Gründen wurden die Vertreter dieser Überordnung gemeinsam ausgelesen.

Funde:

Das Gros der Fänge wird von Pflanzenläusen gestellt. Von 8849 Homopteren wurden 3541 im NWR "Neuhof" und 5308 im NWR "Schotten" gefangen (Tab. 3).

Methode:

Alle eingesetzten Fallentypen fangen Homopteren (Abb. 48). Besonders eignen sich Stammeklektoren an lebenden Buchen.

Ordnung: Auchenorrhyncha (Zikaden)

(Abb. 46)

Anzahl:

Ca. 500 Arten leben in Deutschland.

Lebensweise:

Alle Arten sind landlebende Pflanzensaftsauger, einige auch unterirdisch an Wurzeln. Viele Arten zeigen eine enge Bindung an bestimmte Pflanzen oder Biotope.

Wald:

Eine ganze Anzahl von Arten lebt im Blattwerk von Gehölzen. Diese erreichen mitunter in Wäldern hohe Populationsdichten, z. B. die Erlenschaumzikade *Aphrophora alni* auf Laubbäumen und Büschen. Einige Arten leben auf Rinde, nur wenige aus der Familie Achilidae (*Cixidia* spp.) an Totholz, aus dem sie Flüssigkeit saugen.

Funde:

siehe Überordnung Homoptera

Methode:

Stammeklektoren, Boden-, Fensterfallen und gezielte Aufsammlungen durch Keschern.

Bearbeitungsaufwand:

Es liegt kein aktuelles zusammenfassendes Bestimmungswerk der einheimischen Fauna vor. Aufbauend auf OSSIANIELSSON (1978, 1981, 1983) muß mit zahlreichen Einzelpublikationen gearbeitet werden.

Bedeutung:

Arten der Ordnung gehören zu den dominanten Phytophagen in Wäldern, einige können als Thermoindikatoren verwendet werden. Der schlechte Bearbeitungsgrad der Gruppe empfiehlt sie aber nicht als vorrangigen Indikator.



Abb. 46: *Aphrophora alni* (Erlenschaumzikade), Körperlänge 8-11 mm.

Ordnung: Sternorrhyncha (Pflanzenläuse)

(Abb. 47)

Anzahl:

Ca. 1140 Arten leben in Mitteleuropa.

Lebensweise:

Alle Arten sind Pflanzensaftsauger, viele zeigen eine enge Bindung an bestimmte Wirtspflanzen.

Wald:

Eine Anzahl von Arten lebt auch auf Kräutern der Wälder, an Wurzeln und Laub von Bäumen. Viele von ihnen können gewaltige Populationsdichten erreichen und zählen dann zu den bedeutendsten Forstschädlingen (SCHWENKE 1972).

Funde:

siehe "Überordnung Homoptera"

Methode:

Farbschalen, Stammeklektoren, Fensterfallen, gezielte Aufsammlungen

Bearbeitungsaufwand:

Präparation und Bestimmung sind aufwendig und schwierig.

Bedeutung:

Die Ordnung zählt zu den Steuergruppen im Wald, ist aber aufgrund ihrer schwierigen Bestimmbarkeit nicht als Indikatorgruppe empfehlenswert.



Abb. 47: Eichenblattlaus, Körperlänge ca. 3 mm.

Homoptera (Gleichflügler)

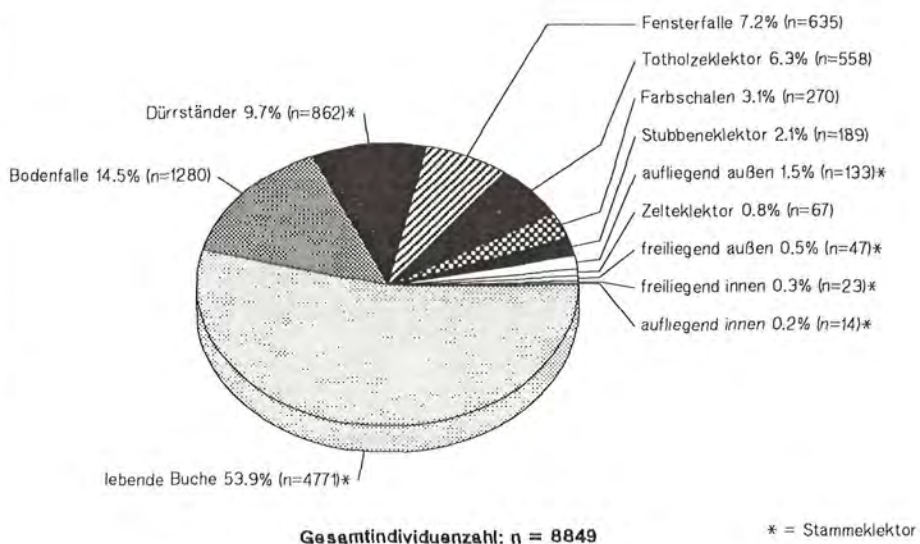


Abb. 48: Häufigkeitsverteilung der Homoptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Ordnung: Coleoptera (Käfer) (Abb. 49, 50)

Anzahl:

Etwa 6000 Arten sind aus Deutschland bekannt.

Lebensweise:

Käfer besiedeln die verschiedensten Lebensräume vom Watt der Meeresküste bis an den Rand von Schnee und Eis im Hochgebirge, von extremen Trockenstandorten bis zu Gewässern aller Art. Dabei werden unzählige Nischen genutzt, sämtliche Straten vom Boden bis zur Baumkrone bewohnt und verschiedenste Strategien der Ernährung verfolgt, mit weitgehender Ausnahme parasitischer Lebensweisen.

Wald:

GEISER (1986) hat allein für die Bundesrepublik mehr als 1300 xylobionte Käferarten ermittelt. In der gleichen Größenordnung dürfte die Zahl der an Wälder gebundenen Arten der Boden-, Streu- und Krautschicht liegen.

Funde:

Mit ungefähr 75000 Individuen in den Fallen beider Gebiete sind die Coleopteren nach den Dipteren und Collembolen die am häufigsten vertretene Gruppe. Mit bisher 537 nachgewiesenen Arten, davon 272 im NWR "Neuhof" und 405 im NWR "Schotten" sind sie die weitaus artenreichste der untersuchten Gruppen (Tab. 3). Neu für die hessische Fauna sind drei Arten, weitere 28 werden in der Roten Liste BRD (BLAB et al. 1984) aufgeführt (Anhang 2). 78 faunistisch oder ökologisch bemerkenswerte Arten kommen hinzu, unter anderem mehr als 50 Jahre in Hessen nicht mehr nachgewiesene oder montane, die im Vogelsberg die Westgrenze ihrer Verbreitung erreichen.



Abb. 49: *Sinodendron cylindricum* (Kopfhornschröter), Körperlänge 12-16 mm.

Methode:

Alle eingesetzten Methoden tragen zur Erfassung der Käfer bei (Abb. 50). Die Repräsentativität des eingesetzten Fallenspektrums kann zur Zeit nur für die Familie der Laufkäfer ausreichend beurteilt werden. Von 70 in beiden Gebieten ermittelten Arten wurden nur drei nicht mit Fallen gefangen. Die Ergebnisse der Carabiden können nicht

ohne weiteres auf andere Käferfamilien übertragen werden. Zusätzliche gezielte Aufsammlungen sind zur Bewertung der Repräsentativität der Fallenfänge unbedingt notwendig.

Bearbeitungsaufwand:

Mit FREUDE et al. (1964-1983) und LOHSE & LUCHT (1989) stehen Standardwerke zur Verfügung, die durch Nachtragsbände auf einem aktuellen Stand gehalten werden und alle Arten der einheimischen Fauna behandeln. Zur Bestimmung wird dennoch weitere Spezialliteratur benötigt, bei vielen Arten ist eine Genitalpräparation erforderlich.

Bedeutung:

Viele Käfer sind wichtige Forstschädlinge (SCHWENKE 1974). Auf Grund zahlreicher spezieller Anpassungen an alle möglichen Klein- und Kleinstlebensräume des Waldes in allen Straten und ihrer hohen Artenzahl eignen sich Käfer gut zur Beurteilung dieses Ökosystems. Im Gegensatz zu den meisten anderen Gruppen liegt hierfür eine umfangreiche faunistisch-ökologische Gesamtauswertung für Mitteleuropa mit differenzierter regionaler Untergliederung vor (HORION 1941 ff).

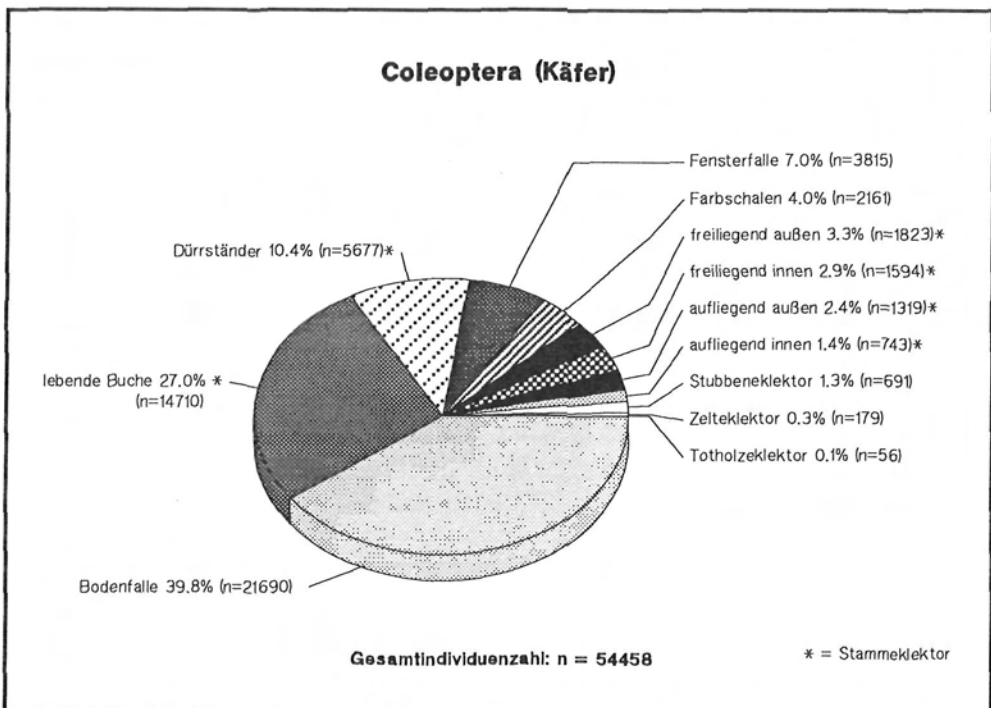


Abb. 50: Häufigkeitsverteilung der Coleoptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Ordnung: Strepsiptera (Fächerflügler) (Abb. 51)

Anzahl:

In Mitteleuropa leben etwa 40 Arten.

Lebensweise:

Die Arten sind über die größte Zeit ihres Lebens stationäre Parasiten auf Homopteren und Hymenopteren. Dort sind sie mit dem Hinterleib im Wirt verankert, Thorax und

Kopf ragen nach außen. Die Männchen leben einen Tag lang frei, um die Weibchen zur Begattung aufzusuchen. Ein Befall mit diesen Parasiten wird "Stylopiisierung" genannt.

Wald:

Es werden auch in Wäldern lebende Wirte befallen.

Funde:

Einzelne stylopierte Hymenopteren wurden im Fallenmaterial gefunden.

Methode:

Der Nachweis erfolgt durch den Fang befallener Wirte. Die Männchen einiger Familien können auch beim Lichtfang erbeutet werden.

Bearbeitungsaufwand:

Die Tiere müssen in 70%igem Alkohol aufbewahrt werden. Die Bestimmung der mitteleuropäischen Arten kann nach KINZELBACH (1969) erfolgen.

Bedeutung:

Die Arten werden nur selten gefangen. Über ihre ökologischen Ansprüche ist wenig bekannt. Daher eignen sich die Fächerflügler nicht als Indikatororganismen.



Abb. 51: Fächerflügler der Gattung *Stylops* an einer Biene der Gattung *Andrena*, Körperlänge ca. 1,5 mm.

Ordnung: Megaloptera (Schlammfliegen)
(Abb. 52)

Anzahl:

In Deutschland kommt nur die Familie Sialidae mit drei Arten vor.

Lebensweise:

Die Larven leben räuberisch in Gewässern, die Adulten am Ufer stehender Gewässer, wo sie meist keine Nahrung mehr zu sich nehmen.

Wald:

Die Arten sind nicht an Wälder gebunden. Sie sind dort nur dann zu erwarten, wenn geeignete Gewässer vorhanden sind.

Funde:

keine

Methode:

Larven können mit Wasserkeschern und durch Schlammproben (z. T. auch aus beträchtlichen Tiefen) gefangen werden, Adulte durch gezielte Aufsammlungen und Lichtfang.

Bearbeitungsaufwand:

Die Bestimmung ist einfach und kann nach ASPÖCK et al. (1980) erfolgen.

Bedeutung:

Die Schlammfliegen eignen sich nicht generell als Indikatoren für die Waldsukzession, da sie an Gewässer gebunden sind. Bei Massenaufreten können sie wichtige Glieder der Nahrungskette darstellen.

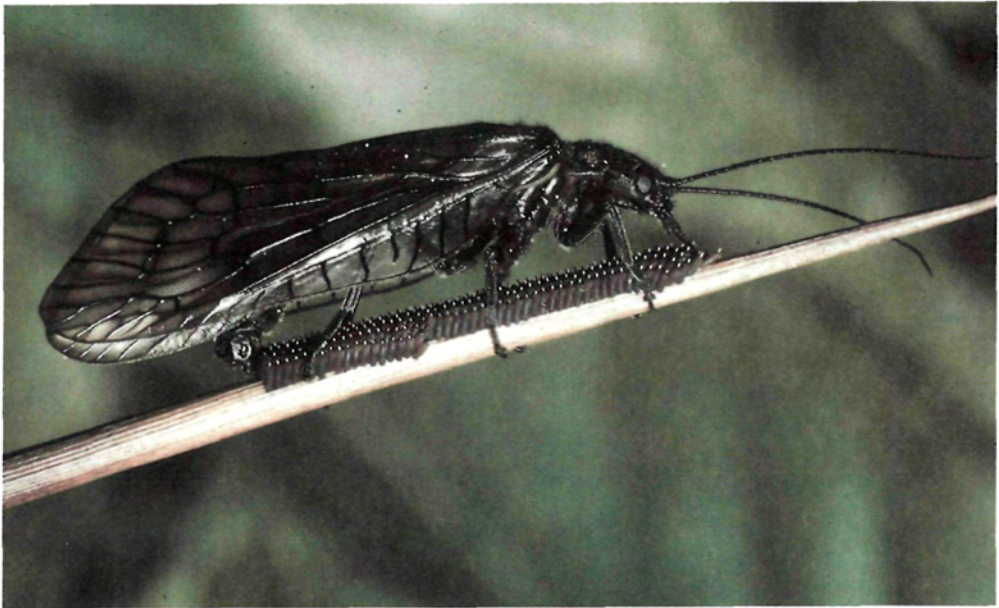


Abb. 52: *Sialis lutaria* (Schlammfliege), Flügelspannweite bis 38 mm.

Ordnung: Raphidioptera (Kamelhalsfliegen)

(Abb. 53, 54)

Anzahl:

Zehn Arten kommen in Deutschland vor.

Lebensweise:

Die Arten leben räuberisch in verschiedensten Biotopen mit Baum- oder Strauchvegetation, die meisten sind wärmeliebend und hygrophob.

Wald:

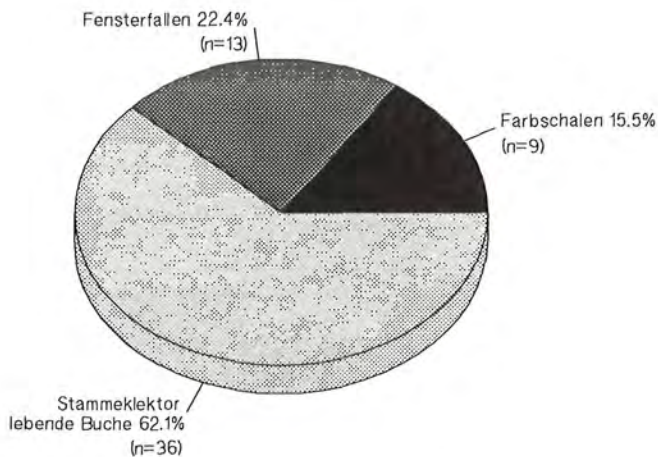
Die Larven leben unter der Borke großer Bäume oder in der Streu. Die arboricolen Arten zeigen oft deutliche Präferenzen für Laub- oder Nadelholz, teilweise auch für bestimmte Baumgattungen. Die Adulten leben auf Bäumen und Sträuchern. Zumindest bei hohen Populationsdichten haben sie in Wäldern und Obstplantagen große ökonomische Bedeutung als Feinde von Schädlingen (Schmetterlingseier, Käferlarven). Massen-

vermehrungen kommen insbesondere bei Arten mit terricolen Larven vor, meist treten die Kamelhalsfliegen jedoch in geringen Populationsdichten auf.



Abb. 53: *Raphidia notata* (Kamelhalsfliege), Flügelspannweite bis 30 mm.

Raphidioptera (Kamelhalsfliegen)



Gesamtindividuenzahl: $n = 58$

Abb. 54: Häufigkeitsverteilung der Raphidioptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Funde:

Von 58 Individuen wurden 54 im NWR "Neuhof" gefangen. Die insgesamt fünf Arten wurden alle im NWR "Neuhof" nachgewiesen, nur eine auch im NWR "Schotten" (Tab. 3). Beide Ergebnisse unterstreichen die klimatisch günstigeren Bedingungen (wärmer, niederschlagsärmer) für Kamelhalsfliegen im NWR "Neuhof". Hier wurde mit *Raphidia major* auch eine nach der Roten Liste BRD (BLAB et al. 1984) gefährdete Art gefunden (Anhang 2).

Methode:

Stammeklektoren, Farbschalen und Fensterfallen (Abb. 54), gezielte Aufsammlung von Larven durch Abheben von Rindenstücken, Sieben von Rinde, Strauch- und Wurzeldetritus, von Adulten durch Keschern und Klopfen

Bearbeitungsaufwand:

Nur die Adulten lassen sich bis zur Art bestimmen. Die Bestimmung kann nach ASPÖCK & ASPÖCK (1964, 1969), ASPÖCK et al. (1980, 1991) erfolgen.

Bedeutung:

Die Arten können als Thermoindikatoren und als Indikatoren für die Prädatorendichte verwendet werden.

Ordnung: Planipennia (Echte Netzflügler)

(Abb. 55, 56)

Anzahl:

92 Arten sind aus Deutschland bekannt.

Lebensweise:

Die Arten treten in arborealen, eremialen und limnischen Biotopen auf. Die Larven der meisten Arten leben räuberisch in der Kraut-, Strauch- oder Baumschicht, einige parasitisch. Sie fressen vorrangig Blatt- und Schildläuse. Auch aquatische Arten kommen vor. Die Adulten ernähren sich räuberisch oder von Pollen. Viele Arten sind dämmerungs- oder nachtaktiv. Die Biotopansprüche sind relativ gut bekannt.

Wald:

Der Verbreitungsschwerpunkt der Planipennia liegt in Waldbiotopen, viele Arten besiedeln Laub- oder Nadelwälder. Als Blattlausprädatoren, die z. T. Massenvermehrungen durchmachen, sind sie forst- und landwirtschaftlich von Bedeutung.

Funde:

225 Echte Netzflügler, davon 110 im NWR "Neuhof" und 115 im NWR "Schotten", wurden mit den eingesetzten Fallen gefangen (Tab. 3).

Methode:

Eklektoren an stehenden Stämmen und Fensterfallen erwiesen sich als gut geeignet (Abb. 56). Zusätzlich sollten gezielte Aufsammlungen für Larven (Abheben von Rindenstücken, Sieben von Rinde, Sand oder Strauch-Wurzel detritus, Abkeschern der Vegetation, Eintragen von Spinnen-Eikokons) und für Adulte (Keschern, Klopfen, Licht- und Köderfang) durchgeführt werden.

Bearbeitungsaufwand:

Nur die Adulten lassen sich bis zur Art bestimmen (ASPÖCK & ASPÖCK [1964, 1969], ASPÖCK et al. [1980]).

Bedeutung:

Als wichtige Räuber können die Echten Netzflügler bei Massenvermehrungen deutlichen Einfluß auf ihre Beutearten ausüben. Die Planipennia eignen sich als Thermoindikatoren.



Abb. 55: *Chrysopa perla* (Florfliege), Flügelspannweite 24-32 mm.

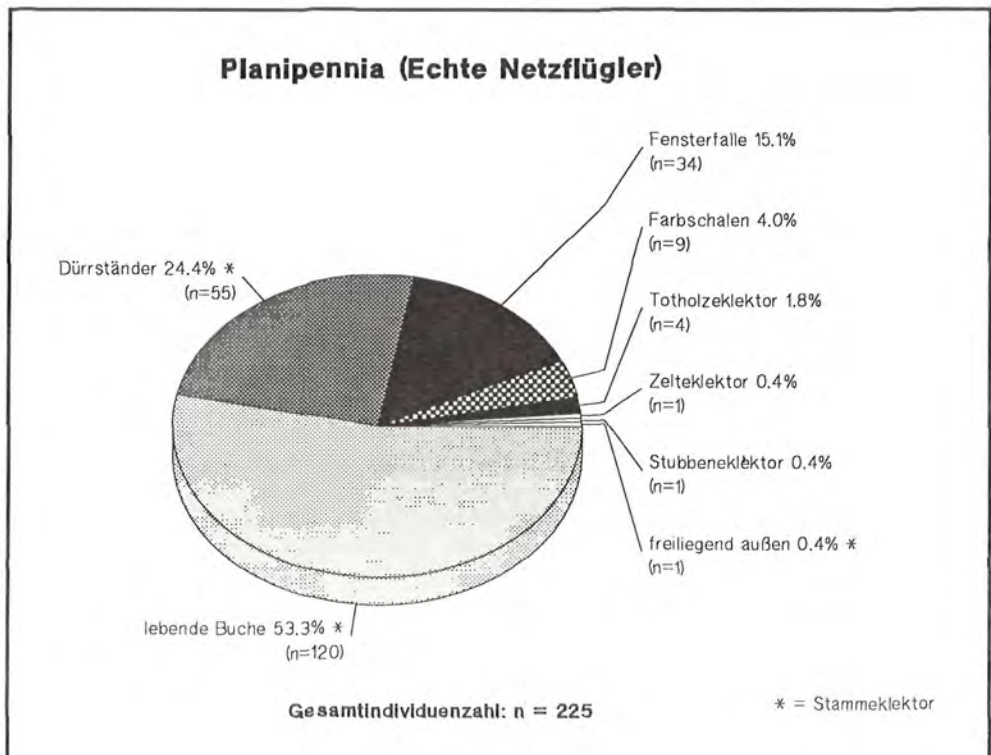


Abb. 56: Häufigkeitsverteilung der Planipennia auf die verschiedenen Fallentypen.

Ordnung: Hymenoptera (Hautflügler) (Abb. 57, 58)

Anzahl:

Die Hymenopteren stellen die größte einheimische Tierordnung dar, die in Mitteleuropa etwa 11500 Arten umfaßt.

Lebensweise:

Innerhalb der Ordnung hat sich ein außerordentlich breites Spektrum an Lebensformen entwickelt: Es gibt phytophage, carnivore und parasitische Ernährung, solitäre und soziale Lebensweise. Alle Straten werden besiedelt. Zahlreiche Arten haben als Nützlinge (Räuber, Parasitoide, Bestäuber) oder Schädling (Pflanzenfresser) große Bedeutung (SCHWENKE 1982). Die Arten stellen oft sehr spezielle Ansprüche an ihren Lebensraum und benötigen häufig spezifische Nistplätze.

Wald:

Viele Arten sind an das Leben in Wäldern angepaßt. Besondere Bedeutung haben als Räuber die Ameisen (Formicidae) und Sozialen Faltenwespen (Vespidae), als Parasitoide zahlreiche Familien der Erz- und Zehrwespen (Chalcidoidea, Proctotrupeoidea), Schlupfwespen (Ichneumonoidea), Wegwespen (Pompilidae) und Grabwespen (Sphecidae), als Gallbildner die Gallwespen (Cynipoidea) und als Phytophage und Gallbildner die Pflanzenwespen (Unterordnung Symphyta). Einige Gruppen sind in ihrer Nistweise an Totholz angepaßt, insbesondere sind dies Arten der Bienen (Apoidea), Grabwespen (Sphecidae) und Ameisen (Formicidae). Bienen (Apoidea) sind zudem wichtige Bestäuber.

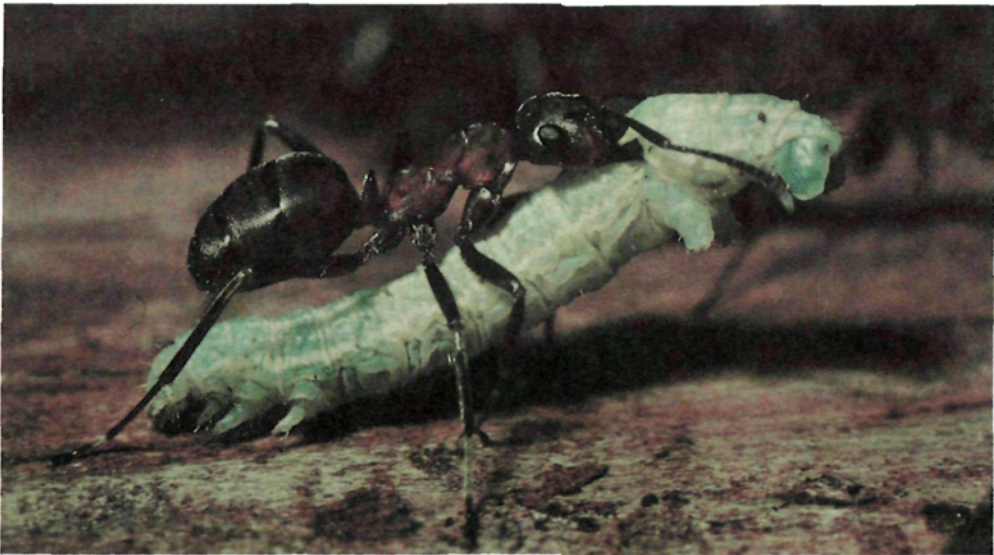


Abb. 57: *Formica rufa* (Rote Waldameise), Körperlänge 4-9 mm.

Funde:

Mit 17738 Individuen zählen die Hymenopteren zu den dominanten Gruppen in den Fallen. Bislang wurden 237 Arten nachgewiesen (Tab. 3). Unter den Erzwespen befindet sich ein für die Wissenschaft neues Männchen. Da von einigen Arten nur die Weibchen bekannt sind, läßt sich seine Artzugehörigkeit derzeit nicht feststellen. Zwei nach der Roten Liste BRD (BLAB et al. 1984) gefährdete Arten wurden gefunden (Anhang 2).

Methode:

Alle eingesetzten Fallentypen sind für den Fang von Hymenopteren geeignet (Abb. 58). Aufgrund der sehr unterschiedlichen Lebensweisen der einzelnen Gruppen, müssen verschiedene Fangmethoden eingesetzt werden. Für alle flugaktiven Arten eignen sich Farbschalen, Fensterfallen, Luftkleboren und Malaisefallen, für Parasitoide zusätzlich Bodenphotoelektronen und Stammeklektoren. Ameisen sollten außerdem über Nestsuche und Bodenfallen erfaßt werden. Bei vielen Gruppen, insbesondere bei Bienen, sind gezielte Aufsammlungen wichtig.

Bearbeitungsaufwand:

Zur Bestimmung vieler Arten müssen die Genitalien der Männchen herauspräpariert werden, was aber einfach möglich ist. Die zu den Stechimmen (Aculeata) zählenden Ameisen, Bienen, Sozialen Faltenwespen, Gold-, Weg- und Grabwespen sind weit besser bearbeitet als die übrigen Gruppen. Eine aktuelle Bearbeitung der gesamten einheimischen Hymenopterenfauna existiert nicht. Aufbauend auf SCHMIEDEKNECHT (1930) muß mit einer großen Zahl von Einzelpublikationen gearbeitet werden. Teilweise muß auf Arbeiten angrenzender Länder zurückgegriffen werden, wobei aber jeweils zu prüfen ist, ob alle einheimischen Arten behandelt sind. Für die folgenden, in Wäldern wichtigen Gruppen können als Grundlagen verwendet werden: Symphyta: MUCHE (1967-1970); Chalcidoidea: PECK et al. (1964); Ichneumonidae: SCHMIEDEKNECHT (1902-1936), SACHTLEBEN (1962); Formicidae: KUTTER (1977, 1978); Pompilidae: OELKE & WOLF (1987); Vespidae: BLÜTHGEN (1961), KEMPER & DÖRING (1967), WOLF (1986); Sphecidae: OEHLKE (1970), JACOBS & OEHLKE (1990); Apoidea: Bestimmungsliteratur sehr weit gestreut, siehe WESTRICH (1990).

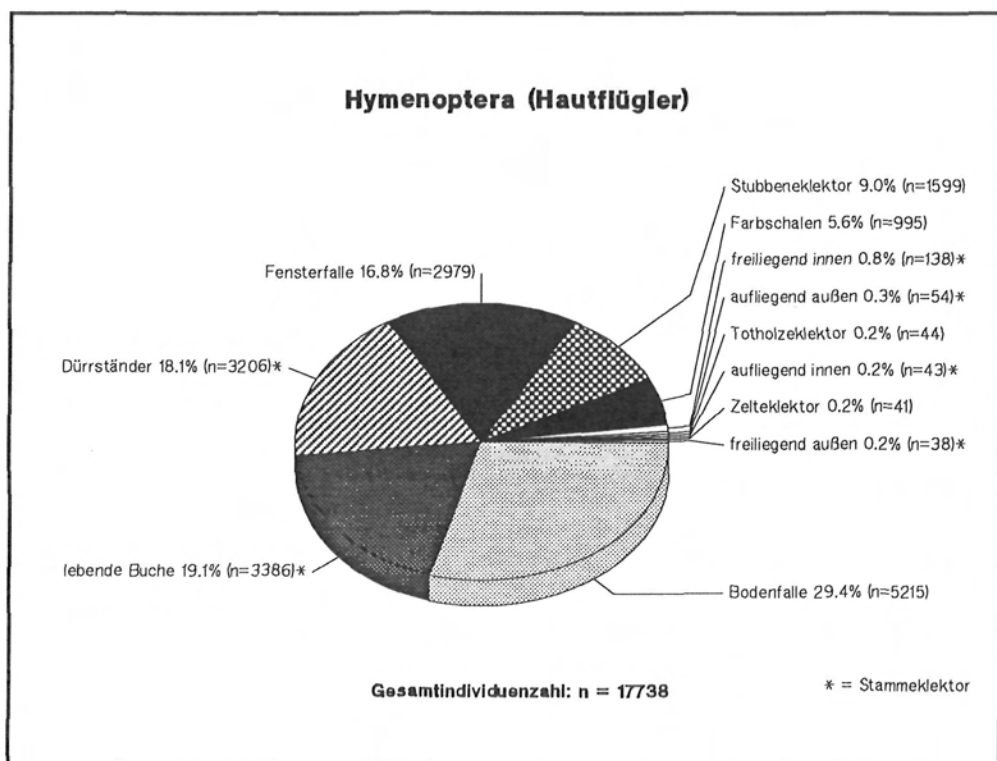


Abb. 58: Häufigkeitsverteilung der Hymenoptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Bedeutung:

Viele Arten sind in Wäldern wichtige Glieder der unterschiedlichen Trophieebenen. Die Hymenopteren beinhalten Indikatoren für zahlreiche Parameter. Sie sollten daher im Rahmen der Sukzession untersucht werden. Einige Teilgruppen, über deren Biologie wenig bekannt ist, oder für die kompetente Bearbeiter fehlen, können unberücksichtigt bleiben. Wir empfehlen, vorrangig die oben genannten gut untersuchten Aculeatenfamilien sowie die Symphyten zu bearbeiten.

Ordnung: Mecoptera (Schnabelfliegen)
(Abb. 59, 60)**Anzahl:**

Neun Arten aus den Familien Bittacidae (Mückenhafte), Boreidae (Winterhafte) und Panorpidae (Skorpionsfliegen) kommen in Deutschland vor.

Lebensweise:

Alle Arten leben in schattigen feuchten Gehölzbiotopen. Die Bittaciden ernähren sich räuberisch, die Boreiden besaugen Moose und die Panorpiden leben von toten oder geschwächten Insekten sowie Nektar.

Wald:

Die Boreiden können in den Wintermonaten in großer Zahl in Wäldern auftreten. Bittaciden und Panorpiden leben ebenfalls in Wäldern, jedoch in geringen Individuendichten.



Abb. 59: *Boreus hiemalis* (Winterhafte), Körperlänge bis 3,5 mm.

Funde:

564 in den Fallen gefundene Tiere verteilen sich mit 129 im NWR "Neuhof" und 435 im NWR "Schotten" recht unterschiedlich auf die Untersuchungsgebiete. Erklärt wird dies durch die dominanten Winterhafte, kälteliebende, winteraktive Formen, die in

Schotten günstigere klimatische Bedingungen finden. Mit insgesamt sechs Arten (NH: 4, SC: 5) wird die Schnabelfliegenfauna qualitativ gut erfaßt (Tab. 3).

Methode:

Als besonders geeignet zum Fang erwiesen sich Eklektoren an stehenden Stämmen und Fensterfallen (Abb. 60).

Bearbeitungsaufwand:

Die Arten sind gut bestimmbar (SAUER & HENSLE 1977, STRESEMANN 1989a). Nur die beiden heimischen *Boreus*-Arten sind schwer zu unterscheiden. Unsere Untersuchungen lassen aber vermuten, daß es sich nur um eine Art handelt.

Bedeutung:

Die Arten sind gute Thermo- und Hygroindikatoren. Die geringe Artenzahl begrenzt allerdings den Aussagewert der Gruppe.

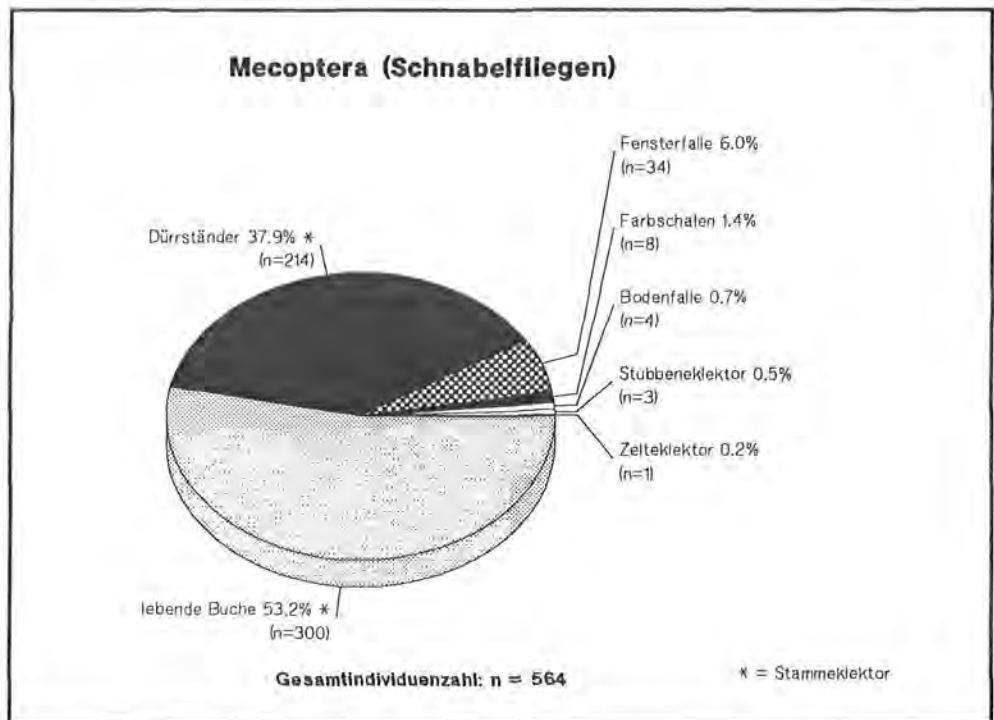


Abb. 60: Häufigkeitsverteilung der Mecoptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Ordnung: Siphonaptera (Flöhe)
(Abb. 61, 62)

Anzahl:

70 Arten leben in Deutschland.

Lebensweise:

Alle einheimischen Arten sind Ektoparasiten bei Vögeln und Säugetieren. Sie zeigen unterschiedlich starke Wirtsspezifitäten.

Wald:

Eine Anzahl von Arten ist auf Vögel und Säuger spezialisiert, die in Wäldern leben.

Funde:

Die höhere Arten- und Individuendichte bei den Kleinsäugetern im NWR "Schotten" spiegelt sich auch in der Verteilung der Flöhe wider. Den 105 hier gefangenen Tieren stehen nur 26 im NWR "Neuhof" gegenüber (Tab. 3).



Abb. 61: Vogelfloh der Gattung *Ceratomyxus*, Körperlänge 2,5-3 mm.

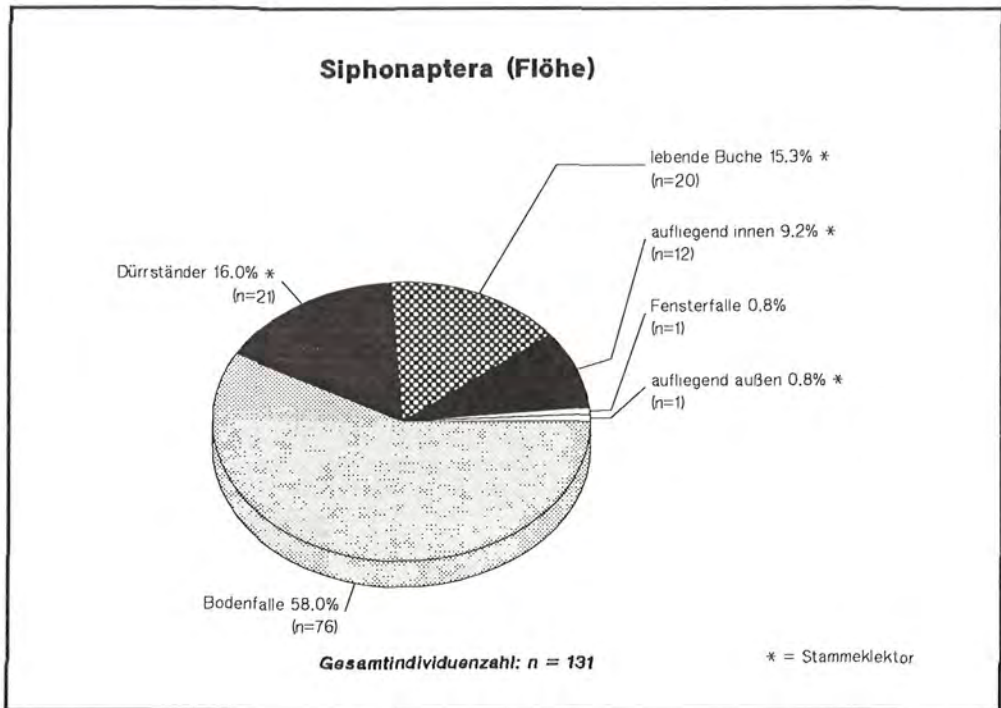


Abb. 62: Häufigkeitsverteilung der Siphonaptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Methode:

Flöhe wurden vorrangig mit Bodenfallen und Eklektoren gefangen (Abb. 62). Das unerwartet hohe Ergebnis im abgeschlossenen Innenteil aufliegender Eklektoren ist auf eine Maus zurückzuführen, die sich immer wieder durch den Stoff eines Eklektors fraß, um dort ein Nest zu bauen. Da sich Flöhe meist nur zur Nahrungsaufnahme auf dem Wirt aufhalten und ansonsten ins Nest wandern, befinden sich in der Regel nur wenige Exemplare auf lebend gefangenen Wirten. Netzfänge von Vögeln eignen sich daher nicht. Von toten Wirten wandern die Flöhe sehr bald ab, so daß das Absammeln von Schlagfallenfängen ebenfalls ungeeignet ist. Am günstigsten lassen sich die Parasiten aus gesammelten Nestern aussortieren. Hungrige Flöhe wandern beim Fehlen eines Wirtes aus dem Nest ab und können dann auch im Freiland gefangen werden. Allerdings ist nur mit Zufallsfängen in geringen Individuenzahlen zu rechnen. Es eignen sich daher: Suchen von Vogel- und Kleinsäugernestern, Barberfallen (insbesondere wenn Wirtstiere hineinfallen) und Stammeklektoren.

Bearbeitungsaufwand:

Die Präparation ist sehr aufwendig und erfordert die chemische Aufhellung der Tiere. Es liegt kein aktuelles zusammenfassendes Bestimmungswerk der einheimischen Fauna vor, daher muß auf eine Anzahl faunistischer Arbeiten aus Nachbarländern zurückgegriffen werden.

Bedeutung:

Die Flöhe stellen keine geeigneten Sukzessionsindikatoren dar, da sie schwer erfaß- und bestimmbar sind und sich keine wesentlichen Aussagen mit ihnen treffen lassen, die nicht auch über ihre Wirte erzielbar wären.

Ordnung: Diptera (Zweiflügler) (Abb. 63, 64)

Anzahl:

Etwa 8000 Arten leben in Mitteleuropa. Sie gliedern sich in die beiden Unterordnungen Nematocera (Mücken) und Brachycera (Fliegen), beide wiederum in eine Vielzahl von Familien.

Lebensweise:

Die Arten besiedeln die verschiedensten aquatischen und terrestrischen Lebensräume. Es gibt räuberische, parasitische, phytophage und saprophage Arten. Viele sind bedeutende Nützlinge oder Schädlinge (SCHWENKE 1982) und treten in hohen Individuendichten auf. Larve und Imago ernähren sich meist völlig unterschiedlich.

Wald:

Viele bodenlebende und totholzbewohnende Larven sind in Wäldern bedeutende Zersetzer von Bestandsabfällen.

Funde:

Mit 232584 Individuen in den Fallen sind die Dipteren mit Abstand die häufigste Gruppe (Tab. 3). Besonders im Sommer können in Stammeklektoren und Fensterfallen gewaltige Mengen gefangen werden, bis zu 95 % der Fliegenindividuen bestehen dabei oft aus wenigen Aasfliegenarten.

Methode:

Alle eingesetzten Fallenmethoden erwiesen sich als geeignet für den Fang von Dipteren (Abb. 64). Zusätzlich sollten zum Nachweis von Zweiflüglern Köderfallen, gezielte Aufsammlungen, Larvenaufzucht, Boden- und Totholzproben eingesetzt werden.



Abb. 63: Schnake der Gattung *Tipula*, Körperlänge bis 23 mm.

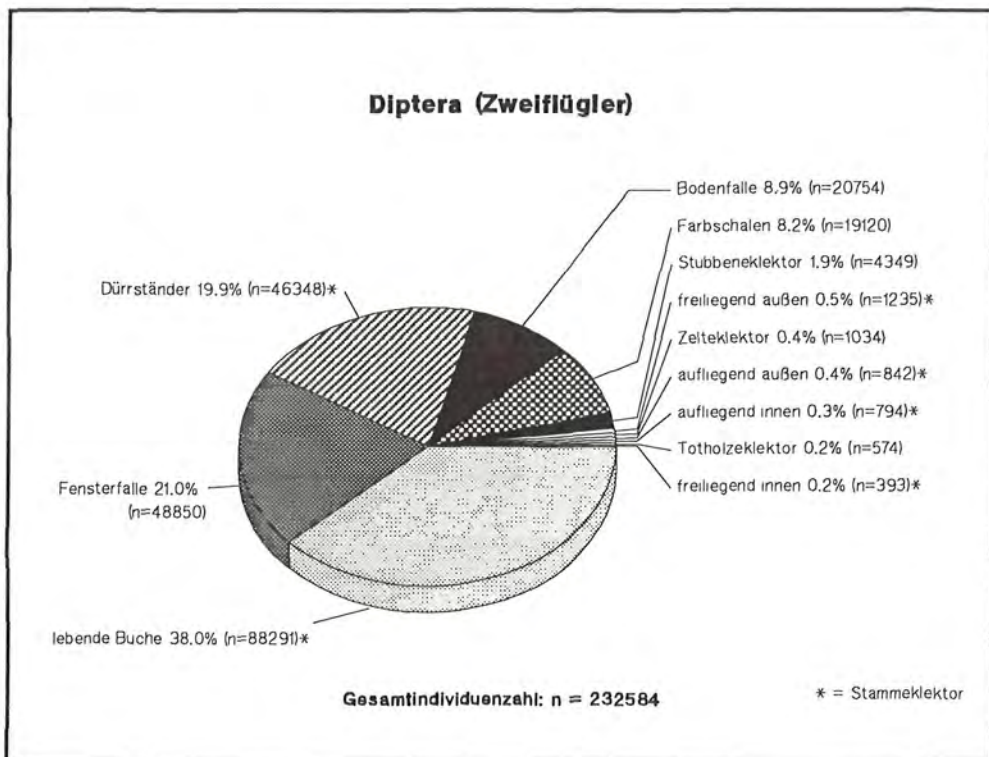


Abb. 64: Häufigkeitsverteilung der Diptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Bearbeitungsaufwand:

Die Tiere werden üblicherweise in Alkohol aufbewahrt, da sie meist sehr brüchig sind. Für die einheimische Fauna existiert keine zusammenfassende Bestimmungsliteratur, es muß auf Arbeiten zur Fauna der gesamten Paläarktis (LINDNER 1924 ff.) zurückgegriffen werden, die aufgrund der großen Anzahl abgehandelter Arten nur schwer benutzbar sind. Viele der älteren Arbeiten sind mittlerweile überholungsbedürftig. Nur für wenige Familien existieren aktuelle Bearbeitungen der einheimischen Fauna, so etwa für die Syrphiden (Schwebfliegen) (BOTHE 1984). Bei der Kenntnis der Larven gibt es noch sehr große Lücken. Insgesamt muß die Ordnung als schwer bestimmbar angesehen werden.

Bedeutung:

Die Dipteren stellen wichtige Bestandszersetzer in Wäldern dar. Die große Gruppe umfaßt Indikatoren für die verschiedensten Bereiche. Für die schwer bestimmbare Ordnung existieren nur sehr wenige Spezialisten, die zudem meist nur einzelne Familien bearbeiten. Daher können die meisten Gruppen der Dipteren derzeit nicht als vorrangige Sukzessionsindikatoren verwendet werden.

Ordnung: Trichoptera (Köcherfliegen)

(Abb. 65)

Anzahl:

290 Arten wurden in Deutschland nachgewiesen.

Lebensweise:

Die Larven besiedeln verschiedenste Gewässertypen. Die beiden einheimischen Arten der Gattung *Enoicyla* bilden eine Ausnahme. Ihre Larven leben in der Streuschicht feuchter Waldstellen. Erwachsene Köcherfliegen findet man meist in Gewässernähe, nachts werden sie auch von weit entfernten Lichtquellen angezogen. Sie ernähren sich von Blütensäften oder nehmen gar keine Nahrung zu sich, während die Larven räuberisch oder detritivor sind.



Abb. 65: Köcherfliege der Gattung *Rhyacophila*, Flügelspannweite bis 37 mm.

Wald:

Nur die beiden *Enoicyla*-Arten sind typische Waldbewohner. Alle anderen Arten sind primär von Gewässern abhängig.

Funde:

Bisher wurden 18 Köcherfliegenarten bestimmt (Tab. 3). Drei Arten, darunter die terrestrische *Enoicyla pusilla*, wurden im NWR "Neuhof" gefunden. Fließgewässer und perennierende Gewässer fehlen hier, es ist daher kaum mit weiteren Arten zu rechnen. 16 Arten im NWR "Schotten" belegen das reiche Angebot an Fließgewässern. Es wurde mit *Pseudopsilopteryx zimmeri* eine nach der Roten Liste BRD (BLAB et al. 1984) potentiell gefährdete Art nachgewiesen (Anhang 2), die in Hessen nur aus dem Vogelsberg bekannt ist und hier ihre westliche Verbreitungsgrenze erreicht.

Methode:

Mit Eklektoren an stehenden Stämmen, Fensterfallen und Lichtfang können gute Ergebnisse beim Fang adulter Trichopteren erzielt werden.

Bearbeitungsaufwand:

MALICKY (1983) und TOBIAS & TOBIAS (1981) beschreiben alle Arten Deutschlands. Nicht behandelt werden die Larven, die - soweit überhaupt bekannt - mit Spezialliteratur bestimmt werden müssen. Die Bestimmung und die faunistisch-ökologische Bewertung der Gruppe erfordern Spezialisten oder längere Einarbeitungszeit.

Bedeutung:

Mit Ausnahme zweier Streuspezialisten sind Köcherfliegen nur zur Bewertung von Gewässern in Wäldern geeignet.

Ordnung: Lepidoptera (Schmetterlinge)

(Abb. 66, 67)

Anzahl:

In Mitteleuropa leben etwa 3000 Schmetterlingsarten, davon sind ca. 1800 Großschmetterlinge, zu denen 150 Tagfalterarten zählen.

Lebensweise:

Die Raupen leben phytophag, wobei unter den Kleinschmetterlingen viele Minierer vorkommen, nur wenige Arten sind carnivor. Die Adulten ernähren sich von Nektar.

Wald:

Viele Arten leben in Wäldern, einige als wichtige Forstschädlinge (SCHWENKE 1978). Tagfalter spielen in Wäldern aufgrund des geringen Angebots an Blütenpflanzen nur eine untergeordnete Rolle, blütenreiche Wald- und Wegränder können aber eine Anzahl von Arten aufweisen.

Funde:

257 Arten an Großschmetterlingen (Tab. 3) wurden bislang in den Naturwaldreservaten "Neuhof" und "Schotten" nachgewiesen, wobei Noctuiden (107 Arten) und Geometriden (90 Arten) dominieren. Unter diesen Arten sind ein Neunachweis für Hessen (*Cosmotriche lunigera*) und 15, die in den Roten Listen (BLAB et al. 1984, KRISTAL & BROCKMANN 1989) als bedroht aufgeführt werden (Anhang 2). Sieben weitere Arten sind für Hessen von besonderem faunistischen Interesse.

Methode:

Die im Projekt dauerhaft eingesetzten Fallen ermitteln kein repräsentatives Bild der Makrolepidopterenfauna. Nur Stammeklektoren und Fensterfallen brachten nennenswerte Schmetterlingsfänge (Abb. 67). Fensterfallen fangen flugaktive Arten, Stammeklektoren Schmetterlinge, die Ruheplätze an Stämmen suchen. Geeignete Methoden sind für Tagfalter gezielte Aufsammlungen, für die übrigen Großschmetterlinge Licht-

und Köderfänge, für die Kleinschmetterlinge Minensuche, Keschern und Pheromonfallen. Raupen lassen sich nur durch gezielte Aufsammlungen repräsentativ nachweisen.



Abb. 66: *Aglia tau* (Nagelfleck), Flügelspannweite 50-80 mm.

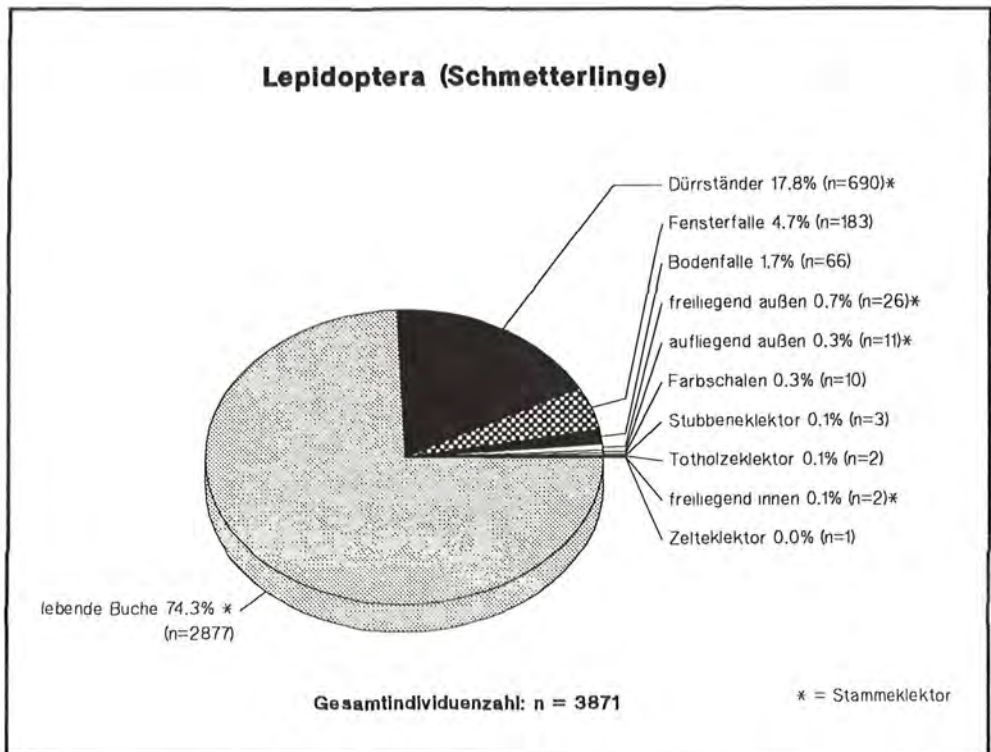


Abb. 67: Häufigkeitsverteilung der Lepidoptera auf die verschiedenen Fallentypen.

Bearbeitungsaufwand:

Für die Großschmetterlinge liegt mit FORSTER & WOHLFAHRT (1954 ff.) für die mitteleuropäische Fauna ein zusammenfassendes Werk vor. Nur die Tagfalter sind relativ einfach bestimmbar. Der Aufwand für Fang, Präparation und Determination ist bei Kleinschmetterlingen sehr hoch, da Genitalpräparate angefertigt werden müssen. Keine der eingesetzten Methoden reicht für ihre repräsentative Erfassung aus. Diese Gruppe läßt sich nur über gezielte Aufsammlungen der Raupen und anschließende Zucht repräsentativ nachweisen.

Bedeutung:

Die Schmetterlinge stellen in Wäldern eine wichtige Phytophagengruppe dar. Die Großschmetterlings-Arten sind geeignete Indikatoren für ein breites Faktorenspektrum.

Stamm: Vertebrata (Wirbeltiere)

Der Stamm umfaßt die Klassen Pisces (Fische), Amphibia (Lurche), Reptilia (Kriechtiere), Aves (Vögel) und Mammalia (Säugetiere), von denen nur die letzten vier terrestrische Arten besitzen.

Klasse: Amphibia (Lurche)

(Abb. 68)

Anzahl:

20 Arten leben in Deutschland. Sie gehören zu den beiden Ordnungen Anura (Froschlurche) mit 14 Arten und Urodela (Schwanzlurche) mit sechs Arten.

Lebensweise:

Die Arten ernähren sich von Würmern, Schnecken und Arthropoden. Alle Larven und bei vielen Arten auch die Adulten leben aquatisch. Erwachsene Kröten haben oft entfernt vom Gewässer liegende feuchte, terrestrische Nahrungsbiotope, zu denen sie von den Gewässern aus Wanderungen durchführen.



Abb. 68: *Triturus alpestris* (Bergmolch).

Wald:

Einige Arten leben in Wäldern oder dortigen Gewässern, speziell an Waldhabitate angepaßt sind Feuersalamander und Fadenmolch.

Funde:

In den Untersuchungsgebieten wurden als Fallen-Beifänge vier Arten (Tab. 3) nachgewiesen, die alle in der Roten Liste Wirbeltiere (BITTNER et al. 1980) aufgeführt werden (Anhang 2). Von besonderem Interesse ist der Nachweis des Fadenmolchs (*Triturus helveticus*) im NWR "Schotten". Die Art ist bisher nicht aus dem Vogelsberg bekannt (KLEMMER mündliche Mitteilung), damit schließt sich für sie eine Verbreitungslücke (MERTENS 1947). Mit den eingesetzten Fallen wird das Artenspektrum des Untersuchungsgebiets repräsentativ erfaßt.

Methode:

Bodenfallen, gezielte Suche

Bearbeitungsaufwand:

Die Arten können lebend bestimmt werden, die europäischen etwa nach ARNOLD & BURTON (1978), die einheimischen nach BROHMER (1988).

Bedeutung:

Die Arten sind gute Hygroindikatoren. Aufgrund ihrer Lebensweise können Amphibien nicht generell als Sukzessionsindikatoren für Wälder verwendet werden. Nur in gewässerreichen Biotopen (Auwälder etc.) kommen sie in größeren Arten- und Individuenzahlen vor.

Klasse: Reptilia (Kriechtiere)

(Abb. 69)

Anzahl:

In Deutschland leben zwölf Arten, die zur Ordnung Squamata (Schuppenkriechtiere) mit den Unterordnungen Ophidia (Schlangen) mit sechs Arten und Sauria (Echsen) mit fünf Arten und zur Ordnung Chelonia (Schildkröten) mit einer Art gehören.



Abb. 69: *Lacerta vivipara* (Waldeidechse).

Lebensweise:

Alle Arten ernähren sich vorwiegend räuberisch, viele sind sehr wärmeliebend.

Wald:

In Wäldern haben Blindschleiche und Waldeidechse ihren Verbreitungsschwerpunkt, an warmen Waldrändern die Äskulapnatter, an Waldtümpeln die Ringelnatter.

Funde:

In beiden Gebieten wurde bislang nur die Waldeidechse (*Lacerta vivipara*) gefunden (Tab. 3). Sie gilt nach der Roten Liste Hessen (BITTNER et al. 1980) als potentiell gefährdet (Anhang 2).

Methode:

Bodenfallen, gezielte Suche. Fallen für den automatisierten repräsentativen Fang existieren nicht.

Bearbeitungsaufwand:

Die Arten können lebend bestimmt werden, die europäischen etwa nach ARNOLD & BURTON (1978), die einheimischen nach BROHMER (1988).

Bedeutung:

Die Arten können als Thermodindikatoren verwendet werden. Da es nur wenige Waldarten gibt und die Reptilien versteckt leben und geringe Populationsdichten aufweisen, eignen sie sich nicht vorrangig als Sukzessionsindikatoren für Wälder.

Klasse: Aves (Vögel)

(Abb. 70)

18 Ordnungen kommen in Mitteleuropa vor. Die ordnungsübergreifende Erfassung der Vogelfauna hat sich bei einheimischen Untersuchungen eingebürgert. Daher werden die Ordnungen gemeinsam besprochen.

Anzahl:

255 Vogelarten brüten in Deutschland.

Lebensweise:

Die Arten ernähren sich von Pflanzenteilen und/oder von Tieren. Sie besiedeln die verschiedensten Lebensräume und Straten.

Wald:

Zwei Drittel der einheimischen Singvögel und fast die Hälfte der gefährdeten Vogelarten leben in Wäldern. Dort stellen sie eine wichtige Steuergruppe bei der Samenverbreitung und bei der Kontrolle von Insektenpopulationen dar.

Funde:

In den Naturwaldreservaten "Neuhof" und "Schotten" wurden bislang 53 Vogelarten nachgewiesen (Tab. 3). Mit 36 Brutvogelarten im NWR "Neuhof" bzw. 35 im NWR "Schotten" herrschen recht ähnliche Verhältnisse in den beiden Gebieten. Nur drei Brutvogelarten sind auf das NWR "Neuhof", zwei auf das NWR "Schotten" beschränkt. 13 Vogelarten sind als bedroht in den Roten Listen verzeichnet (STAATLICHE VOGELSCHUTZWARTE FÜR HESSEN, RHEINLAND-PFALZ UND SAARLAND & HESSISCHE GESELLSCHAFT FÜR ORNITHOLOGIE UND NATURSCHUTZ 1988, DACHVERBAND DEUTSCHER AVIFAUNISTEN UND DER DEUTSCHEN SEKTION DES INTERNATIONALEN RATES FÜR VOGELSCHUTZ 1986) (Anhang 2). Von diesen sind neun Arten lediglich Gastvögel.



Abb. 70: *Dryocopus martius* (Schwarzspecht).

Methode:

Der Fang der Tiere ist nicht notwendig. Geeignete Methoden zur Erfassung der Arten sind Gesangskartierung, Beobachtung und für wenige Arten der Einsatz von Klangat-trappen.

Bearbeitungsaufwand:

Umfangreiche Bestimmungsliteratur (z. B. PETERSON et al. 1979) und Gesangsauf-nahmen (siehe BOSWELL 1964) existieren für die einheimische Fauna. Die optischen und akustischen Nachweismethoden erfordern längere Einarbeitungszeiten.

Bedeutung:

Vögel eignen sich als Indikatoren für ein breites Faktorenspektrum (Struktur-, Natur-höhlen-, Thermo-, Hygroindikatoren).

Klasse: Mammalia (Säugetiere)**Ordnung: Insectivora (Insektenfresser)****Anzahl:**

Zwölf Arten leben in Deutschland, zehn davon in Hessen. Zu ihnen zählen Spitzmäuse, Igel und Maulwurf.

Lebensweise:

Die Arten leben mehrheitlich carnivor, Igel fressen auch pflanzliche Nahrung als Bei-kost.

Wald:

Igel, Schabracken-, Wald- und Zwergspitzmaus haben in Wäldern ihren Verbreitungs-schwerpunkt.

Funde:

In den NWR "Neuhof" und "Schotten" wurden bislang vier Arten festgestellt (Tab. 3), davon der nach der Roten Liste Hessen (BITTNER et al. 1980) potentiell gefährdete Igel (*Erinaceus europaeus*) (Anhang 2).

Methode:

Lebendfallen, Schlagfallen, Gewölleuntersuchungen. Bei der Auslese von Schädelknochen aus Gewölle ist zu beachten, daß die Greifvögel und Eulen ihre Beute von weit außerhalb der Untersuchungsgebiete eintragen können. Spitzmäuse werden auch des öfteren in Barberfallen gefangen. So wurde im NWR "Schotten" die Spitzmausfauna über die Fallenbeifänge hinreichend erfaßt. Igel und Maulwurf können nur durch Beobachtung nachgewiesen werden.

Bearbeitungsaufwand:

Die Untersuchung der Spitzmausfauna erfordert das Stellen von Fallen. Zur Bestimmung der Tiere (BROHMER, 1988) ist teilweise das Präparieren der Schädel nötig.

Bedeutung:

Spitzmäuse stellen wichtige Prädatoren in Wäldern dar. Aufgrund der geringen Artenzahl und des aufwendigen Nachweises eignen sie sich nur bedingt als Sukzessionsindikatoren.

Ordnung: Chiroptera (Fledermäuse)

Anzahl:

26 Arten leben in Deutschland.

Lebensweise:

Alle europäischen Arten ernähren sich von Insekten. Baum- und Felshöhlen sind wichtige Ruheplätze und Winterschlafquartiere.

Wald:

Für die meisten Arten sind Wälder oder Waldränder geeignete Lebensräume. Auch viele der Arten, die in offenem Gelände oder über Gewässern jagen, suchen Baumhöhlen als Ruheplätze auf.

Funde:

Fledermäuse wurden im Projekt bislang nicht erfaßt. Im NWR "Neuhof" konnte eine unbestimmte Art beobachtet werden.

Methode:

Aufnahmen der Ultraschall-Rufe mit Hilfe eines Bat-Detectors, Netzfang, Baumhöhlenspiegelung.

Bearbeitungsaufwand:

Die Auswertung der Bat-Detector-Aufnahmen ist sehr aufwendig und erfordert viel Erfahrung, Höhlenspiegelungen sind sehr schwierig durchzuführen und haben einen starken Störeffekt, Netzfänge bringen meist nur geringe Ausbeuten. Gefangene Arten können nach BROHMER (1988) bestimmt werden.

Bedeutung:

Fledermäuse eignen sich als Indikatoren für den Bestand an Naturhöhlen. Aufgrund des hohen Erfassungsaufwands sind sie aber nicht als Sukzessionsindikatoren zu empfehlen.

Ordnung: Lagomorpha (Hasentiere)

Anzahl:

Es gibt drei einheimische Arten.

Lebensweise:

Die Hasen (*Lepus* spp.) kommen in Wäldern, an Waldrändern, auf Wiesen und Weiden vor, das Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) auf leichten sandigen Böden im Kultur- und Heideland und an Waldrändern. Alle Arten sind reine Pflanzenfresser.

Wald:

Die Arten können durch Fraß starken Einfluß auf die Vegetation ausüben. Die Kaninchen schaffen durch das Graben ihrer Bauten Wohnraum für Raubtiere.

Funde:

Der Feldhase (*Lepus europaeus*) wurde auf Waldwiesen in der Nähe des NWR "Neuhof" nachgewiesen.

Methode:

Beobachtungen reichen zur Erfassung der Arten aus. Da es sich um jagdbares Wild handelt, sollte die Bestandserfassung durch den Forst erfolgen.

Bedeutung:

Die Arten können als Indikatoren für das Vorhandensein einer ausreichenden Krautschicht und von Lichtungen dienen.

Ordnung: Rodentia (Nagetiere)

Anzahl:

28 Arten leben in Deutschland, 20 davon in Hessen. Zu den Nagetieren zählen Gliridae (Schläfer), Capromyidae (Ferkelratten), Cricetidae (Hamster), Muridae (Mäuse und Ratten), Arvicolidae (Wühlmäuse), Zapodidae (Springmäuse), Castoridae (Biber) und Sciuridae (Hörnchen).

Lebensweise:

Die Arten besiedeln eine Vielzahl von Lebensräumen. Die meisten ernähren sich von pflanzlicher Kost, manche fressen auch Insekten und Schnecken. Einige Arten machen regelmäßig Massenvermehrungen durch.

Wald:

13 Arten leben in Wäldern. Am Jungwuchs können Wühlmäuse (Arvicolidae) erhebliche Schäden durch Benagen verursachen (SCHWENKE 1986).

Funde:

In den Untersuchungsgebieten wurden bislang neun Arten festgestellt, sechs davon im NWR "Neuhof". Von den sieben Arten im NWR "Schotten" sind nach der Roten Liste Hessen (BITTNER et al. 1980) zwei Waldarten und eine Offenlandsart in ihrem Vorkommen gefährdet (Anhang 2).

Methode:

Fallenbeifänge aus Bodenfallen und Stammeklektoren, Lebendfallen, Schlagfallen, Baumhöhlenspiegelungen und Gewölleuntersuchungen. Als Beifänge wurden Nager hauptsächlich in Bodenfallen und Stammeklektoren gefangen. Nur im NWR "Neuhof" wurden zusätzlich Lebend- und Schlagfallen eingesetzt. Mit ihnen konnten in diesem Gebiet weitere Arten nachgewiesen werden. Bei der Auslese von Schädelknochen aus Gewölle ist zu beachten, daß die Greifvögel und Eulen ihre Beute von weit außerhalb der Untersuchungsgebiete eintragen können. Barberfallen- und Stammeklektoren-Beifänge können bei starken Populationen kleiner Arten repräsentative Ergebnisse liefern. Die größeren Arten können nur durch spezielle Fallen oder Beobachtung nachgewiesen werden.

Bearbeitungsaufwand:

Die Untersuchung der Mäuse erfordert häufig das Stellen von zahlreichen Lebend- und/oder Schlagfallen. Zur Bestimmung der Tiere (BROHMER, 1988) ist teilweise das Präparieren der Schädel nötig.

Bedeutung:

Wühlmäuse sind Steuerarten für die Naturverjüngung. Sie stellen geeignete Sukzessionsindikatoren dar.

Ordnung: Carnivora (Raubtiere)

Anzahl:

Zwölf Arten leben in Deutschland, die zu den Familien Canidae (Hundartige), Mustelidae (Marder), Procyonidae (Kleinfüchsen) und Felidae (Katzen) gehören.

Lebensweise:

Alle Arten leben räuberisch, hauptsächlich von Mäusen, Fröschen, Vögeln und Insekten, auch Aas, Früchte und Samen werden teilweise zusätzlich gefressen. Viele Arten benötigen Baum- oder Erdhöhlen als Ruheplatz oder zur Aufzucht der Jungen.

Wald:

Viele Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in Wäldern. Hier sind sie die größten Raubtiere mit deutlichem Einfluß auf kleinere Wirbeltiere und Insekten.

Funde:

Der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) konnte tagsüber im NWR "Schotten" beobachtet werden. Vor dem Südrand des NWR "Neuhof" wurde wiederholt Fuchslosung gefunden.

Methode:

spezielle Schlagfallen, Köderfallen, gezielte Suche

Bearbeitungsaufwand:

Da es sich um jagdbares Wild handelt, sollte die Bestandserfassung der Arten durch den Forst erfolgen. Aufgrund der versteckten und oft nachtaktiven Lebensweise sind zufällige Beobachtungen selten.

Bedeutung:

Die Carnivora stellen wichtige Prädatoren der Wälder dar.

Ordnung: Artiodactyla (Paarhufer)

Anzahl:

Die acht in Deutschland vertretenen Arten gehören zu den Familien Suidae (Schweine), Bovidae (Hornträger) und Cervidae (Hirsche).

Lebensweise:

Die meisten Arten sind Pflanzenfresser, das Wildschwein (*Sus scrofa*) nimmt auch tierische Nahrung zu sich.

Wald:

Die Arten stellen die wichtigsten Großsäuger der Wälder. Sie haben entscheidenden Einfluß auf die Naturverjüngung.

Funde:

Wildschwein (*Sus scrofa*) und Rothirsch (*Cervus elaphus*) wurden mehrfach in beiden Gebieten beobachtet.

Methode:

Beobachtung

Bearbeitungsaufwand:

Da es sich um jagdbares Wild handelt, sollte die Bestandserfassung der Arten durch den Forst erfolgen. Die Reviergröße von Rot- und Rehwild läßt für die relativ kleinen Naturwaldreservatsflächen wenig verlässliche Daten erwarten, zumal gegebenenfalls jahreszeitliche Wanderbewegungen zu berücksichtigen sind. Über Schadensmerkmale (Verbiß, Schältschäden) und Vegetationsvergleiche inner- und außerhalb gezäunter Flächen sollte auf die Wilddichte geschlossen werden.

Bedeutung:

Die Arten sind wichtige Steuergruppen für die Naturverjüngung, sie eignen sich daher als Indikatororganismen.

Tab. 3: Individuen- und Artenzahlen in den NWR "Neuhof" und "Schotten".

Tiergruppe	Individuenzahlen (in Fallen)			Anmer- kungen	Artenzahlen (alle Methoden)		
	NH	SC	G		NH	SC	G
Turbellaria (Strudelwürmer)	0	0	0	k	1	2	3
Nemathomorpha (Saitenwürmer)	0	v	v	n	0	1	1
Gastropoda (Schnecken)	940	1054	1994	k	16	55	56
Bivalvia (Muscheln)	0	49	49	k	1	2	2
Lumbricidae (Regenwürmer)	532	363	895	k	8	11	12
Araneae (Spinnen)	11736	12588	24324		165	150	212
Opiliones (Weberknechte)	3525	646	4171	k	10	12	13
Pseudoscorpiones (Pseudoskorpione)	170	509	679	n	1	0	1
Acarina (Milben)	4385	12254	16639	n			
Isopoda (Asseln)	106	3394	3500	k	3	3	5
Amphipoda (Flohkrebse)	0	v	v	k	0	1	1
Decapoda (Zehnfüßkrebse)	0	0	0	k	0	1	1
Chilopoda (Hundertfüßer)	908	1185	2093		8	8	11
Diplopoda (Doppelfüßer)	256	1465	1721		4	12	13
Diplura (Doppelschwänze)	106	52	158	n			
Collembola (Springschwänze)	40356	68672	109028	n			
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	1	8	9	n			
Odonata (Libellen)	0	1	1	k	1	1	2
Plecoptera (Steinfliegen)	1	4562	4563	n	0	1	1
Blattaria (Schaben)	1027	28	1055	k	2	2	2
Saltatoria (Heuschrecken)	558	61	619		7	3	9
Dermaptera (Ohrwürmer)	4999	3681	8680	k	1	2	2
Psocoptera (Staubläuse)	371	239	610		21	12	23
Thysanoptera (Fransenflügler)	1101	1711	2812		21	21	29
Heteroptera (Wanzen)	3196	4099	7295		25	35	48
Homoptera (Pflanzensauger)	3541	5308	8849	n			
Coleoptera (Käfer)	23721	30737	54458		272	405	537
Carabidae (Laufkäfer)	4211	6301	10512		53	55	70
Staphylinidae (Kurzflügler)	v	v	*20000		42	68	86
Curculionidae (Rüsselkäfer)	5982	6700	12682		15	47	51
sonstige Coleopteren	13528	17736	31264		162	235	330
Raphidioptera (Kamelhalsfliegen)	54	4	58	k	5	1	5
Planipennia (Echte Netzflügler)	110	115	225	n	2	3	4
Hymenoptera (Hautflügler)	7465	10273	17738				237
Symphyta (Pflanzenwespen)	14	46	60				*40
Formicidae (Ameisen)	4026	760	4786		12	3	13
sonstige Aculeata (Stechimmen)	958	676	1634		61	43	82
sonstige Hymenopteren	2467	8791	11258	n			102
davon Chalcidoidea (Erzwespen)	163	640	803				99
Mecoptera (Schnabelfliegen)	129	435	564	k	4	5	6
Siphonaptera (Flöhe)	26	105	131	n			
Diptera (Zweiflügler)	75344	157240	232584	n	0	3	3
Nematocera (Mücken)	33594	39661	73255				
Brachycera (Fliegen)	41750	117579	159329				
Trichoptera (Köcherfliegen)	v	v	v		3	16	18
Lepidoptera (Schmetterlinge)	v	v	3871		200	195	257
Larven holometaboler Insekten**	3516	12049	15565	n			
Amphibia (Lurche)	v	v	v	k	2	3	4
Reptilia (Kriechtiere)	0	0	0	k	1	1	1
Aves (Vögel)	v	v	v	k	44	47	51
Mammalia (Säugetiere)	v	v	v	k	11	13	16
Summe	188180	332887	544938		912	1073	1586

NH = NWR "Neuhof", SC = NWR "Schotten", G = Gesamtzahlen, k = Artenbestand nahezu komplett erfaßt, n = Gruppe unvollständig oder gar nicht bearbeitet, v = vorhanden, * = geschätzt, ** = excl. Lepidoptera

Zusammenfassende Bewertung der Tiergruppen.

Tab. 4 faßt die Zugehörigkeit der Tiergruppen zu Faunentypen (Mikro-, Meso-, Makro- und Megafauna) zusammen und gibt ihre Eigenschaften als Indikatoren und Steuergruppen an, die das Ökosystem prägen (siehe auch S. 20).

Eine Gruppe wird aufgrund folgender Kriterien für Sukzessionsuntersuchungen in Naturwaldreservaten positiv beurteilt:

- Sie ist eine Steuergruppe.
- Sie umfaßt Indikatoren für ein breites Faktorenspektrum.
- Sie ist von eingeschränkter Bedeutung, besitzt aber brauchbare Indikatoren für ein enges Faktorenspektrum.
- Präparation und Determination können mit einem vertretbaren Aufwand durchgeführt werden.

Eine Sonderstellung nehmen gewässerbewohnende Gruppen ein. Ihr Vorkommen ist nicht in allen Wäldern zu erwarten, wenn aber viele Gewässer vorhanden sind, können sie zu wichtigen Indikatoren werden und manche sogar in angrenzenden terrestrischen Lebensräumen zu den dominanten Gruppen zählen.

Eine Gruppe wird aufgrund folgender Kriterien für Sukzessionsuntersuchungen in Naturwaldreservaten negativ beurteilt:

- Sie gehört zur Mikro- bzw. Mesofauna und erfordert deshalb spezifische Erfassungsmethoden und einen hohen Aufwand für Präparation und Bestimmung.
- Sie ist als Indikatorgruppe für den Wald ungeeignet.
- Sie benötigt einen hohen Präparationsaufwand und/oder ist schwierig zu determinieren (z. B. wenn Bestimmungsliteratur fehlt, veraltet ist oder nur in vielen Einzelpublikationen vorliegt).

Nach diesen Kriterien sind Gruppen zu empfehlen, die ohne weitere Einschränkungen möglichst viele Straten mit vielen Indikatoren für ein breites Faktorenspektrum abdecken und/oder Steuergruppen sind: Lumbricidae (Regenwürmer), Araneae (Spinnen), Heteroptera (Wanzen), Coleoptera (Käfer), Aves (Vögel) und Mammalia (Säugetiere). Gleiches gilt für Teilgruppen der Hymenoptera (Hautflügler), Diptera (Zweiflügler) und Lepidoptera (Schmetterlinge). Die Aculeata (Stechimmen) unter den Hymenopteren, die Makrolepidoptera (Großschmetterlinge) unter den Lepidopteren oder z. B. die Syrphidae (Schwebfliegen) unter den Dipteren stellen ebenfalls geeignete Indikatorgruppen.

Auch von den Tiergruppen, die nur als Indikatoren für ein enges Faktorenspektrum geeignet sind, sollten möglichst viele bearbeitet werden, um ein umfassendes Bild von der Biozönose zu erhalten. Hier eignen sich aufgrund des geringen Bearbeitungsaufwands insbesondere Gruppen mit wenigen Arten in Wäldern: Opiliones (Weberknechte), Isopoda (Asseln), Zygentoma (Silberfischchen), Ensifera (Langfühlerschrecken), Caelifera (Kurzfühlerschrecken), Blattodea (Schaben), Dermaptera (Ohrwürmer), Raphidioptera (Kamelhalsfliegen), Mecoptera (Schnabelfliegen), Amphibia (Lurche) und Reptilia (Kriechtiere). Falls die Arten in sehr hohen Individuenzahlen auftreten, reicht auch eine stichprobenartige Determination aus.

Die Möglichkeit weitere Tiergruppen - auch nur zeitweise - untersuchen zu lassen (Zusammenarbeit mit Universitäten, Instituten und Hobbywissenschaftlern) sollte genutzt werden.

Grundsätzlich muß beachtet werden, daß bei allen Tiergruppen zur Bestimmung und Bewertung der Funde Spezialkenntnisse erforderlich sind.

Tab. 4: Faunentypen, Steuer- und Indikatoreigenschaften der Tiergruppen.

Tiergruppe	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Protozoa (Urtiere)	x				x	x			x	
Nemathelminthes (Schlauchwürmer)	x					x	x		x	
Gastropoda (Schnecken)			x				x			x
Bivalvia (Muscheln)			x				(x)			
Polychaeta (Vielborster)		x					x			
Enchytraeidae		x			x		x		x	
Lumbricidae (Regenwürmer)				x	x		x			x
Pseudoscorpiones (Pseudoskorpione)			x				x		x	
Araneae (Spinnen)			x		x	x				x
Opiliones (Weberknechte)			x				x			x
Acarina (Milben)		x			x	x			x	
Isopoda (Asseln)			x				x			x
Amphipoda (Flohkrebse)			x				(x)			
Decapoda (Zehnfüßkrebse)				x			(x)			
Chilopoda (Hundertfüßer)			x				x			x
Symphyla (Zwergfüßer)		x					x		x	
Diplopoda (Doppelfüßer)			x				x		x	
Paupoda (Wenigfüßer)		x					x		x	
Diplura (Doppelschwänze)			x				x		x	
Protura (Beintaster)		x					x		x	
Collembola (Springschwänze)		x			x	x			x	
Archaeognatha (Felsenspringer)			x				x		x	
Zygentoma (Silberfischchen)			x				x			x
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)			x				(x)			
Odonata (Libellen)			x				(x)			
Plecoptera (Steinfliegen)			x				(x)			
Blattodea (Schaben)		x					x			x
Ensifera (Langfühlerschrecken)			x				x			x
Caelifera (Kurzfühlerschrecken)			x				x			x
Dermaptera (Ohrwürmer)			x		x		x			x
Psocoptera (Staubläuse)			x				x		x	
Phthiraptera (Tierläuse)			x					x	x	
Thysanoptera (Fransenflügler)			x				x		x	
Heteroptera (Wanzen)			x		x	x				x
Auchenorrhyncha (Zikaden)			x				x		(x)	(x)
Sternorrhyncha (Pflanzenläuse)			x		x		x		x	
Coleoptera (Käfer)			x		x	x				x
Strepsiptera (Fächerflügler)			x					x	x	
Megaloptera (Schlammfliegen)			x				(x)			
Raphidioptera (Kamelhalsfliegen)			x				x			x
Planipennia (Echte Netzflügler)			x				x			x
Hymenoptera (Hautflügler)			x		x	x			(x)	(x)
Mecoptera (Schnabelfliegen)			x				x			x
Siphonaptera (Flöhe)			x					x	x	
Diptera (Zweiflügler)			x		x	x			(x)	(x)
Trichoptera (Köcherfliegen)			x				(x)			
Lepidoptera (Schmetterlinge)			x		x	x			(x)	(x)
Amphibia (Lurche)				x			x			x
Reptilia (Kriechtiere)				x			x			x
Aves (Vögel)				x	x	x				x
Mammalia (Säugetiere)				x	x	x				(x)

Faunentyp und Steuergruppe:

- A = Mikrofauna
 B = Mesofauna
 C = Makrofauna
 D = Megafauna
 E = Steuergruppe

Indikatoreigenschaft:

- F = für breites Faktorenspektrum
 G = für enges Faktorenspektrum, () = nur für gewässerreiche Wälder
 H = als Indikator ungeeignet
 I = schwierig bearbeitbar, () = Teilgruppen bearbeitbar
 J = als Indikator empfohlen, () = Teilgruppen empfohlen

Erfassungsmethoden.

Da die vom Forst eingerichteten Probekreise nur einen Teil der Untersuchungsflächen abdecken, wurden die 100 m x 100 m Quadranten der Gebiete von uns codiert, um jeden Fundpunkt eindeutig zuordnen zu können.

Strukturkartierung und Totholzaufnahme.

Wälder beinhalten eine Vielzahl von "Strukturen", die für Tiere bedeutsam sind. Diese können größere Flächen einnehmen, wie etwa Bestände aus einer (dominanten) Pflanzenart (z. B. Bärlauchflur, Pestwurzflur) oder aus typischen Pflanzengesellschaften (z. B. Frühjahrsgeophytenengesellschaft aus Anemone, Lerchensporn und Scharbockskraut). Sie können Einzelstrukturen mit relativ geringer Fläche aber großem Raumvolumen sein, wie Bäume, oder aber aus Kleinstrukturen bestehen, wie toten Ästen, Steinen oder Tierbauten. Im Laufe der Sukzession ist damit zu rechnen, daß sich die Anteile der Strukturen im Gebiet verändern, daß einige wegfallen und neue hinzukommen werden. Eine Inventarisierung der Habitate und Kleinstrukturen aus zoologischer Sicht - sowohl qualitativ wie quantitativ - ist daher von entscheidender Bedeutung für die Auswahl von Fallenstandorten und für alle weiteren Untersuchungen im Laufe der Sukzession.

Besonders wichtig ist die Erfassung des Totholzes in seinen verschiedenen Formen, da es eine sehr artenreiche, charakteristische und für die Sukzession wesentliche Fauna beherbergt. Die Erfassung der Strukturen wurde wie folgt in allen Probekreisen durchgeführt:

Es wurde ein Erfassungsbogen erstellt (Anhang 1), mit dem in jedem Probekreis folgende Parameter aufgenommen wurden:

- Bodenbedeckung (prozentualer Anteil homogener Teilflächen eines Probekreises); Beschreibung dieser Teilfläche nach Strukturtyp, Stratum, Deckungsgrad und Höhe der dominanten Pflanzen, Bodenbeschattung
- Menge (in den drei Größenklassen schwach - mittel - stark) von am Boden liegendem Totholz, von bedeutsamen Strukturen an lebenden Baumstämmen (Bewuchs mit Moos, Flechten, Pilzen, Anteil toter Äste, Höhlen, Saftfluß) und von Steinen (mit und ohne Moosbewuchs)
- Vorhandensein sonstiger zoologisch bedeutsamer Strukturen

Totholz und Stubben mit einem Durchmesser von mehr als 20 cm wurden nach von uns festgelegten Kriterien in den Erhebungsbogen der "Anweisung für die waldkundliche Aufnahme von Naturwaldreservaten" integriert und von Mitarbeitern der Hessischen Forsteinrichtungsanstalt aufgenommen. Dies erfolgte getrennt nach Baumart, Lage (stehend, liegend), Anteil fester und lockerer Rinde, Zersetzungsgrad des Holzes, Besonnung und Besatz mit Flechten, Moosen, Pilzen, Höhlen und Bohrgängen.

Lebensräume können sehr verschiedene Größen besitzen. Eine Anzahl unterschiedlicher Namen ist dafür im Gebrauch, etwa Habitat, Biochorion, Biotop, Ökosystem. PLACHTER (1989) unterscheidet fünf Ordnungen von Lebensräumen, die sich in Größe und Komplexität unterscheiden (z. B.: Rinde [1], am Baum [2], im Gebüsch [3], im verbuschten Magerrasen [4], im Talraum [5]). Er verzichtet auf eine Vergabe von Namen für die Kategorien [1] und [2], die restlichen bezeichnet er als Biotop [3], Biotopkomplex [4] und Landschaft [5]. Wir bezeichnen Kategorie [1] als **Kleinstruktur**,

Kategorie [2] als **Einzelstruktur**. Die Kategorien [3] und [4], die flächige Strukturen umfassen, werden als **Habitatstrukturen** bezeichnet.

Es erfolgte eine Begehung der gesamten Untersuchungsfläche, um festzustellen, ob gewisse Strukturen nur außerhalb der Probekreise vorkommen. Die Fauna der Habitatstrukturen wurde vorrangig in Probekreisen untersucht, nur wenn eine Struktur in keinem Probekreis vorkam, auch außerhalb. In diesem Fall wurden die Funde den Quadranten zugeordnet.

Tab. 5: Flächige Habitatstrukturen und Anzahl der Bodenfallen-Standorte in den Naturwaldreservaten.

Flächige Habitatstruktur	Anzahl Bodenfallen-Standorte			
	NWR "Neuhof"		NWR "Schotten"	
	KF	VF	KF	VF
Bach			(x)	(x)
Bärlauchflur				x
Blaubeeren	x	x		
Blockfeld				x
Esche, Ahorn mit Hexenkraut				x
Esche, Ahorn im Sickerquellbereich			x	
Farn			(x)	(x)
Frühjahrsgeophyten			x	x
Gras	x	x	x	x
Gras, Binsen		x		
Himbeergesträuch			x	
Holundergesträuch			x	
Immergrün			(x)	
Jungwuchs		x	x	x
Märzenbecher			x	
Pestwurz				(x)
Quellrinnsal			(x)	(x)
Schonung		x		x
Sickerquellgebiet			x	x
Stangenholz				x
Steinbruch			(x)	
Tümpel	(x)			
vegetationsfreie Buchenstreu	x	x	x	x
vegetationsfreie Fichtenstreu	x			
Waldrand			x	x
Waldwiese		(x)	x	(x)
Wegpfütze		(x)		
Wegrand	x	x	(x)	(x)
Summe Habitatstrukturen:	6	9	17	17
davon mit Bodenfallen:	5	7	11	11
Summe Habitatstrukturen pro Gebiet:		11		23
davon mit Bodenfallen:		8		16

(x) = Struktur vorhanden, aber keine Bodenfallen eingesetzt

Tab. 5 zeigt die Verteilung zoologisch relevanter flächiger Strukturen auf die Teilflächen der Naturwaldreservate "Neuhof" und "Schotten" und den dortigen Einsatz von Bodenfallen.

Die Daten der Strukturkartierung werden in einer zu den Erfassungen der FEA kompatiblen Form EDV-gespeichert. Damit lassen sich Flächenanteile der einzelnen Strukturtypen in den drei Habitataspekten Geophyten-, Kraut- und Strauchschicht berechnen.

Zoologische Untersuchungen.

Im Bereich der Faunistik gibt es zahlreiche qualitative und quantitative Erfassungsmethoden, von denen bei zoologischen Aufnahmen üblicherweise eine kleine Auswahl eingesetzt wird. Einen Überblick geben JANETSCHEK (1982), MÜHLENBERG (1989) und SOUTHWOOD (1978). Ständig werden Neuentwicklungen und Verbesserungen publiziert und getestet, was auf die bessere Berücksichtigung der sehr unterschiedlichen Lebensweisen der Tierarten und auf die zunehmende Bedeutung zoologischer Gutachten zurückzuführen ist. Wichtigstes Kriterium für die Auswahl von Fangmethoden ist ihre Reproduzierbarkeit. In der Vorlaufphase wurde ein breites Spektrum an Methoden im Hinblick auf seine Eignung im Ökosystem Wald und als repräsentative Erfassungsmethode für die verschiedenen Tiergruppen getestet.

Die von uns eingesetzten Nachweismethoden werden nach folgenden Kriterien charakterisiert:

Beschreibung:

technische Beschreibung des Fallentyps; Bezugsquellen

Eingesetzte Fallen:

Anzahl eingesetzter Fallen im Rahmen der Vorlaufphase; Beschreibung geeigneter Fallenstandorte

Gefangenes Artenspektrum:

gefangenes Artenspektrum im Rahmen der Vorlaufphase; Eignung des Fallentyps für die repräsentative Erfassung von Tiergruppen

Störanfälligkeit (s. S. 119):

Störanfälligkeit des betreffenden Fallentyps bzw. der quantitativen Methode

Empfehlung:

Empfehlung für den Einsatz im Rahmen von Langzeituntersuchungen zur Sukzession hessischer Naturwaldreservate.

Quantitative Methoden.

Quantitative Methoden dienen dazu, die Abundanzen der Arten zu ermitteln. Diese Verfahren spiegeln jedoch meist nur die Aktivität von Tierarten am Fallenstandort wider. Laufaktive Arten werden beispielsweise mit Bodenfallen häufiger gefangen, als die übrigen.

In der Vorlaufphase wurden verschiedene quantitative Methoden erprobt. Die mit diesen Methoden erhaltenen Fänge sind nach Arten- und Individuenzahlen in Tab. 3 (S. 91) aufgelistet. Tab. 6 (S. 119) gibt einen Überblick über das getestete Fallenspektrum.

Bodenfallen (Abb. 71, 72).

Beschreibung:

Bodenfallen, auch Barberfallen genannt, dienen zum Fang von auf der Erdoberfläche und in der Streuschicht laufenden Tieren. Sie werden für entomologische Untersuchungen am häufigsten eingesetzt. Mit ihnen lassen sich auch versteckt lebende und nachtaktive Arten nachweisen, die selbst bei gezielten Aufsammlungen nur schwer zu finden sind. Zum Einsatz kamen Fallen, die die Störung der umgebenden Bodenschichten und Vegetation minimieren und ein schnelles Leeren ermöglichen (MELBER 1987). Sie sind wie folgt aufgebaut: Ein etwa 20 cm langes Plastikrohr (Regenrinnenfallrohr mit einem Innendurchmesser von 10 cm) wird senkrecht so in den Boden eingegraben, daß seine eine Öffnung bündig mit der Erdoberfläche abschließt. In das Rohr wird ein Twist-Off-Glas (Volumen: 350 ml, Höhe: 12 cm, Durchmesser: 6,6 cm) gestellt. Ein Plastiktrichter (Durchmesser: oben 10 cm, unten 2,2 cm) wird etwa 1 cm unterhalb der Rohroberkante so eingesetzt, daß er mit den Wänden dicht abschließt und in das Fangglas mündet. Das Glas wird zu etwa einem Drittel mit Fangflüssigkeit gefüllt. MÜHLENBERG (1985) schlägt vor, die Bodenfallen mit Regenschutzdächern aus Metall oder Glas zu versehen, revidiert diese Meinung aber (1989): "Eine Abdeckung ... verändert das Mikrohabitat und lockt möglicherweise Tiere in die vorgetäuschten Schlupfwinkel". Um das Arteninventar eines Gebietes möglichst vollständig zu erfassen, kann aber eine Lockwirkung von Fallen nur von Nutzen sein. Wesentlich ist lediglich, daß die Ergebnisse reproduzierbar sind, was aber durch die Verwendung desselben Bodenfallentyps bei allen Untersuchungen gewährleistet ist. Ein Einsatz von Bodenfallen ohne Abdachung erfordert zudem zwangsläufig kürzere Leerungsintervalle (MÜHLENBERG [1989] empfiehlt zweiwöchentliche Leerungsintervalle), was aber aus arbeitsökonomischen Gründen möglichst vermieden werden sollte. Wir verwendeten daher als Schutz vor Regenwasser und um das Zuwehen mit Laub zu verhindern Metalledächer (ca. 30 x 30 cm), die in einer Höhe von 3-5 cm über den Fallen installiert wurden.

MÜHLENBERG (1989) empfiehlt zur Erfassung der dominanten Arten vier Barberfallen pro Habitat. In den meisten Projekten wurden aus Kosten- und Zeitgründen weit weniger Fallen gestellt, so in den bayrischen Naturwaldreservaten nur eine pro Habitat (AMMER et al. 1989).

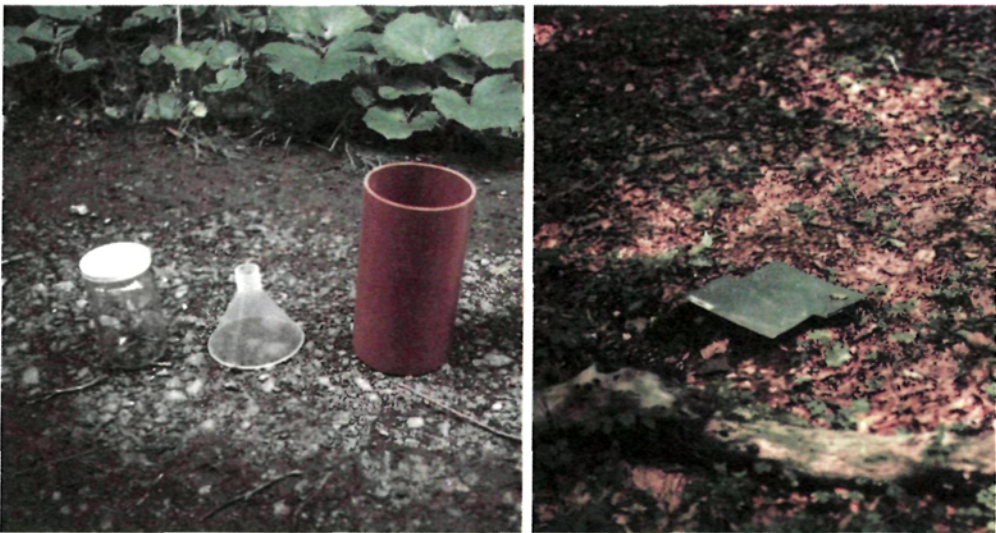


Abb. 71: Bodenfallen-Zubehör: Twist-Off-Glas, Plastiktrichter, Plastikrohr (links); eingegrabene Falle mit Abdeckung (rechts).

Eingesetzte Fallen:

Wir setzten in Habitaten, die in Kern- und Vergleichsfläche vorkommen, je drei Fallen ein, in solchen, die nur in einer der Teilflächen vorhanden sind, eine Falle. Insgesamt kamen im NWR "Schotten" 52 (Kernfläche: 27, Vergleichsfläche: 25) und im NWR "Neuhof" 37 (Kernfläche: 18, Vergleichsfläche: 19) Barberfallen zum Einsatz (Tab. 5, S. 95).

Gefangenes Artenspektrum:

In den Bodenfallen dominieren Springschwänze (Collembola), Käfer (Coleoptera), Zweiflügler (Diptera) und Spinnen (Araneae) (Abb. 72). Die folgenden Tiergruppen wurden überwiegend oder ausschließlich mit Bodenfallen gefangen: Gastropoda (Schnecken), Bivalvia (Muscheln), Lumbricidae (Regenwürmer), Opiliones (Weberknechte), Pseudoscorpiones (Pseudoskorpione), Isopoda (Asseln), Chilopoda (Hundertfüßer), Diplopoda (Doppelfüßer), Diplura (Doppelschwänze) und Collembola (Springschwänze). Für umfangreiche Ordnungen, wie die der Käfer, gilt dies für Teilgruppen. So werden z. B. die weitaus meisten Individuen aus der Familie der Laufkäfer (Carabidae) mit diesem Fallentyp gefangen. Mit ca. 122 Tieren fängt eine Bodenfalle im Durchschnitt beider Gebiete pro Hektar und Monat im Vergleich zu allen anderen Fallentypen die wenigsten Individuen, arbeitet aber bei der von uns eingesetzten Fallendichte von 0,7 Fallen pro Hektar repräsentativ für die Artenzusammensetzung der meisten streubewohnenden Gruppen. Für einige (z. B. Spinnen, Asseln, Wanzen, Laufkäfer und Ameisen) reicht die eingesetzte Fallendichte zur repräsentativen Ermittlung des epigäischen Artenspektrums weitgehend aus.

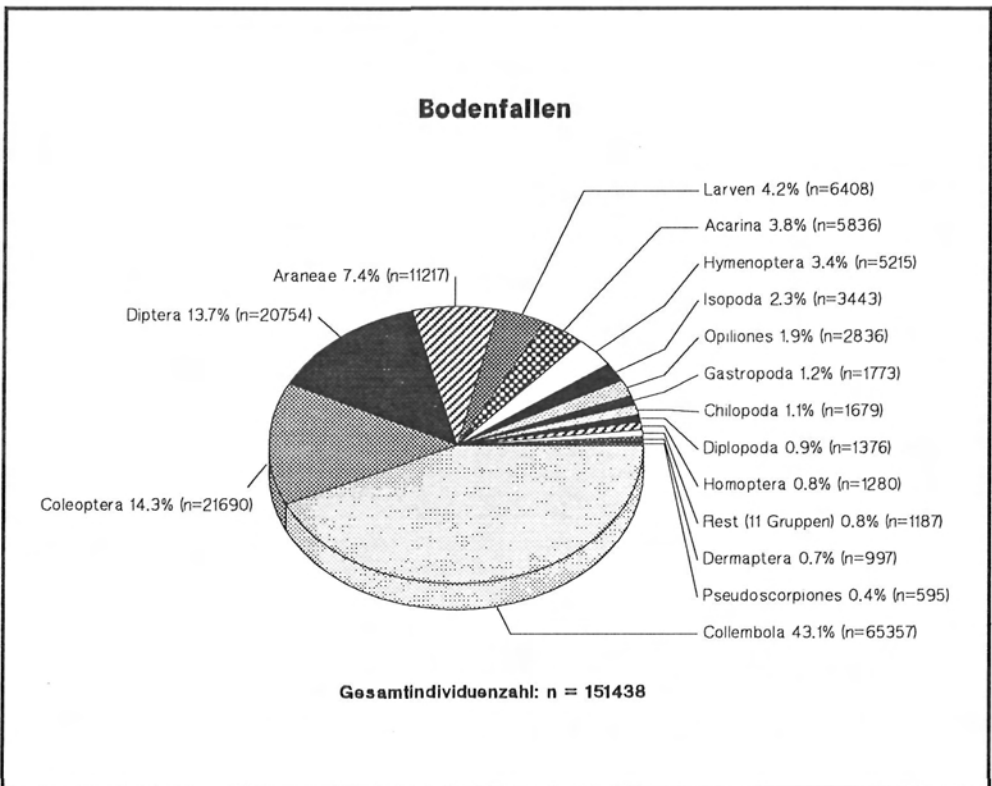


Abb. 72: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (Mai 1990 - Juli 1991).

Störanfälligkeit (s. S. 119):

40,9 % aller Bodenfallen waren von Störungen betroffen. In erster Linie traten die Kriterien "Trichter verstopft" (21,7 %), "vollgelaufen" (21,7 %), "Abdachung entfernt" (4,6 %) und "nicht ebenerdig" (1,9 %) auf. Die Fallen sind insbesondere in Habitaten mit ausgeprägter Streuschicht störanfällig, da die Trichter und Fanggefäße mit Laub zugeweht werden können. Auch wühlaktive Tiere wie Wildschweine, Maulwürfe und Mäuse können die Fallen außer Betrieb setzen. Bodenfallen laufen des öfteren voll Regenwasser, insbesondere wenn sie an Stellen exponiert wurden, an denen der normale Hangabfluß stattfindet. Hierdurch wird die konservierende Eigenschaft der Fangflüssigkeit reduziert. Üblicherweise sind Barberfallen durch Erde und Detritus verschmutzt, was das Aussortieren der Tiere erschwert.

Empfehlung:

Da keine besseren Alternativen zur Erfassung der epigäischen Fauna existieren empfehlen wir dennoch den Einsatz von Bodenfallen des beschriebenen Typs in jeder Teilfläche mit je drei Fallen pro flächigem Habitatstrukturtyp.

Fensterfallen (Abb. 73, 74).**Beschreibung:**

Fensterfallen fangen flugaktive Insekten und eignen sich daher besonders in offenen Habitaten (z. B. Lichtungen). Die Insekten prallen im Flug an eine Plexiglasscheibe und fallen in das darunter angebrachte und mit Konservierungsflüssigkeit gefüllte Auffanggefäß.

Eingesetzte Fallen:

Es wurde pro Teilfläche je eine dieser Fallen eingesetzt (1 m² große Plexiglasscheibe, grüner Plastik-Blumenkasten als Auffanggefäß, das 2-3 cm hoch mit Fangflüssigkeit gefüllt wurde). Sie wurden im NWR "Schotten" und in der Vergleichsfläche des NWR "Neuhof" am Rande von großen Waldlichtungen aufgestellt, in der Kernfläche des NWR "Neuhof" im unterwuchsaarmen Hallenbuchenwald.



Abb. 73: Fensterfalle.

Gefangenes Artenspektrum:

Es wurden sehr große Mengen von Arthropoden gefangen. Absolut vorherrschende Ordnung in den Fensterfallen sind Dipteren, dominierend noch die Coleopteren (Abb. 74).

Störanfälligkeit (s. S. 119):

Bei 35 % aller Leerungen waren diese Fallen beeinträchtigt ("vollgelaufen" [25 %], "ausgetrocknet" [10 %] und "Fäulnisgeruch" [5 %]). Nachteilig erwies sich bei diesem Fallentyp die große Oberfläche des Fanggefäßes. Hierdurch trockneten die Fallen bei starker Besonnung aus, bzw. liefen während Schlechtwetterperioden voll Regenwasser. Beide Einflüsse, verbunden mit teilweise größeren Mengen eingewehter Blätter, führten dazu, daß die Fänge oft in sehr schlechtem Zustand und damit schwer oder gar nicht bestimmbar waren. Die große Öffnung des Fanggefäßes kann theoretisch auch dazu führen, daß insektenfressende Vögel Tiere absammeln. Bei ausgetrockneten Fallen ist damit zu rechnen, daß viele durch den Anprall benommene Insekten zwar in das Auffanggefäß fallen, es aber nach einer Erholungspause wieder verlassen können. Diese Nachteile lassen sich nur durch häufigeres Leeren der Fallen verringern. Aus arbeitsökonomischen Gründen sollten die Leerungsintervalle aber möglichst lang gewählt werden. Aufgrund der Größe der Scheiben können Fensterfallen auch Vögel töten oder verletzen. Da diese Tiere aber nicht ins Auffanggefäß fallen, ist eine Abschätzung der Verluste nicht möglich. Eine Meise und eine Drossel wurden von uns tot neben Fensterfallen gefunden. Auffanggefäße mit einer Blütenfarbe haben zusätzlich den Anlockungseffekt einer Farbschale.

Empfehlung:

Wir empfehlen den Einsatz von Fensterfallen nicht für die Sukzessionsuntersuchungen. Als Alternative haben wir Luftlektoren getestet (siehe unten).

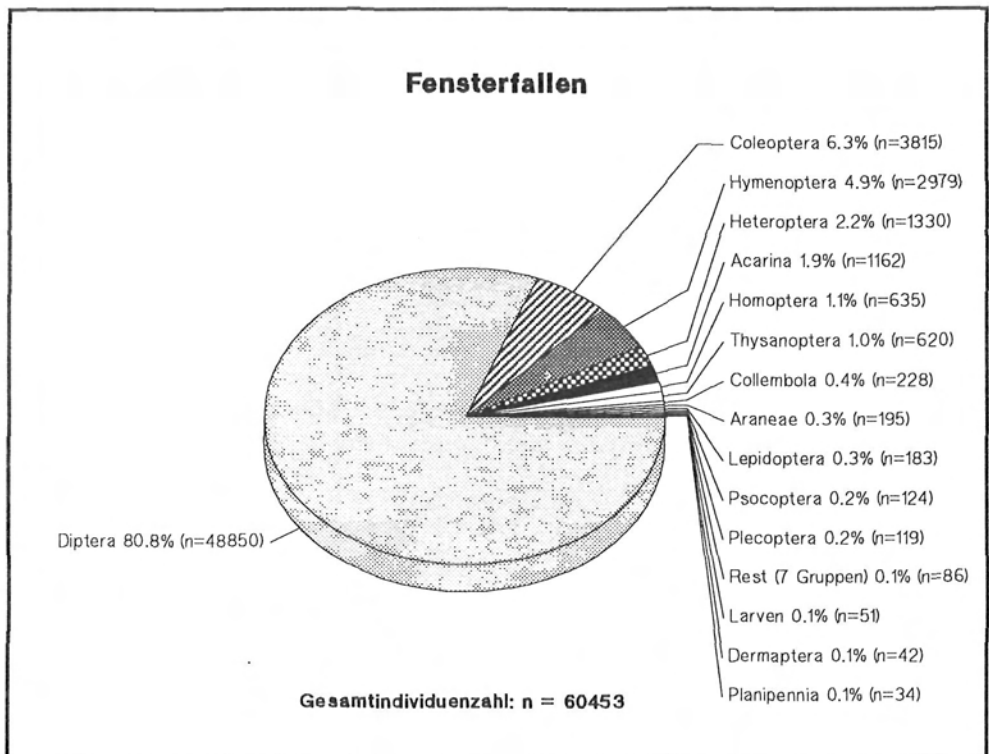


Abb. 74: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (Juli 1990 - Juli 1991).

Luftklektoren (Abb. 75).

Beschreibung:

Luftklektoren dienen zum Fang fliegender Insekten. Sie stellen weiterentwickelte Fensterfallen der Firma ECOTECH (Bonn) dar, bei denen zwei Plexiglasscheiben (Breite: 25 cm, Höhe: 50 cm) im rechten Winkel ineinander verschränkt werden, wodurch acht Prallflächen von 12,5 cm x 50 cm entstehen. Die Tiere, die gegen eine der Scheiben prallen, fallen durch einen Trichter (Durchmesser oben: 25 cm, unten: 3 cm) in eine angeschraubte Ein-Liter-Weithals-Plastikflasche, die etwa zu einem Drittel mit Konservierungsflüssigkeit gefüllt wird. Insekten, die die Scheibe nur langsam anfliegen und sich darauf niederlassen, können, wenn sie nach oben krabbeln und dann auffliegen, in einer Kopfdose gefangen werden. Die Falle wird mit Hilfe eines Metallständers etwa in Kopfhöhe aufgestellt. Sie besitzt ein Dach, um Regenwasser abzuleiten.

Eingesetzte Fallen:

Die Luftklektoren kamen - um sie im Vergleich zu Fensterfallen testen zu können - mit je einer Falle pro Teilfläche in unmittelbarer Nachbarschaft der jeweiligen Fensterfalle zum Einsatz.

Gefangenes Artenspektrum:

Aufgrund der kurzen Gesamtexpositionsdauer dieses Fallentyps können nur vorläufige Angaben gemacht werden. Deshalb wird auch auf die grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen verzichtet. Wie in Fensterfallen findet man auch in Luftklektoren viele Blütenbesucher und schwärmende Arten, die an Pilzen oder Kot leben. Das gefangene Material ist sehr sauber und damit gut bearbeitbar. Der Vergleich der Fänge der parallel betriebenen Fensterfallen mit denen der Luftklektoren zeigt, daß beide Typen beträchtliche Mengen an Fluginsekten fangen. Das Artenspektrum ist aber nicht identisch. Da die Unterschiede zumeist seltene Arten betreffen, müssen sie als zufällig gelten. Der hohe Anteil parasitischer Hummeln ausschließlich im Luftklektor kann als Anlockungseffekt interpretiert werden. Trichter und Fangflasche entsprechen vermutlich dem Suchbild "Hummelnest-Eingang" der Parasiten.

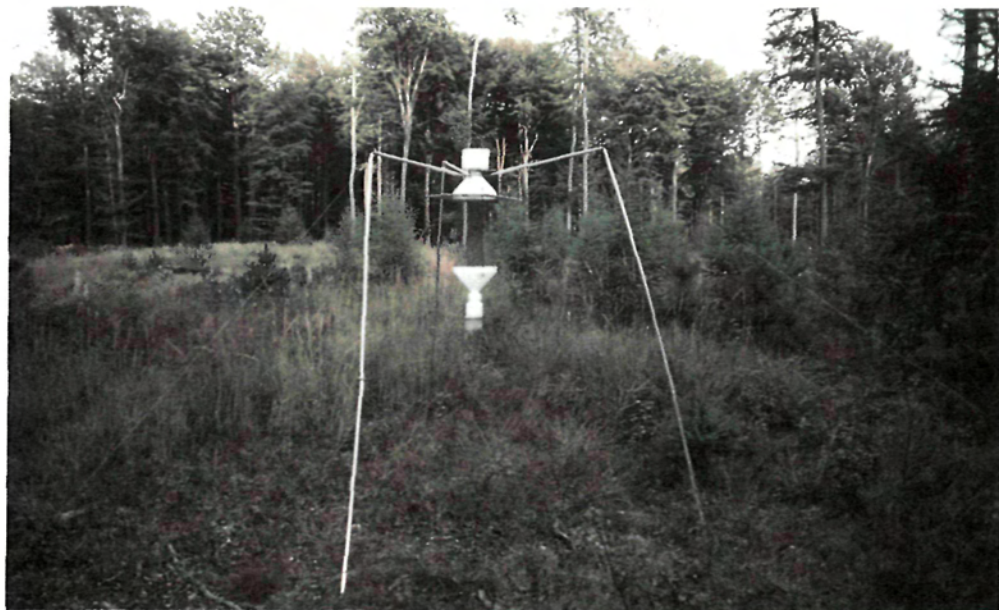


Abb. 75: Luftklektor.

Störanfälligkeit (s. S. 119):

Bis auf den verstopften Trichter einer Luftklektorbodenflasche arbeitete dieser Fallentyp ohne Beeinträchtigungen. Luftklektoren sind im Vergleich zu Fensterfallen weniger störanfällig. Die Oberfläche der Fangflüssigkeit ist stark verringert, wodurch das Austrocknen der Fallen bei längerer Exposition verhindert wird. Es wird weniger Fangflüssigkeit benötigt. Auch Insekten, die nicht gegen die Scheiben prallen, sondern sich nur dort niederlassen, können gefangen werden. Andere Tiere, insbesondere Vögel, können die gefangenen Insekten nicht aus der Falle herauslesen. Da die Plexiglasscheiben kleiner sind als die der Fensterfallen und zudem nur ein schmaler durchsichtiger Bereich zwischen weißer Kopfdose und weißem Trichter von ihnen gebildet wird, dürfte die Gefahr für Vögel minimal sein. Die weißen Bauteile der Falle (Kopfdose, Trichter und Fangflasche) haben eventuell einen Anlockungseffekt auf Blütenbesucher. Nachteilig wirkt sich aus, daß der Trichter mitunter durch angewehtes Laub verstopft wurde, was die Fängigkeit reduzierte. Das Dach kann schräg aufprallenden Regen nicht abhalten, so daß auch dieser Fallentyp bei starkem Regen volllaufen kann.

Empfehlung:

Wegen der eindeutigen Vorteile gegenüber der Fensterfalle empfehlen wir den Einsatz je eines Luftklektors pro Teilfläche für den Nachweis flugaktiver Insekten auf Lichtungen, Windwürfen, Waldwiesen oder an Wegrändern.

Farbschalen (Abb. 76, 77).**Beschreibung:**

Farbschalen dienen zum Fang von sich optisch orientierenden Blütenbesuchern. Es wurden abgesägte 1,5-Liter-Piccolo-Tönnchen der Firma RUBBERMAID (Dreieich) verwendet. Eine Fangeinheit besteht aus je einer gelben, blauen und weißen Plastikschale (Höhe: 7 cm, Durchmesser: 12 cm), die in dieser Reihenfolge übereinander mit 50 cm Abstand und jeweils um etwa 120 Grad seitlich versetzt an einem Haltestab angebracht werden (Höhe: 1-2 m). Die weiße Schale reflektiert UV-Licht gut, die gelbe nur schwach und die blaue gar nicht. Die Schalen werden etwa zu zwei Dritteln mit Fangflüssigkeit gefüllt. Da sie nicht mit einem Regenschutz versehen werden können, ist 1 cm unterhalb des Randes ein kleines Überlaufloch (Durchmesser: 2 mm) gebohrt.

Eingesetzte Fallen:

In beiden Teilflächen des NWR "Schotten" und in der Vergleichsfläche des NWR "Neuhof" wurde je eine Farbschalenkombination auf einer Waldwiese eingesetzt, in der Kernfläche des NWR "Neuhof" in einer Heidelbeerfläche.

Gefangenes Artenspektrum:

Untersuchungen mit Farbschalen in verschiedenen Höhen der Vegetation zeigen eine deutliche Zonierung der Fauna. Im Kronenraum der Wälder treten Hymenopteren und Dipteren in sehr hohen Individuendichten auf (GASPAR et al. 1968 a, b). Solche Untersuchungen konnten im gegebenen Projektrahmen nicht durchgeführt werden. In den Farbschalen dominieren Dipteren und Coleopteren (Abb. 77). Es zeigen sich deutliche Auftrennungen der Arten und Gruppen nach den verschiedenen Farben der Fanggefäße. Acarina (Milben), Collembola (Springschwänze), Coleoptera (Käfer) und Hymenoptera (Hautflügler) wurden am häufigsten in Blauschalen gefangen, Diptera (Fliegen und Mücken) hingegen in Weißschalen. Alle genannten Gruppen waren in Gelbschalen am wenigsten vertreten, nur die Thysanoptera (Fransenflügler) waren in allen Typen gleich häufig. Die Fallen eignen sich gut zum Nachweis blütenbesuchender Käfer, Haut- und Zweiflügler.



Abb. 76: Farbschalen-Fangeinheit.

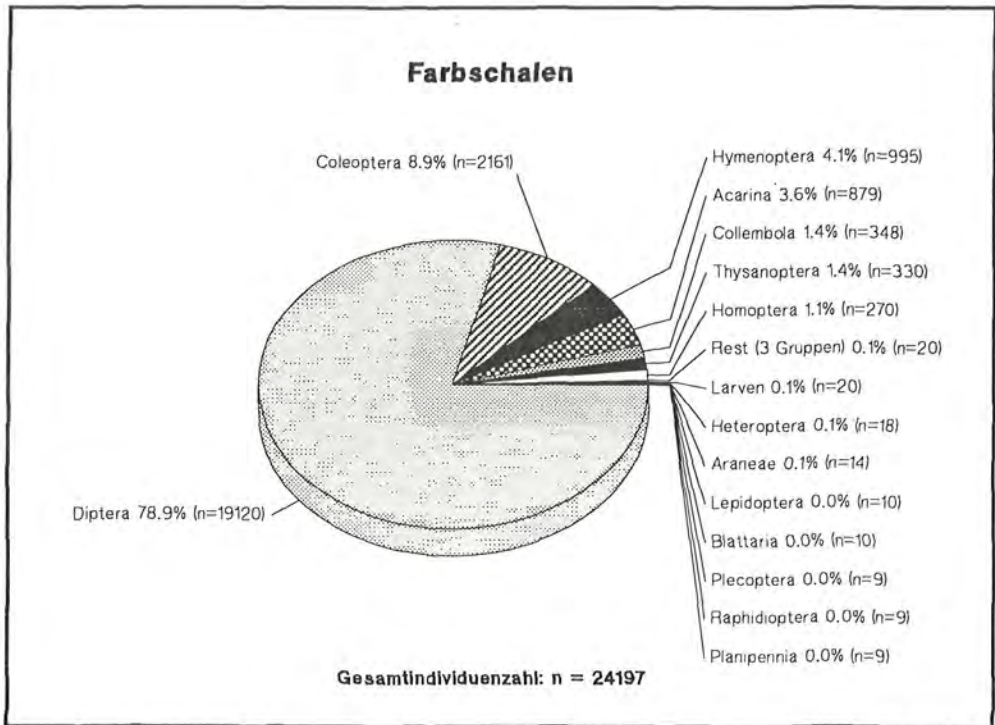


Abb. 77: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (August 1990 bzw. Mai 1991- Juli 1991).

Störanfälligkeit (s. S. 119):

Dieser Fallentyp war bei 25 % (blaue und gelbe Farbschalen) bzw. 21,9 % (weiße Farbschalen) aller Leerungen gestört. Ursachen waren "Schimmelbildung" (15,6 %), "vollgelaufen" (15,6 bzw. 12,5 %) und in Einzelfällen "Wühlschäden", "verloren" und "defekt" (je 3,1 %). Das gefangene Material ist in der Regel sauber und damit gut bearbeitbar. Im Herbst kann eingewehtes Falllaub die Fängigkeit herabsetzen. Regenwasser verdünnt die Fangflüssigkeit, das Material ist aber meist auch nach vierwöchiger Fallenexposition noch gut bearbeitbar.

Empfehlung:

Wir empfehlen den Einsatz je einer Fangeinheit pro Teilfläche für den Nachweis blütenbesuchender Insekten auf Lichtungen, Windwürfen, Waldwiesen oder Wegrändern.

Stammeklektoren für stehende Bäume (Abb. 78-80)**Beschreibung:**

Dieser Eklektortyp dient zum Fang der an Baumstämmen emporlaufenden Tiere. Darüber hinaus fängt er auch die im Bereich des Eklektors aus dem Stamm schlüpfenden Holzbewohner. Er wurde von BEHRE (1989) entwickelt und wird von der Firma ECO-TECH (Bonn) vertrieben.



Abb. 78: Stammeklektor an einer lebenden Buche.

Eingesetzte Fallen:

Von diesem Eklektortyp wurden pro Teilfläche jeweils zwei Exemplare an lebenden Buchenstämmen und an toten stehenden Stämmen (Dürrständern) angebracht. Da in der Vergleichsfläche des Untersuchungsgebiets "Neuhof" keine geeigneten Dürrständer vorhanden waren, konnte dieser Typ dort nur an lebenden Buchen eingesetzt werden.

Gefangenes Artenspektrum:

Die Abbildungen 79 und 80 stellen die Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen auf die Eklektoren an lebenden Buchen bzw. Dürrständern dar. In beiden Fallentypen werden für alle aufgeschlüsselten Gruppen beträchtliche Individuenzahlen erreicht. Dominante Ordnungen sind Diptera (Fliegen und Mücken), Collembola (Springschwänze) und Coleoptera (Käfer). Eklektoren an stehenden Bäumen sind der Fallentyp, mit dem Plecoptera (Steinfliegen), Blattaria (Schaben), Dermaptera (Ohrwürmer), Heteroptera (Wanzen), Homoptera (Pflanzensauger) und Mecoptera (Schnabelfliegen) weitaus am häufigsten gefangen werden. An lebenden Buchen werden pro Eklektor durchschnittlich 68 % mehr Tiere als an Dürrständern gefangen. Auch auf Ordnungsebene unterscheidet sich die Fängigkeit der Eklektoren an lebenden Buchen und Dürrständern: z. B. wurden von 574 Heuschrecken nur 35 an Dürrständern gefangen.

Mit 1748 Tieren fängt ein Eklektor an einer lebenden Buche im Durchschnitt beider Gebiete pro Hektar und Monat im Vergleich zu allen anderen Fallentypen die meisten Individuen. Der Fallentyp eignet sich hervorragend zur Erfassung der Fauna der Stämme (epitrunkale und Totholz-Fauna) und des Kronenraumes.

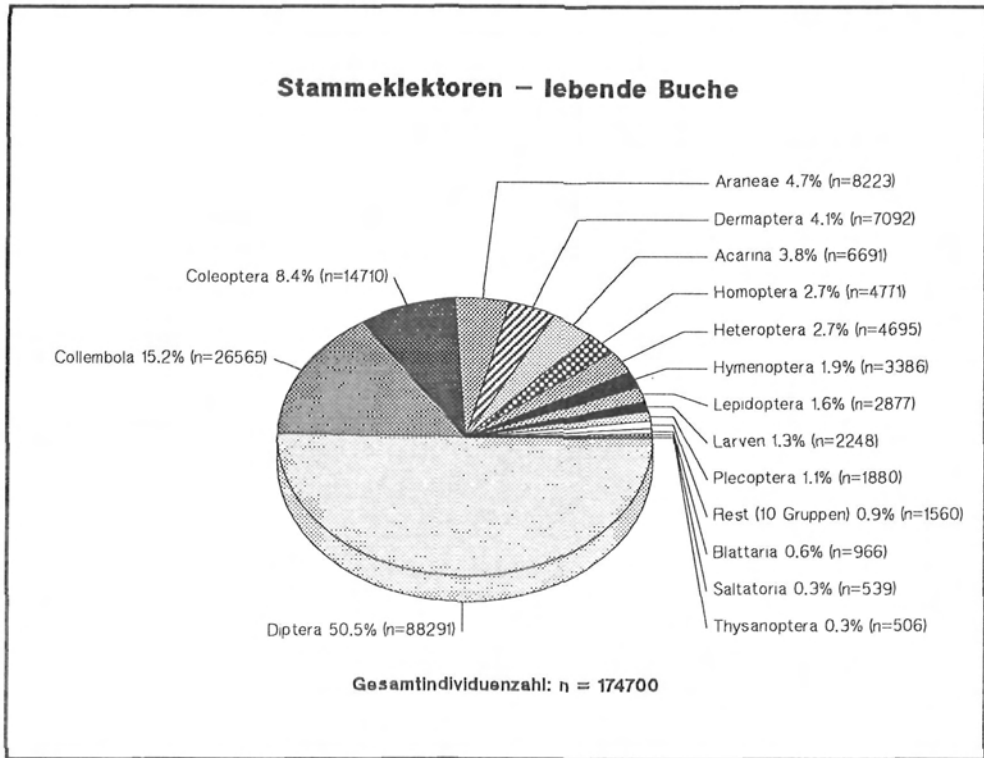


Abb. 79: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (Juni 1990 - Juli 1991).

Störanfälligkeit (s. S. 119):

In der Regel sind die Fänge in gutem Zustand, durch stammablaufendes Regenwasser laufen mitunter Bodenflaschen voll, aber die Qualität des Materials ist nach vier Wochen Fallenexposition noch ausreichend gut. Bei 26,6 % aller Leerungen wiesen Stammeklektoren an lebenden Buchen Störungen auf. Bodenflaschen waren mit 19,2 % wesentlich stärker betroffen als Kopfdosen mit 7,4 %. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß in 19 % aller Fälle die Bodenflaschen und nur in 2,6 % die Kopfdosen

vollgelaufen waren (wenn deren Deckel fehlten). Kopfdosen können aber "austrocknen" (1,7 %). Der gesamte Eklektor war in 1,9 % der Fälle "defekt". Im Gegensatz zu Eklektoren an lebenden Buchen sind solche an Dürrständern weniger störanfällig (2,9 %). 1,9 % Bodenflaschen waren "vollgelaufen", bei 1 % der Kopfdosen "fehlte der Deckel".

Empfehlung:

Wir empfehlen den Einsatz von je zwei Eklektoren pro Teilfläche an der Hauptbaumart und an je zwei Dürrständern. Fallen an weiteren Baumarten sind wünschenswert, aber beim vorgegebenen Projektrahmen aufgrund des sehr umfangreichen Tiermaterials pro Eklektor, nicht bearbeitbar.

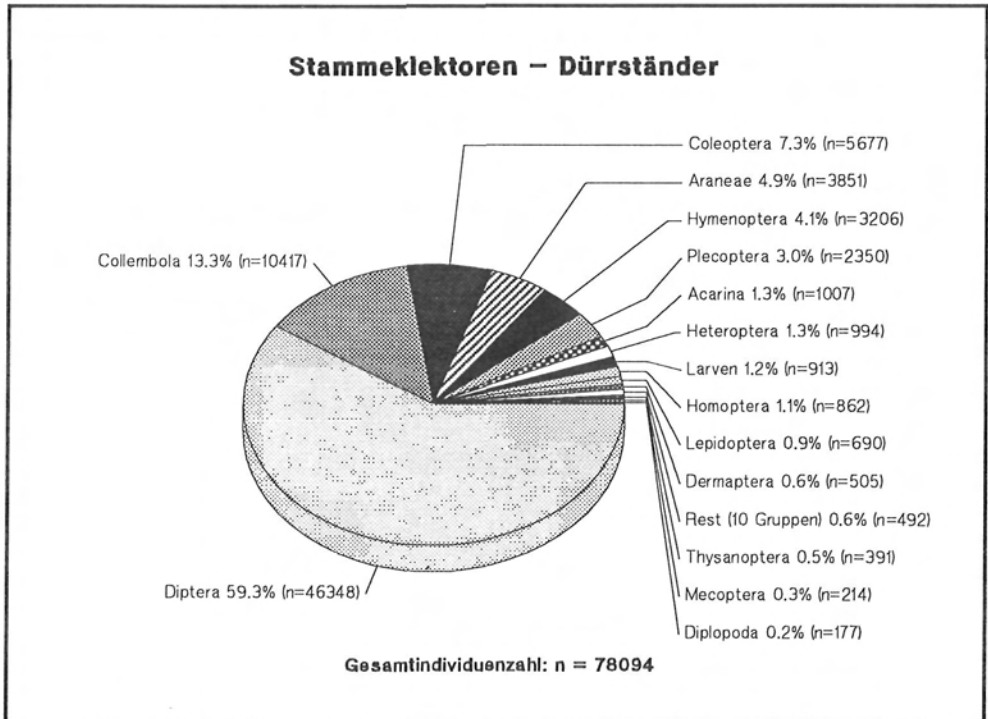


Abb. 80: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (Juni 1990 - Juli 1991).

Stammeklektoren für liegende Bäume (Abb. 81-85).

Beschreibung:

In Zusammenarbeit mit der Firma ECOTECH (Bonn) wurden von uns neue Stammeklektortypen entwickelt, die an liegenden Baumstämmen getrennt die Tiere fangen, die auf dem Stamm entlanglaufen und die, die aus einem Stammabschnitt von 1 m Länge schlüpfen. Für freiliegende Bäume wurden Eklektoren konstruiert, die den Stamm rundum befangen, für auf dem Boden aufliegende solche, die auf den Stamm gesetzt werden und nur dessen obere Hälfte befangen.

Eingesetzte Fallen:

Jeweils zwei freiliegende Stämme wurden in den Kernflächen der Gebiete untersucht. In den Vergleichsflächen befanden sich keine geeigneten Bäume. An aufliegenden

Stämmen wurden in den Teilflächen des NWR "Schotten" jeweils zwei Bäume untersucht, im NWR "Neuhof" existierte nur ein geeigneter Stamm in der Kernfläche.

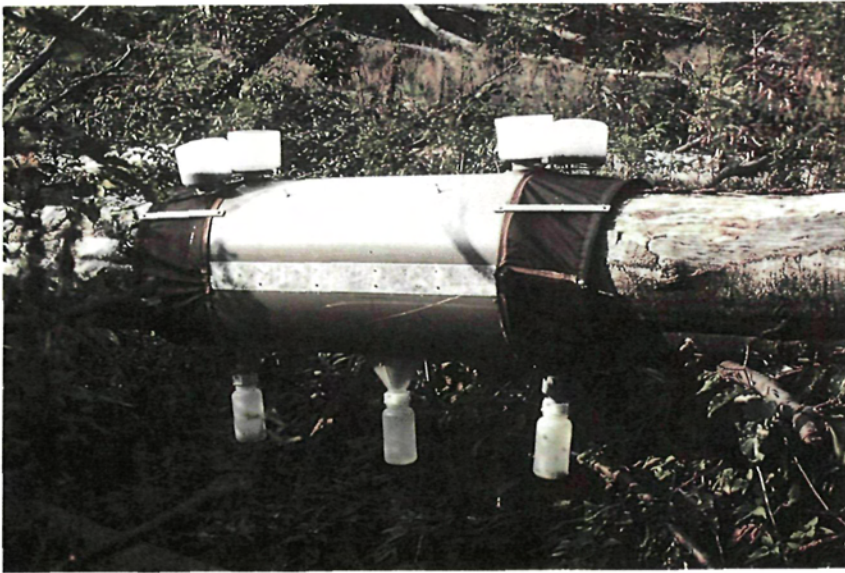


Abb. 81: Eklëktor an einem freiliegenden Buchenstamm.

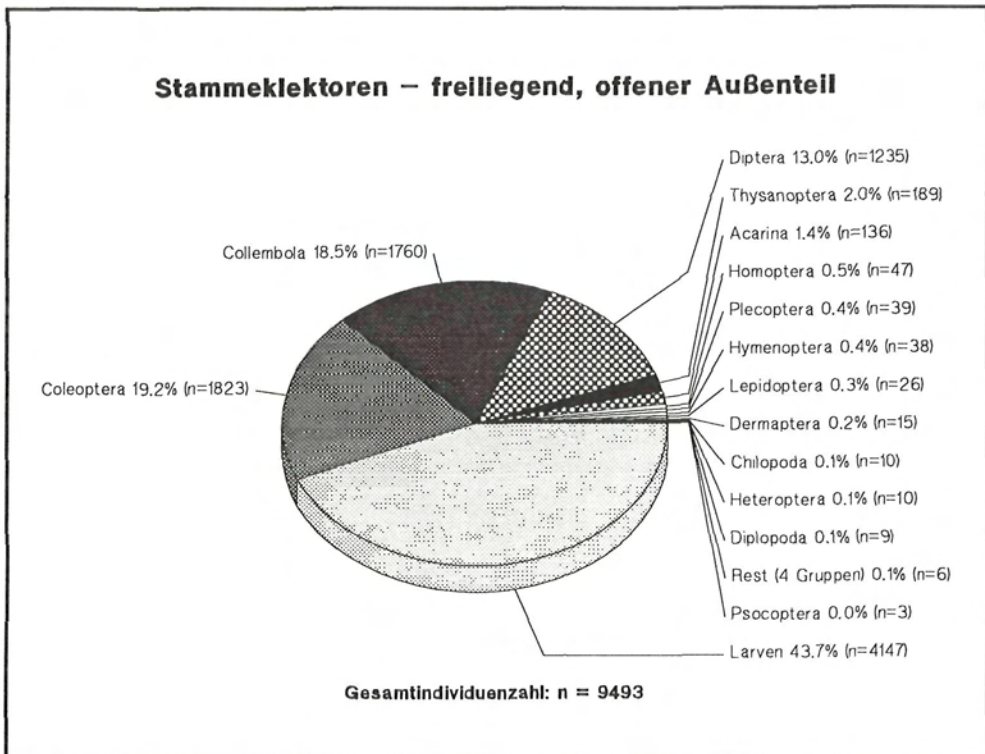


Abb. 82: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (Januar bzw. Mai 1991 - Juli 1991).

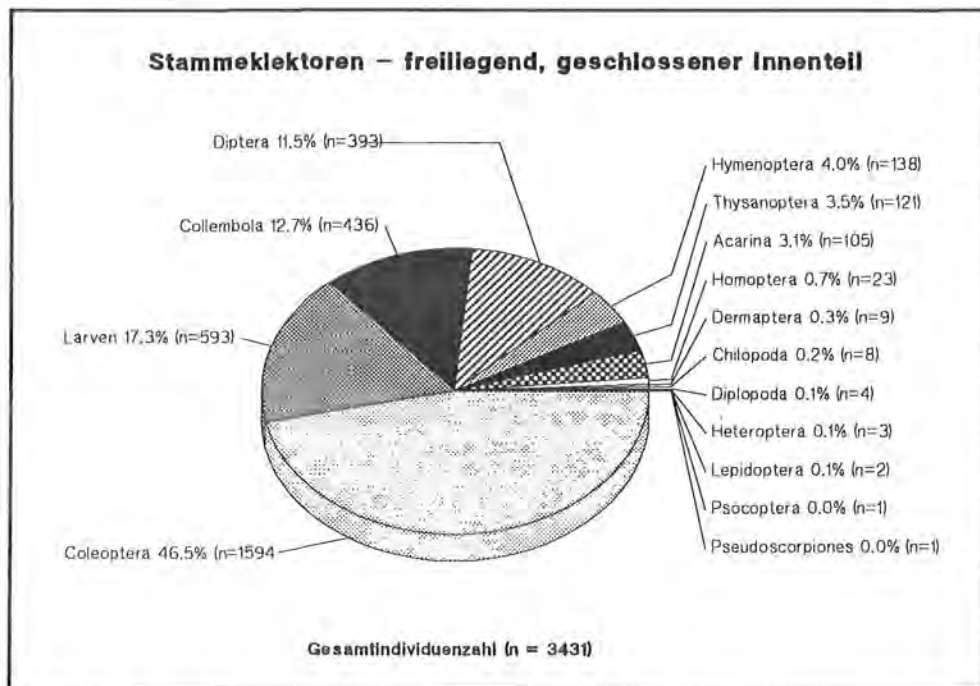


Abb. 83: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (Januar bzw. Mai 1991 - Juli 1991).

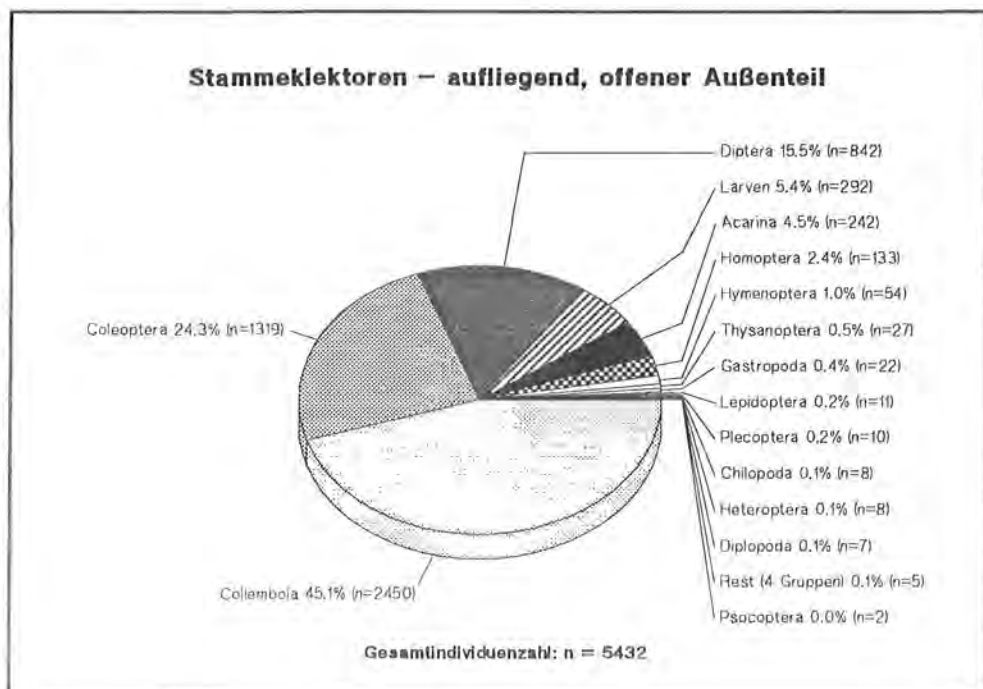


Abb. 84: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (Januar bzw. Mai 1991 - Juli 1991).

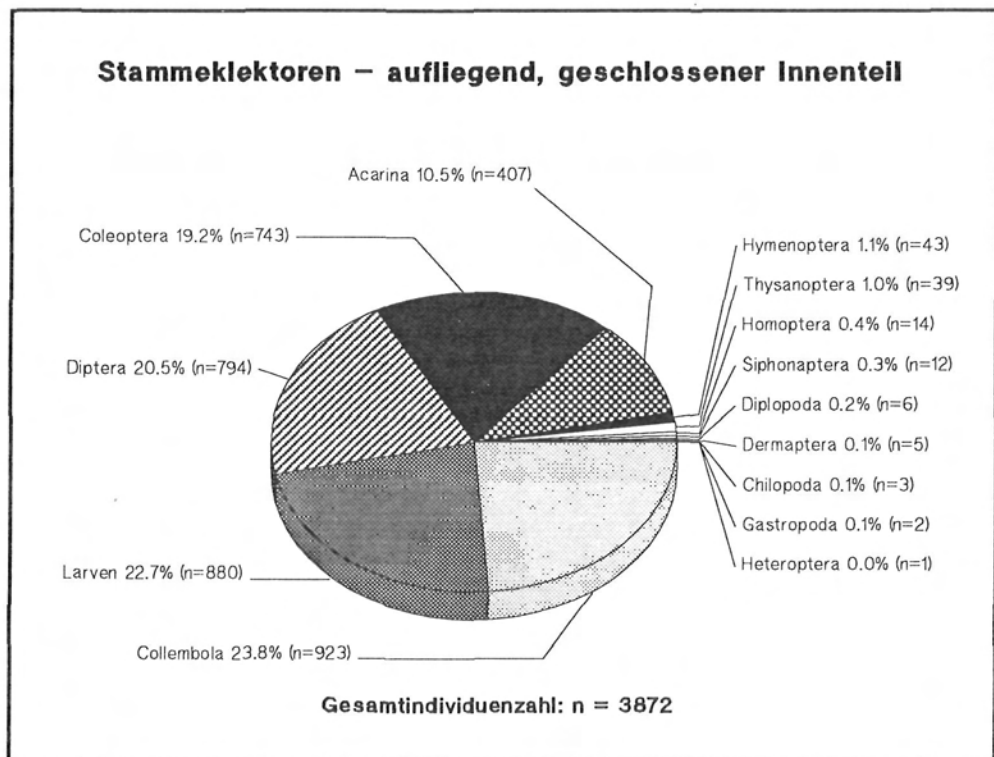


Abb. 85: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen
(Januar bzw. Mai 1991 - Juli 1991).

Gefangenes Artenspektrum:

In den Abbildungen 82-85 werden die Häufigkeitsverteilungen der Invertebratengruppen, für Eklektoren an freiliegenden und aufliegenden Buchenstämmen dargestellt, jeweils getrennt nach offenem Außen- und geschlossenem Innenteil. Dominante Gruppen sind in allen Fällen Diptera (Fliegen und Mücken), Collembola (Spring-schwänze), Coleoptera (Käfer) und Larven holometaboler Insekten. Im geschlossenen Innenteil aufliegender Stämme waren auch die Acarina (Milben) dominant. In nennenswerter Anzahl werden mit diesen Fallentypen außerdem Araneae (Spinnen), Thysanoptera (Fransenflügler), Homoptera (Pflanzensauger) und Hymenoptera (Hautflügler) gefangen.

Störanfälligkeit (s. S. 119):

Die Fänge sind in der Regel sauber und gut bearbeitbar. Nur Bodenflaschen können mit stammblaufendem Regenwasser volllaufen. Der Mittelteil des Eklektors, der die aus dem Stamm schlüpfenden Tiere fängt, läßt sich nur schwer dauerhaft abdichten, da die sich mehr und mehr ablösende Rinde und das immer morscher werdende Holz Kleintieren vielfältige Möglichkeiten zum durchschlüpfen bieten. Bei einem aufliegenden Eklektor wurde die Trennwand zum Innenteil von einer Maus aufgenagt und ein Nest im Eklektor angelegt.

Bei Eklektoren an aufliegenden Stämmen waren 22,6 % der Bodenflaschen des offenen Außenteils "vollgelaufen". 64,8 % der Teilfallen des geschlossenen Innenteils waren beeinträchtigt. Ursachen waren "vollgelaufene" Bodenflaschen (32 %), "Fäulnisgeruch" der Fangflüssigkeit (1,6 %) und "defekte" Eklektoren (19,3 % bzw. 9,7 %).

Bei Eklektoren an freiliegenden Stämmen traten Störungen im offenen Außenteil bei 48,2 % der Teilfallen auf. Im wesentlichen wurde dies durch "vollgelaufene" Bodenflaschen verursacht (44,8 %). "Fäulnisgeruch" der Bodenflaschenfangflüssigkeit und "ausgetrocknete" Kopfdosen (je 3,4 %) kamen hinzu. Im geschlossenen Innenteil waren bei 67,2 % der Teilfallen Störungen zu verzeichnen. Diese waren fast ausschließlich auf "vollgelaufene" Bodenflaschen (65,5 %) zurückzuführen. In seltenen Fällen wies die Fangflüssigkeit der Bodenflaschen einen "Fäulnisgeruch" auf (3,4 %) oder war der Eklektor "defekt" (Bodenflasche: 3,4 %, Kopfdose: 1,7 %).

Empfehlung:

Wir empfehlen den Einsatz von zwei Liegendstammeklektoren pro Teilfläche, wobei beide Typen eingesetzt werden sollten, wenn geeignete Stämme vorhanden sind.

Bodenphotoeklektoren (Abb. 87).

Beschreibung:

Als Bodenphotoeklektoren werden Gaze-Zelte bezeichnet, die auf einer definierten Grundfläche die aus dem Boden schlüpfenden Tiere abfangen. Eine Kopfdose erfasst zum Licht strebende Arten, eine Bodenfalle negativ phototaktische. Sie können von der Firma ECOTECH (Bonn) bezogen werden. Wir verwendeten diesen Fallentyp (ohne Bodenfalle) auf drei verschiedene Weisen, die wir als a) Zelt-, b) Stubben- und c) Tot-holzeklektor unterschieden.

a) Zelteklektoren.

Beschreibung:

Als Zelteklektoren bezeichnen wir solche Bodenphotoeklektoren, die der Erfassung der Fauna dienen, die sich im Boden und in der Streuschicht entwickelt und danach das Stratum wechselt.

Eingesetzte Fallen:

Es wurde pro Teilfläche ein Zelteklektor in der vegetationsfreien Laubstreu aufgestellt.

Gefangenes Artenspektrum:

Aufgrund der kurzen Gesamtexpositionsdauer dieses Fallentyps können nur vorläufige Angaben gemacht werden. Dominante Ordnungen in den Zelteklektoren waren Diptera (Fliegen und Mücken), Coleoptera (Käfer) und Thysanoptera (Fransenflügler). Nennenswerte Zahlen wurden auch an Homoptera (Pflanzensauger), Araneae (Spinnen), Hymenoptera (Hautflügler), Acarina (Milben) und Collembola (Springschwänze) gefangen (Abb. 86).

Störanfälligkeit (s. S. 119):

Die eingesetzten Eklektoren arbeiteten störungsfrei.

Empfehlung:

Die Fänge aus Zelteklektoren können einer definierten Bodenfläche von 1 m² zugeordnet werden, was einen Vorteil für Abundanz- und Biomasseuntersuchungen darstellt. Jedoch werden mit dieser Fallenmethode keine absoluten, sondern nur Schlüpfabundanz ermittelt, da von ihr kein festes Bodenvolumen abgegrenzt wird. Wenig aktive Formen sind in diesen Fallen unterrepräsentiert. Um seltene Arten zu erfassen, müssen zahlreiche Eklektoren eingesetzt werden. Da im Rahmen der Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten besonderer Wert auf die möglichst vollständige Erfassung eines breiten Artenspektrums gelegt wird, empfehlen wir den Einsatz von Zelteklektoren nicht. Das epigäische Artenspektrum wird vollständiger mit Bodenfallen gefangen, die Stratenwechsler ausreichend mit Stammeklektoren erfaßt.

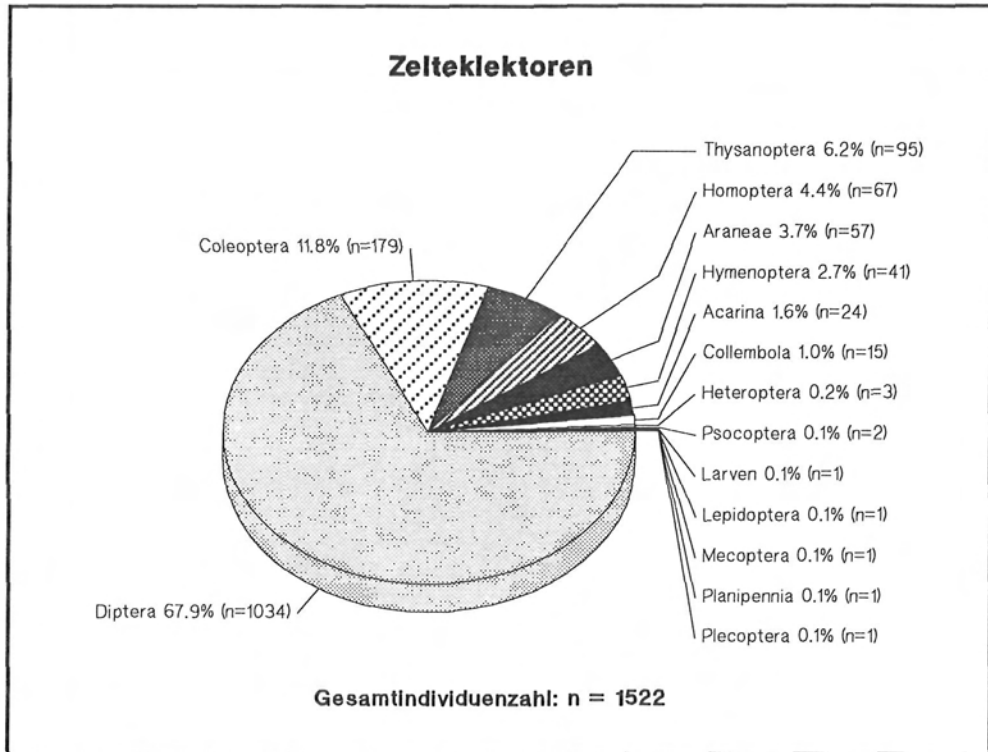


Abb. 86: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (Juli 1991).

b) Stubbeneklektoren (Abb. 87).

Beschreibung:

Zur Untersuchung der Fauna von Baumstubben wurden Bodenphotoeklektoren eingesetzt, die über einen Baumstubben gestellt und seitlich mit Erde abgedichtet wurden.

Eingesetzte Fallen:

Es wurde in jeder Vergleichsfläche der beiden Untersuchungsgebiete ein solcher Eklektor eingesetzt. Stubben sind typische Strukturen für Wirtschaftswälder und haben bei langfristigen Sukzessionsuntersuchungen nur hier eine Bedeutung.

Gefangenes Artenspektrum:

Dominierende Gruppen in Fallen dieses Typs sind Diptera (Fliegen und Mücken), Hymenoptera (Hautflügler), Coleoptera (Käfer) und Collembola (Springschwänze) (Abb. 88). In nennenswerter Zahl werden auch Araneae (Spinnen), Thysanoptera (Fransenflügler), Homoptera (Pflanzensauger), Psocoptera (Staubläuse), Acarina (Milben) und Heteroptera (Wanzen) gefangen.

Störanfälligkeit (s. S. 119):

Bei 33,3 % aller Leerungen gab es Störungen an Stubbeneklektoren. "Wühlschäden" traten auf, der Eklektor war "defekt" (je 16,7 %) oder Kopfdosen waren "vollgelaufen", deren "Deckel fehlte" (je 4,7 %).



Abb. 87: Stubbenelektor.

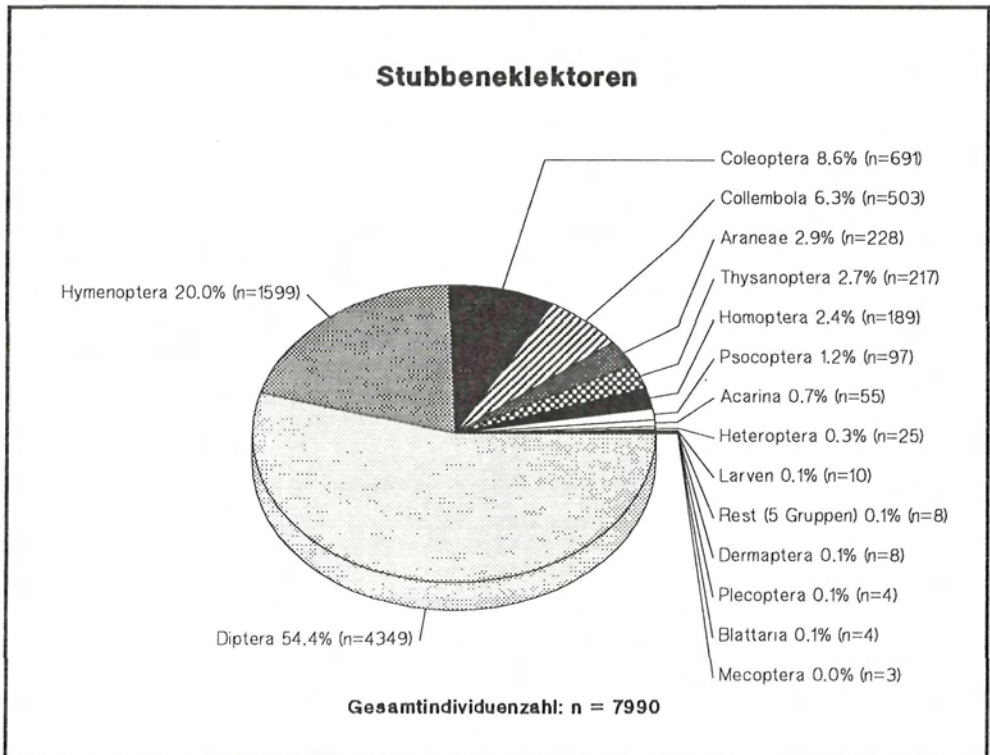


Abb. 88: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (Juli 1990 - Juli 1991).

Empfehlung:

Die Stubbenbewohner können auch mit dem übrigen eingesetzten Fallenspektrum, insbesondere mit Eklektoren an liegenden Stämmen und an Dürrständern, erfaßt werden. Auf den Einsatz von Stubbeneklektoren im Rahmen von Sukzessionsuntersuchungen in Naturwaldreservaten kann daher verzichtet werden, sofern Stubben nicht die einzigen größeren Totholzvorräte eines Untersuchungsgebiets darstellen.

c) Totholzeklektoren.

Beschreibung:

Zur Untersuchung der Fauna, die sich in abgestorbenen Ästen und Zweigen entwickelt, eignen sich ebenfalls Bodenphotoeklektoren. Sie werden unten durch eine Polyester-Gaze mit einer Maschenweite von 0,25 mm (POLYMON PES 250/40 der Firma SCHWEIZERISCHE SEIDENFABRIK AG, Zürich) verschlossen, damit keine Bodentiere eindringen können und mit abgestorbenem Holz bestückt. Es wurden 25 ca. 1 m lange, am Boden liegende Äste (Durchmesser: 4-7 cm) eingebracht, die zumindest noch teilweise berindet waren

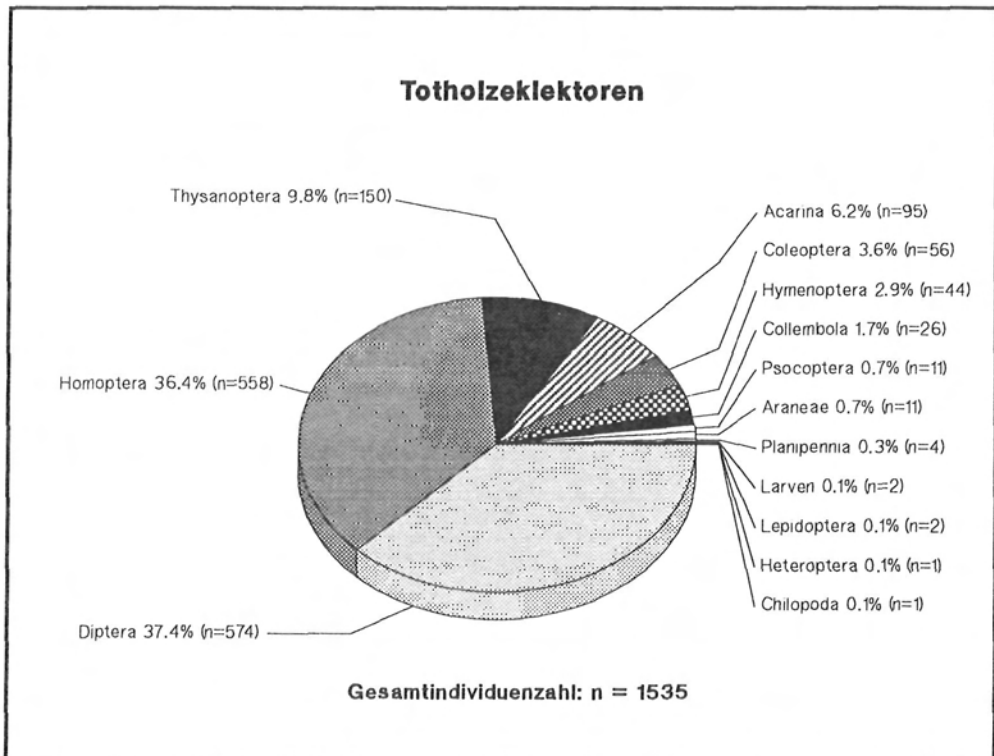


Abb. 89: Häufigkeitsverteilung der Invertebratengruppen (Juni 1991 - Juli 1991).

Eingesetzte Fallen:

Es wurde je eine Falle pro Teilfläche eingesetzt.

Gefangenes Artenspektrum:

Aufgrund der kurzen Gesamtexpositionsdauer dieses Fallentyps können nur vorläufige Angaben gemacht werden. In den Totholzeklektoren dominierten Diptera (Fliegen und

Mücken), Homoptera (Pflanzensauger), Thysanoptera (Fransenflügler) und Acarina (Milben). In nennenswerter Zahl wurden noch Coleoptera (Käfer), Hymenoptera (Hautflügler), Collembola (Springschwänze), Psocoptera (Staubläuse) und Araneae (Spinnen) gefangen (Abb. 89). Totholzeklektoren eignen sich gut zum Nachweis von Tieren, die sich in abgestorbenen Ästen und Zweigen entwickeln.

Störanfälligkeit (s. S. 119):

Die eingesetzten Eklektoren arbeiteten störungsfrei.

Empfehlung:

Wir empfehlen den Einsatz je einer solchen Falle pro Teilfläche.

Kleinsäuger-Schlagfallen (Abb. 90).

Beschreibung:

Es handelt sich hierbei um die üblichen, allgemein bekannten Mäusefallen.

Eingesetzte Fallen:

Es wurden einmalig am 7./8. September 1991 Schlagfallenfänge mit je 25 Fallen in Reihen im NWR "Neuhof" durchgeführt. In beiden Teilflächen wurde je ein Areal mit vegetationsfreier Buchen-Streu untersucht, in der Kernfläche zusätzlich eines mit vegetationsfreier Fichten-Streu. Als Köder dienten geschälte Haselnüsse.

Gefangenes Artenspektrum:

Drei der fünf im NWR "Neuhof" nachgewiesenen Mäusearten und eine der beiden Spitzmausarten wurden mit Schlagfallen gefangen. Schlagfallen eignen sich generell nur zum Nachweis eines Teils der Kleinsäugerfauna (Mäuse), während Spitzmäuse, Igel, Eichhörnchen und Bilche mit anderen Methoden erfaßt werden müssen. Auch die Mäusearten wurden mit den eingesetzten Schlagfallen nur unvollständig nachgewiesen, was die Beifänge aus den Bodenfallen belegen. Kleinsäuger-Schlagfallen stellen aber eine geeignete Methode zur Ergänzung der Arteninventarisierung dar.



Abb. 90: Kleinsäuger-Lebendfalle (links) und Kleinsäuger-Schlagfalle (rechts).

Störanfälligkeit:

Herabfallende Äste können zum Auslösen des Schlagfallenmechanismus führen und die Fallen außer Betrieb setzen.

Empfehlung:

Da bereits die übrigen Fallentypen (insbesondere Bodenfallen und Stammeklektoren) die Kleinsäugerfauna umfangreich dokumentieren, halten wir den Einsatz von Schlagfallen im oben beschriebenen Umfang für ausreichend zur Komplettierung des Artenspektrums.

Kleinsäuger-Lebendfallen (Abb. 90).

Beschreibung:

Für den Lebendfang von Kleinsäufern werden üblicherweise Kasten-Wippfallen eingesetzt.

Eingesetzte Fallen:

Es wurden einmalig am 7./8. September 1991 Lebendfallenfänge mit je 25 Kasten-Wippfallen (Prager Modell) in Reihen im NWR "Neuhof" durchgeführt. In beiden Teilflächen wurde je ein Areal mit vegetationsfreier Buchen-Streu untersucht, in der Kernfläche zusätzlich eines mit vegetationsfreier Fichten-Streu. Als Köder dienten geschälte Haselnüsse.

Gefangenes Artenspektrum:

Es wurde nur ein Individuum der Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) gefangen.

Störanfälligkeit:

Regen führt zum Quellen der Holzkästen, wodurch der Fangmechanismus gestört werden kann.

Empfehlung:

Da die Tiere nicht getötet werden, ist dieser Typ den Schlagfallen vorzuziehen. Lebendfallen fangen im allgemeinen aber etwa 30 % weniger Tiere als Schlagfallen (DEMUTH-BIRKERT, mündliche Mitteilung). Um repräsentative Ergebnisse zu erzielen, müssen daher mindestens 100 Fallen pro Gebiet eingesetzt und eine Woche lang täglich kontrolliert werden. Im gegebenen Projektrahmen muß auf diese aufwendige Methode verzichtet werden.

Ornithologische Siedlungsdichte-Kartierungen.

Beschreibung:

Durch zehn Begehungen pro Gebiet wird die Siedlungsdichte der Singvögel aufgrund des Reviergesangs zur Brutzeit, ergänzt durch Sichtbeobachtungen, erfaßt. Mit der Siedlungsdichte-Kartierung wird eine umfassende Dokumentation der Singvogelfauna erreicht. Über das reine Vorkommen von Arten hinaus können hiermit auch Aussagen über Revierzahlen, -größen und -verteilungen gemacht werden.

Eingesetzte Fallen:

Bei dieser Methode werden keine Fallen benötigt.

Nachgewiesenes Artenspektrum:

Die Gebiete wurden nur einjährig untersucht. Im Jahre 1990 wurden im NWR "Schotten" 47, 1991 im NWR "Neuhof" 44 Arten nachgewiesen (Tab. 3, S. 91).

Störanfälligkeit:

Bei Durchführung dieser Methode sind keine technischen Störungen bekannt. Da die Methode auf der Erfassung des Reviergesangs der Vögel beruht, ist sie stark saisonabhängig. Die Brutzeit der einzelnen Vogelarten schwankt von Jahr zu Jahr. Auch die Witterungsverhältnisse haben großen Einfluß auf das Singverhalten der Arten. An regnerischen oder stürmischen Tagen singen weniger Vögel. Alle Arten ohne akustische Revierabgrenzung und die Wintergäste werden nicht ausreichend erfaßt.

Empfehlung:

Wir empfehlen Siedlungsdichtekartierungen im oben skizzierten Rahmen für Sukzessionsuntersuchungen in Wäldern.

Naturhöhlenspiegelungen.**Beschreibung:**

Bei diesem Verfahren werden in festgelegten Arealen alle Höhlen in Baumstämmen kartiert. Mit Leitern oder Steigeisen werden die Bäume erklimmen und mit Hilfe von Lampen und Spiegeln der Besatz der Höhlen mit Kleinsäugetern, Fledermäusen oder Vögeln festgestellt. Brutende Vögel können auch lediglich durch Beobachtung beim Nestbau oder Füttern nachgewiesen werden.

Eingesetzte Fallen:

Bei dieser Methode werden keine Fallen benötigt.

Nachgewiesenes Artenspektrum:

In repräsentativen Teilen der Untersuchungsgebiete wurde gezielt nach Baumhöhlen gesucht. Da keine Höhlen in erreichbaren Positionen gefunden wurden, konnten Höhlenspiegelungen nicht durchgeführt werden. An Naturhöhlen wurde im NWR "Neuhof" der Schwarzspecht (*Dryocopus martius*) und im NWR "Schotten" der Kleiber (*Sitta europaea*) beobachtet.

Störanfälligkeit:

Bei Durchführung dieser Methode sind keine technischen Störungen bekannt. Vögel, die beim Nestbau oder während der Brut durch eine Höhlenspiegelung gestört werden, geben oft die Nisthöhle auf. Viele Baumhöhlen können nicht mit Steigeisen oder Leitern erreicht werden, so daß mit der Methode nicht das tatsächlich vorhandene Spektrum an Höhlen erfaßt wird, bzw. aufwendige Hilfsmittel (Hebebühnen etc.) eingesetzt werden müssen.

Empfehlung:

Da im Laufe der Sukzession mit der Zunahme von Totholz und damit verbunden auch von Naturhöhlen gerechnet werden kann, sollten Stammhöhlen zumindest in repräsentativen Teilen der Untersuchungsgebiete (z. B. ausgewählten Probekreisen oder Quadranten) kartiert werden. Diese Höhlen sollten zur Brutzeit beobachtet werden, um ihren Besatz mit Vögeln festzustellen. Höhlenspiegelungen eignen sich nicht als Standardmethode in Naturwaldreservaten, da sie sehr aufwendig und gefährlich sind und zudem starke Störungen darstellen können.

Fogging (Abb. 91).**Beschreibung:**

Foggingmethoden erfassen durch Begasung des Kronenraumes die dort lebende Fauna. Mit Hilfe einer üblicherweise im Pflanzenschutz eingesetzten Nebelkanone wird ein Insektizid oder Betäubungsmittel in die Kronenregion gesprüht. Die herabfallenden Tiere werden entweder mit einer am Boden ausgebreiteten Plastikplane oder über aufgehängte 1 m² erfassende Zeltstofftrichter aufgefangen. Betäubte Tiere können dann sofort

bestimmt und freigelassen, zur Determination im Labor konserviert oder aber lebend gehalten werden, was interessante Aussagen über die Parasitierung der Arten erlaubt. Das Verfahren wurde uns von Herrn Prof. W. PAARMANN (Göttingen) vorgestellt.



Abb. 91: Foggingmethode.

Eingesetzte Fallen:

Das Verfahren wurde nicht im Rahmen der Vorlaufphase eingesetzt.

Gefangenes Artenspektrum:

Wir konnten das von Herrn Prof. PAARMANN in einem Eichen-Buchenwald gefangene Tiermaterial durchsehen und stellten bei den von uns bearbeiteten Käfern und Wanzen eine hohe Übereinstimmung mit unseren Stammeklektorfängen fest.

Störanfälligkeit:

Wird die Nebelkanone vom Boden aus betrieben, gelingt es gewöhnlich erst nach mehreren Probeläufen, die Nebelschwaden an die beabsichtigte Stelle im Kronenraum zu bringen. Dadurch sind meist weit größere Areale als benötigt mit dem Insektizid eingenebelt. Wird die Nebelkanone über Seile in den Kronenraum gezogen, um gezielter Kronenbereiche begasen zu können, besteht beträchtliche Waldbrandgefahr, wenn sich die Dieselöl-Insektizid-Mischung entzündet. Der starke Lärm beim Betrieb des Gerätes verscheucht zudem Wirbeltiere.

Empfehlung:

Die Zerstäubung von Dieselöl (als Trägersubstanz) und Insektiziden (zur Abtötung oder Betäubung der Tiere) in den Kronenraum führt dazu, daß sich diese Substanzen dort auf Blättern und Ästen als Film ablagern. Die Auswirkungen dieses Vorgangs sind nicht bekannt, können aber nicht als unbedenklich gewertet werden. Die begasten Bereiche werden nahezu vollständig "entvölkert", was schlagartig Nischen eröffnet und bedeutsame Wanderungen von Tieren zur Neubesiedlung zur Folge haben dürfte. Auch wenn die Tiere des Kronenraumes nur betäubt wurden und nicht vollständig, sondern nur in 1 m-Probequadranten abgefangen werden, so ist doch damit zu rechnen, daß viele der betäubt auf den Waldboden fallenden Arten nicht mehr zurück in den Kronenraum gelangen. Das Verfahren wird aus diesen Gründen nicht für den Einsatz in Naturwaldreservaten empfohlen. Zur Überprüfung, ob die Kronenfauna repräsentativ in den Stammelektoren gefangen wird, könnten gezielte Aufsammlungen (Keschern, Klopfen) im Kronenraum mit Hilfe von Hebebühnen oder Untersuchungstürmen erfolgen. Beide Verfahren stellen aber ebenfalls nicht unerhebliche Eingriffe dar.

Malaise-Fallen.**Beschreibung:**

Malaise-Fallen dienen dem Fang flugaktiver Insekten. Sie bestehen aus reusenartigen Gaze Konstruktionen, die die Tiere zu Fangflaschen leiten.

Eingesetzte Fallen:

Dieser Fallentyp wurde nicht im Rahmen der Vorlaufphase eingesetzt. Da ZUCCHI (1990) die Methode für Gutachten empfiehlt, wird sie hier besprochen.

Gefangenes Artenspektrum:

Malaise Fallen eignen sich zum Fang aller flugaktiven Insektengruppen. Sie fangen sehr große Zahlen von Insekten, so daß die Fallen häufig geleert werden müssen, nach MÜHLENBERG (1989) etwa alle zwei Tage. Auch Vögel können sich in der Gaze verheddern und darin umkommen.

Störanfälligkeit:

Schlecht verankerte Fallen können umgeweht werden.

Empfehlung:

Aufgrund der erforderlichen hohen Betreuungsintensität und der Gefährlichkeit der Falle für Vögel, empfehlen wir ihren Einsatz nicht für Sukzessionsuntersuchungen in Wäldern. Für die Erfassung fliegender Insekten eignet sich die Kombination aus Farbschalen und Luftelektoren besser, da diese Fallen weniger wartungsintensiv sind und keine unnötig hohen Zahlen an Individuen abtöten.

Anzahl eingesetzter und empfohlener Fallen.

Die eingesetzte und empfohlene Zahl von Fallen wurde bei den einzelnen Typen beschrieben und begründet. Tab. 6 gibt einen Überblick über das im Rahmen der Vorlaufphase getestete und das für die Langzeituntersuchungen empfohlene Fallenspektrum pro Gebiet. Die Zahl der jeweils empfohlenen Elektoren liegt an der untersten Grenze der Repräsentativität. Es fällt jedoch bereits bei dieser Anzahl an Fallen soviel Material an, daß im vorgegebenen Projektrahmen keine weiteren eingesetzt werden können. Alle Ergebnisse müssen durch qualitative Methoden ergänzt und auf ihre Repräsentativität kontrolliert werden.

Tab. 6 : Anzahl und Expositionsdauer der Fallen.

Fallentyp	Aufstellungsmonat		Fallenzahl					Barberfallen-äquivalent			
	NH	SC	NH 1990	NH 1991	SC 1990	SC 1991	E	F	G 1990	G 1991	E
Bodenfalle	5/90	5/90	37	37	52	52	51*	1	89	89	51
Farbschale ¹⁾	8/90	5/91	2	2	0	2	2	3	6	12	6
Fensterfalle	6/90	6/90	2	2	2	2	-	8	32	32	-
Luftteklektor ²⁾	7/91	9/91	0	2	0	2	2	2	0	8	4
Stammeklektor an lebender Buche	6/90	6/90	4	4	4	4	4	8	64	64	32
Dürrständer	6/90	6/90	2	2	4	4	4	8	48	48	32
freilieg. Stamm ³⁾	1/91	1/91	0	2	0	2	2	7	0	28	14
auflieg. Stamm ⁴⁾	1/91	1/91	0	1	0	4	2	12	0	60	24
Stubbeneklektor	7/90	7/90	1	1	1	1	-	1	2	2	-
Totholzeklektor	6/91	6/91	0	2	0	2	2	1	0	4	4
Zelteklektor	6/91	6/91	0	2	0	2	-	1	0	4	-
Summe pro Leerung:			48	57	63	77	69*		241	351	167

¹⁾ = keine Exposition in 4/91 und 6/91

²⁾ = "Neuhof": ein Eklektor erst ab 9/91

³⁾ = "Neuhof": ein Eklektor erst ab 6/91

⁴⁾ = "Schotten": drei Eklektoren erst ab 6/91

* = basierend auf einer geschätzten Anzahl von 17 flächigen Habitatstrukturen

E = empfohlen pro Gebiet

F = pro Falle

G = Gesamtzahl

NH = Naturwaldreservat "Neuhof"

SC = Naturwaldreservat "Schotten"

Störanfälligkeit der Fallentypen.

Beim Einsatz von Fallen spielt deren Fängigkeit eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich sollte bei jeder Leerung ein Protokoll über den Zustand der einzelnen Fallen geführt werden. Die elektronische Datenverarbeitung ermöglicht es, wichtige Störungsquellen zu ermitteln sowie festzustellen, ob etwa aufgrund hoher Störungsraten ein Fallentyp in bestimmten Habitatstrukturen nicht einsetzbar ist. Die Erfassung der Fallenzustände ist außerdem wichtig, um bei Folgeuntersuchungen Änderungen im Arten- und Individuenbestand richtig interpretieren zu können.

Fallenzustandskriterien.

Bei allen Leerungen wurde der Zustand der Fallen festgehalten, wobei elf Kriterien unterschieden wurden. Bei zehn läßt sich ein Einfluß auf die Fängigkeit vermuten, ein weiterer Fallenzustand betrifft die Fangflüssigkeit und ist für die Beurteilung der Expositionsdauer der Fallen und die Bearbeitbarkeit des Materials wichtig. Die Fallenzustände traten einzeln oder kombiniert bei derselben Falle auf.

Vollgelaufen:

Die meisten Fallentypen sind anfällig für das Vollaufen mit Regenwasser. Fallen ohne besonderen Schutz vor Regen sind Fensterfallen und Farbschalen, wobei erstere mit ihren großen Plexiglasscheiben Regen zusätzlich ins Auffanggefäß leiten. Luftteklektoren besitzen ein kleines Schutzdach, das aber schräg auf die Plexiglasscheiben auftreffenden Regen nicht abhalten kann. Dieses Regenwasser wird über den Trichter in die Bodenflasche geleitet. Bodenfallen wurden von uns mit Regenschutzdächern versehen, die das direkte Hineinregnen in die Fallen verhindern. Diese Fallen können aber dennoch voll Wasser laufen, wenn sie in Bodenmulden, im Bereich des natürlichen Hangabflusses oder in Sickerquellgebieten gestellt wurden. Die Bodenfla-

schen aller Eklektoren sind insbesondere deshalb betroffen, weil sich stammablaufendes Regenwasser dort sammelt. Meist laufen die selben Fanggefäße voll. Aufgrund des fehlenden Blattwerks und oft der gesamten Krone ist der Stammabfluß bei Dürrständern gering.

Abdachung entfernt:

Dieser Fehler trat nur bei Bodenfallen auf. Häufig ist er auf Erdbewegungen infolge von Frost oder Trockenheit zurückzuführen. Es kann sich auch um Wühlschäden durch Wildschweine oder Kleinsäuger handeln. Das Fehlen der Regenschutzdächer über den Bodenfallen hat mehrere Auswirkungen:

- Regen kann ungehindert in die Fallen eindringen.
- Laub und ähnliches kann in die Trichter geweht werden.
- Die Falle wird nicht mehr durch das Dach beschattet, wodurch keine Tiere mehr gefangen werden, die solche Unterschlupfe gezielt aufsuchen. Andererseits kann der nun sichtbare Fallentrichter solche Arten anlocken, die Löcher im Boden suchen.

Trichter verstopft/Nest gebaut:

Dieser Zustand kann bei allen Fallentypen auftreten, bei denen ein Trichter die Tiere in ein Fanggefäß leitet (Bodenfallen, Bodenflaschen von Luft- und Stammelektoren). Ursachen können bei Bodenfallen das Einwehen von Streu, das Einspülen von Streu durch hangabwärts fließendes Regenwasser, Wühlschäden oder Kleinsäugernestbau sein. Die Trichter der Luftelektoren können durch eingewehte Blätter verstopft werden.

Wühlschäden:

Wühlschäden können an allen mit dem Boden in Kontakt stehenden Fallen auftreten. An einem Stubbeneklektor wühlten Mäuse wiederholt Eingänge in den abdichtenden Erdwall und in einem Fall wühlten Wildschweine neben einer Farbschalenkombination, so daß diese umkippte. Bodenfallen wiesen vereinzelt Wühlspuren auf, die zum Verschieben der Fallendeckel und zur Verstopfung der Fangtrichter mit Erde und Streu führten.

Nicht ebenerdig:

Das Kriterium trat nur bei Bodenfallen auf. Das Fallenrohr ragt aus dem Boden, so daß es nicht mehr bündig mit der Erdoberfläche abschließt. Der Spalt zwischen Rohr und umgebendem Erdreich kann für kleine Tiere unüberwindbar sein. Ursachen hierfür waren Erdbewegungen durch Frost oder Trockenheit sowie Wühlschäden.

Im Eis eingeschlossen:

Aufgrund der Zusammensetzung der Fangflüssigkeit ist nicht mit einem Einfrieren im Winter zu rechnen. Insbesondere bei Bodenfallen, Farbschalen, Fenster- und Luftelektoren kann aber angetauter und wieder gefrorener Schnee die gesamte Falle mit einer Eisschicht verschließen.

Ausgetrocknet:

Aufgrund der Zusammensetzung der Fangflüssigkeit besteht die Gefahr des Austrocknens nur bei sehr langer Fallenexposition, insbesondere während trocken-heißer Perioden an besonnten Standorten. Gefährdet sind vor allem Fallen mit sehr großer Oberfläche des Fanggefäßes, wie etwa die Fensterfallen.

Defekt:

Der Zustand "defekt" bezeichnet Schäden an Fallen, die durch sehr unterschiedliche Einflüsse hervorgerufen wurden: Wühlschäden, Zusammenbrechen von Eklektoren durch Schneelast, Reißen von Haltebändern oder Nage-Löcher von Kleinsäugern. Das Kriterium betrifft stets die gesamte Falle mit allen ihren Teilfallen.

Deckel fehlt:

Ein gesondert erfaßter Defekt ist der Verlust des Kopfdosendeckels bei Stamm-, Bodenphoto- und Luftelektoren. Die Hauptursache dürfte im unterschiedlichen Material von Kopfdosengefäß und Deckel liegen, wodurch sich Deckel insbesondere bei warmem Wetter lockern. An windexponierten Standorten können sie dann herabgeweht werden. Daher müssen sie mit Steinen oder Klebebändern befestigt werden. Auch können Kleinsäuger versuchen, nachdem sie in einen Eklektor eingedrungen sind, über die helle Kopfdose wieder ins Freie zu gelangen und dabei den Deckel absprenge. Kopfdosen ohne Deckel wirken zusätzlich als weiße Farbschalen, was am Fang einiger Bienenarten nur in solchen Gefäßen belegt wurde. Da die übrigen Teilfallen eines solchen Eklektors weiterhin beträchtliche Anzahlen an Tieren fingen, wurde dieser Zustand nicht zusätzlich als "defekt" für den gesamten Eklektor geführt.

Verloren:

Als "verloren" haben wir Fallen gewertet, die durch Wühlschäden, Sturm oder Vandalismus völlig unbrauchbar oder zerstört wurden oder die gestohlen wurden.

Fäulnisgeruch, Schimmelbildung:

Bei Fenster-, Bodenfallen und verschiedenen Stammeklektoren wies Fäulnisgeruch, bei Farbschalen Schimmelbildung auf mangelhafte Konservierungseigenschaften der Fangflüssigkeit hin. Ursache war fast immer die Verdünnung des Alkohol-Glycerin-Gemischs (S. 122) mit Regen- oder Quellwasser. Mitunter wuchsen üppige Pilzrasen am Grund der Bodenfallenrohre. Diese störten jedoch nicht die Fallenfunktion und wurden daher nicht erfaßt.

Tab. 7 gibt einen Überblick der Störeinflüsse auf die verschiedenen Fallentypen. Pro Leerung kann jede Falle von mehreren Störungen betroffen sein (Mehrfachzustände). Daher ist der Prozentanteil der bei allen Leerungen von Störeinflüssen betroffenen Fallen geringer als die Summe der Prozentanteile der einzelnen Fallenzustände.

Tab. 7: Störanfälligkeit der verschiedenen Fallentypen.

Fallentyp	Anzahl	Fallenzustand (%) *											Σ (%)**
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	
Bodenfalle	1246	21,7	4,6	21,9	1,9	0,6	0,5	0,1	0,2	0,1			40,9
Farbschale, blau	32	15,6				15,6	3,1		3,1			3,1	25,0
Farbschale, gelb	32	15,6				15,6	3,1		3,1			3,1	25,0
Farbschale, weiß	32	12,5				15,6	3,1					3,1	21,9
Fensterfalle		40	25,0				5,0				10,0		35,0
Luftelektor, Bodenfl.	6			16,7									16,7
" , Kopfdose	5												0
Stammeklektor:													
lebende Buche, Bodenfl.	416	19,0				0,5			0,2			1,9	19,2
" , Kopfdose	416	2,6								1,7		1,9	7,4
Dürrständer, Bodenfl.	312	1,9											1,9
" , Kopfdose	312	0,6									1,0		1,0
auflegend außen, Bodenfl.	124	22,6											22,6
" , Kopfdose	62												0
auflegend innen, Bodenfl.	124	32,2				1,6						9,7	35,5
" , Kopfdose	62											19,3	19,3
freiliegend außen, Bodenfl.	58	44,8				3,4							44,8
" , Kopfdose	58									3,4			3,4
freiliegend innen, Bodenfl.	29	65,5				3,4						3,4	65,5
" , Kopfdose	58											1,7	1,7
Stubbeneklektor	24	4,2					16,7				4,2	16,7	33,3
Totholzeklektor	5												0
Zeltelektor	7												0

a = vollgelaufen

b = Abdachung entfernt

c = Trichter verstopft

d = nicht ebenerdig

e = Fäulnisgeruch, Schimmelbildung

f = Wühlschaden

g = im Eis eingeschlossen

h = verloren/gestohlen

i = ausgetrocknet

j = Deckel fehlt

k = Eklektor defekt

* = Mehrfachzustände berücksichtigt

** = Mehrfachzustände unberücksichtigt

Unterschiede der Störeinflüsse in den Untersuchungsgebieten.

Sowohl zwischen den Untersuchungsgebieten als auch zwischen den verschiedenen Standorten traten beträchtliche Unterschiede in der Störanfälligkeit der Fallen auf. So

"Schotten" zu 58,3 % von Störeinflüssen betroffen. Die prozentualen Anteile bei Bodenfallen an den verschiedenen Standorten lagen zwischen 9,5 % (Habitatstruktur "Streu" im NWR "Schotten") und 71,4 % (Habitatstruktur "Wegrand" im NWR "Neuhof").

Zusammenfassende Bewertung der Störeinflüsse.

Als wichtigster Störfaktor tritt bei fast allen Fallentypen das Vollaufen mit Wasser auf, das die einzelnen Fallentypen bis zu 65,5 % beeinträchtigt. Bei Bodenfallen ist das Verstopfen des Fallentrichters (21,9 %) ebenso wichtig. Darüber hinaus spielen Wühl- und Nageschäden an einzelnen Eklektoren eine wichtige Rolle (aufliegender Stammelektor: 19,3 %; Stubbenelektor: 16,7 %). Alle übrigen Störeinflüsse liegen unter 5 %.

Das Ausmaß der Störungen läßt sich nicht quantifizieren, da der Zeitpunkt des Auftretens unbekannt ist. Auch die Bewertung der Auswirkungen der Fallenzustände auf die Fängigkeit läßt sich nicht einfach pauschalisieren. So sind in den Sickerquellgebieten im NWR "Schotten" 61,9 % bzw. 69 % der Fallen "vollgelaufen". Im Vergleich zu allen anderen Bodenfallenstandorten werden aber nicht weniger Tiere gefangen. Vergleicht man die gefangenen Individuenzahlen der Standorte aller Habitatstrukturtypen, so wiesen zumindest einige dieser stark beeinträchtigten Fallen mit die höchsten Fangzahlen für eine Reihe von Ordnungen auf (z. B. Acarina, Coleoptera, Gastropoda oder Isopoda). Zusätzlich können ans Wasser gebundene Gruppen wie Amphipoda (Flohkrebse) oder Bivalvia (Muscheln) gefangen werden. Für den möglichst vollständigen und vorrangig qualitativen Nachweis des Artenspektrums spielt zudem das störungsfreie Funktionieren der Fallen nicht eine derart wichtige Rolle, wie für quantitative Untersuchungen. Selbstverständlich sollte aber die Fängigkeit aller Fallen optimiert und ihr Zustand protokolliert werden, um Unterschiede im Artenbesatz von Habitaten, Teilflächen und Gebieten im Laufe der Sukzession richtig interpretieren zu können.

Fangflüssigkeiten.

Bei den meisten bislang durchgeführten Freilanduntersuchungen wurde als Fangflüssigkeit 4%iges Formol (mit einem Zusatz von wenigen Tropfen eines Geschirrspülmittels zur Oberflächenentspannung) eingesetzt. Diese Chemikalie ist aber für den Menschen gesundheitsschädlich und hat außerdem den Nachteil, die gefangenen Tiere stark auszuhärten, wodurch Präparation und Bestimmung erschwert werden. KRETSCHMER & SCHAUERMANN (1991) empfehlen wäßrige Pikrinlösung oder "wenn Sicherheitsgründe im weitesten Sinne es erfordern ... das weniger giftige, sehr teure Diethylenglykol". Unsere Versuche mit einer Alkohol-Glycerin-Mischung im Verhältnis 2 Teile 70%iger Alkohol : 1 Teil 99,5 %iges Glycerin, wie sie häufig von australischen Entomologen eingesetzt wird (GREENSLADE & GREENSLADE 1971), ergaben gut konservierte und präparierbare Arthropoden. Lediglich einige Spinnen und weichhäutige Insekten wurden durch den Alkohol mitunter etwas aufgetrieben, was die Bestimmbarkeit erschwerte.

Die Zugabe von Essig zum Alkohol-Glycerin-Gemisch, wodurch eine noch bessere Präparierbarkeit des Tiermaterials erreicht werden sollte, wurde von uns an Stammelektoren getestet. Der Essig lockte aber derart viele Dipteren in die Fallen, daß die einen Liter fassenden Fanggefäße nach einem Monat randvoll mit Fliegen gefüllt waren. Diese Fangflüssigkeit kann daher nicht empfohlen werden. Seit September 1990 wurden alle Fallen nur noch mit der Glycerin-Alkohol-Mischung als Fangflüssigkeit betrieben, die auch in künftigen Untersuchungen eingesetzt werden sollte.

Leerungsintervalle der Fallen.

Fallentypübergreifend wurde untersucht, wie lange Fallen exponiert werden können, ohne daß deren Fängigkeit oder die Bestimmbarkeit der Tiere leidet. Probenahmen in zwei-, vier- und sechswöchigem Abstand ergaben, daß für nahezu alle Fallentypen vierwöchentliche Leerungen ausreichen. Lediglich die Fensterfallen müssen alle zwei Wochen geleert werden, da die Plexiglasscheibe große Mengen an Regenwasser in den Auffangbehälter leitet, wodurch die Konservierungsflüssigkeit so stark verdünnt wird, daß sich die Fänge zersetzen. Aus letzterem Grund wurden Lufteklektoren als Alternative getestet, die wie die anderen Fallentypen eine Leerung in vierwöchentlichem Turnus erlauben.

Qualitative Methoden.

Es existiert ein breites Spektrum an qualitativen Nachweismethoden für Tiere, das laufend verbessert und erweitert wird. Diese Methoden können oft auf einfache Weise zu semiquantitativen oder sogar quantitativen Verfahren erweitert werden.

Die qualitativen Verfahren können zur Kontrolle der Repräsentativität der Fänge aus den verwendeten Fallen oder auch als Ergänzung zu den Fallenfängen eingesetzt werden, etwa indem gezielt Nahrungs-, Fortpflanzungs-, Ruhe- und Überwinterungshabitate abgesucht werden. Auf diese Weise können auch sehr versteckt lebende oder streng ortsgebundene Arten erfaßt werden, die möglicherweise mit den Fallenmethoden nicht nachzuweisen sind. Gezielte Aufsammlungen durch Spezialisten bieten in vielen Fällen schnelle und preisgünstige Ergänzungen zu den Fallenprogrammen (KÖHLER in Vorbereitung).

Die qualitativen Methoden konnten während der Vorlaufphase aufgrund umfangreicher Organisationsarbeiten und des Aufstellens und Betreuens der zahlreichen Fallen nur in geringem Umfang eingesetzt werden. Daher lassen sich nur begrenzt Vergleiche zu den Fallenfängen ziehen.

Lichtfang (Abb. 92).

Beschreibung:

Zur Anlockung nachtaktiver Insekten, die ans Licht anfliegen, wurden sogenannte "Leuchttürme" der Firma WEBER (Stuttgart) eingesetzt. Hierbei handelt es sich um drei Leuchtstoffröhren (superaktinisch [OSRAM L18W/20 hellweiß], schwarz [PHILIPS TLD18W/08], normalweiß [OSRAM L18W/25 weiss]), die an einem Stativ in etwa 1,50 m Höhe aufgehängt werden. Über diese Apparatur wird ein Gazezyylinder (Höhe: 170 cm, Durchmesser: 80 cm, Maschenweite: 1 mm) gehängt, von dem die anfliegenden Tiere abgelesen werden können. Die Lichtfanganlage wird von einem Generator mit Strom versorgt. Es gibt auch ähnliche Anlagen mit automatischen Fangvorrichtungen, die die anfliegenden Tiere quantitativ abfangen.

Eingesetzte Fallen:

Je eine Anlage ohne quantitative Fangvorrichtung wurde gleichzeitig in Kern- und Vergleichsfläche der Gebiete betrieben. 1990 wurde an drei Fangabenden jeweils vom Einbruch der Dämmerung an drei Stunden lang gefangen, 1991 an vier Fangabenden.

Gefangenes Artenspektrum:

Schmetterlinge, Mücken und Fliegen treten häufig auf, andere Tiergruppen (parasitische Hautflügler, Zikaden, Wanzen, Köcherfliegen, Netzflügler und Käfer) sind in geringeren Arten- und Individuenzahlen vertreten.

Empfehlung:

Der Vorteil automatischer Lichtfanganlagen liegt in der Quantifizierbarkeit der Ergebnisse und der Möglichkeit, die Anlage ohne Betreuer einzusetzen. Allerdings fallen sehr hohe Individuenmengen an, so daß die Aussortierung und Bestimmung sehr aufwendig wird. Außerdem sind die gefangenen Schmetterlinge oft in schlechtem Erhaltungszustand, was die Determination erschwert. Das Abfangen großer Individuenzahlen mit dieser Methode kann einen nachhaltigen Einfluß auf die Lebensgemeinschaft ausüben. Es ist daher empfehlenswert, Lichtfanganlagen ohne automatische Abfangvorrichtung durch Spezialisten betreiben zu lassen, die gezielt Individuen absammeln können. Dieses Vorgehen bietet den zusätzlichen Vorteil, daß die Spezialisten die Umgebung der Lichtfanganlage nach solchen Arten absuchen können; die zwar vom Licht angelockt werden, aber den Gazeschirm nicht direkt anfliegen. Außerdem können sie parallel Köderfänge (siehe unten) durchführen.



Abb. 92: Lichtfanganlage.

Wir empfehlen gleichzeitig zwei Lichtfanganlagen (je eine in Kern- und Vergleichsfläche) für Schmetterlingsuntersuchungen einzusetzen und parallel hierzu Köderfänge durchzuführen sowie die umgebende Vegetation abzusuchen. Jede Falle sollte von einer Person dauerhaft betreut werden, falls nur eine davon Lepidopterologe ist, sollte diese zwischen den beiden Fallen hin und her pendeln. Neben den Schmetterlingen sollten auch alle übrigen Arten von im Projekt bearbeiteten Tiergruppen gesammelt werden. Die Fänge sollten einmal monatlich von Mai bis September bei windstillem, warmem Wetter ohne deutlichen Mondschein vom Anbruch der Dämmerung mindestens drei Stunden lang durchgeführt werden. Falls länger untersucht werden kann, sollten diese Fänge getrennt erfaßt werden, damit die Aufnahmen vergleichbar bleiben, da die verschiedenen Tierarten unterschiedliche Aktivitätszeiten während der Nacht haben. Als Probeflächen eignen sich Hallenwald-Standorte mit möglichst geringem Unterwuchs. Eine Anlockung aus angrenzenden Biotopen muß vermieden werden. Der Ausfall einzelner Leuchtstoffröhren muß unbedingt vermerkt werden, weil dadurch das angelockte Artenspektrum entscheidend verändert werden kann.

Köderfang.

Beschreibung:

Zahlreiche Tiergruppen werden von den verschiedensten Ködern angelockt. Aas, Kot, Salz, Pilze und Pheromone sind die bekanntesten von ihnen. Bei allen Köderfängen ist zu bedenken, daß auch Tiere von weit her angelockt werden können, die das Untersuchungsgebiet nicht bewohnen. Bei unseren Untersuchungen wurden nur Köder für Schmetterlinge benutzt. Für sie eignet sich eine gesättigte Rotwein-Zuckerlösung. Mit ihr werden drei locker geflochtene Bindfäden von 1 m Länge getränkt und 2-3 Stunden vor Einbruch der Dämmerung waagrecht in Augenhöhe zwischen Ästen aufgespannt (NIPPEL 1978). Diese Köder eignen sich besonders im Frühjahr und Herbst zu Beginn der Dämmerung.

Eingesetzte Fallen:

Im August und September 1991 wurde parallel zu den Lichtfängen in jeder Teilfläche je ein Zucker-Rotwein-Köder eingesetzt.

Gefangenes Artenspektrum:

Im Vergleich zu den parallel durchgeführten Lichtfängen wurden bisher keine zusätzlichen Schmetterlingsarten gefangen. Werden die Köder jedoch bereits 2-3 Stunden vor Einbruch der Dämmerung ausgebracht, ist mit einer Erhöhung des Artenspektrums zu rechnen (ZUB, mündliche Mitteilung). Der Köder wirkt ebenfalls - allerdings in weit geringerem Maße - auf Weberknechte, Fliegen, Heuschrecken, Wanzen, Zikaden und Netzflügler.

Empfehlung:

Die beschriebenen Köder haben sich bei zahlreichen Schmetterlingsuntersuchungen bewährt. Wir empfehlen, einen Köder 2-3 Stunden vor Einbruch der Dämmerung außerhalb des Wirkungsbereichs der Lichtfallen aufzuhängen und parallel zu den Lichtfängen abzusammeln. Die gefangenen Arten müssen getrennt von den Lichtfängen ausgewertet werden.

Keschern.

Beschreibung:

Kescherfänge mit dem Streifnetz werden häufig zur Untersuchung der Krautschichtfauna eingesetzt. Sie können ungezielt erfolgen, um verborgen lebende Arten zu erfassen, oder gezielt, um schnellflüchtige Individuen (insbesondere Blütenbesucher) zu erbeuten. WITSACK (1975) schlägt eine Standardisierung von Fanggerät und Technik vor, um mit der Keschermethode quantitative, vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.

Der gesamte Inhalt einer Kescherprobe von zehn Kescher-Doppelschlägen wird in einem solchen Fall abgetötet und komplett ausgelesen. In der Vorlaufphase wurden nur ungezielte und gezielte qualitative Kescherfänge im Bereich der Kraut- und Strauchschicht durchgeführt.

Gefangenes Artenspektrum:

Die ungezielte Methode wurde eingesetzt, um verborgen lebende Wanzen, Heuschrecken und Käfer der Kraut- und Strauchschicht zu erfassen und vergleichende Aussagen über die Repräsentativität der Fallenfänge zu machen. Außerdem wurden gezielt blütenbesuchende Hautflügler und Schmetterlinge gefangen. Es zeigte sich, daß das eingesetzte Fallenspektrum nicht ausreicht, um die Tagfalterfauna repräsentativ zu erfassen.

Die Besiedlung der Krautschicht hängt stark von der Zusammensetzung der Pflanzenarten, dem Gesundheitszustand der jeweiligen Pflanze und von der Kombination verschiedener Standortfaktoren ab. Daher kann sie auch innerhalb eines monophytischen Bestandes kleinräumig stark schwanken. Außerdem ist zu beachten, daß die Besiedlung derselben Pflanze im Tagesverlauf wie im Jahresverlauf sehr unterschiedlich sein kann. Daraus läßt sich ableiten, daß vergleichbare quantitative Kescherfänge nur an exakt den selben Stellen, zu vergleichbaren Tages- und Jahreszeiten sowie bei vergleichbarer Witterung erfolgen können, was jedoch kaum möglich ist. Kescherfänge stellen lokale, starke Eingriffe in die Biozönose dar. Auf dem befangenen Vegetationsstreifen werden Pflanzen beschädigt und Tiere in unterschiedlichem Maße abgefangen bzw. verschuecht. Im Randbereich der abgekescherten Fläche kommt es daher zu einer Durchmischung und Ergänzung der Fauna durch Individuen aus dem Kernbereich. Letzterer wird mehr oder weniger leergefangen und stellt eine Fläche für die Neubesiedlung dar. Wird der Kescherinhalt nicht komplett abgetötet und dem Biotop entnommen, sondern das Gros der Fänge wieder freigelassen, so führt dies an der betreffenden Stelle zu ähnlichen, nur stärkeren Effekten wie im Randbereich. Viele der im Kescher gefangenen Tiere werden verletzt, abgetötet oder durch Feuchtigkeit verklebt und sind dann eine leichte Beute für räuberische Arten.

Empfehlung:

Wir empfehlen daher nur qualitative gezielte und ungezielte Kescherfänge.

Gezielte Kescherfänge sollten zur Erfassung der Blütenbesucher eingesetzt werden und um andere schnellflüchtige Arten zu fangen, die, z. B. aufgrund geringer Populationsdichten oder ihres spezifischen Verhaltens, nicht repräsentativ mit den Fallen erfaßt werden.

Ungezielte Kescherfänge sollten dazu dienen, die verschiedenen Kleinlebensräume im Bereich der Krautschicht zu untersuchen, insbesondere wenn dort aus bestimmten Gründen keine Fallen eingesetzt werden oder das Fallenspektrum vermuten läßt, daß dort keine repräsentativen Fänge einer bearbeiteten Tiergruppe erfolgen. In jedem Fall sollte die Vegetation möglichst wenig geschädigt werden und nur gezielt benötigte Individuen dem Kescher entnommen und abgetötet werden. Bei einem solchen Vorgehen ist das Verfahren als schonender zu bewerten als Fallenfänge. Da nur gezielt einzelne Individuen in gut präparierbarem Zustand entnommen werden, sind die Fänge außerdem erheblich schneller und einfacher zu bearbeiten als Fallenfänge.

Klopfen.

Beschreibung:

Mit einem Stock wird auf Äste von Büschen und Bäumen geklopft, so daß die sich dort aufhaltenden Tiere in einen daruntergehaltenen Kescher oder Klopfschirm fallen. Im Obstbau sind genaue Anleitungen zur quantitativen Anwendung der Methode erarbeitet worden (GENERALSEKRETARIAT DER IOBC/WPRS 1980). Durch das Abklopfen der Vegetation können Bewohner der Strauch- und Baumschicht gebüsch- und baumartenspezifisch gefangen werden. Grob quantitative Angaben werden gewonnen,

wenn der Kescherinhalt stets nach einer festgelegten Anzahl von Stockschlägen untersucht wird. Es ist zu beachten, daß die Tierarten auch auf der selben Pflanze kleinräumig sehr heterogen verteilt sein können.

Gefangenes Artenspektrum:

Insbesondere phytophage Tiere wie Wanzen, Zikaden, Käfer und Schmetterlingsraupen werden gefangen. Das Verfahren eignet sich zum Nachweis versteckt und/oder stationär lebender Pflanzenfresser und -sauger.

Empfehlung:

Das Verfahren sollte semiquantitativ getrennt nach Gehölzarten angewendet werden.

Sieben.

Beschreibung:

Frisch abgelöste, kleingebröselte Rinde, Rindenhaufen, Boden-, Streu- oder Mulmproben können mit Hilfe entomologischer Siebe auf in ihnen versteckt lebende Tiere untersucht werden. Hierbei wird das Material mit Hilfe mehrerer unterschiedlich feinmaschiger Siebe fraktioniert und danach per Hand ausgelesen. Für qualitative Nachweise läßt sich das Verfahren vereinfachen, indem kleine Proben auf eine helle Folie gestreut werden. Dieses Verfahren ist auch zur Schonung weichhäutiger Tiere vorzuziehen.

Gefangenes Artenspektrum:

Viele Tierarten leben in derartigen Habitaten. Es lassen sich verschiedene Entwicklungsstadien vor allem von Spinnen, Asseln, Tausendfüßern, Springschwänzen, Wanzen, Käfern, Kamelhalsfliegen, Echten Netzflüglern, Schmetterlingen und Ameisen dort finden.

Das Verfahren eignet sich gut zum Nachweis von versteckt lebenden Tieren. Der Bestand forstschädlicher Schmetterlinge kann über systematische Puppensuche ermittelt werden. Die Methode bietet die Möglichkeit, Larven solcher Arten für Aufzuchten zu gewinnen, die nur als Imagines bis zur Art bestimmt werden können. Eine quantitative Auslese der Tiere per Hand ist zeitraubend, aber häufig vollständiger als automatische Austreibungsverfahren mit Berlese- oder Kempson-Apparaturen (siehe JANETSCHEK [1982], MÜHLENBERG [1989]).

Empfehlung:

Wir empfehlen den qualitativen Einsatz der Methode für das angegebene Artenspektrum.

Totholz zerbröckeln.

Beschreibung:

Abgestorbene Ästchen und Zweige werden über einer hellen Unterlage ausgeklopft und anschließend zerbröckelt. Die Untersuchung kann auch über entomologische Siebe erfolgen (siehe vorigen Abschnitt).

Gefangenes Artenspektrum:

Das Artenspektrum umfaßt die typischen Totholzbewohner, insbesondere Käfer und Ameisen.

Empfehlung:

Wir empfehlen den qualitativen Einsatz der Methode zum Nachweis der oft versteckt lebenden Besiedler dieses Kleinlebensraums.

Rinde lösen.

Beschreibung:

Viele Tiere nutzen Spalten hinter lockerer Rinde an Stämmen, Ästen und Stubben als Verstecke während ihrer inaktiven Phasen, andere, wie einige Käferarten, Rindenwanzen oder Kamelhalsfliegenlarven, sind speziell an diesen Kleinlebensraum angepaßt. Werden Rindenflächen festgelegter Größe abgelöst, kann das Verfahren auch quantitativ angewendet werden. Auf diese Weise lassen sich sehr gut Unterschiede in der Einnischung der Arten feststellen, wenn verschiedene Baumarten, Standorte oder Totholz unterschiedlicher Zersetzungsgrade getrennt untersucht werden.

Gefangenes Artenspektrum:

Insbesondere Asseln, Tausendfüßer, Wanzen, Käfer, Kamelhalsfliegen- und Dipterenlarven werden mit dieser Methode gefangen. Sie eignet sich gut zur Dokumentation der oft versteckt lebenden Rindenbewohner sowie von verschiedenen überwinternden Arten.

Empfehlung:

Die Methode stellt einen starken Eingriff dar, der den Kleinlebensraum irreversibel zerstört. Daher sollte das Verfahren lediglich qualitativ eingesetzt und stets nur ein kleiner Teil der vorhandenen Rinde abgelöst werden.

Steine umdrehen.

Beschreibung:

Unter Steinen herrscht in Bezug auf Temperatur und Feuchtigkeit ein anderes Mikroklima als in der Umgebung. Sie speichern die Sonnenwärme und geben sie nachts langsam ab. Flache Steine an besonnten Orten sind bei vielen Ameisenarten beliebte Orte zur Anlage ihrer Nester. Für viele andere Tierarten stellt der Raum unter den Steinen eine geschützte Ruhezone dar. Quantitative Aussagen lassen sich gewinnen, indem die Anzahl Individuen bzw. Nester pro Anzahl Steine und Fläche erfaßt wird.

Gefangenes Artenspektrum:

Die Methode ist sehr geeignet, um versteckt lebende, wenig vagile Arten zu erfassen. Milben, Spinnen, Asseln, Tausendfüßer, Doppelschwänze, Springschwänze, Käfer und Ameisen werden mit ihr vorrangig gefangen.

Empfehlung:

Das Verfahren sollte qualitativ bei der Untersuchung der genannten Tiergruppen eingesetzt werden.

Nestsuche oder Individuensuche in abgesteckten Arealen.

Beschreibung:

Je nach Tiergruppe müssen unterschiedlich große Areale abgesteckt und möglichst vollständig nach Nestern oder Individuen abgesucht werden. Da viele Arten sehr kleinräumig und heterogen verteilt vorkommen können, müssen entweder Probenahmeflächen in statistisch ausreichender Anzahl (siehe MÜHLENBERG 1989) ausgewählt werden oder es muß gezielt an potentiellen Habitaten der untersuchten Gruppe gearbeitet werden. In vielen Fällen werden zufallsverteilt über das Gebiet 1 m²-Plots abgesucht. Bei der Erfassung von Ameisennestern werden im Rahmen der bayerischen Naturwalduntersuchungen 5-10 jeweils 400 m² große Flächen abgesucht (ALBRECHT 1990).

Gefangenes Artenspektrum:

Das Verfahren kann für ein breites Spektrum von Tiergruppen eingesetzt werden.

Empfehlung:

Die Methode eignet sich besonders für quantitative Untersuchungen. Sie stellt aber insbesondere in vegetationsreichen Flächen einen starken Eingriff dar. Zur repräsentativen qualitativen Erfassung der Fauna reicht das vorgeschlagene Spektrum an Fallen- und Aufsammlungsmethoden aus.

Minen- und Gallensuche.

Beschreibung:

Die indirekte Ermittlung gallerzeugender oder minierender Tiere über das Schadbild an der Wirtspflanze ist in vielen Fällen einfacher als die direkte Bestimmung der verursachenden Larven oder Imagines.

Für die Erzeuger von Blattminen an europäischen Pflanzen existiert mit HERING (1957) ein zusammenfassendes Bestimmungswerk. Die Gallbildner an nord- und mitteleuropäischen Pflanzen lassen sich mit BUHR (1964, 1965) determinieren. Quantitative Untersuchungen können durchgeführt werden, indem die Minen und Gallen pro Blatt, pro Pflanze oder pro Areal erfaßt werden. In vielen Fällen lassen sich Minierer und Gallbildner mit ihren jeweiligen Parasitoidenkomplexen aus gesammelten Gallen züchten.

Gefangenes Artenspektrum:

Zahlreiche Bakterien, Algen, Pilze und Tiere (Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera, Thysanoptera, Sternorrhyncha, Coleoptera, Heteroptera, Protozoa, Rotatoria, Nematoda und Acarina) können Gallen erzeugen. Minen werden nur von Insekten (Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera und Diptera) gebildet.

Empfehlung:

Wir empfehlen die qualitative Erfassung der Gallen und Minen in den Naturwaldreservaten.

Umfang des Methodenspektrums.

Über das minimal einzusetzende Fallenspektrum herrschen unterschiedliche Ansichten: ZUCCHI (1990) schlägt zur Erfassung "eines breiten Arthropoden-Spektrums" Bodenfallen, Farbschalen, Malaisefallen, Fensterfallen, Stammeklektoren, Luftklektoren und Klopfschirm-Fänge vor. Er fordert zehn Bodenfallen pro "Lebensraumtyp", gibt aber für die restlichen Fallen keine Mindestanzahlen vor. GRIMM et al. (1975) geben als Minimalprogramm zur Analyse des Ökosystems Wald sechs Bodenphotoeklektoren, zwei Stammeklektoren und zwölf Bodenfallen an. KRETSCHMER & SCHAUERMANN (1991) schlagen zur Ergänzung dieses Fallensets das Handauslesen von Streu und Totholz sowie Klopfprouben vor. Weitere gezielte Aufsammlung halten sie für zu störungsintensiv. Dieses Methodenspektrum beurteilen KRETSCHMER & SCHAUERMANN (1991) als ein Verfahren, das "bei geringem Eingriff und Aufwand die für das Ökosystem Naturwald bedeutenden Wirbellosen zumindest in größeren Teilbereichen reproduzierbar" erfaßt. Andererseits betonen sie aber, daß das Verfahren sehr lückenhafte Ergebnisse liefert, weil es sich nur auf einige Vegetationstypen im Untersuchungsgebiet bezieht und halten "ergänzende Arbeiten, wie z. B. die Totholzuntersuchungen" für nötig.

WINTER (1991) zeigt, daß das von GRIMM et al. (1975) vorgeschlagene "Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse" nicht ausreicht. Ein wesentlicher Bestandteil und besonders typisches Charakteristikum der Wälder ist die Totholzbiözönose, die mit dem Programm unzureichend erfaßt wird: Nur 26,8 % der xylobionten Käferarten, die WINTER (1991) nachwies, wurden im gleichen Gebiet auch von KRETSCHMER & SCHAUERMANN (1991) gefangen. WINTER (1991) schlägt deshalb zur Ergän-

zung die Untersuchung von je drei liegenden Stämmen mit geschlossenen Eklektoren, die die aus dem Holz schlüpfende Fauna erfassen und mit offenen Eklektoren, die die auf den Stämmen entlanglaufenden Tiere fangen, vor. (Die von uns entwickelten Eklektoren für liegende Stämme kombinieren diese beiden Typen). Außerdem empfiehlt er die Untersuchung von je drei Dürrständern nur mit geschlossenen Eklektoren. Er macht aber deutlich, daß selbst die so gewonnenen Ergebnisse "weder repräsentativ für die Gesamtfläche" sind, noch auf ihrer Grundlage Flächenvergleiche durchgeführt werden können.

KRETSCHMER & SCHAUERMANN (1991) untersuchten auf Artniveau nur einige Dipteren und Coleopteren der Boden- und Streuschicht. Selbst für die Erfassung dieser beiden im Ökosystem Wald wichtigen Ordnungen ist das verwendete Methodenspektrum jedoch nicht ausreichend. Unsere Untersuchungen über die Repräsentativität der Fänge der einzelnen Methoden belegen, daß die vorgeschlagenen Verfahren nicht geeignet sind, eine möglichst umfassende Inventarisierung von Naturwaldreservaten durchzuführen, was aber Aufgabe der hessischen Untersuchungen ist.

WINTER (1991) kritisiert ALBRECHT (1990), der den Einsatz von Bodenfallen bei Naturwalduntersuchungen empfiehlt. Er lehnt den Einsatz von Bodenfallen ab, da die Fallen "auf viele Arthropoden attraktiv wirken dürften" und einige Arten über große Entfernungen angelockt würden. Er hält auch aus Naturschutzgründen die Störung des Biotops durch diesen Fallentyp für zu gravierend.

Anlockungs- wie Abschreckungseffekte weisen aber sicherlich die meisten Fallentypen auf. Flugfallen (Farbschalen, Lufteklektoren, Fenster- und Malaisefallen) fangen zudem viele Arten, die eventuell nur die Gebiete durchwandern, nicht aber dort leben. All diese Effekte müssen selbstverständlich für die gefundenen Arten diskutiert werden. Bei Bodenfallen fanden FRANKE et al. (1988) im Gegensatz zu WINTERS Vermutungen, daß der Einzugsbereich einer Bodenfalle sogar für große Käfer mit einer Körperlänge von über 7 mm nur etwa 1 m² beträgt.

Für eine möglichst umfassende Inventarisierung des Artenbestandes eines Gebiets ist es gerade wünschenswert, Fallen einzusetzen, die ein breites Spektrum an Tieren nachweisen. Zur sicheren Artbestimmung ist bei den meisten Evertebraten die Abtötung der Individuen leider unumgänglich. Unsere Untersuchungen belegen, daß Bodenfallen weit geringere Individuenmengen fangen, als etwa die von WINTER (1991) empfohlenen Stamm- oder Bodenphotoeklektoren. Daher sind Bodenfallen auch aus Naturschutzgründen durchaus zu empfehlen. Die von uns eingesetzte Bodenfallendichte, die alle wichtigen Habitatstrukturen der Gebiete berücksichtigt, beträgt etwa 0,7 Bodenfallen pro Hektar und kann damit für das Arteninventar als unbedenklich gelten.

ALBRECHT (1990) setzt ein breites Spektrum an Fangmethoden ein. Dieses umfaßt Baumhöhlenuntersuchungen, Bodenfallen, Fensterfallen, Totholzeklektoren sowie offene und geschlossene Stammeklektoren an Dürrständern und an freiliegenden Stämmen. Insgesamt setzt ALBRECHT (1990) pro Gebiet eine Fensterfalle, zwei Totholzeklektoren, je zwei offene und geschlossene Eklektoren an freiliegenden Stämmen sowie je einen offenen und geschlossenen Eklektor an Dürrständern ein. Die Anzahl der Bodenfallen variiert mit der Gebietsgröße (bis 20 ha: 5 Fallen, 21-50 ha: 10 Fallen, Gebiete von 51-100 ha wurden anscheinend nicht untersucht, über 100 ha: 15 Fallen).

Da eine repräsentative Aussage über das Artenspektrum des gesamten Gebiets erfolgen soll, muß unseres Erachtens die Fallenzahl an der Anzahl vorhandenen Habitatstrukturen orientiert werden und nicht an der Gebietsgröße. Bei reich strukturierten Flächen wie den hessischen Naturwaldreservaten zeigten unsere Untersuchungen, daß drei Fallen pro Habitatstruktur zur repräsentativen Erfassung vieler Tiergruppen genügen. Tab. 6 (S. 119) zeigt das empfohlene Fallenspektrum für die langfristigen Sukzessionsuntersuchungen.

Unter Zoologen ist zur Zeit in der Diskussion, ob nur Fallenfänge oder auch Aufsammlungen repräsentative und reproduzierbare Ergebnisse liefern (KÖHLER in Vorbereitung, ZUCCHI 1990).

Die verschiedenen Tiergruppen sind sehr unterschiedlich gut mit Fallen erfaßbar. Bei einigen wurde der Artenbestand nahezu repräsentativ mit dem von uns eingesetzten Fallenspektrum dokumentiert (z. B. bei Regenwürmern, Schnecken oder Laufkäfern), bei anderen nur sehr lückenhaft (z. B. bei Kurzfühlerschrecken oder Tagfaltern).

Bei letzteren ist man, um ein repräsentatives Artenspektrum zu erhalten, zusätzlich auf gezielte Aufsammlungen angewiesen. Auch bei gut erfaßten Tiergruppen halten wir eine Überprüfung der Repräsentativität der Fallenfänge durch gezielte Aufsammlungen für empfehlenswert. Gezielte Aufsammlungen schonen die Biozönose, da nur wenige Tiere entnommen werden. Aufwendige Aussortierarbeiten, wie sie bei Fallenfängen notwendig werden, entfallen hier, wodurch solche Untersuchungen kostengünstig sind. Abundanzangaben sind auch bei dieser Methodik auf Art- oder Gattungsniveau in Häufigkeitsklassen möglich. Nachteilig wirkt sich bei diesen Untersuchungen aus, daß die Ergebnisse sehr vom Spezialwissen der Zoologen abhängig sind, wodurch die von verschiedenen Bearbeitern gewonnenen Resultate schwerer verglichen werden können. Man sollte aber nicht vergessen, daß auch das Auswählen von Fallenstandorten sowie die Aus- und Bewertung der Arten große Kenntnisse über die Biologie und Verbreitung der Tiere erfordert.

Zur repräsentativen Erfassung der Fauna halten wir Fallenfänge und diese ergänzende Aufsammlungen für notwendig. In den Monaten April bis September sollten von Spezialisten für jede Tiergruppe je zwei ganztägige Aufsammlungen pro Teilfläche in ausgewählten Habitaten und Habitatstrukturen durchgeführt werden. Bei einigen Gruppen (z. B. Käfer, Spinnen) sind zusätzlich Aufsammlungen im Winterhalbjahr empfehlenswert.

Auswahl der Untersuchungsgebiete.

Die Anzahl gleichzeitig untersuchbarer Gebiete hängt von ihrer Größe, ihrem Struktur-reichtum und ihrer Lage in Hessen ab.

Die mittlere Größe der Reservatsflächen ($n = 23$) beträgt 35,2 ha, die der Vergleichsflächen ($n = 18$) 27,8 ha (Tab. 1, S. 8).

Die Anzahl nachgewiesener Habitatstrukturen ist entscheidend für die Anzahl einzusetzender Bodenfallen. Pro Gebiet kann mit etwa 17 verschiedenen Habitatstrukturen gerechnet werden (Tab. 5, S. 95).

Bei der vorgeschlagenen Untersuchungsintensität können zwei Gebiete von mittlerer Größe und durchschnittlichem Strukturreichtum mit insgesamt ca. 130 ha Fläche gleichzeitig bearbeitet werden.

Wie die Untersuchungen bisher zeigten, unterliegen die Anzahlen der gefangenen Tiere beträchtlichen jährlichen und standörtlichen Schwankungen. Alle folgenden Angaben können aus diesen Gründen nur grobe Annäherungen sein.

Untersuchungsdauer.

Entsprechend ihrer Lebensweise schwankt das Auftreten der Tiere während eines Jahres sehr stark. Die erwachsenen Tiere - und das sind in den meisten Tiergruppen die einzigen, die bis zur Art bestimmt werden können - treten bei vielen Gruppen nur zu ganz bestimmten Jahreszeiten auf, z. T. nur wenige Wochen im Jahr. Dies hat ent-

scheidenden Einfluß auf die Auswahl der Nachweismethoden. Tierpopulationen zeigen aber auch sehr starke Jahresschwankungen. Bei vielen Gruppen waren in den beiden Untersuchungsgebieten "Neuhof" und "Schotten" die Fänge im Juni und Juli 1991 wesentlich höher als die im gleichen Zeitraum 1990. So wurden in diesen Monaten in Bodenfallen des NWR "Schotten" 1689 Laufkäfer, im selben Zeitraum 1991 jedoch 4361 gefangen. Um die Nachweiswahrscheinlichkeit zu erhöhen und um grobe Anhaltspunkte über die Populationsdichten der Arten zu erhalten, sind daher unbedingt mehrjährige Untersuchungen erforderlich. Momentaufnahmen - und als solche müssen einjährige Untersuchungen angesehen werden - haben weit weniger Aussagekraft als Langzeit- oder Dauerbeobachtungen. Diese Tatsache wird auch bei anderen Forschungsprojekten in naturnahen Wäldern berücksichtigt (ALBRECHT 1990, THIELE 1979).

KNEITZ (1980) empfiehlt für Bestandserfassungen etwa zehn Jahre und hält drei Jahre für das absolute Minimum, GRIMM et al. (1975) halten ebenfalls eine zehnjährige Untersuchungsdauer für notwendig, um die tatsächliche ökosystemtypische Dichte der Arten trotz der üblichen starken Jahresschwankungen ermitteln zu können. ALBRECHT (1990) setzt eine Regelbearbeitungszeit von vier Jahren für die bayerischen Naturwaldreservate an, wobei das erste Jahr zur Vorbereitung der Untersuchungen, das letzte zur Auswertung der Funde dient. ZUCCHI (1990) fordert selbst für die meist unter Zeitdruck zu erstellenden Umweltverträglichkeitsgutachten mindestens zwei Jahre.

Um die Untersuchungsdauer pro Gebiet möglichst kurz zu halten, bzw. um Kosten zu senken, gibt es mehrere Möglichkeiten:

Reduzierung des Methodeneinsatzes.

Hierdurch werden insbesondere Gelände-, Auslese-, Präparations- und Determinationsarbeiten gering gehalten. Ohne die Repräsentativität der Untersuchungen zu gefährden wären beim vorgeschlagenen Methodenspektrum (Tab. 6, S. 119) nur wissenschaftlich vertretbare Reduktionen möglich, wenn dafür andere zeitsparendere Verfahren eingesetzt werden könnten. Dies ist aber im Rahmen der Fallenfänge nicht mehr möglich, so daß nur auf gezielte Aufsammlungen als kostengünstigere Alternative zurückgegriffen werden könnte. Dieses Vorgehen empfehlen wir aber aus den im Kapitel "Erfassungsmethoden" diskutierten Gründen nicht.

Reduzierung der Anzahl zu untersuchender Gebiete.

ALBRECHT (1990) schlägt ein dreistufiges Modell zur Untersuchung der ca. 135 Naturwaldreservate in Bayern vor, das Standard-, Schwerpunkt- und Sonderreservate unterscheidet.

Für den Umfang zoologischer Untersuchungen bedeutet dies:

- Standardreservate haben mittlere Forschungsintensität und mittlere Naturschutzfunktion. Hier werden Barberfallenfänge, ornithologische Gitterfeldkartierungen, Wildverbiß- und Ameisenkartierungen sowie Nachtfalterfänge durchgeführt.
- Sonderreservate haben aufgrund hoher Störfempfindlichkeit und/oder schwieriger Gelände-verhältnisse nur niedrige Forschungsintensität bei hoher Naturschutzfunktion. Hier sind zoologischen Untersuchungen nicht generell vorgesehen, in Einzelfällen können aber sogenannte Spezialuntersuchungen (siehe unten) durchgeführt werden.
- Schwerpunktreservate haben hohe Forschungsintensität bei mittlerer Naturschutzfunktion. Hier werden zusätzlich zu den Untersuchungen in den Standardreservaten Totholzeklektoren, Fensterfallen und Bodenelektoren eingesetzt und weitere Tiergruppen (Schnecken, Regenwürmer und Kleinsäuger) untersucht.
- Spezialuntersuchungen wie Baumhöhlen-, Vogelrevierkartierungen und Fledermausuntersuchungen ergänzen "nach Bedarf" die Methoden in allen drei Reservatstypen.

Dieses Vorgehen erscheint uns für die Untersuchung hessischer Naturwaldreservate nicht empfehlenswert. In Hessen ist nicht geplant, ähnlich viele Naturwaldreservate (aus Naturschutzgründen oder um ein repräsentatives Spektrum einheimischer Waldgesellschaften zu erfassen) auszuweisen, wie in Bayern. Damit kann die derzeitige Anzahl

von 23 Reservaten als Orientierungsgröße dienen. Aufgrund unserer Gebietsbeachtigungen konnten wir feststellen, daß diese Flächen keinesfalls so ähnlich sind, daß eine Stichprobe aus ihnen verallgemeinerbare Ergebnisse liefern könnte. Wir empfehlen daher, möglichst alle Gebiete zu untersuchen.

Die Anzahl gleichzeitig untersuchbarer Gebiete kann nur dann erhöht werden, wenn pro Hauptbaumart nur jeweils ein Gebiet mit Kern- und Vergleichsfläche bearbeitet wird und sich alle übrigen zoologischen Untersuchungen auf die Kernflächen beschränken. Bei diesem Vorgehen wird allerdings die bisher nur in Hessen vorhandene Möglichkeit nicht optimal genutzt, zusätzlich zu den Kernflächen auch benachbarte bewirtschaftete Vergleichsflächen zu untersuchen, um daraus Schlüsse für die naturnahe Bewirtschaftung von Wäldern ziehen zu können.

Reduzierung der Untersuchungsdauer.

Die Reduzierung der Untersuchungsdauer vermindert die Genauigkeit der Aussagen zum Artenbestand und zu den Populationsdichten. Jahresschwankungen können nurmehr schlecht oder gar nicht beurteilt werden.

Bei umfangreichen Untersuchungen, die stets ganze Vegetationsperioden umfassen sollten, halten wir ebenso wie ELLENBERG et al. (1986) und ALBRECHT (1990) eine Synthesephase für notwendig. Generell muß gelten: Werden intensive Aufnahmen (Fallenfänge, Aufsammlungen) durchgeführt, so kann die Aufarbeitung der Fänge (Bestimmung, Bewertung) erst im Anschluß daran erfolgen.

Wir empfehlen mehrjährige Untersuchungen, die sich in Vorbereitungs-, Untersuchungs- und Synthesephase gliedern (siehe Konzeptvarianten, S. 137).

Arbeitsaufwand und Zeitbedarf.

Aussortierung.

Für die technische Bearbeitung (Aussortieren, Beschriften etc.) wird etwa eine Stunde pro Bodenfalle benötigt. Um eine Berechnungsgrundlage für den Bearbeitungsaufwand zu erhalten, haben wir die anderen Fallentypen hierzu in Bezug gesetzt. Tab. 6 (S. 119) zeigt die Anzahl der in der Vorlaufphase eingesetzten Fallen und die diesen vom Arbeitsaufwand entsprechende Anzahl Barberfallen ("Barberfallenäquivalent" = "BFÄ"). Aufgrund der starken jährlichen Schwankungen der Individuendichten kann dieser Wert nur eine grobe Näherung darstellen. Die Gesamtfänge des Jahres 1990 entsprachen 1550 BFÄ, die des Jahres 1991 dagegen 3039 BFÄ. Diesem Wert liegt die tatsächliche Anzahl und Expositionsdauer der eingesetzten Fallen bei neun Leerungen im Jahr zugrunde (einige Fallen wurden erst im Laufe des Jahres exponiert). Das von uns vorgeschlagene Fallenspektrum für die Langzeituntersuchungen umfaßt jährlich 1503 BFÄ pro Gebiet. Um die Anzahl von Bodenfallen einbeziehen zu können, die vom jeweiligen Reichtum eines Gebiets an Habitatstrukturen abhängt, wurde von einer durchschnittlichen Anzahl von 17 Habitatstrukturen pro Gebiet ausgegangen (Tab. 6).

Präparation.

Zur Bestimmung der einzelnen Tiergruppen werden sehr unterschiedliche Charakteristika der Arten benutzt (ECHSEL & RACEK 1979, KNUDSEN 1966). Oft sind dies morphologische und anatomische Merkmale, insbesondere der Bau der Geschlechtsorgane, aber auch typische Verhaltensmuster, etwa der Reviergesang der Vögel oder das artspezifische Zirpen der Heuschrecken. Bei den Insekten ist der Präparationsaufwand, der für eine einwandfreie Bestimmung erforderlich ist, sehr unterschiedlich groß: Während einige Arten leicht an ihrer Färbung erkannt werden können, ist bei anderen eine sichere Artdetermination nur aufgrund mikroskopischer Untersuchungen möglich, nachdem die Genitalien herauspräpariert, aufgehellert, gefärbt und als Dauerpräparat eingebettet wurden. Keine der großen, aussagekräftigen Ordnungen der einheimischen Insektenfauna enthält nur leicht bestimmbare Arten, immer gibt es schwierige Gattungen und Schwesterarten-Paare, so daß eine Präparation zumindest einiger Arten

unumgänglich ist. Der Präparationsaufwand muß mit etwa 1-5 Minuten pro Tier veranschlagt werden, je nachdem, ob es in Alkohol aufbewahrt, genadelt, aufgeklebt oder genitalisiert werden muß. Erheblich höher ist der Zeitbedarf, wenn Tiere chemisch aufgehellt werden müssen und anschließend ein mikroskopisches Dauerpräparat von ihnen hergestellt werden muß. Dieser Aufwand von etwa einer Stunde pro Tier erscheint uns nur in Ausnahmefällen gerechtfertigt. Tiergruppen, die solche Präparationsverfahren erfordern, wurden von uns daher nicht zur Bearbeitung empfohlen.

Bestimmung.

Für einige Tiergruppen liegen zusammenfassende Bestimmungswerke vor. Für die anderen muß auf Originalbeschreibungen, Teilbearbeitungen, Vergleichssammlungen und den Rat von Spezialisten zurückgegriffen werden. Der Zeitbedarf für die Determination ist daher stark abhängig von der bearbeiteten Tiergruppe und außerdem auch vom Erhaltungszustand der Individuen. Bei einfach erkennbaren Tieren müssen für Inspizieren, Determinieren und Notieren der Fänge pro Individuum 2-3 Minuten Arbeitszeit veranschlagt werden. Schwer bestimmbare Individuen benötigen ein Vielfaches dieser Zeit.

Elektronische Datenerfassung.

Ein speziell an die Erfordernisse der Untersuchung von Naturwaldreservaten angepaßtes Datenbanksystem wurde von der Firma Q.E.D.-WARE (Frankfurt am Main) entwickelt. Es enthält folgende Kompartimente:

- Datei der einheimischen Arten und ihrer Lebensansprüche
- Datei der Naturwaldreservate, ihrer Probekreise und Quadranten
- Datei der Habitatstrukturen in den Probekreisen und Quadranten
- Datei der Fallenzustände (Fängigkeit) bei den Leerungen
- Datei der Funde mit Anzahl der Männchen, Weibchen, Arbeiterinnen und Larven, dem Datum und der Fangmethode.

Die EDV-Eingabe erfordert etwa eine Stunde pro Probekreis für die Habitatstrukturkartierung und je zwei Minuten pro Fund bzw. pro Fallenzustand.

Literaturrecherchen.

Ergebnisse aus Forschungen in Naturwaldreservaten sind um so besser interpretierbar, je mehr sie mit anderen Untersuchungen verglichen werden können. Da solche Literatur über ein weites Spektrum von Publikationsorganen gestreut veröffentlicht wird, sind effektive Recherchemöglichkeiten von wesentlicher Bedeutung. Für die Erfassung der umfangreichen Literatur kann auf die internationale Computer-Datenbank BIOSIS PREVIEWS (Philadelphia, U.S.A.) und auf die nationale Datenbank BIOLIS (Informationszentrum für Biologie am FORSCHUNGSINSTITUT SENCKENBERG, Frankfurt am Main) zurückgegriffen werden. Für die Verwaltung der Literatur im Projekt verwenden wir die Datenbank LARS der Firma WEKA (Frankfurt am Main). Auch die Beschaffung der Literatur ist aufwendig und erfordert umfangreiche Spezialbibliotheken. Überregionale bibliographische Schwerpunktsammelgebiete haben die folgenden Bibliotheken (VEREIN DEUTSCHER BIBLIOTHEKARE 1987):

- Biologie allgemein, Botanik, Zoologie: SENCKENBERGISCHE BIBLIOTHEK (Frankfurt am Main)
- Forstwissenschaften, Naturwissenschaften allgemein: STADT- UND UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK (Göttingen).

Berichtserstellung.

Nach Abschluß der Geländearbeiten und der Bestimmung der Tiere wird zu jedem Gebiet ein Bericht erstellt. Er umfaßt die mathematisch-statistische sowie die textliche Beschreibung des gefangenen Artenspektrums und beinhaltet Vergleiche mit ähnlichen Untersuchungen. Hierfür wird pro Mitarbeiter eine Zeit von etwa 3-4 Monaten benötigt.

Tab. 8 faßt den Arbeitsaufwand der Untersuchungen zusammen.

Tab. 8: Arbeitsaufwand.

Tätigkeit pro Gebiet	
einmalig:	periodisch:
Gebietsbegehung	Fallenleerung
Habitatstrukturkartierung der	qualitative Erhebung pro Tiergruppe
- Frühjahrsgeophyten	ornitholog. Siedlungsdichteuntersuchung
- Frühsommervegetation	Lichtfang
elektronische Datenerfassung pro Probekreis	Aussortierung
Auswahl und Vermessung der Eklektor-Bäume	Präparation
Aufbau der Fallen	Bestimmung und Etikettierung
- 51 Bodenfallen	elektronische Datenerfassung
- 2 Farbschalenkombinationen	- der Funde
- 2 Lufteklektoren	- des Fallenzustandes
- 12 Stammelektoren	Literaturrecherchen
- 2 Totholzelektoren	
Berichtserstellung	

Wiederholungsuntersuchungen.

Wiederholungsuntersuchungen dienen dazu, Veränderungen im Laufe der Sukzession zu dokumentieren. Da sich diese recht langsam einstellen, hält ALBRECHT (1990) Wiederholungsuntersuchungen nach zehn Jahren in Schwerpunktreservaten bzw. 20 Jahren in Standardreservaten für ausreichend, ohne dies aber zu begründen. Es existieren bisher keine Langzeituntersuchungen die für die Abschätzung geeigneter Zeiträume zugrunde gelegt werden könnten. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Ausgangssituationen in den verschiedenen hessischen Naturwaldreservaten - sie werden bereits unterschiedlich lange nicht mehr bewirtschaftet und können ohnehin nur sukzessive zoologisch untersucht werden - erscheinen uns Wiederholungsuntersuchungen nach 30-40 Jahren als ausreichend.

Konzept für langfristige Sukzessionsuntersuchungen.

Ziel des Projekts ist eine möglichst umfassende Artenbestandsaufnahme und die Dokumentation des Sukzessionsverlaufs in hessischen Naturwaldreservaten, die eine nicht mehr bewirtschaftete Teilfläche (Kernfläche) und eine naturnah weiterbewirtschaftete (Vergleichsfläche) beinhalten. Hierbei werden abiotische und biotische Aspekte untersucht, die biotischen gliedern sich wiederum in botanische und zoologische. Nur die zoologischen sind Gegenstand der folgenden Konzeption. Die Erfassung der abiotischen Faktoren und der Flora wird von der Hessischen Forsteinrichtungsanstalt durchgeführt.

ZUCCHI (1990) beschreibt sehr eindrucksvoll, mit welcher Scharlatanerie bei der Erstellung von faunistisch-ökologischen Gutachten gerechnet werden muß. Wir legen daher besonderen Wert auf die Einhaltung folgender Rahmenbedingungen:

- **zeitlicher Rahmen:** Es muß ausreichend Zeit vorhanden sein, um repräsentative Aufnahmen durchführen zu können, die eine wissenschaftliche Bewertung zulassen.
- **personeller Rahmen:** Die Auswahl der Bearbeiter der Tiergruppen muß durch Fachzoologen erfolgen. Es sollten organisatorische und finanzielle Bedingungen geschaffen werden, die eine langfristige Kontinuität gewährleisten. Dies ist nur durch eine in ihrer Zusammensetzung nicht ständig wechselnde Arbeitsgruppe möglich.

Grundlage für die Konzeption sind:

- die im Kapitel "Fauna" genannten möglichen Veränderungen im Laufe der Sukzession und die zu ihrer Dokumentation notwendigen Indikatoren
- die im Kapitel "Fauna" besprochene Auswahl der Tiergruppen
- die im Kapitel "Erfassungsmethoden" besprochene Auswahl der Fangmethoden

Das Untersuchungsverfahren gliedert sich in drei Phasen:

- **Vorbereitungsphase:** Begehungen, Habitatstrukturkartierungen, Fallenbau und Falleninstallation
- **Untersuchungsphase:** Fallenleerungen, gezielte Aufsammlungen, Aussortierung des gefangenen Tiermaterials, EDV-Erfassung des Fallenzustands, Bestellung von separaten Gutachten etc.
- **Synthesephase:** Präparation, Bestimmung, EDV-Erfassung der Funde, Literaturrecherchen, Interpretation der Gutachten und Erstellung der Gebietsberichte.

Aufgrund des Projektrahmens ist nur eine sukzessive Bearbeitung der Gebiete möglich. Gleichzeitig untersuchte Gebiete bezeichnen wir im folgenden als "Untersuchungseinheit". Für eine rationelle Vorgehensweise empfiehlt sich jeweils eine Verschachtelung der Synthesephase mit der Vorbereitungsphase der folgenden Untersuchungseinheit. In der Synthesephase abzuschließender Flächen werden noch während der Vegetationsperiode bereits Begehungen und Habitatstrukturkartierungen in den nachfolgenden Gebieten durchgeführt. Die frühzeitige Auswahl der Fallenstandorte erlaubt so eine rechtzeitige Bestellung von Fallen (bei Eklektoren sind mehrmonatige Lieferfristen üblich). Die Fallen können dann bis zum Beginn der Vegetationsperiode des folgenden Jahres installiert werden.

Wird auf diese Verschachtelung verzichtet, kann mit der Habitatstrukturkartierung im Rahmen der Vorbereitungsphase zwangsläufig frühestens mit Anfang der nächsten Vegetationsperiode begonnen werden. Dies bedeutet eine Verlängerung der Gesamtuntersuchungsdauer (Abb. 93, S. 138).

Konzeptvarianten.

Ziel aller drei im folgenden aufgezeigten Varianten ist es, das Artenspektrum der Gebiete möglichst vollständig zu erfassen und Aussagen über die Populationsdichten zu ermöglichen.

Variante 1

(Untersuchung aller Gebiete [KF + VF], zweijähriger Falleneinsatz, Gesamtdauer pro Gebiet 4 Jahre).

Bei dieser Variante werden alle Teilflächen der Reservate untersucht. Aufgrund der zweijährigen Untersuchungsphase können Anhaltspunkte über Jahresschwankungen abgeleitet werden. Die Vorbereitungsphase dauert bei der ersten Untersuchungseinheit ein Jahr, bei allen folgenden aufgrund der oben beschriebenen verschachtelten Vorgehensweise nur jeweils sechs Monate. Das skizzierte Fallenspektrum wird zwei Jahre lang eingesetzt, die Synthesephase dauert 18 Monate (Abb. 93). Die Bearbeitung der 23 hessischen Naturwaldreservate erfordert bei dieser Variante etwa 40 Jahre, ein Zeitraum, der für Wiederholungsuntersuchungen wissenschaftlich vertretbar ist.

Variante 2

(Untersuchung aller Gebiete [KF + ausgewählte VF], zweijähriger Falleneinsatz, Gesamtdauer pro Gebiet 4 Jahre).

Im Gegensatz zur Variante 1 wird die Anzahl der untersuchten Teilflächen reduziert, wodurch sich die Zeitspanne bis zum Beginn der Wiederholungsuntersuchungen verkürzt. Pro Hauptbaumart wird nur jeweils ein Gebiet mit Kern- und Vergleichsfläche untersucht. Alle übrigen zoologischen Untersuchungen beschränken sich auf die Kernflächen. Die Vorbereitungsphase dauert bei der ersten Untersuchungseinheit ein Jahr, *bei allen folgenden aufgrund der oben beschriebenen verschachtelten Vorgehensweise* nur jeweils sechs Monate, das skizzierte Fallenspektrum wird zwei Jahre lang eingesetzt, die Synthesephase dauert 18 Monate (Abb. 93). Bei vierjährigen Untersuchungsperioden können bei mittlerer Reservatsgröße gleichzeitig vier Teilflächen untersucht werden. Das bedeutet, daß alle 23 Kernflächen und fünf Vergleichsflächen mit unterschiedlichen Hauptbaumarten (Tab. 1, S. 8) im Laufe von 25 Jahren bearbeitet werden können. Bei dieser Variante wird allerdings die bisher nur in Hessen vorhandene Möglichkeit stark eingeschränkt, bewirtschaftete Vergleichsflächen mit vollständig sich selbst überlassenen Kernflächen zu vergleichen.

Variante 3

(Untersuchung aller Gebiete [KF + VF], einjähriger Falleneinsatz, Gesamtdauer pro Gebiet 2 ³/₄ Jahre)

Bei dieser Variante werden alle Teilflächen der Reservate untersucht, aber ihre Bearbeitungszeit verkürzt. Damit kann mit den Wiederholungsuntersuchungen früher begonnen werden.

Die Vorbereitungsphase dauert bei der ersten Untersuchungseinheit ein Jahr, bei allen folgenden aufgrund der oben beschriebenen verschachtelten Vorgehensweise nur jeweils sechs Monate. Das skizzierte Fallenspektrum wird ein Jahr lang eingesetzt, die Synthesephase erfordert 15 Monate (Abb. 93). Aufgrund der Gesamtuntersuchungs-

dauer von 33 Monaten fällt der Beginn der Untersuchungsphase bei den einzelnen Gebieten auf unterschiedliche Jahreszeiten und läßt sich damit nicht mit der Vegetationsperiode synchronisieren. Im Vergleich zu den anderen Varianten können Jahresschwankungen nicht erfaßt werden. Aufgrund der Breite der eingesetzten Methoden wird bei vielen Tiergruppen ein großer Teil der vorhandenen Fauna erfaßt, aber nicht so vollständig wie bei den anderen Varianten. Aufgrund der verkürzten Bearbeitungsdauer pro Gebiet beträgt die Zeitspanne bis zu den Wiederholungsuntersuchungen ca. 30 Jahre.

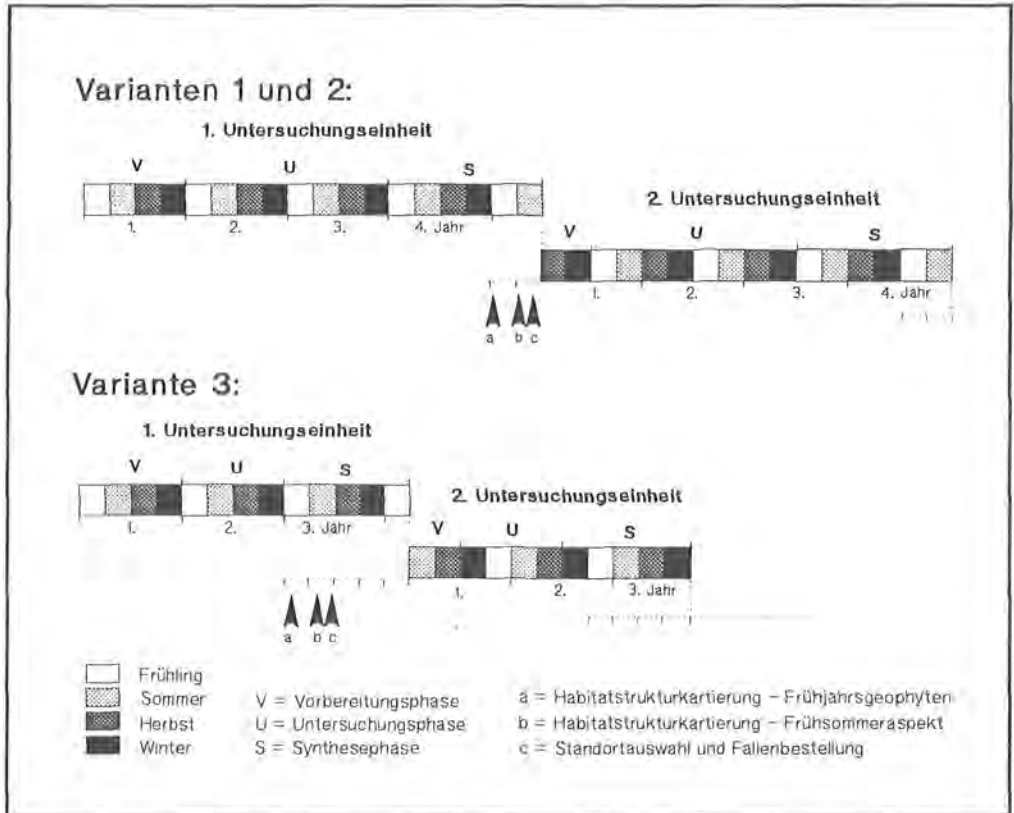


Abb. 93: Schema für die zeitliche Abfolge der zoologischen Untersuchungen in Naturwaldreservaten.

Untersuchungsverfahren.

Vorbereitungsphase.

Pflanzensoziologische Aufnahmen.

Die Erfassung der Pflanzenarten in den Gebieten ist auch für zoologische Untersuchungen eine wichtige Grundlage. Daher sollten von der FEA vor Beginn der zoologischen Untersuchungen möglichst flächendeckende pflanzensoziologische Aufnahmen in den hessischen Naturwaldreservaten durchgeführt werden.

Strukturkartierung.

Aufgrund der botanischen Daten der FEA kann eine Vorentscheidung getroffen werden, ob eine Frühjahrsgeophytenkartierung notwendig ist. Auf jeden Fall muß eine spätere Kartierung durchgeführt werden, bei der ein Schwerpunkt auf der Erfassung des Jungwuchses, der Krautschicht und der damit verbundenen Beschattung des Bodens liegt. Die Kartierungen müssen vor dem Beginn der zoologischen Untersuchungen nach den angegebenen Richtlinien (S. 94, Anhang 1) durchgeführt werden, da die Auswahl der Fallenstandorte und Probenahmeflächen auf ihnen beruht. Sie sollten so rechtzeitig erfolgen, daß alle Fallen vor Beginn der Vegetationsperiode des ersten Untersuchungsjahres installiert werden können.

Die derzeitige Ausweisung von Probekreisen als einziges Bezugssystem in den Untersuchungsflächen hat zwei Nachteile: Die Grenzen der kreisförmigen Flächen sind nicht einfach im Gelände zu ermitteln und außerhalb der Probekreise ist eine Zuordnung von Funden nicht möglich. Wir schlagen daher vor, jedes Naturwaldreservat auch nach Hektarquadranten zu gliedern.

Falleninstallation.

Auf Grundlage der Strukturkartierung werden die Fallenstandorte festgelegt und dauerhaft markiert. Der Aufbau der Fallen sollte gemäß den Vorschlägen im Kapitel "Erfassungsmethoden" erfolgen.

Untersuchungsphase.

Tiergruppen.

Als dauerhaft zu bearbeitende Tiergruppen werden empfohlen:

- Oligochaeta: Lumbricidae (Regenwürmer)
- Araneae (Spinnen)
- Heteroptera (Wanzen)
- Coleoptera (Käfer)
- Hymenoptera: Symphyta (Blattwespen) und Aculeata (Stechimmen)
- Lepidoptera: Macrolepidoptera (Großschmetterlinge)
- Aves (Vögel)
- Mammalia excl. Chiroptera (Säugetiere ohne Fledermäuse)

Die Bearbeiter der einzelnen Gruppen sollten, wenn möglich, auf Beute-, Wirts- oder Parasitengruppen aus anderen Ordnungen eingehen. Durch die Bearbeitung der Spinnen und der Hymenopteren wird etwa einer wichtigen Wirt-Parasit-Beziehung Rechnung getragen. Auch auf andere tierische Interaktionen, wie die zwischen Nestbauern und Nestbewohnern (z. B.: Pflanzengallen-Erzeuger und Einmieter; Specht und höhlenbrütender Singvogel), sollte eingegangen werden.

Die Möglichkeit, weitere Tiergruppen - eventuell auch nur zeitweise - untersuchen zu lassen sollte genutzt werden, um gezielt Grundlagendaten über bislang schlecht erforschte Gruppen zu erhalten. Hier bieten sich auch Kooperationen mit Universitäten, Instituten und Hobbywissenschaftlern an.

Methoden.

Die Erfassung der Fauna sollte durch die Kombination von Fallenfängen und gezielten Aufsammlungen erfolgen. Das empfohlene Fallenspektrum pro Gebiet stellt Tab. 6 dar.

Quantitative Methoden: Die Anzahl der Bodenfallen pro Gebiet sollte sich an der Anzahl vorhandener Habitatstrukturen orientieren. Es sollten pro Habitatstruktur drei

Bodenfallen eingesetzt werden. Luftklektoren und Farbschalenkombinationen sollten auf offenen Flächen installiert werden, also etwa auf Lichtungen, Kahlschlägen, Windwürfen oder an Wegrändern. Zwei der Stammeklektoren an stehenden Stämmen sollten pro Teilfläche an der Hauptbaumart, zwei weitere an Dürrständern eingesetzt werden. Bei der Auswahl sind jeweils besonnte und unbesonnte Standorte zu berücksichtigen. Geschlossene Eklektoren (Liegendstamm-, Totholzeklektoren) sollten nicht an stark besonnten Stellen aufgestellt werden, da ein Aufheizen des geschlossenen Innenteils der Falle eventuell zum Absterben der Tiere führen kann, bevor sie in die Kopfdose gelangen.

Die angegebenen Fallenzahlen sind als Mindestausstattung zu verstehen. In vielen Fällen sind zusätzliche Fallen wünschenswert, etwa Stammeklektoren an weiteren Baumarten. Sie sind aber nur bei personeller und finanzieller Aufstockung des Projektes bearbeitbar.

Die Singvogelfauna sollte durch eine Siedlungsdichte-Kartierung während der Brutsaison mit zehn Begehungen pro Gebiet erfaßt werden.

Qualitative Methoden: Die quantitativen Verfahren sollten durch gezielte Aufsammlungen ergänzt bzw. in ihrer Effektivität überprüft werden. Diese sollten möglichst gruppenspezifisch von den jeweiligen Spezialisten durchgeführt werden. In den Monaten April bis September sollten für jede Tiergruppe je zwei ganztägige Aufsammlungen pro Teilfläche erfolgen. Es wäre wünschenswert, grundsätzlich für alle untersuchten Tiergruppen auch gezielte Aufsammlungen durch Spezialisten durchführen zu lassen. Da dies aber im Projektrahmen nicht durchführbar ist, sollten zumindest die folgenden Tiergruppen mit den angegebenen Verfahren untersucht werden:

- Heteroptera (Wanzen): Keschern, Klopfen, Steine umdrehen, Rinde lösen, Sieben
- Coleoptera (Käfer): Keschern, Klopfen, Steine umdrehen, Rinde lösen, Sieben, Totholz zerbröckeln
- Formicidae (Ameisen): Steine umdrehen, Rinde lösen, Streuproben sieben, Totholz zerbröckeln
- Apidae (Bienen) und Vespidae (Wespen): Blüten absuchen
- Lepidoptera (Schmetterlinge): Blüten absuchen, Zucker-Rotwein-Köder.

Die Lichtfänge sollten an möglichst kraut- und strauchfreien Stellen durchgeführt werden, die weit von den Grenzen der Teilflächen entfernt sind. Pro Gebiet sollten gleichzeitig zwei Lichtfanganlagen (je eine in Kern- und Vergleichsfläche) eingesetzt und nach den auf S. 125 genannten Bedingungen betrieben werden.

Betreuung der Fallen.

Leerungen sind monatlich durchzuführen. Dabei ist der Zustand aller Teilfallen festzuhalten. Als Fangflüssigkeit sollte eine ungiftige Alkohol-Glycerin-Mischung im Verhältnis zwei Teile Alkohol (70 %) + ein Teil Glycerin (99,5 %) verwendet werden, der als Oberflächenentspannungsmittel einige Tropfen eines Geschirrspülmittels (ohne Duftstoffzusätze!) hinzugefügt werden müssen.

Sonderuntersuchungen.

Spezielle Einzelfragen (etwa zur Biologie bestimmter bislang schlecht bearbeiteter Arten oder Gruppen) können im Rahmen von Sonderuntersuchungen geklärt werden. Bei ihrer Durchführung kann mit anderen Institutionen und versierten Hobbyzoologen über Werkverträge, Diplom- und Doktorarbeiten kooperiert werden. Die Federführung der zoologischen Untersuchungen sollte unbedingt bei einem Zoologen liegen, der die Sonderuntersuchungen koordiniert, um zu verhindern, daß sich die verschiedenen Untersuchungen negativ beeinflussen oder die Lebensräume nachhaltig gestört werden.

Synthesephase.

Sortierung, Präparation und Determination.

Die Fänge sollten wie folgt sortiert werden:

- Bodenfallen: alle drei Fallen eines Standorts gemeinsam
- Stammeklektoren: alle Teilfallen gemeinsam, nur bei Eklektoren an liegenden Stämmen werden äußere Fanggefäße (die die auf den Stämmen laufenden Tiere fangen) und innere (die die aus dem Holz schlüpfende Tiere fangen) getrennt.

Die in Fallen gefangenen Tiere sollten unter Ausleselupen mit mindestens 20facher Vergrößerung nach Ordnungen sortiert und etikettiert werden. Alle Fallenfänge sollten grundsätzlich in 70%igem Alkohol in mit Wattestopfen verschlossenen Flachboden-Gläsern aufbewahrt werden, die zum Schutz vor Verdunstung in alkoholgefüllte Twist-Off-Gläser gestellt werden. Hierfür eignen sich Flachboden-Gläser der Größen 80 x 16 mm und 80 x 25 mm der Firma M. SCHMIDT GmbH (Eschborn) und Twist-Off-Gläser (Höhe: 12 cm, Durchmesser: 6,6 cm, Volumen: 210 ml) der Firma POHLI (Wuppertal). Aufsammlungs- und Lichtfallenmaterial sollte besser tiefgekühlt aufbewahrt werden, da so die Färbung der Tiere besser erhalten bleibt.

Je detaillierter die Tiergruppen getrennt werden, desto eher ist es möglich, sie auch später noch von Spezialisten bearbeiten zu lassen. Wenn aber aus organisatorischen Gründen nicht jede Tierordnung einzeln aufbewahrt werden kann, hat sich eine Auftrennung nach folgenden Gruppen für Walduntersuchungen bewährt (grundsätzlich werden die Larven der hemimetabolen Insekten zusammen mit den adulten Tieren aufbewahrt):

- Mikro- und Mesofauna (Acarina, Collembola)
- Bivalvia, Gastropoda
- Annelida, Nematelminthes
- Pseudoscorpiones, Araneae, Opiliones
- Amphipoda, Isopoda
- Chilopoda, Diplopoda, Symphyla, Pauropoda
- Protura, Diplura, Thysanura
- Ephemeroptera, Plecoptera
- Blattaria, Dermaptera, Ensifera, Caelifera
- Psocoptera
- Thysanoptera
- Heteroptera
- Auchenorrhyncha, Sternorrhyncha
- Coleoptera
- Megaloptera, Raphidioptera, Planipennia, Mecoptera
- Hymenoptera
- Siphonaptera
- Diptera: Brachycera
- Diptera: Nematocera
- Trichoptera
- Lepidoptera incl. Raupen
- Larven sonstiger holometaboler Insekten
- Aves
- Amphibia
- Reptilia
- Mammalia.

Von jeder Tierart sollten pro Gebiet je ein Weibchen, Männchen und gegebenenfalls eine Arbeiterin auf die jeweils gruppenübliche Weise präpariert werden (ECHSEL

& RACEK 1979, KNUDSEN 1966), um eine Belegsammlung über den Artenbestand der Naturwaldreservate zu erhalten. Alle Funde müssen für spätere Untersuchungen stets verfügbar sein, etwa als Vergleichsmaterial oder für Revisionsarbeiten. Deshalb sind die Tiere in einer allen Wissenschaftlern zugängigen Museumssammlung aufzubewahren.

Auswertung.

Die Auswertung sollte für die Gebiete, Teilflächen und Habitatstrukturen getrennt durchgeführt werden und pro Tiergruppe die folgenden qualitativen und quantitativen Analysen gemäß der einschlägigen Literatur (JANETSCHEK 1982, MÜHLENBERG 1989, SOUTHWOOD 1978) umfassen:

- Artenzahl
- Individuenzahlen pro Art
- Dominanz nach ENGELMANN (1978) in den Dominanzklassen: > 10 % = eudominant, > 5-10 % = dominant, > 2-5 % = subdominant, 1-2 % rezedent, < 1 % = subrezedent
- Diversität nach SHANNON & WEAVER (MÜHLENBERG 1989)
- Evenness (MÜHLENBERG 1989)
- Faunenähnlichkeit nach SOERENSEN (MÜHLENBERG 1989).
- Beschreibung der Biotopansprüche der dominanten, bedrohten und bemerkenswerten Arten, ihrer Biogeographie (Verbreitungsgrenze, neu einwandernd), Seltenheit (Rote Listen), Spezialisierungsgrade (Bindung ausschließlich an bestimmte Strukturen), Systematik (neue Arten, abgespaltene Arten)
- Beschreibung der Artengemeinschaften (typische, besonders arten- oder individuenreiche)
- Verteilung der Arten auf die Straten
- Verteilung der Arten auf die Trophieebenen
- Verteilung der Arten auf die Lebensformtypen (z. B. Holzbewohner)
- Biogeographie der Arten
- Charakterisierung der Biozöosen
- Bewertung der Repräsentanz der Biozöosen
- Bewertung der ökologischen Potenz der Gebiete
- Literatursauswertung

Elektronische Datenverarbeitung.

Die Daten aller Projektbeteiligten (FEA, FIS, Gutachter, etc.) müssen kompatibel sein. Wir empfehlen das Erfassungs- und Auswertungsprogramm für Habitatstrukturkartierungen, Fallenzustände und zoologische Funde der Firma Q.E.D.-WARE (Frankfurt am Main), das in Zusammenarbeit mit uns entwickelt wurde.

Berichtserstellung.

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden für jedes Gebiet in Form einer Monographie zusammengestellt.

Kosten.

Der Kostenrahmen für langfristige zoologische Untersuchungen der Sukzessionsabläufe in hessischen Naturwaldreservaten ist abhängig von der vereinbarten Konzeptvariante und der allgemeinen Preis- und Lohnentwicklung. Die Kosten lassen sich daher nur

grob umreißen und sind im folgenden mit dem Stand 1991 angegeben. Sie gliedern sich in:

- Kosten für die Grundausrüstung
- Kosten pro Untersuchungsgebiet
- jährliche Kosten.

Kosten für die Grundausrüstung.

Unabhängig von der vereinbarten Konzeptvariante sind für die Grundausrüstung erforderlich: Computerhardware (ca. 25000 DM), Computersoftware (ca. 12000 DM), optische Geräte (ca. 25000 DM), ein Kraftfahrzeug (Gebrauchtwagen) (ca. 20000 DM) und zwei Lichtfanganlagen (ca. 4000 DM).

Die Anschaffungen für Optik und Lichtfanganlagen sowie den größten Teil der Software (ca. 8000 DM) können als einmalige Kosten veranschlagt werden (ca. 37000 DM). Wird für die restlichen Posten eine durchschnittliche Abschreibungsfrist von vier Jahren zugrundegelegt, so bedeutet dies jährliche Kosten von etwa 12000 DM.

Kosten pro Untersuchungsgebiet.

Einmalig pro Untersuchungsgebiet (Kern- und Vergleichsfläche) entstehen Kosten für Fallen von ca. 12000 DM. Dieser Betrag muß jeweils zu Beginn einer Gebietsuntersuchung zur Verfügung stehen. Die Wiederverwendung der Fallen in folgenden Untersuchungsgebieten hängt vom dortigen Baumbestand und von der bislang nicht kalkulierbaren Haltbarkeit der Fallen ab. Bei Realisierung der Konzeptvarianten 1 oder 2 fallen Kosten für Gutachten in Höhe von 84000 DM an, bei Durchführung der Variante 3 aufgrund der lediglich einjährigen Freilanduntersuchungen nur 42000 DM.

Jährliche Kosten.

Zu den jährlichen Kosten zählen Personalmittel für zwei Wissenschaftler (ca. 185000 DM) und drei Technische Hilfskräfte (ca. 50000 DM), sowie Sachmittel für Fang-, Präparationsbedarf, Fahrt- und Reisekosten sowie Bürobedarf (ca. 24000 DM).

Die jährlichen Kosten für Gutachten sind bei Konzeptvarianten 1 und 2 mit ca. 21000 DM, bei Variante 3 mit ca. 15300 DM zu veranschlagen.

Die durchschnittlichen, laufenden Kosten betragen jährlich bei Konzeptvarianten 1 und 2 ca. 298000 DM, bei Variante 3 ca. 295000 DM.

Wiederholungsuntersuchungen.

Die Wiederholungsuntersuchungen sollten möglichst an den gleichen Stellen erfolgen, an denen auch die vorherigen stattfanden. Um solche Stellen wieder aufzufinden, ist eine dauerhafte Markierung sowie eine fotografische Dokumentation der Fallenstandorte wichtig. Bodenfallen sollten vorrangig in der identischen Habitatstruktur eingesetzt werden, notfalls auch an anderer Stelle als in den vorangegangenen Untersuchungen, wenn sich die Struktur der Fläche im Laufe der Sukzession geändert hat. Die übrigen Methoden sollten mindestens in gleicher Anzahl und an vergleichbaren Standorten eingesetzt werden, wie in den vorangegangenen Aufnahmen.

Danksagung.

Herrn Ministerialrat Dr. K.-P. RÖDIG vom Hessischen Ministerium für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Herrn Forstdirektor R. HOCKE und seinen Mitarbeitern von der Hessischen Forsteinrichtungsanstalt, den Forstamtsleitern Herrn Forstoberrat Dr. KECHEL in Neuhoof, Herrn Forstdirektor RÖDER in Schotten und Herrn Forstoberrat SANG in Schlüchtern und ihren Mitarbeitern und insbesondere den betroffenen Revierförstern, Herrn Forstinspektor BAHRE, Herrn Forstamtmann GÜNTHER, Herrn Forstoberinspektor MEWES und Herrn Forstamtmann SCHLEGEL danken wir für die freundliche Zusammenarbeit. Herrn Forstrat Dr. L. ALBRECHT, Herrn Dr. J. RAUH und ihren Mitarbeitern (Universität München), Herrn Prof. Dr. L. BECK (Universität Karlsruhe) und Herrn Prof. Dr. W. PAARMANN (Technische Universität Göttingen) danken wir sehr herzlich für die anregenden Diskussionen und die Vorführung ihrer Untersuchungsmethoden. Herrn G. BEHRE (Firma ECOTECH) danken wir für seine Kooperation bei der Planung und Umkonstruktion einiger Fallentypen, den Herren M. WERNER und H. STEINER für ihre freundliche Hilfe beim Installieren und Leeren der Fallen. Ein ganz besonderer Dank gilt auch den freiwilligen Mitarbeitern, den Herren Prof. Dr. W. HOHORST, Dr. K. KLEMMER, N. SCHNEIDER, Dipl. Biol. J. SPELDA, Dr. R. ZUR STRASSEN und Prof. Dr. W. TOBIAS.

Literatur.

- ALBRECHT, L. (1990): Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten. - Schriftenreihe Naturwaldreservate in Bayern 1: 221 S.
- AMMER, U. & SEIBERT, P. (Hrsg.) (1989): Entwicklung einer Methodik für eine umfassende Zustandserhebung in ausgewählten Naturwaldreservaten (Inventur Naturwaldreservate). - Abschlußbericht des Forschungsprojektes L 39, unveröffentlicht. 338 S.
- ARNOLD, E. N. & BURTON, J. A. (1978) (2. Auflage): Pareys Reptilien- und Amphibienführer Europas. - Hamburg, Berlin: Verlag Paul Parey. 270 S.
- ASPÖCK, H. & ASPÖCK, U. (1964): Synopsis der Systematik, Ökologie und Biogeographie der Neuropteren Mitteleuropas im Spiegel der Neuropteren-Fauna von Linz und Oberösterreich, sowie Bestimmungs-Schlüssel für die mitteleuropäischen Neuropteren und Beschreibung von *Coniopteryx lentiae* nov. spec. - Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1964: 127-282.
- ASPÖCK, H. & ASPÖCK, U. (1969): Die Neuropteren Mitteleuropas. Ein Nachtrag zur "Synopsis der Systematik, Ökologie und Biogeographie der Neuropteren Mitteleuropas". - Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1969: 17-68.
- ASPÖCK, H., ASPÖCK, U. & HÖLZEL, H. (1980): Die Neuropteren Europas. Band 1: 495 S., Band 2: 355 S. - Krefeld: Verlag Goecke & Evers.
- ASPÖCK, H., ASPÖCK, U. & RAUSCH, H. (1991): Die Raphidiopteren der Erde. Band 1: 730 S., Band 2: 550 S. - Krefeld: Verlag Goecke & Evers.
- BECK, L. (1978): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 1. Einleitender Überblick und Forschungsprogramm. - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 37: 93-101.
- BEHRE, G. F. (1989): Freilandökologische Methoden zur Erfassung der Entomofauna (Weiter- und Neuentwicklung von Geräten). - Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal 42: 238-242.
- BEIER, M. (1963): Ordnung Pseudoscorpionidea (Afterskorpione). - In: AGUILAR, J., BEIER, M., FRANZ, H. & RAW, F. (Hrsg.): Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas 1: 313 S. - Berlin: Akademie-Verlag.
- BELLMANN, H. (1985): Heuschrecken beobachten - bestimmen. - Melsungen: Verlag J. Neumann-Neudamm. 210 S.
- BELLMANN, H. (1987): Libellen beobachten - bestimmen. - Melsungen: Verlag J. Neumann-Neudamm. 268 S.
- BITTNER, C., FELTEN, H., KOCK, D., LELEK, A., VIERTEL, B., DEUTSCHER BUND FÜR VOGELSCHUTZ - LANDESVERBAND HESSEN E. V., HESSISCHE GESELLSCHAFT FÜR ORNITHOLOGIE UND NATURSCHUTZ E. V. & STAATLICHE VOGELSCHUTZWARTEN. (1980): Rote Liste der in Hessen ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Wirbeltiere. - Wiesbaden: Hessische Landesanstalt für Umwelt. 47 S.
- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (Hrsg.). (1984) (4. Auflage): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. Erweiterte Neubearbeitung. - Greven: Kilda-Verlag. 270 S.
- BLÜTHGEN, P. (1961): Die Faltenwespen Mitteleuropas. - Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Klasse für Chemie, Geologie und Biologie 1961(2): 1-248.
- BOHN, U. (1989): Naturwaldreservate. Kolloquium über Naturwaldreservate in der Bundesrepublik Deutschland und benachbarten Ländern in der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie April 1989. - Natur und Landschaft 64(12): 547-548.
- BOSWELL, J. (1964): A discography of Palaearctic bird sound recording. - British Birds. Special Supplement 57.
- BOTHE, G. (1984): Bestimmungsschlüssel für die Schwebfliegen Deutschlands und der Niederlande. - Hamburg: Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung (DJN). 117 S.
- BROHMER, P. (1988): Fauna von Deutschland. Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt. - Heidelberg, Wiesbaden: Verlag Quelle & Meyer. 586 S.
- BROHMER, P., EHRMANN, P. & ULMER, G. (1927 ff.): Die Tierwelt Mitteleuropas. Ein Handbuch zu ihrer Bestimmung als Grundlage für faunistisch-zoogeographische Arbeiten. - Leipzig: Verlag Quelle & Meyer.
- BUCHE, M. (1972): Lombriciens de France. - Paris: Institut National de la Recherche Agronomique. 671 S.

- BUHR, H. (1964): Bestimmungstabellen der Gallen (Zoo- und Phytocecidien) an Pflanzen Mittel- und Nordeuropas. Band 1: Pflanzengattungen A-M. Gallennummern 1-4388. - Jena: Verlag Gustav Fischer. S. 1-761
- BUHR, H. (1965): Bestimmungstabellen der Gallen (Zoo- und Phytocecidien) an Pflanzen Mittel- und Nordeuropas. Band 2: Pflanzengattungen N-Z. Gallennummern 4389-7666. - Jena: Verlag Gustav Fischer. S. 763-1572 + 25 Tafeln.
- DACHVERBAND DEUTSCHER AVIFAUNISTEN (DDA) & DEUTSCHE SEKTION DES INTERNATIONALEN RATES FÜR VOGELSCHUTZ (DS/IRV) (Hrsg.). (1986): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) gefährdeten Vogelarten. (6. Fassung, Stand 1.1.1987). - Berichte der deutschen Sektion des internationalen Rates für Vogelschutz 26: 17-26.
- DAHL, F. (Hrsg.). (1925 ff.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. - Jena: Verlag Gustav Fischer.
- EASON, E. H. (1982): A review of the north-west european species of Lithobiomorpha with a revised key to their identification. - Zoological Journal of the Linnean Society 74: 9-33.
- ECHSEL, H. & RACEK, M. (1979): Biologische Präparation. - Wien, München: Jugend & Volk. 253 S.
- EISENBEIS, G. & WICHARD, W. (1985): Atlas zur Biologie der Bodenarthropoden. - Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag. 434 S.
- ELLENBERG, H., MAYER, R. & SCHAUERMANN, J. (Hrsg.). (1986): Ökosystemforschung. Ergebnisse des Solling-Projekts. - Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. 507 S.
- ENGELMANN, H.-D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. - Pedobiologia 18: 378-380.
- FLECHTNER, G., DOROW, W., KLINGER, R. & KOPELKE, J.-P. (1990): Senckenbergische zoologische Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten. - Natur und Museum 120(9): 295-298.
- FORSTER, W. & WOHLFAHRT, T. A. (1954-1981): Die Schmetterlinge Mitteleuropas. Bände 1-5. - Stuttgart: Francksche Verlagshandlung.
- FRANKE, U., FRIEBE, B. & BECK, L. (1988): Methodisches zur Ermittlung der Siedlungsdichte von Bodentieren aus Quadratproben und Barberfallen. - Pedobiologia 32: 253-264.
- FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1964-1983): Die Käfer Mitteleuropas. Bände 1-11. - Krefeld: Goecke & Evers.
- FUNKE, W. (1979): Wälder, Objekte der Ökosystemforschung. Die Stammregion - Lebensraum und Durchgangszonen von Arthropoden. - Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal 32: 45-50.
- GASPAR, C., KRIZELI, S., VERSTRAETEN, C. & WOLF, F. (1968a): Recherches sur l'écosystème forest. Série C: La chenaie à Galeobdolon et à Oxalis de Mesnil-Église (Ferage). Contribution no 5. Insectes récoltés dans des bacs d'eau. - Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux N. S. 3: 83-100.
- GASPAR, C., KRIZELI, S., VERSTRAETEN, C. & WOLF, F. (1968b): Recherches sur l'écosystème forest. Série B: La chenaie mélangée calcicole de Virelles-Blaimont. Contribution no 19. Insectes récoltés dans des bacs d'eau. - Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux N. S. 3: 293-300.
- GEISER, R. (1986): Käfer. - In: KAULE, G. (Hrsg.), Arten- und Biotopschutz, 461 S. - Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. S. 240-243.
- GENERALSEKRETARIAT DER IOBC/WPRS (1980): Die Klopfmethode mit einem Anhang über Licht- und Pheromonfallen. - Internationale Organisation für biologische Bekämpfung schädlicher Tiere und Pflanzen. Sektion Westpaläarktische Region. Arbeitsgruppe für integrierten Pflanzenschutz im Obstbau 4: 141 S.
- GISIN, H. (1960): Collembolenfauna Europas. - Genève: Museum d'Histoire Naturelle. 312 S.
- GLÖER, P., MEIER-BROOK, C. & OSTERMANN, O. (1985): Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. - Hamburg: Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung (DJN). 81 S.
- GRAFF, O. (1953): Die Regenwürmer Deutschlands. - Schriftenreihe der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode 7: 84 S.
- GREENSLADE, P. & GREENSLADE, P. J. M. (1971): The use of baits and preservatives in pitfall traps. - Journal of the Australian Entomological Society 10: 253-260.
- GREIN, G. & IHSEN, G. (1985): Bestimmungsschlüssel für die Heuschrecken der Bundesrepublik Deutschland und angrenzender Gebiete. - Hamburg: Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung (DJN). 56 S.

- GRIMM, R. (1977): Der Energieumsatz der Arthropodenpopulationen im Ökosystem Buchenwald. - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 1976: 125-131.
- GRIMM, R., FUNKE, W. & SCHAUERMANN, J. (1975): Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse: Untersuchungen an Tierpopulationen in Wald-Ökosystemen. - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 1974: 77-87.
- GRUNER, H.-E. (1965): Krebstiere oder Crustacea. 5. Isopoda. - In: DAHL, K. F. T. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 1: 1-149. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- GRUNER, H.-E. (1966): Krebstiere oder Crustacea. 5. Isopoda. - In: DAHL, K. F. T. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 2: 154-380. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- GÜNTHER, H. & SCHUSTER, G. (1990): Verzeichnis der Wanzen Mitteleuropas (Heteroptera). - Deutsche Entomologische Zeitschrift N. F. 37(4-5): 361-396.
- GÜNTHER, K. K. (1974): Staubläuse, Psocoptera. - In: DAHL, K. F. T. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 61: 314 S. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- HARMS, K. H. (1986): Rote Liste der Spinnen Baden-Württembergs. Verbesserte und erweiterte Fassung (Stand: 1.2.1985). - In: LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN WÜRTTEMBERG. INSTITUT FÜR ÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in Baden-Württemberg. - Arbeitsblätter für Naturschutz 5: 65-68.
- HARZ, K. (1969): Die Orthopteren Europas I. - In: SCHIMITSCHEK, E. (Hrsg.): Series Entomologica 5. - The Hague: Dr. W. Junk N. V. Publishers. 749 S.
- HARZ, K. (1975): Die Orthopteren Europas II. - In: SCHIMITSCHEK, E. & SPENCER, K. A. (Hrsg.): Series Entomologica 11. - The Hague: Dr. W. Junk B. V. Publishers. 939 S.
- HARZ, K. & KALTENBACH, A. (1976): Die Orthopteren Europas III. - In: SCHIMITSCHEK, E. & SPENCER, K. A. (Hrsg.): Series Entomologica 12. - The Hague: Dr. W. Junk B. V. Publishers. 434 S.
- HEIMER, S. & NENTWIG, W. (1991): Spinnen Mitteleuropas. - Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey. 543 S.
- HERING, E. M. (1957): Bestimmungstabellen der Blattminen von Europa einschließlich des Mittelmeerbeckens und der Kanarischen Inseln. Band 1: Pflanzengattungen A-L. Erzeuger Nr. 1-3133. S. 1-648. - Band 2: Pflanzengattungen M-Z. Erzeuger Nr. 3134-5551. S. 649-1185. - Band 3: Neubeschreibungen von Minen-Erzeugern. Systematische Übersicht der Wirtspflanzen und der Minen-Erzeuger. Abbildungen. S. 1-221. - 's-Gravenhage: Uitgeverij Dr. W. Junk.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND NATURSCHUTZ - LANDESFORSTVERWALTUNG. (1988): Das Hessische Laubwald- und Sukzessionsforschungsprogramm. - Wiesbaden: Landesforstverwaltung. 43 S.
- HEYDEMANN, B. (1982): Der Einfluß der Waldwirtschaft auf die Wald-Ökosysteme aus zoologischer Sicht. - Schriftenwerke des Deutschen Rates für Landespflege 40: 926-944.
- HOCKE, R. (1989): Naturwaldreservate in Hessen. - Natur und Landschaft 64(12): 556-559.
- HORION, A. (1941-1974): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Bände 1-12. 4265 S. - Krefeld: Verlag A. Goecke (Band 1), - Frankfurt am Main: Verlag V. Klostermann (Band 2), - München: Arbeiten aus dem Museum G. Frey, Sonderbände (Bände 3-5), - Überlingen: Selbstverlag (Bände 6-12).
- ILLIES, J. (1955): Steinfliegen oder Plecoptera. - In: DAHL, M. & BISCHOFF, H. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 43: 150 S. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- ILLIES, J. (1963): Plecoptera. Steinfliegen - Uferfliegen (Neubearbeitung). - In: BROHMER, P., EHRLMANN, P. & ULMER, G. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas Band 4 Insekten. Teil 1, Lieferung 2 Heft 5. - Leipzig: Verlag Quelle & Meyer. 19 S.
- INGRISCH, S. (1979): Vorläufige Rote Liste der in Hessen ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Geradflügler (Insekten). - Wiesbaden: Hessische Landesanstalt für Umwelt. 19 S.
- JACOBS, H.-J. & OEHLKE, J. (1990): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Hymenoptera: Sphecidae. 1. Nachtrag. - Beiträge zur Entomologie Berlin 40(1): 121-229.
- JACOBS, W. & RENNER, M. (1988) (2. Auflage): Biologie und Ökologie der Insekten. Ein Taschenlexikon. - Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 690 S.

- JANETSCHKE, H. (1954): Über mitteleuropäische Felsenspringer (Ins. Thysanura). - Österreichische Zoologische Zeitschrift 5: 281-328.
- JANETSCHKE, H. (Hrsg.). (1982): Ökologische Feldmethoden. Hinweise zur Analyse von Land-ökosystemen. - Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. 175 S.
- JANS, W. & RÖMBKE, J. (1989): Funde eines terrestrischen Polychaeten (Annelida) in Wäldern Baden-Württembergs. - Carolinia 47: 158-162.
- JUNGBLUTH, J. H. (1978): Vorläufige Rote Liste der bestandsgefährdeten Schnecken und Muscheln Hessens (mit Anlage "Gesamtverzeichnis der in Hessen vorkommenden Molluskenarten"). - Wiesbaden: Hessische Landesanstalt für Umwelt. 4 + 7 S.
- KELER, S. von (1963a): Mallophaga (Federlinge - Haarlinge). - In: BROHMER, P., EHLMANN, P. & ULMER, G. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas Band 4 Insekten. Teil 1, Lieferung 2, Heft 7b. - Leipzig: Verlag Quelle & Meyer. 31 S.
- KELER, S. von (1963b): Anoplura (Läuse). - In: BROHMER, P., EHLMANN, P. & ULMER, G. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas Band 4 Insekten. Teil 1, Lieferung 2, Heft 8. - Leipzig: Verlag Quelle & Meyer. 14 S.
- KEMPER, H. & DÖRING, E. (1967): Die sozialen Faltenwespen Mitteleuropas. - Hamburg, Berlin: Verlag Paul Parey. 180 S.
- KERNEY, M. P., CAMERON, R. A. D. & JUNGBLUTH, J. H. (1983): Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. - Hamburg, Berlin: Verlag Paul Parey. 384 S.
- KINZELBACH, R. K. (1969): 78. Familie: Stylopidae, Fächerflügler (= Ordnung: Strepsiptera). - In: FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas 8: 139-159. - Krefeld: Goecke & Evers.
- KNEITZ, G. (1980): Möglichkeiten der Erfassung der Fauna in Naturreservaten. - Natur und Landschaft 55(4): 156-158.
- KNUDSEN, J. W. (1966): Biological techniques: collecting, preserving, and illustrating plants and animals. - New York: Harper & Row Publishers. 265 S.
- KÖHLER, F. (in Vorbereitung): Methoden zur Bestandserfassung der Totholzkaferfauna.
- KRETSCHMER, K. & SCHAUERMANN, J. (1991): Zur Arthropodengemeinschaft zweier Naturwälder im Forstamt Sellhorn. - Norddeutsche Naturschutzakademie-Berichte 4(2): 150-156.
- KRISTAL, P. M. & BROCKMANN, E. (1989): "Rote Liste" der hessischen Tagfalter. - Nachrichten des entomologischen Vereins Apollo N. F. 10(2): 103-124.
- KUNTZE, H., NIEMANN, J., ROESCHMANN, G. & SCHWERDTFEGER, G. (1983): Bodenkunde. - Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. 407 S.
- KUTTER, H. (1977): Hymenoptera Formicidae. - Insecta Helvetica. Fauna 6: 298 S.
- KUTTER, H. (1978): Hymenoptera Formicidae. - Insecta Helvetica. Fauna Ergänzungsband 6a: 110 S.
- LINDNER, E. (1924 ff.): Die Fliegen der Paläarktischen Region. - Stuttgart: Schweizerbart Verlag.
- LOHSE, G. A. & LUCHT, W. H. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. 1. Supplementband mit Katalogteil - Krefeld: Goecke & Evers. 346 S.
- MALICKY, H. (1983): Atlas of European Trichoptera. - The Hague: Dr. W. Junk B. V. Publishers. 298 S.
- MARTENS, J. (1978): Weberknechte, Opiliones. - In: DAHL, K. F. T. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 64: 464 S. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- MELBER, A. (1987): Eine verbesserte Bodenfalle. - Abhandlungen vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen 40(4): 331-332.
- MERTENS, R. (1947): Die Lurche und Kriechtiere des Rhein-Main-Gebietes. - Frankfurt am Main: Verlag Dr. Waldemar Kramer. 144 S.
- MUCHE, W. H. (1967): Die Blattwespen Deutschlands - I. Tenthredininae (Hymenoptera). - Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden 36 Supplement 1: 1-60.
- MUCHE, W. H. (1969a): Die Blattwespen Deutschlands - II. Selandriinae (Hymenoptera). - Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden 36 Supplement 2: 61-96.
- MUCHE, W. H. (1969b): Die Blattwespen Deutschlands - III. Blennocampinae (Hymenoptera). - Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden 36 Supplement 3: 96-155.

- MUCHE, W. H. (1970): Die Blattwespen Deutschlands - IV. Nematinae (Hymenoptera) (1. Teil). - Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden 36 Supplement 4: 156-236.
- MÜHLENBERG, M. (1985) (1. Auflage), (1989) (2. Auflage): Freilandökologie. - Heidelberg, Wiesbaden: Quelle & Meyer. 430 S.
- MÜLLER, H.-G. (1984): Teil 17: Regionalkataster des Landes Hessen. Die Spinnen (Arachnida: Araneida) des Vogelsberges. - In: MÜLLER, P. (Hrsg.): Erfassung der westpaläarktischen Tiergruppen - Fundortkataster der Bundesrepublik Deutschland. - Heidelberg: Esprint. 158 S.
- NIPPEL, F. (1978). Neue Erkenntnisse beim Köderfang von Schmetterlingen. - Entomologische Zeitschrift 88: 221-228.
- NOSEK, J. (1973): The European Protura. - Genf: Naturhistorisches Museum Genf. 346 S.
- OEHLKE, J. (1970): Beiträge zur Insekten-Fauna der DDR: Hymenoptera - Sphecidae. - Beiträge zur Entomologie 20(7-8): 615-812.
- OEHLKE, J. & WOLF, H. (1987): Beiträge zur Insekten-Fauna der DDR: Hymenoptera - Pompilidae. - Beiträge zur Entomologie Berlin 37(2): 279-390.
- OSSIANNIELSON, F. (1978): Fauna Entomologica Scandinavica. Vol. 7. The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia & Denmark. 1. Introduction. Infraorder Fulgoromorpha. - Copenhagen: Scandinavian Science Press Ltd. S. 1-222.
- OSSIANNIELSON, F. (1981): Fauna Entomologica Scandinavica. Vol. 7. The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia & Denmark. 2. The Families Cicadellidae, Cercopidae, Membracidae and Cicadellidae (excl. Deltocephalinae). - Copenhagen: Scandinavian Science Press Ltd. S. 223-593.
- OSSIANNIELSON, F. (1983): Fauna Entomologica Scandinavica. Vol. 7. The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia & Denmark. 3. The Family Cicadellidae: Deltocephalinae, catalogue, literature, index. - Copenhagen: Scandinavian Science Press Ltd. S. 594-978.
- PALISSA, A. (1964): Apterygota - Urinsekten. - In: BROHMER, P., EHRLMANN, P. & ULMER, G. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas Band 4 Insekten, Teil 1, Lieferung 1a. - Leipzig: Verlag Quelle & Meyer. 407 S.
- PECK, O., BOUCEK, Z. & HOFFER, A. (1964) Keys to the Chalcidoidea of Czechoslovakia. - Memoirs of the Entomological Society of Canada 34: 1-120.
- PÉRICART, J. (1972): Hemipteres Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest-paléarctique. (Faune de l'Europe et du bassin méditerranéen 7). - Paris: Masson et Cie éditeurs. 402 S.
- PÉRICART, J. (1983): Hémiptères Tingidae euro-méditerranéens. (Faune de France. France et Régions Limitrophes 69). - Paris: Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles. 620 S.
- PÉRICART, J. (1984): Hémiptères Berytidae euro-méditerranéens. (Faune de France. France et Régions Limitrophes 70). - Paris: Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles. 172 S.
- PÉRICART, J. (1987): Hémiptères Nabidae d'Europe occidentale et du Maghreb. (Faune de France. France et régions limitrophes 71). - Paris: Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles. 186 S.
- PÉRICART, J. (1990): Hémiptères Saldidae et Leptopodidae d'Europe occidentale et du Maghreb. (Faune de France. France et régions limitrophes 77) - Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles. 238 S.
- PETERSON, R., MOUNTFORT, G. & HOLLAND, P. A. D. (1979): Die Vögel Europas. - Hamburg, Berlin: Verlag Paul Parey. 446 S.
- PLACHTER, H. (1989): Zur biologischen Schnellsprache und Bewertung von Gebieten. - In: BLAB, J. & NOWAK, E. (Hrsg.): Zehn Jahre Rote Liste gefährdeter Tierarten in der Bundesrepublik Deutschland. Referate und Statements zum gleichnamigen Symposium vom 9.-11. Mai 1988. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 29: 107-135.
- PLACHTER, H. (1991): Naturschutz. - Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 463 S.
- PRIESNER, H. (1964): Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas. Ordnung Thysanoptera. - Berlin: Akademie Verlag. 242 S.
- SACHTLEBEN, H. (1962): Bibliographie der paläarktischen Ichneumoniden. - Beiträge zur Entomologie 12: 1-242, 720-731, 915-939.
- SAUER, K. P. & HENSLE, R. (1977): Reproduktive Isolation, ökologische Sonderung und morphologische Differenz der Zwillingarten *Panorpa communis* L. und *P. vulgaris* Imhoff

- und Labram (Insecta, Mecoptera). - Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung 15: 169-207.
- SCHAEFER, M. & TISCHLER, W. (1983): Wörterbücher der Biologie. Ökologie. - Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag. 354 S.
- SCHLIEPHAKE, G. & KLIMT, K. (1979): Thysanoptera, Fransenflügler. - In: DAHL, K. F. T. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 66: 477 S. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- SCHMIEDEKNECHT, O. (1902-1936): Opuscula Ichneumonologica. - Blankenburg: Königlich Preussisches Ministerium für Landwirtschaft und Forsten und Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.
- SCHMIEDEKNECHT, O. (1930) (2. Auflage): Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas mit Einfluß von England, Südschweiz, Südtirol und Ungarn nach ihren Gattungen und zum großen Teil auch nach ihren Arten analytisch bearbeitet. - Jena: Gustav Fischer Verlag. 1062 S.
- SCHOENEMUND, E. (1930): Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. - In: DAHL, K. F. T. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 19: 106 S. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- SCHUBART, O. (1934): Tausendfüßler oder Myriapoda. I. Diplopoda. In: Dahl, K. F. T. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 28: 318 S. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- SCHWENKE, W. (Hrsg.). (1972-1986): Die Forstschädlinge Europas. - 1. Band (1972): Würmer, Schnecken, Spinnentiere, Tausendfüßler und hemimetabole Insekten. 464 S. - 2. Band (1974): Käfer. 500 S. - 3. Band (1978): Schmetterlinge. 467 S. - 4. Band (1982): Hautflügler und Zweiflügler. 392 S. - 5. Band (1986): Wirbeltiere. 300 S. - Hamburg, Berlin: Verlag Paul Parey.
- SIMMS, R. W. & GERARD, B. M. (1985): Earthworms. - Synopsis of the British Fauna 31: 171 S.
- SOUTHWOOD, T. R. E. (1978): Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations. - London: Chapman & Hall. 524 S.
- SPELDA, J. (1991): Zur Faunistik und Systematik der Tausendfüßler (Myriapoda) Südwestdeutschlands. - Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde Württemberg 146: 211-232.
- STAATLICHE VOGELSCHUTZWARTE FÜR HESSEN, RHEINLAND-PFALZ UND SAARLAND & HESSISCHE GESELLSCHAFT FÜR ORNITHOLOGIE UND NATURSCHUTZ E. V., FRANKFURT AM MAIN. (Hrsg.). (1988): Rote Liste der bestandsgefährdeten Vogelarten in Hessen - 7. Fassung, Stand 1. Januar 1988. Frankfurt am Main. 12 S.
- STICHEL, W. (1955-1962): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wanzen. II. Europa (Hemiptera-Heteroptera Europae) Vol. 1 (= Heft 1-6): Hydrocoriomorpha et Amphibicorioriomorpha. S. 1-168. - Vol. 2 (Heft 6-28): Cimicomorpha (Miridae). S. 169-907. - Vol. 3 (Heft 1-14): Cimicomorpha (Cimicoidea excl. Miridae; Reduvioidea; Saldoidea; Tingioidea). S. 1-428. - Vol. 4 (Heft 1-27): Pentatomorpha. S. 1-838. - General-Index. S. 1-110. Berlin-Hermsdorf: Selbstverlag.
- STRESEMANN, E. (Hrsg.). (1986) (4. Auflage): Exkursionsfauna von Deutschland. Wirbellose I. Klassen der Wirbellosen mit Ausschluß der Insekten. - Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag. 494 S.
- STRESEMANN, E. (Hrsg.). (1988) (6. Auflage): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 2/2 Wirbellose. Insekten - Zweiter Teil. - Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag. 424 S.
- STRESEMANN, E. (Hrsg.). (1989a) (8. Auflage): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 2/1: Wirbellose. Insekten - Erster Teil. - Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag. 504 S.
- STRESEMANN, E. (Hrsg.). (1989b) (11. Auflage): Exkursionsfauna für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 3 Wirbeltiere. - Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag. 370 S.
- THIELE, K. (1979): Forschungsziele und Forschungsplanung im Nationalpark Bayerischer Wald. - In: NATIONALPARKVERWALTUNG BAYERISCHER WALD (Hrsg.): 2. Tagungsbericht "Forschung in mitteleuropäischen Nationalparks" (25.-27. Mai 1978). S. 76-79.
- TOBIAS, W. & TOBIAS, D. (1981): Trichoptera Germanica. Bestimmungstabellen für die deutschen Köcherfliegen. Teil I: Imagines. - Courier Forschungsinstitut Senckenberg 49: 1-672.
- VEREIN DEUTSCHER BIBLIOTHEKARE (Hrsg.). (1987): Jahrbuch der Deutschen Bibliotheken 52: 642 S. - Wiesbaden: Otto Harrassowitz.

- WAGNER, E. (1952): Blindwanzen oder Miriden. - In: DAHL, M. & BISCHOFF, H. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise Jena 41: 186 S. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- WAGNER, E. (1966). Wanzen oder Heteropteren. I. Pentatomorpha. In: DAHL, M. & PEUS, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 54: 235 S. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- WAGNER, E. (1967): Wanzen oder Heteropteren. II. Cimicomorpha. - In: DAHL, M. & PEUS, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 55: 103 S. - Jena: Gustav Fischer Verlag.
- WAGNER, E. (1971): Die Miridae Hahn 1831 des Mittelmeerraumes und der Makaronesischen Inseln (Hemiptera, Heteroptera) Teil 1. - Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden 37 Supplement: 484 S.
- WAGNER, E. (1973): Die Miridae Hahn 1831 des Mittelmeerraumes und der Makaronesischen Inseln (Hemiptera, Heteroptera) Teil 2. - Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden 39 Supplement: 421 S.
- WAGNER, E. (1975): Die Miridae Hahn 1831 des Mittelmeerraumes und der Makaronesischen Inseln (Hemiptera, Heteroptera) Teil 3. - Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden 40 Supplement: 483 S.
- WAGNER, E. & WEBER, H.-H. (1978): Die Miridae Hahn 1831 des Mittelmeerraumes und der Makaronesischen Inseln (Hemiptera, Heteroptera) Nachträge zu den Teilen 1-3. - Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden 42 Supplement: 96 S.
- WEIGMANN, G. (1987): Fragen der Auswertung und Bewertung faunistischer Artenlisten. - Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 234: 23-33.
- WESTRICH, P. (1990): Die Wildbienen Baden-Württembergs. Band 1: 431 S., Band 2: 972 S. - Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- WINTER, K. (1991): Untersuchungen über die xylobionte Käferfauna in Niedersachsen. - Norddeutsche Naturschutzakademie-Berichte 4(2): 157-162.
- WITSACK, W. (1975): Eine quantitative Keschermethode zur Erfassung der epigäischen Arthropoden-Fauna. - Entomologische Nachrichten und Berichte 19(8): 123-128.
- WOLF, H. (1986): Die Sozialen Faltenwespen (Hymenoptera: Vespidae) von Nordrhein-Westfalen. - Dortmunder Beiträge zur Landeskunde. Naturwissenschaftliche Mitteilungen 20: 65-118.
- ZELL, H. (1982): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 1. *Wilsonema tentaculatum* (FUCHS, 1930) (Nematoda, Araeolaimida). - Caroleinea 40: 99.
- ZELL, H. (1983): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 2. *Rhabditis silvatica* VOLZ 1951 (Nematoda, Rhabditida). - Caroleinea 41: 127-130.
- ZELL, H. (1985): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 3. *Prionchulus muscorum* (Nematoda, Monochida). - Caroleinea 42: 57-74.
- ZELL, H. (1985): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 4. Die Neotylenchiden (Nematoda, Neotylenchoidea). - Caroleinea 43: 65-76.
- ZELL, H. (1985): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 5. Die Wilsonematinae (Nematoda, Araeolaimida). - Caroleinea 43: 77-92.
- ZELL, H. (1986): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 7. Die Teratocephaliden (Nematoda, Rhabditida). - Caroleinea 44: 119-128.
- ZELL, H. (1986): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 6. Die Dorylaimen (Nematoda, Dorylaimida). - Caroleinea 44: 91-118.
- ZELL, H. (1987): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 9. Die Cephaloben (Nematoda, Rhabditida). - Caroleinea 45: 121-134.
- ZELL, H. (1987): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 8. Die Criconemen (Nematoda, Criconematina). - Caroleinea 45: 107-120.
- ZELL, H. (1988): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 10. Die Tylenchen (Nematoda, Tylenchoidea). - Caroleinea 46: 75-98.
- ZELL, H. (1988): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 11. Die Anguiniden (Nematoda, Anguinoidea). - Caroleinea 46: 99-114.
- ZELL, H. (1990): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 12. Die Aphelenchen (Nematoda, Aphelenchida). - Caroleinea 48: 121-130.
- ZELL, H. (1991): Nematoden eines Buchenwaldbodens. 13. Die Gattung *Bunonema* (Nematoda, Bunonematidae). - Caroleinea 49: 27-36.

ZUCCHI, H. (1990): Gedanken zur Erstellung faunistisch-ökologischer Gutachten. - LÖLF-Mitteilungen. Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen 1990(3): 13-21.

Anhang 1: Erfassung der biologisch relevanten Habitatstrukturen und Bodenbedeckung.**Erfassung zoologisch relevanter Habitatstrukturen**

Gebiet:	Probekreisnummer:	Datum:	Protokollant:
----------------	--------------------------	---------------	----------------------

Mengenklassen (1 = schwach, 2 = mittel, 3 = stark) von liegendem Totholz, Steinen und Strukturen an Stämmen:

Anzahl von Tierbauten:

Liegendes Totholz:

- ☐ - 2 cm Durchmesser
- ☐ > 2 - 7 cm Durchmesser
- ☐ > 7 - 20 cm Durchmesser

Großsäugerbauten:

- ☐ im Boden
- ☐ in Baumhöhle

Steine:

- ☐ mit Moos
- ☐ ohne Moos

Vogelnester:

- ☐ auf Boden
- ☐ in Kraut-/Strauchschicht
- ☐ auf Baum
- ☐ in Baumhöhle

Strukturen an Stämmen:

- ☐ Flechten
- ☐ Moose
- ☐ Saftfluß
- ☐ Stammhöhlen
- ☐ Wurzelhöhlen
- ☐ Totholz
- ☐ Blätterpilze
- ☐ Konsolenpilze
- ☐ Stäubpilze
- ☐ Krustenpilze

Vorhandensein sonstiger Strukturen (ankreuzen):

- ☐ Steilhang
- ☐ Felsen
- ☐ gefaßte Quelle
- ☐ Kleinstgewässer
- ☐ Phytotelmen
- ☐ Sickerquelle
- ☐ Sturzquelle
- ☐ Tümpelquelle
- ☐ Wurzeltümpel
- ☐ Wagenspuren
- ☐ Holzstoß

Anzahl von Gewässerstrukturen:

Bachufer:

- ☐ natürlich und ohne Bewuchs
- ☐ natürlich und mit Bewuchs
- ☐ verbaut und ohne Bewuchs
- ☐ verbaut und mit Bewuchs

Weg:

- ☐ unversiegelt ohne Bewuchs
- ☐ unversiegelt mit artenarmem Bewuchs
- ☐ unversiegelt mit artenreichem Bewuchs
- ☐ versiegelt

Grabenufer:

- ☐ natürlich und ohne Bewuchs
- ☐ natürlich und mit Bewuchs
- ☐ verbaut und ohne Bewuchs
- ☐ verbaut und mit Bewuchs

Bauten mit:

- ☐ Insektenwohngängen
- ☐ Mauerritzen
- ☐ Spalten und Schlupflöchern
- ☐ Überhängen

Tümpel:

- ☐ natürlich und ohne Bewuchs
- ☐ natürlich und mit Bewuchs
- ☐ verbaut und ohne Bewuchs
- ☐ verbaut und mit Bewuchs

Fortsetzung Anhang 1**Erläuterungen zur Erfassung der Bodenbedeckungen****TF (Teilflächennummer):**

Alle homogenen Teilflächen eines Probekreises werden fortlaufend nummeriert.

FTF (Flächenanteil der Teilfläche am Probekreis):

Prozentuale Flächenanteile der Teilflächen am Probekreis.

TYP (Strukturtyp):

B = Baumholz
D = Dickung
J = Jungwuchs
L = Lichtung oder Waldwiese
R = Waldrand oder Wegrand
S = Stangenholz
W = Weg

ST (Stratum):

1 = Streuschicht
2 = Krautschicht
3 = Strauchschicht
4 = Baumschicht

D (Deckungsgrad der dominanten Art oder Artengruppe im betreffenden Kreissegment):

1 = < 5 %
2 = 5 % - < 25 %
3 = 25 % - < 50 %
4 = 50 % - < 75 %
5 = > 75 %

H (Höhe der dominanten Art oder Artengruppe):

0 = 0 cm
1 = > 0 - 20 cm
2 = > 20 - 50 cm
3 = > 50 - 100 cm
4 = > 100 - 200 cm
5 = > 200 cm

B (Bodenbeschattung):

1 = gering
2 = mittel
3 = hoch

Fortsetzung Anhang 1

Erläuterungen zu den dominanten Pflanzenarten

Dominante Arten der Krautschicht:

Ajuga reptans (Kriechender Günsel)
Allium ursinum (Bärlauch)
Anemone nemorosa (Busch-Windröschen)
Anemone ranunculoides (Gelbes Windröschen)
Astragalus glycyphyllos (Bärenschote)
Bryophyta gen. sp. (Moose)
Carex sp. (Seggen)
Cirsium sp. (Kohldistel)
Convallaria majalis (Maiglöckchen)
Digitalis purpurea (Roter Fingerhut)
Dryopteris sp. (Wurmfarn)
Epilobium sp. (Weidenröschen)
Equisetum sp. (Schachtelhalm)
Eumycota (Pilze) getrennt nach:
 - Lamellenpilze
 - Röhrenpilze
 - sonstige Bodenpilze
Euphorbia cyparissias (Zypressen-Wolfsmilch)
Filipendula ulmaria (Mädesüß)
Fragaria vesca (Erdbeere)
Galium odorata (Waldmeister)
Galium sp. (Labkraut)
Geranium sanguineum (Blut-Storchnabel)
Geum urbanum (Echte Nelkenwurz)
Glechoma hederacea (Gundelrebe)
Gramineae gen. sp. (Süßgräser)
Hepatica nobilis (Leberblümchen)
Impatiens sp. (Springkraut)
Juncus effusus (Flatter-Binse)
Lamium sp. (Taubnessel)
Lunaria rediviva (Wildes Silberblatt)
Maianthemum bifolium (Schattenblümchen)
Melampyrum sp. (Wachtelweizen)
Mercurialis annua (Einjähriges Bingelkraut)
Mycelis muralis (Mauerlattich)
Oxalis sp. (Sauerklee)
Paris quadrifolia (Einbeere)
Petasites albus (Weiße Pestwurz)
Polygonatum multiflorum (Vielblütige Weißwurz)
Polygonatum odoratum (Salomonssiegel)
Polygonatum verticillatum (Quirlbl. Weißwurz)
Pteridium aquilinum (Adlerfarn)
Pulmonaria sp. (Lungenkraut)
Ranunculus sp. (Hahnenfuß)
Rumex sp. (Ampfer)
Scrophularia sp. (Braunwurz)
Senecio sp. (Greiskraut)
Solidago virgaurea (Gewöhnliche Goldrute)
Stachys silvatica (Wald-Ziest)
Stellaria sp. (Sternmiere)
Urtica dioica (Große Brennnessel)
Veronica sp. (Ehrenpreis)

Dominante Arten der Strauchschicht:

Calluna vulgaris (Heidekraut)
Cornus sanguinea (Rote Hartriegel)
Corylus avellana (Haselnuß)
Crataegus laevigata (Zweiggriffliger Weißdorn)
Crataegus monogyna (Eingriffliger Weißdorn)
Daphne mezereum (Seidelbast)
Euonymus europaeus (Pfaffenhütchen)
Hedera helix (Efeu)
Ligustrum vulgare (Rainweide)
Lonicera periclymenum (Wald-Geißblatt)
Lonicera xylosteum (Heckenkirsche)
Prunus spinosa (Schlehe)
Rubus fruticosus agg. (Brombeere)
Rubus idaeus (Himbeere)
Sambucus nigra (Schwarzer Holunder)
Sambucus racemosa (Trauben-Holunder)
Vaccinium myrtillus (Heidelbeere)
Vaccinium vitis-idaea (Preiselbeere)
Viburnum sp. (Schneeball)

Anhang 2: Neufunde für Hessen und "Rote Liste"- Arten aus den Naturwaldreservaten "Neuhof" und "Schotten".

Art	Fundort NH	SC	Neufund Hessen	Rote Liste-Kategorie Hessen	BRD
Gastropoda (Schnecken)					
<i>Deroceras rodnae</i> (Heller Schnegel)		X	X		4
<i>Ancylus fluviatilis</i> (Flußnapfschnecke)		X		4	4
<i>Arion ater</i> (Schwarze Wegschnecke)		X			4
<i>Bythinella compressa</i>		X		3	1
<i>Columella edentula</i> (Zahnlose Windelschnecke)		X		4	4
<i>Helix pomatia</i> (Weinbergschnecke)		X		4	4
Araneae (Spinnen)					
<i>Alopecosa taeniata</i>	X		X		
<i>Centromerus leruthi</i>		X	X		
<i>Centromerus subcaecus</i>		X	X		
<i>Cineta gradata</i>	X	X	X		
<i>Latithorax faustus</i>		X	X		
<i>Lepthyphantes angulatus</i>		X	X		
<i>Oreonetides quadridentatus</i>		X	X		
<i>Panamomops affinis</i>	X		X		
<i>Philodromus fuscomarginatus</i>	X		X		
<i>Philodromus praedatus</i>	X	X	X		
<i>Porrhomma campbelli</i>	X	X	X		
<i>Porrhomma oblitum</i>		X	X		
<i>Saaristoa firma</i>	X	X	X		
<i>Troxochrus nasutus</i>	X	X	X		
<i>Allomengea vidua</i>		X		3*	
<i>Heliophanus dubius</i>	X			3*	
<i>Zelotes erebeus</i>	X			3*	
Opiliones (Weberknechte)					
<i>Ischyropsalis hellwigi</i> (Scherenkanker)		X			3
Ensifera (Langfühlerschrecken)					
<i>Barbitistes serricauda</i>	X			2	3
Caelifera (Kurzfühlerschrecken)					
<i>Tetrix bipunctata</i>	X			4	
Psocoptera (Staubläuse)					
<i>Ectopsocus briggsi</i>	X	X	X		
<i>Kolbea quisquiliarium</i>	X		X		
Thysanoptera (Fransenflügler)					
<i>Hoplothrips carpathicus</i>		X	X**		
Coleoptera (Käfer)					
<i>Acrotrichis insularis</i>	X	X	X		
<i>Corticarina lambiana</i>	X	X	X		
<i>Epuraea muehli</i>		X	X		
<i>Aderus pygmaeus</i>	X				2
<i>Apion pseudocerdo</i>		X			3
<i>Bembidion atrocoeruleum</i>		X			3
<i>Boletophagus reticulatus</i>		X			3
<i>Calvia quinquedecimguttata</i>	X	X			2
<i>Choleva bicolor</i>		X			3
<i>Choleva reitteri</i>		X			2

Fortsetzung Anhang 2

Art	Fundort NH	SC	Neufund Hessen	Rote Liste-Kategorie Hessen	BRD
Fortsetzung Coleoptera (Käfer)					
<i>Chrysomela purpurascens</i>		x			3
<i>Denticollis rubens</i>	x	x			3
<i>Deporaus tristis</i>		x			3
<i>Dromius angustus</i>	x	x			3
<i>Evodinus clathratus</i>		x			3
<i>Leiodes lucens</i>	x	x			3
<i>Leiodes oblonga</i>	x	x			3
<i>Leiosoma oblongulum</i>		x			3
<i>Lucanus cervus</i> (Hirschkäfer)	x				2
<i>Melasis buprestoides</i>	x				3
<i>Mycetochara axillaris</i>	x				2
<i>Mycetophagus piceus</i>		x			3
<i>Orchesia undulata</i>		x			3
<i>Phloeostichus denticollis</i>		x			2
<i>Rabocerus foveolatus</i>	x	x			3
<i>Rabocerus gabrieli</i>		x			2
<i>Rhopalodontus perforatus</i>	x	x			3
<i>Sclerophaedon orbicularis</i>		x			3
<i>Sphaerosoma piliferum</i>		x			2
<i>Thanasimus pectoralis</i>	x				2
<i>Tillus elongatus</i>	x	x			3
Raphidioptera (Kamelhalsfliegen)					
<i>Raphidia major</i>	x				3
Hymenoptera (Hautflügler)					
<i>Formica polycтена</i> (Kahlrückige Waldameise)	x				3
<i>Myrmica sabuleti</i> (Säbeldornige Knotenameise)	x				3
Trichoptera (Köcherfliegen)					
<i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i>		x			4
Lepidoptera (Schmetterlinge)					
<i>Cosmotriche lunigera</i>	x		x		
<i>Anticlea derivata</i>	x				3
<i>Apatura iris</i> (Großer Schillerfalter)		x		5	3
<i>Eurois occulta</i>	x	x			3
<i>Idaea muricata</i>	x				3
<i>Lasiommata megera</i>	x			3	
<i>Lycaena phlaeas</i> (Kleiner Feuerfalter)	x				3
<i>Mamestra biren</i>	x				3
<i>Nothocasis sertata</i>		x			3
<i>Notodonta torva</i>	x				3
<i>Nymphalis antiopa</i> (Trauermantel)	x			2	3
<i>Perizoma flavofasciatum</i>		x			3
<i>Phlogophora scita</i>		x			3
<i>Ptilodontella cucullina</i>		x			3
<i>Puengeleria capreolaria</i>	x	x			3
<i>Thumata senex</i>	x				3

Fortsetzung Anhang 2

Art	Fundort		Neufund Hessen	Rote Liste-Kategorie	
	NH	SC		Hessen	BRD
Amphibia (Lurche)					
<i>Bufo bufo</i> (Erdkröte)		x		4	
<i>Rana temporaria</i> (Grasfrosch)		x		4	
<i>Triturus alpestris</i> (Bergmolch)	x			4	
<i>Triturus helveticus</i> (Fadenmolch)		x		3	
Reptilia (Kriechtiere)					
<i>Lacerta vivipara</i> (Waldeidechse)	x	x		4	
Aves (Vögel)					
<i>Accipiter nisus</i> (Sperber)	x	x		4	4
<i>Ardea cinerea</i> (Graureiher)		x		4	4
<i>Ciconia nigra</i> (Schwarzstorch)		x		1	1
<i>Cinclus cinclus</i> (Wasseramsel)		x		3	3
<i>Columba oenas</i> (Hohltaube)	x	x		3	2
<i>Corvus monedula</i> (Dohle)	x			2	3
<i>Hippolais icterina</i> (Gelbspötter)	x			3	
<i>Jynx torquilla</i> (Wendehals)	x			2	2
<i>Milvus milvus</i> (Rotmilan)		x		3	2
<i>Phoenicurus phoenicurus</i> (Gartenrotschwanz)	x			3	3
<i>Picus canus</i> (Grauspecht)	x	x		3	
<i>Picus viridis</i> (Grünspecht)		x		2	
<i>Scolopax rusticola</i> (Waldschnepfe)	x	x		3	3
Mammalia (Säugetiere)					
<i>Erinaceus europaeus</i> (Igel)	x			4	
<i>Micromys minutus</i> (Zwergmaus)		x		4	
<i>Muscardinus avellanarius</i> (Haselmaus)		x		4	
<i>Pitymys subterraneus</i> (Kurzohrwühlmaus)		x		4	

* = Rote Liste Baden-Württemberg, ** = Neufund für Deutschland

