

Enneschte Bëschen



Enneschte Bësch



Projekt:

Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 8.
Zoologische und botanische Untersuchungen
„Enneschte Bësch“ 2007-2010.

Herausgeber:

*Administration de la nature
et des forêts
Service des forêts
16, rue Eugène Ruppert
L-2453 Luxembourg
Tel: 00352 402201-213*

Leitung des Projekts:

Danièle Murat (ANF)

Mit Beiträgen von:

Uwe Brockamp, Rainer Cezanne,
Peter Decker, Markus Dietz,
Dieter Doozkal, Marion Eichler,
Julia Engels, Waltraud Fritz-Köhler,
Klaus Groh, Hans Günther, Fabian Haas,
Florian Hans, Christine Harbusch,
Thomas Hörren, Frank Köhler,
Martin Kreuels, Matthias Krug,
Winrich Mertens, Danièle Murat,
Christoph Muster, Peter J. Neu,
Jacques Pir, Jörg Römpke,
Armin Schopp-Guth, Ben Schultheis,
Philippe Thonon, Romain Tobes,
Manfred Ullitzka, Thomas Ullrich,
Martin Weckesser, Anne Wevell von Krüger

Layout:

www.mv-concept.lu

Druck:

Imprimerie Fr. Faber, Mersch

Zitiervorschlag:

MURAT, D. (Schriftl.) (2011): Naturwaldreservate
in Luxemburg, Bd. 8. Zoologische und botanische
Untersuchungen „Enneschte Bësch“ 2007-2010.
Naturverwaltung Luxemburg: 296 S.

ISBN 978-2-9599675-8-0
Alle Rechte vorbehalten
Juni 2011

Vorwort

Der Wald ist der flächenmäßig wichtigste Lebensraum in Luxemburg. Jedoch gibt es bis dato nur wenige Veröffentlichungen über das zu erwartende Spektrum an Pflanzen- und Tierarten in den verschiedenen, unter Schutz gestellten, Waldtypen. Kenntnisse über Sukzessionsabläufe und Artenzusammensetzung natürlicher Waldgesellschaften sind wichtige Voraussetzungen für ein besseres ökologisches Verständnis unserer Wälder. Nur durch interdisziplinäre Untersuchungen können Wechselwirkungen zwischen dem Lebensraum Wald und seiner Begleitfauna und -flora dargestellt werden. Naturwaldreservate eignen hierfür ganz besonders, da sie von Bewirtschaftungsmaßnahmen ausgeschlossen sind, welche die natürliche Entwicklung der Waldgesellschaft stören.

Im Zuge der Ausweisung der ersten Naturwaldreservate in Luxemburg im Jahre 2004, wurde ein ambitioniertes und umfassendes Monitoringprogramm gestartet. Diese über einen größeren Zeitraum durchgeführte Untersuchung der Naturwaldreservate umfasst zwei größere Themengebiete. Mit der Waldstrukturaufnahme soll die Entwicklung von Waldökosystemen dokumentiert und langfristig verfolgt werden. Die faunistischen und floristischen Untersuchungen haben ihrerseits zum Ziel, die charakteristischen Arten eines Naturwaldreservates zu erfassen und über Wiederholungsaufnahmen die Sukzessionsabläufe zu verfolgen.

Die vorliegende Publikation ist Teil einer neuen Veröffentlichungsreihe die sich mit der Darstellung der Ergebnisse dieser Untersuchungen befasst. Der Bericht zur Waldstrukturaufnahme wurde 2008 herausgegeben. Das Ziel dieses Bandes besteht darin, eine zusammenfassende Darstellung und Analyse der Befunde aus der ersten faunistischen und floristischen Untersuchung im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ in Bartringen darzulegen.

Beim Aufbau und der Durchführung eines langfristigen Monitorings ist eine gute Zusammenarbeit zwischen den Behörden und den Spezialisten aus den verschiedenen Fachgebieten von ganz entscheidender Bedeutung. Bedanken möchte mich in diesem Sinne bei all jenen, die an dieser Publikation mitgewirkt haben und wünsche, dass dieser Veröffentlichung ein breites Interesse zukommt.

Marco Schank

*Delegierter Minister für Nachhaltige
Entwicklung und Infrastrukturen*



Marco Schank

Inhalt

1. Einleitung	08	8. Die Totholzkäfer (Coleoptera) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2007-2009)	78
2. Beschreibung des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“	10	KÖHLER, F.	
TOBES, R.		9. Gliedertiere, Schnecken und Würmer in Totholzgesieben im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ (Arthropoda, Gastropoda, Annelida) (2007-2009)	136
3. Waldstrukturaufnahme im Überblick	18	KÖHLER, F.; DECKER, P.; DOCZKAL, D.; FRITZ-KÖHLER, W.; GROH, K.; GÜNTHER, H.; HAAS, F.; HÖRREN, T.; KREUELS, M.; MERTENS, W.; MUSTER, C.; J. NEU, P.; RÖMBKE, J. & ULITZKA, M.	
4. Untersuchung zur Fledermaus-fauna im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ (2003)	22	10. Die Nichtblätterpilze des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2010)	188
DIETZ, M. & PIR, J.		SCHULTHEIS, B. & ENGELS, J.	
5. Die Fledermäuse (Chiroptera) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2010)	34	11. Die Gefäßpflanzenflora und Waldgesellschaften des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2009)	204
HARBUSCH, C.		WEVELL VON KRÜGER, A.	
6. Die Avifauna des „Enneschte Bësch“ - Ergebnisse einer Probeflächenuntersuchung zur Waldentwick-lung innerhalb und außerhalb des Naturwald-reservats. (2007)	48	12. Die Moose (Bryophyta) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2007)	224
THONON, P. & SCHOPP-GUTH, A.		HANS, F.	
7. Die Vögel (Aves) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2010)	64	13. Die Flechten (Lichenes) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2009)	254
ULLRICH, T.; KRUG, M. & BROCKAMP, U.		EICHLER, M. & CEZANNE, R.	

Einleitung

Im Rahmen eines langfristig angelegten Beobachtungsprogramms von Naturwaldreservaten ist die Erfassung und Dokumentation der Struktur der Populationen, die Veränderung der Artenzusammensetzung im Verlauf der natürlichen Entwicklung eines Naturwaldreservates, sowie die Abschätzung der Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Untersuchungsgruppen von besonderem Interesse.

Um diesen verschiedenen Fragestellungen näher zu kommen, wurde ein Beobachtungsprogramm aufgestellt, das zum Ziel hat mit reproduzierbaren Methoden eine möglichst umfassende qualitative wie zum Teil auch quantitative Bestandsaufnahme der Artenzusammensetzung von Naturwaldreservaten zu erreichen. Bei der folgenden Erstaufnahme des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ in Bartringen war es daher wichtig sich auf sinnvoll erfassbare Gruppen mit Indikatorfunktion zu konzentrieren. Die erste zoologische und botanische Untersuchung im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ fand im Zeitraum zwischen 2007 und 2010 statt.

Durch diese zielgerechte und intensive Untersuchung konnten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ Arten kartiert werden, die schon über einen längeren Zeitraum in Luxemburg nicht mehr nachgewiesen wurden bzw. noch bis dato in Luxemburg nie beschrieben wurden. Dieses Ergebnis unterstreicht die Wichtigkeit von aufwendigeren Untersuchungen auf gezielten Flächen, da nur auf diese Weise auch quasi sämtliche Arten der ausgewählten Beobachtungsgruppen erfasst werden können. Die Resultate der verschiedenen Aufnahmen werden in den nachstehenden Kapiteln näher erläutert. Dabei wird drauf hingewiesen, dass alle botanischen Aufnahmen (Vegetation, Moose und Flechten) sowie die Inventur der Nichtblätterpilze auf dem Stichprobennetz der Waldstrukturaufnahme beruhen, welche im Kapitel 3 der vorliegenden Publikation kurz beschrieben wird.



Beschreibung des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“

(Auszug aus der Publikation: Resultate der Waldstrukturaufnahme - Enneschte Bësch 2008 (TOBES et al. 2008))

Romain TOBES

Bei einem Rundgang durch den „Enneschte Bësch“ prägt sich das Bild einer ehemaligen Mittelwaldbewirtschaftung ein, deren durchgewachsene alte Eichen-Baumriesen besonders im Nord-Westen zu erkennen sind. Unter dem Schirm der Eichen tritt durch den erhöhten Lichtdurchlass verstärkt Verjüngung auf. Im südlichen Teil des Gebietes, zeigt sich, dass die Baumartenzusammensetzung in Richtung Rotbuche wechselt. Im Allgemeinen geraten die Eichen durch die Rotbuchen, die in den Kronenraum hineinwachsen, unter Druck. Gegenüber dem im Nord-Westen

gelegenen Waldteil haben die Eichen im Süden ihren Wuchsvorsprung verloren und es zeigt sich ein überwiegend einschichtiges Waldbild. In der Nähe der Fließgewässer tritt vermehrt wieder die Eiche auf, die in ihrer Vitalität ebenfalls hinter der Rotbuche zurückbleibt. Die Bestände im Kerngebiet des „Enneschte Bësch“ sind zweischichtig aufgebaut. Die Verjüngung ist hier flächig vorhanden und neben Rotbuche und Eiche sind auch Ahorn und Esche in einzelnen Verjüngungskegeln anzutreffen.

1. Lage, Größe und Schutzzweck

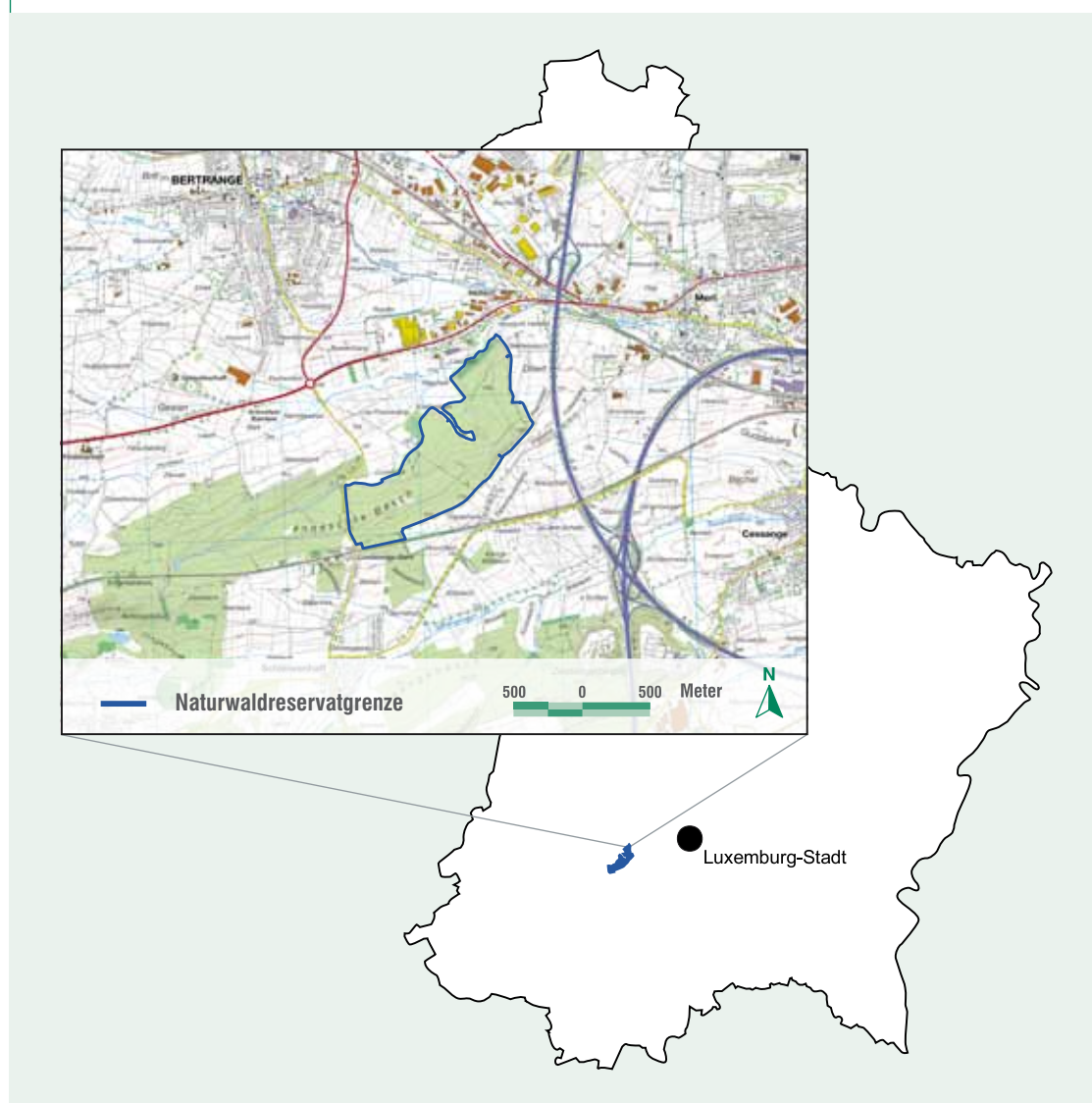
Das Naturwaldreservat hat eine Größe von 86,4 ha und wurde durch die großherzogliche Verordnung vom 20. September 2005 ausgewiesen. Es liegt südwestlich von Luxemburg zwischen Bertrange und Schléiwenhaff und umfasst den östlich des C.R. 163 gelegenen Teil des Waldgebietes „Enneschte Bësch“. Das Gebiet befindet sich im Zuständigkeitsbereich der Regionalabteilung Luxemburg-Süd und der Regionalstelle Bertrange der Naturverwaltung. Die geografische Lage befindet sich zwischen 6°3' und 6°5' Grad östlicher

Länge und 49°35' und 49°36' Grad nördlicher Breite. Im Gauß-Krüger Koordinatensystem für Luxemburg liegt der „Enneschte Bësch“ bei einem Rechtswert von 72,09-73,47 und einem Hochwert von 72,52-74,10. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über die zwei Gemeinden Bertrange, Katastersektion Lorentzscheier C und Leudelange, Katastersektion Leudelange A (AEF 2003).

Der „Enneschte Bësch“ liegt im Natura 2000-Gebiet „Bertrange Gréivelshaff- Bouferterhaff“ und überschneidet sich mit dem Naturschutzgebiet „Bertrange/Lei“ (AEF 2003).

Abbildung 1

Lage des Naturwaldreservats „Enneschte Bësch“.



Fond topographique: Origine Cadastre; Droits réservés à l'Etat du Grand-Duché de Luxembourg (2002) - Copie et reproduction interdites

2. Waldbiotope

Als besonders geschützte Waldbiotope sind für den „Enneschte Bësch“ die Mardellen zu erwähnen: kleine Stillgewässer in abflusslosen Senken, die sich auf den dichten, nässebeeinflussten Böden entwickeln konnten. Es handelt sich z.T. um natürliche, durch Gipsauswaschung, entstandene Geländemulden in denen sich Wasser aufgrund einer darunter liegenden Stauschicht sammelt.

3. Zerschneidung

Das Wegenetz des Naturwaldreservats „Enneschte Bësch“ beläuft sich auf 4.826 m, was einer Wegedichte von rund 56 m/ha entspricht. Neben der Zerschneidung durch Wege wird das Untersuchungsgebiet von Entwässerungsgräben durchzogen. Sie verlaufen hauptsächlich von Nordost nach Südwest und beeinflussen den natürlichen Grundwasserhaushalt des Gebietes. Die Gräben erreichen unterschiedliche Tiefen, sind jedoch nur in den Regenperioden Wasser führend (AEF 2003). Nach Aussage des zuständigen Revierförsters SCHOMER wurde ein Graben im östlichen Teil des Gebietes im Jahr 2005 mit Erde verfüllt.

4. Naturräumliche und standörtliche Einordnung

4.1 | Wuchsgebiet und Wuchsbezirk

Der „Enneschte Bësch“ befindet sich im Wuchsgebiet „Gutland“ und im Forstlichen Wuchsbezirk „Südliches Gutland“ zwischen der Hochebene des Luxemburger Sandsteins und dem Minettebecken. Das Gelände des Naturwaldreservates fällt nach Nordnordwest leicht ab. Die muldenförmigen Täler sind von zahlreichen Wasserläufen durchsetzt (AEF 1995).

4.2 | Geologie und Geomorphologie

Die tonigen Ablagerungen des Lias-Mergels bestimmen überwiegend den Untergrund des Wuchsgebietes. Dazwischen finden sich immer wieder sandige Schichten mit Psilonoten- und Macigno-Sandstein sowie Ölschiefer (AEF 1995). Über das gesamte Naturwaldreservat verteilt finden sich dunkelgraue, zum Teil etwas sandige Mergel mit blättriger Struktur, die so genannten „Blättermergel“. Im südlichen und östlichen Teil sind die Liasgesteine stellenweise von tertiären Lehmen überlagert (AEF 2003). Die Böden im Wuchsbezirk „Südliches Gutland“ sind mittelschwere bis schwere, tonhaltige Böden mit mäßig bis starker Vernässung (AEF 1995). Im Untersuchungsgebiet selbst kommen durch Stau-nässeeinwirkung pseudovergleyte Parabraunerden vor (AEF 2003). Der Höhenunterschied im „Enneschte Bësch“ beträgt 35 m und reicht von 280 m ü. NN im Nordosten bis 315 m ü. NN im Süden. Die durchschnittliche Höhe liegt bei ca. 300 m ü. NN (MEV 2002).

4.3 | Klima

Der „Enneschte Bësch“ ist mit einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 788 mm (Zeitraum 1908-1967) im Vergleich zu Gesamt-Luxemburg eher niedrig. In den letzten Jahren (Zeitraum 1993-2002) fiel der durchschnittliche Jahresniederschlag mit 860 mm jedoch etwas höher aus, was hauptsächlich durch höhere Niederschlagswerte in den Wintermonaten bedingt ist. Die Lufttemperatur liegt im Jahresmittel bei 9,1 °C. Der kälteste Monat ist der Januar mit einer Durchschnittstemperatur von 1,2 °C (Zeitraum 1993-2002), der wärmste Monat der Juli mit 17,9 °C (AEF 2003).

5. Vegetation und Waldgesellschaften

Das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ setzt sich fast ausschließlich aus Eichen-Hainbuchen- und Buchenwäldern zusammen. Im Norden auf den feuchteren Standorten sind die Eichen-Hainbuchenwälder mit einer üppigen Strauch- und Krautschicht vertreten. Im Süden, auf den etwas trockeneren Standorten, sind Perlgras-Waldmeister-Buchenwälder anzutreffen. Sie sind mit etwa 28 % der Waldfläche Luxemburgs die am weitesten verbreitete Waldgesellschaft, wohingegen der Eichen-Hainbuchenwald landesweit nur mit 4 % vertreten ist (LCTF 2005).

Bei einer Gesamtfläche von rund 86,4 ha hat das Eichen-Hainbuchenwald (*Primulo-Carpinetum*) in drei Ausbildungen mit einer Fläche von 54,3 ha den größten Anteil im Naturwaldreservat. Dieser Teil des Gebiets ist überwiegend im Norden anzutreffen. Von den verbleibenden 32,1 ha sind 26 ha der Waldgesellschaft Perlgras-Buchenwald (*Melico-Fagetum*) in zwei Ausbildungen zuzuschreiben. Die restliche Fläche von 6 ha konnte keiner Waldgesellschaft, sondern lediglich Bestandestypen zugeordnet werden.

Tabelle 1 Bestandestypen und Waldgesellschaften im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ (AEF 2003)	
Waldgesellschaften und Bestandestypen	Größe (ha)
<i>Primulo-carpinetum asperuletosum</i>	46,1
<i>Primulo-Carpinetum asperuletosum</i> nasse Variante	0,5
<i>Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum</i> var. <i>typicum</i>	7,7
<i>Melico-Fagetum aretosum</i>	25,4
<i>Melico-Fagetum typicum</i>	0,7
Stieleiche	3,2
Fichten, Tannen, Douglasien	1,7
Sträucher, gemischt	0,4
Laubhölze, gemischt	0,4
keine Angabe	0,3
Summe	86,4

6. Waldgeschichte

6.1 | Geschichte des „Enneschte Bësch“

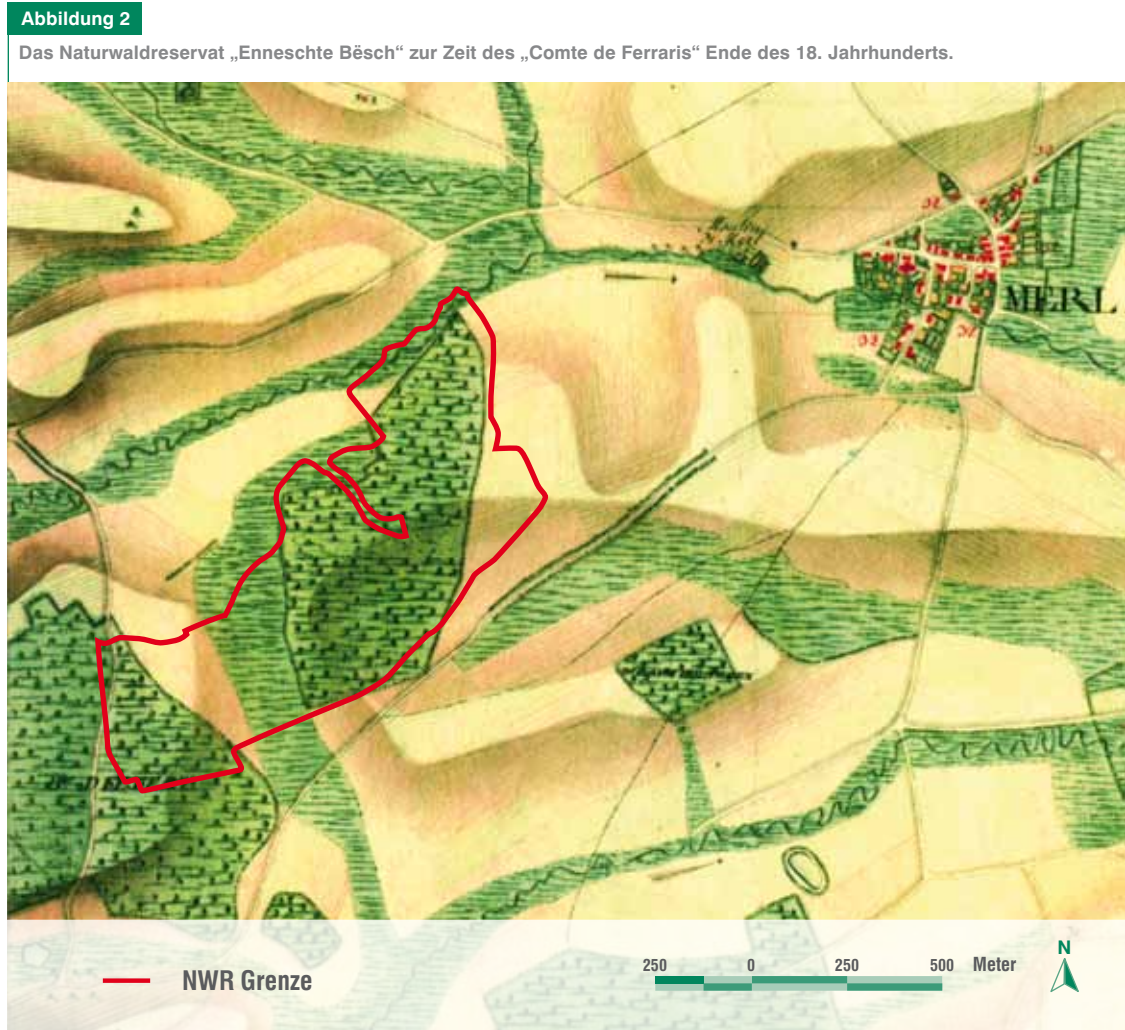
Bereits Ende des 18. Jahrhunderts hat der „Enneschte Bësch“ auf den Karten des „Comte de Ferraris“ eine Waldsignatur. Wie aus der Abbildung 2 ersichtlich, handelte es sich jedoch nicht um ein geschlossenes Waldgebiet, da der Waldkomplex durch eine 300 m breite in Nord-Süd Richtung verlaufende Wiesenschneise durchschnitten wurde.

Im Zweiten Weltkrieg diente der „Enneschte Bësch“ dem Militär als Übungsgelände. Ein Relikt der damaligen Zeit sind die Schützengräben die im Bereich von „Helfent“ ausgehoben wurden. Zwischen 1975 bis 1987 wurde ein dichtes, gut befestigtes Waldwegenetz angelegt, um die anfallenden Holzmassen leichter aus dem Bestand schaffen zu können. Ende der 1970er Jahre wurden sowohl eine Kanalisations- als auch eine Hochspannungsleitung durch das Untersuchungsgebiet verlegt. Mitte der 1980er Jahre wurden im Rahmen des Wegebaues drei verlandete Mardellen neu ausgehoben (AEF 2003).

6.2 | Forstliche Nutzungsgeschichte

Der „Enneschte Bësch“ wurde historisch als Mittelwald genutzt: dabei blieben einzelne Oberhölzer stehen, die lediglich bei Bedarf stammweise als Bauholz eingeschlagen wurden. Das Unterholz wurde alle 15-30 Jahre flächig auf den Stock gesetzt und als Brennholz für die Kalkbrennöfen und die Eisenverhüttung sowie in erheblichem Maße von der Bevölkerung zum Heizen genutzt. Die ehemalige Mittelwaldwirtschaft im „Enneschte Bësch“ ist an den kurzschäftigen Stämmen, mit weit ausladenden, niedrig ansetzenden Kronen zu erkennen (AEF 2003).

In der Zeit von 1946 bis 1965 wurden im „Enneschte Bësch“ verschiedene kleinere Nadelbaumaufforstungen durchgeführt, die heute teilweise noch vorhanden sind. In der Nachfolgezeit wurden die Nadelholzbestände mehr oder weniger systematisch durch Eichen-, Erlen- und Eschenaufforstungen ersetzt. Aufgrund des Wechsels von der Brennholz- zur Stammholznutzung wurde die Eiche auf Kosten der Hainbuche gefördert.



Bei den Winterstürmen 1990/91 wurde im Untersuchungsgebiet ein Fichtenbestand geworfen, sonstige größere Schäden blieben jedoch aus. Auf Laubholz-Sturmwurfflächen sind Eschen- und Bergahornmischbestände aus Naturverjüngung herangewachsen, die durch Pflanzung von Eschen ergänzt wurden. Zwischen 1994 und 2002 wurden auf kleiner Fläche Jungbestandspflege- und Durchforstungsmaßnahmen durchgeführt. Insgesamt wurden in den Jahren 1994 bis 1997 etwa 2.135 Vfm eingeschlagen. Seit 2002 werden keine Durchforstungen und sonstige forstliche Maßnahmen mehr im Untersuchungsgebiet durchgeführt (SCHOMER 2006, mündl.).

7. Fauna

7.1 | Fledermäuse und Vögel

Im Zuge der Ausweisung als Naturwaldreservat wurde im „Enneschte Bësch“ eine Fledermauskartierung durchgeführt. Dabei wurden 5 Arten festgestellt, von denen drei nach bisherigem Kenntnisstand in Luxemburg als stark gefährdet gelten (HARBUSCH et al. 2002). Die Bechsteinfledermaus wird zudem im Anhang II des Flora-Fauna-Habitats (FFH-) -Richtlinie der Europäischen Union aufgeführt. Die Arten zeigen insbesondere in den feuchten und reicher strukturierten Eichenbeständen eine tendenziell höhere Aktivität und besiedeln abgesehen von der Zwergfledermaus regelmäßig Baumhöhlen (Tabelle 2-2).

Im Naturwaldreservat und an dessen Waldrändern kommen insgesamt 68 Vogelarten vor, davon nutzen mindestens 38 Arten den „Enneschte Bësch“ aktuell als Bruthabitat. 12 Vogelarten sind in der Roten Liste der Brutvögel Luxemburgs (WEISS, J. 1992) als gefährdet eingestuft (Tabelle 2-3). Aktuelle Beobachtungen liegen jedoch nur für Graureiher, Schwarzmilan und Mittelspecht vor.

Von 6 im Naturwaldreservat nachgewiesenen Amphibienarten werden 5 in der Roten Liste Luxemburgs aufgeführt (Tabelle 2-4).

Tabelle 2: Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ nachgewiesene Fledermausarten AEF (2003)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste Luxemburg	FFH ANHANG
<i>Nyctalus noctula</i>	Großer Abendsegler	gefährdet	IV
<i>Nyctalus leisleri</i>	Kleiner Abendsegler	stark gefährdet	IV
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Zwergfledermaus	Art der Vorwarnliste	IV
<i>Myotis bechsteinii</i>	Bechsteinfledermaus	stark gefährdet	II + IV
<i>Myotis nattereri</i>	Fransenfledermaus	stark gefährdet	IV

Tabelle 3: Seltene und gefährdete Vogelarten im „Enneschte Bësch“ AEF (2003)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste Luxemburg	ART IM ANHANG I DER EUROPÄISCHEN VOGELSCHUTZRICHTLINIE
<i>Accipiter gentilis</i>	Habicht	gefährdet	nein
<i>Accipiter nisus</i>	Sperber	potenziell gefährdet	nein
<i>Ardea cinerea</i>	Graureiher	stark gefährdet	nein
<i>Carduelis spinus</i>	Erlenzeisig	potenziell gefährdet	nein
<i>Columba oenas</i>	Hohltaube	gefährdet	nein
<i>Cuculus canorus</i>	Kuckuck	gefährdet	nein
<i>Dendrocopos medius</i>	Mittelspecht	potenziell gefährdet	potenziell gefährdet
<i>Milvus migrans</i>	Schwarzmilan	stark gefährdet	stark gefährdet
<i>Milvus milvus</i>	Rotmilan	stark gefährdet	stark gefährdet
<i>Oriolus oriolus</i>	Pirol	potenziell gefährdet	nein
<i>Pernis apivorus</i>	Wespenbussard	potenziell gefährdet	potenziell gefährdet
<i>Scolopax rusticola</i>	Waldschnepfe	gefährdet	nein

Tabelle 4: Gefährdete Amphibienarten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ AEF (2003)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Rote Liste Luxemburg	ART IM ANHANG DER HABITATDIREKTIVE
<i>Bombina variegata</i>	Gelbbauchunke	stark gefährdet	ja
<i>Triturus vulgaris</i>	Teichmolch	potenziell gefährdet	nein
<i>Triturus alpestris</i>	Bergmolch	Vorwarnliste	nein
<i>Triturus helveticus</i>	Fadenmolch	Vorwarnliste	nein
<i>Rana temporaria</i>	Grasfrosch	Vorwarnliste	nein

8. Wild und Jagd

Die Jagd in einem Naturwaldreservat ist zwar ein künstlicher Eingriff in das Artengefüge des Waldes. Allerdings ist dieses Artengefüge das Produkt jahrhundertelanger menschlicher Beeinflussung und somit nicht mehr ursprünglich. Seit der Ausrottung von Wolf, Luchs und Bär fehlen zudem die natürlichen Feinde des Wildes. Die Jagd soll die fehlende natürliche Regulation der Wildpopulation ersetzen.

Das Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“ gehört zum Jagdlos Nr. 546 mit den Wildarten Rehwild, Rotwild und Schwarzwild. Es hat eine Fläche von 481 ha und setzt sich aus Feld- und Waldjagd zusammen. Der „Enneschte Bësch“ ist dabei das einzige Waldgebiet des Jagdloses. Die Wilddichte im Untersuchungsgebiet ist insgesamt relativ gering, da sich das Wild aufgrund der Besucher viel außerhalb des Waldes aufhält.

Abbildung 3

Eichen-Hainbuchenwald im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“



9. Zusammenfassung

Das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ liegt im Wuchsgebiet „Gutland“ und im Forstlichen Wuchsbezirk „Südliches Gutland“ und umfasst eine Fläche von 86,36 ha. Die Zuständigkeit liegt bei der Regionalabteilung Luxemburg-Süd der Naturverwaltung. Das Gebiet gehört zu den Gemeinden Bertrange und Leudelange. Der „Enneschte Bësch“ wird für die Erholung der umgebenden Bevölkerung genutzt.

Der Wald stockt größtenteils auf Parabraunerden, die durch Staunässe zur Pseudovergleyung tendieren. Auf diesen nassebeeinflussten Böden haben sich einige Mardellen ausgebildet.

Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt bei 860 mm, die Lufttemperatur bei 9,1° C. Im Untersuchungsgebiet dominieren zwei Waldgesellschaften: Im Norden ist auf einer Fläche von rund 54 ha ein Eichen-Hainbuchenwald (*Primulo-Carpinetum*) vorzufinden. Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes ist auf 26 ha der Perlgras-Buchenwald (*Melico-Fagetum*) bestandesprägend. Das Bestandesbild lässt auf eine ehemalige Mittelwaldbewirtschaftung schließen, mit einzelnen durchgewachsenen Mittelwaldstämmen und Kernwüchsen.

Ende 2002 wurden die forstlichen Maßnahmen im Naturwaldreservat eingestellt und die dynamische Entwicklung konnte ihren Lauf nehmen.

10. Literaturverzeichnis

AEF (ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS) HRSG., (1995): Naturräumliche Gliederung Luxemburg, EFOR 65 S.

AEF (ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS) HRSG., (2003): Ausweisungsdossier Naturwaldreservat Bertrange/ Enneschte Bësch, (BSW) Biologische Station Westen, unveröffentlicht, 164 S.

HARBUSCH, C.; E. ENGEL; J.B. PIR (2002): Die Fledermäuse Luxemburgs. - Ferrantia 33, HRSG: Musée National d'Histoire Naturelle Luxembourg.

LCTF (LIGUE LUXEMBOURGEOISE DU COIN DE TERRE ET DU FOYER), (2005): Mein Taschenbuch 2005, 96 S.

MEV (MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT) HRSG. (2002): Naturwaldkonzept für Luxemburg, Biologisch Station Westen, 228 S.

TOBES, R.; WEVELL VON KRÜGER, A.; BROCKAMP, U. (2008): Naturwaldbericht Enneschte Bësch 2008, Bd. 3. Resultate der Waldstrukturaufnahme. Forstverwaltung Luxemburg, 71S.

WEISS J. (1992): Rote Liste der Brutvögel Luxemburgs (5. Fassung / Stand Herbst 1991). - Regulus: Wissenschaftliche Berichte 10, S. 23-29.

Mündliche Mitteilungen

SCHOMER, A., (2006): Revierleiter des Reviers Bartringen.

11. Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

11.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Naturwaldreservats „Enneschte Bësch“	11
Abbildung 2: Das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ zur Zeit des „Comte de Ferraris“ Ende des 18. Jahrhunderts. ..	14
Abbildung 3: Eichen-Hainbuchenwald im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“	16

11.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bestandestypen und Waldgesellschaften im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ AEF 2003.	13
Tabelle 2: Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ nachgewiesene Fledermausarten AEF (2003).....	15
Tabelle 3: Seltene und gefährdete Vogelarten im „Enneschte Bësch“ AEF (2003).	15
Tabelle 4: Gefährdete Amphibienarten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ AEF (2003).	15

Waldstrukturaufnahme im Überblick

Romain TOBES, Danièle MURAT

Da bei den botanischen Aufnahmen sowie bei der Inventur der Nichtblätterpilze des vorliegenden Berichtes, die Stichprobepunkte der Waldstrukturaufnahme (WSA) benutzt wurden um die Untersuchungen durchzuführen, wird die Methode der Waldstrukturaufnahme sowie eine Zusammenfassung der Hauptergebnisse in diesem Kapitel vorgestellt.

1. Methodik der Waldstrukturaufnahme

(Zusammenfassung aus der Publikation: Resultate der Waldstrukturaufnahme - Enneschte Bësch 2008 (TOBES et al. 2008))

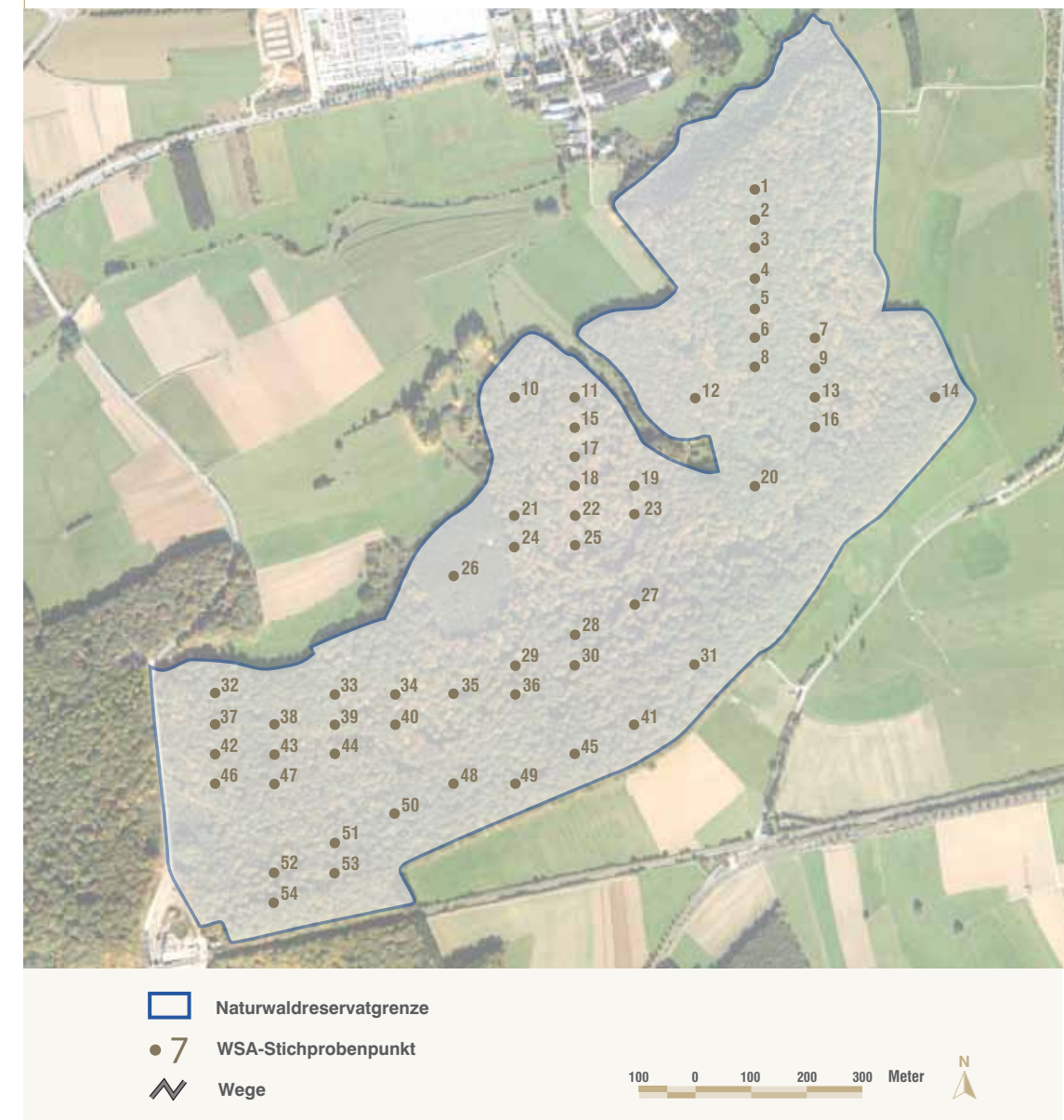
2006 wurde die erste Waldstrukturaufnahme nach KÄRCHER et al. (1997) im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ durchgeführt. Es handelt sich hierbei um ein Stichprobenverfahren, das zum Ziel hat Basisdaten über die Baumartenausstattung und Bestandesstruktur von Naturwaldreservaten zu erheben und deren Entwicklung zu dokumentieren.

Regelmäßige Waldinventuren an permanent markierten Probekreisen ermöglichen Vergleiche über mehrere Jahrzehnte und sichern so den Aufbau von Entwicklungs-Zeitreihen.

Das Stichprobennetz vom NWR „Enneschte Bësch“ beinhaltet 54 Probekreise die in einem Raster von 50 x 100 m voneinander entfernt liegen (Abbildung 1). Entlang den Wegen und der Naturwaldreservat-Grenze wurde, aus Gründen der Verkehrssicherungspflicht, eine Pufferzone angelegt in der keine Probekreise enthalten sind.

Abbildung 1

Übersicht des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ und Lage der Probekreise



Die Probekreise haben eine Standartflächengröße von 0,1 ha. Drei Probekreise wurden aufgrund der hohen Individuenzahl (mehr als 100 Bäume) auf 0,05 ha verkleinert. Die Gesamtaufnahmefläche liegt bei 5,25 ha.

Für jeden Stichprobepunkt wurde ein Stammverteilungsplan erstellt, der einen Überblick über die räumliche Verteilung der Baumarten innerhalb der Kreise ermöglicht.

Zusätzlich zur Waldstrukturaufnahme werden möglichst zum gleichen Zeitpunkt Luftbildaufnahmen durchgeführt. Diese Colorinfrarot (CIR)-Ortholuftbilder liefern eine präzise, detailgetreue und dauerhafte Momentaufnahme der Wälder zu einem bestimmten Zeitpunkt. Im Gegensatz zum Stichprobenverfahren ermöglicht die Interpretation der Ortholuftbilder eine flächige Untersuchung und Beurteilung des gesamten Naturwaldreservates.

2. Ergebnisse der ersten Waldstrukturaufnahme (WSA)

(Auszug aus der Publikation: Resultate der Waldstrukturaufnahme - Enneschte Bësch 2008 (TOBES et al. 2008))

Das Untersuchungsgebiet hat eine Größe von 86,36 ha. Ein permanentes Netz von 54 Probekreisen im Raster von 50 m x 100 m wurde eingerichtet. Auf einer Stichprobenfläche von 5,25 ha wurden im Ganzen 2.142 Bäume aufgenommen, insgesamt kommen 13 verschiedene Baumarten vor.

Das Gesamtvolumen beträgt 396 Vfm/ha, davon entfallen 99 % auf stehende Bäume, 1 % auf liegendes Holz. Etwa 2 %, Biomasse entfallen auf Totholz, wobei die ZSG „beginnende - “ und „fortgeschrittene Zersetzung“ (ZSG 2 und 3) überwiegen. Hinsichtlich des Volumens teilt sich das Totholz relativ gleichmäßig auf liegendes und

stehendes Holz auf, bei der Stückzahl überwiegt deutlich das liegende. Insgesamt überwiegen Totholz-Dimensionen zwischen 20 cm und 39 cm. Totholzreiche und totholzarme Probekreise sind relativ gleichmäßig über das Gebiet verteilt.

Die Traubeneichen haben mit 56 % den Hauptanteil am lebenden Vorrat und kommen mit 84 Ind./ha vor. Sie sind hauptsächlich in den Höhenschichten über 25 m (Ober- und Mittelschicht) mit hohen Vorrats- und Stammzahlen vertreten. Die stärksten Bäume (BHD 110 cm) im „Enneschte Bësch“ sind ebenfalls Eichen. Rund 92 % des Traubeneichenvolumens befindet sich in den oberen Höhenschichten über 25 m. Der größte Teil des Totholzes besteht aus Eiche, vom stehenden Totholz macht sie sogar fast 100% aus. Abgestorbene Äste finden sich hauptsächlich an lebenden Traubeneichen, die in allen Totast-Klassen überwiegen.

Weitere Hauptbaumarten sind Buche und Hainbuche (28% bzw. 13,6 % des Vorrates des Lebenden Bestandes). Sie sind mit 139 und 132 Ind./ha nahezu gleich häufig und stammzahlmäßig sehr gut in den niedrigen BHD-Stufen bzw. in der Höhenschicht <15 m (Unter- und Mittelstand) vertreten. Ihre Anzahl nimmt mit steigender Höhe stetig ab. Hinsichtlich des Vorrates hat die Buche allerdings ein weiteres Maximum in den oberen Höhenschichten >25 m, wo sich 88% des Buchenvorrates befindet.

In der Naturverjüngung kommen insgesamt 22 Gehölzarten vor mit einer durchschnittlichen Anzahl von 69.037 Ind./ha. Hainbuche und Buche sind die häufigsten Baumarten, beide kommen in vielen Probekreisen des Naturwaldreservates vor und besonders die Hainbuche erreicht in einzelnen Probekreisen sehr hohe Dichten. Esche und Traubeneiche haben etwa die gleiche Stetigkeit in den Probekreisen, Bergahorn eine deutlich geringere. Die Jungwuchs-Höhenklasse <11 cm wird insbesondere von Hainbuche aber auch von Esche dominiert, Buche und Bergahorn erreichen geringere Werte, die Eiche kommt nur vereinzelt vor. In der Höhenklasse 11-150 cm überwiegt wiederum die Hainbuche Rotbuche, Traubeneiche und Esche sind dort mit etwas weniger als 2000 Ind./ha nahezu gleich häufig vertreten. Auch in der Höhenklasse >150 cm überwiegt die Hainbuche mit 935 Ind./ha, daneben kommt die Rotbuche (417 Ind./ha) am häufigsten vor. Die Esche hat dort einen etwas höheren Anteil als der

Bergahorn, während die Traubeneiche fehlt. Schäden durch Verbiss der Naturverjüngung sind insgesamt gering. Nur Hainbuche und Traubeneiche liegen über einem Verbiss von 5 %, wobei die Höhenklasse 11-150 cm am stärksten betroffen ist. Die durchschnittliche Waldstrukturdiversität nach LINGENFELDER und WEBER (2001) liegt im „Enneschte Bësch“ bei 2,37. Die Kreise erreichen überwiegend Werte zwischen 2,00-2,49. Die Evenness beträgt im Untersuchungsgebiet 0,89, Strukturelemente sind also relativ gleichmäßig über das Gebiet verteilt. Die höchsten Waldstrukturdiversitätswerte werden im Übergangsbereich vom Eichen- Hainbuchenwald zum Perlgras-Buchenwald erreicht.

Neben den Waldstrukturindizes tragen Kleinstrukturen (bestimmte Wuchsformen, biotisch oder abiotisch hervorgerufene „Schäden“ sowie Wurzel-teller) wesentlich zur Diversitätssteigerung in einem Waldbestand bei. Bäume mit solchen „morphologischen Strukturen“ werden von der WSA-L erfasst und können sich in Naturwaldreservaten vom Menschen unbeeinflusst weiterentwickeln. Insgesamt wurden 506 Kleinstrukturen an lebenden und toten Bäumen aufgenommen, wobei die Zwiesel am häufigsten vorgefunden wurden.

3. Literaturverzeichnis

KÄRCHER, R.; WEBER, J.; BARITZ, R.; FÖRSTER, M.; SONG, X. (1997): Aufnahme von Waldstrukturen: Arbeitsanleitung für Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. -Mitt. FVA Baden-Württemberg 199, 57 S.

LINGENFELDER, M.; WEBER, J. (2001): Analyse der Strukturdiversität in Bannwäldern, AFZ-Der Wald 13/2001, S. 695-697

TOBES, R.; WEVELL VON KRÜGER, A.; BROCKAMP, U. (2008): Naturwaldbericht Enneschte Bësch 2008, Bd. 3. Resultate der Waldstrukturaufnahme. Forstverwaltung Luxemburg, 71S.

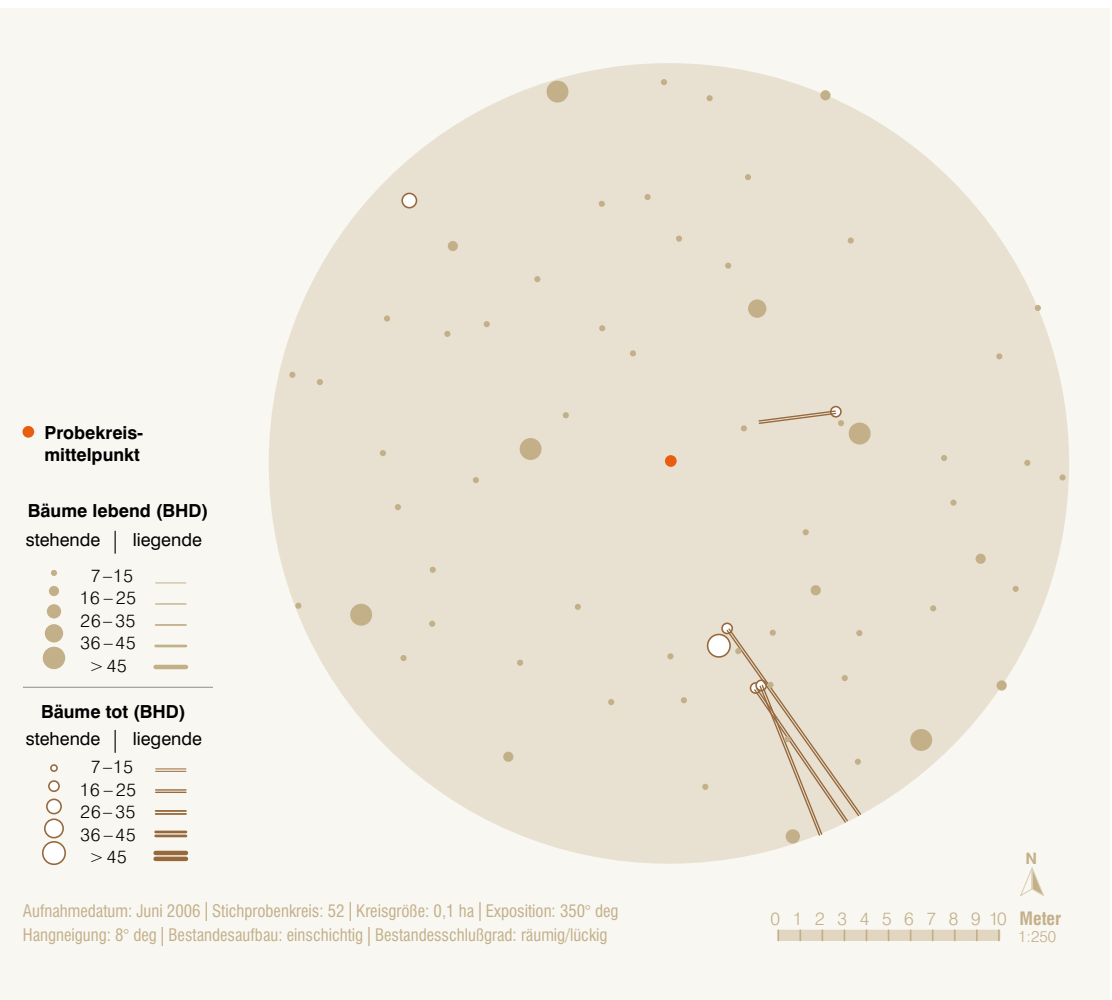
4. Verzeichnis der Abbildungen

4.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ und Lage der Probekreise.	19
Abbildung 2: Stammverteilungsplan des Probekreises Nr. 52.	20

Abbildung 2

Stammverteilungsplan des Probekreises Nr. 52



Untersuchung zur Fledermausfauna im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ (2003)

Dr. Markus DIETZ, Jacques PIR

1. Einleitung

Wald ist ein zentraler Lebensraum für die gesamte Artengruppe der Fledermäuse (KUNZ & LUMSDEN 2003, BOYE & DIETZ 2005). Mehr als die Hälfte der Fledermausarten sind obligat auf Höhlen in Bäumen angewiesen, und alle Arten nutzen den Wald als Nahrungsraum (DIETZ 2007). In Luxemburg kommen 19 rezente Fledermausarten vor, weltweit sind rund 1.100 Fledermausarten beschrieben (HARBUSCH et al. 2002, SIMMONS & CONWAY 2003). Die Erforschung von Fledermäusen in Naturwaldreservaten ist als ein Beitrag zu sehen, den Kenntnisstand von Fledermäusen in Wäldern zu verbessern und gleichzeitig die Auswirkungen der natürlichen Entwicklung auf die Fledermausvorkommen zu dokumentieren. Anders als bei den seit Jahrhunderten durch viele Naturkundler untersuchten Tier-

gruppen, etwa der Vögel oder der Käfer, fristete die Fledermausforschung aufgrund der methodischen Schwierigkeiten ein Schattendasein.

Vorliegend werden die Ergebnisse einer von der Forstverwaltung und der Biologischen Station Sicona in Auftrag gegebenen Untersuchung zur Fledermausfauna und zum Baumhöhlenangebot in dem von bodenfeuchten Eichen-Hainbuchenwäldern und nährstoffreichen Buchenwäldern dominierten Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ vorgestellt. Die Ersterhebung sollte im Zuge des Ausweisungsverfahrens zunächst die Schutzwürdigkeit des Gebietes belegen. Außerdem sollte sie als Grundlage für ein langfristiges Monitoring des Schutzgebietes dienen, insbesondere im Hinblick auf die Wirkung der natürlichen Dynamik ohne forstliche Maßnahmen.

Im Einzelnen sollen im Rahmen der Untersuchung folgende Punkte bearbeitet werden:

- Vorkommendes Artenspektrum,
- Feststellen des Reproduktionszustandes der Fledermausarten sowie
- Verfügbarkeit von Baumhöhlen.

Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten erfolgten die Erhebungen gemäß der Methodik der Untersuchungen in den Naturwaldreservaten „Laangmuer“, „Reif“ und „Bettembourger Wald“, die zwischen 2003 und 2007 (ITN 2007, 2006, 2003) durchgeführt wurden.

2. Material und Methoden

Die hier aufgeführten Methoden orientieren sich so weit möglich an den Grundsätzen für die Forschung in Naturwaldreservaten, d.h. der Verhältnismäßigkeit von Aufwand und Ergebnis, der standardisierten Wiederholbarkeit und der möglichst schonenden, d.h. nicht beeinflussenden Wirkung auf die natürlichen Abläufe in den Gebieten (vgl. WINTER et al. 1999). Gearbeitet wurde mit einer Methodenkombination aus akustischen Erfassungen (3 Detektorbegehungen), Netzfang (n=1), Telemetrie zur Bestimmung von Wochenstubenquartierbäumen und einer Baumhöhlenkartierung. Aus unabänderlichen Gründen konnte die Fledermauserfassung lediglich im Mai 2003 durchgeführt werden.

Noch vor Beginn der Fledermauserfassung wurden in der laubfreien Zeit die in Bereichen bis etwa 30 m links und rechts aller Waldwege erkennbaren Baumhöhlen kartiert und mit Hilfe des Fernglases einem Baumhöhlentyp zugeordnet. Kategorisiert wurden Spechthöhlen, ausgefaulte Astabbrüche und Spalten sowie abstehende Rinde. Alle Waldwege wurden zweimal während unterschiedlicher Lichtsituationen bzw. Tageszeiten begangen. Eine flächendeckende Baumhöhlenerfassung war aufgrund der begrenzten Untersuchungszeit nicht möglich. Durch die Erfassung vom Weg aus konnten rund 32% (27 ha) der untersuchten Waldfläche kartiert werden. Dabei ist zu bedenken, dass die Bäume nur von der Wegseite aus abgesucht wurden und zumindest ein Teilausschnitt auf der Rückseite nicht einsehbar war.

Die Erfassung der Fledermäuse im Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“ begann nach dem Laubaustrieb. Zur akustischen Bestimmung der vorkommenden Fledermäuse mit dem Fledermaus-Detektor wurden folgende Bestimmungskriterien angewendet:

- Hauptfrequenz, Klang, Dauer und Pulsrate der Fledermausrufe
- Größe und Flugverhalten der Fledermaus
- Allgemeine Kriterien wie Habitat und Erscheinungszeitpunkt.

Obwohl die Feldbestimmung und systematische Erfassung von Fledermausvorkommen mit Hilfe von Detektoren seit Anfang der 1980'er Jahre zunehmend verbessert wurde (z.B. WEID 1988, LIMPENS & ROSCHEN 1995, PETTERSON 1993, TUPINIER 1996), können nicht alle Fledermausarten eindeutig mit dem Detektor bestimmt werden. Beispielsweise ist eine Unterscheidung der beiden Langohrarten (*Plecotus auritus/austriacus*) und der Bartfledermausarten (*Myotis mystacinus/brandtii*) akustisch nicht möglich. Zudem erlauben Detektornachweise keine Aussagen über Alter, Geschlecht und Reproduktion der Arten. Um Aussagen zum Zustand der Population machen zu können, sind daher zusätzlich Netzfänge notwendig. Der Fang der Tiere erfolgte mit Netzen, wie sie zum Vogelfang verwendet werden. Bei dem im Wald durchgeführten Netzfang wurden etwa 90 m Netz aufgestellt und während der gesamten Nacht von Beginn der Abenddämmerung bis in die frühen Morgenstunden von zwei erfahrenen und methodisch geschulten Fledermauskundlern betreut, um die Tiere sofort zu befreien.

An den gefangenen Tieren konnte neben der exakten Art- und Altersbestimmung (adult/juvenil) auch der Reproduktionszustand (bei ♀: schwanger, säugend, nicht-reproduktiv, bei ♂: Paarungsbereitschaft über Nebenhodenfüllung; vgl. RACEY 1988) bestimmt werden. Die Tiere wurden zum kompletten Vermessen und Bestimmen kurzzeitig gehältert, bevor sie (besondert und) wieder frei gelassen wurden.

Für die Ermittlung von Koloniestandorten wurde einem reproduktiv aktiven Bechsteinfledermausweibchen ein Minisender (Typ LB-2, Firma Holohil, Kanada) mittels medizinischem Hautkleber (Firma

Skinbond) ins Rückenfell geklebt. Das Sendergewicht betrug 0,4 g, d.h. es lag unter 5 % der Körpermasse des Tieres. Die Besenderung stellte somit für die Fledermaus keine gravierende Belastung dar (ALDRIDGE & BRIGHAM 1988). Mit entsprechenden Empfangsgeräten (Yaesu-Empfänger der Firma Wagener (Köln)) und 2-Element Yagi Antennen (HB9CV) konnten die von den aktivierten Sendern abgegebenen Signale über Distanzen von mehreren hundert Metern geortet werden.

Die Ermittlung der von dem Sendertier tagsüber besetzten Quartiere erfolgte ähnlich dem „Homing in on the animal“ (MECH 1986, WHITE & GARROTT 1990). Dabei wird der genaue Aufenthaltsort der besenderten Fledermaus bestimmt, indem man zunächst der Richtung folgt, in die das Empfangsgerät mit stärkstem Ton- sowie Displaysignal weist. Nach Annäherung an das Sendertier und damit einhergehender kontinuierlicher Zunahme der Signalstärke kann die Genauigkeit der Peilung durch allmähliche Abschwächung des geräteinternen Vorverstärkers erhöht werden. Befindet sich das Sendertier schließlich nur noch in sehr geringem Abstand zum Empfänger, kann die Exaktheit der Signalwahrnehmung weiterhin mittels eines Attenuators gesteigert werden. Durch abendliche Ausflugszählungen wurde die Präsenz von Fledermäusen in den telemetrisch bestimmten Quartierbäumen bestätigt.

3. Ergebnisse

3.1 | Erfassung der Baumhöhlendichte

Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ konnten beidseitig der offiziellen Wege in unregelmäßiger Verteilung 81 Baumhöhlen (Abbildung 1) in 69 Höhlenbäumen (Abbildung 2) klassifiziert und protokolliert werden. Die klassifizierten Baumhöhlen verteilen sich zu 61 % (n=50) auf Spechthöhlen, zu 17,3 % (n=14) auf Astabbrüche sowie zu 14,8 % (n=12) auf Spalten. Abstehende Rindenstücke machten 6,1 % (n=5) aller potentiellen Fledermausquartiere im Gebiet aus. Bei den Spechthöhlen dominieren die von Fledermäusen am häufigsten genutzten Bunt-/Mittelspecht- sowie Grün-/Grauspechthöhlen. Akustisch und optisch nachgewiesen wurden bei den Begehungen Grün- und Grauspecht (*Picus viridis* und *canus*), Bunt- und Mittelspecht (*Dendrocopos major* und *medius*) sowie Schwarzspecht (*Dryocopus martius*). Die 69 aufgenommenen Höhlenbäume verteilen sich auf 46 Eichen (*Quercus robur* und *petraea*) und 22 Buchen (*Fagus sylvatica*), die durchweg in Beständen mit einem Alter deutlich über 100 Jahre zu finden waren. Tendenziell waren etwas mehr Höhlen in Eichen als in Buchen zu finden, als nach der Bestandeszusammensetzung im Untersuchungsgebiet bei einer Gleichverteilung zu erwarten wäre.

Abbildung 2

Kartierte potentielle Quartierbäume (n=69) im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“.

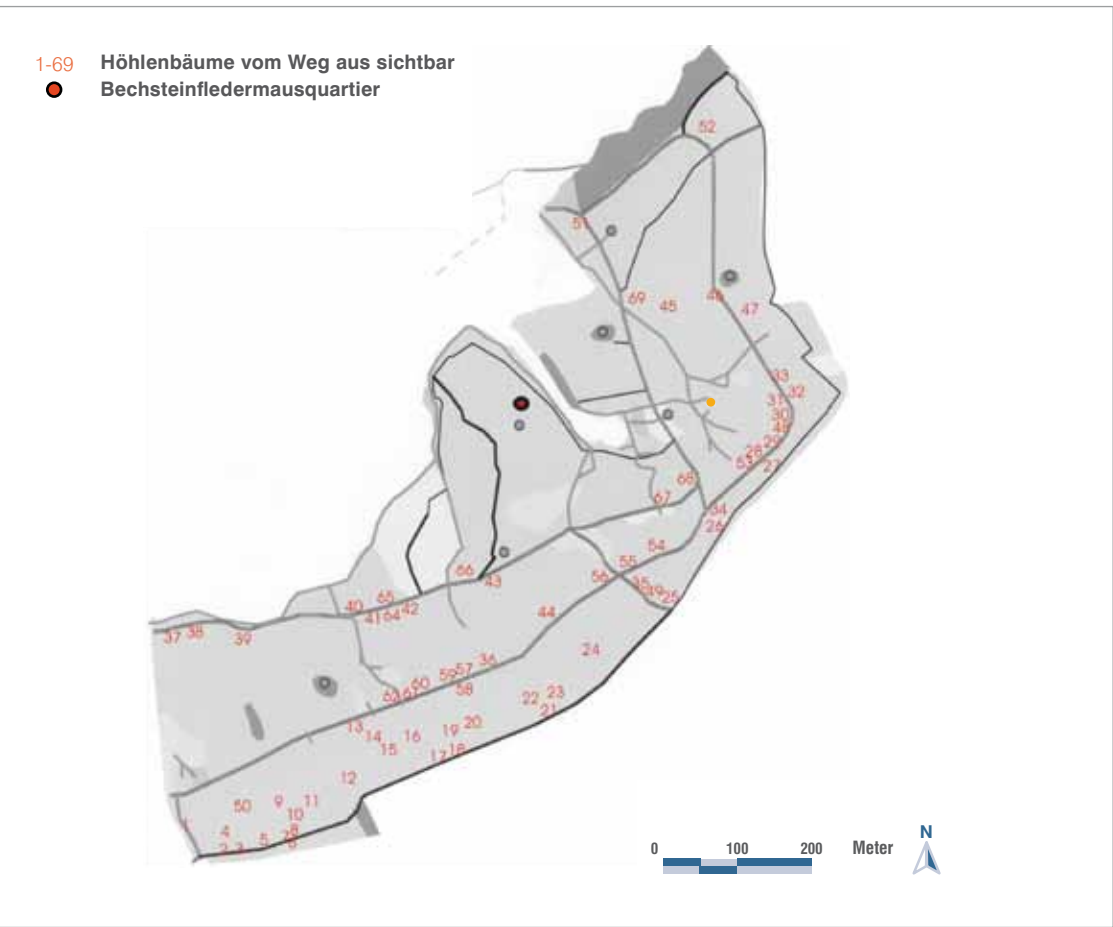
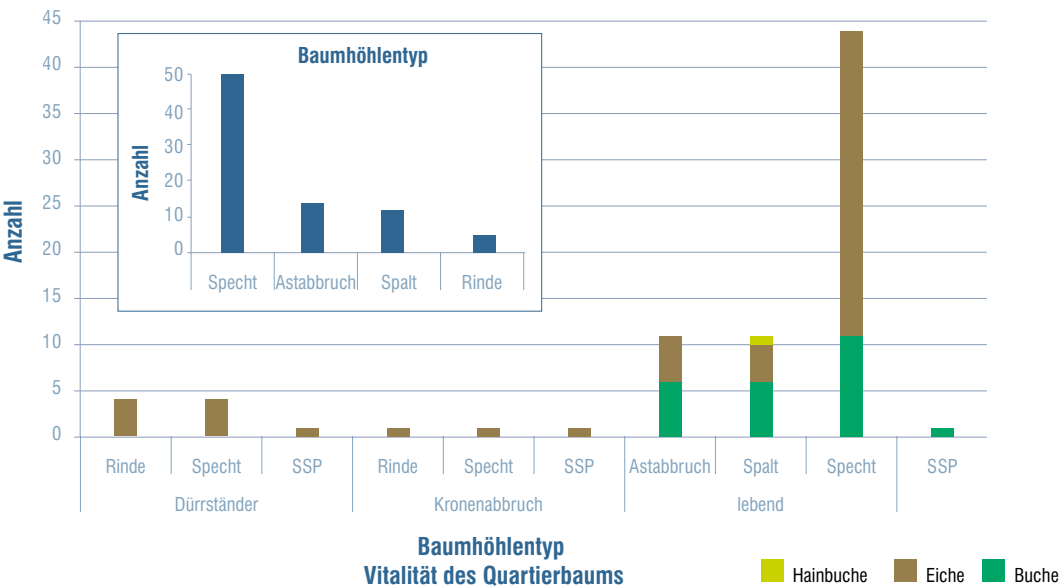


Abbildung 1

Kartierte Baumhöhlentypen (n=81) im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“. SSP = Schwarzspechthöhle.



3.2 | Nachgewiesene Fledermausarten

Bei den Untersuchungen konnten 68 Nachweise von fünf Arten mit dem Detektor und drei Bechsteinfledermäuse mit Netzen festgestellt werden (Tabelle 2). Drei der fünf nachgewiesenen Arten sind nach bisherigem Kenntnisstand in Luxemburg als

Tabelle 1 Schutzstatus nach Rote Liste Luxemburg und Habitat-Direktive (FFH-Richtlinie) der im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ im Jahr 2003 nachgewiesenen Fledermausarten. RL L = Rote Liste Luxemburg, FFH = Fauna-Flora-Habitat Richtlinie. Kategorien der Roten Liste: 1 vom Aussterben bedroht, 2 stark gefährdet, 3 gefährdet, V Arten der Vorwarnliste, G Gefährdung anzunehmen, aber Status unbekannt, n derzeit nicht gefährdet (HARBUSCH et al. 2002).

Arten	Gefährdung	
	RL L	Anhang FFH
Bechsteinfledermaus <i>Myotis bechsteinii</i>	2	II+IV
Fransenfledermaus <i>Myotis nattereri</i>	2	IV
Kleiner Abendsegler <i>Nyctalus leisleri</i>	2	IV
Großer Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	3	IV
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	V	IV

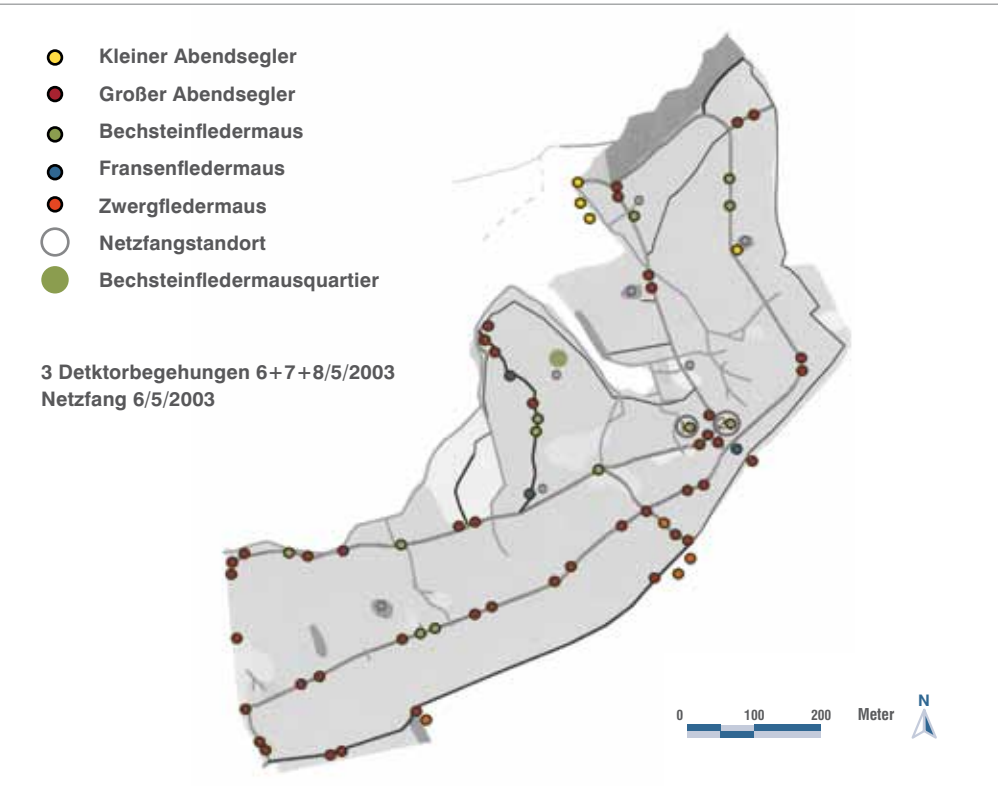
stark gefährdet eingestuft (HARBUSCH et al. 2002, Tabelle 1). Hierzu zählt die Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) sowie der Kleine Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) und die Fransenfledermaus (*M. nattereri*). Vier der nachgewiesenen Arten (die Bechsteinfledermaus, die Fransenfledermaus und die beiden Abendseglerarten) sind obligate Baumhöhlen bewohnende Arten, d.h. es ist zu erwarten, dass sie in dem Gebiet regelmäßig Quartiere aufsuchen. Die Telemetrie von einer weiblichen Bechsteinfledermaus bestätigt diese Annahme für diese Fledermausart. In der einzigen Fangnacht (06.05.03) verfangen sich drei Bechsteinfledermäuse im Netz, davon zwei adulte Weibchen und ein adultes Männchen, in einem engen Zeitfenster, teilweise angelockt durch die Rufe der Artgenossen. Die Zwergfledermaus ist eine überwiegend Gebäude bewohnende Art, die ihre Quartiere in den nahe gelegenen Siedlungen aufsucht und den Wald hauptsächlich als Nahrungsraum nutzt.

Tabelle 2 Übersicht der Netzfang- und Detektorergebnisse im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ im Jahr 2003.

ART	NETZFANG					DETEKTOR-KONTAKTE
	♀	♂	juv	Geschl. undef.	Σ	
Bechsteinfledermaus <i>Myotis bechsteinii</i>	2	1	0	0	3	12
Fransenfledermaus <i>Myotis nattereri</i>	0	0	0	0	0	3
Kleiner Abendsegler <i>Nyctalus leisleri</i>	0	0	0	0	0	4
Großer Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	0	0	0	0	0	5
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	0	0	0	0	0	44
Σ gesamt	2	1	0	0	3	68

Abbildung 3

Fledermausnachweise aus den Detektorbegehungen (n = 3) und dem Netzfang (n = 1) im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“.



3.3 | Stetigkeit der Vorkommen und relative Aktivitätsdichte

Bei den akustischen Nachweisen dominierte mit 64,7 % aller Kontakte die Zwergfledermaus. Am zweithäufigsten war die Bechsteinfledermaus (17,6 %), gefolgt vom Großen Abendsegler (7,4 %), zu vernehmen. Kleiner Abendsegler und Fransenfledermaus wurden mit drei bis vier Kontakten (4,4-5,9 %) verhört. Die Nachweise verteilen sich

über die gesamte Fläche des Naturwaldreservats (Abbildung 3), wobei die beiden Abendseglerarten vor allem in Waldrandnähe und in der Nähe eines Tümpels im Wald jagten. Die Flugnachweise der Bechsteinfledermaus und der Fransenfledermaus konzentrieren sich auf die feuchten Bereiche des Untersuchungsgebietes. Zwergfledermäuse bejagten das gesamte Untersuchungsgebiet in ähnlicher Intensität.

3.4 | Kommentierte Artenliste

Allgemeine Informationen zu den Habitatsprüchen und der Verbreitung der einzelnen nachgewiesenen Arten sind bereits in den vorangegangenen Berichten (ITN 2003a, 2003b, 2006) gegeben worden. Deswegen wird an dieser Stelle nur das Vorkommen im Untersuchungsgebiet erläutert.

Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii*

Die Art konnte bei allen drei Detektorbegehungen und während des Netzfanges nachgewiesen werden. Die Flugnachweise beschränken sich auf die feuchteren Bereiche des Untersuchungsgebietes. Durch den Netzfang konnten zwei adulte Weibchen und ein adultes Männchen gefangen werden. Aufgrund der europaweiten Bedeutung der Bechsteinfledermausvorkommen wurde ein adultes Weibchen mit einem Telemetriesender versehen, um das Quartier nachzuweisen. Es konnte schließlich in einem Spechtloch einer alten Stieleiche (*Quercus robur*) im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes gefunden werden (Abbildung 4). Das Ausflugsloch befand sich in einer Höhe von etwa 12 m. Bei einer Ausflugszählung konnten deutlich mehr als 40 ausfliegende Bechsteinfledermäuse gezählt werden. Es handelte sich hier um den ersten Nachweis einer Wochenstubenkolonie für Luxemburg, die zudem noch eine bemerkenswerte Größe aufweist.

Fransenfledermaus *Myotis nattereri*

Fransenfledermäuse konnten mehrfach während der Detektorbegehungen in den feuchten Waldbereichen bestimmt werden. Ein Netzfang gelang nicht. Bei einer höheren Untersuchungsdichte ist jedoch mit weiteren Nachweisen zu rechnen, eine Reproduktion im Bereich des Untersuchungsgebietes ist wahrscheinlich.

Kleiner Abendsegler *Nyctalus leisleri*

Die Art konnte im Untersuchungsgebiet am nördlichen Waldrand über den Feuchtwiesen sowie im Bereich eines Tümpels im Bestandesinnern beobachtet werden. Hinweise auf genutzte Quartiere ergaben sich nicht. Eine Besiedlung der Baumhöhlen des Untersuchungsgebietes ist jedoch anzunehmen.

Großer Abendsegler *Nyctalus noctula*

Im Untersuchungsgebiet konnten lediglich einige Flugnachweise über den angrenzenden Wiesen erbracht werden. Aufgrund der Bestandesstruktur und des Baumhöhlenangebotes ist jedoch mit genutzten Baumquartieren zu rechnen. Mehrfache Kontrollen vom Frühsommer bis in den Frühherbst könnten eindeutige Hinweise für den Status der Art im Untersuchungsgebiet ergeben.

Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus*

Die Zwergfledermaus war die am häufigsten zu registrierende Fledermausart im Untersuchungsgebiet, was neben der relativen Häufigkeit jedoch auch an der Lautstärke der Ortungsrufe liegt. Die Art ist deutlicher wahrzunehmen als die beiden *Myotis*-Arten. Es ist davon auszugehen, dass sich im benachbarten Siedlungsraum Zwergfledermauskolonien befinden und die Tiere regelmäßig das Untersuchungsgebiet als Nahrungsraum nutzen.

4. Diskussion

4.1 | Untersuchungsdichte

Die hier vorgestellte Untersuchung hatte das Ziel, die als Naturwaldreservat vorgesehene Fläche im „Enneschte Bësch“ aus fledermauskundlicher Sicht zu bewerten. Hierzu wurden halbquantitative Erfassungen zum Baumhöhlenangebot sowie Untersuchungen zur vorkommenden Fledermausfauna durchgeführt. Aus Zeit- und Kostengründen beschränkte sich die Erfassung der Baumhöhlen auf die von den Wegen einsehbaren Flächen. Diese Probeflächenauswahl erfolgte deswegen, weil gerade im Bereich der Wege trotz einem Nutzungsverzicht weiterhin Bäume gefällt werden, um der Verkehrswegesicherung Genüge zu leisten. Exakte Angaben zur Baumhöhlendichte des Gebietes ließen sich mit dieser Methode nicht ermitteln, jedoch erlauben die Schätzwerte einen groben Vergleich mit anderen Untersuchungen. Die Erfassung der Fledermausfauna beschränkte sich auf dreimalige Detektorbegehungen und einen Netzfang in der ersten Maihälfte. Dies ist insgesamt eine zu geringe Intensität, um ein erschöpfendes Artenspektrum zu ermitteln (vgl. DIETZ & SIMON 2005). Um einen vollständigen Überblick über die Fledermausfauna des Waldgebietes und deren Reproduktionsstatus zu bekommen wären saisonal verteilt weitere Begehungen und Netzfänge notwendig. Allerdings ergaben sich bereits in den durchgeführten Nächten im Vergleich zu dem bisherigen Kenntnisstand der Waldfledermausfauna Luxemburgs bemerkenswerte Funde, wie z.B. der Nachweis der ersten Wochenstubenkolonie der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*). Es ist davon auszugehen, dass bei einer höheren Untersuchungsdichte auf der rund 86 ha großen Untersuchungsfläche weitere Art- und Quartiernachweise erfolgen würden.

4.2 | Fledermausvorkommen

Mit fünf nachgewiesenen Fledermausarten im „Enneschte Bësch“ weist das Untersuchungsgebiet eine vergleichsweise geringe Diversität auf. Es wurden damit bislang in diesem Naturwaldreservat weniger Arten beobachtet als in den Naturwaldreservaten „Laangmuer“, „Petternersch“, „Bettenburg“, „Réif“ und „Grouf“ (Tabelle 3, DIETZ & PIR 2009).

Insgesamt sind 13 Fledermausarten in den bisher untersuchten Naturwaldreservaten Luxemburgs nachgewiesen. In „Enneschte Bësch“ wurden bislang auf gut 0,033 % (86 ha) der Landesfläche (258.600 ha) etwas mehr als 1/4 der 19 in Luxemburg vorkommenden Arten nachgewiesen. Mit der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*), der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*) und dem Kleinen Abendsegler (*Nyctalus leisleri*) konnten drei für Luxemburg stark gefährdete Arten entdeckt werden. Zudem gelang der erste Nachweis einer Wochenstubenkolonie für die europaweit besonders geschützte Bechsteinfledermaus in Luxemburg. Da bei den Erfassungen mit vergleichsweise geringem Aufwand untersucht wurde, verdeutlicht dieses Ergebnis die hohe Bedeutung extensiv genutzter oder gänzlich aus der Bewirtschaftung genommener Wälder für Fledermäuse.

In allen untersuchten Naturwaldreservaten wurden bisher die Fransenfledermaus (*M. nattereri*), der Große Abendsegler (*N. noctula*) und die Zwergfledermaus (*P. pipistrellus*) nachgewiesen. Die Bechsteinfledermaus (*M. bechsteinii*) und der Kleine Abendsegler (*N. leisleri*) konnten nur in jeweils einem Naturwaldreservat nicht gefunden werden. Die am seltensten angetroffenen Fledermausarten sind die Große Hufeisennase (*R. ferrumequinum*), die Wimperfledermaus (*M. emarginatus*) und die Breitflügelfledermaus (*E. serotinus*) die nur in jeweils einem Gebiet nachgewiesen werden konnten.

Abbildung 4

Jagdgebiet von Bechsteinfledermäusen (links) im Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“ sowie der Quartierbaum der Bechsteinfledermauskolonie (rechts). Die in der Eiche genutzte Spechthöhle befand sich in 12 m Höhe.



Dass die Zwergfledermaus die am häufigsten anzutreffende Art in Luxemburg ist, wurde auch in der hier vorliegenden Untersuchung durch die häufigen Detektorkontakte bestätigt.

Offensichtlich in seiner Dichte meist überschätzt ist der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*). Im Gegensatz zu den meisten Fledermausarten ist die in der frühen Dämmerung fliegende Art auch optisch auffällig und beobachtbar. Der Kleine Abendsegler wird dagegen bisweilen unterschätzt, da er optisch unauffälliger und akustisch schwieriger zu bestimmen ist. Beide Abendsegler-Arten konnten in annähernd allen Naturwaldreservaten nachgewiesen werden, nur im Gebiet „Petternbesch“ wurde der Kleine Abendsegler nicht beobachtet.

Bartfledermäuse wurden bislang in vier der sechs untersuchten Flächen nachgewiesen. Bei den beiden Naturwaldreservaten ohne Bartfledermausnachweise handelt es sich um „Enneschte Bësch“ und „Réif“. In „Petternbesch“ liegen von Bartfledermäusen nur Detektornachweise vor, so dass dort keine Unterscheidung der Großen und Kleinen Bartfledermaus (*Myotis brandtii* und *M. mystacinus*) erfolgen konnte. Die Große Bartfledermaus ist für Luxemburg als sehr selten anzusehen. Im RFI „Enneschte Bësch“ konnte sie wie auch in den übrigen Naturwaldreservaten noch nicht gefangen werden.

Tabelle 3 Übersicht über die in den verschiedenen luxemburgischen Naturwaldreservaten nachgewiesenen Fledermausarten in den Untersuchungen der Jahre 2003 – 2007.

ART	GEBIET					
	Bettemburg	Enneschte Bësch	Réif	Laangmuer	Pëttenerbësch	Grouf
Bechsteinfledermaus	•	•	•		•	•
Großes Mausohr	•		•	•		•
Große Hufeisennase			•			
Wimperfledermaus			•			
Bartfledermaus unbest.*	•			•	•	•
Braunes Langohr			•			•
Breitflügelfledermaus					•	
Fransenfledermaus	•	•	•	•	•	•
Großer Abendsegler	•	•	•	•	•	•
Kl. Bartfledermaus	•			•		•
Kleiner Abendsegler	•	•	•	•		•
Rauhautfledermaus	•			•		•
Wasserfledermaus	•					
Zwergfledermaus	•	•	•	•	•	•
Σ Arten (Individuen)	9	5	9	7	6	9

* Eine akustische Unterscheidung der beiden Arten ist nicht möglich.

4.3 | Lebensraumqualität für Fledermäuse

Das Untersuchungsgebiet im „Enneschte Bësch“ ist geprägt von weit über hundertjährigen Buchen- und Eichenbeständen (Luzulo-Fagetum und Primulo-Carpinetum), die durch ihre unterschiedliche vertikale Strukturierung und durch ihr Baumhöhlenangebot eine hohe Qualität als Nahrungs- und Wohnraum für Fledermäuse aufweisen.

Baumhöhlen erfüllen für ein breites Spektrum an Tierarten vielfältige Lebensraumfunktionen. Wirbeltieren bieten sie vor allem Schutz gegenüber der Witterung und potenziellen Fraßfeinden, einigen Arten dienen sie außerdem als Nahrungsdepot. Fledermäuse nutzen Baumhöhlen im Jahresverlauf als Tagesschlafplatz, zur Aufzucht ihrer Jungtiere, als Balz- und Zwischenquartier sowie während des Winterschlafs. Für mehr als die Hälfte der 19 in Luxemburg nachgewiesenen Arten sind Baumhöhlen obligate Rückzugsorte. Bislang deutet sich an, dass mit zunehmendem Alter von Laub- und Laubmischwaldbeständen die Bedeutung für Fledermäuse wächst. Sie entwickeln generationenübergreifende Nutzungstraditionen, wobei jahrzehntelang die gleichen Höhlen aufgesucht und permanent neue entdeckt werden (DIETZ 1998). Da Fledermäuse nicht in der Lage sind sich selbständig Wohnraum zu schaffen, sind sie auf Specht-

höhlen und natürliche Entwicklungsprozesse in Folge einer Verletzung des Baumes angewiesen.

Die Anzahl potenziell nutzbarer Höhlen sowie ihre Qualität sind somit neben der Nahrungsdichte entscheidende Kriterien für die Besiedlung von Wäldern durch Fledermäuse. Ihre Ausprägung wird von unterschiedlichsten Faktoren, wie dem Alter und den abiotischen Wuchsbedingungen (Klima, Boden) ebenso beeinflusst, wie von der vorkommenden Fauna und den durchgeführten Bewirtschaftungsmaßnahmen. Letztere entscheiden wesentlich über die Baumartenzusammensetzung, die Struktur und das Alter eines Waldes.

Nach den Ergebnissen aus dem hessischen Naturwaldreservatprogramm deutet sich an, dass durch die Pflege- und Nutzungshiebe in bewirtschafteten Vergleichsflächen die Baumhöhlendichte gegenüber den Totalreservaten deutlich niedriger ist (DIETZ 2002).

ZAHNER (2001) zeigt für Bayern auf, dass in den untersuchten Buchenwaldreservaten ohne forstliche Nutzung die Gesamtbaumhöhlendichte deutlich größer ist als in bewirtschafteten Wäldern. HOHLFELD (2001) verweist auf die in Bannwäldern gegenüber Wirtschaftswäldern Baden-Württembergs deutlich höhere Zahl an Baumhöhlen. Entsprechend konnte er in Bannwäldern eine höhere Zahl an baumhöhlenbewohnenden Vogelarten nachweisen. Der Anteil an Höhlenbrütern ist nach ZAHNER (2000) somit ein Indikator für höhlenreiche und alte Wälder.

4.4 | Perspektive und Schutzmaßnahmen

Perspektivisch ist zu erwarten, dass im Naturwaldreservat im „Enneschte Bësch“ die Baumhöhlendichte weiter ansteigt. Bisher entspricht die von den Wegen aus protokollierte Baumhöhlendichte 4-5 Höhlen pro ha. Geht man davon aus, dass auf der vom Weg aus nicht sichtbaren Seite der Bäume noch einmal die gleiche Zahl zu finden ist, so bekommt man Schätzwerte von 8-10 Höhlen pro ha. NOECKE (1991) ermittelte in bewirtschafteten Buchenbeständen Nordrhein-Westfalens eine Höhlendichte zwischen 5,7 – 7,1/ha für die Altersklassen von 125 – 179 Jahre. In vergleichbar alten

Naturwaldzellen konnte sie eine Dichte von 15,7/ha finden. ZAHNER (2001) gibt für bewirtschaftete Buchenwälder Dichtewerte von 4 - 11,2/ha gegenüber 15,2/ha und 34,6/ha in Buchenreservaten an. Für den Philosophenwald in Gießen, der 1987 als Bannwald ausgewiesen wurde, konnte FRANK (1997) eine Höhlendichte von 21/ha ausarbeiten. Dieser Wert ist auch für das Untersuchungsgebiet im „Enneschte Bësch“ in absehbarer Zeit realistisch, zumal die beiden Wälder sich in ihrer Struktur sehr ähneln.

Entscheidend für die weitere Entwicklung wird jedoch der Umgang mit dem Problem der Verkehrswegesicherung sein. Bereits jetzt sind Höhlenbäume an den Wegrändern von Fällungsarbeiten betroffen, die im Zuge der Verkehrswegesicherung durchgeführt werden. Bei der derzeitigen Wegedichte wird eine konsequente Umsetzung der Verkehrswegesicherung durch Fällung der „Gefahrenbäume“ das Baumhöhlenangebot reduzieren. Sinnvoller ist ein Wegnehmen der abgestorbenen und über den Weg hängenden Äste mit Hilfe eines Baumsteigers. Bei komplett abgängigen Bäumen könnte die gesamte Krone gekappt werden und als Totholz im Bestand verbleiben. Der Stammrest kann als stehendes Totholz noch lange Jahre als Höhlenbaum dienen und für die Nahrungsbeschaffung z.B. des Mittelspechtes von hoher Bedeutung sein. Eine Information für die Besucher des Gebietes auf den Parkplätzen sowie eine offensive Öffentlichkeitsarbeit mit Exkursionen zur Fledermaus- oder Gesamthöhlenfauna des Gebietes könnte die Akzeptanz der Maßnahmen steigern.

Eine weitere Schutzmaßnahme für die vorkommenden Fledermausarten, und hier im Besonderen der Bechstein- und Fransenfledermaus, ist der Erhalt der Bodenfeuchte und der damit verbundenen feuchten Eichenwälder. Die vorhandenen Entwässerungsgräben sollten aus diesem Grunde zumindest teilweise geschlossen werden. Da der Aktionsraum der nachgewiesenen Bechsteinfledermauskolonie nach dem derzeitigen Literaturkenntnisstand (KERTH et al. 2002) deutlich über das Untersuchungsgebiet hinausgeht, sollten auch die angrenzenden Waldbereiche schonend bewirtschaftet werden, d.h. z.B. Einzelstammnutzung, keine kurzzeitigen Änderungen der Waldstruktur und keine Erhöhung des Nadelholzanteils.

Da die Einrichtung von Naturwaldreservaten auch der Ökosystemforschung dienen kann, empfiehlt es sich, das Untersuchungsgebiet in regelmäßigen Zeiträumen weiter zu beobachten (z.B. Baumhöhlenangebot, Höhlenbrüterdichte, Fledermausvorkommen, Totholzfauna).

5. Zusammenfassung

Für das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ wurden im Mai 2003 Untersuchungen zur Fledermausfauna durchgeführt. Durch drei Detektorbegehungen sowie einen Netzfang wurden fünf Fledermausarten nachgewiesen. Drei Arten sind in Luxemburg stark gefährdet, darunter die Fransenfledermaus, der Kleine Abendsegler und die Bechsteinfledermaus.

Mit dem Nachweis von fünf Fledermausarten im Untersuchungsgebiet, ergab sich im RFI „Enneschte Bësch“ eine geringere Artendiversität als in allen anderen Naturwaldreservaten Luxemburgs. Jedoch wird das ca. 86 ha große Gebiet von einer der größten in Luxemburg nachgewiesenen Bechsteinfledermauskolonien (*Myotis bechsteinii*), die aus über 40 adulten Weibchen besteht, als Lebensraum genutzt.

Neben der Bechsteinfledermaus kommen zudem auch die Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*) und der Kleine sowie der Große Abendsegler (*Nyctalus leisleri* und *noctula*) als typische Baumhöhlenbewohner im „Enneschte Bësch“ vor. Als eine im Wald typischerweise nach Nahrung suchende weitere Art wurde die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) nachgewiesen.

6. Dank

Der Forstverwaltung sei für die Finanzierung der Studie herzlich gedankt.

Anschrift der Verfasser:
Markus DIETZ, Jacques PIR

Institut für Tierökologie und Naturbildung
Altes Forsthaus, Hauptstrasse 30
35321 Gonterskirchen
Tel.: 06405-500283
Fax.: 06405-501442
Mail: markus.dietz@tieroekologie.com
www.tieroekologie.com

7. Literatur

AHLÉN, I. & BAAGOE, H.J. (2000): Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. – Acta Chiropterologica 1 (2): 137-150, Warschau.

BIOLOGISCHE STATION WESTEN (2002): Naturwaldkonzept für Luxemburg. – Unveröffentl. Gutachten im Auftrag des Ministère de L'Environnement. Olm. S. 188 – 190.

BOYE, P., DIETZ, M. & WEBER, M. (1999): Fledermäuse und Fledermausschutz in Deutschland. - HRSG.: Bundesamt für Naturschutz, 110 S., Bonn.

BOYE, P. & DIETZ, M. (2005): Development of Good Practice Guidelines for Woodland Management for Bats. Report to The Bat Conservation Trust, 98 pp.

DIETZ, M. (1998): Habitatsprüche ausgewählter Fledermausarten und mögliche Schutzaspekte. - Beiträge der Akademie 26, HRSG: Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg: 27-57, Stuttgart.

DIETZ, M. & SIMON, M. (2005): Fledermäuse. In: Methoden zur Erfassung von Arten der Anhänge IV und V der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Eds: A. DOERPINGHAUS, C. EICHEN, H. GUNNEMANN, P. LEOPOLD, M. NEUKIRCHEN, J. PETERMANN, E. SCHRÖDER, Naturschutz und Biologische Vielfalt 20: 318 – 373.

DIETZ, M. (2007): Fledermäuse in hessischen Naturwaldreservaten. Ergebnisse fledermauskundlicher Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten. Mitteilungen der hessischen Landesforstverwaltung 43: 1 - 70.

DIETZ, M. & PIR, J.B. (2009): Die Fledermäuse (*Chiroptera*) des Naturwaldreservates „Laangmuer“. In: MURAT D. (Schriftl.): Zoologische und botanische Untersuchungen „Langmuer“ 2007-2008. Naturverwaltung Luxemburg: 227 S.: 22-33.

FRANK, R. (1997): Zur Dynamik der Nutzung von Baumhöhlen durch ihre Erbauer und Folgenutzer am Beispiel des Philosophenwaldes in Gießen an der Lahn. – Vogel und Umwelt, Zeitschrift für Vogelkunde und Naturschutz in Hessen 9: 59-84.

HARBUSCH, C.; ENGEL, E. & PIR, J.B. (2002): Die Fledermäuse Luxemburgs. - Ferrantia 33, HRSG: Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, 156 S..

HOHLFELD, F. (2001): Ornithologische Untersuchungen im Bann- und Wirtschaftswald Bechtaler Wald 1994/1999. – Abh. Ber. Mus. Heineanum 5: 59-78.

INSTITUT FÜR TIERÖKOLOGIE UND NATURBILDUNG (2003): Untersuchung zur Fledermausfauna und Baumhöhlendichte im potenziellen Naturwaldreservat „Bettemburger Wald“. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Biologischen Station Westen, 23 S.

INSTITUT FÜR TIERÖKOLOGIE UND NATURBILDUNG (2006): Erfassung der Fledermausfauna im geplanten Naturwaldreservat Réif bei Wellenstein unter besonderer Berücksichtigung der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii*. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Forstverwaltung Luxemburg, 24 S.

KERTH, G., WAGNER, M. & B. KÖNIG (2002): Habitat- und Quartiernutzung bei der Bechsteinfledermaus: Hinweise für den Artenschutz. – Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz 71: 99-108, HRSG: Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

KUNZ, T.H. & LUMBSDEN, L.F. (2003): Ecology of cavity and foliage roosting bats. In: KUNZ TH (ed.) Ecology of bats. Plenum Publishing, New York, S. 3-89.

LIMPENS, H.J.G.A. & ROSCHEN, A. (1995): Bestimmung der mitteleuropäischen Fledermausarten anhand ihrer Rufe. Kassette mit Begleitheft, HRSG.: NABU-Umweltpyramide Bremervörde.

MITCHELL-JONES, A. J., AMORI, G., BOGDANOWICZ, W., KRYŠTUFEK, B., REIJNDERS, P. J. H., SPITZENBERGER, F., STUBBE, M., THISSEN, J. B. M., VOHRALÍK, V. & ZIMA, J. (1999): The Atlas of European Mammals. – London (Academic Press). 496 p.

NOEKE, G. (1991): Abhängigkeit der Dichte natürlicher Baumhöhlen von Bestandesalter und Totholzangebot. – NZ NRW Seminarberichte 10: 51-53.

PETTERSON, L. (1993): Ultrasound detectors: different techniques, purposes and methods. In: Proceedings of the First European Bat Detector Workshop, HRSG.: K. KAPTEYN, Netherlands Bat Research Foundation, Amsterdam.

PFEIFFER, R. & PIR, J.B. (1994): Erster gesicherter nachweis des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*, KUHL 1818) für Luxemburg (*Mammalia, Chiroptera*). – Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois 95: 209 – 213.

RACEY, P. A. (1988): Reproductive assessment in bats. In: Ecological and behavioural methods for the study of bats. Hrsg.: Th. H. KUNZ. S. 31-45. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. & London.

SIMMONS, N. B. & CONWAY, T. M. (2003): Evolution of ecological diversity in bats. In: Ecological and behavioural methods for the study of bats. Hrsg.: Th. H. KUNZ & M. B. FENTON. S. 493-535. University of Chicago Press, London.

TUPINIER,Y. (1996): Die akustische Welt der europäischen Fledermäuse. HRSG.: Société Linnéenne de Lyon. Editions Sittelle, Mens, 136 S.

WEID, R. (1988): Bestimmungshilfe für das Erkennen europäischer Fledermäuse – insbesondere anhand der Ortungsrufe. – Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz 81: 63 – 71, München.

WINTER, et al. (1999): Programm zur Untersuchung der Fauna in Naturwäldern. IHW-Verlag, 61 S.

ZAHNER, V. (2000): Vogelwelt in Buchen-Naturwaldreservaten. – NUA Seminarbericht 4: 147 - 154.

ZAHNER, V. (2001): Strategien zum Vogelschutz im Bayerischen Staatswald: Zukunft oder Auslaufmodell. – Abh. Ber. Mus. Heineanum 5: 23-29.

8. Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

8.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kartierte Baumhöhlentypen (n=81) im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“. SSP = Schwarzspechthöhle.24

Abbildung 2: Kartierte potentielle Quartierbäume (n=69) im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“.25

Abbildung 3: Fledermausnachweise aus den Detektorbegehungen (n = 3) und dem Netzfang (n = 1) im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“.27

Abbildung 4: Jagdgebiet von Bechsteinfledermäusen (links) im Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“ sowie der Quartierbaum der Bechsteinfledermauskolonie (rechts). Die in der Eiche genutzte Spechthöhle befand sich in 12 m Höhe.29

8.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schutzstatus nach Rote Liste Luxemburg und Habitat-Direktive (FFH-Richtlinie) der im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ im Jahr 2003 nachgewiesenen Fledermausarten.26

Tabelle 2: Übersicht der Netzfang- und Detektorergebnisse im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ im Jahr 2003.26

Tabelle 3: Übersicht über die in den verschiedenen luxemburgischen Naturwaldreservaten nachgewiesenen Fledermausarten in den Untersuchungen der Jahre 2003 – 2007.30

Die Fledermäuse (Chiroptera) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2010)

Dr. Christine HARBUSCH

1. Einleitung

Das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ liegt zwischen den Ortschaften Leudelange und Bertrange und hat eine Größe von 86,4 ha. Es ist Bestandteil eines mehr als doppelt so großen Waldgebietes. Die Fledermausfauna des Naturwaldreservates wurde bereits im Zuge des Ausweisungsverfahrens im Jahre 2003 im Auftrag der Forstverwaltung erfasst (AEF 2003). Dabei

wurden fünf Fledermausarten festgestellt. Da diese Untersuchungen in einem zeitlich eingegrenzten Rahmen und mit eingeschränkter Methodik stattfanden, sollte die vorliegende Untersuchung eine Erfassung dieser Tiergruppe über die gesamte Aktivitätszeit beinhalten sowie eventuelle Veränderung in der Artenzusammensetzung belegen.

2. Material und Methoden

Bei der vorliegenden Untersuchung wurden drei verschiedene Methoden der Erfassung von Fledermausarten angewendet, um einen möglichst vollständigen Überblick über die Nutzung des Untersuchungsgebietes im Laufe einer Saison zu erhalten.

2.1. | Ultraschall-Detektor:

Die Ultraschalllaute jagender Fledermäuse werden mittels eines Ultraschall-Detektors in hörbare Laute umgewandelt. Diese Ultraschalllaute der Fledermäuse sind artspezifisch und die Art kann somit in der Regel bestimmt werden. Vorsicht bleibt jedoch bei der Bestimmung der kleinen *Myotis*-Arten geboten. Ähnliche Jagd- und Struktur-situationen bewirken bei diesen nah verwandten Arten ähnliche Rufe, die auch bei der Lautanalyse nicht eindeutig bestimmbar sein können (AHLÉN & BAAGØE 1999). So z.B. sind Wasserfledermaus (*M. daubentonii*) und Bechsteinfledermaus (*M. bechsteini*) kaum voneinander unterscheidbar, wenn sie im Wald jagen (BARATAUD 2005). Darüber hinaus gibt es Artengruppen, die selbst über die Rufanalyse nur sehr schwer voneinander unterscheidbar sind. Dies sind die Arten Kleine, Große Bartfledermaus und Nymphenfledermaus (*Myotis mystacinus*, *M. brandtii*, *M. alcaethoe*), sowie das Braune und Graue Langohr (*Plecotus auritus*, *P. austriacus*). Somit ist eine sinnvolle Anwendung des Detektors beschränkt auf relativ laut rufende Arten, deren Ultraschallrufe über eine Distanz von mindestens 20 m reichen. Zum Nachweis der leise rufenden Arten eignen sich Netzfänge zur Bestimmung in der Hand.

In der vorliegenden Studie wurde ein Detektor der Fa. Pettersson Elektronik, Schweden, eingesetzt. Das Modell **D-1000x** beinhaltet die Methoden der Frequenzteilung (Frequency division), der Frequenzmischung (Heterodyne) und der Zeitdehnung (time expansion). Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Ultraschalllaute auf einer internen Flash Card aufzuzeichnen und 10- oder 20-fach verlangsamt wiederzugeben. Mit dem Zeitdehnungssystem können Details eines Rufes wie z.B. Rufdauer, Ruftyp oder Frequenzgang mit Endfrequenz und Frequenz der maximalen Energie genau erkannt werden und bei einiger Erfahrung ist die Unterscheidung einiger Arten schon mit bloßem Ohr möglich. Die Laute werden als wave

File gespeichert und können anschließend mittels der speziellen Software BatSound 3.0 analysiert und dargestellt werden.

Zur Kartierung mit dem Detektor wurde die Punkt- und die Transektmethode eingesetzt. Bei der Punktkartierung beträgt die minimale Aufenthaltsdauer an einem Standort 10 min., falls kein Rufkontakt entsteht. Bei der Transektkartierung werden Strecken z.B. entlang von Waldrändern oder auf Wegen abgelaufen. Bei jedem Rufkontakt wird angehalten, um eine genaue Identifizierung und Beobachtung der Arten zu Flughöhe und Aufenthaltsdauer im Jagdgebiet zu ermöglichen. Die angegebene Anzahl einer Fledermausart entspricht der nachgewiesenen Mindestanzahl der gehörten Vorbeiflüge/Kontakte dieser Tiere. Detektoranalysen können keine gesicherten quantitativen Angaben ergeben, da Individuen einer Art durch ihre Rufe nicht unterscheidbar sind und so mehrere Tiere an derselben Stelle in weiten Radien kreisen können, oder ein Tier an derselben Stelle in kurzen Radien kreisen kann.

Die Detektorbegehungen im Enneschte Bësch wurden zwischen April und August 2010 durchgeführt. Sie wurden soweit möglich durch Sichtbeobachtungen ergänzt. Dies war vor allem in der Dämmerungszeit gut möglich. Die Begehungen begannen bei gutem Wetter (d.h. kein Regen, kein starker Wind und Temperaturen über 10 °C) ca. eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang und dauerten in der Regel 3-4 Stunden.

2.2. | Netzfänge

Netzfänge im Gelände sind wegen der präzisen Ultraschallorientierung der Fledermäuse schwierig. Netze werden deshalb bevorzugt in strukturreicher Umgebung aufgebaut und an Standorten, an denen es zuvor bei der Detektorkartierung Hinweise auf Jagdgebiete oder Flugrouten von Fledermäusen gab. Generell haben sich haben sich lichte Wälder mit lichtem Unterwuchs, Waldwege oder -ränder und Schneisen als besonders geeignete Standorte herausgestellt. Wasserflächen sind ebenfalls bevorzugte Jagdgebiete für mehrere Arten; hier werden die Netze entlang der Uferlinie gespannt. Leitlinien werden oft von Fledermäusen als Flugstraße genutzt und nach ihrem Ortsgedächtnis befliegen, so dass die Echoortung eine untergeordnete Rolle spielt und die Tiere sich leichter fangen. Die Netze werden ständig

überwacht und gefangene Tiere sofort befreit, die Art, das Alter (adult / juvenil), das Geschlecht und der reproduktive Zustand bestimmt (bei Weibchen: tragend, laktierend, postlaktierend, nicht reproduktiv / bei Männchen: Paarungsbereitschaft über Nebenhodenfüllung), und Körpermaße wie Unterarmlänge und Gewicht aufgenommen. Danach werden die Tiere sofort wieder frei gelassen. Um Wiederfänge zu erkennen, werden alle gefangenen Tiere an den Fußkrallen mit Nagellack markiert. Für den Netzfang wurden Japannetze der Stärke 70/2 Denier mit einer Maschenweite von 16 mm und unterschiedlicher Länge (2,5 m x 7, 9 und 12 m) genutzt. Weiterhin kamen Puppenhaarnetze (3 m x 6, 9 und 12 m) zum Einsatz, die mit ihrer feinen Maschenweite noch weicher und für Fledermäuse ungefährlicher sind. Je nach Standort und den vorhandenen Möglichkeiten wurden ca. 130 laufende Meter Netze gestellt. Die Netzfänge wurden immer mit 2 Personen ausgeführt, um die großen Netzlängen ständig überwachen und gefangene Tiere schnell befreien zu können. Die Netzfänge begannen mit Sonnenuntergang und dauerten ca. 5-6 Stunden. Gleichzeitig wurde der Netzfangstandort mit dem Detektor überwacht und dabei wurden auch Arten nachgewiesen, die nicht gefangen wurden. Die Standorte der Netzfänge sind in **Abbildung 4** dargestellt.

2.3. | Telemetrie

Zum Nachweis von Wochenstubenquartieren der besonders gefährdeten oder seltenen Arten wurde die Methode der Telemetrie angewandt. Beim Netzfang gefangene laktierende Weibchen dieser Zielarten sollten mit einem Sender versehen werden, um die Wochenstubenquartiere aufzufinden und durch Auszählen der abends ausfliegenden Tiere die Größe der Kolonie zu bestimmen. Die beiden eingesetzten Telemetrie-Anlagen umfasste folgende Geräte:
Receiver Yaesu FT-290R II und Yaesu VR-500, 2 Handantennen HB-9-CV sowie Verbindungskabel (Bezugsquelle Fa. Andreas Wagener Telemetrieanlagen, Köln).

Als Sender wurde das Modell LB-2 von Holohil Systems, Kanada, eingesetzt mit einem Gewicht von 0.5 g. Die Lebenserwartung der Batterien beträgt ca. 14 Tage.
Die Sender werden nach ihrer Aktivierung mit Hautkleber (Sauer Hautkleber ®) auf dem Rückenfell der Fledermaus zwischen den Schulterblättern befestigt. Nach einer Abbindezeit des Klebers und Ruhezeit für das gefangene Tier werden die Fledermäuse umgehend frei gelassen und die Verfolgung aufgenommen.

3. Ergebnisse

3.1 | Nachgewiesene Arten

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden im Naturwaldreservat Enneschte Bësch im Laufe von drei Detektorbegehungen und fünf Netzfängen im Zeitraum von April bis August 2010 (**Tabelle 1**) insgesamt 8 Fledermausarten nachgewiesen (**Tabelle 2**).

Tabelle 1 Übersicht der Untersuchungstermine im Jahr 2010

	Detektor	Netzfang
1	27.04.10	16.06.10
2	10.05.10	23.06.10
3	20.05.10	24.06.10
4	04.08.10	12.08.10
5		13.08.10

Tabelle 2 Fledermausarten im Naturwaldreservat Enneschte Bësch

Art	Deutscher Name	Nachweismethode	Rote Liste Luxemburg ¹	Rote Liste Deutschland ²	Anhang FFH-RL
<i>Myotis bechsteinii</i>	Bechsteinfledermaus	N	2	2	II
<i>Myotis myotis</i>	Großes Mausohr	N	2	V	II
<i>Myotis nattereri</i>	Fransenfledermaus	D, N	2	*	IV
<i>Myotis mystacinus</i>	Kleine Bartfledermaus	N	2	V	IV
<i>Nyctalus leisleri</i>	Kleiner Abendsegler	D	2	D	IV
<i>Eptesicus serotinus</i>	Breitflügelfledermaus	D	3	G	IV
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Zwergfledermaus	D	V	*	IV
<i>Plecotus auritus</i>	Braunes Langohr	N	3	V	IV

Nachweismethoden:

D = Detektor

N = Netzfang

¹ Einstufungen des Rote Liste Status für Luxemburg nach Harbusch et al., 2002:

1 = Vom Aussterben bedroht

2 = Stark gefährdet

3 = Gefährdet

V = Vorwarnliste

D = Daten defizitär

² Gefährdungskategorien der Roten Liste nach Meinig et al., 2009:

0 - Ausgestorben oder verschollen

1 - Vom Aussterben bedroht

2 - Stark gefährdet

3 - Gefährdet

G - Gefährdung unbekannten Ausmaßes

R - Extrem selten

V - Vorwarnliste

* - Ungefährdet

D - Daten unzureichend

3.2 | Ergebnisse der Detektorkartierung

Die folgenden **Abbildungen 1 bis 3** zeigen die nachgewiesenen Fledermausarten während der Detektorbegehungen. Insgesamt wurden mit dieser akustischen Nachweismethode **vier Fledermausarten** nachgewiesen.

Abbildung 1
Detektornachweise vom 27.4.10 und 10.05.10

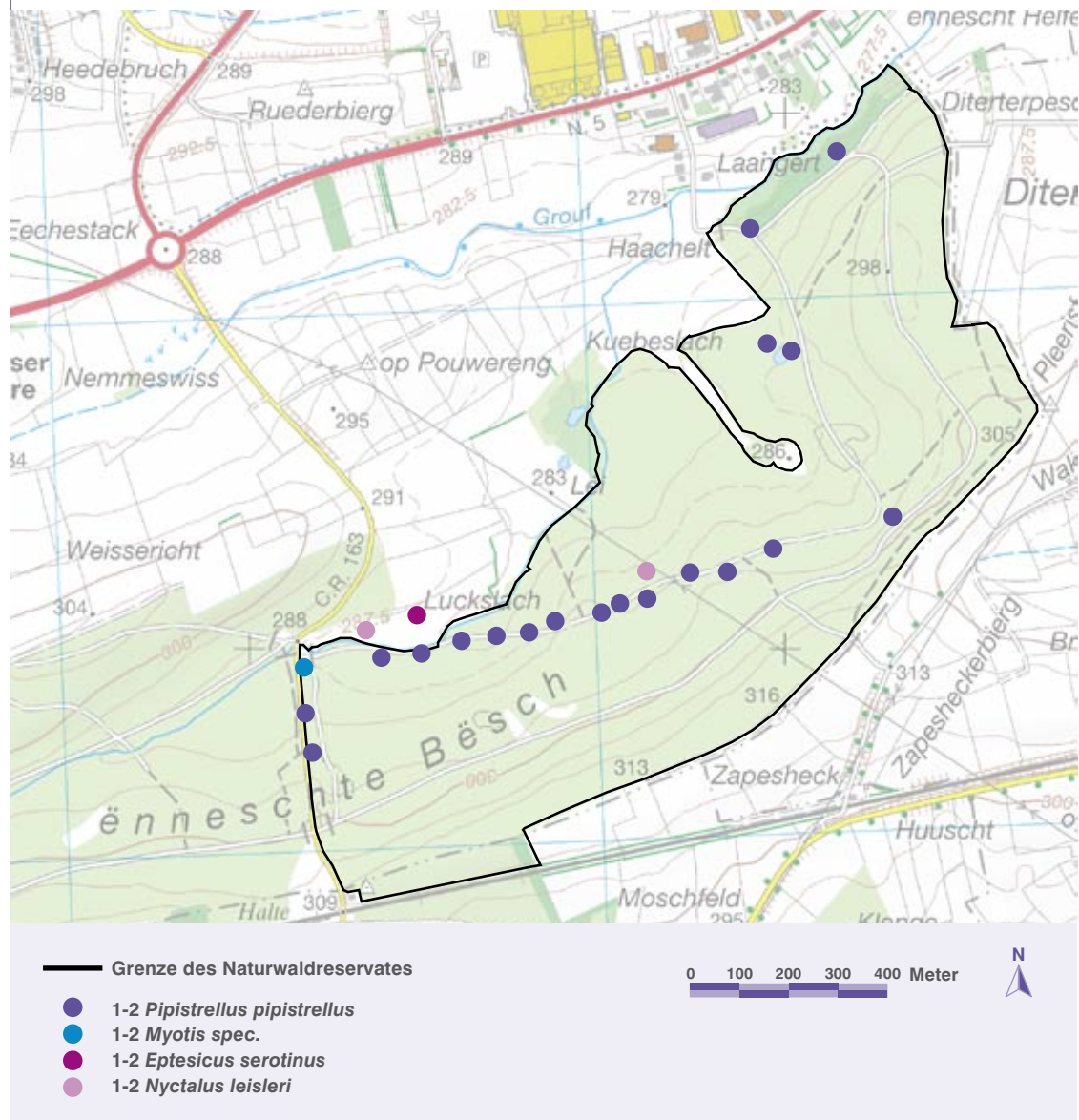


Abbildung 2
Detektornachweise vom 20.05.10 und 15.06.10

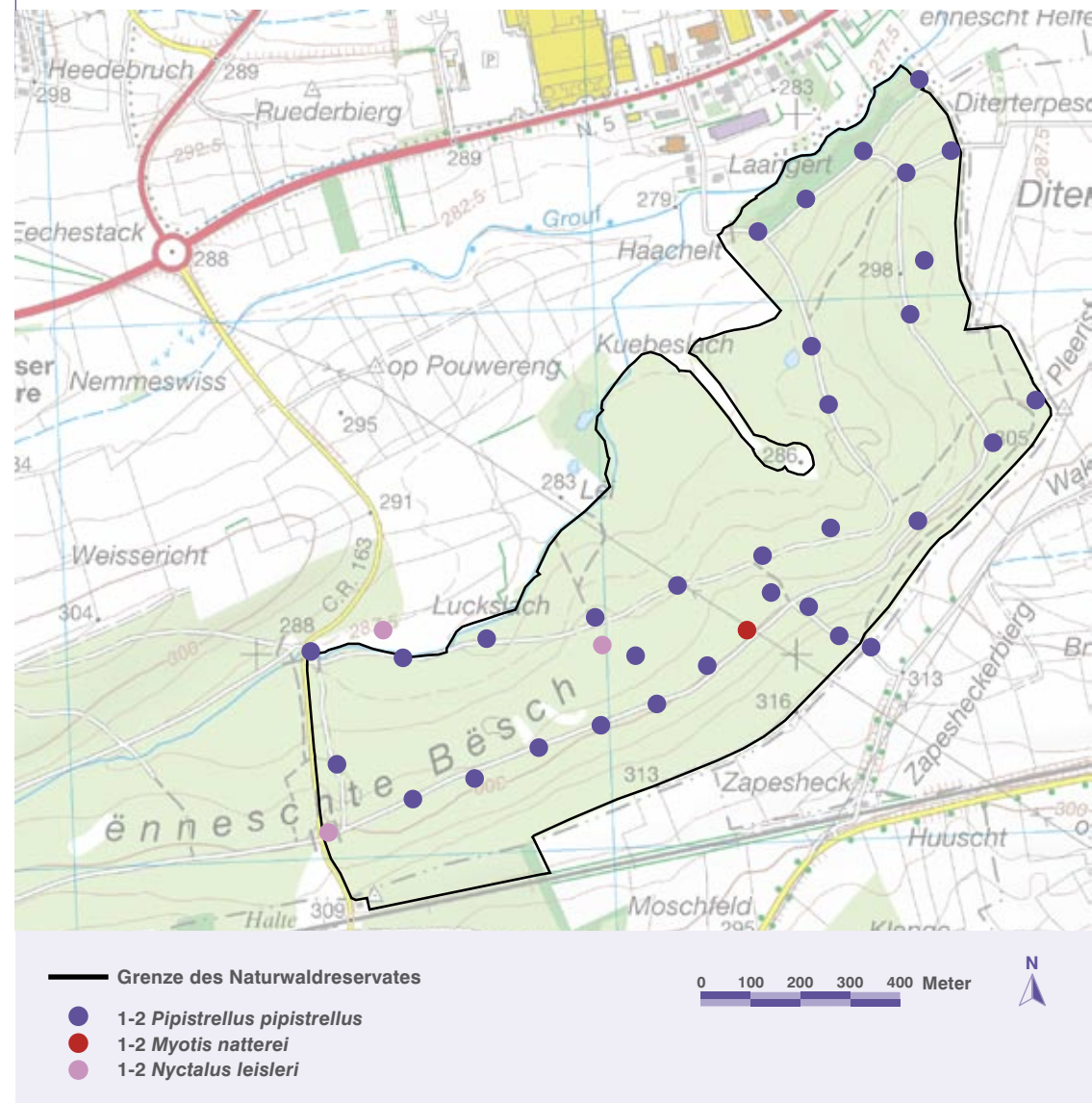
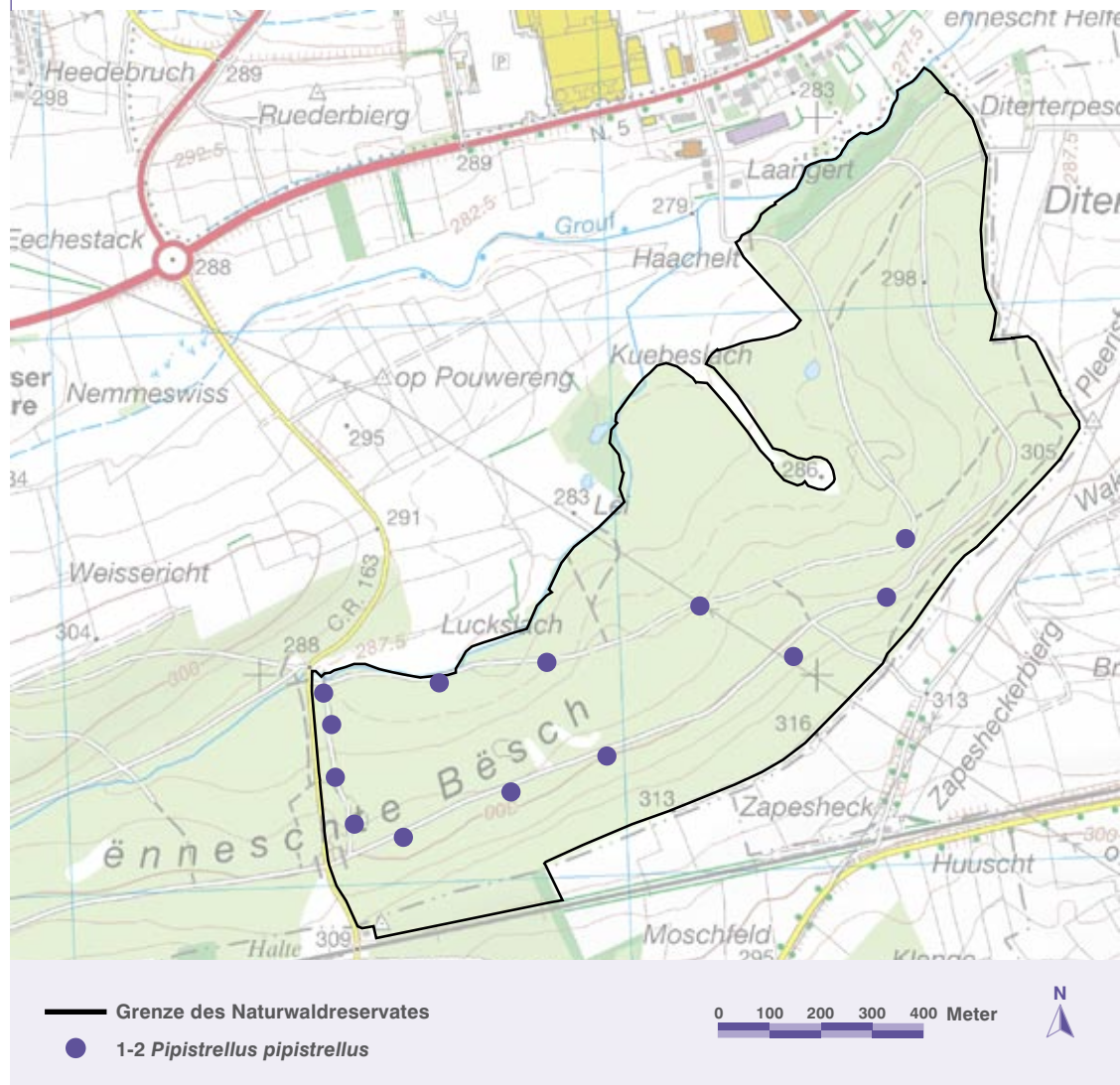


Abbildung 3

Detektornachweise vom 04.08.10



Zusammenfassung der Detektorbegehungen

***Pipistrellus pipistrellus* (SCHREBER 1774) - Zwergfledermaus**

Die Zwergfledermaus ist die bei weitem häufigste Art im Untersuchungsgebiet. Ihr Nachweis gelang nur durch den Detektor und Sichtbeobachtung. Sie wurde bei allen Begehungen und zu allen Jahreszeiten regelmäßig und flächendeckend nachgewiesen. Dabei jagten die Zwergfledermäuse vorwiegend über den Wegen. Bei Stichprobengängen in den geschlossenen Waldbestand wurden nur vereinzelt jagende Zwergfledermäuse nachgewiesen. Waldwege oder kleine Lichtungen sind bekanntermaßen bevorzugte Jagdreviere dieser Art. Meistens wurden Einzeltiere angetroffen, die dann in enger räumlicher Abfolge entlang eines Waldweges jagten.

***Eptesicus serotinus* (SCHREBER 1774) - Breitflügelfledermaus**

Die Breitflügelfledermaus wurde im Detektor nur ein Mal nachgewiesen, als sie außerhalb des Enneschte Bëschs, jedoch entlang des Waldrandes über einer Wiese im Tal jagte. Dies ist ein typisches Jagdgebiet für die Art (HARBUSCH, 2003).

***Nyctalus leisleri* (KUHL 1817) - Kleiner Abendsegler**

Einzelne Kleine Abendsegler wurden während der Begehungen im Mai regelmäßig und andauernd über der Wiese am nördlichen Waldrand des Enneschte Bëschs jagend beobachtet. Dabei waren sie schon mit Sonnenuntergang vor Ort, was auf ein Quartier in der Nähe deutet. Aber auch im Wald waren einzelne Tiere zu hören, die jedoch direkt über den Kronen jagten, also nicht von den Strukturen des Waldesinnern abhängig sind.

***Myotis nattereri* (KUHL 1817) - Fransenfledermaus**

Eine einzelne Fransenfledermaus konnte an dem südlichen Waldweg gehört werden, der den Übergang vom feuchten Eichenwald in den höher gelegenen Buchenwald markiert.

3.3 | Ergebnisse der Netzfänge

Die Netzfänge wurden an folgenden Terminen und Standorten durchgeführt (Abbildung 4)

1. Fang: 15.06.10

Wetter: heiter-wolkig, Tageshöchsttemperatur 22°C; abends klar, windig

Beginn: 22:00h – 16°C, Ende: 2:00 h – 12°C

Biotop: in einem Eichen-Hainbuchenbestand der Optimalphase mit lichtem Unterholz; 100 m Netzlänge

2. Fang: 23.06.10

Wetter: heiter, Tageshöchsttemperatur 25°C; abends klar

Beginn: 22:00h – 16 °C; Ende: 2:15 h – 12,5°C

Biotop: in einem Eichen-Hainbuchenbestand der Optimalphase mit lichtem Unterholz 130 m Netzlänge

3. Fang: 24.06.10

Wetter: heiter, Tageshöchsttemperatur 26°C; abends klar

Beginn: 22:00h – 17°C; Ende: 2:30 h – 14°C

Biotop: 110 m Netzlänge, davon 55 m in einem Eichen-Hainbuchenbestand mit lichtem Unterholz auf feuchtem Untergrund sowie 55 m in sumpfiger Lichtung und entlang des Waldrandes

4. Fang: 12.08.10

Wetter: wolkig, Tageshöchsttemperatur 28°C; abends aufklarend

Beginn: 21:15h – 16 °C; Ende: 2:00 h – 12,5°C

Biotop: Fang bei Mardelle mit 110 m Netzlänge: um Ufer der Mardelle, sowie im Eichen-Hainbuchenbestand mit teilweise dichtem Unterholz, und quer Weg

5. Fang: 13.08.10

Wetter: wolkig, Tageshöchsttemperatur 28°C; abends aufklarend

Beginn: 21:15 h – 16 °C; Ende: 2:00 h – 12,5°C

Biotop: Buchenaltholz mit geringem Unterwuchs: 100 m Netzlänge

Tabelle 3 Übersicht der gefangenen Fledermäuse und Reproduktionsnachweise (Fettdruck) im Naturwaldreservat Enneschte Bësch

Art	Standort Nummer				
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5
<i>Myotis myotis</i> , Großes Mausohr			1 ♂		
<i>Myotis bechsteinii</i> , Bechsteinfledermaus	1 ♂, 1 ♀		2 ♀	1 ♀	
<i>Myotis mystacinus</i> , Kleine Bartfledermaus			2 ♀		
<i>Myotis nattereri</i> , Fransenfledermaus		1 ♂	1 ♂		
<i>Nyctalus leisleri</i> , Kleiner Abendsegler					
<i>Plecotus auritus</i> , Braunes Langohr					1 ♂
SUMME	2	1	6	1	1

Interpretation der Netzfänge:

Bei den Fängen war die **Bechsteinfledermäuse** (*Myotis bechsteinii*, KUHL 1817) mit 5 Tieren die am häufigsten gefangene Art. Alle anderen Arten, abgesehen vom Großen Mausohr, sind ebenfalls typische Waldarten, die ihre Quartiere auch in Baumhöhlen oder hinter abgeplatzter Baumrinde beziehen. Die Bechsteinfledermaus-Weibchen waren in der Reproduktion, d.h. entweder gravid oder postlaktierend. Die Fänge beschränkten sich auf den nördlichen Teil des Enneschte Bëschs, wo staunasse Böden und alte Eichenbestände mit lichtem Unterholz vorherrschen. Die Telemetrie des gefangenen Weibchens am 12.08. ergab den Fund eines Quartierbaumes (siehe Kapitel 3.4.).

Die **Kleinen Bartfledermäuse** (*Myotis mystacinus*, KUHL 1817) wurde in drei Exemplaren gefangen, davon waren zwei Weibchen, die jedoch trotz günstiger Jahreszeit keine Anzeichen einer Reproduktionsaktivität zeigten.

Die **Fransenfledermäuse** (*Myotis nattereri*, KUHL 1817) waren männliche Tiere, so dass auch hier kein Reproduktionsnachweis für das Gebiet geführt werden konnte.

Eine weitere typische Waldart ist das **Braunes Langohr** (*Plecotus auritus*, LINNAEUS 1758) von dem jedoch nur ein Männchen ins Netz ging.

Mit sechs gefangenen Fledermäusen war der Standort 3 am ergiebigsten. Er zeichnete sich durch eine hohe Strukturdiversität aus, bedingt durch die Lage in einem feuchten Eichen-Hainbuchenbestand, angrenzend an eine

staunasse Sumpfwiese, die sich als schmale Lichtung in den Wald hineinzieht. Hier ist sicherlich ein erhöhtes Nahrungsangebot zu finden. Jedoch wurden keine Fledermäuse in den 55 m Netzlängen in der Wiese gefangen, sondern alle innerhalb des Waldes. Für diesen Standort sind die Nachweise der Kleinen Bartfledermäuse recht typisch. Insgesamt war jedoch die Fangausbeute relativ gering, bei den anderen Fängen wurden nur zwischen 0 und 2 Fledermäusen gefangen, trotz großer Netzlängen und ausreichendem Unterwuchs und Strukturdiversität. Ein Unterschied zwischen den nördlichen Eichenbeständen und den südlichen Buchenbeständen des Naturwaldreservates kann aufgrund dieser Ergebnisse nicht gefunden werden.

Gefangene Fledermausarten

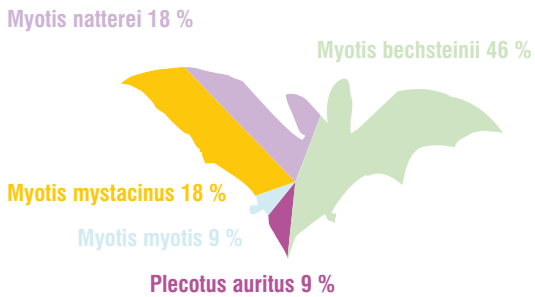
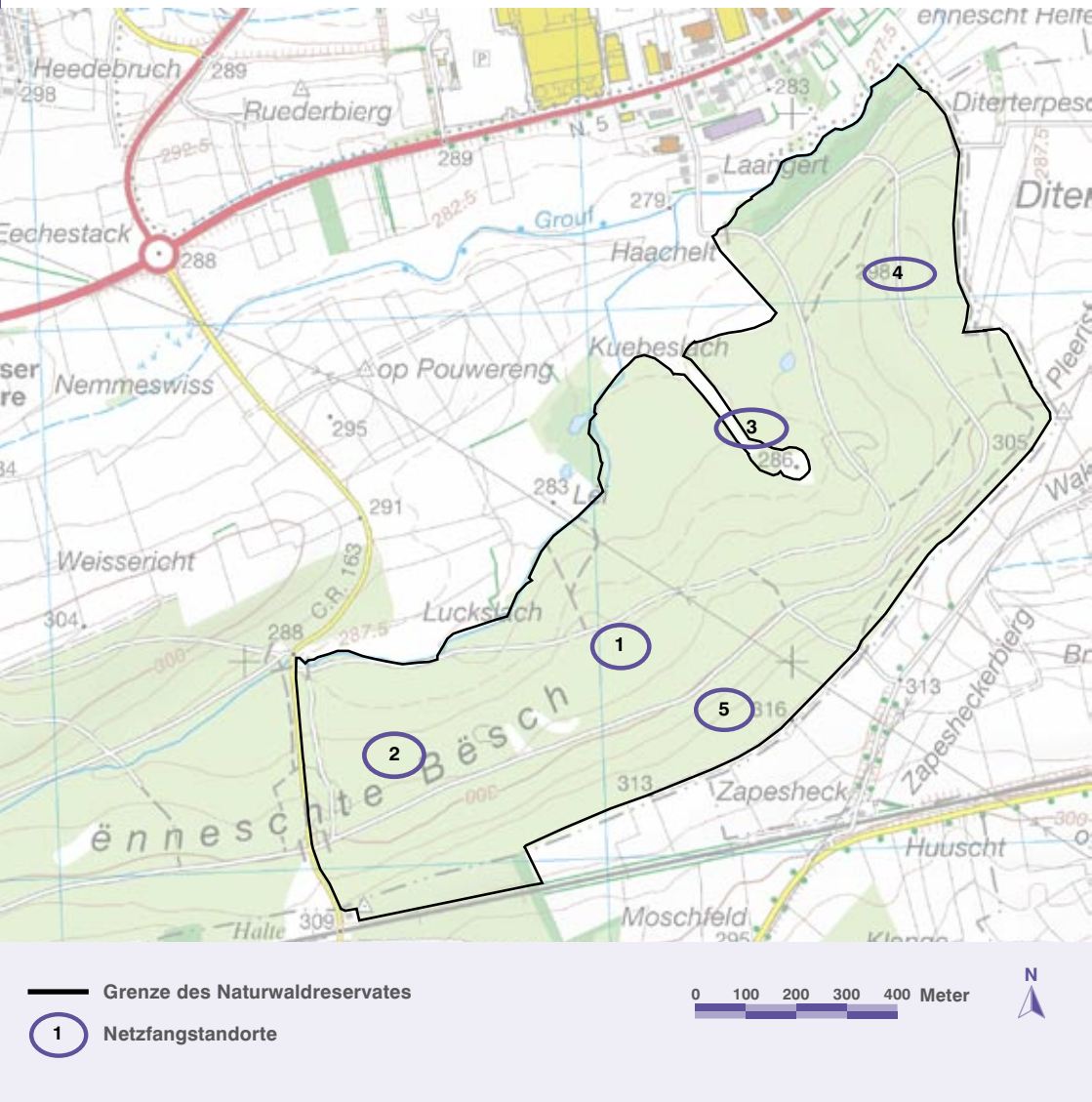


Abbildung 4 Lage der Netzfangstandorte



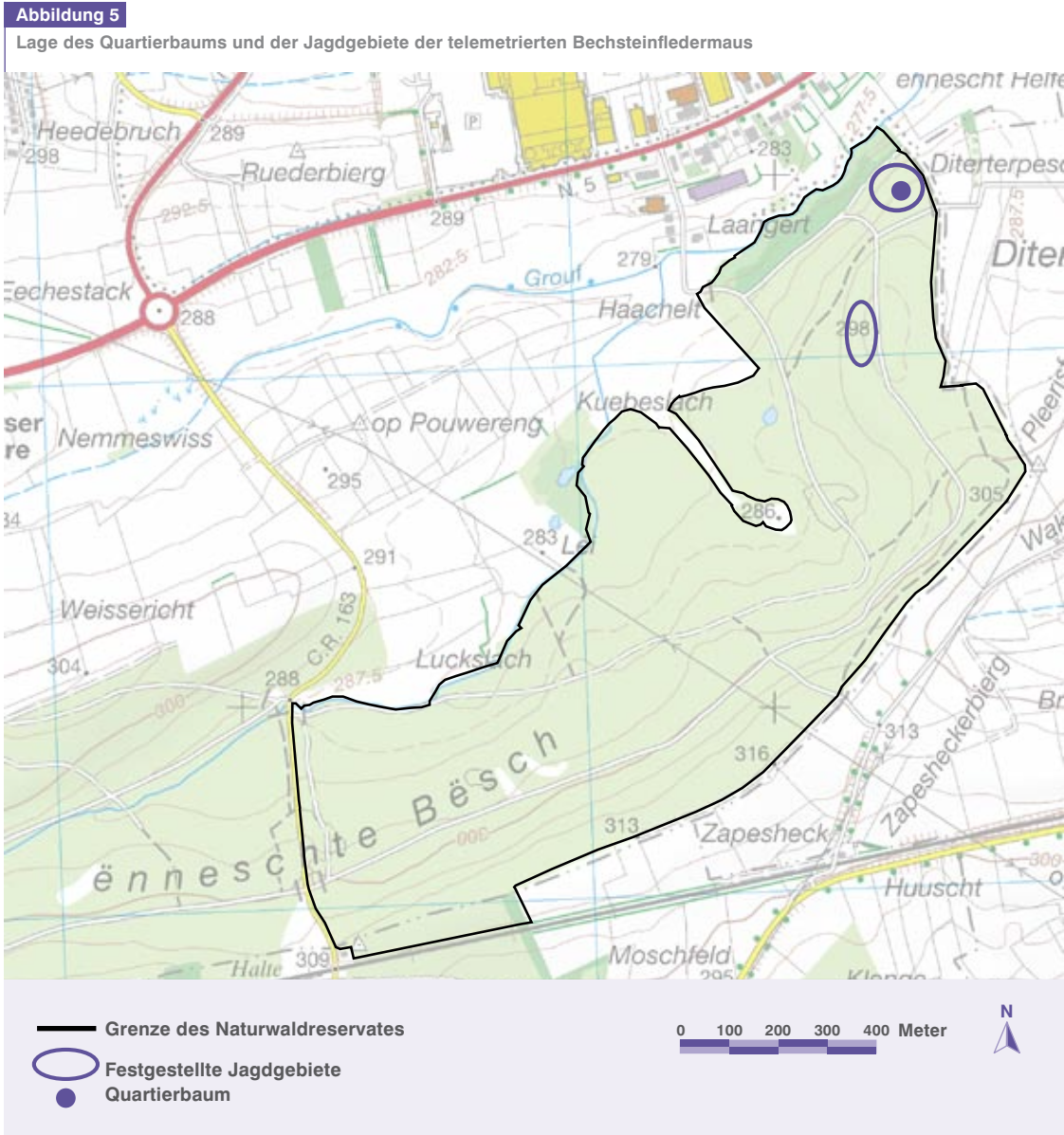
3.4 | Ergebnisse der Telemetrie

Bechsteinfledermaus - *Myotis bechsteinii* (KUHL 1817)
Das postlaktierende Weibchen der Bechsteinfledermaus wurde am 12.08.10 um 0:30 Uhr im Eichenbestand gegenüber einer Mardelle am Fangplatz 4 gefangen. Das Gewicht von 9,5 g ermöglichte problemlos die Besenderung mit einem 0,5 g schweren Sender (LB-2, Holohil Ltd.). Nach der Freilassung flog das Tier noch bis zum Ende der Fangaktion um 2:00h im Eichenwald um den Fangort. Eine Beeinträchtigung durch die Aktion war somit nicht erkennbar.

Am 13.08.10 gelang der Fund des Quartierbaums: eine große und dicke, absterbende Eiche im Bestand, ca. 50 m entfernt vom nordöstlichen Waldrand (Abbildung 5). Der Ausflug der Kolonie begann um 21:15 Uhr mit dem Ausflug des besenderten Weibchens. Bis 21:25 Uhr flogen nun insgesamt acht Bechsteinfledermäuse aus einem Quartier im oberen Kronenbereich aus. Der Quartiertyp konnte aufgrund der Belaubung und der Höhe nicht erkannt werden. Das Weibchen jagte noch rund eine halbe Stunde nach Ausflug im Bereich um den Quartierbaum.

Am 14.8. bis zum 17.8. regnete es abends und nachts stark, so dass keine Verfolgung der Bechsteinfledermaus aufgenommen wurde. Am 18.8.10 war das Signal des Weibchens im gesamten Bereich des Naturwaldreservates nicht mehr auffindbar. Aus dem Quartierbaum flogen um 21:25 Uhr noch zwei Bechsteinfledermäuse aus. Es ist möglich, dass der Sender bereits ausgefallen war. Da um diese Zeit die Jungtiere schon selbständig sind, kann das Weibchen auch aus dem engen Bereich des Quartiers abgewandert sein. Eine Verfolgung außerhalb des Naturwaldreservates war jedoch aufgrund der geringen Sendeleistung des kleinen Senders nicht möglich.

Anlässlich der Untersuchungen von Dietz (in TOBES & BROCKAMP 2008) wurde bereits ein Wochenstubenquartier der Bechsteinfledermaus nachgewiesen. Dieses Quartier beherbergte rund 40 Fledermäuse und befand sich mit ca. 570 m Entfernung in enger räumlicher Nähe zum rezenten Quartier. Es ist somit davon auszugehen, dass sich ständig eine reproduzierende Population der Bechsteinfledermaus im Naturwaldreservat aufhält und das hohe Baumhöhlenangebot insbesondere der alten Eichen nutzt.



4. Diskussion

4.1 | Kommentierte Artenliste der Fledermausarten im Naturwaldreservat Enneschte Bësch

Großes Mausohr - *Myotis myotis* (BORKHAUSEN 1797)
Im Enneschte Bësch wurde nur ein männliches Mausohr gefangen, so dass keine Rückschlüsse auf eine in der Nähe gelegene Wochenstubenkolonie möglich sind. In der Tat sind in einem Umkreis von bis zu 10 km keine Wochenstubenquartiere bekannt. Erst ab einem Radius von 15-20 km sind mehrere Kolonien bekannt, so z.B. in Septfontaines, Ansemburg, Marienthal, Mersch und Fischbach (HARBUSCH et al. 2002). Weitere akustische Nachweise konnten ebenfalls nicht erbracht werden. Auch aus früheren Untersuchungen in diesem Waldgebiet gibt es keine Nachweise (AEF 2003).

Bechsteinfledermaus - *Myotis bechsteinii* (KUHL 1817)
Die Bechsteinfledermaus wurde im Untersuchungsgebiet mit fünf Tieren am häufigsten gefangen und es gingen vorwiegend reproduzierende Weibchen ins Netz. Die Fangorte 1,3 und 4, befinden sich im nördlichen Eichenbetonten Teil des Waldes. Ein direkter Bezug zu den Mardellen war nicht gegeben. Die telemetrische Verfolgung eines postlaktierenden Weibchens ergab den Nachweis eines Koloniebaumes, der von insgesamt acht Bechsteinfledermäusen genutzt wurde. Zu dieser fortgeschrittenen Jahreszeit sind jedoch keine Aussagen mehr über die tatsächlichen Koloniegrößen möglich. Sicher ist jedoch die Nutzung des Naturwaldreservates als Quartierstandort und Jagdlebensraum durch eine Population. Ein kopfstarkes Wochenstubenquartier wurde bereits in früheren Untersuchungen nachgewiesen (AEF 2003). Die Kenntnisse über die landesweite Verbreitung der Bechsteinfledermaus sind noch lückig, jedoch scheint sie im Gutland in geeigneten Waldgebieten relativ weit verbreitet zu sein (DIETZ et al. 2006, HARBUSCH eigene Daten).

Fransenfledermaus – *Myotis nattereri* (KUHL 1817)
Nachweise der Fransenfledermaus gelangen nur zwei Mal, jeweils über einen Detektornachweis und über den Fang zweier adulter Männchen. Somit sind keine Aussagen über die Reproduktion der

Art möglich. Der Enneschte Bësch ist als höhlenreicher und diverser Altholzbestand sicherlich als Quartiergeber geeignet. Aus der Umgebung dieses Naturwaldreservates liegen keine Wochenstubennachweise der Art vor. Die Fransenfledermaus ist jedoch im gesamten Land eher selten, sicherlich seltener als die Bechsteinfledermaus (DIETZ et al. 2006, HARBUSCH 2008).

Kleine Bartfledermaus – *Myotis mystacinus* (KUHL 1817)
Die Kleine Bartfledermaus wurde nur am Fangstandort 3 (Kuebeslach) festgestellt, dort jedoch mit einem Männchen und zwei Weibchen. Die Nähe eines Quartiers erscheint somit wahrscheinlich. Jedoch zeigten die Weibchen keine Anzeichen einer Reproduktion. Auch diese Art findet im Naturwaldreservat mit seinem hohen Anteil an Totholz, auch in den Kronen der alten Eichen, genügend Lebensraum. In Luxemburg ist die Kleine Bartfledermaus im ganzen Land in Wäldern oder in deren Nähe verbreitet (HARBUSCH et al. 2002).

Breitflügelfledermaus - *Eptesicus serotinus* (SCHREBER 1774)
Die Breitflügelfledermaus ist im Luxemburger Gutland eine relativ häufige Art (HARBUSCH et al. 2002) und im Zuge von Detektorerfassungen kann sie leicht nachgewiesen werden. Sie nutzt Wälder nicht während des gesamten Aktivitätsraumes, sondern je nach Vorkommen saisonal bevorzugter Beutetiere. Sie wurde auch nur ein einziges Mal im Mai über den Wiesen am nördlichen Waldrand angetroffen, einem typischen Jagdlebensraum. Eine Bedeutung des Waldes selbst als Jagdgebiet konnte nicht erwiesen werden.

Kleiner Abendsegler - *Nyctalus leisleri* (KUHL 1817)
Der Kleine Abendsegler benötigt wie alle Baum bewohnenden Fledermausarten eine Vielzahl von Baumhöhlen. Aufgrund der schwierigen Nachweisbarkeit von Quartieren sind deren Nachweise in Luxemburg selten, obwohl die Art durchaus landesweit verbreitet ist (HARBUSCH et al. 2002, HARBUSCH i.A. des Natur Musée, nicht publ. Daten). Der Nachweis einer Wochenstubenkolonie mit mindestens 26 Tieren im ca. 6 km gelegenen Beetebuerger Bësch (HARBUSCH 2010) kann auch Bedeutung für dieses Naturwaldgebiet haben, denn Kleine Abendsegler können leicht über 10 km zu ihren Jagdgebieten fliegen.

Zwergfledermaus - *Pipistrellus pipistrellus* (SCHREBER 1774)

Die Zwergfledermaus ist die bei weitem häufigste Art im Untersuchungsgebiet. Ihr Nachweis gelang nur durch den Detektor und Sichtbeobachtung. Sie wurde bei allen Begehungen und zu allen Jahreszeiten regelmäßig, flächendeckend und in größeren Zahlen im gesamten Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Dabei jagten die Zwergfledermäuse vorwiegend über den Wegen, an Waldrändern oder an den Gewässern. In Luxemburg ist die Zwergfledermaus landesweit und flächendeckend verbreitet und gilt als die häufigste Fledermausart (HARBUSCH et al. 2002).

Braunes Langohr - *Plecotus auritus* (LINNAEUS 1758)

Vom Braunen Langohr liegt nur der Netzfang eines Männchens vor. Der Fangort lag im trockeneren südlichen Teil des Naturwaldreservates im eher unterholzarmen Buchenwald. Weitaus günstigere Lebensräume für die Art im nördlicheren Teil scheinen nicht besiedelt zu werden. Inwiefern ein Konkurrenzdruck durch die offensichtlich häufigeren Bechsteinfledermäuse vorliegt, müsste in gesonderten Studien untersucht werden.

4.2 | Zusammenfassende Bewertung der Lebensraumqualität

Insgesamt wurden durch die vorliegende Untersuchung im Naturwaldreservat Enneschte Bësch acht der 19 in Luxemburg verbreiteten Fledermausarten nachgewiesen. Die Kombination von Detektorbegehungen und Netzfängen erlaubte sowohl Nachweise von laut rufenden und hoch fliegenden, deshalb schlecht fangbaren Arten (z.B. den Kleinen Abendsegler), als auch Nachweise der leise rufenden, jedoch niedrig fliegenden und somit gut fangbaren Arten (z.B. Braunes Langohr, Bechsteinfledermaus). Der zusätzliche Einsatz der Telemetrie erlaubte eine genauere Einsicht in die Nutzung von Quartierbäumen von postlaktierenden Weibchen der Bechsteinfledermaus. Im Untersuchungsgebiet konnte nur der Reproduktionsnachweis der Bechsteinfledermaus geführt werden. Nur von der Kleinen Bartfledermaus wurden auch Weibchen gefangen, die jedoch nicht reproduzierten. Es hat sich zudem gezeigt, dass die gewählte Anzahl und die Kombination der Untersuchungsmethoden notwendig und für die Größe des Gebietes

ausreichend ist, um einen möglichst vollständigen Überblick der Fledermausfauna dieses Naturwaldreservates zu erhalten. Bis auf zwei Arten, der Breitflügelfledermaus und dem Großen Mausohr, sind alle nachgewiesenen Fledermausarten typische Waldfledermäuse, die ihre Quartiere und ihre Nahrungslebensräume in naturnahen Wäldern haben. Die beiden erstgenannten Arten nutzen Quartiere in Gebäuden, suchen jedoch regelmäßig Wälder oder Waldränder zur Jagd auf. So ist zum Beispiel ein Großteil der bevorzugten Beuteinsekten der Breitflügelfledermaus an Laubgehölze gebunden (HARBUSCH 2003). Ebenso nutzt das Große Mausohr zu einem überwiegenden Teil seine Nahrung, große Laufkäfer, in unterholzarmen Laubwäldern (z.B. GÜTTINGER et al. 2001). Jedoch können männliche Große Mausohren durchaus Baumhöhlen als Tagesquartier aufsuchen. In diesem Gebiet ist das potenzielle Vorkommen weiterer Fledermausarten zu erwarten, darunter die Große Bartfledermaus (*Myotis brandtii*, EVERSMAAN, 1845) und der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula*, SCHREBER, 1774), sporadisch auftreten könnten auch die Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*, KEYSERLING & BLASIUS, 1839) oder die Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*, KEYSERLING & BLASIUS 1839). Die beiden erstgenannten Arten wurden während der Untersuchungen im nahe gelegenen Beetebauerger Bësch nachgewiesen, so dass ihre Verbreitung im Raum vorliegt (HARBUSCH 2010).

Für alle nachgewiesenen Fledermausarten ist der Erhalt dieses Eichenbetonten Waldes in überwiegender Optimalphase von elementarer Bedeutung für eine stabile Populationsstruktur. Der Reichtum an Quartierstrukturen (Baum- und Asthöhlen, abgeplatzte Rinde) insbesondere in den alten Eichen, dem stehenden Totholz, den verschiedenen Kleingewässern und der Abfolge an pedologisch bedingten dominanten Baumarten ermöglicht die Artendiversität. Wichtig sind der weitere Erhalt und die Förderung dieser Strukturen, insbesondere der alten Eichen mit ihrem reichen Angebot an Quartierstrukturen. Im Gegensatz zu den alten Rotbuchen ermöglichen sie durch ihren auch in der Optimalphase etwas lichtereren Kronenschluss einen mehrschichtigen Aufbau des Unterholzes und bieten zudem durch die an Eichen gebundene Insektenfauna ein reiches Beutetierangebot. Im Sinne der Stabilität der Populationsgrößen und der

genetischen Vielfalt der Fledermausfauna wäre es wünschenswert, weitere Flächen, die einen ähnlich guten Zustand aufweisen, in das Naturwaldreservat zu integrieren, bzw. angrenzende Waldflächen in diesem Sinne zu bewirtschaften. Die im Gegensatz zu den Untersuchungen im nahe gelegenen 237 ha großen Naturwaldreservat Beetebauerger Bësch geringere Anzahl der gefangenen Fledermäuse und die geringere Artenzahl könnte ein Indikator für die mangelnde Flächengröße sein.

5. Literatur

AEF (ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS), HRSG. (2003): Ausweisungsdokument Naturwaldreservat Enneschte Bësch, BSW (Biologische Station Westen) unveröffentlicht, 163 S.

AHLÉN, I. & H.J. BAAGØE (1999): Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. - Acta Chiropterologica 1 (2): 137-150.

BARATAUD, M. (2005): Acoustic variability, and identification possibilities for seven European bats of the genus *Myotis*. - Le Rhinolophe 17: 43-62.

DIETZ, M. (2007): Verbreitung und Habitatsprüche der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* in Luxemburg. i.A. Administration des Eaux et Forêts du Grand-Duché de Luxembourg. 88 S.

DIETZ, M., B. DAWO & J.B. PIR (2008): Neue Erkenntnisse zum Reproduktionsstatus und Foragierverhalten der Fransenfledermaus, *Myotis nattereri* (KUHL, 1818), in Luxemburg. Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 107: 111-117.

GÜTTINGER, R.; ZAHN, A.; KRAPP, F.; SCHÖBER, W. (2001): *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797) – Grosses Mausohr, Grossmausohr. In: Niethammer, J; Krapp, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas, Band 4: Fledertiere, Teil I: *Chiroptera I (Rhinolophida, Vespertilionidae I)*: Aula-Verlag, Wiebelsheim: 123 – 207.

HARBUSCH, C., E. ENGEL, J.B. PIR, (2002): Die Fledermäuse Luxemburgs. *Ferrantia* 33. Musée National d'Histoire Naturelle.

HARBUSCH, C. (2003): Aspects of the ecology of serotine bats (*Eptesicus serotinus*, SCHREBER 1774) in contrasting landscapes in southwestern Germany and Luxembourg. - PhD thesis, University of Aberdeen, U.K., 217 pp.

HARBUSCH, C. (2008): Fledermäuse in naturnahen Wäldern Luxemburgs: Verbreitung und Schutzvorschläge. Zwischenbericht für das Jahr 2008. Unveröffentl. Gutachten i.A. des Natur Musées Luxembourg.

HARBUSCH, C. (2010): Die Fledermäuse des Naturwaldreservates „Beetebauerger Bësch“. Untersuchungsjahr 2010. Unveröffentl. Gutachten i.A. der Forstverwaltung Luxemburg. 24 S.

TOBES, R. et al (2008): Naturwaldbericht Enneschte Bësch 2008, Bd.3. Resultate der Waldstrukturaufnahme. Forstverwaltung Luxemburg, 71S.

6. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

6.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Detektornachweise vom 27.4.10 und 10.05.10 38

Abbildung 2: Detektornachweise vom 20.05.10 und 15.06.10 39

Abbildung 3: Detektornachweise vom 04.08.10 40

Abbildung 4: Lage der Netzfangstandorte 43

Abbildung 5: Lage des Quartierbaums und der Jagdgebiete der telemetrierten Bechsteinfledermaus 44

6.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Untersuchungstermine im Jahr 2010..... 36

Tabelle 2: Fledermausarten im Naturwaldreservat Enneschte Bësch 37

Tabelle 3: Übersicht der gefangenen Fledermäuse und Reproduktionsnachweise (Fettdruck) im Naturwaldreservat Enneschte Bësch 42

Die Revierdichten der Vogelarten wurden nach der von BIBBY et al. (2000) beschriebenen Methode flächendeckend erfasst. Die Interpretation der Daten erfolgte nach den von Marchant (1983) vorgeschlagenen Regeln. Die Reviere an den Grenzen der Probeflächen wurden entsprechend der Methodik des International Bird Census Committee (1969) bestimmt. Zur Orientierung innerhalb der Probeflächen wurde ein Gitternetz mit Farbe markiert.

Für jede Art wurde eine Verbreitungskarte der Reviere erstellt. Die Punkte bilden die Revierzentren als die Zonen ab, in denen die meisten Kontakte notiert wurden. Die Abweichung im Gelände liegt in einer Größenordnung von 25 m.

Die Begehungen erfolgten an 8 Vormittagen zwischen dem 20.4. und 8.6.2007 in Intervallen von etwa 7 Tagen. Pro Probefläche und Begehung wurden ca. 2,5 Stunden aufgewendet. Jeder Untersuchungsfläche liegen somit 20 Geländebeobachtungsstunden zugrunde.

Um über die Revierdichtebestimmung hinaus Daten zum Vorkommen der Vögel innerhalb des Schutzgebietes zu erhalten, wurde ein erweiterter Bereich des Naturwaldreservats über eine Linienbegehung kartiert. Dazu wurde eine vordefinierte, 3 km lange Strecke abgegangen und jeder gehörte oder gesehene Vogel notiert. Zur Ermittlung des Häufigkeitsindex kam für jede Art der höchste registrierte Wert aus drei Begehungen (26.4., 25.5. und 15.6.2007) zur Auswertung. Die Linienbegehung erlaubt dabei, eine größere Anzahl Arten auf größerer Fläche bei damit verbundener größerer Habitatvariabilität zu erfassen (BIBBY et al. 2000). Außerdem erhöht sie die Wahrscheinlichkeit, solche Arten zu sichten oder zu hören, deren Reviere über die Größe der Beobachtungsflächen von 10 ha hinausgehen. Sie erlaubt jedoch keine präzise Bestimmung der Revierdichte.

Die Artendiversität und Verteilung der Reviere auf die Arten wurde über den Index nach Shannon (1976) berechnet:
 $H = - \sum (p_i * \ln p_i)$
Dabei ist H der Diversitätsindex und p_i die relative Häufigkeit der Reviere der i-ten Art. Der Diversitätsindex ist umso größer, je größer die Artenzahl ist und je gleichmäßiger die Reviere auf die Arten verteilt sind.

Die Eveness erlaubt Erfassungen mit unterschiedlichen Artenzahlen zu vergleichen, indem sie die Diversität H auf die maximal mögliche Diversität H_{max} bei gleicher Verteilung der Reviere auf die gegebene Artenzahl bezieht, wobei sich H_{max} aus \ln (Artenzahl) berechnet. Sie wird in % angegeben:
 $E = H / H_{max} * 100$

3. Ergebnisse

3.1 | Revieranalyse

Siedlungsdichte und Artenreichtum

Mit 116 Revieren ist die Naturwaldfläche dichter besetzt als die Referenzfläche mit nur 95 Revieren (Tabelle 1, Abbildung 2 und 3). Gleichzeitig ist sie auch artenreicher. 31 Brutvogelarten im Naturwaldreservat stehen 28 Arten der Referenzfläche gegenüber. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Waldstruktur bei der Naturwaldfläche mit ihren Altholzbereichen, mit Buchen- und Eichenjungwuchs und mit feuchten Senken stärker variiert. Die Referenzfläche setzt sich demgegenüber aus in sich einförmigeren Buchenbeständen unterschiedlicher Entwicklungsstadien zusammen.

Rein rechnerisch sind sich die Artenspektren von NWR und REF jedoch ziemlich ähnlich, der Sørensen-Koeffizient beträgt 91,5 %. Die über den Renkonen-Index berechnete Übereinstimmung in den Dominanzverhältnissen der Reviere der beiden Untersuchungsflächen liegt bei 81,6 % und ist ebenfalls noch als gut zu bewerten.

Beide Waldflächen sind relativ dicht mit Revieren belegt und zeigen damit eine gute Kapazität für die Avifauna. Für alte Eichen-Hainbuchenwälder sind aus Deutschland mit 99 ± 32 Brutpaaren ähnlich hohe Revierdichten bekannt (ZENKER 1980). Höhere Revierdichten lassen sich meist nur in strukturreichen Auwäldern feststellen, ZENKER (1980) gibt hierfür beispielsweise 152 ± 46 Brutpaare an, FLADE (1994) sogar über 300 Brutpaare pro 10 ha. Allerdings können alte Eichen-Hainbuchenwälder auch geringere Revierdichten aufweisen. SCHMITT & MULLER (1997) ermittelten beispielsweise im Bois de Herborn im Osten Luxemburgs nur eine Dichte von 52 Revieren. Wichtiger als der Waldtyp ist deshalb offensichtlich sein Struktureichtum.

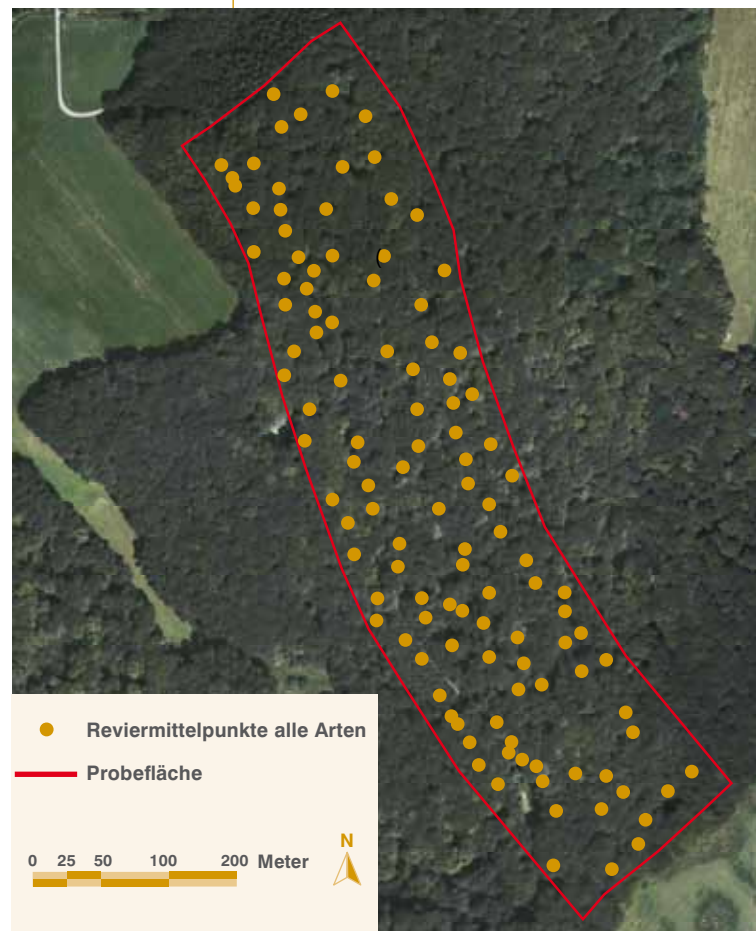
Tabelle 1

Brutvogelarten des Enneschte Bësch: Absolute Anzahl der Reviere pro 10 ha und prozentuale Verteilung auf der Fläche im Naturwaldreservat (NWR) und der Referenzfläche (REF). Verhalten: Nistverhalten (Ni): H = Höhlenbrüter, K = Kronenbrüter, Bu = Buschbrüter, Bo = Bodenbrüter. Nahrungsverhalten (Na): cB = carnivor Bodenvogel, cG = carnivor Geästvogel, hB = herbivorer Bodenvogel, hG = herbivorer Geästvogel, S = Stammkletterer, P = Prädator, A = Ansitzjäger auf Insekten. Zugverhalten (Z): S = Standvogel, K = Kurzstreckenzieher, M = Mittelstreckenzieher, L = Langstreckenzieher.

		Verhalten			NWR		REF	
	Name	Ni	Na	Z	Reviere	%	Reviere	%
1	Buchfink - <i>Fringilla coelebs</i>	K	cG	K	10	8,62	11	11,58
2	Rotkehlchen - <i>Erithacus rubecula</i>	Bo	cB	K	8	6,90	8	8,42
3	Zaunkönig - <i>Troglodytes troglodytes</i>	Bo	cB	K	8	6,90	8	8,42
4	Amsel - <i>Turdus merula</i>	Bu	cB	K	7	6,03	8	8,42
5	Mönchsgrasmücke - <i>Sylvia atricapilla</i>	Bu	cG	L	7	6,03	6	6,32
6	Star - <i>Sturnus vulgaris</i>	H	cB	K	7	6,03	5	5,26
7	Trauerschnäpper - <i>Ficedula hypoleuca</i>	H	A	L	6	5,17	1	1,05
8	Blaumeise - <i>Parus caeruleus</i>	H	cG	S	5	4,31	5	5,26
9	Buntspecht - <i>Dendrocopos major</i>	H	S	S	5	4,31	4	4,21
10	Kohlmeise - <i>Parus major</i>	H	cG	S	5	4,31	4	4,21
11	Kleiber - <i>Sitta europaea</i>	H	S	S	5	4,31	4	4,21
12	Zilpzalp - <i>Phylloscopus collybita</i>	Bo	cG	M	4	3,45	7	7,37
13	Gartenbaumläufer - <i>Certhia brachydactyla</i>	H	S	S	4	3,45	2	2,11
14	Rabenkrähe - <i>Corvus corone</i>	K	P	S	4	3,45	1	1,05
15	Mittelspecht - <i>Dendrocopos medius</i>	H	S	S	4	3,45	1	1,05
16	Waldbaumläufer - <i>Certhia familiaris</i>	H	S	S	3	2,59	2	2,11
17	Ringeltaube - <i>Columba palumbus</i>	K	hB	K	3	2,59	2	2,11
18	Singdrossel - <i>Turdus philomelos</i>	K	cB	K	3	2,59	2	2,11
19	Wintergoldhähnchen - <i>Regulus regulus</i>	K	cG	K	3	2,59	1	1,05
20	Sommergoldhähnchen - <i>Regulus ignicapillus</i>	K	cG	K	2	1,72	2	2,11
21	Eichelhäher - <i>Garrulus glandarius</i>	K	hG	K	2	1,72	2	2,11
22	Sumpfmeise - <i>Parus palustris</i>	H	cG	S	2	1,72	1	1,05
23	Kernbeißer - <i>Coccothraustes coccothraustes</i>	K	hG	S	1	0,86	2	2,11
24	Heckenbraunelle - <i>Prunella modularis</i>	Bu	cB	M	1	0,86	2	2,11
25	Mäusebussard - <i>Buteo buteo</i>	K	P	K	1	0,86	1	1,05
26	Grauschnäpper - <i>Muscicapa striata</i>	H	A	L	1	0,86	1	1,05
27	Misteldrossel - <i>Turdus viscivorus</i>	K	cB	K	1	0,86	1	1,05
28	Hohltaube - <i>Columba oenas</i>	H	hB	K	1	0,86	-	-
29	Pirol - <i>Oriolus oriolus</i>	K	cG	L	1	0,86	-	-
30	Waldlaubsänger - <i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Bo	cG	L	1	0,86	-	-
31	Waldkauz - <i>Strix aluco</i>	H	P	S	1	0,86	-	-
32	Gartengrasmücke - <i>Sylvia borin</i>	Bu	cG	L	-	-	1	1,05
Summe Reviere					116		95	

Abbildung 2

Revierzentren aller Vogelarten im Naturwaldreservat (NWR).

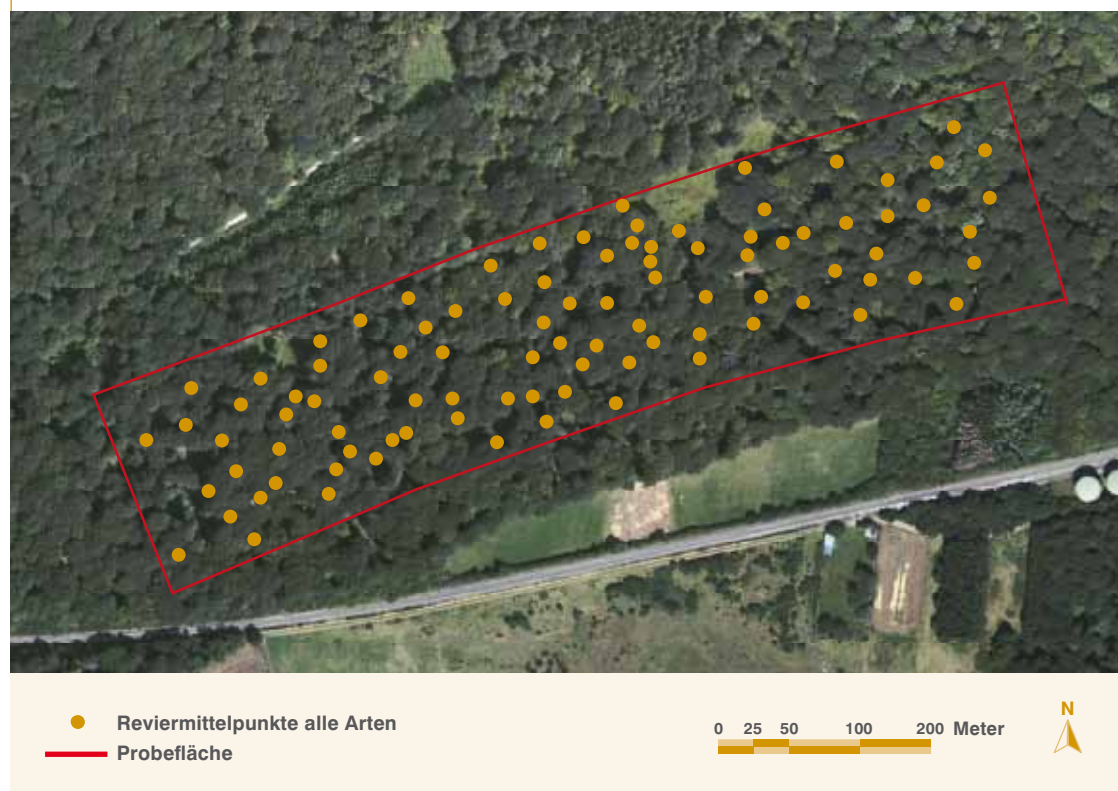


Fond topographique: orthophotoplan numérique @ Administration du Cadastre et de la Topographie Luxembourg

Waldmeister-Buchenwälder, und insbesondere solche mit hallenartigem Aufbau, wie sie in Mitteleuropa oft als Naturwaldreservate ausgewiesen werden, werden in der Literatur zu den ornithologisch eher dünn besiedelten Waldgesellschaften gezählt. So schätzten ULLRICH & KRUG (2009) für einen Waldmeister-Buchenwald im Naturwaldreservat Laangmuer in Luxemburg eine Dichte von 34 Brutpaaren pro 10 ha. Auch in Buchenwäldern Hessens (Deutschland) liegen die Dichten nur zwischen 35 und 44 Brutpaaren (LÖB et al. 2009). In Buchenwäldern Luxemburgs (SCHMITT & MULLER 1997) konnten allerdings Brutrevierdichten von 64 bzw. 67 Brutpaaren ermittelt werden, auf einer Fläche im Beetebuerger Bësch, die ebenfalls als Waldmeister-Buchenwald anzusprechen ist, mit 102 Revieren pro 10 ha sogar ebenso hohe Dichten wie in Eichen-Hainbuchenwäldern. Die vergleichbar hohen Dichten im Buchenbestand auf REF sind vermutlich auf das Vorhandensein unterschiedlicher Entwicklungsstadien und der damit verbundenen höheren Strukturvielfalt zurückzuführen.

Abbildung 3

Revierzentren aller Vogelarten auf der Referenzfläche (REF).



Fond topographique: orthophotoplan numérique @ Administration du Cadastre et de la Topographie Luxembourg

Diversität und Eveness

Die Diversität der Arten und Reviere ist in beiden Waldbeständen vergleichsweise hoch. Auf NWR liegt der Shannon-Index mit 3,21 etwas höher als auf REF mit 3,03. Dies lässt sich durch die etwas höhere strukturelle Vielfalt von NWR erklären. Für Buchenbestände in Naturwaldreservaten Deutschlands wurden meist niedrigere Werte ermittelt, zwischen 2,60 und 2,97 in Hessen (LÖB et al. 2009) bzw. $2,82 \pm 0,26$ im Rheinland (ZENKER 1980). Die Eveness als Maß der Gleichverteilung der Arten und Reviere ist in beiden untersuchten Waldbeständen hoch und beträgt bei NWR 93,3 %, bei REF 91,0 %. Auch hier liegen die Werte in Waldmeister-Buchenwäldern hessischer Naturwaldreservate mit 80 - 85 % deutlich niedriger (LÖB et al. 2009). Die vergleichsweise hohen Diversitäts- und Eveness-Werte der untersuchten Waldbestände belegen ihre gute Habitategnung für die Avifauna.

Dominante Arten

Der Buchfink ist in beiden Aufnahmeflächen die dominierende Art und nimmt 8,6 % der vorhandenen Reviere im Naturwaldreservat bzw. 11,6 % auf der Referenzfläche ein (Tabelle 1). Im NWR werden knapp die Hälfte (46 %) der vorhandenen Reviere von 7 Arten besetzt, nämlich Buchfink, Rotkehlchen, Zaunkönig, Amsel, Mönchsgrasmücke, Star und Trauerschnäpper. Bei REF nehmen nur 6 Arten über 50 % der Reviere ein: Buchfink, Amsel, Rotkehlchen, Zaunkönig, Zilpzalp und Mönchsgrasmücke. Auch hierin zeigt sich, dass die Avifauna der Referenzfläche weniger divers ist als die der Naturwaldfläche.

Nistverhalten

Höhlen- oder Spaltenbrüter belegen 42 % der Reviere im Naturwaldreservat und nur 32 % auf der Referenzfläche (Abbildung 4). Das Höhlen- und Spaltenangebot auf NWR ist durchaus gut. In einer vergleichbaren Studie von alten Waldmeister-Buchenwäldern im nahe gelegenen Beetebuerger Bësch erreichte der Anteil der Höhlenbrüter allerdings 45 - 47 %. Die niedrigere Höhlendichte auf REF dürfte dadurch bedingt sein, dass der alte Baumbestand dort teils schon etwas ausgelichtet und durch jüngere Buchendickichte ersetzt ist. Auch Kronenbrüter sind mit 35 % auf NWR bzw. 26 % auf REF stark vertreten. Buschbrüter nehmen auf NWR 13 % der Reviere und Bodenbrüter 18 % der Reviere ein. Auf REF sind Busch- und Boden-

brüter prozentual deutlich stärker vertreten und nehmen zusammen immerhin 42 % der Reviere ein. Auch darin dürfte sich der Einfluss der Auflichtung und das Vorhandensein jüngerer Buchenstadien widerspiegeln.

Mit nur 17 - 32 % erreichen Höhlen- und Spaltenbrüter in den Buchenwäldern der hessischen Naturwaldreservate (Deutschland) geringere Revieranteile (LÖB et al. 2009) als im hier untersuchten Eichen-Hainbuchenwald des NWR. Daraus lässt sich eine gute Habitategnung mit ausreichendem Alt- und Totholzanteil in den Enneschte Bësch ableiten. In den hallenartigen Buchenwäldern Hessens mit ihrem dichten Kronendach sind dagegen Kronenbrüter mit 38 - 42 % anteilmäßig stärker vertreten als in den Enneschte Bësch. Der Anteil der Buschbrüter ist mit 6 - 10 % in den hessischen Buchenwäldern niedriger, während der Anteil der Bodenbrüter mit 22 - 30 % vergleichbar bzw. höher liegt als in der vorliegenden Untersuchung.

Nahrungs- und Zugverhalten

Karnivore Vogelarten nehmen in beiden Waldflächen 94 % der Reviere ein, rein herbivore Vogelarten besetzen nur 6 % der Reviere (Abbildung 5). Lässt man bei den Karnivoren die Prädatoren und Aasfresser außer Acht und betrachtet nur die essentiell insektivoren Vogelarten (zu mindestens

Abbildung 4

Revierverteilung in Abhängigkeit vom Nistverhalten.

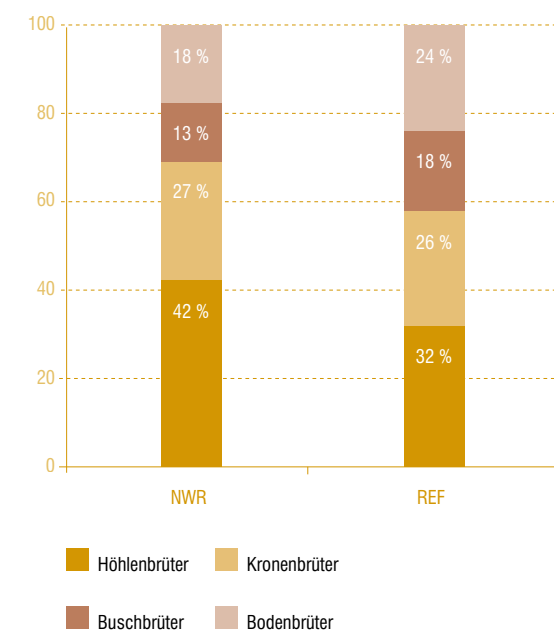


Abbildung 5
Revierverteilung in Abhängigkeit vom Ernährungstyp.

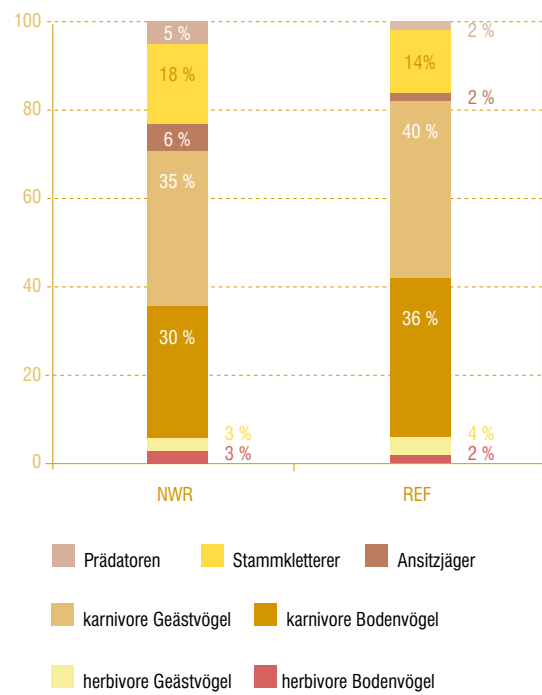


Abbildung 7
Revierverteilung in Abhängigkeit vom Zugverhalten.

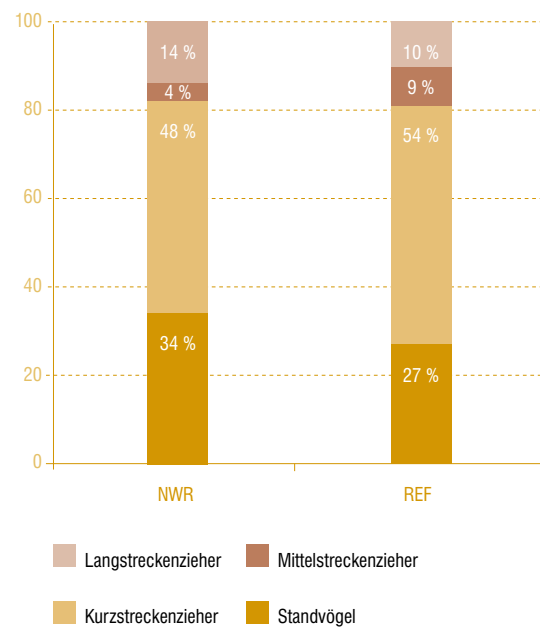
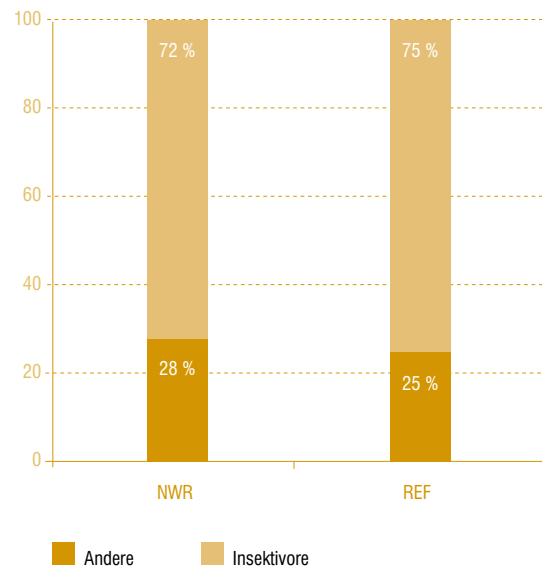


Abbildung 6
Revierverteilung insektivorer Vogelarten (zu mindestens 75 % insektivor).



75 % insektivor), so nehmen diese auf der Naturwaldfläche 72 % und auf der Referenzfläche 75 % der Reviere ein (Abbildung 6). Dies offenbart ein gutes Insektenangebot im Enneschte Bäsch. Auf beiden Flächen suchen ähnlich viele Vögel ihre Nahrung am Boden, 33 % auf NWR und 38 % auf REF (Abbildung 5). Damit ist auch das Verhältnis zwischen am Boden und im Geäst nach Nahrung suchenden Vögeln auf beiden Untersuchungsflächen etwa gleich. Leicht bessere Bedingungen scheint NWR für Prädatoren, Stammkletterer und Ansitzjäger zu bieten. Die Stammkletterer besetzen auf NWR 18 % und auf REF 14 % der Reviere und belegen die gute Ausstattung mit Alt- und Totholz in beiden Waldbeständen. In den Altbuchenbeständen der hessischen Naturwaldreservate erreichen die Stammkletterer dagegen nur Anteile zwischen 5 und 13 % (LÖB et al. 2009).

Standvögel beziehen 34 % der Reviere auf der Naturwaldfläche und 27 % auf der Referenzfläche (Abbildung 7). Dies offenbart eine gute Lebensraumqualität des Waldgebietes auch in den Wintermonaten. Rund die Hälfte der Reviere wird in beiden Waldbeständen von Kurzstreckenziehern belegt. Sie dürften im Frühjahr und Herbst in der Regel noch ausreichend Nahrung finden. Der Anteil der Langstreckenzieher beträgt nur 14 % bei NWR

bzw. 10 % bei REF. Im Naturwaldreservat Goldbachs- und Ziebachsrück in Deutschland liegt der Anteil mit 8 % allerdings noch geringer (LÖB et al. 2009). Den in deutschen Waldbeständen in den letzten Jahrzehnten zu beobachtenden Rückgang der Langstreckenzieher führen diese Autoren weniger auf abnehmende Habitategnung, sondern vielmehr auf zunehmende Verluste in den Überwinterungsgebieten in Afrika zurück.

3.2 | Linien-Methode

33 verschiedene Vogelarten wurden in den drei Zähldurchgängen kontaktiert (Tabelle 2). Die am häufigsten angetroffene Art bleibt der Buchfink mit 12,3 % aller Kontakte. Die Kohlmeise steigt bei dieser Methode auf Platz 2 mit mehr als 10 % der Kontakte auf. Zwar wurden über die Linien-Methode und die Methode der Revierfassung, die für diese Art 4,3 % der Reviere feststellte, unterschiedliche Bereiche des Naturwaldreservates erfasst, dennoch wird deutlich, dass die Ergebnisse der Linienmethode in Bezug auf die Revierdichten nur vorsichtig interpretiert werden sollten und weniger aussagekräftig sind.

8 % der Kontakte fielen auf den Zaunkönig. Dies deutet an, dass die Linienmethode solche Arten übergewichtet, die durch lauten Gesang auffallen, der wie beim Zaunkönig in kurzen Zeitintervallen erfolgt. 6 Arten liegen mit Kontaktwerten zwischen 5 und 7 % ziemlich nahe beieinander: Amsel, Mönchsgrasmücke, Trauerschnäpper, Kleiber, Blaumeise und Rotkehlchen. Auch für die Spechte ist die Linienmethode sicherlich ungenau und liefert geringere Werte als die Revierbestimmung.

Mit der Linien-Methode konnten jedoch zusätzliche Arten für die Enneschte Bäsch festgestellt werden: Schwanzmeise, Schwarzmilan und Klappergrasmücke. Damit steigt die Artenzahl für das Naturwaldreservat auf 39 Vogelarten, für die Enneschte Bäsch insgesamt auf 44 Arten.

Tabelle 3 interpretiert zusammenfassend die Revierdichten bzw. Vorkommen der einzelnen Arten im Vergleich beider Beobachtungsflächen. Die Arten sind in abnehmender Revierdichte auf der Naturwaldfläche angeordnet.

Tabelle 2
Ergebnisse der Linienkartierung. Kontakte = Maximaler Wert der Kontakte aus 3 Begehungen. L = Kontakt nur über die Linienmethode.

	Name	Kontakte	Prozent
1	Buchfink - <i>Fringilla coelebs</i>	31	12,30
2	Kohlmeise - <i>Parus major</i>	26	10,32
3	Zaunkönig - <i>Troglodytes troglodytes</i>	20	7,94
4	Amsel - <i>Turdus merula</i>	17	6,75
5	Mönchsgrasmücke - <i>Sylvia atricapilla</i>	15	5,95
6	Trauerschnäpper - <i>Ficedula hypoleuca</i>	14	5,56
7	Kleiber - <i>Sitta europaea</i>	14	5,56
8	Rotkehlchen - <i>Erithacus rubecula</i>	13	5,16
9	Blaumeise - <i>Parus caeruleus</i>	13	5,16
10	Zilpzalp - <i>Phylloscopus collybita</i>	8	3,17
11	Sommergoldhähnchen - <i>Regulus ignicapillus</i>	8	3,17
12	Buntspecht - <i>Dendrocopos major</i>	7	2,78
13	Star - <i>Sturnus vulgaris</i>	7	2,78
14	Gartenbaumläufer - <i>Certhia brachydactyla</i>	6	2,38
15	Ringeltaube - <i>Columba palumbus</i>	6	2,38
16	Singdrossel - <i>Turdus philomelos</i>	6	2,38
17	Rabenkrähe - <i>Corvus corone</i>	5	1,98
18	Eichelhäher - <i>Garrulus glandarius</i>	5	1,98
19	Mittelspecht - <i>Dendrocopos medius</i>	4	1,59
20	Pirol - <i>Oriolus oriolus</i>	4	1,59
21	Kernbeißer - <i>Coccothraustes coccothraustes</i>	3	1,19
22	Schwanzmeise - <i>Aegitalos caudatus</i>	L 2	0,79
23	Mäusebussard - <i>Buteo buteo</i>	2	0,79
24	Waldbaumläufer - <i>Certhia familiaris</i>	2	0,79
25	Schwarzmilan – <i>Milvus migrans</i>	L 2	0,79
26	Grauschnäpper - <i>Muscicapa striata</i>	2	0,79
27	Sumpfmeise - <i>Parus palustris</i>	2	0,79
28	Heckenbraunelle - <i>Prunella modularis</i>	2	0,79
29	Misteldrossel - <i>Turdus viscivorus</i>	2	0,79
30	Fitis - <i>Phylloscopus trochilus</i>	1	0,40
31	Grünspecht - <i>Picus viridis</i>	1	0,40
32	Wintergoldhähnchen - <i>Regulus regulus</i>	1	0,40
33	Klappergrasmücke - <i>Sylvia curruca</i>	L 1	0,40
Summe Kontakte		252	

Gäste:
NWR:
Stockente – *Anas platyrhynchos* (s - s): 3 Individuen auf einer kleinen Mardelle am 20.4.2007.
Sperber – *Accipiter nisus* (s - s): Ein fliegender Vogel am 20.4.2007.
Schwarzspecht – *Dryocopus martius* (s - s): Ein Vogel am 8.6.2007, eventuell wanderndes Jungtier.
Grünspecht – *Picus viridis* (s - l): Eine Höhle am Ostrand des Waldgebietes außerhalb NWR am 1.6.2007 mit 3 Jungtieren registriert.
Fitis – *Phylloscopus trochilus* (s - s): 2 singende Männchen am 20.4.2007, aber ohne anschließenden Nachweis. Die Art wurde möglicherweise wegen ihres nur sporadischen Gesangs unterschätzt.
REF:
Wespenbussard – *Pernis apivorus* (s - s): 1 sitzendes Individuum am 4.5.2007.
Goldammer – *Emberiza citrinella* (s - s): Sichtkontakt am Südrand am 8.6.2007.
Kleinspecht – *Dendrocopos minor* (s - s): Am 2.6.2007 wurde ein Höhle entdeckt, die möglicherweise zuvor besetzt war.
Baumpieper – *Anthus trivialis* (s - s): Sichtkontakt am 4.5.2007 am Südrand.

Abbildung 8
Mittelspecht und Buntspecht: Reviermittelpunkte NWR.

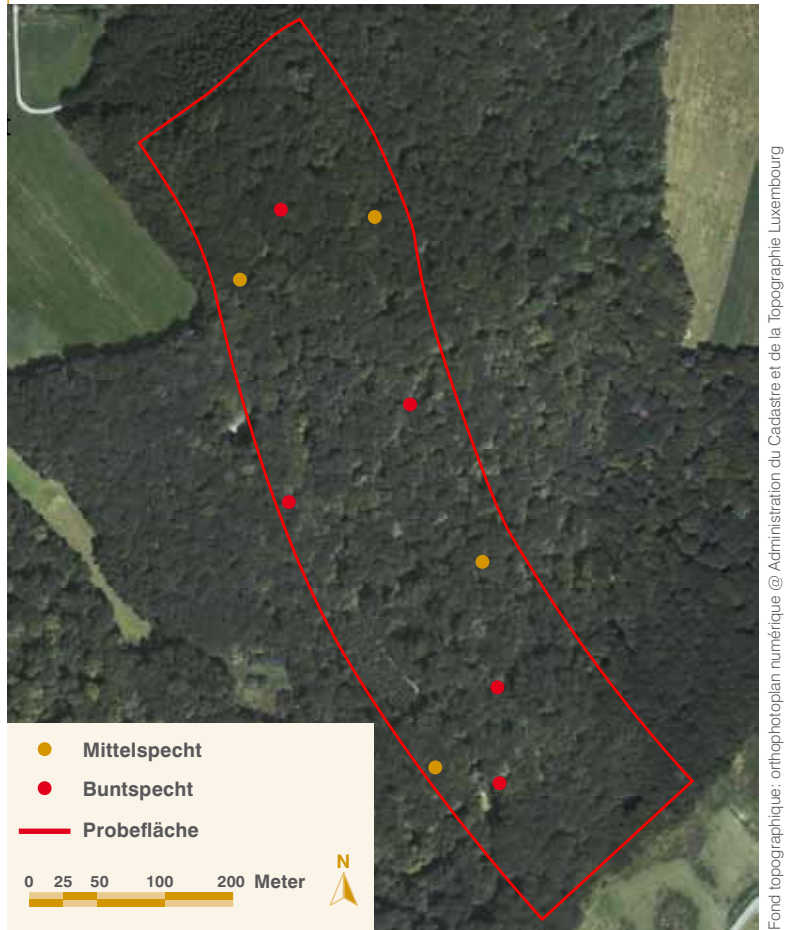


Abbildung 10
Grauschnäpper und Trauerschnäpper: Reviermittelpunkte NWR.



Abbildung 9
Mittelspecht und Buntspecht: Reviermittelpunkte REF.



Abbildung 11
Grauschnäpper und Trauerschnäpper: Reviermittelpunkte REF.



Abbildung 12
Waldbaumläufer und Gartenbaumläufer: Reviermittelpunkte NWR.



Abbildung 13
Waldbaumläufer und Gartenbaumläufer: Reviermittelpunkte REF.



Tabelle 3
Vergleich der Revierdichten zwischen der Fläche innerhalb des Naturwaldreservats (NWR) und der Referenzfläche (REF).
Revierdichte: → = vergleichbare Dichte, ↑ = Dichte auf NWR höher als auf REF, ↓ = Dichte auf NWR niedriger. Die angegebenen Revieranzahlen beziehen sich jeweils auf 10 ha und in der Regel auf vergleichbare Altbuchen- oder Buchenmischwälder.
Folgende Quellen wurden verwendet: Luxembourg - SCHMITT & MULLER (1997), MELCHIOR & al. (1987); Belgien: DEVILLIERS & al. (1988); Frankreich und Schweiz - GÉROUDET & CUISIN (1998); Deutschland – HÖLZINGER, J. (1997-2001), LÖB & al. (2009).
Status in Luxemburg: CONZEMIUS & al. (2005): s = stabil, nicht bedroht; V = Vorwarnliste.
Status in Europa: BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004): s = stabil, nicht bedroht; lok = lokal abnehmend; Ir = leicht rückgängig; r = rückgängig.

Art (Status in Luxemburg - Europa)	Revier- dichte NWR - REF	Bemerkung
1 Buchfink - <i>Fringilla coelebs</i> (s - s)	10 - 11	→ Häufigste Art mit ähnlicher Revierdichte in beiden Aufnahme­flächen. Die Revierdichte ist typisch für alte Buchen- und Eichenwälder in Luxemburg. Mittelwerte für vergleichbare Waldbestände aus anderen Regionen: 4-22 Reviere in Frankreich, 7-16 in Deutschland (Baden-Württemberg) und bis zu 30 Reviere pro 10 ha unter sehr günstigen Bedingungen in Großbritannien.
2 Rotkehlchen - <i>Erithacus rubecula</i> (s - s)	8 - 8	→ Die Revierdichte ist typisch für alte Laubwaldbestände in Luxemburg. In der Literatur werden unter günstigen Bedingungen für vergleichbare Waldbestände 7-10 Reviere in Süddeutschland, 11 Reviere in der Schweiz und bis 30 Reviere in Großbritannien genannt.
3 Zaunkönig - <i>Troglodytes troglodytes</i> (s - s)	8 - 8	→ Aufgrund der Polygamie ist vorzuziehen, männliche Sänger für die Schätzung der Reviere heranzuziehen. Die Angaben zu Dichten variieren in der Literatur stark: im Mittel 2–5 Reviere in Frankreich und der Schweiz, 4-7 in Süddeutschland, jedoch auch 20 in der Bretagne und bis zu 27 männliche Sänger in England. Die vorliegenden Verhältnisse sind damit leicht über­durchschnittlich für die Art, aber weit entfernt von optimalen Bedingungen.
4 Amsel - <i>Turdus merula</i> (s - s)	7 - 8	→ Die Revierdichten dieser Art hängen stark vom Milieu ab: bis zu 10 Reviere in Wäldern der Schweiz und bis zu 45 Reviere in Parks und Gärten. In Süddeutschland werden für Buchenwälder 1-5 Reviere angegeben. Die deutlich höhere Revierdichte hier ist typisch für alte Eichen- und Buchenwälder in Luxemburg.
5 Mönchsgrasmücke - <i>Sylvia atricapilla</i> (s - s)	7 - 6	→ Je nach Habitattyp variieren in der Literatur die Dichteangaben zwischen 2 und 5 Revieren, in Misch- und Buchenwäldern Süddeutschlands gelegent­lich bis 8 und ausnahmsweise bis zu 10 in Frankreich. Die hier angetrof­fenen Dichten liegen damit eher im oberen Bereich.
6 Star - <i>Sturnus vulgaris</i> (s - Ir)	7 - 5	↑ Diese äußerst gesellige Vogelart ist normalerweise in Wäldern mit nur geringen Dichten von 0,5-1 Revieren pro 10 ha anzutreffen, an Waldrän­dern mit 4–7 Revieren und ausnahmsweise bis zu 12 Revieren. Die relativ hohe Dichte im NWR offenbart ein gutes Höhlenangebot. Mangel an Nist­plätzen kann dazu führen, dass der Star andere Höhlenbrüter, wie Meisen oder Kleiber verdrängt.
7 Trauerschnäpper - <i>Ficedula hypoleuca</i> (s - lok) (Abbildung 10 und 11)	6 - 1	↑ Die Art hängt stark vom Höhlenangebot ab, hat fluktuierende Populati­onen und lässt sich durch Nisthilfen kräftig fördern. Aus der Literatur sind zwischen 1,1 Reviere in einem Eichen-Buchenwäldchen bis 6 in einem gemischten, älteren Hochwald der Nord-Vogesen bekannt. Eigene, nicht publizierte Untersuchungen in Belgien (Foret d'Anlier) ergaben 0,7–0,8 Reviere. Die Revierdichte in NWR ist damit als sehr gut zu bewerten, in REF ist sie normal.
8 Blaumeise - <i>Parus caeruleus</i> (s - s)	5 - 5	→ Die Revierdichte ist gering für alte Mischwälder in Luxemburg. In der Literatur variieren die Dichten zwischen 6 und 11 bezogen auf 10 ha für Frankreich, jedoch werden in Süddeutschland meist nur 1-2 Reviere gezählt. Werden Nisthilfen angeboten, können sie sich jedoch auf 14–38 Reviere erhöhen.

	Art (Status in Luxemburg - Europa)	Revier- dichte NWR - REF		Bemerkung
9	Buntspecht - <i>Dendrocopos major</i> (s - s) (Abbildung 8 und 9)	5 - 4	➔	Die Reviergrößen können beim Buntspecht stark variieren, zwischen 40–60 ha im Mittel und 1–10 ha bei hervorragendem Nahrungsangebot in Auwäldern oder Parks. In Buchenaltholzbeständen Süddeutschlands wurden 0,5–4 Reviere gezählt. Die hier angetroffenen Verhältnisse sind damit für den Buntspecht außerordentlich gut. Sie bestätigen frühere Untersuchungen aus den nicht weit entfernten Beetebuerger Bäsch, in denen wir 3–4 bzw. 6-7 Reviere pro 10 ha fanden (Daten nicht publiziert). Der untersuchte Lebensraum ist daher äußerst günstig für diese Art.
10	Kohlmeise - <i>Parus major</i> (s - s)	5 - 4	➔	Niedrigere Dichte als die in der Literatur unter günstigen Bedingungen für Frankreich bzw. die Schweiz angegebenen 11-15 Reviere. In Süd-deutschland wurden ebenfalls nur 5-6 Reviere in ähnlichen Waldbeständen erreicht. Die Bereitstellung von Nisthilfen in einem Eichen-Hainbuchenwald erhöhte jedoch die Revierdichte auf bis zu 55 Reviere pro 10 ha, wobei sie über 14 Beobachtungsjahre zwischen 12 und 55 schwankte.
11	Kleiber - <i>Sitta europaea</i> (s - s)	5 - 4	➔	Mit 4 Revieren pro 10 ha sind die in der Schweiz unter guten Bedingungen angetroffenen Dichten vergleichbar. In Süddeutschland werden für Buchenwälder nur 1-3 Reviere genannt, für Eichen-Hainbuchenwälder bis zu 7. Die Habitate der vorliegenden Studie scheinen für den Kleiber noch gut geeignet, wobei sich jedoch in den Buchenbeständen der Beetebuerger Bäsch 6-9 Reviere pro 10 ha fanden (Daten nicht publiziert).
12	Zilpzalp - <i>Phylloscopus collybita</i> (s - s)	4 - 7	⬇	In Mischwäldern der Schweiz treten Dichten zwischen 8 und 9 Revieren auf, in Auwäldern Deutschlands 14. Die hier vorgefundenen Werte sind eher unterdurchschnittlich. Die höhere Dichte der REF-Fläche ist durch ihre vielfältigere Struktur zu erklären.
13	Gartenbaumläufer - <i>Certhia brachydactyla</i> (s - s) (Abbildung 12 und 13)	4 - 2	⬆	In der Literatur werden Dichten zwischen 1 und 6 Revieren pro 10 ha für Frankreich, die Schweiz und Süddeutschland angegeben. Die hier vorgefundenen Werte stimmen damit gut überein. Dass die Art bevorzugt in Rinden- oder Stammholzspalten von Eichen nistet, zeigt sich deutlich in Präferenz des Eichen-Hainbuchenwaldes von NWR gegenüber dem Buchenwald von REF.
14	Rabenkrähe - <i>Corvus corone</i> (s - s)	4 - 1	⬆	Die Art meidet normalerweise große, zusammenhängende Waldgebiete und bevorzugt die offene Kulturlandschaft. Sie nistet eher an Waldrändern und bevorzugt in der vorliegenden Studie den Eichen-Hainbuchenbestand des Naturwaldreservats, das eng mit der umgebenden Kulturlandschaft verzahnt ist.
15	Mittelspecht - <i>Dendrocopos medius</i> (s - s) (Abbildung 8 und 9)	4 - 1	⬆	Literaturangaben zu Reviergrößen und Siedlungsdichten liegen meist niedriger, z.B. 1 Revier pro 10 ha in der Schweiz. Während der Brutzeit werden kleinere Reviere bei jedoch geringerer Überlappung besetzt. In Süd-deutschland nutzte ein Männchen beispielsweise während der Brutzeit ca. 4 ha, nach dem Ausfliegen der Jungen 5,1 und im Winter 7,2 ha. Unsere Werte für NWR sind ausgesprochen hoch. Das Gebiet ist daher extrem günstig für die Art. Vergleichbar hohe Revierdichten fanden sich auch in den Beetebuerger Bäsch mit 2-4 Revieren pro 10 ha (Daten nicht publ.).
16	Waldbaumläufer - <i>Certhia familiaris</i> (s - s) (Abbildung 12 und 13)	3 - 2	➔	In Süddeutschland werden in alten Hochwäldern meist nur 0,5-1 Brutpaare pro 10 ha gezählt. In der französischen und schweizer Literatur sind Dichten von 1-6 Revieren pro 10 ha bekannt, aus Primärwäldern Polens und des ehemaligen Jugoslawien 4 Reviere. Die vorliegenden Revierdichten liegen in vergleichbarer Größenordnung.
17	Ringeltaube - <i>Columba palumbus</i> (s - s)	3 - 2	➔	Die festgestellte Revierdichte dürfte für Luxemburgische Laubwälder typisch sein. In Buchen- und Laubmischwäldern Süddeutschlands werden ebenfalls 1-3 Brutpaare pro 10 ha angetroffen.
18	Singdrossel - <i>Turdus philomelos</i> (s - s)	3 - 2	➔	In der Literatur werden 5–6 Reviere für ein Parkgehölz in der Schweiz und bis 34 Reviere für einen Mischwald mittleren Alters angegeben.

	Art (Status in Luxemburg - Europa)	Revier- dichte NWR - REF		Bemerkung
19	Wintergoldhähnchen - <i>Regulus regulus</i> (s - s)	3 - 1	⬆	Die Art ist streng an Nadelhölzer gebunden. Am Westrand von NWR stehen einigen Fichten, die für die Nachweise verantwortlich sind. In Laub- und Mischwäldern Süddeutschlands wurden mit 1-6 Brutpaaren ähnliche Werte festgestellt, in der Schweiz je nach Waldtyp zwischen 4 Revieren in Mischwald und 19 in reinen Fichtenbeständen.
20	Sommergoldhähnchen - <i>Regulus ignicapillus</i> (s - s)	2 - 2	➔	Die Art ist ebenfalls an Nadelholz gebunden, oft genügen ihr aber bereits einzelne, in Laubwäldern eingesprengte Fichten. In Eichen-Hainbuchenwäldern Süddeutschlands wurden mit 1-4 Brutpaaren ähnliche Werte festgestellt, in der Schweiz je nach Waldtyp zwischen 4 Revieren in Mischwald und 16 in reinen Fichtenbeständen.
21	Eichelhäher - <i>Garrulus glandarius</i> (s - s)	2 - 2	➔	In Laubholzaltbeständen Süddeutschlands wurden 1-2 Brutpaare pro 10 ha festgestellt. Die vorliegenden Revierdichten sind vergleichbar.
22	Sumpfmeise - <i>Parus palustris</i> (s - lr)	2 - 1	➔	Die Art tritt durchweg mit geringen Revierdichten auf. In Laubwäldern Süddeutschlands wurden meist nur 0,5-1 Brutpaar festgestellt, in der Schweiz im Mittel 1-2 Reviere pro 10 ha.
23	Kernbeißer - <i>Coccothraustes coccothraustes</i> (s - s)	1 - 2	➔	Die Revierdichte wurde möglicherweise unterschätzt, da die Art sich während der Brutzeit sehr versteckt hält. Außerdem tendiert sie zu sehr lockeren Kolonien und unternimmt weite Ausflüge zur Nahrungssuche. In alten Laubwäldern Süddeutschlands finden sich Dichten zwischen 0,5 und 1,5 Revieren, in der Schweiz und Frankreich 0,2-2,3 Reviere. In Urwäldern Polens wurden bis zu 5,4 Reviere gezählt.
24	Heckenbraunelle - <i>Prunella modularis</i> (s - s)	1 - 2	➔	Die vorliegende Waldstruktur ist für diese Art wenig geeignet, da sie offenere Lebensräume mit niedriger, lückiger und verbuschter Vegetation bevorzugt. Die Revierbestimmung ist schwierig, weil sie sowohl polyandrisch als auch polygyn ist und die Männchen weit auseinanderliegende Gesangsplätze nutzen können. In der Literatur werden für Süddeutschland 1-6, für Polen und die Schweiz 3-5, und unter günstigen Bedingungen sogar bis zu 9,6 Reviere für vergleichbare Waldbestände angegeben.
25	Mäusebussard - <i>Buteo buteo</i> (s - s)	1 - 1	➔	Ein Horst befindet sich am Westrand von NWR.
26	Grauschnäpper - <i>Muscicapa striata</i> (s - r) (Abbildung 10 und 11)	1 - 1	➔	Obwohl auf NWR 2 singende Männchen am 10.5.2007 gleichzeitig angetroffen wurden, konnte nur 1 Revier bestätigt werden. In der Literatur werden für alte Laubwälder vergleichbare Dichten von 1-2,8 Brutpaaren pro 10 ha angegeben. In Parks oder Feldgehölzen können die Dichten dagegen auf 3-6 Reviere steigen.
27	Misteldrossel - <i>Turdus viscivorus</i> (s - s)	1 - 1	➔	Laubwälder Süddeutschlands zeigen mit 0,2-0,9 Brutpaaren ebenfalls nur geringe Revierdichten. Bei Nadelholzbeimischung wurden dagegen bis zu 4 Reviere gezählt. Literaturangaben aus der Schweiz und Großbritannien liegen mit 2-3 Revieren etwas höher als die hier vorgefundene Dichte.
28	Hohltaube - <i>Columba oenas</i> (s - s)	1 - 0	⬆	1 Paar wurde am 20.5.2007 kontaktiert und anschließend bei zwei Begehungen im selben Sektor beobachtet.
29	Pirol - <i>Oriolus oriolus</i> (s - s)	1 - 0	⬆	Die Mobilität dieses Vogels erlaubt nur eine sehr eingeschränkte Revierbestimmung. Insgesamt 3 singende Männchen wurden bei 2 Begehungen innerhalb des Waldgebietes festgestellt. Auf REF gab es nur am 8.6.2007 einen Kontakt. Für Eichen- und Buchenaltbestände Süddeutschlands werden vergleichbare Revierdichten von 0,05-1,2 angegeben. In Auwäldern des Oberrheins wird ein Maximum von 3,3 Revieren erreicht.
30	Waldlaubsänger - <i>Phylloscopus sibilatrix</i> (V - r)	1 - 0	⬆	Eine Sichtung auf NWR am 20.4.2007, anschließend gehört am 10. und 20.5.2007. Auf REF nur ein Sichtkontakt am 20.4.2007. Der Waldlaubsänger bevorzugt Buchenhochwälder mit ausreichend Jungwuchs und gilt als Charaktervogel der naturnahen Buchenwälder. In Süddeutschland wurden in solchen Waldbeständen 1,2-3,4 Reviere pro 10 ha festgestellt. Meist sind jedoch in alten Laubholzbeständen die Dichten mit 0,1-1,4 Revieren geringer. Das Auftreten der Art auf NWR ist erfreulich und zeigt die gute Habitatqualität des Waldbestandes.

	Art (Status in Luxemburg - Europa)	Revier- dichte NWR - REF		Bemerkung
31	Waldkauz - <i>Strix aluco</i> (s - s)	1 - 0	↑	Ein Revier umfasst den Westrand des Waldgebietes mit der NWR-Fläche. Ein von Sperlingsvögeln beschimpfter Altvogel wurde bei 3 Bege- hungen angetroffen. Jungvögel konnten allerdings nicht nachgewiesen werden. Auf REF wurde die Art nicht festgestellt.
32	Gartengrasmücke - <i>Sylvia borin</i> (s - s)	0 - 1	↓	Die Art meidet im Gegensatz zur Mönchsgrasmücke geschlossene Wälder und siedelt eher in offener, gebüschreicher Landschaft. Auf REF fand sich ein Revier in einem offeneren Bereich mit einem Jungwuchsdickicht.

4. Folgerungen

- Die Ergebnisse der Revierkartierung zeigen folgende Ähnlichkeiten zwischen den zwei Untersuchungsflächen:
- Eine Art dominiert: der Buchfink.
 - Der Anteil der Standvögel liegt bei etwa 30 % (34 % bei NWR bzw. 27 % bei REF).
 - Carnivore Vogelarten belegen 94 % der Reviere. Der Anteil der essentiell insektivoren Arten ist ähnlich (72 % bei NWR bzw. 75 % bei REF).
 - Die Kohlmeise ist schwach repräsentiert (was jedoch durch die Linienmethode etwas relativiert wird).
 - Der Grauschnäpper besetzt auf beiden Flächen ein Revier.

- Unterschiede treten dennoch klar hervor:
- Die Waldstruktur der beiden Flächen unterschei- det sich und erschwert einen Vergleich.
 - Die geringere Anteil der Höhlenbrüter auf REF (32 gegen 42 %) offenbart ein begrenztes Höhlenangebot.
 - Die größere Arten- und Revierzahl auf der Fläche im Naturwaldreservat lässt sich über die vielfäl- tigere Struktur erklären.
 - Der Trauerschnäpper bevorzugt das NWR mit 6 Revieren gegenüber nur einem auf REF.
 - Der Pirol bleibt innerhalb des Naturwaldreservats.

- Als Besonderheit ist festzustellen:
- Die hohen Revierdichten von Bunt- und Mittel- specht übersteigen viele Literaturwerte (**Abbil- dung 8 und 9**), bestätigen jedoch frühere Studien im Beetebuerger Bësch mit ähnlich hohen Dichten.
 - Auch die Kleiber zeigen eine höhere Präsenz als in der Literatur für vergleichbare Wälder angegeben.

- Der Trauerschnäpper tritt mit guter Revierdichte im NWR auf und wurde auch über die Linienme- thode im gesamten Waldgebiet festgestellt.
- Der Status des Waldlaubsängers, in Luxem- burgs Roter Liste auf der Vorwarnliste geführt, ist alarmierend: Nur ein einziges Revier ließ sich im NWR feststellen, obwohl die Struktur des Wald- gebietes optimal für diese Art erscheint.

Die Analyse durch die Linienmethode bestätigt im Wesentlichen die obenstehenden Tendenzen. Sie ist jedoch wenig zuverlässig für die Spechte und kann zur Verzerrung von Ergebnissen für auffallende oder auch für sich verbergende Arten führen. Quantitative Revieranalysen sind daher im Rahmen eines langfristigen Naturwaldmonitorings unerlässlich und der qualitativen Linienmethode vorzuziehen.

Beide Methoden gemeinsam lassen auf 39 Vogel- arten innerhalb des Naturwaldreservats schließen, von denen 33 sicher als Brutvogelarten gelten können und weitere 5 als potenzielle Brüter. Die Revierdichte liegt bei 116 Revieren pro 10 ha.

5. Dank

Der Gemeinde Bartringen sei für die Finanzierung der Studie herzlich gedankt. Fernand Schoos und Frank Sowa danken wir für Verbesserungen des Manuskripts.

6. Literatur

BERNOTAT, D., H. SCHLUMPRECHT, C. BRAUNS, J. JEBRAM, G. MÜLLER-MOTZFELD, U. RIECKEN, K. SCHEURLÉN & M. VOGEL (2002): Gelbdruck „Verwendung tierökologischer Daten“. In: Plachter, H., D. Bernotat, R. Müssner & U. Rie- cken: Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. Schr.-R. f. Landschaftspflege und Natur- schutz 70: 109-407.

BIBBY C., N. BURGESS, D. HILL & S. MUSTOE (2000): Birds Census Techniques, Second Edition. Academic Press: 257 S.

BLONDEL, J., C. FERRY & B. FROCHOT (1970): Méthode des Indices Ponctuels d’Abondance (IPA) ou des relevés d’avifaune par stations d’écoute. Alauda, Vol. 38: 55-70.
CONZEMIUS, T., P. LORGÉ, E. MELCHIOR & J. WEISS (2005): Rote Liste der Brutvögel Luxemburgs, Version 2005. Manuskript der Lëtzebuerger Natur- a Vulleschutzlīga (LNLV): 4 S.

DEVILLIERS, P., W. ROGGEMAN, J. TRICOT, P. DEL MARMOL, C. KERWIJN, J.-P. JACOB & A. ANSELIN (1988): Atlas des Oiseaux Nicheurs de Belgique. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique: 396 S.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004): Birds in Europe: popu- lation estimates, trends and conservation status. Birdlife conservation series N° 12: 374 S.

FLADE, M. (1995): Aufbereitung und Bewertung vogelkund- licher Daten für die Landschaftsplanung unter besonderer Berücksichtigung des Leitartmodells. In: Riecken, U. & E. Schröder: Biologische Daten für die Planung. Schr.-R. f. Landschaftspflege und Naturschutz 43: 107-146.

GÉROUDET, P. & M. CUISIN (1998): Les Passereaux d’Europe, Tomes 1&2. Delachaux et Niestlé.

HÖLZINGER, J. (1997, 1999, 2001): Die Vögel Baden-Württ- embergs. Bände 2.2, 2.3, 3.1, 3.2. Eugen Ulmer, Hohenheim.

INTERNATIONAL BIRD CENSUS COMMITTEE (1969): Recom- mendations for an international standard for a mapping method in bird census work. Bird Study 16: 248-255.

LÖB, B., S. KIEFER & M. HOFFNANN (2009): Siedlungs- dichte der Vögel im Naturwaldreservat Goldbachs- und Ziebachsrück (Hessen). Untersuchungszeitraum 1995. In: Dorow, W.H.O., T. Blick & J.-P. Kopelke: Naturwaldreservate in Hessen. Band 11/2.2. Goldbachs- und Ziebachsrück. Zoologische Untersuchungen 1994-1996, Teil 1. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 45: 283-323.

MARCHANT, J.H. (1983): BTO Common Birds Census Instructions. BTO, Tring, Herts.

MELCHIOR, E., E. MENTGEN, R. PELTZER, R. SCHMITT & J. WEISS (1987): Atlas der Brutvögel Luxemburgs. Lëtze- buerger Natur- a Vulleschutzlīga.

SCHARTNER, S. (2000): Aves (Vögel). In: Flechtner, G., W.H.O. Dorow & J.-P. Kopelke: Naturwaldreservate in Hessen. Band 5/2.2. Niddahänge östlich Rudingshain. Zoologische Untersuchungen 1990-1992, Teil 2. Mitteilungen der Hes- sischen Landesforstverwaltung 32 (2): 351-428.

SCHMITT, R. & F. MULLER (1997): Brutvogelbestände in Laubwäldern Luxemburgs. Untersuchungen auf vier 10 ha – Probeflächen. Regulus 16 II: 13-26.

SHANNON, C.E. (1976): Die mathematische Theorie der Kommunikation. In: Shannon, C.E. & W. Weaver: Mathe- matische Grundlagen der Informationstheorie. Oldenbourg Verlag. München, Wien: 41-143.

ULLRICH, T. & M. KRUG (2009): Die Vögel (Aves) des Naturwaldreservates „Laangmuer“. In: Murat, D. (Schriftl.): Zoologische und botanische Untersuchungen „Laangmuer“ 2007-2008. Naturwaldreservate in Luxemburg, Band 5. Naturverwaltung Luxemburg: 34-47.

ZENKER, W. (1980): Untersuchungen zur Siedelungsdichte der Vögel in einem naturnahen Eichen-Ulmen-Auenwald im Erfttal (NSG Kerpener Bruch). Beiträge zur Avifauna des Rheinlandes 13: 140 S.

Adresse:
Station Biologique SICONA, 2, rue de Nospelt, L-8394 Olm, Luxembourg,
T: (00352) 263036-25, E: philippe.thonon@sicona.lu

7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

7.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Probeflächen und der Route der Linienkartierung im Enneschte Bësch. 49

Abbildung 2: Revierzentren aller Vogelarten im Natur- waldreservat (NWR). 52

Abbildung 3: Revierzentren aller Vogelarten auf der Referenzfläche (REF). 52

Abbildung 4: Revierverteilung in Abhängigkeit vom Nistverhalten. 53

Abbildung 5: Revierverteilung in Abhängigkeit vom Ernährungstyp. 54

Abbildung 6: Revierverteilung insektivorer Vogelarten (zu mindestens 75 % insektivor). 54

Abbildung 7: Revierverteilung in Abhängigkeit vom Zugverhalten. 54

Abbildung 8: Mittelspecht und Buntspecht: Reviermittel- punkte NWR.. 56

Abbildung 9: Mittelspecht und Buntspecht: Reviermittel- punkte REF. 56

Abbildung 10: Grauschnäpper und Trauerschnäpper: Reviermittelpunkte NWR.. 57

Abbildung 11: Grauschnäpper und Trauerschnäpper: Reviermittelpunkte REF.. 57

Abbildung 12: Waldbaumläufer und Gartenbaumläufer: Reviermittelpunkte NWR. 58

Abbildung 13: Waldbaumläufer und Gartenbaumläufer: Reviermittelpunkte REF. 58

7.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Brutvogelarten des Enneschte Bësch: Absolute Anzahl der Reviere pro 10 ha und prozentuale Verteilung auf der Fläche im Naturwaldreservat (NWR) und der Referenzfläche (REF). 51

Tabelle 2: Ergebnisse der Linienkartierung. 55

Tabelle 3: Vergleich der Revierdichten zwischen der Fläche innerhalb des Naturwaldreservats (NWR) und der Referenzfläche (REF). 59

Die Vögel (Aves) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2010)

Thomas ULLRICH, Matthias KRUG, Uwe BROCKAMP



1. Einleitung

Vögel sind eine sehr gut untersuchte Artengruppe. Es existiert ein breites Basiswissen zur Verbreitung und der Ökologie der einzelnen Arten. Durch ihre hohe Mobilität reagieren Vögel meist sehr rasch auf strukturelle Veränderungen ihres Lebensraums. Darüber hinaus erfordert die Feldarbeit einen nur relativ geringen Zeit- und keinen besonderen Geräteaufwand.

Da das Vorkommen einiger Waldvogelarten eng an bestimmte Waldstrukturen gebunden ist (BÜCKING 1998), eignen sich avifaunistische Kartierungen sehr gut für Monitoring-Projekte und Zeitreihenvergleiche in der waldökologischen Forschung. Strukturelle Entwicklungen von Naturwaldreservaten gerade in Bezug auf das Totholz können mit Hilfe der Veränderungen der Avifaunazusammen-

setzung gut nachvollzogen werden. So weisen Wälder mit hohen Anteilen an stehendem Totholz eine besonders hohe Dichte von Spechten und höhlenbrütenden Vogelarten auf (BLUME 1993; ANGELSTAM U. MIKUSINSKI 1994; SCHERZINGER 1996, HOHLFELD 1997).

Die vorliegende Untersuchung im Naturwaldreservat (NWR) „Enneschte Bësch“ ist Teil des von der Luxemburgischen Naturverwaltung breit aufgestellten Monitorings in Naturwaldreservaten. Der Verein für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung e.V. (VFS) führte im Frühjahr 2010 die avifaunistischen Kartierungen im NWR „Enneschte Bësch“ im Auftrag der Luxemburgischen Naturverwaltung durch. Die Ergebnisse dieser Erstaufnahme werden in der vorliegenden Arbeit vorgestellt.

Abbildung 1

NWR „Enneschte Bësch“: Singender Trauerschnäpper 2010.



(Foto: Thomas Ullrich)

2. Material und Methoden

Zwischen März und Juni 2010 führte Herr Thomas ULLRICH im Auftrag des Vereins für Forstliche Standortskunde e.V. (VFS) die ornithologischen Untersuchungen im NWR „Enneschte Bësch“ durch. Die Wahl der Methode fiel auf eine erweiterte Linienkartierung (SÜDBECK et al. 2005). Diese Methode wurde bereits 2008 in zwei Naturwaldreservaten Luxemburgs angewandt und hatte sich bewährt (ULLRICH, KRUG 2009). Es wurden 6 Begänge durchgeführt: Jeweils ein Begang im März und Mai, jeweils zwei Begänge im April und Juni. Zwischen zwei Durchgängen lag methodenkonform mindestens eine volle Woche. Die einzelnen Begehungen erfolgten nur bei günstigen Wetterbedingungen in den Morgenstunden um den Sonnenaufgang und nahmen jeweils ca. 3 Stunden (4,4 km Länge) in Anspruch. Die Linie wurde je zwei mal von den drei Startpunkten (**Abbildung 2**) aus begangen.

Der Verlauf der Linie ist eindeutig und nachvollziehbar. Die Linie (**Abbildung 2**) verläuft größtenteils auf vorhandenen Waldwegen, ganz im Westen auf einem Wanderpfad, parallel zur Straße. Durch die Legung der Linie auf vorhandene Infrastrukturen konnten Störungen des Reservates durch die Aufnahmen minimiert werden.

Wichtige Waldvogelarten wie die Tag-Greifvögel, teilweise die Eulen, alle Spechtarten sowie große Höhlenbrüter (Hohltaube und Dohle) sollten auf der ganzen Fläche eines Naturwaldreservates weitgehend vollständig erfasst werden, was über die

Linien-Methode nicht gewährleistet werden kann. Deshalb wurden die oben genannten Arten zusätzlich zur Linienkartierung flächig erfasst, so dass auch für diese Arten Revierkarten für das gesamte NWR vorliegen. Durch das gezielte Anwenden artspezifischer Untersuchungsmethoden (u.a. Klangattrappen bei Mittelspecht) war der Aufwand dafür nicht sehr groß. Diese Erhebungen erfolgten jeweils im Anschluss an die Linienkartierung. Es wurden auch alle wichtigen Besonderheiten, die während der morgendlichen Linienkartierung nicht erfasst werden konnten zusätzlich erhoben (z.B. Bruthöhlen, Horstbäume).

Zur Auswertung wurden alle Beobachtungen zu sogenannten „Papierrevieren“ zusammengefügt (SÜDBECK et al. 2005). Die daraus angeschätzten Reviermitten wurden in die bearbeiteten Ortho-Luftbilder eingearbeitet und mit den Koordinaten (Rechts- und Hochwerte) des Luxemburger Netzes bestimmt.

Die Linienkartierung deckt zwar den Großteil der NWR-Fläche ab (ca. 80 % des NWR), diese wird systembedingt jedoch nicht vollständig erfasst. Die Daten zu den Waldstrukturen aus den Waldstrukturaufnahmen werden hingegen stets für das gesamte Naturwaldreservat ermittelt. Um später Veränderungen der Vogelwelt auch den Veränderungen der Waldstrukturen gegenüber stellen zu können, sind Angaben zu Vogelrevieren in Bezug auf das gesamte Naturwaldreservat wünschenswert. Daten zu Vogelartendichten sind auch notwendig, wenn Vergleiche zwischen einzelnen Naturwaldreservaten durchgeführt werden sollen.

Aus dem Grund wurde für jede Vogelart der gesamte Bestand des NWR eingeschätzt bzw. hochgerechnet, in dem neben den mittels Linienkartierung tatsächlich erfassten Revieren die zusätzlich möglichen Reviere des NWR ermittelt wurden. Hierbei wurden die Strukturanforderungen der jeweiligen Art und die vorhandenen Strukturen des NWR „Enneschte Bësch“ berücksichtigt. Informationsquellen für die entsprechenden Waldstrukturen waren die Geländebegänge in den „Fehlflächen“, die Luftbilder und die Ergebnisse der Luftbildanalyse (TOBES et al. 2008). Wichtige Vogelarten -spezifische Strukturen sind beispielsweise Kronenschlussgrad, Baumartenanteile, Bestandesstruktur (Hallenwald, Mehrschichtigkeit) und Sonderstrukturen (z.B. mit Efeu bewachsene Bäume).

An folgenden Tagen fanden in 2010 die 6 Begänge statt:

- 24. März
- 7. und 28. April
- 19. Mai
- 3. und 17. Juni.

Aufgrund anhaltender kalt-nasser Witterung in der zweiten Mai-Hälfte verschob sich der an sich geplante zweite Begang im Mai in den Juni.

Am 03.06. erfolgte zum morgentlichen Begang zusätzlich eine abendliche Kontrolle auf ein vermutetes Waldschnepfenvorkommen, welches allerdings nicht bestätigt werden konnte.

Die kombinierte Methode aus Linienkartierung und flächiger Erfassung liefert zusammenfassend:

- Eine vollständige Brutvogel-Artenliste für das Naturwaldreservat.
- Sichere Dichtewerte für wichtige Waldstruktur-Zeigerarten wie alle Spechtarten, die mit der erweiterten Methode zusätzlich genau abgeprüft wurden.
- Eine einfach anwendbare Monitoringsgrundlage entlang der Linie.

3. Ergebnisse

Im NWR „Enneschte Bësch“ konnten im Jahr 2010 insgesamt **35 BRUTVOGELARTEN** nachgewiesen werden (Tabelle 1, Abbildung 2).

Die **Tabelle 1** stellt die Ergebnisse der in 2010 durchgeführten Kartierungen in Form der Anzahl der erfassten Vogelartenreviere im NWR „Enneschte Bësch“ dar. Die Reihenfolge der aufgeführten Vogelarten richtet sich in etwa nach deren ermittelten Häufigkeit entlang der Kartierungslinie. Die Spalte c gibt jeweils die Anzahl der Reviere wider, die über die Linienkartierung absolut ermittelt wurde. Die Reviere, die über den flächigen Begang zusätzlich erfasst wurden sind in dieser Zahl nicht enthalten. Die Werte der Spalte d stellen die für die jeweilige Art hochgerechnete Anzahl der Reviere für das gesamte Naturwaldreservat (86,4 ha) dar. Diese Hochrechnung auf das Gesamtgebiet bezogen berücksichtigt die unterschiedlichen Waldstrukturen und Ansprüche der einzelnen Vogelarten (s. Kapitel 2).

Aus der Anzahl der Reviere/NWR (Hochrechnung, Spalte d der **Tabelle 1**) errechnet sich der Wert Reviere je 10 ha (**Tabelle 1**, Spalte e). Dieser Dichtewert dient für den Vergleich mit anderen Naturwaldreservaten und ist auch international der am häufigsten verwendete Vergleichswert, insbesondere für waldökologische Untersuchungen.

Vogelarten, die sicher nur Nahrungsgäste oder Durchzügler waren, sind nicht in der Ergebnistabelle (**Tabelle 1**) aufgeführt. Hierbei handelt sich um Mauersegler, Haussperling, Elster, Mehl- und Rauchschwalbe, Gimpel, Wachholderdrossel, Grünling, Turmfalke, Distelfink, Bachstelze, Baumpieper und Goldammer.

Durch die zusätzlichen gezielten Begänge im gesamten Schutzgebiet abseits der Linienkartierung konnten die Brutvogelarten Sperber, Schwarzmilan sowie der gesamte Mäusebussardbestand ermittelt werden. Der Waldkauz, der in dem NWR prinzipiell erwartet werden kann, konnte in 2010 nicht bestätigt werden. Sein Status und der des Wintergoldhähnchens konnten nicht sicher geklärt werden. Der Graureiher interessiert sich offensichtlich für den Bereich um die Waldlichtung, die von Norden her in der Mitte des Gebietes hineinragt – eine Brutansiedlung in diesem Bereich ist künftig möglich.

Nach Abgleich mit dem Atlas der Brutvögel Luxemburgs (MELCHIOR et al. 1987) konnten der Grauspecht neu für den Quadranten als Brutvogel nachgewiesen werden. Die Arten Baumfalke, Wespenbussard, Turteltaube, Kuckuck, Waldschneepfe, Waldlaubsänger, Rotmilan, Hohltaube und Waldohreule wären nach MELCHIOR et al (1987) und THONON (2008) durchaus zu erwarten gewesen, konnten aber 2010 nicht bestätigt werden (**siehe Diskussion**).

Tabelle 1 Ergebnisse der avifaunistischen Reviererhebungen im NWR „Enneschte Bësch“ 2010. Das Naturwaldreservat hat eine Fläche von 86,4 ha. Kartiertage 2010: 24. März.; 7. und 28. April; 19. Mai; 3. und 17. Juni.

Nr.	Art	Anzahl erfasster Reviere per Linienkartierung 2010	Anzahl Reviere, hochgerechnet für das NWR (86,4 ha)	Revierdichte: N Reviere/10 ha auf das NWR hochgerechnet
a	b	c	d	e
1	Buchfink	65	78	9,0
2	Star	55	91	10,5
3	Kohlmeise	33	43	5,0
4	Kleiber	32	42	4,9
5	Blaumeise	28	42	4,9
6	Rotkehlchen	26	37	4,3
7	Amsel	26	34	3,9
8	Mönchsgrasmücke	26	37	4,3
9	Zaunkönig	25	30	3,5
10	Mittelspecht	17	22	2,5
11	Singdrossel	11	15	1,7
12	Zilpzalp	10	16	1,8
13	Buntspecht	9	12	1,4
14	Gartenbaumläufer	8	11	1,3
15	Aaskräh	7	8	0,9
16	Ringeltaube	7	15	1,7
17	Kernbeißer	6	6	0,7
18	Eichelhäher	6	7	0,8
19	Waldbaumläufer	5	6	0,7
20	Trauerschnäpper	5	8	0,9
21	Sommergoldhähnchen	5	8	0,9
22	Misteldrossel	4	6	0,7
23	Sumpfm	3	6	0,7
24	Mäusebussard	3	3	0,3
25	Grünspecht	2	2	0,2
26	Gartengrasmücke	1	1	0,1
27	Heckenbraunelle	1	1	0,1
28	Kleinspecht	1	1	0,1
29	Grauschnäpper	1	1	0,1
30	Stockente	1	1	0,1
31	Fitis	1	1	0,1
32	Pirol	1	1	0,1
33	Grauspecht	0,3	k.A.	k.A.
34	Schwarzmilan	0,3	k.A.	k.A.
35	Sperber	0,3	k.A.	k.A.

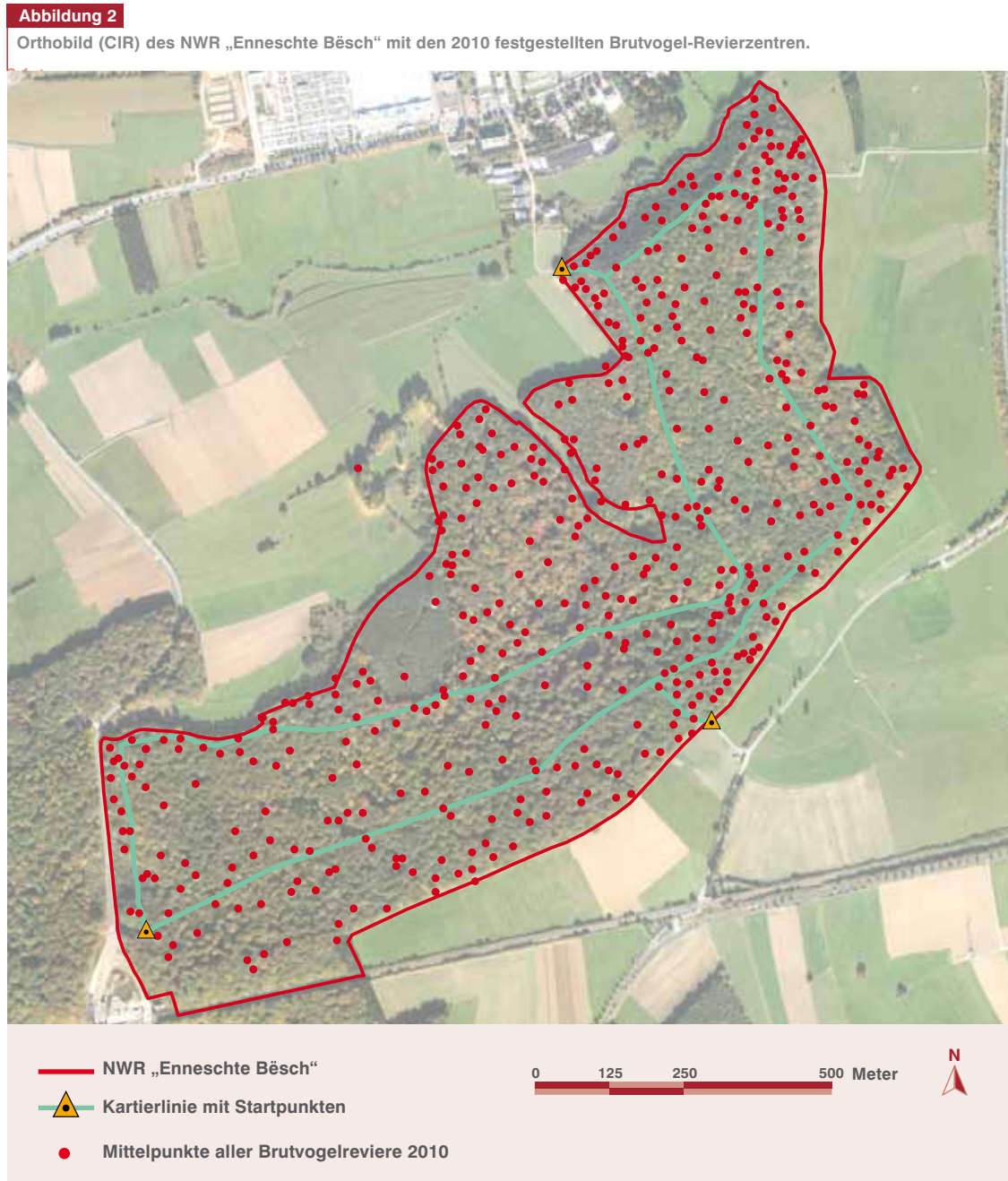


Abbildung 2 stellt alle bei den Außenbegängen ermittelten Vogelarten-Revierzentren dar. Entlang der Linie häufen sich die Reviere, da dort durch die sechs Begänge alle Vogelarten gut erfasst wurden. Auf der restlichen Waldfläche verteilen

sich die Reviere, da hier die Erfassung mit Hilfe der erweiterten Flächen-Methode in erster Linie auf bestimmte Arten (wie z.B. Greifvögel, Spechte) vorgenommen wurde.



Abbildung 4
Die im NWR „Enneschte Bësch“ in 2010 festgestellten Vogel-Revierzentren (Gesamtzahl) vor dem thematischen Hintergrund des Kronenschlussgrades nach TOBES et al. (2008).



4. Diskussion

4.1 | Allgemein

Mit den ornithologischen Untersuchungen im NWR „Enneschte Bësch“ wurden in 2010 alle Brutvögel erfasst und die Grundlage für ein Monitoring geschaffen. Durch Wiederholungsaufnahmen dieser Artengruppe nach dem gleichen Vorgehen (Linienkartierung oder erweiterte Linienkartierung) können Veränderungen in der Biozönose in Zukunft festgestellt werden. Die parallel durchgeführten Untersuchungen zu den Waldstrukturen bilden eine hervorragende Datengrundlage, die es ermöglicht, waldökologische Zusammenhänge zwischen Vegetation, Waldstrukturen und den Vogelarten und deren Vorkommen zu ermitteln.

Mit Begängen, beginnend im März und endend im Juni, konnten alle Brutvogelartvorkommen der Wälder des NWR und deren Häufigkeit erfasst werden. Die Besiedlungsdichte des Waldes kann für jede Art durch Hochrechnung angegeben werden. 6 Durchgänge gewährleisteten gute Ergebnisse, auch bei Wäldern mit überdurchschnittlichen Waldstrukturen, wie das bei Naturwaldreservaten, vor allem in Zukunft, zu erwarten ist. Die gewählte Methode der Linienkartierung eignet sich gut im Hinblick auf Zeitreihenvergleiche. Durch die exakte Dokumentation des Verlaufes der Linien und der Kartierzeiten sind die Ergebnisse nachfolgender Untersuchungen untereinander gut zu vergleichen.

Wiederholungen der Aufnahmen sollten alle 3 bis 6 Jahre erfolgen, womit auch die Berichtspflicht gegenüber der NATURA 2000 Gesetzgebungen erfüllt würde. Ein kürzerer Wiederholungsturnus erfasst zwar die jährlichen Schwankungen der Vogelbestände, erbringt aber im Hinblick auf die Interpretation von waldökologischen Zusammenhängen eine nur unwesentlich bessere Datengrundlage. Bei größeren Störungen (flächiger Windwurf, Eis- und Schneebruch) und sich dadurch plötzlich ändernden ökologischen Bedingungen sollte eine Wiederholungsaufnahme zeitnah erfolgen.

4.2 | Diskussion der Kartiерergebnisse

Das NWR „Enneschte Bësch“ zeichnet sich durch mehrere Charakteristika aus, vor deren Hintergrund die Ergebnisse der Vogelerhebung zu diskutieren sind. Ob und wie stark sie letztlich Einfluss nehmen auf die Verteilung der Revierzentren der Arten und auf die entsprechende Abundanz ist bei einer einmaligen Erhebung allerdings schwer zu interpretieren.

Im folgenden werden einige besondere Waldstrukturen des NWR „Enneschte Bësch“ beschreiben:

- Hoher Anteil an Eiche in der Bestockung. Das NWR „Enneschte Bësch“ ist zu großen Teilen ein Eichen-Altwald. Die Auswertung der Waldstrukturaufnahme (WSA) im Naturwaldbericht belegt dies deutlich (TOBES et al. 2008). Der Vorratsanteil der Traubeneiche macht zur Zeit noch über 55 % aus. Der der Rotbuche liegt bei 28 %. Die Altersstruktur zeigt auf großen Teilen Eichen- und weniger Buchen- Altbestände. Die Eiche lässt mehr Licht auf den Waldboden, was wiederum zu mehr Bodenstrukturen führt.
- Die standörtlichen Verhältnisse in der nördlichen Flächenhälfte. Hier sind wechselfeuchte, stau-nasse, z.T. feuchte Verhältnisse auf einem großen Teil der Fläche vorzufinden.
- Vergleichsweise hoher Totholzanteil in Form von Kronentotästen in noch lebenden Eichen.
- Das NWR „Enneschte Bësch“ liegt als Waldinsel im Offenland. Lediglich im Westen und Südwesten grenzt Wald an das NWR an. Ansonsten ist es von Wiesen, Äckern und Weiden umgeben. Dadurch sind lange und gut ausgebildete Wald-ränder für das NWR kennzeichnend.
- Umliegendes extensives Feuchtgrünland in Form von Feuchtwiesen- und Weiden.

Der Buchfink ist die häufigste Vogelart, was für mitteleuropäische Verhältnisse in allen Waldlebens-räumen nicht ungewöhnlich ist. Entsprechend der Häufigkeit folgen dann vier Höhlenbrüterarten: Star, Kohlmeise, Kleiber und Blaumeise.

Der Star ist die zweithäufigste Art im NWR „Enneschte Bësch“, was eindeutig auf die Kombination von vielen Höhlen im NWR und der hohen Waldrandlinie des NWR zurückzuführen ist. In Abbildung 3 kommt der Waldrandeffekt sehr deutlich zum Ausdruck. Die Revierzentern/Bruthöhlen des Stars im Wald liegen in den meisten Fällen im unmittelbaren Bereich zum Offenland. Da der Star fast ausschließlich im Offenland Nahrung sucht, ist er bestrebt, möglichst nahe am Waldrand zu brüten, um den Weg von der Bruthöhle zu den Nahrungslebensräumen so kurz wie möglich zu halten und den gefährlichen Weg durch unübersichtlichen Wald zu minimieren. Darüber hinaus stellen die umliegenden Weiden sehr gute Nahrungshabitate für den Star dar, da hier ganzjährig kurzgrasige Wiesenstrukturen mit hohem Insektenreichtum vorzufinden sind. Die Summe dieser Strukturen macht das NWR „Enneschte Bësch“ für den Star zu einem sehr attraktiven und wichtigen Wald-/Brutgebiet. Beim Star gilt es zu beachten, dass die Bestandesentwicklungen beispielsweise in Deutschland großflächig stark rückläufig sind (SÜDFELDT et al. 2009).

Abbildung 5

Lebende Altwaldeiche mit mehreren Baumhöhlen, Totästen und Baumpilzen. Waldbild aus dem NWR „Enneschte Bësch“. Das NWR weist ein gutes Höhlenangebot auf, wodurch für Stare und andere Höhlenbrüter beste Bedingungen entstehen.



(Foto: Thomas Ullrich)

Ebenfalls von der Waldrandnähe profitiert die Askrähe, deren bevorzugte Nahrungshabitate ebenfalls im Offenland liegen. Sie findet zusätzlich gute Brutstandorte in den Hochspannungsleitungsmasten in und am Naturwaldreservat.

Im Vergleich zu anderen lichten Eichenwäldern sind die Gebüschbrüter und die Waldboden bewohnenden Vogelarten im NWR „Enneschte Bësch“ nicht so dominant wie erwartet. Das ist vor allem der Tatsache geschuldet, dass der Wald doch meist einschichtig ist. Erstaunlich ist überdies, dass der Kronenschlussgrad sehr hoch ist, wodurch keine Gebüschschicht, bzw. bodennahe Strukturen aufkommen (Abbildung 6). Hinzu kommt, dass liegendes Totholz mit 4 fm/ha (TOBES et al. 2008) eher unterdurchschnittlich vorhanden ist und die bodennahen Strukturen noch nicht genügend anreichert. Aus Abbildung 4 wird deutlich, dass die Anzahl der Reviermittelpunkte in den Bereichen mit den höchsten Kronenschlussprozenten (blaue Bereiche), wo auch die einschichtigen Bestände zu finden sind, kleiner ist als in den etwas offeneren Bereichen

Abbildung 6

Ein typisches Waldbild aus dem NWR „Enneschte Bësch“ 2010. Der Eichen- Hainbuchenwald zeigt sich teilweise einschichtig. Die Hainbuchen sind in das Kronendach der Eichen eingewachsen, was die Einschichtigkeit der Waldstruktur erzeugt. Hier brüten wenige Gebüschbrüter wie Rotkehlchen, Zaunkönig oder Mönchsgrasmücke.



(Foto: Thomas Ullrich)

Abbildung 7

NWR „Enneschte Bësch“ 2010: Sturmwurfblöcke, die die Waldstrukturen auch für die Vogelwelt anreichern, sind noch unterrepräsentiert und finden sich zur Zeit an wenigen Stellen am südlichen Waldrand. Hier eine vom Wind im Frühjahr 2010 geworfene Buche.



(Foto: Thomas Ullrich)

Die Kartierungen 2010 litten unter einem überdurchschnittlich nassen und kalten April und Mai. Das wirkte sich in leicht verzögerten Kartierdurchgängen aus. Der fünfte Begang schob sich daher von der zweiten Maihälfte in die erste Juniwoche. Bei den Kartierungen war auffallend, dass spät heimkehrende Langstreckenzieher nicht oder nur schwach nachgewiesen werden konnten:

- die Turteltaube wäre am Nordrand des Gebietes grundsätzlich zu erwarten. Ein Nachweis gelang in 2010 nicht.
- der stimmlich sehr auffällige Waldlaubsänger fehlte in 2010 ebenfalls.
- der Pirol ist mit einem Nachweis eher schwach vertreten. Auch für diese Vogelart hat das NWR mehr Potential.
- der Trauerschnäpper kam in 2010 gemessen an den vorhandenen Strukturen mit einer recht geringen Abundanz vor.

Insgesamt liegt die Revierdichte 2010 im NWR „Enneschte Bësch“ bei insgesamt 68,5 Revieren/10 ha, ein im Vergleich mit anderen NWR Luxemburgs hoher Wert. Dem hohen Eichenanteil

des NWR kommt dabei eine große Bedeutung zu, da dieser sich positiv auf die Strukturvielfalt, die Biodiversität insgesamt und somit auch auf die Vogelarten und deren Abundanzen auswirkt (AMMER, SCHUBERT 1999; DETSCH 1999; ZELLER 2003). Im NWR „Grouf“, mit ebenfalls vielen Eichenwaldstrukturen lag die Vogelartendichte 2008 bei 55 Revieren/10ha (ULLRICH et al. 2009B). Im Vergleich dazu fallen die Revierdichten der beiden bereits avifaunistisch untersuchten Buchenwald-dominierten Naturwaldreservate „Laangmuer“ mit 34 Revieren/10 ha (ULLRICH, KRUG 2009) und „Beetebuerger Bësch“ mit 36 Revieren/10 ha (ULLRICH et al. 2010) deutlich geringer aus.

Auch die Tatsache, dass der Mittelspecht häufiger anzutreffen war als der Buntspecht, spricht für den höheren Eichenanteil in der Bestockung.

Sowohl die Eichen- als auch die Buchen-dominierten Naturwaldreservate ähneln zur Zeit aufgrund ihrer kurzen „Total-Schutz“ – Existenz noch sehr stark Wirtschaftswäldern. In beiden Waldtypen werden in Zukunft höhere Revierdichten zu erwarten sein, wenn sich die NWR vermehrt in Richtung Zerfallsphase entwickeln. Dabei wird es unter anderem sehr interessant sein zu beobachten, ob die Buchenwälder zu den Eichenwäldern in der Vogelartendichte „aufschließen“.

Im NWR „Enneschte Bësch“ war 2010 die überdurchschnittliche Kleiberdichte sehr auffallend. Mit 4,9 Revieren auf 10 ha war jedes Kleiberrevier im Schnitt 2 ha groß. Der Wald bietet derzeit optimale Bedingungen für den Kleiber bezüglich Nahrungs- und Bruthöhlenangebot. Die festgestellte Revierdichte von knapp 5 Revieren je 10 ha wird in der Literatur selten beschrieben. In Handbuch der Vögel Mitteleuropas (GLUTZ v. BLOTZHEIM 2001) wird von 0,8 - 3,8 Revieren und nur im Ausnahmefall von 5,0 Revieren/10 ha ausgegangen. Aus Baden-Württemberg sind Dichten von 1,3 bis 6,9 Revieren/10 ha bekannt (ULLRICH 2002). Der hohe Altwaldanteil des Naturwaldreservates bei gleichzeitig noch weitgehend geschlossener Kronenschicht kommt dem Kleiber entgegen.

4.3 | Gegenüberstellung der Resultate der Untersuchungen von THONON (2008)

Die Station Biologique SICONA führte im Jahr 2007 eine ornithologische Untersuchung auf einer 10 ha großen Probefläche innerhalb des NWR „Enneschte Bësch“ durch (THONON 2008). Parallel zu den Erhebungen innerhalb des NWR wurde eine entsprechende Waldfläche außerhalb des NWR in einem benachbarten Waldstück ornithologisch untersucht. Obgleich die Fragestellung und der methodische Ansatz dieser Untersuchung zur Erhebung in 2010 unterschiedlich sind, lassen sich die beiden Erhebungen partiell vergleichen bzgl. folgender Parameter:

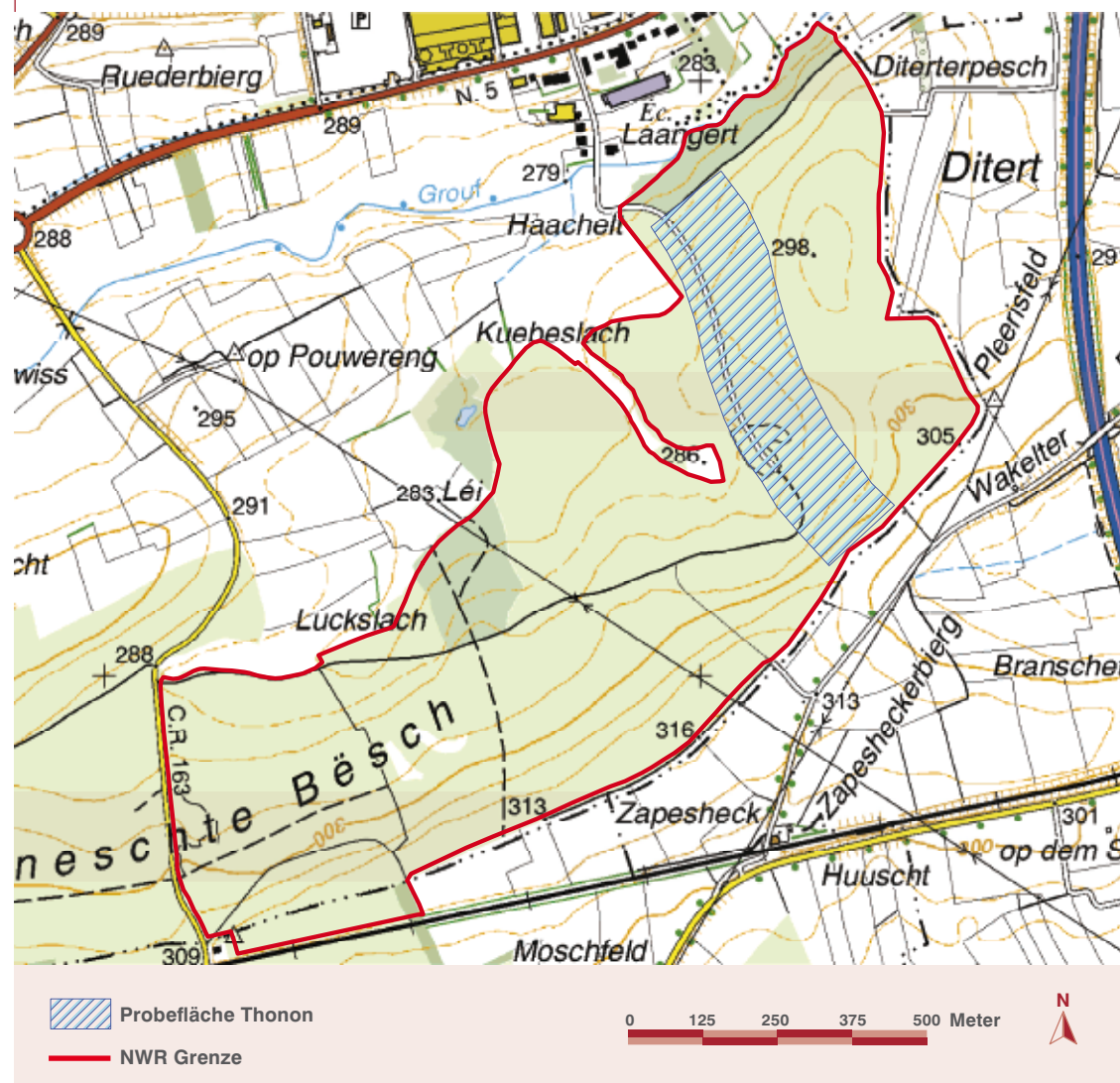
- a) der Artenliste und
- b) der Häufigkeitsreihenfolge der Vogelarten.

Die Ergebnisse der beiden Untersuchungen von 2007 und 2010 sind bei vielen Arten und Abundanz ähnlich. Es lassen sich aber auch Unterschiede feststellen:

- Insgesamt kommt es 2007 zu einer höheren Vogelrevierdichte. Dies dürfte einerseits damit zusammenhängen, dass die 10 ha große Probe- fläche 2007 im Vergleich zum gesamten NWR deutlich gebüschreicher ist. Rotkehlchen und Zaunkönig finden sich in 2007 auf Platz zwei und drei, während diese beiden Vogelarten 2010 auf Platz 6 und 9 rangieren. Auch das recht kühle Frühjahr 2010 dürfte sich – wie bereits beschrieben – negativ ausgewirkt haben.

Abbildung 8

Lage der ca. 10 ha großen Probefläche der ornithologischen Untersuchung von Thonon (2008) im NWR „Enneschte Bësch“.



- Bei beiden Untersuchungen führt der Buchfink mit einer fast gleichen Dichte die Artenliste an.
- Bei der flächigen Untersuchung 2010 finden sich vier Höhlenbrüterarten auf den Plätzen zwei bis sechs. Das könnte zum einen in dem früheren Untersuchungsbeginn in 2010 begründet sein (März), wodurch die höhlenbrütenden Standvögel wie Kleiber und Meisen vermutlich besser erfasst wurden. Zudem hatte THONON (2008) durch die Lage der Probefläche (siehe **Abbildung 8**) den Waldrandeffekt weitgehend ausgeschlossen. Dieser hat bei der flächigen Untersuchung 2010 dazu geführt, dass der Star als zweithäufigste Art erfasst wurde (bei THONON 2008 Platz 4).
- Ein weiterer auffälliger Unterschied zwischen den beiden Erhebungen besteht im Vorkommen des Trauerschnäppers. Der Trauerschnäpper war 2007 die siebt- häufigste Vogelart, was bei dem vorhandenen Höhlenangebot nachvollziehbar ist. 2010 konnte er auf der gesamten Naturwald- reservatsfläche nur in einer fünf mal geringeren Dichte nachgewiesen werden. Da sich die Waldstrukturen in den letzten 3 Jahren in ihrer Qualität nicht wesentlich geändert haben dürften, ist der Unterschied wahrscheinlich hauptsächlich auf das ungünstige Zugjahr 2010 zurückzuführen (siehe 4.2). Zu vermuten ist überdies, dass andere höhlenbrütende Vogelarten das Ausbleiben des Trauerschnäppers genutzt haben und somit in 2010 im Vergleich zur Probeflächenkartierung von Thonon 2008 häufiger festgestellt wurden. Der Kleiber beispielsweise rangiert in der Häufigkeit in 2010 auf Platz 4 gegenüber Platz 11 in 2007.
- Die Hohltaube konnte 2010 in Vergleich zu 2007 nicht erfasst werden. Das Fehlen dieses Wald- strukturanzeigers kann nicht erklärt werden und hat eventuell großflächigeren Zusammenhang.
- Ebenfalls gefehlt hat 2010 – wie bereits beschrieben – der Waldlaubsänger, was wahrscheinlich wie beim Trauerschnäpper mit den klimatischen Bedingungen 2010 zusammenhängt.

Abbildung 9

Nördlicher Waldrand. Die Lage des NWR „Enneschte Bësch“ als „Waldhalbinsel“ im Offenland. Die langen Wald-Offenland-Grenzlinien und die Kombination von extensivem Grünland mit den Alteichen- Strukturen sind entscheidende Elemente für die festgestellte Vogelarten- gemeinschaft und Revierdichte in 2010.



(Foto: Thomas Ullrich)

5. Zusammenfassung

Im Rahmen des Naturwaldmonitorings der Luxemburgischen Naturverwaltung wurde der Verein für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung e.V., Freiburg (VFS) in 2010 beauftragt, im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ eine erweiterte ornithologische Linientaxierung an jeweils sechs Geländeterminen vorzunehmen. Die Außen- aufnahmen erfolgten in den Monaten März bis Juni 2010, die Auswertungen fanden anschließend statt. Beide Arbeiten wurden von Herrn Thomas Ullrich durchgeführt.

Die Ergebnisse entlang der Kartierungslinie sind die Grundlage für ein künftiges Zeitreihenmonitoring. In dem vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Kartierungen dargestellt und in Bezug auf die Ergebnisse der Waldstrukturaufnahmen, die bereits veröffentlicht sind (TOBES et al. 2008), interpretiert. Nähere und gesicherte Datengrundlagen, die eine ausführliche Interpretation der Ergebnisse erlauben, werden Folgeerhebungen liefern. Eine vorliegende ornithologische Probeflächenkartierung von THONON (2008) konnte teilweise zum Vergleich herangezogen werden.

Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ konnten in 2010 im Rahmen der Linienenerhebung 35 Brutvogelarten kartiert werden. Vogelarten, die als Durchzügler und reine Nahrungsgäste zu werten sind, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Beachtenswert ist die vergleichsweise hohe Revierdichte von 68,5 Revieren/10 ha. Hohe Dichten erreichen Höhlenbrüter wie Star, Kohlmeise, Kleiber und Blaumeise, die von dem hohen Alteichenanteil und dem erhöhten Anteil toter Äste in den Eichenkronen profitieren. Das starke Vorkommen des Stars wird durch die Waldrandlänge und die Lage zum grünlandreichen Offenland gefördert.

Im Naturwaldreservat waren mit Ausnahme des Schwarzspechtes alle zu erwartenden Spechtarten anzutreffen, was sehr für die bereits vorhandene Strukturausstattung der Waldlebensraumtypen spricht. Das Kartierjahr 2010 zeichnete sich durch ein regenreiches, kühles Frühjahr aus, wodurch einige Zugvogelarten 2010 unter Umständen unterrepräsentiert waren.

6. Literatur

AMMER, U.; SCHUBERT, H. (1999): Arten- Prozeß- und Ressourcenschutz vor dem Hintergrund faunistischer Untersuchungen im Kronenraum des Waldes. Forstwissenschaftliches Centralblatt 118, 70-87

ANGELSTAM, P.; MIKUSINSKI, G. (1994): Woodpecker assemblages in natural and managed boreal and hemiboreal forest – a review. An. Zool. Fennici 31, 157-172

BLUME, D. (1993): Die Bedeutung von Alt- und Totholz für unsere Spechte. Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, 67, 157-162

BOS, J.; BUCHHEIT, M.; AUSTGEN, M.; ETTE, O. (2005): Atlas der Brutvögel des Saarlandes. - Ornithologischer Beobachtungsring Saar, Homburg. 431 S.

BÜCKING, W. (1998): Faunistische Untersuchungen in Bannwäldern. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 203, 6-8

COCH, T. (1997): Spechte und Strukturmerkmale als Wegweiser einer Eigenart bewahrender Pflege und Entwicklung ehemaliger Mittelwälder. Dissertation Institut für Landespfl ege der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. 234 S.

DETSCH, R. (1999): Der Beitrag von Wirtschaftswäldern zur Struktur- und Artenvielfalt. Ein Vergleich ausgewählter ökologischer Parameter aus Naturwaldreservaten und Wirtschaftswäldern des Hienheimer Forstes (Kehlheim, Bayern). Wissenschaft- und Technik Verlag, Berlin. 208 S.

FLADE, M. (1998): Kleiber oder Wiedehopf. Der Falke 45, 348-355

GATTER, W. (2000): Vogelzug und Vogelbestände in Mitteleuropa. Aula Verlag. 656 S.

GLUTZ V. BLOTZHEIM (HRSG.; 2001): Cd Rom Lizenzausgabe; Handbuch der Vögel Mitteleuropas.

GÜNTHER, E.; HELLMANN, M. (1995): Die Entwicklung von Höhlen der Buntspechte (Picoides) in naturnahen Laubwäldern des nordöstlichen Harzes (Sachsen-Anhalt). Ornithologische Jahresberichte Museum Heineanum. 13, 27-52

HÖLZINGER, J. (1987): Die Vögel Baden-Württembergs. Bd. 1.2: Gefährdung und Schutz. Ulmer Karlsruhe, 725-1420

HÖLZINGER, J. (1999): Die Vögel Baden-Württembergs. Bd. 3.1: Singvögel 1. Ulmer Stuttgart. 861 S.

HÖLZINGER, J. (1997): Die Vögel Baden-Württembergs. Bd. 3.2: Singvögel 2. Ulmer Stuttgart. 939 S.

HÖLZINGER, J; BOSCHERT, M. (2001): Die Vögel Baden-Württembergs; Bd 2.2: Nicht-Singvögel 2, Ulmer Stuttgart. 880 S.

HÖLZINGER, J.; MAHLER, U. (2001): Die Vögel Baden-Württembergs. Bd. 2.3: Nicht-Singvögel 3. Ulmer Stuttgart. 547 S.

HOHLFELD, F. (1997): Vergleichende ornithologische Untersuchungen in je sechs Bann- und Wirtschaftswäldern im Hinblick auf die Bedeutung des Totholzes für Vögel. Ornithologische Jahreshefte Baden-Württemberg, 13, 128 S.

LUBW (2009): Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Handbuch zur Erstellung von Managementplänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg. Version 1.2. 333 S.

MELCHIOR, E.; MENTGEN, E.; PELTZER, R.; SCHMITT, R.; WEISS, J. (1987): Atlas der Brutvögel Luxemburgs. L'tzebuerger Natur-a Vulleschutzliga. 336 S.

NOEKE, G. (1991): Abhängigkeit der Dichte natürlicher Baumhöhlen von Bestandesalter und Totholzangebot. Naturschutzzentrum NRW Seminarberichte.10, 51-53

PASINELLI, G. (2003): Middle Spotted Woodpecker (Mittelspecht). Oxford University Press, BWPUupdate. Vol 5 No. 1, 49-99

RAPHAEL, M.; WHITE, M. (1984): Use of Snags by cavity-nesting birds in the Sierra Nevada. Wildlife Monogr. 86, 66 S.

Rauh, J. (1993): Faunistisch-ökologische Bewertung von Naturwaldreservaten anhand repräsentativer Tiergruppen. Schriftenreihe des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. 2, 123-162

SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. Neumann. 448 S.

SPITZNAGEL, A. (1990): The influence of forest management on woodpecker density and habitat use in floodplain forests of the Upper Rhine Valley. In CARLSON, A; AULEN, G. (eds.): Conservation and management of woodpecker populations. Proc. I. internat. Woodpecker Sympos., Rep. Swed. Univ. Agric. Sci. Dept. Wildlife Ecology. (Uppsala) 17, 117-145

SÜDBECK, P.; ANDRETZKE, H.; FISCHER, S.; GEDEON, K.; SCHIKORE, T.; SCHRÖDER, K. & SUDFELD, C.; (HRSG.; 2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell. 777 S.

SÜDFELDT, C.; DRÖSCHMEISTER, R.; FLADE, M.; GRÜNEBERG, C.; MITSCHKE, A.; SCHWARZ, J.; WAHL, J. (2009): VÖGEL IN DEUTSCHLAND – 2009: Dachverband Deutscher Avifaunisten (DDA), Bundesamt für Naturschutz (BfN), Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW), Münster. 68 S.

THONON, P. (2008): Inventaire ornithologique du Enneschte Bësch à Bertrange. Station Biologique SICONA. Commune de Bertrange. 27 S.

TOBES, R.; WEVELL VON KRÜGER, A.; BROCKAMP, U. (2008): Naturwaldbericht 2008 Bd. 3. Resultate der Waldstrukturaufnahme Enneschte Bësch. Administration des Eaux et Forêts Luxembourg.71 S.

ULLRICH, TH. (2002): Avifaunistische Untersuchungen im Bannwald Weisweiler Rheinwald. Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung. 41, 45-55

ULLRICH, T.; KRUG, M. (2010): Die Vögel des Naturwaldreservates „Beetebuerger Bësch“. Auswertungen der Erhebungen 2010. Unveröffentl. Gutachten.

ULLRICH, T.; KRUG, M. (2009): Die Vögel (Aves) des Naturwaldreservates „Laangmuer“. Untersuchungszeitraum 2008. In: Murat, D. (Schriftl.): Naturwaldreservate in Luxemburg Bd.5. Zoologische und botanische Untersuchungen „Laangmuer“ 2006-2008. Naturverwaltung Luxemburg. 227 S.

ULLRICH, T.; KRUG, M. (2009B): Die Vögel des Naturwaldreservates „Grouf“. Auswertungen der Erhebungen 2008. Unveröffentl. Gutachten.

WIRSING, T. (2006): Ornithologischer Methodenvergleich: Vergleich von Linienzählung und Punkt-Stopp-Zählung an Hand der Ergebnisse einer Revierkartierung im Bienwald/ Südpfalz. Vogelwarte 44, 159-169

ZELLER, T. (2003): Isolierte Eichenbestände – Einschätzung ihres Wertes für einen Biotopverbund anhand der Kronenkäfer. Unveröffentl. Diplomarbeit, TU München, Angewandte Zoologie am Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz.

7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

7.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: NWR „Enneschte Bësch“: Singender Trauerschnäpper 2010. 65

Abbildung 2: Orthobild (CIR) des NWR „Enneschte Bësch“ mit den 2010 festgestellten Brutvogel-Revierzentren. 68

Abbildung 3: Orthobild (CIR) des NWR „Enneschte Bësch“ mit den Revierzentren des Star. Auf der gesamten NWR-Fläche konnten 71 Reviere bzw. besetzte Höhlen ermittelt werden, entlang der Linie 55 (Tabelle 1 Spalte c). Die hochgerechnete Gesamtbrutpaarzahl auf das gesamte Wald-reservat beträgt ca. 91 Brutpaare (Tabelle 1 Spalte e). 69

Abbildung 4: Die im NWR „Enneschte Bësch“ in 2010 festgestellten Vogel-Revierzentren (Gesamtzahl) vor dem thematischen Hintergrund des Kronenschlussgrades nach TOBES et al. (2008). 70

Abbildung 5: Lebende Altwaldeiche mit mehreren Baumhöhlen, Totästen und Baumpilzen. Waldbild aus dem NWR „Enneschte Bësch“. Das NWR weist ein gutes Höhlenangebot auf, wodurch für Stare und andere Höhlenbrüter beste Bedingungen entstehen. 72

Abbildung 6: Ein typisches Waldbild aus dem NWR „Enneschte Bësch“ 2010. Der Eichen- Hainbuchenwald zeigt sich teilweise einschichtig. Die Hainbuchen sind in das Kronendach der Eichen eingewachsen, was die Einschichtigkeit der Waldstruktur erzeugt. Hier brüten wenige Gebüschbrüter wie Rotkehlchen, Zaunkönig oder Mönchsgrasmücke. 72

Abbildung 7: NWR „Enneschte Bësch“ 2010: Sturmwurflecken, die die Waldstrukturen auch für die Vogelwelt anreichern, sind noch unterrepräsentiert und finden sich zur Zeit an wenigen Stellen am südlichen Waldrand. Hier eine vom Wind im Frühjahr 2010 geworfene Buche. 73

Abbildung 8: Lage der ca. 10 ha großen Probefläche der ornithologischen Untersuchung von THONON (2008) im NWR „Enneschte Bësch“. 74

Abbildung 9: Nördlicher Waldrand. Die Lage des NWR „Enneschte Bësch“ als „Waldhalbinsel“ im Offenland. Die langen Wald-Offenland-Grenzlinien und die Kombination von extensivem Grünland mit den Alteichen- Strukturen sind entscheidende Elemente für die festgestellte Vogelartengemeinschaft und Revierdichte in 2010. 75

7.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der avifaunistischen Reviererhebungen im NWR „Enneschte Bësch“ 2010. Das Naturwaldreservat hat eine Fläche von 86,4 ha. Kartiertage 2010: 24. März.; 7. und 28. April; 19. Mai; 3. und 17. Juni. 67

Die Totholzkäfer (Coleoptera) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2007-2009)

Frank KÖHLER



1. Einleitung

Seit 2004 wurden in Luxemburg Naturwaldreservate ausgewiesen, die dem Erhalt und der Förderung der Artenvielfalt in Wäldern dienen. In diesen nationalen Schutzgebieten führt die Abteilung für Wald der Naturverwaltung Luxemburg ein umfangreiches Monitoring durch, das sowohl waldwachstumskundliche als auch ökologische Fragestellungen behandelt. Die Totholz Käfer stellen in diesem Kontext eine der wichtigsten Tiergruppen dar, um den Zustand und die Veränderung von Waldlebensräumen und Artenvielfalt zu studieren. So stellen die xylobionten Käfer seit zwei Jahrzehnten einen zentralen Bestandteil der Naturwaldforschung dar, da sie sich in großer Artenfülle an

die vielfältigen Totholzstrukturen des Waldes angepasst haben. Ihre starke Spezialisierung – oftmals auf typische Lebensräume der Waldzerfallphase – hat aber auch dazu geführt, dass diese Käfer einen besonders hohen Anteil seltener und gefährdeter Arten aufweisen. Auf wissenschaftlicher Seite existiert daneben ein ungewöhnlich guter taxonomischer, faunistischer und ökologischer Kenntnisstand sowie breite methodische Erfahrungen, die eine umfassende Bearbeitung dieser ökologischen Großgilde zulassen (vgl. KÖHLER 2000a). In Luxemburg wurde in einer ersten Forschungsphase in vier Naturwaldreservaten eine Erfassung der Totholz Käfer durchgeführt, wobei hier nun die Ergebnisse aus dem Enneschte Bësch bei Bertrange vorgestellt werden sollen.

2. Untersuchungsgebiet

Im Untersuchungsgebiet dominiert heute das starke Baumholz, auf 79 % der Fläche befinden sich die Bestände in der Optimalphase, auf über 98 % der Fläche zeigt sich ein Kronenschlussgrad über 80%, so dass der Bestand zum Zeitpunkt der Untersuchung bis auf einen Fichtenkahlschlag keine größeren Bestandslücken aufwies.

Mit 2,2 % (7 Vfm/ha) liegt der Totholzanteil des Untersuchungsgebietes laut Totholzerfassung in 54 Probekreisen (5,25 ha) im Rahmen der Waldstrukturkartierung relativ niedrig. Von 36 abgestorbenen Bäumen je Hektar entfallen 50 % auf Eiche und 14 % auf Buche, 77 % auf liegende und 23 % auf stehende Stämme bei einem mittleren Brusthöhendurchmesser von 15,6 bzw. 20,1 cm. Stärkeres stehendes Totholz ist lediglich mit 0,2 Vfm/ha vertreten. Bei der Eiche handelt es sich fast durchweg um einzelne Stämme in dichteren Beständen, die aufgrund der Konkurrenzsituation und Pilzinfektionen ausgefallen sind. Bei der Buche handelt es sich auch um Kronen- und Stammbrüche, die teilweise mit Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) besetzt sind. Während sich bei der Buche wenige, stärker zersetzte Ruinen fanden, fehlten größere Mulmpartien bei toten Eichen gänzlich. Lebende Bäume mit größeren Baumhöhlen oder anbrüchigen Partien im Stammfußbereich stellen im Gebiet eine große Seltenheit dar. Insgesamt bietet sich damit heute das Bild eines Wirtschaftswaldes, der seit letzten Einschlägen im Jahre 2002 mit niedrigem Totholzanteil und wenigen toten Bäumen am Beginn der Naturwaldentwicklung steht.

Da aufgrund der geringen Auflichtung der Bestände Licht- und Wärmeaspekte (viele Totholz Käfer sind helio- und thermophil) zur Auswahl von Untersuchungsstandorten ungeeignet schienen, stellen die Hauptbaumarten und der Totholzanteil wesentliche Differentialmerkmale dar (Abbildung 2, Tabelle 1). In 2008 und 2009 wurden jeweils fünf Standorte mit möglichst hohem Totholzanteil, beziehungsweise mindestens zwei stehend toten

Fallenbäumen ausgesucht, in deren näherem Radius manuelle Aufsammlungen durchgeführt wurden. Alle Standorte lagen räumlich möglichst gleichmäßig verteilt im Bereich starken Baumholzes. In je fünf Fällen wurden Standorte im oberen trockeneren Hangbereich und im zentralen, feuchteren Bereich untersucht. An sechs Standorten dominierte im Baumholz die Eiche, an vier Standorten die Buche. Da im oberen Hangbereich auch Alteichen in den Buchenbeständen vertreten waren und geeignete tote Buchen als Fallenbäume fehlten, wurden auch hier Fallen an toten Eichen exponiert. Die Verteilung der Standorte und Fallenbäume ist damit in etwa repräsentativ für die aktuelle Baumartenverteilung und Totholzsituation. Nebenbaumarten oder Nadelhölzer blieben dabei aufgrund der geringeren Stammdimensionen und mangels toter Stämme bis auf eine Ausnahme unberücksichtigt.

Abbildung 1

Frühjahrsaspekt im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“, Eichen-Hainbuchen-Bestand mit starker Buchenverjüngung im Unterholz.



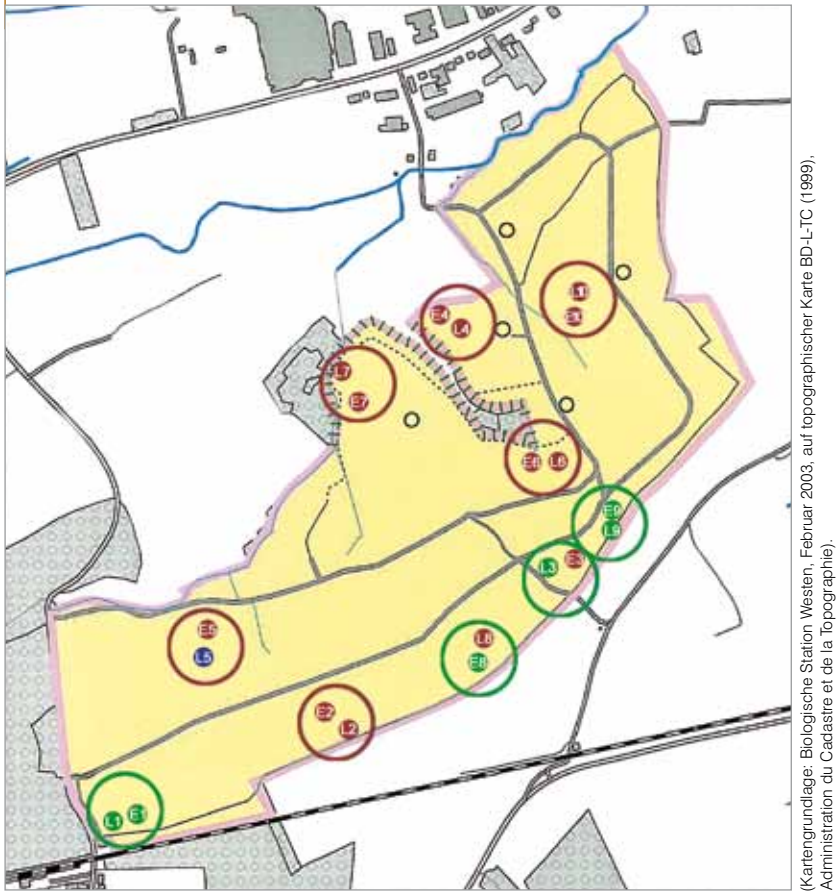
(IV/2009, alle Fotos ff. VERFASSTER)

Tabelle 1 Untersuchungs-Standorte im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ 2008 bis 2009.

Jahr	Standort	Parzelle	Koordinaten	Bestand	Totholz	Eklektor	Leimring
2009	01	16-1	49°35'16.35"N, 6°03'38.79"E	Buche bis 145j., Eiche bis 160j.	totholzmittel, tote und anbrüchige Altbuche, tote Eichen, gefällte Alteiche, Nadelholz- stämme am Waldrand	an anbrüchiger Altbu- che mit ausgefaultem Frostriß BHD70	an toter Altbuche BHD65
2009	02	16-1/4-2	49°35'23.75"N, 6°04'30.79"E	Eiche bis 160-170j., wenig Altbuche, Hainbuche bis 70j., südexponierter Waldrand mit Schlehe und Weißdorn	totholzmittel, ausgefallene Eichen, Astholz im Waldmantel	an toter Eiche BHD45	an toter Alteiche in Waldrandnähe BHD55
2009	03	4-2	49°35'33.54"N, 6°04'18.92"E	Buchenaltbestand bis 140j. mit hohem Eichen- anteil bis 170j., blüten- reicher südostexponierter Waldmantel	totholzreich, einige tote Altbuchen- und Eichen, südost expo- nierter Waldmantel	an toter rindenloser Alteiche BHD75	an abgebrochener verpilzter Altbuche BHD60
2009	04	2-10	49°35'48.48"N, 6°04'12.33"E	Eiche bis 120j., am Waldrand ältere Eichen und Buchen, Hainbuche bis 70j., nord- und westexponierter Waldrand	totholzarm, wenige stehend tote Eichen,	an halb umgefallener rindenloser Eiche BHD50	an toter Eiche BHD35
2009	05	3-4	49°35'27.68"N, 6°03'49.07"E	vorherrschend Eiche bis 150j.	totholzarm, wenige stehend tote Eichen und Hainbuche, keine liegenden Stämme	an halb umgefallener rindenloser Alteiche BHD55	an Hainbuchenruine BHD30
2008	06	2-4/10	49°35'39.30"N, 6°04'19.51"E	Eiche-Hainbuche, Eiche 170-180j., sehr nass, von Wassergräben durchzogen	totholzreich, diverse kränkelnde und abge- storbene Eichen der mittleren Altersklasse, tote Hainbuchen	an halbseitig toter Alteiche BHD85	an abgestorbener Eiche BHD45
2008	07	2-12	49°35'42.62"N, 6°04'00.55"E	Eiche-Hainbuche, Eiche bis 120 Jahre, am Wald- rand älter, Hainbuche bis 70j., staunass mit Über- gang zu Feuchtwiesen	totholzmittel, vorwiegend anbrü- chige Eichen, wenige tote Eichen	an toter besonnerter Alteiche am Wald- rand BHD65	an lebender Alteiche mit abgebrochener und ausgefaulten Krone BHD70
2008	08	4-2	49°35'27.58"N, 6°04'13.53"E	Buchenaltbestand bis 140j. mit hohem Eichen- anteil bis 170j., blüten- reicher südostexponierter Waldmantel	totholzreich, vorwie- gend ausgefallene Eichen	an toter rindenloser Altbuche BHD55	an toter rindenloser Eiche BHD50
2008	09	4-2	49°35'35.29"N, 6°04'25.87"E	Buchenaltbestand bis 140 Jahre, einzelne Alteichen, blütenreicher südostexponierter Waldmantel	totholzreich, vorwie- gend Buchentotholz	an toter Altbuche BHD55	an anbrüchiger Altbuche mit <i>Fomes</i> - besatz am Waldrand BHD85
2008	10	1-4	49°35'51.17"N, 6°04'23.50"E	Eiche-Hainbuche, Eiche bis 180 Jahre, "Oberhang"	totholzarm, wenige stehend tote Eichen, wenige liegende Stämme	an (vom Blitz?) bis zur Basis gespalte- ner noch vitaler Alteiche mit Prachtkäferbefall BHD55	an abgestorbener Alteiche, lose Rinde wird von Efeu ge- halten BHD65

Abbildung 2

Fallenstandorte im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ in den Untersuchungsjahren 2008 (6 bis 10) und 2009 (1 bis 5). Die Kreise markieren grob den Einzugsbereich der manuellen Aufsammlungen um die Fallen – E = Lufteklektor, L = Leimring, grün = Falle / Fallenstandort Buche, rot = Eiche, blau = Hainbuche.



3. Untersuchungsmethoden

In den Luxemburger Naturwaldreservaten wird ein standardisiertes Methodenprogramm eingesetzt, dass eine repräsentative Erfassung der Totholz-käferfauna erlauben soll und in den vergangenen Jahren vom Verfasser in zahlreichen Waldflächen in Deutschland erprobt wurde (KÖHLER 1996, 2000a). Jedes Reservat wird dabei über zwei Vegetations-perioden untersucht. Von April bis Ende September bzw. Anfang Oktober (herbstlicher Pilzaspekt) findet jeweils eine Begehung pro Monat statt. Das Untersuchungskonzept fußt auf einer Kom-bination manueller Aufsammlungen und ver-schiedener Fallentechniken. Direkte manuelle standardisierte Aufsammlungen in den Lebens-räumen der Käfer liefern jeweils einen detaillierten Einblick in die Artenzusammensetzung einzelner

Lebensräume und tragen damit der gebietsty-pischen Ausstattung mit Sonderstandorten und Mikrohabitaten Rechnung. Fallenmethoden ergän-zen und komplettieren das Methodenspektrum und erfassen vor allem fliegende Käfer, so dass letztlich auch nur kurzzeitig oder nachts auftretende Arten erfasst werden. Die zehn ausgewählten Standorte wurden nach folgendem Methodenschema unter-sucht (vgl. auch Tabelle 2):

- Lufteklektor: 1 Stück von IV bis IX (5 Proben) (Abbildung 3)
- Leimringe: 1 Stück von IV bis VIII (4 Proben) (Abbildung 4)
- Klopfschirmproben: je 1/2h in V, VI und VII (3 Proben)
- Gesiebeproben: 5 Stück von IV bis IX (5 Proben)

Eine ausführliche Beschreibung der eingesetzten Methoden findet sich im ersten Totholzkäferbericht zum Naturwaldreservat „Laangmuer“ (KÖHLER 2009). Autokescherfänge wurden im Untersuchungsgebiet aufgrund der starken Frequentierung der fahrbaren Wege durch Waldbesucher nicht durchgeführt. Im Juli 2009 wurde die Klopfschirmprobe durch den Einsatz von Lichtfallen und nächtliche Handaufsammlung mit der Taschenlampe ergänzt.

Die Determination der Käfer basiert auf dem Standardwerk „Die Käfer Mitteleuropas“ (FREUDE, HARDE & LOHSE 1964-1983) und dessen Supplementbänden (LOHSE & LUCHT 1989, 1992, 1994, LUCHT & KLAUSNITZER 1998) - sowie neuerer Spezialliteratur - die die taxonomische Grundlage des „Verzeichnis der Käfer Deutschlands“ (KÖHLER & KLAUSNITZER 1998) und dessen zugehörigen

Datenbanken bilden. Belegexemplare möglichst aller Käferarten wurden nach Terminen getrennt nass konserviert, so dass sie zur Aufarbeitung an das Naturhistorische Museum Luxemburg gegeben werden können. Einzelne Exemplare – seltene oder nur durch Genitalpräparat bestimmbare Arten und besonders große Käfer – wurden bereits präpariert. Die Beifänge aus den Totholzgesieben und den Flugfallen wurden in Ethanol konserviert. Eine weitergehende Dokumentation erfolgte durch die Anfertigung digitaler Fotografien von allen Fallenbäumen und die Datenerfassung der Proben (Aufsammlungen, monatliche Fallenfänge) und Käferfunde (in den Proben) in Datenbanken, die die Grundlage für alle Auswertungen bilden. Aus den Datenbanken wurden nach Abschluss der Bestandserfassung passende Datensätze für die Datenbank RECORDER des Naturhistorischen Museums abgefragt.

Abbildung 3

Luftelektoren an einer frisch gespaltenen Eiche (Standort 10) und einer Buchenruine (Standort 9, IV.2008). Die Luftelektoren messen 50 x 25 cm und sind mit einer Mischung aus Ethanol, Wasser, Glycerin und Essigsäure im Verhältnis 4:3:2:1 befüllt.



Abbildung 4

Leimringe an toten Alteichen an den Standorten 10 und 7 (IV.2008). Der grüne Raupenleim aus dem Obstbau wird mit einem starken Pinsel auf eine 100 x 25 cm große angetackerte Plastikfolie gestrichen. Je wärmer es ist, desto klebriger ist die Oberfläche. Anhaftende Käfer werden mit einer Pinzette abgelesen, auf Karton geklebt und unter dem Stereomikroskop bestimmt.



Tabelle 2 Methodenschema der Untersuchungsjahre 2008 und 2009 im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ (n = Probenzahl).

Datum	Luftelektor	Leimring	Gesiebe	Klopfschirm	Lichtfalle
24/04/08			5		
14/05/08	5	5	5	5	
16/06/08	5	5	5	5	
30/07/08	5	5		5	
29/08/08	5	5	5		
20/10/08	5		5		
8/04/09			5		
13/05/09	5	5	5	5	
18/06/09	5	5	5	5	
21/07/09	5	5	5	5	x
30/08/09	5	5			
30/10/09	5		5		

Danksagung: Die Untersuchung wurde im Auftrag der Biologischen Station Westen in Olm durchgeführt. Ich danke allen Mitarbeitern der Biologischen Station und Naturverwaltung Luxemburg für Ihre Unterstützung, insbesondere Claudine JUNCK und Danièle MURAT für die Bereitstellung von Unterlagen zum Untersuchungsgebiet. Waltraud FRITZ-KÖHLER begleitete alle Arbeitsschritte von den Geländearbeiten bis zur Datenbankeingabe. Bei der Suche der Standorte und Exposition der Fallen im April 2008 halfen Revierleiter Alain SCHOMER, Rainer HERSCHEID (Biologische Station Westen) und Maren KÖHLER. Raoul GEREND (alle Taxa) und Carlo BRAUNERT (Curculionoidea) überprüften die Artenliste freundlicherweise auf Neufunde für Luxemburg. Ihnen allen sei für ihre Hilfe herzlich gedankt.

4 Ergebnisse

4.1 | Artenzahlen: Methoden, Standorte

In den Jahren 2008 und 2009 wurden im Naturwaldreservat Enneschte Bäsch mit fünf Erfassungsmethoden 170 Proben genommen, in denen sich insgesamt 30.134 Käfer fanden. Die Bestimmung aller Exemplare bis zur Art erbrachte ein Gesamtspektrum von 860 Käferarten (Tabelle 3), die im Anhang in einer systematischen Liste aufgeführt werden (Tabelle 11). Probeausfälle wurden nicht verzeichnet, so dass bei gleichmäßiger Bestandserhebung zwischen 263 und 359 Arten je Untersuchungsstandort dokumentiert wurden. Insgesamt 300 Arten fanden sich exklusiv an einem einzelnen Standort, die Spannweite der exklusiven Arten je Standort beträgt zwischen 19 und 48 Arten. Im Naturwaldreservat Laangmuer wurden 2007 und 2008 insgesamt 801 Käferarten beobachtet (KÖHLER 2009).

Tabelle 3 Methoden- und Standortvergleich - quantitatives Ergebnis der Totholzkäfer-Bestandserfassung 2008 und 2009 im Naturwaldreservat „Enneschte Bäsch“.

Standort	Proben	Funde	Exemplare	Arten	davon exklusiv
E01	17	629	2383	351	48
E02	17	610	2586	329	29
E03	17	733	3072	359	34
E04	17	531	2811	325	33
E05	17	560	2496	308	30
E06	17	534	2821	275	18
E07	17	585	4222	319	35
E08	17	600	3700	298	20
E09	17	661	2556	317	34
E10	17	539	3487	263	19
Gesamt	170	5982	30134	860	300

Standort	Proben	Funde	Exemplare	Arten	davon exklusiv
Lufteklektor	50	1971	15022	316	78
Leimring	40	682	1795	209	35
Gesiebe	50	2081	8070	407	175
Klopfschirm	30	1248	5247	464	225
Gesamt	170	5982	30134	860	513

Aus Methodensicht erwiesen sich alle Techniken des Standard-Programms als ergiebig. Lediglich die Arten- und Individuen-Fangzahlen der Leimringe sind als unterdurchschnittlich zu bewerten. Hier spiegelt sich insbesondere die Lichtsituation des Untersuchungsgebietes wider. Keine einzige Falle konnte sonnig an relativ frei stehenden Totbäumen installiert werden. Während die Luft-elektoren noch über die Konservierungsflüssigkeit eine Lockwirkung entfalten, sind die Leimringe rein passiv fängig. Die Klopfschirmfänge waren aufgrund zweier Faktoren mit 464 registrierten Spezies besonders fängig: Zum einen konnte an allen Standorten am Oberhang und an zwei Standorten in der feuchten Tallage der südost- bzw. nordwestexponierte Waldrand einbezogen werden, zum anderen wurden im Juli 2009 die Lichtfänge einbezogen, was sich gleichfalls in einer hohen Zahl exklusiver Artnachweise mit dieser Methode niederschlägt. Ein ähnlicher Effekt findet sich bei den Totholzgesieben, die mit 407 Arten insgesamt und 175 exklusiven Nachweisen gleichfalls überdurchschnittlich ergiebig waren. Da mit Gesieben viele Beifänge aus der Bodenstreu und bodennaher Mikrohabitate wie Pilzen, Nestern und Faulstoffen in die Proben geraten, spiegelt sich hier der Gradient von trockenen bis hin zu nassen edaphischen Verhältnissen wider.

4.2 | Artenzahlen: Ökologie, Verbreitung

Erwartungsgemäß dominieren im Naturwaldreservat Enneschte Bäsch die waldbewohnenden Käferarten (vgl. Abbildung 5). 476 Arten oder 55 % der Käferfauna fallen in diese Kategorie. Rechnet man die eurytopen Käferarten als potentielle Waldbesiedler hinzu, besteht die Fauna zu 80 % aus im Untersuchungsgebiet erwartbaren Käferarten. Auf Individuenniveau stellen diese Arten 96 % aller Käfer. Dementsprechend individuenarm sind Bewohner des Offenlandes und der Feuchtbiopte vertreten, die eher zufällig in die Proben gelangten. Mit 86 bzw. 84 Arten sind diese Gilden immerhin noch mit jeweils 10 % am Artenspektrum vertreten. Die Offenlandbewohner wurden bevorzugt an den randlich gelegenen Standorten nachgewiesen, die Arten der Feuchtbiopte waren in der feuchten Tallage stärker vertreten. In den vernässten Eichen-Hainbuchenbeständen, in den Mardellen, Wassergräben und den angrenzenden Sümpfen und Bächen dürften aber noch deutlich mehr Arten zu erwarten sein.

Betrachtet man neben den zuvor analysierten Biotoppräferenzen die Habitatpräferenzen der Käfer des Untersuchungsgebietes, so zeigen die großen Gilden der Boden- und Pflanzenbewohner, aber auch Faulstoffkäfer einen überproportionalen Anteil. Die Totholzkäfer als Zielgruppe der Bestandserfassung wurden mit 309 Vertretern besonders artenreich dokumentiert. Wie diese sich weiter differenzieren, soll im nächsten Kapitel erörtert werden. Im Naturwaldreservat Laangmuer wurden 2007 und 2008 insgesamt 302 xylobionte Käferarten festgestellt (KÖHLER 2009).

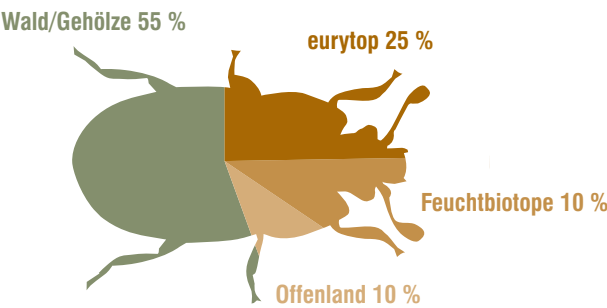
Viele Totholzkäferarten und Mitglieder aller anderen ökologischen Gilden leben räuberisch, so dass letztlich die zoophagen Arten mit 358 Vertretern aus Ernährungssicht im Untersuchungsgebiet dominieren. Xylophage und mycetophage Käfer finden sich ausschließlich oder bevorzugt bei den Totholzkäfern.

Aus biogeographischer Sicht ist die hohe Zahl mittel- und südeuropäischer Faunenelemente hervorzuheben, deren Vorkommen oft mit Buche

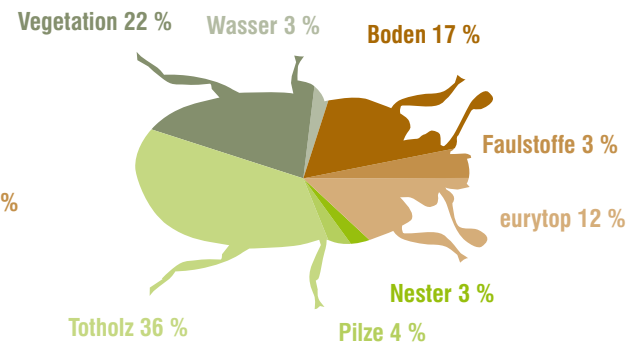
Abbildung 5

Verteilung der Käferarten des Untersuchungsgebietes auf Biotoppräferenzen, Habitatpräferenzen, Ernährungsweise und Verbreitungstypen (ohne 608 weiter verbreitete Arten).

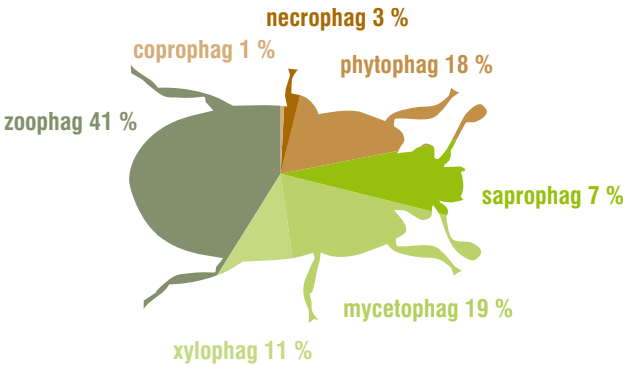
Biotoppräferenzen



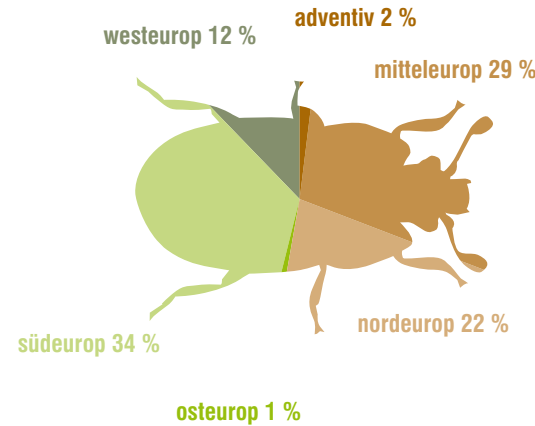
Habitatpräferenzen



Ernährungsweise



Verbreitungstyp



und Eiche verknüpft sind. Nordeuropäische Arten finden sich bevorzugt in Nadelholzbiotopen, aber auch an Faulstoffen. Mit 608 Spezies dominieren allerdings weiter verbreitete, also europäisch oder paläarktisch verbreitete Arten wie in allen mitteleuropäischen Waldfaunen das Gesamtspektrum.

Vier Arten sind erst in jüngerer Vergangenheit aus anderen Kontinenten in Mitteleuropa eingewandert und befinden sich derzeit in Ausbreitung. Neben dem Punktkäfer *Clambus simsoni* und dem Schimmelkäfer *Cryptophilus integer* handelt es sich um den Glanzkäfer *Epuraea ocularis* und den Asiatischen Marienkäfer *Harmonia axyridis*. Entsprechend der Höhenlage um 300 m NN spielen montane Faunenelemente im Untersuchungsgebiet keine große Rolle. Unter den hier 16 nachgewiesenen Arten sind der Laufkäfer *Molops piceus*, der Kurzflügler *Quedius xanthopus*, der Weichkäfer *Cratosilis denticollis*, der Schnellkäfer *Denticollis rubens* und der Rüsselkäfer *Mitoplinthus caliginosus* hervorzuheben. Die anderen Arten kommen oft auch in alten Waldgebieten der Ebene vor, in denen sich aufgrund der Waldgeschichte und des Mikroklimas kältepräferente Arten halten konnten.

5. Totholzkäfer

Die Definition „Totholzkäfer“ folgt KÖHLER (2000a): Als Totholzkäfer werden solche xylophagen Arten bezeichnet, die in ihrer Reproduktion obligatorisch auf verholzte Sprosssteile von Bäumen und Sträuchern angewiesen sind. Ebenfalls als Totholzkäfer werden solche (nicht xylophagen) Arten bezeichnet, die in ihrer Reproduktion obligatorisch an verletzte, absterbende oder tote verholzte Sprosssteile von Bäumen und Sträuchern oder hieran lebenden Organismen gebunden sind. Bei dieser Definition steht die Bindung der Käferlarven an den Lebensraum im Vordergrund, Arten die fakultativ im Larven- oder Imaginalstadium an Totholz vorkommen oder diesen Lebensraum lediglich zur Überwinterung nutzen sind damit ausgeschlossen. Ebenso werden Arten mit einer besonderen Affinität zu alten (lebenden) Bäumen nicht berücksichtigt. Aus dem Saarland sind aktuell 692, aus Rheinland-Pfalz 914 Totholzkäferarten bekannt (KÖHLER 2010).

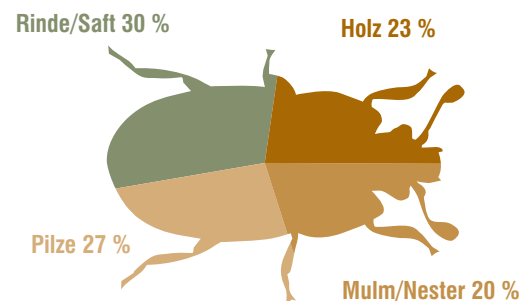
Bis auf einige Primärbesiedler an kränkelnden oder frisch abgestorbenen Hölzern sind nur wenige

Totholzkäfer an eine bestimmte Gehölzart oder –gattung gebunden. In der Regel sind es neben der geographischen Lage Milieubedingungen, wie Sonnenexposition, Holzzersetzungsgrad, Feuchtigkeit oder Pilzbefall, die das Vorkommen einzelner Arten oder Totholzkäfergemeinschaften bedingen. Die taxonomisch so vielfältige Käferfauna soll daher im folgenden anhand der von den Larven besiedelten Totholzstrukturen, der Habitatpräferenz (vgl. KÖHLER 1991a, 2000a) und weiterer Parameter strukturiert werden. Dabei lassen sich die Totholzkäfer grob in Holz-, Rinden-, Mulm- und Pilzkäfer differenzieren, wobei Nest- und Baumsaftkäfer als Spezialfälle ausgegrenzt werden können. **Abbildung 6** zeigt dementsprechend die Zusammensetzung der xylobionten Käferfauna des Naturwaldreservates Enneschte Bësch.

Abbildung 6

Verteilung der Totholzkäferarten des Untersuchungsgebietes auf besiedelte Totholzstrukturen / ökologische Gilden.

Totholz-Lebensraum



5.1 | Holzkäfer

Lignicole Arten - Holzkäfer: Zumeist xylophage Käfer mit Larvenentwicklung und Verpuppung im Holzkörper. Die Imagines besitzen oft in Anpassung an ihre Lebensweise einen zylindrischen Körperbau. Hierher gehören auch einige zoophage Arten, die in den Gangsystemen anderer Totholzbewohner leben.

Im Untersuchungsgebiet wurden 71 lignicole Arten in 3221 Exemplaren nachgewiesen (Tabelle 4). Besonders individuenstark traten nur wenige Arten

auf, so der Pochkäfer *Ptilinus pectinicornis*, der sich bevorzugt in trockenen Buchen- und Hainbuchenstämmchen entwickelt und der Dusterkäfer *Mycetochara linearis*. Daneben traten einige blütenbesuchende Seidenkäfer der Gattung *Anaspis* am Waldrand häufiger auf sowie Ambrosia-Borkenkäfer der Gattung *Xyleborus*, die durch den Alkohol in den Luftlektoren angelockt werden. Wie zuvor schon im Naturwaldreservat Laangmuer fällt unter den dominanten Arten der flugunfähige Rüsselkäfer *Acalles lemur* auf, der in herabgefallenen Buchenkronenästen und Reisig brütet und nur im westlichen Mitteleuropa heimisch ist. Auch im Enneschte Bësch ist das Fehlen weiterer *Acalles*-Arten festzuhalten.

Zu den typischen Bewohnern stehend toter Buchen zählen insbesondere der Werftkäfer *Hylecoetes dermestoides*, die Schienenkäfer *Melasis buprestoides*, *Dirhagus lepidus* und *Hylis olexai* und der Buntkäfer *Tillus elongatus*. Weitere Charakterarten wie der Bockkäfer *Corymbia scutellata* und der Hirschkäfer *Sinodendron cylindricum* fehlen, im ersten Fall aufgrund fehlender besonnener Stämme, im zweiten Fall vermutlich aufgrund einer unterbrochenen Totholztradition. Daneben finden sich eine Reihe weitere Arten mit Präferenz für Buchenäste oder liegende Stämme wie bspw. der Scheinrüssler *Platyrhinus resinosus*.

Speziell an Hainbuche, deren totes Holz oft hart und trocken ist, leben in Mitteleuropa nur wenige Arten. Der Borkenkäfer *Scolytus carpini* oder der Schienenkäfer *Isorhipis marmottani*, der sich derzeit in Ausbreitung befindet, wurden im Untersuchungsgebiet aktuell nicht festgestellt. Relativ hoch ist die Zahl Eiche präferierender Xylobionter. Hier wurden zwar Spezialisten wie die Schnellkäfer *Hypoganus inunctus* und *Calambus bipustulatus* (Abbildung 7a), der Schienenkäfer *Dirhagus pygmaeus*, der Seidenkäfer *Anaspis ruficollis*, der Dusterkäfer *Conopalpus testaceus*, der Prachtkäfer *Agrilus olivicolor*, die Bockkäfer *Grammoptera abdominalis*, *Anoplodera sexguttata* und *Mesosa nebulosa* gefunden, diese entwickeln sich aber bevorzugt in Eichenästen. Am Stamm brüten daneben die Pochkäfer *Xestobium rufovillosum* (Abbildung 7b), *Gastrallus laevigatus* und *Dorcatoma chrysomelina*, der Seidenkäfer *Scraptia fuscata*, der Bockkäfer *Rhagium sycophanta* (Abbildung 7c), der Kernkäfer *Platypus cylindrus* und die Ambrosia-Borkenkäfer *Xyleborus monographus* und

Abbildung 7a

Der seltene Schnellkäfer *Calambus bipustulatus* entwickelt sich im morschen Holz von Eichenkronenästen.



Abbildung 7b

Der Pochkäfer *Xestobium rufovillosum* entwickelt sich im trockenen Holz toter Eichen. Die früher auch synanthrop vorkommende Art ist in den letzten Jahrzehnten so selten geworden, dass sie nun in die Rote Liste aufgenommen wird.



Abbildung 7c

Der gefährdete Zangenbockkäfer *Rhagium sycophanta* entwickelt sich am Fuß toter Eichen.



dryographus. Eine Vielzahl anderer Eichenbewohner, als seltenere Indikatorarten seien nur der Werftkäfer *Lymexylon navale* oder der Rindenkäfer *Teredus cylindricus* genannt, fehlen im Untersuchungsgebiet. Auch hier ist wiederum an

Tabelle 4 Die Holzkäferarten (lignicole) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“: Zahl der Untersuchungsstandorte (maximal 10), Funde (Proben, Datensätze) und nachgewiesene Exemplare je Art sowie Rote Liste-Status in Deutschland (RL: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet), seltene Arten im südlichen Rheinland (Rh: S < 5 Nachweise in KOCH 1968). Neufunde für Luxemburg sind farblich hervorgehoben. Blütenbesucher werden in der Spalte Anmerkung mit ü gekennzeichnet.

Gefährdet	Selten	Käferart	Standorte	Funde	Exemplare	Anmerkung
		<i>Malachius bipustulatus</i>	7	11	22	ü
3		<i>Tillus elongatus</i>	8	19	56	ü
		<i>Hylecoetus dermestoides</i>	9	14	26	ü
3		<i>Hypoganus inunctus</i>	9	14	20	
		<i>Melasis buprestoides</i>	6	10	14	
3		<i>Eucnemis capucina</i>	5	6	8	
3	S	<i>Dirhagus pygmaeus</i>	5	7	17	
3	S	<i>Dirhagus lepidus</i>	5	9	14	
3	S	<i>Hylis olexai</i>	5	9	22	
3	S	<i>Hylis cariniceps</i>	3	5	7	
	S	<i>Hylis foveicollis</i>	8	10	10	
		<i>Hedobia imperialis</i>	3	3	4	ü
		<i>Xestobium rufovillosum</i>	1	1	1	ü
		<i>Anobium costatum</i>	3	3	3	ü
3		<i>Anobium denticolle</i>	5	7	11	
		<i>Ptilinus pectinicornis</i>	10	39	433	
3	S	<i>Dorcatoma chrysomelina</i>	1	1	1	
3	S	<i>Scaptia fuscula</i>	1	1	2	
		<i>Anaspis thoracica</i>	10	19	24	ü
2	S	<i>Anaspis ruficollis</i>	1	1	1	ü
		<i>Anaspis rufilabris</i>	10	17	263	ü
		<i>Orchesia undulata</i>	5	8	9	
		<i>Conopalpus testaceus</i>	3	3	4	
		<i>Mycetochara linearis</i>	5	9	252	
		<i>Dorcus parallelipipedus</i>	1	1	1	
3		<i>Rhagium sycophanta</i>	2	2	2	ü
		<i>Alosterna tabacicolor</i>	9	16	75	ü
		<i>Leptura maculata</i>	2	2	4	ü
		<i>Stenurella melanura</i>	2	2	5	ü
S		<i>Platyrhinus resinosus</i>	2	2	2	
		<i>Xyleborus dispar</i>	6	8	11	
		<i>Xyleborus saxeseni</i>	10	32	221	
S		<i>Xyleborus monographus</i>	5	8	12	
S		<i>Xyleborus dryographus</i>	1	2	2	
		<i>Xyleborus germanus</i>	10	29	1025	
S		<i>Cyclorhipidion bodoanus</i>	7	12	17	
		<i>Xyloterus domesticus</i>	4	5	5	
		<i>Xyloterus signatus</i>	5	11	23	
3	S	<i>Platypus cylindrus</i>	3	4	4	
		<i>Trachodes hispidus</i>	6	8	12	
3	S	<i>Acalles lemur</i>	10	49	239	
		<i>Cossonus linearis</i>	4	6	13	

Gefährdet	Selten	Käferart	Standorte	Funde	Exemplare	Anmerkung
an besonnten Hölzern						
	S	<i>Calambus bipustulatus</i>	5	7	15	
	S	<i>Agrilus olivicolor</i>	1	2	2	
3		<i>Ochina ptinoides</i>	3	5	20	
		<i>Xestobium plumbeum</i>	3	4	5	ü
2	S	<i>Gastrallus laevigatus</i>	4	4	6	
3	S	<i>Anobium inexpectatum</i>	2	3	4	
		<i>Anobium nitidum</i>	7	7	13	
		<i>Anobium fulvicorne</i>	8	8	17	
		<i>Ptinus rufipes</i>	3	9	30	
	S	<i>Ischnomera cyanea</i>	1	1	1	ü
2	S	<i>Cyrtanaspis phalerata</i>	1	1	1	ü
		<i>Anaspis humeralis</i>	5	5	9	ü
3	S	<i>Anaspis lurida</i>	2	2	2	ü
		<i>Anaspis maculata</i>	8	16	100	ü
		<i>Anaspis flava</i>	8	16	23	ü
3	S	<i>Mordella aculeata</i>	3	3	5	ü
		<i>Mordellochroa abdominalis</i>	9	14	33	ü
3	S	<i>Anisoxya fuscula</i>	1	1	1	
3		<i>Melandrya caraboides</i>	2	2	3	
	S	<i>Grammoptera ustulata</i>	2	2	2	ü
		<i>Grammoptera abdominalis</i>	1	1	1	ü
3	S	<i>Anoplodera sexguttata</i>	2	3	12	ü
		<i>Pachytodes cerambyciformis</i>	1	1	2	ü
		<i>Anaglyptus mysticus</i>	4	4	6	ü
3		<i>Mesosa nebulosa</i>	1	2	2	
	S	<i>Anthribus albinus</i>	1	1	1	
an Nadelhölzern						
	S	<i>Epiphanis cornutus</i>	2	2	2	
		<i>Ernobius mollis</i>	1	1	2	
		<i>Xyloterus lineatus</i>	2	2	4	

die fehlende Totholztradition als erste Ursache zu denken. Durch die frühere Niederwaldbewirtschaftung blieben zu wenige alte Bäume und Totholzstrukturen im Gebiet dauerhaft erhalten.

Viele lignicole Arten sind helio- oder thermophil und dementsprechend sind Xylobionte, die in besonnten Hölzern brüten im Untersuchungsgebiet arten- und individuenarm vertreten. Die Vorkommen konzentrieren sich dabei auf die Standorte am südostexponierten Waldrand, da im Waldinneren allenfalls kleinere Auflichtungen im Bereich einzelner ausgefallener Altbäume und an Wegrainen auftreten.

5.2 | Rinden- und Saftkäfer

Corticole Arten - Rindenkäfer: In typischen Sukzessionsabfolgen finden sich Besiedler saftfrischer Rinden, Xylophage, ihre Prädatoren und letztlich Bewohner trockener bis mulmiger und verpilzter Rinden. Der Habitus ist vielfach abgeflacht oder bei Rindenbrütern zylindrisch. Succicole Arten - Baumsaftkäfer: An lebenden Laubbäumen können durch Frostrisse oder Insektenangriffe Wunden entstehen, an denen Baumsaft austritt, der von wenigen hoch spezialisierten Arten aufgesucht wird.

Im Naturwaldreservat Enneschte Bësch konnten 88 corticole Käferarten in 4284 Exemplaren und sieben Arten der Saftflüsse in 7193 Exemplaren erfasst werden (Tabelle 5). Viele Rindenkäfer gehören zu den besonders mobilen Primärbesiedlern frisch abgestorbener Hölzer. Daher sind sie dementsprechend häufig, werden aber auch bevorzugt vom Ethanol in der Konservierungsflüssigkeit der Flugfallen angelockt, da Baumsaft im Absterbeprozess in Gärung übergeht und Alkohol den Käfern zur Orientierung bei der Suche geeigneter Bruthölzer dient. Gleiches gilt für die Bewohner der Saftflüsse, so dass alle besonders hohen Abundanzen diesem Phänomen zuzuschreiben sind.

Daneben finden sich eine Reihe von Arten in geringeren Abundanzen, die ältere lose und sogar vermumte Rinden präferieren, wobei die unspezialisiertesten Vertreter auch an liegenden Hölzern vorkommen. Diese Arten werden oft durch Totholzgesiebe nachgewiesen und sind gleichfalls artenreich vertreten. Die Mehrzahl der Arten ist klein bis sehr klein und nur selten werden Körpergrößen über einem Zentimeter erreicht, wie bei

Abbildung 8a

Der seltenere Feuerkäfer *Pyrochroa serraticornis* lebt bevorzugt in Au- und Bruchwäldern. Die Warnfärbung ist begründet, die mit den Ölkäfern verwandte Art ist giftig.



Abbildung 8b

Die Körperform verrät die Lebensweise: Der Rindenkäfer *Colydium elongatum* jagt Borkenkäfer in ihren Gangsystemen an Eichen.



Abbildung 8c

Als Borkenkäferjäger an Fichte, aber auch an Eichen, betätigt sich der tagaktive Ameisenbuntkäfer *Thanasimus formicarius*.



Tabelle 5 Die Rinden- und Saftkäferarten (corticole und succicole) des Untersuchungsgebietes (weitere Erläuterungen s. Tabelle 4). Frischholzbesiedler werden in der Spalte Anmerkung mit f gekennzeichnet.

Gefährdet	Selten	Käferart	Standorte	Funde	Exemplare	Anmerkung
		<i>Paromalus flavicornis</i>	10	42	100	
		<i>Agathidium nigripenne</i>	8	13	16	f
		<i>Phloeonomus punctipennis</i>	8	14	19	f
2		<i>Phloeonomus minimus</i>	10	30	53	f
	S	<i>Xylostiba bosnicus</i>	7	8	10	f
		<i>Phloeostiba planus</i>	10	45	314	f
3	S	<i>Phyllodrepoidea crenata</i>	10	12	34	
		<i>Gabrius splendidulus</i>	10	50	122	
	S	<i>Quedius xanthopus</i>	1	1	1	
2	S	<i>Cyphea curtula</i>	1	1	1	
		<i>Placusa tachyporoides</i>	10	41	237	f
		<i>Placusa pumilio</i>	10	48	835	f
		<i>Homalota plana</i>	4	4	4	f
		<i>Anomognathus cuspidatus</i>	1	1	1	
		<i>Leptusa pulchella</i>	10	36	64	
		<i>Leptusa fumida</i>	6	10	11	
	S	<i>Euryusa castanoptera</i>	6	10	16	
		<i>Dinaraea aequata</i>	1	1	1	
		<i>Dinaraea linearis</i>	2	2	5	
		<i>Phloeopora teres</i>	2	2	2	
		<i>Phloeopora testacea</i>	6	7	9	
		<i>Phloeopora corticalis</i>	7	12	14	
	S	<i>Bibloporus bicolor</i>	10	38	93	
	S	<i>Bibloporus minutus</i>	5	10	14	
		<i>Aplocnemus impressus</i>	1	1	1	
		<i>Aplocnemus nigricornis</i>	1	1	1	
1	S	<i>Oxylaemus variolosus</i>	1	1	1	f
		<i>Carpophilus sexpustulatus</i>	10	28	53	f
		<i>Epuraea neglecta</i>	1	1	1	
		<i>Epuraea pallescens</i>	3	3	3	
	S	<i>Epuraea terminalis</i>	3	3	3	
		<i>Glischrochilus quadriguttatus</i>	10	31	499	f
		<i>Rhizophagus perforatus</i>	10	27	186	f
		<i>Rhizophagus dispar</i>	8	13	21	
		<i>Rhizophagus bipustulatus</i>	10	39	661	f

Gefährdet	Selten	Käferart	Standorte	Funde	Exemplare	Anmerkung
	S	<i>Rhizophagus nitidulus</i>	1	2	2	
	S	<i>Rhizophagus parvulus</i>	3	5	5	f
	S	<i>Pediacus depressus</i>	8	12	18	f
1	S	<i>Pediacus dermestoides</i>	10	43	84	f
	S	<i>Silvanus bidentatus</i>	7	10	12	f
		<i>Silvanus unidentatus</i>	1	1	1	
		<i>Uleiota planata</i>	8	19	35	
	S	<i>Placonotus testaceus</i>	8	16	19	f
		<i>Synchita humeralis</i>	4	5	9	
		<i>Vincenzellus ruficollis</i>	5	9	19	
		<i>Salpingus planirostris</i>	9	21	28	
		<i>Salpingus ruficollis</i>	10	39	97	
		<i>Pyrochroa coccinea</i>	1	2	3	
	S	<i>Pyrochroa serraticornis</i>	2	2	2	
		<i>Corticeus unicolor</i>	10	27	66	
		<i>Rhagium mordax</i>	6	7	7	f
		<i>Grammoptera ruficornis</i>	7	10	49	
		<i>Phymatodes testaceus</i>	1	1	1	f
	S	<i>Leiopus linnei</i>	1	1	1	f
		<i>Scolytus intricatus</i>	3	4	12	f
		<i>Leperisinus fraxini</i>	1	1	1	f
		<i>Dryocoetes villosus</i>	10	28	126	f
	S	<i>Ernoporicus fagi</i>	6	16	33	f
		<i>Taphrorychus bicolor</i>	7	15	27	f
an besonnten Laubhölzern						
	S	<i>Dasytes cyaneus</i>	3	4	4	
		<i>Dasytes virens</i>	1	1	2	
		<i>Dasytes plumbeus</i>	9	14	71	
		<i>Agrilus laticornis</i>	2	2	2	f
	S	<i>Cryptolestes duplicatus</i>	3	8	10	f
3	S	<i>Colydium elongatum</i>	3	3	3	f
		<i>Phymatodes alni</i>	1	1	1	f
		<i>Tetrops praeustus</i>	1	1	1	f
		<i>Scolytus rugulosus</i>	1	1	1	f

Gefährdet	Selten	Käferart	Standorte	Funde	Exemplare	Anmerkung
an Nadelhölzern						
		<i>Plegaderus vulneratus</i>	1	1	1	f
		<i>Paromalus parallelepipedus</i>	8	16	27	f
		<i>Nudobius lentus</i>	4	4	4	f
	S	<i>Placusa depressa</i>	1	1	1	f
		<i>Thanasimus formicarius</i>	4	5	6	f
	S	<i>Nemosoma elongatum</i>	3	4	7	f
		<i>Epuraea marseuli</i>	10	20	32	
	S	<i>Epuraea pygmaea</i>	1	1	3	
	S	<i>Epuraea binotata</i>	1	1	1	
		<i>Glischrochilus quadripunctatus</i>	1	1	1	f
		<i>Pityophagus ferrugineus</i>	7	8	8	f
		<i>Rhizophagus depressus</i>	4	4	5	f
	S	<i>Silvanoprus fagi</i>	3	3	3	
		<i>Obrium brunneum</i>	3	4	17	f
		<i>Hylurgops palliatus</i>	1	1	1	f
	S	<i>Xylechinus pilosus</i>	1	1	1	f
		<i>Crypturgus pusillus</i>	2	2	2	f
3	S	<i>Cryphalus piceae</i>	1	1	1	f
	S	<i>Pityophthorus pityographus</i>	2	2	2	f
		<i>Pityogenes chalcographus</i>	3	3	3	f
an Saftflüssen						
2	S	<i>Tachinus bipustulatus</i>	9	13	27	
3	S	<i>Thamiaraea cinnamomea</i>	10	49	3609	
2	S	<i>Thamiaraea hospita</i>	10	19	120	
	S	<i>Epuraea guttata</i>	10	40	861	
	S	<i>Epuraea fuscicollis</i>	5	9	44	
		<i>Cryptarcha strigata</i>	7	23	853	
		<i>Cryptarcha undata</i>	8	29	1679	

dem häufigen Feuerkäfer *Pyrochroa coccinea* und seiner selteneren Schwesterart *Pyrochroa serraticornis* (Abbildung 8a). Letztere besiedelt Au- und Bruchwälder und wurde nur am Waldrand des feuchten Eichenstandortes E07 gefunden.

Eine Präferenz für bestimmte Baumarten findet sich nur bei wenigen Primärbesiedlern. So brüten die Borkenkäfer *Ernoporicus fagi* und *Taphrorhynchus bicolor* in Buche, *Leperisinus fraxini* in Esche sowie *Scolytus intricatus* und *Dryocoetes villosus* in Eiche. Bevorzugt an Eiche finden sich auch der Kurzflügler *Phloeonomus minimus*, der Prachtkäfer *Agrilus laticornis*, der Plattkäfer *Cryptolestes duplicatus* und der Bockkäfer *Phymatodes alni*. An Eiche leben eine Reihe seltener und heliophiler Arten, aber auch hier ist das Artenspektrum aufgrund der starken Verschattung und Bewirtschaftungsgeschichte des Untersuchungsgebietes stark eingeschränkt. Lediglich die Rindenkäfer *Colydium elongatum* (Abbildung 8b) und *Oxylaemus cylindricus* galten früher als seltener, erwiesen sich in den letzten beiden Jahrzehnten – vermutlich in Folge der Klimaerwärmung und von Waldschäden an Eiche – als stark expansiv.

Gleiches gilt auch für den zuletzt in der Roten Liste Deutschlands als vom Aussterben bedroht geführten Plattkäfer *Pediacus dermestoides* und weitere gefährdete Arten, so dass letztlich unter den Rindenkäfern kaum faunistisch bemerkenswerte Faunenelemente zu verzeichnen sind. Vier Arten wurden allerdings erstmals in Luxemburg beobachtet, darunter drei Nadelholzbewohner. Auch hier haben sich bevorzugt die besonders mobilen Arten außerhalb des ursprünglichen Verbreitungsgebietes der Fichte ausgebreitet, so dass trotz einer Fallenexposition weitab der nächsten Fichtenstandorte diese Gilde mit 20 Vertretern überproportional hoch repräsentiert ist. Bis auf wenige Ausnahmen wurden aber nur vereinzelte Exemplare gefangen. Der Stutzkäfer *Paromalus parallelepipedus* und der Glanzkäfer *Epuraea marseuli* finden sich aber auch an verschiedenen Laubhölzern, der Ameisenbuntkäfer *Thanasimus formicarius* (Abbildung 8c) oft an Eichen mit Borkenkäferbefall.

5.3 | Mulm- und Nestkäfer

Xylodetriticole Arten - Mulmkäfer: Im stark vermulmten oder zerfallenen Totholz finden sich hochspezialisierte Artengemeinschaften, die sich überwiegend aus kleinen Zoophagen vom Trutztypus und größeren wendigen Zoophagen zusammensetzen, die anderen Holzersetzer und ihren Larven nachstellen. Eine große Artenvielfalt besitzen auch die pilzfressenden Federflügler sowie Ameisen- und Palpenkäfer, die gepanzerte und weichhäutige Milben jagen. Viele Mulmkäferarten leben nur in hohlen Bäumen. Xylonidicole Arten - Nestkäfer: Stellen einen Spezialfall der Mulmkäfer dar mit Arten unterschiedlicher Ernährungstypen, die in den Nestern totholzbesiedelnder Tiere leben, bei höhlenbrütenden Vögeln, bei holzbrütenden Ameisen, in Wespennestern.

Mulm- und Nestkäfer sind im Naturwaldreservat Enneschte Bäsch mit 53 beziehungsweise acht Arten vertreten, die in 2623 und 66 Exemplaren registriert wurden (Tabelle 6). Viele Mitglieder dieser Gilden gelten als Charakterarten der Waldzerfallsphase, da viele von Ihnen nur an stärker dimensionierten Bäumen oder in Baumhöhlen vorkommen. Entsprechend viele Arten gelten als selten oder gefährdet (KÖHLER 2000a), im vorliegenden Fall 52 beziehungsweise 36 % des Artenspektrums. Die derzeit allerdings noch als stark gefährdet oder als vom Aussterben bedroht etikettierten Arten sind im westlichen Mitteleuropa nicht ausgesprochen selten und werden voraussichtlich in einer Neufassung der Roten Liste der Käfer Deutschlands herabgestuft. Sieben Arten wurden darüber hinaus erstmalig in Luxemburg nachgewiesen.

Eine Baumartenpräferenz ist bei Mulmkäfern nur selten feststellbar, da sich mit zunehmender Holzersetzung die Milieubedingungen egalisieren (s. KÖHLER 1996). Im vorliegenden Fall bevorzugen der Baummulmkäfer *Euglenes oculatus* und der Schwarzkäfer *Pentaphyllus testaceus* rotfaulen Eichenmulm, der durch den Befall mit Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*) entstanden ist. Auch der Rotdeckenkäfer *Pyropterus nigroruber* (Abbildung 9a) wird im Rheinland bevorzugt an Eiche gefunden.

Während sich unter den Nestbewohnern fast durchweg Baumhöhlenbewohner finden, fehlen diese unter den xylodetriticolen Arten weitgehend. Lediglich der Federflügler *Ptenidium gressneri*, der

Abbildung 9a

In feuchtem, rotfaulem Eichenmulmholz am Boden entwickelt sich der seltene Rotdeckenkäfer *Pyropterus nigroruber*.



Abbildung 9b

Der Schwarzkäfer *Prionychus ater* ist einer der wenigen Baumhöhlenbewohner des Naturwaldreservates.



Abbildung 9c

Der Kurzflügler *Quedius truncicola* lebt räuberisch im Baummulm bei Ameisen, Vögeln und Kleinsäuget. Verwandte Arten der Gattung leben beispielsweise bei Mäusen und Maulwürfen.



Kurzflügler *Quedius brevicornis*, der Dusterkäfer *Prionychus ater* (Abbildung 9b) und der Blatthornkäfer *Gnorimus nobilis* sind dieser Spezialisierung zuzurechnen, was letztlich die bisherige Einschätzung einer fehlenden Totholztradition unterstreicht.

Es wird sicher noch lange dauern bis die Buchen und Eichen im Naturwaldreservat genügend viele und große Höhlen ausgebildet haben, um weiteren Arten Lebensraum zu bieten. Auffällig ist insbesondere auch das Fehlen vieler großer Mulmkäferarten, so dass die heutige Fauna mangels geeigneter Baumdimensionen und großer Mulmkörper eine Art Miniaturfauna darstellt. Besonders deutlich wird dies am Beispiel der Schnellkäfer, die nur mit sechs Arten im Reservat vertreten sind.

Unter den Nestkäfern (z.B. *Quedius truncicola*, Abbildung 9c) finden sich fast ausschließlich Bewohner von Hymenopteren- und Vogelnestern. Hier wurden der Kurzflügler *Velleius dilatatus* und der Schimmelkäfer *Cryptophagus micaceus* regelmäßig gefunden, die in den Nestern von Hornissen (*Vespa crabro*) leben. Die große Gruppe der Ameisengäste bei *Lasius brunneus* (wiederholt in Gesiebeprobe gefunden) und *Lasius fuliginosus* (nicht beobachtet) fehlt heute vollständig. Hier fehlen schlicht hohle Bäume, um geeignete größere Nester anzulegen.

Tabelle 6 Die Mulm- und Nestkäferarten (xylodetriticole und -nidicole) des Naturwaldreservates „Enneschte Bäsch“ (weitere Erläuterungen s. Tabelle 4). Spalte Anmerkungen mit h = Baumhöhlenbewohner.

Gefährdet	Selten	Käferart	Standorte	Funde	Exemplare	Anmerkung
3		<i>Plegaderus dissectus</i>	10	55	291	
		<i>Abraeus perpusillus</i>	10	50	712	
1	S	<i>Aeletes atomarius</i>	1	1	1	
	S	<i>Neuraphes carinatus</i>	3	5	5	
	S	<i>Neuraphes plicicollis</i>	1	1	1	
	S	<i>Stenichnus bicolor</i>	1	1	2	
3	S	<i>Microscydmus minimus</i>	5	10	10	
3	S	<i>Nossidium pilosellum</i>	1	1	1	
3	S	<i>Ptenidium gressneri</i>	3	4	41	h
	S	<i>Ptinella limbata</i>	4	4	8	
		<i>Ptinella aptera</i>	5	5	95	
	S	<i>Ptinella errabunda</i>	4	12	114	
		<i>Pteryx suturalis</i>	10	38	171	
		<i>Phloeocharis subtilissima</i>	8	15	22	
		<i>Phyllodrepa ioptera</i>	9	13	21	
3	S	<i>Hapalaraea pygmaea</i>	3	3	3	
3		<i>Hypnogyra glabra</i>	8	22	32	
		<i>Atrecus affinis</i>	10	25	38	
3	S	<i>Quedius brevicornis</i>	3	4	7	h
		<i>Quedius maurus</i>	1	1	1	
		<i>Sepedophilus testaceus</i>	10	31	71	
		<i>Sepedophilus bipunctatus</i>	8	18	27	
		<i>Euplectus nanus</i>	1	1	1	
		<i>Euplectus piceus</i>	3	3	3	
2	S	<i>Euplectus infirmus</i>	4	6	10	
	S	<i>Euplectus punctatus</i>	1	1	1	
		<i>Euplectus karsteni</i>	3	3	3	
	S	<i>Euplectus fauveli</i>	2	2	2	
3	S	<i>Trichonyx sulcicollis</i>	1	1	1	
	S	<i>Pyropterus nigroruber</i>	1	1	1	
	S	<i>Platycis minutus</i>	1	1	1	

Gefährdet	Selten	Käferart	Standorte	Funde	Exemplare	Anmerkung
		<i>Malthinus punctatus</i>	6	7	13	
		<i>Malthinus seriepunctatus</i>	1	1	1	
	S	<i>Malthinus glabellus</i>	3	3	16	
	S	<i>Malthinus frontalis</i>	1	1	1	
		<i>Malthodes minimus</i>	10	12	86	
		<i>Malthodes marginatus</i>	4	4	10	
		<i>Malthodes spathiifer</i>	1	1	3	
		<i>Malthodes sp.</i>	5	7	8	
	S	<i>Ampedus pomorum</i>	3	3	3	
3		<i>Ampedus nigroflavus</i>	1	1	1	
		<i>Melanotus rufipes</i>	10	32	89	
	S	<i>Melanotus castanipes</i>	1	1	1	
2	S	<i>Denticollis rubens</i>	3	4	4	
		<i>Denticollis linearis</i>	8	16	30	
	S	<i>Cerylon fagi</i>	10	47	314	
		<i>Cerylon histeroides</i>	10	33	139	
		<i>Cerylon ferrugineum</i>	10	66	193	
	S	<i>Corticaria longicollis</i>	1	1	1	
2	S	<i>Euglenes oculatus</i>	4	5	9	
3		<i>Prionychus ater</i>	1	1	1	h
3	S	<i>Pentaphyllus testaceus</i>	2	2	2	
3		<i>Gnorimus nobilis</i>	1	1	1	h
in Tiernestern						
3	S	<i>Nemadus colonoides</i>	5	5	5	h
3	S	<i>Phyllodrepa nigra</i>	3	3	3	h
	S	<i>Philonthus subuliformis</i>	4	5	6	h
3	S	<i>Velleius dilatatus</i>	5	9	19	h
3	S	<i>Quedius truncicola</i>	2	2	2	h
		<i>Euryusa optabilis</i>	3	4	5	
3		<i>Megatoma undata</i>	3	3	3	
2	S	<i>Cryptophagus micaceus</i>	5	7	23	h

5.4 | Pilzkäfer

Polyporicole Arten - Holzpilzkäfer: Pilze spielen bei der Holzersetzung eine entscheidende Rolle. Zumeist werden die Fruchtkörper je nach Struktur und Entwicklungsstadium von mycetophagen Käfern besiedelt. Aber auch an Schimmelpilzen an Tothölzern finden sich spezialisierte Arten.

An holzbesiedelnden Pilzen leben im Untersuchungsgebiet 88 Käferarten, von denen 2330 Individuen gezählt wurden (Tabelle 7). Wie die Mulmkäfer sind Pilzkäfer stark mit der Zerfallsphase des Waldes assoziiert, da die Pilze eine überragende Funktion im Absterbeprozess alter Bäume und bei der Zersetzung von Totholz besitzen. Die Pilzartenzahl ist in der Regel vom Bestandsalter abhängig, aber auch vom Lokalklima, so dass sich in der feuchten Tallage des Enneschte Bësch durchaus gute Vorrausetzungen für Holzpilze finden. Auch die oberen Hangbereiche sind so feucht und vom Waldmantel durch Austrocknung geschützt, dass an toten Buchen Zunderschwämme wachsen. Deren Population ist aufgrund der geringen Stammzahl toter Buchen noch so klein, dass die Zunderschwammfauna mit dem Kurzflügler *Gyrophæna boleti*, dem Schwarzkäfer *Bolitophagus reticulatus* (Abbildung 10a) drei Pochkäferarten der Gattung *Dorcatoma* sowie dem Baumschwammkäfer *Ropalodontus perforatus* nur sehr geringe Abundanzen aufweist.

Häufiger finden sich hingegen an Buche die Colydiide *Cicones variegatus* und der Buchenpilzkäfer *Diplocoelus fagi*. An Eiche wurden die Baumschwammkäfer *Triphyllus bicolor* (Abbildung 10b) und *Mycetophagus piceus* besonders häufig gefunden. Weitere Arten mit Präferenz für Buche oder Eiche traten nur vereinzelt auf, zumal weder Pilze noch Pilzkäfer in der Mehrzahl der Fälle auf einzelne Baum- oder Pilzarten spezialisiert sind. Für Buche sind hier der Glanzkäfer *Epuraea variegata*, der Pilzkäfer *Triplax rufipes* (Abbildung 10c) und der Baumschwammkäfer *Mycetophagus atomarius* und für die Eiche der Kurzflügler *Carphacis striatus*, *Mycetophagus multipunctatus* (an *Inonotus*) und der sehr seltene Keulendüsterkäfer *Tetratoma desmaresti*, ein Erstnachweis für Luxemburg (siehe folgendes Kapitel), zu nennen. Wie bei den Mulmkäfern fällt auch bei den Pilzkäfern die naturschutzfachliche Bilanz besonders eindrucksvoll aus: 34 %

Abbildung 10a

In alten Zunderschwämmen (*Fomes fomentarius*) brütet der Schwarzkäfer *Bolitophagus reticulatus*.



Abbildung 10b

Der Baumschwammkäfer *Triphyllus bicolor* findet sich am Stammfuß alter Eichen am Leberpilz (*Fistulina hepatica*).



Abbildung 10c

Bevorzugt auf liegenden Buchenstämmen entwickelt sich *Triplax rufipes* im Austerseitling (*Pleurotus pulmonarius*). Der früher extrem seltene Käfer hat sich stark ausgebreitet und ist heute lokal häufig.



stehen in der Roten Liste der Käfer Deutschlands, 46 % gelten in Rheinland-Pfalz als selten und fünf Arten wurden erstmals für Luxemburg nachgewiesen. Neben *Tetratoma desmaresti* gehören hierher *Mycetophagus ater* und *Cicones undatus*, die beide vermutlich im Rahmen der Klimaerwärmung eine

Tabelle 7 Die Holzpilzkäferarten (polyporicole) des Untersuchungsgebietes (weitere Erläuterungen s. Tabelle 4).

Gefährdet	Selten	Käferart	Standorte	Funde	Exemplare
		<i>Anisotoma humeralis</i>	9	27	103
		<i>Anisotoma orbicularis</i>	7	8	13
		<i>Scaphidium quadrimaculatum</i>	4	5	20
		<i>Scaphisoma agaricinum</i>	8	17	24
	S	<i>Scaphisoma boleti</i>	2	2	17
	S	<i>Acrulia inflata</i>	8	15	17
2	S	<i>Carphacis striatus</i>	1	1	1
	S	<i>Oligota granaria</i>	2	3	5
3	S	<i>Holobus apicatus</i>	1	2	2
		<i>Gyrophæna minima</i>	7	10	43
		<i>Gyrophæna bihamata</i>	2	2	345
		<i>Gyrophæna angustata</i>	1	1	1
		<i>Gyrophæna strictula</i>	1	1	1
3	S	<i>Gyrophæna polita</i>	2	3	29
	S	<i>Gyrophæna boleti</i>	1	1	1
3		<i>Agaricochara latissima</i>	8	13	124
		<i>Bolitochara obliqua</i>	6	13	27
		<i>Bolitochara bella</i>	4	8	11
		<i>Bolitochara mulsanti</i>	5	5	6
		<i>Bolitochara lucida</i>	9	18	54
		<i>Atheta picipes</i>	3	3	4
		<i>Atheta oblita</i>	4	4	8
		<i>Epuraea variegata</i>	5	5	5
		<i>Cychramus luteus</i>	10	19	112
		<i>Triplax russica</i>	3	5	7
2	S	<i>Triplax lepida</i>	1	1	2
1	S	<i>Triplax rufipes</i>	1	1	3
		<i>Dacne bipustulata</i>	4	4	6
	S	<i>Diplocoelus fagi</i>	9	18	25
3	S	<i>Pteryngium crenatum</i>	1	1	1
2	S	<i>Atomaria bella</i>	1	2	2
3		<i>Latridius hirtus</i>	10	20	26
1	S	<i>Latridius consimilis</i>	1	1	1
3	S	<i>Enicmus brevicornis</i>	2	3	3
		<i>Enicmus fungicola</i>	1	1	1
2		<i>Enicmus testaceus</i>	10	56	240
2	S	<i>Enicmus atriceps</i>	3	4	6
	S	<i>Stephostethus alternans</i>	3	4	5
3	S	<i>Triphyllus bicolor</i>	8	12	97
		<i>Litargus connexus</i>	10	42	183
	S	<i>Litargus balteatus</i>	9	16	21
		<i>Mycetophagus quadripustulatus</i>	4	9	14

Gefährdet	Selten	Käferart	Standorte	Funde	Exemplare
1	S	<i>Mycetophagus ater</i>	2	2	2
3		<i>Mycetophagus piceus</i>	10	27	57
		<i>Mycetophagus atomarius</i>	2	3	6
3	S	<i>Mycetophagus multipunctatus</i>	6	6	18
2	S	<i>Mycetophagus populi</i>	2	2	3
3		<i>Cicones variegatus</i>	8	15	46
3	S	<i>Cicones undatus</i>	1	2	4
		<i>Orthoperus mundus</i>	10	36	54
		<i>Sphindus dubius</i>	1	1	1
		<i>Arpidiphorus orbiculatus</i>	5	10	12
		<i>Octotemnus glabriculus</i>	8	17	149
3	S	<i>Ropalodontus perforatus</i>	3	3	3
		<i>Sulcacis affinis</i>	1	3	3
		<i>Sulcacis fronticornis</i>	2	2	3
		<i>Cis nitidus</i>	6	20	78
		<i>Cis hispidus</i>	7	10	13
		<i>Cis boleti</i>	10	28	74
	S	<i>Cis castaneus</i>	9	33	68
	S	<i>Cis bidentatus</i>	1	1	1
	S	<i>Orthocis alni</i>	3	3	3
		<i>Orthocis festivus</i>	5	7	19
		<i>Ennearthron cornutum</i>	7	16	28
	S	<i>Dorcatoma minor</i>	3	4	7
3	S	<i>Dorcatoma dresdensis</i>	2	3	4
2	S	<i>Dorcatoma robusta</i>	2	3	4
		<i>Hallomenus binotatus</i>	1	1	1
		<i>Orchesia micans</i>	2	2	2
		<i>Tetratoma fungorum</i>	1	1	1
1	S	<i>Tetratoma desmarestii</i>	1	1	1
3		<i>Tetratoma ancora</i>	4	4	5
3	S	<i>Bolitophagus reticulatus</i>	3	5	10
		<i>Diaperis boleti</i>	1	1	1
		<i>Scaphidema metallicum</i>	2	2	2
an Nadelhölzern					
	S	<i>Anisotoma castanea</i>	2	3	7
3	S	<i>Baeocrara variolosa</i>	1	1	1
	S	<i>Atomaria turgida</i>	7	8	15
3	S	<i>Atomaria diluta</i>	1	1	1
	S	<i>Atomaria pulchra</i>	2	2	2
	S	<i>Stephostethus rugicollis</i>	1	1	1
	S	<i>Corticaria linearis</i>	1	1	4

Arealerweiterung durchlaufen. Bei den anderen Neufunden handelt es sich um Nadelholzbewohner, die mit insgesamt sieben Arten am Spektrum der polyporicolen Käfer beteiligt sind.

Die Pilzkäfer sind insgesamt artenreicher als die Mulmkäfer vertreten, was unter Umständen auch darauf zurückzuführen ist, dass Pilzkäfer aufgrund ihrer meist nur kurzzeitig in optimalem Zustand anzutreffenden Lebensräumen durchschnittlich mobiler sind und die Totholztradition eine geringere Rolle spielt, da Pilzvorkommen auch unter suboptimalen Bedingungen überdauern können.

6. Diskussion

6.1 | Gefährdung und Seltenheit

In der Vergangenheit wurden auch seltene und gefährdete Totholzkäfer in verschiedenen Verordnungen und Listen erfasst. Nur wenige ausgewählte Arten enthält der Anhang der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union, aus dem im Naturwaldreservat Enneschte Bäsch keine Art gefunden wurde. Aus Luxemburg sind hier allerdings nur der Juchtenkäfer *Osmoderma eremita* (SCOPOLI, 1763) und der Hirschkäfer *Lucanus cervus* (LINNAEUS, 1758) bekannt. Letzterer wurde seit Jahrzehnten nicht mehr beobachtet (GEREND mündl. Mitt.) und dürfte im Enneschte Bäsch heute keine geeigneten Lebensbedingungen finden.

2010 legte die International Union for Conservation of Nature (IUCN) in Zusammenarbeit mit der Europäischen Union eine europäische Rote Liste der Totholzkäfer vor. Die Auswahl der bearbeiteten Taxa richtet sich nach politischen und finanziellen, weniger nach ökologischen oder wissenschaftlichen Gesichtspunkten. So werden Familien mit Arten der FFH-Richtlinie und auffälligem Äußerem bevorzugt und eine Begrenzung auf etwa 400 zu bewertende Käferarten vorgenommen. Im Untersuchungsgebiet ist keine Art vertreten, die in dieser Liste in einer Gefährdungskategorie geführt wird. Im IUCN-Bericht werden Schlüsselarten alter Wälder erwähnt, in der Liste finden sich aber beispielsweise nur 41 von 115 Urwaldreliktarten Deutschlands (nach MÜLLER et al. 2005).

Im erwähnten Verzeichnis der Urwaldrelikte werden Totholzkäfer aufgeführt, die in Deutschland bzw. Mitteleuropa nur Restvorkommen besitzen, da sie an die kontinuierliche Präsenz von Strukturen der Alters- und Zerfallsphase der Wälder gebunden sind. Hohe Ansprüche an Totholzqualität und -quantität bewirken zudem, dass die Populationen in den kultivierten Wäldern Mitteleuropas stark reduziert oder ausgestorben sind. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden vier Arten nachgewiesen:

- *Aeletes atomarius* (AUBE, 1842)
- *Pediacus dermestoides* (FABRICIUS, 1792)
- *Mycetophagus ater* (REITTER, 1879)
- *Oxyaemus variolosus* (DUFTSCHMID, 1843)

Alle vier Arten wurden früher in der Roten Liste der Käfer Deutschlands als vom Aussterben bedroht geführt, haben sich aber im westlichen Deutschland in den letzten Jahren zum Teil stark ausgebreitet und sind lokal nicht selten. *Mycetophagus ater* ist bislang aber nur vom Oberrhein bekannt und hat die Rheinprovinz noch nicht erreicht. Aus dem Saarland sind 16 der 115 Urwaldrelikte bekannt, von denen zwei seit 60 Jahren verschollen sind, aus dem nördlichen Rheinland-Pfalz sind 38 Arten bekannt, wobei für 17 nur ältere Nachweise vor 1950 vorliegen.

Eine Käferfauna für Luxemburg existiert bislang nur fragmentarisch in Form von Checklisten und faunistischen Einzelarbeiten (BRAUNERT & GEREND 1988, BRUGE et al. 2001, GEREND et al. 2007, MOUSSET 1973). Auch eine Rote Liste der Käfer fehlt bislang. Bei der Bewertung der Totholzkäferfauna des Naturwaldreservates Enneschte Bäsch kann daher nur auf außerluxemburgische Quellen zurückgegriffen werden: Zum einen auf die „Käferfauna der Rheinprovinz“ von KOCH (1968 ff.) in der auch die Käfer des Saarlandes und des nördlichen Rheinland-Pfalz mit Häufigkeitsangaben behandelt werden, zum anderen auf die Roten Listen der Käfer Deutschlands (GEISER 1998, TRAUTNER et al. 1998).

Von den 309 Totholzkäferarten des Untersuchungsgebietes gelten 126 in der benachbarten Rheinprovinz als selten oder sehr selten und werden in der Fauna und ihren Nachträgen von KOCH (1968 ff.) mit Einzelfunden aufgeführt (Abbildung 11). Bei den Mulm- und Pilzkäfern, den Charakterarten der Waldzerfallsphase, wird im Naturwaldreservat Enneschte Bäsch jeweils ein Anteil von um die 50 % seltener Arten erreicht, bei den weniger von der Holzqualität als von den Lichtverhältnissen abhängigen (vgl. WEISS & KÖHLER 2005) Holz- und Rindenkäfern liegen die Anteile um 30 %. Im Vergleich dazu wurde bei den Nicht-Totholzkäfern nur ein Anteil von etwa 15 % seltener Arten beobachtet.

Entsprechend ähnlich präsentiert sich das Bild bei den Arten der Roten Liste Deutschlands (Abbildung 12), in der 84 der 309 Xylobionten des Enneschte Bäsch geführt werden. Besonders auffällig ist die niedrige Zahl gefährdeter Arten bei den Rindenkäfern, unter denen sich besonders viele mobile Pionierbesiedler und Nadelholzbewohner fanden. Nicht weniger auffällig ist die vergleichsweise niedrige Zahl gefährdeter Mulmkäfer. Auch hier schlägt sich wiederum die fehlende Alt- und Totholztradition nieder. Besonders deutlich wird dies, sobald man die Zahlen mit dem 19 ha großen Naturwaldreservat Urwald von Taben an der Saar vergleicht (Abbildung 13). Auch dort stocken überwiegend Eichen und vereinzelt Buchen auf einem nordexponierten Fels- und Blockhaldenstandort, der eine Waldnutzung nahezu unmöglich machte und so das Reservat zu einer Referenzfläche werden ließ. Wir finden hier bei den Holzkäfern, insbesondere an Eichen, und bei den Mulmkäfern deutlich höhere Werte, während bei den Pilz- und Rindenkäfern ähnliche Zahlen erreicht werden.

Aufgrund von neuen Erkenntnissen zu Lebensweise und Gefährdungsursachen, aber auch aufgrund der Klimaerwärmung (KÖHLER 2010) werden sich bei vielen Taxa in einer geplanten Neufassung der Roten Liste der Käfer Deutschlands gravierende Änderungen ergeben (BÜCHE i. I. 2009). Bezieht man diese Änderungen ein, sinken die Zahl und der Anteil gefährdeter Totholzkäfer im Untersuchungsgebiet von 84 auf 47 Arten (-44 %), wobei sich bei den verbleibenden Arten zudem Statusänderungen in Richtung geringerer Gefährdungsgrade ergeben. Keine der stark gefährdeten oder vom Aussterben

bedrohten Totholzkäferarten der 1998er Fassung wird noch in diesen Kategorien geführt (Tabelle 8). Im Untersuchungsgebiet kämen damit letztlich nur noch 16 potentiell gefährdete, 21 gefährdete Arten und mit dem Keulendüsterkäfer *Tetratoma desmaresti* (siehe unten) eine stark gefährdete Art vor.

Aus naturschutzfachlicher Sicht ist festzustellen, dass heute zwar eine Reihe seltener und gefährdeter Arten im Naturwaldreservat Enneschte Bäsch vorkommen und zur großen Artenfülle beitragen, echte Reliktvorkommen und hochgradig gefährdete Arten aber fehlen. Ursache ist hier primär die historisch intensive Niederwald- und bis 2002 fortgeführte Hochwaldnutzung, die erst mit der Einrichtung des Schutzgebietes 2005 endgültig aufgegeben wurde. Sekundär spielt aber auch das lokale Klima und die heute geringe Auflichtung bei einem gleichzeitig geringen Totholzanteil eine wichtige Rolle.

Abbildung 11
Anteile seltener Totholzkäfer (Referenz nördliches Rheinland) in den verschiedenen ökologischen Gilden.

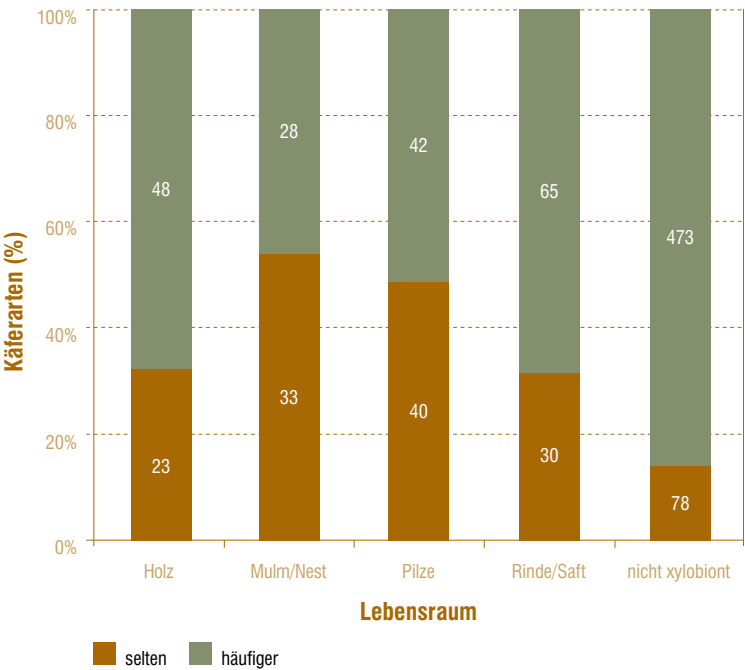


Abbildung 12

Verteilung der Totholzkäfer auf die alte und neue Fassung der Roten Liste Deutschlands und ökologische Gilden.

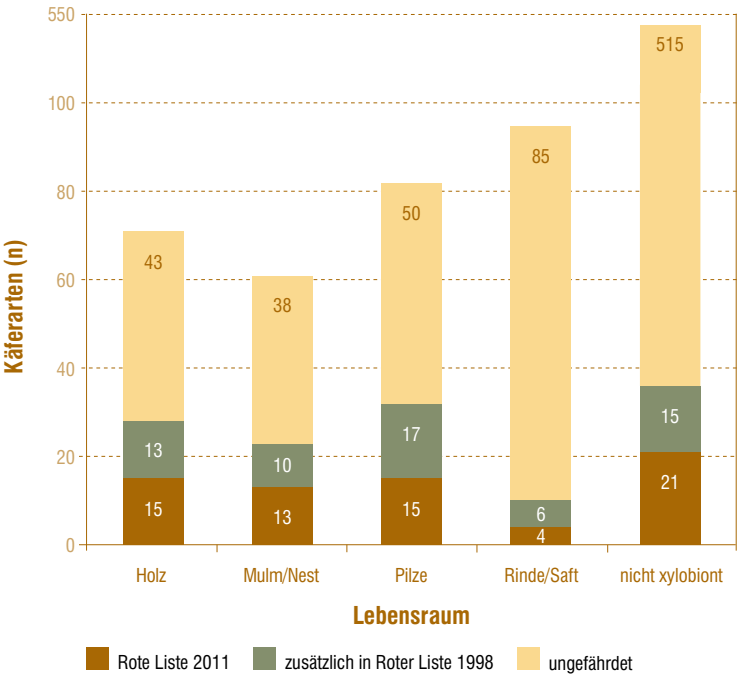


Abbildung 13

Vergleich der Artenzahlen des Untersuchungsgebietes mit dem Referenz-Reservat Urwald von Taben an der Saar (Quelle: Datenbank Verfasser).

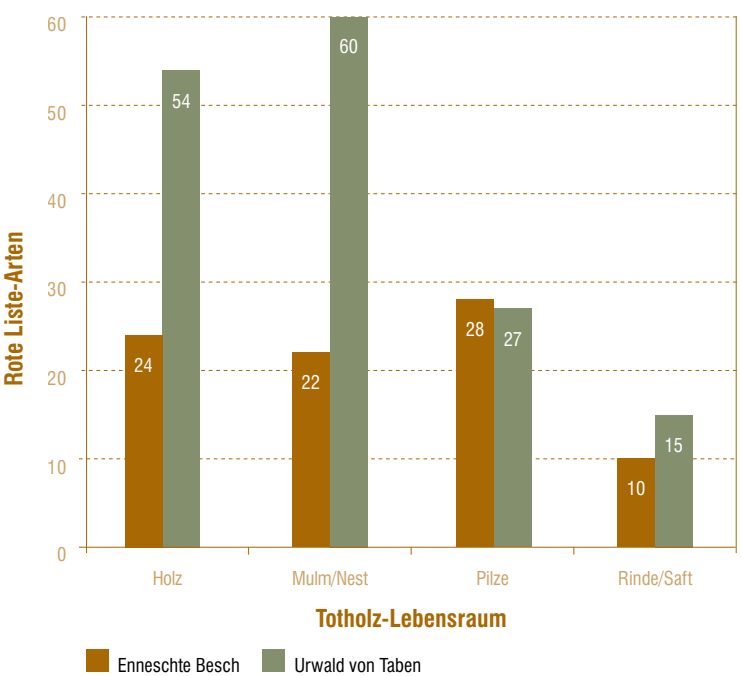


Tabelle 8

Einstufung der bislang als „vom Aussterben bedrohten“ und „stark gefährdeten“ geführten Totholzkäfer des Untersuchungsgebietes in der anstehenden Neufassung der Roten Liste Deutschlands (Kategorien: 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, G = gefährdet ohne Einstufung, V = Vorwarnliste, R = seltene Art, D = Datenlage defizitär).

Käferart	Rote Liste 2011	Lebensraum
vom Aussterben bedroht		
<i>Aeletes atomarius</i>	3	Mulm
<i>Latridius consimilis</i>	D	Pilze
<i>Mycetophagus ater</i>	R	Pilze
<i>Oxylaemus variolosus</i>	G	Rinde
<i>Pediacus dermestoides</i>	G	Rinde
<i>Syntomus obscuroguttatus</i>	2	Boden
<i>Tetratoma desmarestii</i>	2	Pilze
<i>Triplax rufipes</i>	V	Pilze

stark gefährdet

<i>Amarochara bonnairei</i>	D	Boden
<i>Anaspis ruficollis</i>		Holz
<i>Atomaria bella</i>	D	Pilze
<i>Carphacis striatus</i>	V	Pilze
<i>Cryptophagus micaceus</i>		Nest
<i>Cyphea curtula</i>		Rinde
<i>Cyrtanaspis phalerata</i>	G	Holz
<i>Denticollis rubens</i>	3	Mulm
<i>Dorcatoma robusta</i>	3	Pilze
<i>Enicmus atriceps</i>		Pilze
<i>Enicmus testaceus</i>		Pilze
<i>Euglenes oculatus</i>	3	Mulm
<i>Euplectus infirmus</i>	D	Mulm
<i>Gastrallus laevigatus</i>		Holz
<i>Mycetophagus populi</i>	3	Pilze
<i>Phloeonomus minimus</i>		Rinde
<i>Tachinus bipustulatus</i>	D	Saft
<i>Thamiaraea hospita</i>		Saft
<i>Triplax lepida</i>		Pilze

6.2 | Neufunde für Luxemburg

Aufgrund des Fehlens einer Checkliste der Käfer Luxemburgs, aber auch aufgrund gravierender Datenlücken und fehlender Aktualisierung der Fauna Europaea (www.faunaeur.org) erweist es sich als schwierig, bislang aus Luxemburg unbekannte oder im Land verschollene Arten zu identifizieren. Vom Verfasser wurden daher aus der Artenliste alle aus Projekten des Naturhistorischen Museums publizierte oder in Publikation befindliche Arten gestrichen (Schnellert in GEREND et al. 2007, Fledermausprojekt, Schluchtwald Manternach, Kiesgruben Remerschen) und die verbliebene Restliste Raoul GEREND und Carlo BRAUNERT vorgelegt, die sie freundlicherweise kritisch prüften. Mit gewisser Restunsicherheit, ob nicht noch unbekannte Belege seltener Arten in der Sammlung des Naturhistorischen Museums belegt sind oder häufige Arten bislang noch ungemeldet blieben, können 16 Arten als Neufunde für Luxemburg vorgestellt werden. Im Folgenden werden jeweils kurz die Funddaten aus dem Untersuchungsgebiet und unter dem Stichwort “Lebensweise” Ökologiedaten nach KOCH (1989 ff.) mitgeteilt.

Plegaderus vulneratus (PANZER, 1797)

(Abbildung 14)

NWR Enneschte Bësch: Standort E08, 24.04.2008, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. Lebensweise: Nadelwälder, Mischwälder, Heide, Parks, unter Kiefernrinde. Der Stutzkäfer lebt räuberisch bei Borkenkäfern und anderen Insektenlarven. Die Art ist weit verbreitet und im allgemeinen nicht selten.

Abbildung 14

Der Stutzkäfer *Plegaderus vulneratus* lebt räuberisch bei Borkenkäfern unter Kiefernringen.



Ptenidium formicetorum KRAATZ, 1851

NWR Enneschte Bësch: Standort E04, 30.10.2009, 36 Ex. aus einem Eichenstumpf mit einem Nesthügel von *Formica polyctena* FÖRSTER, 1850 (MERTENS det.) gesiebt. Lebensweise: Wälder, Waldränder, in *Formica*-Nestern. Verwandte Federflüglerarten leben zumeist an schimmlichen pflanzlichen Substraten. Diese Art findet sich fast ausschließlich in Nesthügeln, ist aber praktisch überall präsent und nicht selten.

Ptinella limbata (HEER, 1841)

NWR Enneschte Bësch: Standort E01, 30.10.2009, 4 Ex. aus Totholz gesiebt. – Standort E06, 24.04.2008, 2 Ex. aus Totholz gesiebt. – Standort E08, 14.05.2008, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. – Standort E09, 24.04.2008, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. Lebensweise: Mischwälder, Nadelwälder, unter verpilzter Rinde und im Mulm von Laubhölzern. Die *Ptinella*-Arten ernähren sich von Schimmelpilzsporen (BESUCHET & SUNDT 1971). Mit unter 1 mm Körpergröße und heller, holzartiger Färbung sind diese Zwerge unter den Totholzkäfern nur schwer zu finden. In Totholzgesieben, die mit Auslesegeräten ausgetrieben werden, finden sich *Ptinella*-Arten regelmäßig. *Ptinella limbata* ist zwar seltener als die sehr häufige *Ptinella aptera*, war aber auch unbedingt in Luxemburg zu erwarten.

Ptinella errabunda JOHNSON, 1975

NWR Enneschte Bësch: Standort E05, 8.04.2009 3 Ex. und 18.06.2009, 29 Ex. aus Totholz gesiebt. – Standort E08, 24.04.2008, 6 Ex., 16.06.2008, 30 Ex. und 29.08.2008, 3 Ex., jeweils aus Totholz gesiebt. – Standort E09, 24.04.2008, 1 Ex., 16.06.2008, 29 Ex., 29.08.2008, 1 Ex. und 20.10.2008, 2 Ex., jeweils aus Totholz gesiebt. – Standort E10, 14.05.2008, 5 Ex. und 29.08.2008, 4 Ex. aus Totholz gesiebt. Lebensweise: Laubwälder, unter verpilzten Rinden. *Ptinella errabunda* wurde nach der Revision alten Sammlungsmaterials von JOHNSON 1975 von *Ptinella aptera* abgetrennt. Danach ist *Ptinella errabunda* in England bei weitem die häufigste *Ptinella*-Art, die praktisch über das ganze Land verbreitet ist, allerdings erst seit 1925 gefunden wird. JOHNSON vermutet, dass es sich um eine aus Neuseeland eingeschleppte Art handelt (JOHNSON 1975, 1982). Auf dem Festland und damit erstmals für

Mitteleuropa wurde die Art 1989 in der Kölner Bucht bei Brühl gefunden (KÖHLER 1991b). Kurze Zeit später wurde *Ptinella errabunda* auch bei Utrecht in den Niederlanden gefunden (VORST 1993). Bislang folgen in Deutschland nur weitere Funde im Nordwesten, so in Westfalen (KÖHLER 2011) sowie in Niedersachsen und Schleswig-Holstein (MEYBOHM 1999, BELLMANN & MENKE 2005). Da trotz intensiver Totholzuntersuchungen noch keine Nachweise aus Rheinland-Pfalz vorliegen, dürfte sich die Art westlich entlang der Küste ausgebreitet haben und über Belgien (coll. KÖHLER) eingewandert sein.

***Acrotrichis nana* VORST & SOERENSSON, 2005**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E07, 29.08.2008 und 20.10.2008 jeweils ein Weibchen (Genitalpräparat) aus Totholz gesiebt. – Standort E10, 29.08.2008, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. Die Weibchen wurden nach Genitaluntersuchung determiniert. Der aus Skandinavien beschriebene und früher mit *Acrotrichis dispar* konfundierte Federflügler wurde von VORST & SOERENSSON (2005) rehabilitiert. Bislang liegen nur wenige Nachweise seit dem Erstfund 1944 aus Schweden, den Niederlanden und Deutschland (Nordrhein KÖHLER 2011, Thüringen SÖRENSSON 2007, KOPETZ et al. 2008) vor. Die Autoren vermuten bei dieser 0,7 mm großen Art eine speziellere Bindung – zum Beispiel an größere Äser – als bei der recht unspezialisierten und häufigen Schwesterart, können aber auch nicht ausschließen, dass es sich, wie bei anderen Gattungsvertretern, um eine Adventivart handelt.

***Eusphalerum signatum* (MÄRKEL, 1857)**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E08, 14.05.2008, 2 Ex. aus der Vegetation geklopft. – Standort E09, 14.05.2008, 8 Ex. aus der Vegetation geklopft. Lebensweise: Waldränder, Wiesen, besonders auf blühenden Sträuchern und Bäumen. Die Larven der *Eusphalerum*-Arten entwickeln sich an feuchten Standorten in der Bodenstreu, die pollenophagen Imagines finden sich oft in Anzahl auf Blüten. *Eusphalerum signatum* ist montan in Mitteleuropa bis Frankreich und in Italien südlich bis in die Toskana verbreitet (HORION 1963). Im Rheinland erreicht die Art ihre nördliche Verbreitungsgrenze, in Eifel und Hunsrück gehört sie aber zu den häufigeren Gattungsvertretern und war daher auch in Luxemburg zu erwarten.

***Eusphalerum atrum* (HEER, 1838)**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E01, 13.05.2009, 1 Ex. an einem Leimring an einer frisch toten Altbuche und 26 Ex. aus der Vegetation geklopft. – Standort E02, 13.05.2009, 12 Ex. aus der Vegetation geklopft und 2 Ex. in einem Luftklektor an einer toten rindenlosen Eiche. – Standort E04, 13.05.2009, 6 Ex. aus der Vegetation geklopft. – Standort E05, 18.06.2009, 1 Ex. aus der Vegetation geklopft. – Standort E10, 14.05.2008, 1 Ex. aus der Vegetation geklopft. Lebensweise: Waldränder, Flußauen, vor allem auf Blüten von Weißdorn und Schlehe. *Eusphalerum atrum* ist süd- und westeuropäisch verbreitet und erreicht in Deutschland die östliche Verbreitungsgrenze in Thüringen und Sachsen-Anhalt (HORION 1963, KÖHLER 2011). Im Westen Deutschlands ist der Kurzflügler im Mittelgebirge regelmäßig zu finden – und war daher unbedingt auch in Luxemburg zu erwarten – wird in der Ebene aber nur selten beobachtet (vgl. KOCH 1968).

Abbildung 15

Der Kurzflügler *Eusphalerum atrum* besitzt einen süd-europäisch montanen Verbreitungsschwerpunkt und findet sich bei uns bevorzugt an sonnigen Waldrändern auf blühenden Sträuchern.



***Philonthus pseudoparcus* BRUNNE, 1976**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E01, 21.07.2009, 1 Ex. in einer Lichtfalle. Lebensweise: Felder, Ställe, Wiesen, in faulem Heu und Stroh und anderen Faulstoffen. Vom holarktisch verbreiteten und in Mitteleuropa überall häufigen *Philonthus sordidus* wurden zwei Arten abgetrennt (BRUNNE 1976). Beide, *Philonthus parvus* und *pseudoparcus*, sind coprophil und wurden auch im Rheinland nachgewiesen, stellten sich aber als deutlich seltener heraus (KÖHLER 1994). *Philonthus pseudoparcus* ist in ganz Deutschland verbreitet und wird von der Fauna Europaea (faunaeur.org) überdies aus der

Schweiz, Österreich, Großbritannien, Dänemark und Norwegen aufgeführt. Nach den Beobachtungen des Verfassers scheint eine Präferenz für Waldbiotope vorzuliegen. Der Kurzflügler wurde sowohl an Wildlösung, als auch an ausgelegtem Taubenkot sowie faulenden Pilzen wiederholt gefunden. In Polen wurde der Käfer an Wildschweinkot festgestellt (MELKE 1997).

***Quedius xanthopus* ERICHSON, 1839**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E01, 18.06.2009, 1 Ex. in einem Luftklektor an einer anbrüchigen Altbuche mit Frostriß. Lebensweise: Wälder, Parks, im morschen Holz und unter morscher Rinde. Der paläarktisch verbreitete Kurzflügler ist insbesondere im Norden und in Gebirgen häufiger. Die Art ist im westlichen Deutschland relativ selten (vgl. KOCH 1968), aber offenbar in allen Mittelgebirgen präsent.

***Oligota parva* KRAATZ, 1862**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E09, 24.04.2008, 2 Ex. aus Totholz gesiebt. Lebensweise: in offenen Biotopen vor allem in gärenden Faulstoffen wie Kompost-, Heu-, Stroh- und Stallmisthaufen.

***Oligota pumilio* KIESENWETTER, 1858**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E06, 16.06.2008, 1 Ex. in einem Luftklektor an einer absterbenden Eiche. Lebensweise: eurytop in faulenden Vegetabilien, in Kompost-, Heu-, Stroh- und Stallmisthaufen. Beide *Oligota*-Arten sind weit verbreitet und relativ häufig. Sie gehören zu den kleinsten Staphyliniden und sind besonders gut durch Gesiebe und Autokescherfänge nachzuweisen.

***Cordalia obscura* (GRAVENHORST, 1802)**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E01, 21.07.2009, 3 Ex. in einer Lichtfalle. Lebensweise: Felder, Wiesen, Gärten, in faulenden Pflanzen und Pilzen. Auch diese Staphylinide ist weit verbreitet und häufig in Kulturbiotopen zu finden.

***Atheta inquinula* (GRAVENHORST, 1802)**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E07, 30.07.2008, 1 Ex. Aus der Vegetation geklopft. Lebensweise: Viehweiden, Wiesen, Feldraine, Waldränder, vor allem in mehr oder weniger altem Kot. Die Gattung *Atheta* ist in Mitteleuropa mit rund 200 sehr ähnlichen, oft nur durch Genitaluntersuchung zu trennenden Arten vertreten. *Atheta inquinula* gehört zu den kleinsten Vertretern, ist aber weit verbreitet und nicht selten.

***Atheta castanoptera* (MANNERHEIM., 1831)**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E04, 21.07.2009, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. Lebensweise: Wälder, Parks, vor allem an Bodenpilzen. Der Kurzflügler ist im Rheinland überall häufig und war auch in Luxemburg an Pilzen zu erwarten.

***Oxypoda flavicornis* KRAATZ, 1856**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E07, 16.06.2008, 2 Ex. aus Totholz gesiebt. – Standort E07, 29.08.2008, 2 Ex. aus Totholz gesiebt. – Standort E08, 24.04.2008, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. – Standort E09, 20.10.2008, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. Lebensweise: Wälder, Waldränder, vor allem in dicken verpilzten Laublagen.

***Stichoglossa semirufa* (ERICHSON 1839),**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E0, 24.04.2008, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. Lebensweise: Wälder, Auwälder, im Winter im Laub am Fuß alter Laubbäume. Der eigentliche Lebensraum dieser Art ist offenbar unbekannt, da die seltene Art immer nur einzeln gesiebt wurde (vgl. Horion 1967). In Bayern (Köhler det.) wurde die Art auch im Sommerhalbjahr in größerer Zahl in Luftklektoren in Baumkronen gefangen. Dies legt die Vermutung einer akrodendrischen Lebensweise am Stamm oder in Vogelnestern nahe, wie sie beispielsweise von *Haploglossa picipennis* bekannt ist, die gleichfalls im Winterhalbjahr aus Wurzelnischen gesiebt werden kann.

***Trichonyx sulcicollis* (REICHENBACH, 1816)**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E03, 21.07.2009, 1 Ex. in einem Luftklektor an einer toten rindenlosen Alteiche. Lebensweise: Laubwälder, Flußauen, in feuchtem faulem Holz und unter morscher Rinde. Die seltene Art ist im weiteren Sinne mitteleuropäisch verbreitet und erreicht im Süden und Osten Griechenland und Zentralrussland.

***Metacantharis clypeata* (ILLIGER, 1798)**
NWR Enneschte Bäsch: Standort E07, 16.06.2008, 1 Ex. aus der Vegetation geklopft. Lebensweise: Nadel- und Mischwälder, Waldränder, auf Gebüsch und Nadelhölzern, oft blühenden Kiefern. Der weit verbreitete Weichkäfer ist im Rheinland verbreitet, aber recht selten (KOCH 1968).

***Ampedus nigroflavus* (GOEZE, 1777)**

NWR Enneschte Bäsch: Standort E09, 24.04.2008, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. Lebensweise: Laubwälder und Parks, in feuchtem weißfaulem Laubholz stehender Laubhölzer, bevorzugt Buche. Der auffällig gefärbte mit rund 11 mm relativ große Schnellkäfer gehört, wie viele Gattungsvertreter, zu den hochspezialisierten Mulmbewohnern und ist entsprechend selten. Die Art wird oft im Inneren hohler Buchen, in Spechthöhlen und unter ähnlichen Umständen gefunden (eigene Beobachtungen). STUMPF (1997) nennt für das Rheinland fast 40 Fundorte aus allen Höhenlagen. Im Untersuchungsgebiet wurde ansonsten nur noch *Ampedus pomorum*, der anspruchsloseste und häufigste Gattungsvertreter gefunden.

Abbildung 16

Im Mulm von Altbuchen entwickelt sich der seltene Schnellkäfer *Ampedus nigroflavus*.

***Brachypterolus linariae* (STEPHENS, 1830)**

NWR Enneschte Bäsch: Standort E02, 13.05.2009, 1 Ex. aus der Vegetation geklopft. – Standort E04, 18.06.2009, 1 Ex. von Totholz und aus der Vegetation geklopft. Lebensweise: Wärmehänge und Trockenhänge, auf blühendem Leinkraut und Löwenmäulchen. Die früher oft mit *Brachypterolus pulicarius* vermengte Art, ist im westlichen Mitteleuropa der häufigste Gattungsvertreter (vgl. WAGNER 1994). *Brachypterolus linariae* kommt praktisch überall an Wegrainen – auch an Waldstandorten – auf *Linaria vulgaris* vor.

***Mycetophagus ater* (REITTER, 1879)**

NWR Enneschte Bäsch: Standort E03, 30.08.2009, 1 Ex. an einem Leimring an einer verpilzten Altbuchenruine. – Standort E08, 16.06.2008, 1 Ex. in einem Luftklektor an einer toten rindenlosen Buche. Lebensweise: Laubwälder und Parks, in Baumschwämmen an trockenen Hainbuchen und an am Boden liegenden verpilzten Stämmen. Nach HORION (1961) soll es sich um eine sibirische Art handeln, die in Europa seinerzeit nur wenige, anscheinend isolierte, reliktdäre Standorte besaß, darunter je ein Vorkommen in Ostfrankreich und in Hessen. In Deutschland wurde die Art Ende des 20. Jahrhunderts am Oberrhein in Baden und Hessen wiedergefunden (BATHON 1988, KÖHLER & KLAUSNITZER 1998) und es folgten weitere Nachweise in Württemberg (BENSE & GEIS 1998), der Südpfalz (KÖHLER 1999) und im Saarland (MÖLLER 2005), die die Vermutung nahe legen, dass sich die Art an Rhein und Mosel bzw. nach Westen ausbreitet.

***Cicones undatus* (GUERIN, 1844)**

NWR Enneschte Bäsch: Standort E08, 14.05.2008, 2 Ex., und 30.07.2008, 2 Ex. in einem Luftklektor an einer toten rindenlosen Buche. Lebensweise: Laubwälder, Parks, unter verpilzter Ahornrinde. Der Rindenkäfer, der 1990 erstmals in Deutschland gefunden wurde, ist dort heute aus acht Regionen im Süden bis zur Mitte bekannt (KÖHLER & KLAUSNITZER 1998, KÖHLER 2000b, 2011). Der rheinische Erstfund gelang 1996 an einem verpilzten Ahornstämmchen im Kerpener Bruch bei Köln. Erst 2005 folgten Funde im Siebengebirge bei Bonn und dann in weiteren Untersuchungsgebieten des Verfassers in der Kölner Bucht, wo die Art offenbar nicht selten ist. Aus Rheinland-Pfalz ist die Art bislang nur aus dem Bienwald bekannt, dürfte aber auch zumindest entlang des Rheines verbreitet sein. Die früher südostmediterrane verbreitete Art ist auch aus Belgien bekannt (coll. KÖHLER) und wurde bereits 1984 erstmals in Großbritannien gefunden (BAKER 1992).

Abbildung 17

Der Rindenkäfer *Cicones undatus* profitiert von der Klimaerwärmung und hat sich in den letzten Jahren in Mitteleuropa rasch ausgebreitet.

***Tetratoma desmarestii* LATREILLE, 1807**

NWR Enneschte Bäsch: Standort E02, 30.10.2009, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. Lebensweise: Laubwälder und Parks, vor allem an *Corticium quercinum* (Eichen-Rindenpilz) sowie an Eichenästen in *Stereum hirsutum* (Zottiger Schichtpilz). Neben *Mycetophagus ater* gehört dieser Nachweis zu den bedeutendsten Pilzkäfervorkommen des Untersuchungsgebietes. Der Keulendüsterkäfer wird bevorzugt im Winterhalbjahr gefunden. In der Rheinprovinz existieren nur drei Vorkommen in alten Eichenbeständen am Niederrhein (SCHARF 1991, KÖHLER 2000a). Der Käfer ist zwar weiter verbreitet – von Spanien bis Griechenland – allerdings deutet sich an, dass es sich nicht um eine Art mit westeuropäischem Verbreitungsschwerpunkt (vgl. HORION 1956) handelt, sondern um einen süd- bis zentraleuropäischen Eichenbewohner.

***Xylechinus pilosus* (RATZEBURG, 1837)**

NWR Enneschte Bäsch: Standort E10, 30.07.2008, 1 Ex. an einem Leimring an einer toten berindeten Eiche. Lebensweise: Nadelwälder, insbesondere Fichtenwälder, monophag unter der Rinde von Fichtenästen und -stämmen. Der Borkenkäfer besitzt ein nordeuropäisch-sibirisches Hauptverbreitungsgebiet, kommt in ganz Deutschland vor und erreicht im Westen Frankreich (PFEFFER 1995, faunaeur.org).

Des Weiteren wurden im Untersuchungsgebiet acht Arten registriert, die erstmalig im Naturwaldreservat Laangmuer gefunden wurden (KÖHLER 2009) und deren Vorkommen in Luxemburg mit weiteren Nachweisen im Enneschte Bäsch bestätigt werden können: *Anisotoma castanea* (HERBST, 1792): Standort E02, 18.06.2009, 4 Ex., und 21.07.2009, 2 Ex. jeweils aus Totholz gesiebt. – Standort E09, 30.07.2008, 1 Ex. in einem Luftklektor an einer hohlen Altbuchenruine. – *Agathidium rotundatum* (GYLLENHAL, 1827): Standort E07, 24.04.2008, 2 Ex. aus Totholz gesiebt. – *Neuraphes plicicollis* REITTER, 1879: Standort E01, 13.05.2009, 1 Ex. aus Totholz gesiebt. – *Euplectus punctatus* MULSANT, 1861: Standort E01, 18.06.2009, 1 Ex. in einem Luftklektor an einer anbrüchigen Altbuche mit Frostriss. – *Clanoptilus elegans* (OLIVIER, 1790): Standort E03, 18.06.2009, 1 Ex. aus der Vegetation geklopft. – *Epuraea pygmaea* (GYLLENHAL, 1808): Standort E10, 14.05.2008, 3 Ex. in einem Luftklektor an einer lebenden gespaltenen Eiche. – *Cryptophagus micaceus* REY, 1889: Standort E06, 29.08.2008, 5 Ex. in einem Luftklektor an einer absterbenden Eiche. Standort E07, 20.10.2008, 4 Ex. und 29.08.2008, 3 Ex. in einem Luftklektor an einer anbrüchigen Eiche. Standort E08, 29.08.2008, 4 Ex. in einem Luftklektor an einer toten rindenlosen Buche. Standort E09, 20.10.2008, 1 Ex. in einem Luftklektor an einer hohlen Altbuchenruine. Standort E10, 29.08.2008, 3 Ex. in einem Luftklektor an einer lebenden gespaltenen Eiche. Standort E10, 20.10.2008, 3 Ex. in einem Luftklektor an einer lebenden gespaltenen Eiche. 2009 erfolgten keine weiteren Funde, auch der Wirt, die Hornisse *Vespa crabro* wurde 2009 deutlich seltener beobachtet. – *Atomaria diluta* ERICHSON 1846: Standort E05, 18.06.2009, 1 Ex. an einem Leimring an einer Hainbuchenruine.

6.3 | Vergleich der Untersuchungsstandorte

Im Untersuchungsgebiet wurden 2008 und 2009 an zehn Standorten mit vier Methoden 309 Totholzkäferarten nachgewiesen. Nachfolgend soll der Frage nachgegangen werden, worin sich die einzelnen Standorte unterscheiden, welche Faktoren Einfluss auf die Artenzusammensetzung und Artenzahl haben sowie wie vollständig die heutige Erfassung ausgefallen ist.

Konzepte der Waldstrukturkartierung und Totholzkäfererfassung

Die Auswahl der zehn Untersuchungsstandorte erwies sich als schwierig, da jeweils mindestens zwei geeignete stärker dimensionierte Fallenbäume vorhanden sein mussten. Dies führte letztlich dazu, dass an drei Standorten lediglich nur zwei stehende tote Bäume zu verzeichnen waren. Die Totholzkäfererfassung konzentrierte sich damit dennoch auf die totholzreicheren Bereiche des Naturwaldreservates. Die Waldstrukturkartierung erfolgte in 54 Probekreisen (5,25 ha), wobei ein Totholzanteil von 2,2 % (7 Vfm/ha) ermittelt wurde (TOBES et al. 2008). Diese Probekreise und die Standorte der Käferuntersuchung sind nur zum Teil deckungsgleich. Da zudem in vielen Bereichen des Reservates keine Probekreise eingerichtet werden konnten, da entlang der zahlreichen Waldwege Baumfällungen im Rahmen von Verkehrssicherungsmaßnahmen die natürliche Waldentwicklung stören können, fehlen in einigen Bereichen des Reservates Probekreise großflächig.

Im Rahmen der Totholzkartierung wurden für stehende und liegende tote Bäume die Baumart, der Zersetzungsgrad, Brusthöhendurchmesser und Stammhöhe/länge sowie das Totholzvolumen ermittelt. Ferner wurden für lebende und tote Bäume diverse Strukturmerkmale wie Pilzbefall, Insektenfraßspuren, Spechthöhlen, Kronenbrüche und Rindenschäden kartiert. Ordnet man die Standorte der Käfererfassung nun den nächstgelegenen Probekreisen der Waldstrukturkartierung zu, lassen sich keine Beziehungen zwischen Totholzmerkmalen und Käferresultaten herstellen. Es finden sich nur wenige signifikante und zum Teil sehr widersprüchliche Beziehungen, so dass dieser Ansatz nicht weiter verfolgt werden kann.

Schon die Totholzwerte für den Käferstandorten sehr nah liegende Probekreise erscheinen in vielen Fällen viel zu niedrig, was schlicht daran liegt, dass die Probekreise mit 0,1 ha Ausdehnung vergleichsweise klein sind und Totholzstrukturen in der Regel geklumpt auftreten. Augenscheinlich fallen die Hochrechnungen der Totholzmengen der forstlichen Kartierung zu niedrig aus, was zuletzt auch durch die Ausklammerung der Randbereiche befördert wird. Gerade an Waldrändern findet sich überproportional viel Totholz und eine erhöhte Strukturdiversität, was auf die besondere Exposition und Bewirtschaftungstätigkeit zurückgeht. Da Probekreise Waldränder allenfalls in einem Punkt tangieren können, bleiben deren Eigenschaften statistisch unberücksichtigt und die Berechnungen zur Waldstrukturdiversität verfehlen zum Teil ihr Ziel. Es gilt also festzuhalten, dass die Waldstruk-

Tabelle 10 Abhängigkeit der Totholzkäfergilden von Waldstrukturmerkmalen - Ergebnisse einer multivariaten Regressionsanalyse. Ordinale Werte; Buchenanteil: 0 keine, 1 vorhanden, 2 stark vertreten; Waldrand: 0 kein, 1 vorhanden; Totholz: 1 gering, 2 mittel, 3 hoch.

Arten		R	Sig.	Standardisierter Regressionskoeffizient		
				Baumart	Waldrand	Totholz
Holzkäfer	Arten	0,80	0,09	-0,05	0,90	-0,34
	Exemplare	0,75	0,14	-0,38	1,01	0,11
Rinden/Saftkäfer	Arten	0,71	0,21	0,92	-0,20	-0,25
	Exemplare	0,84	0,51	0,33	0,57	0,15
Mulm/Nestkäfer	Arten	0,64	0,33	1,01	-1,10	0,37
	Exemplare	0,47	0,66	0,66	-0,46	0,25
Pilzkäfer	Arten	0,59	0,43	0,39	-0,48	0,57
	Exemplare	0,57	0,47	0,19	-0,35	0,59
Xylobionte	Arten	0,70	0,22	0,75	-0,12	0,13
	Exemplare	0,68	0,26	-0,29	-0,45	0,36
Gefährdet	Arten	0,63	0,35	0,73	-0,27	0,25
	Exemplare	0,90	0,02	-0,35	0,61	0,11
Selten	Arten	0,39	0,78	0,53	-0,24	0,10
	Exemplare	0,91	0,01	-0,29	-0,65	0,02

turkartierung nur die Totholzsituation im geschlossenen Bestand widerspiegelt und vorhandene Sonderstandorte nur partiell abbilden kann. Im Umkehrschluss bestätigt sich damit der gewählte Ansatz, eine Käfererfassung an den vorhandenen „Totholz-Hotspots“, Baumarten und Sonderstandorten zu orientieren. Eine Installation von Fallen in Probekreisen würde letztlich nur zu einem geringeren Artenspektrum führen und bei späteren Wiederholungsuntersuchungen die Gefahr beinhalten, dass Veränderungen nicht erfasst werden, da unter Umständen Zahl und Qualität der Hotspots sich verändert haben, während die Situation der gewählten Probekreise weitgehend unverändert ist.

Totholz, Baumarten, Licht und Käferartenzahl
Um dennoch eine Beziehung zwischen Standortmerkmalen und Totholzkäferfauna herstellen zu können, wurden eine einfache ordinale Einstufung der Totholzmenge, Lichtexposition und Baumartenzahl vorgenommen, wobei eine Dominanz der Eiche im Untersuchungsgebiet zugrunde gelegt wird und ein erhöhter Buchenanteil als Zunahme der Strukturdiversität gewertet wird:

Totholzanteil (vgl. auch Tabelle 1)

- gering 1 nur die zwei Fallenbäume am Standort vorhanden
- mittel 2 einzelne weitere tote Bäume in der Umgebung
- „hoch“ 3 mehrere tote Bäume, verpilzte Bäume und/oder Baumruinen

Waldrand (Lichtexposition)

- fehlt 0 Standort liegt im Waldinneren
- vorhanden 1 Standort tangiert Waldrand

Buchenanteil (Baumarten)

- fehlt 0 reiner Eichenbestand
- vorhanden 1 Eichenbestand, Buchen beigemischt
- hoch 2 Eiche vertreten, Buche mit höherem Anteil

Tabelle 9 Waldstrukturmerkmale (weitere Erläuterungen s. Text) und detaillierte Totholzkäfer-Ergebnisse der zehn Untersuchungsstandorte.

Standort	Totholz	Buchenanteil	Waldrand	Holzkäfer	Rinden-käfer	Mulmkäfer	Pilzkäfer	Summe xylobiont	davon gefährdet	oder selten
E01	2	2	1	39	56	30	27	152	38	50
E02	2	1	1	41	50	27	29	147	28	43
E03	3	1	1	40	48	26	44	158	42	59
E04	1	1	1	33	45	18	27	123	27	32
E05	1	0	0	31	47	21	35	134	33	45
E06	3	0	0	17	41	26	35	119	26	32
E07	2	0	0	26	45	29	32	132	31	43
E08	3	1	1	29	52	25	30	136	31	39
E09	3	2	1	30	51	29	47	157	37	48
E10	1	0	0	24	51	30	31	136	26	44
Gesamt				71	95	61	82	309	84	126

Die Strukturmerkmale und Käferresultate werden in **Tabelle 9** zusammengefasst. Sechs der Untersuchungsstandorte haben Kontakt zum Waldrand, vier besitzen einen erhöhten Totholzanteil und bei vier Standorten handelt es sich um Eichen-Reinbestände (mit Hainbuche). In **Abbildung 18** ist gut zu erkennen, dass Zahl und Ausprägung der Merkmale einen Einfluss auf die Gesamtartenzahl der Totholzkäfer zu besitzen scheinen. An einzelnen Beispielen lässt sich dies weiter illustrieren. So zeigt die Arten- und Individuenzahl der Blütenbesucher sowie der Besiedler lichter Wälder und besonnter Totholzstrukturen (s. KÖHLER 2000a) an den Untersuchungsstandorten mit Waldrandanbindung eine deutliche Zunahme (**Abbildungen 19 und 20**).

Aus früheren Untersuchungen (WEISS & KÖHLER 2005) ist allerdings bekannt, dass die unabhängigen Einflussgrößen unterschiedlich starke oder sogar divergierende Einflüsse auf die einzelnen Totholzkäfergilden haben können. Aus diesem Grunde wurden die drei Waldstrukturmerkmale als unabhängige Variablen in ein gemeinsames Modell linearer Regression eingeführt und ihre Wirkung auf die Totholzkäfergilden und weitere abhängige Variablen getestet. Die Ergebnisse werden in **Tabelle 10** zusammengefasst, wobei festgehalten werden kann, dass keine unabhängige Variable ausgeschlossen werden musste und fast durchgehend ein hoher Varianzanteil durch das Modell erklärt

wird. Einschränkend ist das Fehlen einer detaillierten Waldstrukturkartierung (kardinales Messniveau) an den Standorten zu werten, was letztlich zu überwiegend schwächeren Signifikanzwerten führt. Die Zahlen sind dennoch in sich logisch, so dass es lohnenswert ist einen genaueren Blick auf sie zu werfen.

Die Holzkäfer reagieren auf Artniveau nicht auf eine Zunahme des Buchenanteiles, allerdings stark auf eine Lichtzunahme und negativ auf eine Totholzzunahme. Hieraus lässt sich schließen, dass kaum Arten vorhanden sind, die auf eine einzelne Baumart und stehend tote Bäume spezialisiert sind. Dies bestätigt die frühere Einschätzung, dass auf Eiche spezialisierte Stammbewohner heute weitgehend fehlen. Auf der anderen Seite prägen lichtliebende Arten, die in toten Ästen brüten, das Bild. Diese Arten dominieren zugleich das Spektrum der zuvor illustrierten Blütenbesucher und Lichtwaldarten.

Die Rindenkäfer reagieren auf Artniveau stark auf die Zunahme des Buchenanteiles und auf Individuenniveau stark auf den Lichtfaktor. Da die Arten überwiegend in schwach dimensionierten Tothölzern brüten steigt die Zahl der corticolen Arten nicht mit der Zunahme stärkerer stehender toter Stämme.

Abbildung 18

Summe der auf ordinalem Niveau erfassten Waldstrukturmerkmale und Totholzkäfer-Artenzahl der Standorte im Enneschte Bësch.

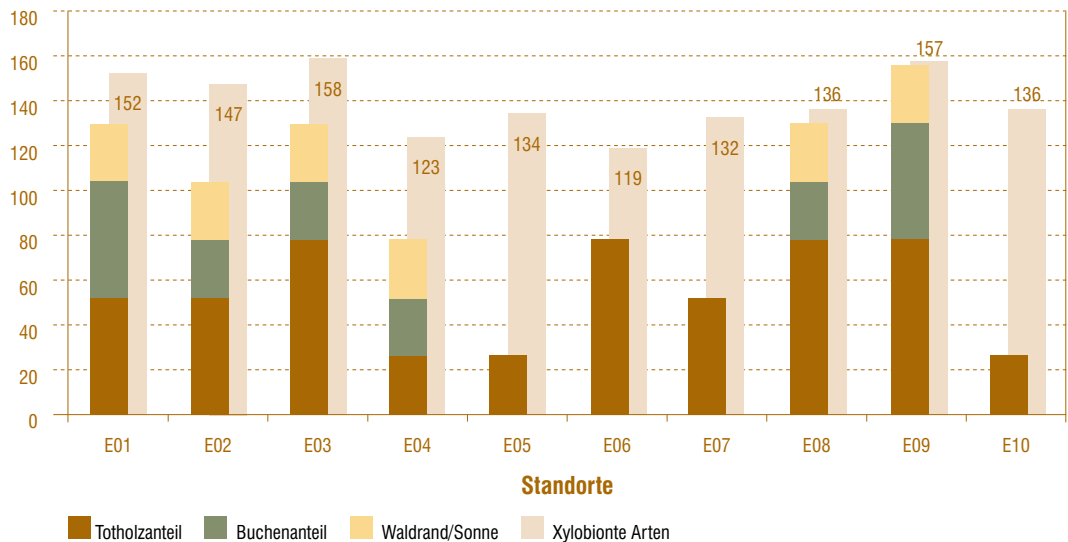


Abbildung 19

Arten- und Individuenverteilung xylobionter Blütenbesucher auf die Untersuchungsstandorte. Im Balkendiagramm sind die Waldrandstandorte dunkler eingefärbt.

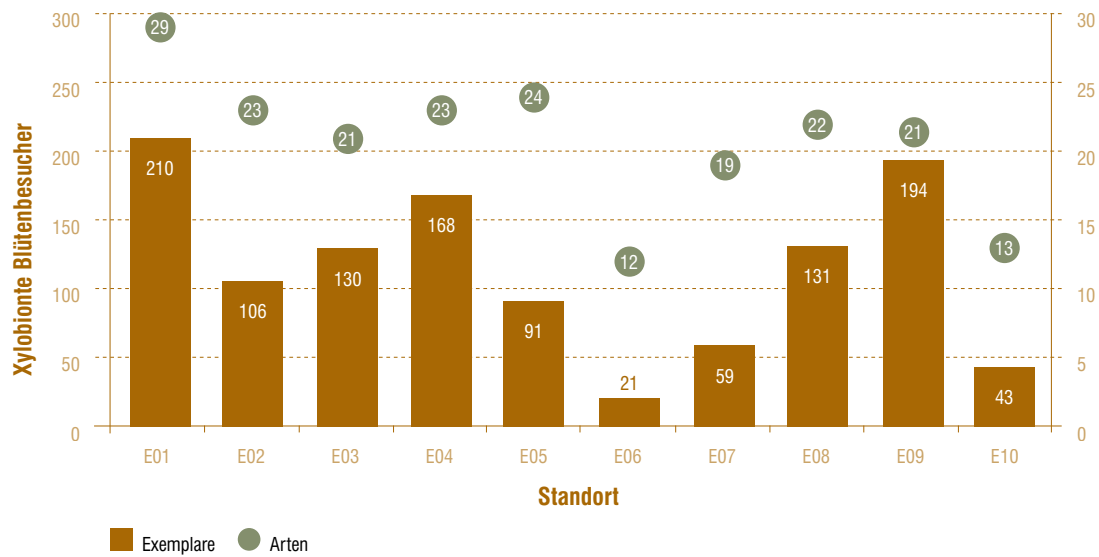
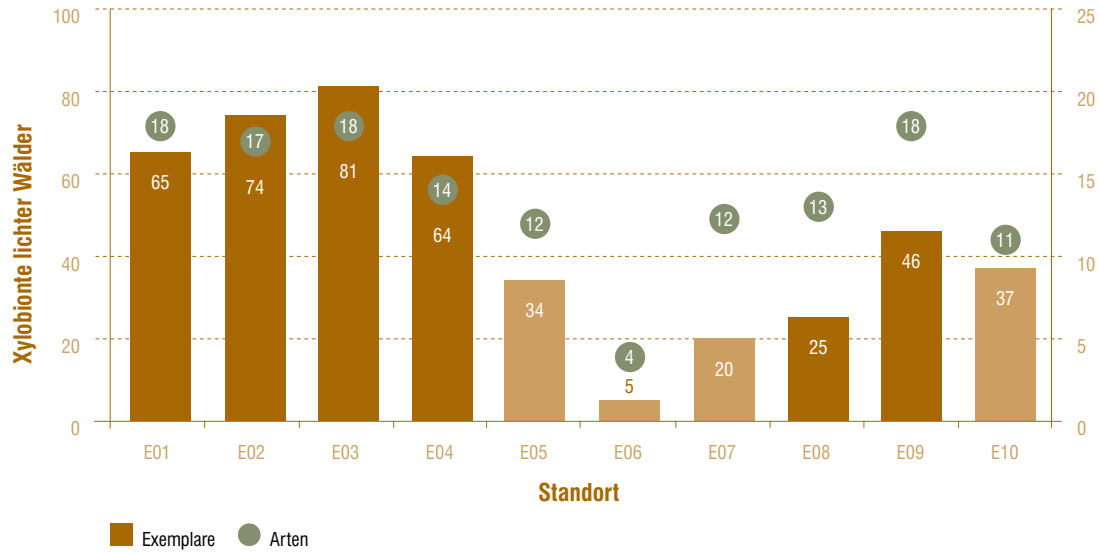


Abbildung 20

Arten- und Individuenverteilung lichtliebender Totholzkäfer im Enneschte Bësch. Im Balkendiagramm sind die Waldrandstandorte dunkler eingefärbt.



Die Arten- und Individuenzahl der Mulmkäfer steigt stark mit der Zunahme des Buchenanteiles, was darauf zurückzuführen ist, dass die Buche einen schnelleren Zersetzungsprozess durchläuft, während das Holz der Eichen im Untersuchungsgebiet überwiegend nicht oder nur schwach vermulmt ist. Gleichzeitig steigen die Werte mit zunehmender Entfernung vom Waldrand und einer Zunahme des Totholzanteiles, da wind- und sonnenexponiertes Mulmholz rascher austrocknet und damit weniger als Lebensraum für die oft winzigen Mulmkäfer geeignet ist.

Bei den Pilzkäfern findet sich ebenfalls eine Tendenz zur „Waldrandflucht“, die allerdings schwächer ausgeprägt ist als bei den Mulmkäfern. Dagegen reagiert diese Gilde besonders stark auf die Totholzzunahme, da der Pilzreichtum offenbar mit einem Anwachsen der Zahl toter (stehender und liegender) Stämme verknüpft ist. Auch auf die Zunahme des Buchenanteiles erfolgt noch eine erkennbare Reaktion. Holzpilze sind zwar oft nicht an eine Baumart gebunden, es gibt aber doch bei einigen Arten eine deutliche Präferenz für Eiche oder Buche.

Greift man nur die seltenen und gefährdeten Arten heraus, vermischen sich zwar die zuvor als gegenläufig erkannten Tendenzen wieder, auf Individuenniveau zeigen sich allerdings hochsignifikante Ergebnisse. Die negative Reaktion auf eine Zunahme der Buche unterstreicht die Bedeutung der Eiche für seltene und gefährdete Arten. Alte Eichenbestände sind nicht nur besonders artenreich, sondern beherbergen eine Vielzahl hochspezialisierter Arten. Dies beruht insbesondere auf dem Umstand, dass Eichen besonders alt werden und der Absterbeprozess extrem langsam und struktureich stattfinden kann, wobei verschiedene Sukzessionsstufen über lange Zeit parallel an einem Stamm existieren können (KÖHLER 1991). An der Buche, dem mitteleuropäischen „Standardbaum“ leben deutlich weniger seltene und gefährdete Arten. Da voraussichtlich auch im Enneschte Bäsch die Buche langfristig die vom Menschen in der Bewirtschaftungsphase geförderte Eiche verdrängen wird, kann erst mit einer Zunahme, final aber mit einer Abnahme die Eiche präferierender Totholzkäfer gerechnet werden.

Auf vorhandene oder fehlende Waldränder reagieren seltene und gefährdete Käfer kaum. Während sich bei den seltenen Arten die Mulm- und Pilzkäfer bemerkbar machen und daraus ein negativer Zusammenhang zwischen Waldrand und Käfer-vorkommen resultiert, ist das Ergebnis bei den gefährdeten Arten exakt umgekehrt. Hier machen sich insbesondere xero- und thermophile Holzkäfer bemerkbar, die in der letzten Roten Liste von 1998 überrepräsentiert sind. So finden sich hier insbesondere viele mediterrane Faunenelemente, die in Mitteleuropa ihre Verbreitungsgrenze erreichen, faktisch aber selten durch die menschliche Wirtschaftstätigkeit im Bestand beeinträchtigt werden (vgl. KÖHLER 2000a).

Vollständigkeit der Erfassung

Im Naturwaldreservat Enneschte Bäsch wurden 2008 und 2009 insgesamt 309 Totholzkäferarten registriert, im sehr gut untersuchten Naturwaldreservat Urwald von Taben an der Saar Mitte der 1990er Jahre beispielsweise 449 Spezies (KÖHLER 2000a). Damit stellt sich die Frage, wie vollständig die vorliegende Bestandserfassung ausgefallen ist. Im ersten Untersuchungsjahr wurden 237 und im zweiten 260 Xylobionte gefunden. Bezogen auf die Gesamtartenzahl entspricht dies einem Artenzuwachs von 30 % im zweiten Untersuchungsjahr.

Statistisch kann man eine Abschätzung eines zu erwartenden Artenreichtums mit verschiedenen Techniken vornehmen, wobei sich die so genannte Jackknife-Methode (Taschenmesser) in der Praxis gut bewährt hat. Die Berechnung aus einer Matrix mit allen Proben und Arten – zur Anwendung kam das Programm BioDiversity Pro – ergibt einen unteren und oberen Artenerwartungswert, der im vorliegenden Fall getrennt nach Standorten berechnet wurde und in **Abbildung 21** dargestellt wird. Danach wären rein rechnerisch minimal 173 bis 229 und maximal 202 bis 281 Arten an einzelnen Standorten zu erwarten.

Erfahrungsgemäß liegt der obere Erwartungswert bei Untersuchungen mit einem Methodenmix zu hoch, so dass der untere Erwartungswert als gute Kenngröße dienen kann. Daran orientiert, läge an den einzelnen Untersuchungsstandorten eine Voll-

ständigkeit zwischen 66 und 72 % vor. Standort E03 im Jahr 2009 lag nahe dem Standort E09 aus 2008. Dort wären mindestens 227 Arten zu erwarten. An beiden Standorten zusammen wurden 209 Arten erfasst, also 92 % des unteren Erwartungswertes. Unter der Annahme einer Wiederholungsuntersuchung an fünf Standorten könnte man schon hier auf eine relativ vollständige Erfassung schließen.

Für das gesamte Reservat wird, wertet man die Artenlisten der zehn Standorte als Großproben, aus den Daten von 2008 ein Erwartungswert zwischen 290 und 307 Totholzkäferarten errechnet. Die Anwendung der Jackknife-Formel auf die Daten von 2009 sagt zwischen 331 und 367 Arten voraus. Insgesamt wurden 309 Xylobionte an zehn Standorten festgestellt, was einem Erfassungsgrad von 93 bis 107 % gemessen am unteren Erwartungswert entspricht. Für das Naturwaldreservat Enneschte Bäsch liegt demzufolge, bezogen auf das eingesetzte Methodenspektrum, eine nahezu vollständige Totholzkäfererfassung vor. Nicht vergessen werden darf dabei, dass besonders totholzreiche und gut strukturierte Standorte ausgewählt wurden, so dass die Wahrscheinlichkeit an potentiell weiteren Standorten zusätzliche Arten zu finden, relativ gering ist. Im Untersuchungsgebiet sollten sich nennenswerte Zuwächse im Artenspektrum nur noch bei einer gezielten Untersuchung der wenigen Fichtenbestände erzielen lassen.

6.4 | Reservate-Vergleich

Ein Vergleich zwischen luxemburger Reservaten ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur eingeschränkt möglich, da neben dem Enneschte Bäsch nur aus dem Naturwaldreservat Laangmuer im Grünewald bei Niederanven-Waldhof vollständige Daten vorliegen. Hier wurde das Vorkommen von 302 xylobionten Käferarten dokumentiert und ein Vergleich mit deutschen Buchen-Naturwaldreservaten zeigte, dass Laangmuer eine überdurchschnittlich hohe Artenzahl besitzt, wobei südliche geographische Lage und Flächengröße als wesentliche Faktoren für den Artenreichtum ausgemacht wurden (KÖHLER 2009).

Vergleicht man nun die beiden Reservate hinsichtlich der Artenzahlen der verschiedenen Totholzkäfergilden ergeben sich große Übereinstimmungen (**Abbildung 22**). Allenfalls bei den Holzkäfern findet sich in Laangmuer, wo es große, sonnige und totholzreiche Windwurf-Lichtungen gab, ein leicht höherer Wert, während im Enneschte Bäsch die Pilzkäfer stärker vertreten sind. Während in Laangmuer aufgrund der Auffichtung heliophile Arten und Blütenbesucher häufiger präsent sind, zeigt der Enneschte Bäsch bei den gefährdeten und seltenen Arten einen leichten bis deutlichen Vorsprung. Dies ist einerseits wiederum auf die Pilzkäfer zurückzuführen, andererseits aber auch auf die hier größere Zahl von Arten mit einer Präferenz für Eichenstandorte.

Abbildung 21
Statistische Abschätzung des Artenreichtums der untersuchten Standorte und der Gesamtfläche mit der Jackknife-Formel. Angegeben sind jeweils die tatsächlich festgestellte Artenzahl und ein unterer und oberer Erwartungswert. Lies: An Standort E01 wurden 152 Xylobionte nachgewiesen, zwischen 229 und 281 sind hier zu erwarten.

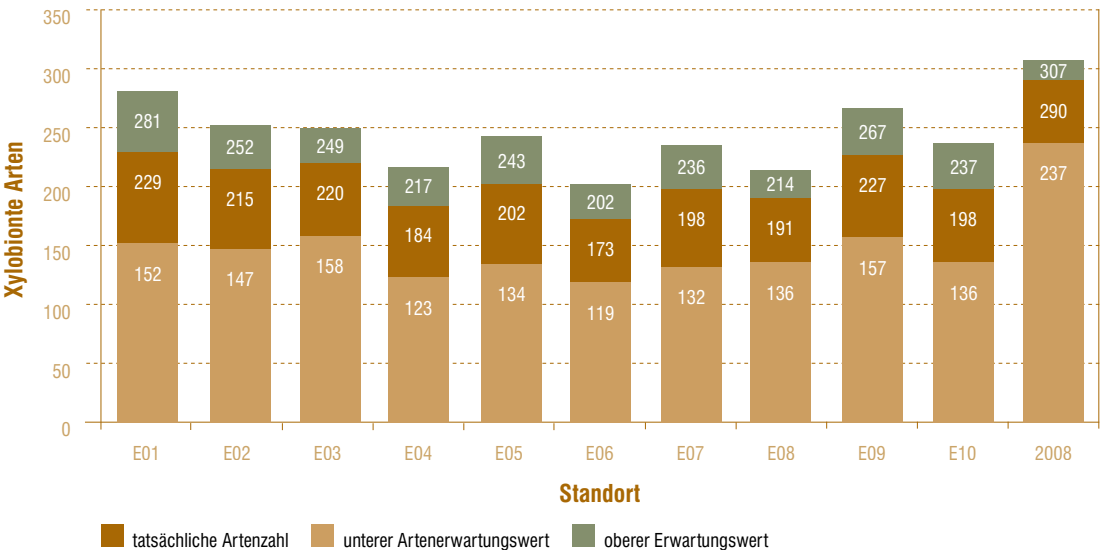
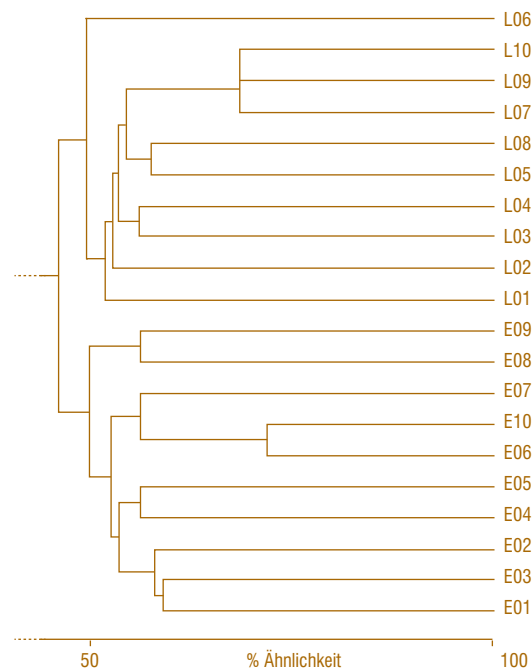


Abbildung 22

Nach ökologischen Gilden und weiteren Parametern differenzierter Vergleich der Artenzahlen der luxemburger Naturwaldreservate Enneschte Bësch und Laangmuer.

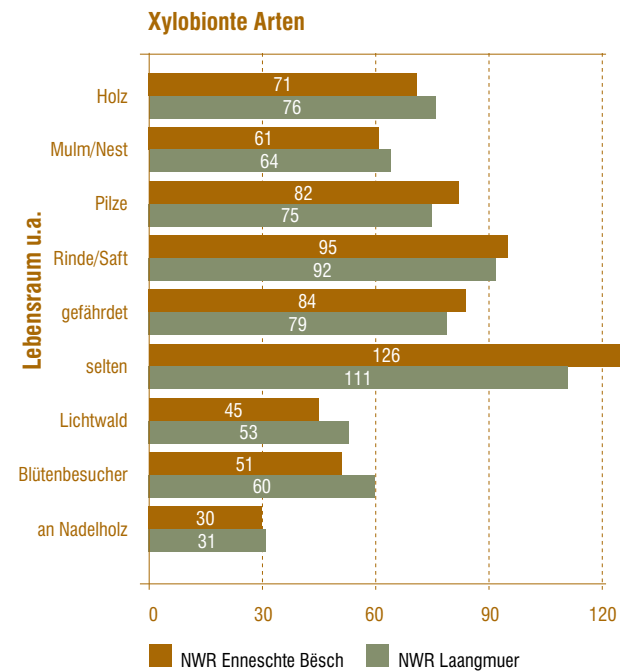


Aufgrund der Eichenbewohner sind sich Standorte innerhalb der Reservate hinsichtlich der Artenzusammensetzung mit rund 60 % ähnlicher als zwischen den Naturwaldreservaten mit fast 50 % (Abbildung 23). Die Unterschiede sind also im Intra- und Interreservatsvergleich recht gering. Insgesamt wurden in beiden Gebieten 390 Xylobionte nachgewiesen. 226 Arten kommen in beiden Reservaten vor, womit sich eine hohe Reservate-Ähnlichkeit von 74 % ergibt (SÖRENSEN-Quotient).

Innerhalb des Enneschte Bësch sind sich die relativ zentral gelegenen, eher dunklen und feuchten Eichenstandorte E06 und E10 besonders ähnlich, gefolgt von einem weiteren Eichenstandort (E10). Auf schwächerem Niveau gruppieren sich die Eichenstandorte E04 und E05 sowie die Waldrandstandorte. Auffällig ist, dass insgesamt eine größere Ähnlichkeit innerhalb der Untersuchungs-jahre herrscht, was eher auf Unterschiede im Witterungsverlauf und in der daraus resultierenden (Flug)Aktivität hinweist.

Abbildung 23

Ähnlichkeitsberechnung für Tothholzkäferarten an je 10 Untersuchungs-Standorten in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer (BRAY-CURTIS Cluster Analysis, Single Link, berechnet mit Biodiversity Pro).



6.5 | Ausblick

Wie bereits angedeutet, ist auf waldkundlicher Seite langfristig ein Wechsel der Hauptbaumarten zu erwarten. TOBES et al. (2008) stellten fest, dass schon heute die Eiche in der Mittel- und Unterschicht nur schwach vertreten ist und weitere Hinweise existieren, die zeigen, dass die Buche sich im Kronenbereich weiter nach oben schiebt und der Eiche das Licht nimmt, was zu einem vermehrten Absterben von Eichenästen im Kronenraum führt. Letztlich dürfte die Eiche erst kleinräumig, später flächig von der Buche verdrängt werden, so dass langfristig mehrere Prozesse zu einer weiteren Erhöhung der Tothholzkäfer-Artenzahl führen werden:

- Die Alterung der Eichenbestände führt zu einer höheren Strukturdiversität – heute fehlende Baumhöhlenbewohner und Arten anbrüchiger Eichen könnten geeignete Lebensräume finden. Trotz hoher Lebenserwartung ist es aber aufgrund der Buchen-Konkurrenz zweifelhaft, ob die Eichenbestände eine typische Zerfallsphase erreichen werden.

- Durch den Konkurrenzdruck der Buche steigen bei der Eiche daher eher der Tothholzanteil und der Tothholzvorrat weiter und nur einzelne Bäume können unter Umständen das Höchstalter erreichen.

- Gleichzeitig steigen der Tothholzvorrat und die Strukturdiversität bei der Buche und den Nebenbaumarten.

- Durch die Alterungsprozesse, aber auch aufgrund von Wegesicherungsmaßnahmen werden sich stärkere Auflichtungen ergeben.

- Durch die Klimaerwärmung können weitere Arten großräumig zuwandern oder sich kleinräumig ausbreiten und bislang für sie suboptimale Standorte erreichen (vgl. KÖHLER 2010).

In welchen Zeiträumen sich welche Prozesse manifestieren werden und ob sich diese gegenseitig ergänzen werden, ist momentan in keiner Weise absehbar. Unter der Prämisse einer nicht allzu starken Klimaerwärmung könnte sich langfristig ein Buchenwald entwickeln, der potentiell artenärmer ist als mögliche Zwischenstadien.

7. Zusammenfassung

Im 2005 ausgewiesenen rund 86 ha großen Naturwaldreservat Enneschte Bësch bei Betrange wurde in den Jahren 2008 und 2009 eine erste repräsentative Bestandserfassung der Tothholzkäferfauna durchgeführt. Dazu wurde an sechs Eichen- und vier Buchen-Standorten ein Methodenset aus Flugfallen (Luftklebnetze, Leimringe) und manuellen Aufsammlungen (Klopfschirmproben, Gesiebe) eingesetzt.

Insgesamt wurden 170 Proben genommen, in denen sich 30.134 Käfer in 860 Arten fanden, zwischen 263 und 359 Arten je Standort. Methodenbedingt dominieren im Artenspektrum Waldbewohner (55 %) und Tothholzkäfer (36 %). Ein vergleichsweise hoher Anteil mittel- und südeuropäischer Arten kennzeichnet die Fauna aus biogeographischer Sicht. Montane oder boreomontane verbreitete Faunenelemente sind kaum vertreten.

Unter den Tothholzkäfern fanden sich 71 Holzbewohner mit Defiziten bei Eichenkäfern, 88 Rinden- und sieben Saftflusskäfer, 53 Baummulm- und acht Nestspezialisten, wobei insgesamt nur wenige Baumhöhlenbewohner nachgewiesen wurden, was auf eine unterbrochene Alt- und Tothholztradition hinweist. Mit 88 Arten sind Holzpilzbewohner besonders stark vertreten, darunter eine Reihe von Spezialisten an Eiche und Buche.

Aus faunistischer und naturschutzfachlicher Sicht sind 126 im benachbarten Rheinland seltene oder sehr seltene Arten sowie 84 Arten der Roten Liste Deutschlands 1998 hervorzuheben. Vier Urwaldreliktarten wurden festgestellt, FFH-Arten und Vertreter der europäischen Roten Liste der Tothholzkäfer fehlen im Naturwaldreservat. 16 Neufunde für Luxemburg werden mit Funddaten und Angaben zur Lebensweise vorgestellt, wobei die Nachweise der sehr seltenen Pilzkäfer *Mycetophagus ater* und *Tetratoma desmarestii* hervorzuheben sind.

Die Ergebnisse der waldkundlichen Tothholzkartierung auf Probekreisbasis und der Tothholzkäfererfassung lassen sich nicht in Beziehung setzen, da sich die koleopterologische Standortwahl an Tothholz-Hotspots und Sonderstrukturen ausrichtet, die in der waldkundlichen Aufnahme unterrepräsentiert sind. Ein Vergleich der Standorte innerhalb des Reservates zeigt, dass Tothholzanteil, Baumartenzahl und Licht einen starken und zum Teil statistisch signifikanten Einfluss auf die Artenvielfalt der Xylobionten haben. Die statistisch ermittelte Vollständigkeit der Artenerfassung liegt an den einzelnen Untersuchungsstandorten bei 69 % (Median), im gesamten Reservat bei 100 %.

Im Vergleich zum bislang in Luxemburg untersuchten Buchen-Naturwaldreservat Laangmuer zeigt das Untersuchungsgebiet eine nur leicht höhere Artenzahl. Lichtliebende Holzkäfer und Blütenbesucher sind schwächer vertreten, Pilzbewohner stärker repräsentiert. Die Zahl seltener und gefährdeter Arten liegt aufgrund der Pilzkäferverkommen und Eichenkäfer leicht bis deutlich höher. Infolge des Konkurrenzdruckes der Buche dürfte die Eiche langfristig verdrängt werden, wobei die Entwicklungsphasen dieses Prozesses eine größere Strukturdiversität und Artenvielfalt aufweisen dürften als der final zu erwartende Buchenwald.

8. Literatur

BAKER, B. R. (1992): Recorder’s Report for Entomology. – The Reading Naturalist (London) 45, 29–39.

BATHON, H. (1988): Käferfunde der Jahre 1985 und 1986 aus Hessen. – Hessische Faunistische Briefe 8, 29–36 und 38-47.

BELLMANN, A. & N. MENKE (2005): Bemerkenswerte und neue Käferfunde aus dem Weser-Ems-Gebiet (Coleoptera) (Teil 6). – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Bremen (Bremen) 45, 685–688.

BENSE, U. & K.-U. GEIS (1998): III. Holzkäfer, in: BÜCKING, W. (Hrsg.): Faunistische Untersuchungen in Bannwäldern. – Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Freiburg) 203, 45–117.

BESUCHET, C. & SUNDT, A. (1971): 21. Familie: Ptiliidae, in: FREUDE, H., K. W. HARDE & G. A. LOHSE (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas Band 3, Krefeld, 311–342.

BRAUNERT, C. & R. GEREND (1988): Checkliste der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae s. lat.) Luxemburgs. – Boll. Soc. Nat. luxemb. (Luxemburg) 98, 169-184.

BRUGE, H., D. DRUGMAND & G. HAGHEBAERT (2001): Coleoptera Staphylinidae de Belgique et du Grand-Duché de Luxembourg. Catalogue commenté et éléments de biogéographie. – Bulletin S.R.B.E./K.B.V.E. 137, 139-172.

BRUNNE, G. (1976): Die Artengruppe des *Philonthus sordidus* GRAVENHORST. Mit Beschreibung einer neuen *Philonthus*-Art aufgrund von statistischen Messungen. - Entomologische Blätter (Krefeld) 72, 65–89.

FREUDE, H.; K. W. HARDE & G. A. LOHSE (HRSG.) (1964–1983): Die Käfer Mitteleuropas Band 1–11, Krefeld, Goecke & Evers.

GEISER, R. (1998): Rote Liste der Käfer (Coleoptera), in: BINOT, M., R. BLESS, P. BOYE, H. GRUTTKE & P. PRETSCHER (Bearb.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz (Bonn-Bad Godesberg) 55, 168–230.

GEREND, R., F. KÖHLER & C. BRAUNERT (2007): Die Totholzkäfer (Coleoptera) des „Schnellert“ bei Berdorf: ökologische Analyse der Xylobiontenfauna eines Altwaldes in der luxemburgischen Sandsteinlandschaft. – Ferrantia 50, 265–296.

HORION, A. (1956): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Bd.V: Heteromera. Tutzing.

HORION, A. (1961): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Bd. VIII, Clavicornia II, Überlingen/Bodensee.

HORION, A. (1963): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Bd.IX: Staphylinidae, 1. Teil Micropeplinae bis Euaesthetinae. Überlingen/Bodensee.

HORION, A. (1967): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer., Bd.XI: Staphylinidae, 3. Teil Habrocerinae bis Aleocharinae (ohne Subtribus Athetae). Überlingen/Bodensee.

JOHNSON, C. (1975): Five species of Ptiliidae (Col.) new to Britain, and corrections to the british list of the family. – Entomologist’s Gazette 26, 211–223.

JOHNSON, C. (1982): An introduction to the Ptiliidae (Coleoptera) of New Zealand. – New Zealand Journal of Zoology 9, 333–376.

KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. – Decheniana-Beihefte (Bonn) 13, I–VIII, 1–382.

KOCH, K. (1974): Erster Nachtrag zur Käferfauna der Rheinprovinz. – Decheniana (Bonn) 126, 191–265.

KOCH, K. (1978): Zweiter Nachtrag zur Käferfauna der Rheinprovinz. – Decheniana (Bonn) 131, 228–261.

KOCH, K. (1989a): Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie, Bd.1, Carabidae bis Staphylinidae, Krefeld, Goecke & Evers.

KOCH, K. (1989b): Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie, Bd.2, Pselaphidae bis Lucanidae, Krefeld, Goecke & Evers.

KOCH, K. (1990): Dritter Nachtrag zur Käferfauna der Rheinprovinz. Teil I: Carabidae bis Scaphidiidae. – Decheniana (Bonn) 143, 307–339.

KOCH, K. (1992a): Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie, Bd.3, Cerambycidae bis Curculionidae, Krefeld, Goecke & Evers.

KOCH, K. (1992b): Dritter Nachtrag zur Käferfauna der Rheinprovinz. Teil II: Staphylinidae bis Byrrhidae. – Decheniana (Bonn) 144, 32–92.

KOCH, K. (1993): Dritter Nachtrag zur Käferfauna der Rheinprovinz. Teil III: Ostomidae bis Platypodidae. – Decheniana (Bonn) 146, 203–271.

KÖHLER, F. (1991A): Anmerkungen zur ökologischen Bedeutung des Alt- und Totholzes in Naturwaldzellen - Erste Ergebnisse der faunistischen Bestandserhebungen zur Käferfauna an Totholz in nordrhein-westfälischen Naturwaldzellen. – NZ NRW-Seminarberichte (Recklinghausen) 10, 14–18.

KÖHLER, F. (1991B): Revision rheinischer Käfernachweise nach dem ersten Supplementband zu den Käfern Mitteleuropas. Teil I: Carabidae bis Ptiliidae (Col., Carabidae, Hydranidae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Histeridae, Leiodidae, Ptiliidae). – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (Bonn) 1, 71–97.

KÖHLER, F. (1994): Revision rheinischer Käfernachweise nach dem ersten Supplementband zu den Käfern Mitteleuropas. Teil II: Staphylinidae, Pselaphidae (Col.). – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (Bonn) 4, 69–107.

KÖHLER, F. (1996): Käferfauna in Naturwaldzellen und Wirtschaftswald. Vergleichende Untersuchungen im Waldreservat Kermeter in der Nordeifel. – Schriftenreihe LÖBF/LaFAO NRW (Recklinghausen) 6, 1-283.

KÖHLER, F. (1999): Die Totholzkäferfauna (Coleoptera) der Naturwaldreservate „Mörderhäufel“ und „Stuttpferch“ im Bienwald in der nördlichen Oberrheinebene. – Mainzer naturwissenschaftliches Archiv (Mainz) 37, 213–280.

KÖHLER, F. (2000a): Totholzkäfer in Naturwaldzellen des nördlichen Rheinlandes. Vergleichende Studien zur Totholzkäferfauna Deutschlands und deutschen Naturwaldforschung. Naturwaldzellen in Nordrhein-Westfalen VIII. – Schriftenreihe LÖBF/LaFAO NRW (Recklinghausen) 18, 1-351.

KÖHLER, F. (2000B): Erster Nachtrag zum Verzeichnis der Käfer Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte (Dresden) 44, 60–84.

KÖHLER, F. (2009): Die Totholzkäfer (Coleoptera) des Naturwaldreservates Laangmuer. – Zoologische und botanische Untersuchungen Laangmuer 2007–2008. – Naturwaldreservate in Luxemburg (Luxemburg) 5, 48–115.

KÖHLER, F. (2010): Die klimabedingte Veränderung der Totholzkäferfauna (Coleoptera) des nördlichen Rheinlandes – Analysen zur Gesamtfaua und am Beispiel von Wiederholungsuntersuchungen in ausgewählten Naturwaldzellen. – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), im Druck.

KÖHLER, F. (2011): Zweiter Nachtrag zum Verzeichnis der Käfer Deutschlands. Entomologische Nachrichten und Berichte (Dresden) 55 (Heft 2). – in Vorbereitung.

KÖHLER, F. & B. KLAUSNITZER (HRSG.) (1998): Verzeichnis der Käfer Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte Beiheft (Dresden) Beiheft 4, 1-185.

KOPETZ, A., A. WEIGEL & W. APFEL (2008): Neue Käferarten (Col.) für die Fauna von Thüringen II. – Ent. Nachr. Ber. (Dreseden) 48, 231–240.

LOHSE, G. A. & W. LUCHT (HRSG.) (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Erster Supplementband mit Katalogteil (Bd.12). Krefeld, Goecke & Evers.

LOHSE, G. A. & W. LUCHT (HRSG.) (1992): Die Käfer Mitteleuropas. Zweiter Supplementband mit Katalogteil (Bd.13). Krefeld, Goecke & Evers.

Lohse, G. A. & W. LUCHT (Hrsg.) (1994): Die Käfer Mitteleuropas. Dritter Supplementband mit Katalogteil (Bd.14). Krefeld, Goecke & Evers.

LUCHT, W. & KLAUSNITZER, B. (HRSG.) (1998): Die Käfer Mitteleuropas. Vierter Supplementband (Bd. 15). Jena.

MELKE, A. (1997): Nowe dla fauny Polski gatunki kusakowatych (Coleoptera, Staphylinidae). – Wiad. Ent. (Pozna) 15, 81– 84.

MEYBOHM, H. (1999): Meldungen zur Käferfauna von Schleswig Holstein, Hamburg und Nord Niedersachsen. 4. Teil. – Bombus (Hamburg) 3, 160–162.

MÖLLER, G. (2005): Grunderfassung und Bewertung von Holz bewohnenden Käfern der FFH-Richtlinie in saarländischen FFH-Gebieten. Gutachten LUA (Saarbrücken), unveröffentlicht.

MOUSSET, A. (1973): Atlas provisoire des insectes du Grand-Duché de Luxembourg. Coleoptera Cartes 1 à 226 (Carabidae). – Publication du Musée d’Histoire Naturelle et de l’Administration des Eaux et Forêts (Luxembourg).

MÜLLER, J., H. BUSSLER, U. BENSE, H. BRUSTEL, G. FLECHTNER, A. FOWLES, M. KAHLEN, G. MÖLLER, H. MÜHLE, J. SCHMIDL, P. ZABRANSKY (2005): Urwald relict species – Saproxyllic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. Urwaldrelikt-Arten – Xylobionte Käfer als Indikatoren für Strukturqualität und Habitattradition. – waldökologie online (Freising) 2, 106–113.

PFEFFER, A. (1995): Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). Basel.

SCHARF, S. (1991): Anmerkungen zu *Tetratoma desmaresti* (LATR. 1807) (Coleoptera, Tetratomidae). – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (Bonn) 1, 98-99.

SÖRENSSON (2007): Reviderad checklista över svenska fjädervingar med atta för landet nya arter. – Entomologisk Tidskrift 128, 185–202.

STUMPF, TH. (1997): Die Rheinischen Arten von *Ampedus* und *Brachygonus* – eine Revision (Col., Elateridae). – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (Bonn) 9, 47–77.

TOBES, R., A. WEVELL VON KRÜGER & U. BROCKAMP (2008): Resultate der Waldstrukтураaufnahme Enneschte Bësch. – Naturwaldbericht (Luxemburg) 3, 1–61.

TRAUTNER, J., G. MÜLLER-MOTZFELD & M. BRÄUNICKE (1998): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae) (Bearbeitungsstand: 1996), in: BINOT, M., R. BLESS, P. BOYE, H. GRUTTKE & P. PRETSCHER (Bearb.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz (Bonn-Bad Godesberg) 55, 159–167.

VORST, O. (1993): *Ptinella errabunda* nieuw voor de Nederlandse fauna (Coleoptera: Ptiliidae). – Entomologische Berichten (Amsterdam) 53, 174–175.

VORST, O. & M. SÖRENSSON (2005): On the Identity of *Acrotrichis nana* STRAND, a Species distinct from *A. dispar* (MATTHEWS) (Coleoptera: Ptiliidae). – Tijdschrift voor Entomologie 148, 329–333.

WAGNER, T. (1994): Die *Brachypterus*-Arten in der Rheinprovinz, mit Hinweisen zur Determination (Col., Kateretidae). – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (Bonn) 4, 205–216.

WEISS, J. & F. KÖHLER (2005): Erfolgskontrolle von Maßnahmen des Totholzschutzes im Wald. Einzelbaumschutz oder Baumgruppenerhaltung? – LÖBF-Mitteilungen (Recklinghausen) 2005/3, 26–29.

Anschrift des Verfassers

Frank KÖHLER, Strombergstr. 22a, 53332 Bornheim
E-Mail: frank.koehler@online.de

9. Anhang: Systematisches Artenverzeichnis

Code und Name

Nomenklatur und Systematik folgen den „ Käfern Mitteleuropas“ einschließlich Nachträgen bis 1998 (FREUDE et al. 1964-1983, LOHSE & LUCHT 1989, 1992, 1994, LUCHT & KLAUSNITZER 1998).

Totholzkäfer (Spalte T)

nach dem Verzeichnis der Totholzkäfer Deutschlands in KÖHLER (2000a) mit: H = Holzkäfer (lignicol)

M = Mulmkäfer (xylodetriticol)

N = Nestkäfer (xylonidicol)

P = Pilzkäfer (polyporicol)

R = Rindenkäfer (corticol)

S = Saftkäfer (succicol)

Rote Liste / Gefährdung (Spalte R)

nach Roten Listen der Käfer Deutschlands (GEISER 1998, TRAUTNER et al. 1998):

1 = vom Aussterben bedroht

2 = stark gefährdet

3 = gefährdet

V = Vorwarnliste

Seltene Art (Spalte S)

im nördlichen Rheinland-Pfalz oder im gesamten Rheinland – Arten die bei KOCH (1968 ff.) mit detaillierten Fundmeldungen gelistet werden.

Neufunde (Spalte N)

N = Neufund für Luxemburg

W = Wiederfund nach über 50 Jahren

I = importierte Art

B = Bestätigung (bereits im NWR Laangmuer nachgewiesen)

Standorte (Spalten E01 bis E10)

Individuenzahlen an den Untersuchungs-Standorten E01 bis E10

Tabelle 11 Systematisches Artenverzeichnis zur Bestandserfassung der Totholzkäfer im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ 2008–2009.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
				01-.000-.000-	Familie CARABIDAE - Laufkäfer										
				01-.004-.001-	<i>Carabus coriaceus</i> L., 1758	.	1	.	.	1	.	1	.	.	1
				01-.004-.009-	<i>Carabus auronitens</i> F., 1792	.	1	.	.	1	.	.	2	.	.
				01-.004-.010-	<i>Carabus problematicus</i> HBST., 1786	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				01-.004-.012-	<i>Carabus granulatus</i> L., 1758	.	1	1	1	.	1	.	1	2	.
		V		01-.006-.001-	<i>Leistus spinibarbis</i> (F., 1775)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				01-.013-.001-	<i>Loricera pilicornis</i> (F., 1775)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				01-.021-.006-	<i>Trechus quadristriatus</i> (SCHRK., 1781)	1	4	1	2	1	1	4	1	1	.
				01-.0271.001-	<i>Paratachys bistriatus</i> (DUFT., 1812)	15	3	11	6	6	3	6	3	7	1
		S		01-.029-.086-	<i>Bembidion minimum</i> (F., 1792)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				01-.029-.090-	<i>Bembidion quadrimaculatum</i> (L., 1761)	2	.	1	.	.	.	.	.	1	.
				01-.029-.098-	<i>Bembidion biguttatum</i> (F., 1779)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
		V		01-.029-.102-	<i>Bembidion guttula</i> (F., 1792)	.	1	.	.	1	.	.	.	2	.
				01-.029-.103-	<i>Bembidion lunulatum</i> (GEOFFR., 1785)	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.
				01-.037-.001-	<i>Anisodactylus binotatus</i> (F., 1787)	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.
		S		01-.038-.001-	<i>Diachromus germanus</i> (L., 1758)	.	1	1	.	.	.	1	.	2	.
				01-.041-.031-	<i>Harpalus distinguendus</i> (DUFT., 1812)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
				01-.041-.045-	<i>Harpalus latus</i> (L., 1758)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
		S		01-.0411.005-	<i>Ophonus ardosiacus</i> LUTSHNIK, 1922	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.
				01-.0411.017-	<i>Ophonus puncticeps</i> (STEPH., 1828)	3	4	1	.	.	.	.	.	.	.
				01-.0412.001-	<i>Pseudoophonus rufipes</i> (DEGEER, 1774)	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.
		S		01-.0412.002-	<i>Pseudoophonus griseus</i> (PANZ., 1797)	2	3	.	.	.	.	.	1	.	.
				01-.045-.002-	<i>Bradycellus verbasci</i> (DUFT., 1812)	12	3	2	1	.	5	2	3	6	.
		S		01-.046-.002-	<i>Acupalpus flavicollis</i> (STURM, 1825)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				01-.046-.004-	<i>Acupalpus meridianus</i> (L., 1761)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
		V		01-.046-.008-	<i>Acupalpus dubius</i> SCHILSKY, 1888	1	.	1	3	1	.	.	.	.	.
		3	S	01-.046-.010-	<i>Acupalpus exiguus</i> (DEJ., 1829)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				01-.051-.015-	<i>Pterostichus vernalis</i> (PANZ., 1796)	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.
				01-.051-.024-	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (F., 1787)	4	3	.	.	.	.	1	1	2	1
				01-.051-.026-	<i>Pterostichus niger</i> (SCHALL., 1783)	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
				01-.052-.002-	<i>Molops piceus</i> (PANZ., 1793)	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
				01-.053-.002-	<i>Abax parallelepipedus</i> (PILL.MITT., 1783)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
				01-.062-.009-	<i>Agonum muelleri</i> (HBST., 1784)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				01-.062-.023-	<i>Agonum micans</i> (NICOL., 1822)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				01-.0622.001-	<i>Anchomenus dorsalis</i> (PONT., 1763)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				01-.0631.003-	<i>Limodromus assimilis</i> (PAYK., 1790)	.	.	.	1	.	1	1	1	.	.
	R	S		01-.065-.005-	<i>Amara fulvipes</i> (SERV., 1821)	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
				01-.065-.008-	<i>Amara similata</i> (GYLL., 1810)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				01-.065-.026-	<i>Amara familiaris</i> (DUFT., 1812)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
				01-.066-.008-	<i>Chlaenius vestitus</i> (PAYK., 1790)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
	3	S		01-.070-.009-	<i>Badister collaris</i> MOTSCH., 1844	1	.	.	14	12	.	.	.	.	.
				01-.076-.001-	<i>Demetrias atricapillus</i> (L., 1758)	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.
				01-.079-.012-	<i>Dromius quadrimaculatus</i> (L., 1758)	3	.	3	.	2	4	.	3	2	2
				01-.0792.004-	<i>Philorhizus melanocephalus</i> DEJ., 1825	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				01-.0793.002-	<i>Paradromius linearis</i> (OL., 1795)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
	1	S		01-.080-.001-	<i>Syntomus obscuroguttatus</i> (DUFT., 1812)	.	.	.	1	.	.	1	1	.	.
	V			01-.086-.001-	<i>Brachinus crepitans</i> (L., 1758)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				03-.000-.000-	Familie HALIPLIDAE - Wassertreter										
				03-.002-.001-	<i>Peltodytes caesus</i> (DUFT., 1805)	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1
				03-.003-.004-	<i>Haliphus lineatocollis</i> (MARSH., 1802)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				04-.000-.000-	Familie DYTISCIDAE - Schwimmkäfer										
				04-.008-.027-	<i>Hydroporus memnonius</i> NICOL., 1822	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.
				04-.021-.001-	<i>Copelatus haemorrhoidalis</i> (F., 1787)	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.
				04-.024-.002-	<i>Ilybius ater</i> (DEGEER, 1774)	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
				04-.024-.003-	<i>Ilybius fuliginosus</i> (F., 1792)	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
				05-.000-.000-	Familie GYRINIDAE - Taumelkäfer										
				05-.002-.006-	<i>Gyrinus substriatus</i> STEPH., 1828	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
				07-.000-.000-	Familie HYDRAENIDAE - Langtasterwasserkäfer										
				07-.001-.002-	<i>Hydraena britteni</i> JOY, 1807	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
		S		07-.001-.003-	<i>Hydraena riparia</i> KUG., 1794	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
				07-.001-.019-	<i>Hydraena gracilis</i> GERM., 1824	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				07-.002-.008-	<i>Ochthebius minimus</i> (F., 1792)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				09-.000-.000-	Familie HYDROPHILIDAE - Wasserfreunde										
				09-.0011.008-	<i>Helophorus grandis</i> ILL., 1798	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				09-.0011.009-	<i>Helophorus aquaticus</i> (L., 1758)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				09-.0011.0152.	<i>Helophorus brevipalpis</i> BEDEL, 1881	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.
		S		09-.0011.0221.	<i>Helophorus obscurus</i> MULS., 1844	1	1	2	.	3	1	.	.	2	.
				09-.0011.027-	<i>Helophorus granularis</i> (L., 1761)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
				09-.002-.004-	<i>Sphaeridium lunatum</i> F., 1792	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				09-.003-.005-	<i>Cercyon impressus</i> (STURM, 1807)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				09-.003-.008-	<i>Cercyon melanocephalus</i> (L., 1758)	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.
		S		09-.003-.010-	<i>Cercyon bifenestratus</i> KÜST., 1851	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				09-.003-.011-	<i>Cercyon lateralis</i> (MARSH., 1802)	24	1	2	1	6	1	4	1	.	4
				09-.003-.012-	<i>Cercyon laminatus</i> SHP., 1873	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				09-.003-.017-	<i>Cercyon pygmaeus</i> (ILL., 1801)	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				09-.003-.023-	<i>Cercyon analis</i> (PAYK., 1798)	2	.	.	.	1	.	.	.	1	.
				09-.004-.001-	<i>Megasternum obscurum</i> (MARSH., 1802)	3	.	6	1	11	.	6	2	4	.
				09-.005-.001-	<i>Cryptopleurum minutum</i> (F., 1775)	9	3	1	1	.	1	.	.	1	.
				09-.005-.003-	<i>Cryptopleurum subtile</i> SHP., 1884	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				09-.008-.001-	<i>Hydrobius fuscipes</i> (L., 1758)	5	2	.	8	12	3	4	.	.	2
				09-.010-.001-	<i>Anacaena globulus</i> (PAYK., 1798)	.	.	.	.	.	2	3	.	.	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
				09-.010-.0021.	Anacaena lutescens (STEPH., 1829)	2	3	1	.	2	.	2	.	.	.
		S		09-.013-.009-.	Enochrus coarctatus (GREDL., 1863)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				09-.014-.001-.	Cymbiodyta marginella (F., 1792)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				10-.000-.000-.	Familie HISTERIDAE - Stutzkäfer										
R		S	N	10-.002-.002-.	Plegaderus vulneratus (PANZ., 1797)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
M	3			10-.002-.004-.	Plegaderus dissectus Er., 1839	28	26	75	2	17	5	2	49	46	41
M				10-.005-.003-.	Abraeus perpusillus (MARSH., 1802)	115	8	62	99	31	11	158	68	147	13
M	1	S		10-.0071.001-.	Aeletes atomarius (AUBE, 1842)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				10-.009-.002-.	Gnathoncus nannetensis (MARS., 1862)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2
		S		10-.009-.004-.	Gnathoncus buyssoni AUZAT, 1917	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
				10-.016-.002-.	Dendrophilus pygmaeus (L., 1758)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
R				10-.020-.001-.	Paromalus flavicornis (HBST., 1792)	5	5	22	4	6	3	3	17	25	10
R		S		10-.020-.002-.	Paromalus parallelepipedus (HBST., 1792)	1	2	5	1	3	.	.	10	4	1
				10-.029-.008-.	Margarinotus striola (SAHLB., 1819)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				12-.000-.000-.	Familie SILPHIDAE - Aaskäfer										
				12-.001-.002-.	Necrophorus humator (GLED., 1767)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				12-.001-.006-.	Necrophorus vespilloides HBST., 1783	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.
				12-.001-.008-.	Necrophorus vespillo (L., 1758)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
				12-.004-.001-.	Oiceoptoma thoracica (L., 1758)	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
				12-.006-.001-.	Xylodrepa quadrimaculata (SCOP., 1772)	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
				12-.009-.001-.	Phosphuga atrata (L., 1758)	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
				13-.000-.000-.	Familie LEPTINIDAE - Pelzflohkäfer										
				13-.001-.001-.	Leptinus testaceus MÜLL., 1817	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				14-.000-.000-.	Familie CHOLEVIDAE - Nestkäfer										
				14-.001-.004-.	Ptomaphagus sericatus (CHAUD., 1845)	.	.	1	2	.	.	1	.	.	.
N	3	S		14-.002-.001-.	Nemadus colonoides (KR., 1851)	.	1	1	.	.	.	.	1	1	1
				14-.005-.001-.	Nargus velox (SPENCE, 1815)	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.
				14-.005-.003-.	Nargus wilkinii (SPENCE, 1815)	2	4	7	4	2	3	1	5	2	1
				14-.005-.005-.	Nargus anisotomoides (SPENCE, 1815)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				14-.010-.001-.	Sciodrepoides watsoni (SPENCE, 1815)	.	1	.	1	.	.	3	.	.	1
				14-.010-.002-.	Sciodrepoides fumatus (SPENCE, 1915)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
		S		14-.011-.002-.	Catops longulus KELLN., 1846	.	.	.	.	.	2	.	2	.	.
				14-.011-.003-.	Catops coracinus KELLN., 1846	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
				14-.011-.007-.	Catops tristis (PANZ., 1793)	2	1	1	2	.	.	.	.	.	1
				14-.011-.010-.	Catops neglectus KR., 1852	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
				14-.011-.017-.	Catops fuliginosus ER., 1837	.	1	.	.	.	1	.	2	.	1
				14-.011-.020-.	Catops picipes (F., 1792)	.	.	.	.	1	2	4	2	.	5
				14-.0111.001-.	Apocatops nigritus (ER., 1837)	1	.	.	3	.	.	.	.	.	.
				15-.000-.000-.	Familie COLONIDAE - Kolonistenkäfer										
				15-.001-.015-.	Colon brunneum (LATR., 1807)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
				16-.000-.000-.	Familie LEIODIDAE - Schwammkugelkäfer										
				16-.004-.001-.	Colenis immunda (STURM, 1807)	.	.	.	.	.	2	.	.	1	.
P				16-.007-.001-.	Anisotoma humeralis (F., 1792)	2	6	13	13	1	1	.	6	43	18
P		B		16-.007-.003-.	Anisotoma castanea (HBST., 1792)	.	6	.	.	.	.	.	.	1	.
P				16-.007-.005-.	Anisotoma orbicularis (HBST., 1792)	.	3	1	5	1	1	1	.	1	.
				16-.009-.001-.	Amphicyllis globus (F., 1792)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				16-.011-.003-.	Agathidium varians (BECK, 1817)	.	5	5	1	.	3	.	4	2	4
		B		16-.011-.007-.	Agathidium rotundatum (GYLL., 1827)	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
		S		16-.011-.008-.	Agathidium confusum BRIS., 1863	.	.	2	2	4	3	1	.	.	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
	3	S		16-.011-.010-.	Agathidium nigrinum STURM, 1807	5	.	1	.	1	1	.	1	4	.
R				16-.011-.013-.	Agathidium nigripenne (F., 1792)	1	2	.	.	1	2	1	3	2	4
				16-.011-.014-.	Agathidium atrum (PAYK., 1798)	3	.	.	1	.	.	2	3	2	.
				16-.011-.015-.	Agathidium seminulum (L., 1758)	.	9	.	1	16	11	6	2	.	5
				16-.011-.016-.	Agathidium laevigatum ER., 1845	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				16-.011-.018-.	Agathidium badium ER., 1845	1	.	.	2	4	1	2	4	2	.
				18-.000-.000-.	Familie SCYDMAENIDAE - Ameisenkäfer										
				18-.004-.006-.	Cephennium gallicum GANGLB., 1899	6	14	15	27	25	22	77	35	11	24
				18-.005-.001-.	Neuraphes elongatulus (MÜLL.KUNZE, 1822)	9	9	.	4	14	8	6	7	5	5
M		S		18-.005-.005-.	Neuraphes carinatus (MULS., 1861)	.	.	.	.	.	1	2	.	.	2
M		S	B	18-.005-.012-.	Neuraphes plicicollis RTT., 1879	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		S		18-.005-.019-.	Neuraphes praeteritus RYE, 1872	.	.	.	.	1	1	.	.	.	12
				18-.007-.003-.	Stenichnus scutellaris (MÜLL.KUNZE, 1822)	.	.	.	1	.	.	.	.	2	.
				18-.007-.008-.	Stenichnus collaris (MÜLL.KUNZE, 1822)	10	1	.	3	.	5	.	2	4	4
M		S		18-.007-.010-.	Stenichnus bicolor (DENNY, 1825)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
M	3	S		18-.008-.002-.	Microscydms minimus (CHAUD., 1845)	1	.	1	.	2	.	.	4	.	2
		S		18-.009-.005-.	Euconnus pubicollis (MÜLL.KUNZE, 1822)	.	.	.	3	.	17	.	.	.	.
		S		18-.009-.028-.	Euconnus fimetarius (CHAUD., 1845)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		S		18-.010-.002-.	Scydmaenus rufus MÜLL.KUNZE, 1822	1	.	1	.	1	.	.	.	2	2
				21-.000-.000-.	Familie PTILIIDAE - Federflügler										
M	3	S		21-.001-.001-.	Nossidium pilosellum (MARSH., 1802)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
M	3	S		21-.002-.001-.	Ptenidium gressneri ER., 1845	2	.	.	33	.	.	6	.	.	.
			N	21-.002-.008-.	Ptenidium formicetorum KR., 1851	.	.	.	36	.	.	.	.	.	.
				21-.002-.014-.	Ptenidium nitidum (HEER, 1841)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
M		S	N	21-.012-.002-.	Ptinella limbata (HEER, 1841)	4	.	.	.	.	2	.	1	1	.
M				21-.012-.004-.	Ptinella aptera (GUER., 1839)	.	.	.	2	.	1	2	.	1	89
M		S	N	21-.012-.008-.	Ptinella errabunda JOHNS., 1975	.	.	.	.	32	.	.	39	34	9
M				21-.013-.001-.	Pteryx suturalis (HEER, 1841)	13	13	14	4	31	22	30	16	10	18
P	3	S		21-.017-.001-.	Baeocrara variolosa (MULS.REY, 1867)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				21-.019-.002-.	Acrotrichis montandonii (ALLIB., 1844)	1	.	.	2	.	.	4	1	.	.
		S	N	21-.019-.0061.	Acrotrichis nana VORST&SOERENSSON, 2005	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1
				21-.019-.015-.	Acrotrichis intermedia (GILLM., 1845)	6	5	15	15	66	31	5	3	2	.
				21-.019-.019-.	Acrotrichis sitkaensis (MOTSCH., 1845)	5	5	.	1	2	.	.	2	1	1
				23-.000-.000-.	Familie STAPHYLINIDAE - Kurzflügler										
P				23-.0022.001-.	Scaphidium quadrimaculatum OL., 1790	11	.	1	.	.	.	1	7	.	.
P				23-.0023.001-.	Scaphisoma agaricinum (L., 1758)	.	.	1	5	1	1	3	2	4	7
P		S		23-.0023.003-.	Scaphisoma boleti (PANZ., 1793)	.	.	1	16	.	.	.	.	.	.
M				23-.005-.001-.	Phloeocharis subtilissima MANNH., 1830	2	5	1	1	.	6	3	2	.	2
				23-.008-.001-.	Megarthrus depressus (PAYK., 1789)	.	3	1	.	.	1	.	1	.	.
				23-.008-.004-.	Megarthrus sinuatocollis (LACORD., 1835)	1	.	2	.	.	5	.	.	.	.
				23-.008-.006-.	Megarthrus denticollis (BECK, 1817)	.	.	1	3	.	1	4	.	.	.
				23-.009-.001-.	Proteinus ovalis STEPH., 1834	.	2	.	.	4	1	1	.	.	.
				23-.009-.004-.	Proteinus brachypterus (F., 1792)	30	5	3	39	10	2	17	15	.	5
				23-.009-.005-.	Proteinus atomarius ER., 1840	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				23-.009-.006-.	Proteinus laevigatus HOCHH., 1872	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
		S		23-.0091.002-.	Micropeplus staphylinoides (MARSH., 1802)	1	4	1	2	1	.	1	3	3	.
				23-.010-.016-.	Eusphalerum minutum (F., 1792)	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.
				23-.010-.021-.	Eusphalerum abdominale (GRAV., 1806)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				23-.010-.022-.	Eusphalerum luteum (MARSH., 1802)	1	.	1	.	1	1	.	.	7	4

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
			N	23-.010-.024-.	<i>Eusphalerum signatum</i> (MÄRK., 1857)	.	.	.	.	.	.	.	2	8	.
				23-.010-.031-.	<i>Eusphalerum sorbi</i> (GYLL., 1810)	3	.	.	.	2	.	.	.	.	.
			N	23-.010-.033-.	<i>Eusphalerum atrum</i> (HEER, 1838)	27	14	.	6	1	.	.	.	.	1
				23-.010-.034-.	<i>Eusphalerum florale</i> (PANZ., 1793)	.	.	.	1	1	3	.	.	.	3
P				23-.011-.001-.	<i>Acrulia inflata</i> (GYLL., 1813)	1	1	6	1	1	1	.	2	4	.
N	3	S		23-.014-.004-.	<i>Phyllodrepa nigra</i> (GRAV., 1806)	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.
M		S		23-.014-.012-.	<i>Phyllodrepa ioptera</i> (STEPH., 1834)	.	1	4	1	1	3	3	4	1	3
M	3	S		23-.0141.001-.	<i>Hapalaraea pygmaea</i> (PAYK., 1800)	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1
				23-.015-.005-.	<i>Omalius rivulare</i> (PAYK., 1789)	2	5	.	6	16	18	14	5	2	7
				23-.015-.019-.	<i>Omalius rugatum</i> MULS.REY, 1880	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
R				23-.016-.006-.	<i>Phloeonomus punctipennis</i> THOMS., 1867	2	3	.	.	2	3	1	3	1	4
R	2			23-.016-.007-.	<i>Phloeonomus minimus</i> (ER., 1839)	12	2	6	4	9	4	5	3	2	6
R		S		23-.0161.002-.	<i>Xylostiba bosnicus</i> (BERNH., 1902)	1	1	1	1	.	.	2	2	.	2
R				23-.0162.001-.	<i>Phloeostiba planus</i> (PAYK., 1792)	46	34	62	26	17	19	51	20	28	11
				23-.017-.003-.	<i>Xylodromus brunnipennis</i> (STEPH., 1834)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
R	3	S		23-.023-.001-.	<i>Phyllodrepoidea crenata</i> GANGLB., 1895	1	8	10	2	1	2	2	1	5	2
				23-.025-.002-.	<i>Anthobium atrocephalum</i> (GYLL., 1827)	2	2	6	5	2	.	2	9	3	2
				23-.025-.003-.	<i>Anthobium unicolor</i> (MARSH., 1802)	.	2	.	1	.	.	1	4	.	1
				23-.032-.003-.	<i>Lesteva longoelytrata</i> (GOEZE, 1777)	.	1	2	1	.	.	.	.	2	.
				23-.035-.013-.	<i>Anthophagus angusticollis</i> (MANNH., 1830)	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.
				23-.040-.001-.	<i>Syntomium aeneum</i> (MÜLL., 1821)	2	1	.	.	2	2	.	.	1	3
	3	S		23-.043-.001-.	<i>Manda mandibularis</i> (GYLL., 1827)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	S		23-.044-.002-.	<i>Planeustomus palpalis</i> (ER., 1839)	1	.	3	.	5	1	3	.	.	.
				23-.046-.006-.	<i>Carpelimus bilineatus</i> (STEPH., 1834)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
				23-.046-.008-.	<i>Carpelimus rivularis</i> (MOTSCH., 1860)	1	2	4	.	.	.	.	.	.	.
		S		23-.046-.011-.	<i>Carpelimus fuliginosus</i> (GRAV., 1802)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				23-.046-.015-.	<i>Carpelimus impressus</i> (LACORD., 1835)	14	.	.	.	6	1	3	.	1	1
				23-.046-.017-.	<i>Carpelimus corticinus</i> (GRAV., 1806)	.	3	3	1	5	2	.	2	.	1
				23-.046-.029-.	<i>Carpelimus pusillus</i> (GRAV., 1802)	27	.	20	1	.	.	.	1	.	.
				23-.046-.032-.	<i>Carpelimus elongatulus</i> (ER., 1839)	.	.	.	.	1	.	1	.	.	2
				23-.048-.001-.	<i>Oxytelus sculptus</i> GRAV., 1806	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.
		S		23-.048-.0011.	<i>Oxytelus migrator</i> FAUV., 1904	4	4	5	.	.	.	.	3	4	.
		S		23-.048-.007-.	<i>Oxytelus piceus</i> (L., 1767)	2	.	3	.	.	.	.	.	.	.
		S		23-.048-.008-.	<i>Oxytelus laqueatus</i> (MARSH., 1802)	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.
				23-.0481.003-.	<i>Anotylus rugosus</i> (F., 1775)	45	7	13	10	18	3	1	2	3	.
				23-.0481.007-.	<i>Anotylus sculpturatus</i> (GRAV., 1806)	1	2	1	4	5	1	1	4	1	1
				23-.0481.011-.	<i>Anotylus nitidulus</i> (GRAV., 1802)	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.
				23-.0481.022-.	<i>Anotylus tetracarinatus</i> (BLOCK, 1799)	5	1	17	3	46	1	.	1	3	.
				23-.049-.001-.	<i>Platystethus arenarius</i> (GEOFFR., 1785)	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.
				23-.049-.008-.	<i>Platystethus nitens</i> (SAHLB., 1832)	.	.	2	.	.	.	.	.	1	.
		S		23-.050-.017-.	<i>Bledius opacus</i> (BLOCK, 1799)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				23-.055-.026-.	<i>Stenus bimaculatus</i> GYLL., 1810	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				23-.055-.044-.	<i>Stenus argus</i> GRAV., 1806	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				23-.055-.050-.	<i>Stenus pusillus</i> STEPH., 1833	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.
				23-.055-.052-.	<i>Stenus nanus</i> STEPH., 1833	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
				23-.055-.070-.	<i>Stenus fulvicomis</i> STEPH., 1833	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				23-.055-.071-.	<i>Stenus tarsalis</i> LJUNGH, 1804	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
				23-.055-.091-.	<i>Stenus picipes</i> STEPH., 1833	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
				23-.055-.094-.	<i>Stenus impressus</i> GERM., 1824	.	.	.	1	1	4	2	.	.	3
				23-.059-.008-.	<i>Paederus riparius</i> (L., 1758)	.	1	.	.	.	2	.	.	.	.
				23-.061-.003-.	<i>Rugilus rufipes</i> (GERM., 1836)	3	1	1	.	1	2	1	3	.	.
				23-.062-.004-.	<i>Medon brunneus</i> (ER., 1839)	2	4	2	2	3	3	1	4	.	.
		S		23-.062-.009-.	<i>Medon apicalis</i> (KR., 1857)	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				23-.065-.002-.	<i>Lithocharis nigriceps</i> (KR., 1859)	15	2	13	.	.	.	.	.	2	.
				23-.066-.001-.	<i>Scopaeus laevigatus</i> (GYLL., 1827)	4	1	.	.	1	1	2	.	2	.
				23-.068-.023-.	<i>Lathrobium brunnipes</i> (F., 1792)	2	.	3	.	1	.	.	.	.	.
				23-.068-.024-.	<i>Lathrobium fovulum</i> STEPH., 1833	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				23-.068-.028-.	<i>Lathrobium longulum</i> GRAV., 1802	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
				23-.075-.002-.	<i>Leptacinus intermedius</i> DONISTH., 1936	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
R				23-.078-.001-.	<i>Nudobius lentus</i> (GRAV., 1806)	.	.	.	1	1	.	1	1	.	.
				23-.079-.003-.	<i>Gyrophypnus atratus</i> (HEER, 1839)	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
				23-.080-.005-.	<i>Xantholinus tricolor</i> (F., 1787)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				23-.080-.010-.	<i>Xantholinus linearis</i> (OL., 1795)	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.
				23-.080-.014-.	<i>Xantholinus rhenanus</i> COIFF., 1962	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
				23-.080-.015-.	<i>Xantholinus longiventris</i> HEER, 1839	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
M	3			23-.0801.001-.	<i>Hypnogyra glabra</i> (NORDM., 1837)	1	1	9	.	2	6	.	2	7	4
M				23-.081-.001-.	<i>Atrecus affinis</i> (PAYK., 1789)	4	6	4	4	3	2	6	1	4	4
				23-.082-.001-.	<i>Othius punctulatus</i> (GOEZE, 1777)	.	.	.	1	1	2	3	.	.	.
				23-.082-.005-.	<i>Othius myrmecophilus</i> KIESW., 1843	1	1	2	2	.	3	8	4	3	10
				23-.083-.002-.	<i>Neobisnius procerulus</i> (GRAV., 1806)	4	.	2	.	2	.	.	.	.	.
N				23-.088-.006-.	<i>Philonthus subuliformis</i> (GRAV., 1802)	1	2	.	.	.	.	1	2	.	.
				23-.088-.010-.	<i>Philonthus debilis</i> (GRAV., 1802)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				23-.088-.023-.	<i>Philonthus cognatus</i> STEPH., 1832	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.
				23-.088-.026-.	<i>Philonthus succicola</i> THOMS., 1860	.	.	1	.	3	1	3	.	.	2
		S	N	23-.088-.0362.	<i>Philonthus pseudoparcus</i> BRUNNE, 1976	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				23-.088-.039-.	<i>Philonthus carbonarius</i> (GRAV., 1810)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				23-.088-.047-.	<i>Philonthus fimetarius</i> (GRAV., 1802)	1	.	4	.	.	1	3	.	.	2
				23-.088-.053-.	<i>Philonthus quisquiliarius</i> (GYLL., 1810)	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.
R				23-.090-.009-.	<i>Gabrius splendidulus</i> (GRAV., 1802)	4	5	15	10	12	9	6	6	13	42
				23-.090-.018-.	<i>Gabrius nigritulus</i> (GRAV., 1802)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				23-.090-.023-.	<i>Gabrius coxalis</i> HOCHH., 1871	2	.	.	.	2	.	.	2	1	.
				23-.092-.001-.	<i>Ontholestes tessellatus</i> (GEOFFR., 1785)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				23-.099-.024-.	<i>Ocyopus melanarius</i> (HEER, 1839)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
N	3	S		23-.103-.001-.	<i>Velleius dilatatus</i> (F., 1787)	4	7	3	.	4	1	.	.	.	.
N	3	S		23-.104-.002-.	<i>Quedius truncicola</i> FAIRM.LAB., 1856	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				23-.104-.005-.	<i>Quedius lateralis</i> (GRAV., 1802)	1	1	.	.	1	.	2	2	.	.
				23-.104-.008-.	<i>Quedius ochripennis</i> (MENETR., 1832)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
				23-.104-.013-.	<i>Quedius cruentus</i> (OL., 1795)	3	11	17	17	11	20	29	43	34	37
M	3	S		23-.104-.014-.	<i>Quedius brevicornis</i> THOMS., 1860	3	.	.	.	2	.	2	.	.	.
				23-.104-.016-.	<i>Quedius mesomelinus</i> (MARSH., 1802)	12	21	26	14	41	24	17	13	2	23
M				23-.104-.018-.	<i>Quedius maurus</i> (SAHLB., 1830)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
R		S	N	23-.104-.019-.	<i>Quedius xanthopus</i> ER., 1839	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				23-.104-.022-.	<i>Quedius cinctus</i> (PAYK., 1790)	1	.	.	4	.	1	1	1	.	.
				23-.104-.025-.	<i>Quedius fuliginosus</i> (GRAV., 1802)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				23-.104-.038-.	<i>Quedius picipes</i> (MANNH., 1830)	.	.	2	.	.	1	.	.	.	.
				23-.104-.043-.	<i>Quedius suturalis</i> KIESW., 1847	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
				23-.104-.055-.	<i>Quedius lucidulus</i> ER., 1839	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				23-.104-.064-.	<i>Quedius nitipennis</i> (STEPH., 1833)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				23-.107-.001-.	<i>Habrocerus capillaricornis</i> (GRAV., 1806)	3	6	10	2	9	5	10	23	24	3
				23-.108-.001-.	<i>Trichophya pilicornis</i> (GYLL., 1810)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				23-.1091.003-.	<i>Ischnosoma splendidus</i> (GRAV., 1806)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				23-.111-.003-.	<i>Lordithon thoracicus</i> (F., 1777)	.	.	.	.	.	7	1	.	1	12
				23-.111-.005-.	<i>Lordithon exoletus</i> (ER., 1839)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	9
				23-.111-.006-.	<i>Lordithon trinotatus</i> (ER., 1839)	7	.	2	4	2	9	50	45	.	20
				23-.111-.007-.	<i>Lordithon lunulatus</i> (L., 1761)	.	.	11	5	1	.	4	.	8	2
P	2	S		23-.1111.001-.	<i>Carphacis striatus</i> (OL., 1794)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
				23-.113-.001-.	<i>Sepedophilus littoreus</i> (L., 1758)	3	.	.	3	.	1	1	.	1	.
M				23-.113-.002-.	<i>Sepedophilus testaceus</i> (F., 1792)	4	3	4	1	1	3	17	3	16	19
		S		23-.113-.0022.	<i>Sepedophilus marshami</i> (STEPH., 1832)	.	.	2	.	3	.	.	.	1	.
				23-.113-.003-.	<i>Sepedophilus immaculatus</i> (STEPH., 1832)	.	.	.	.	.	4	.	.	.	2
M				23-.113-.005-.	<i>Sepedophilus bipunctatus</i> (GRAV., 1802)	.	3	2	4	4	1	2	.	4	7
				23-.114-.001-.	<i>Tachyporus nitidulus</i> (F., 1781)	.	3	1	2	.	.	.	1	6	.
				23-.114-.002-.	<i>Tachyporus obtusus</i> (L., 1767)	.	.	.	4	1	.	4	.	.	.
				23-.114-.005-.	<i>Tachyporus solutus</i> ER., 1839	1	.	1	2	.	1	.	1	.	1
				23-.114-.007-.	<i>Tachyporus hypnorum</i> (F., 1775)	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.
		S		23-.114-.0081.	<i>Tachyporus dispar</i> (PAYK., 1789)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				23-.114-.010-.	<i>Tachyporus atriceps</i> STEPH., 1832	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
				23-.114-.012-.	<i>Tachyporus ruficollis</i> GRAV., 1802	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
				23-.117-.004-.	<i>Tachinus humeralis</i> GRAV., 1802	2	.	1	3	.	.	.	.	.	.
				23-.117-.006-.	<i>Tachinus subterraneus</i> (L., 1758)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
S	2	S		23-.117-.008-.	<i>Tachinus bipustulatus</i> (F., 1792)	2	2	1	1	4	5	3	1	.	8
				23-.117-.013-.	<i>Tachinus signatus</i> GRAV., 1802	1	.	.	.	.	.	2	.	.	.
				23-.117-.014-.	<i>Tachinus laticollis</i> GRAV., 1802	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
		3	S	23-.123-.004-.	<i>Myllaena elongata</i> (MATTH., 1838)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
P		S		23-.126-.003-.	<i>Oligota granaria</i> ER., 1837	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3
			N	23-.126-.004-.	<i>Oligota parva</i> KR., 1862	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
			N	23-.126-.009-.	<i>Oligota pumilio</i> KIESW., 1858	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
				23-.1261.001-.	<i>Holobus flavicornis</i> (LACORD., 1835)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
P	3	S		23-.1261.002-.	<i>Holobus apicatus</i> (ER., 1837)	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
				23-.1262.001-.	<i>Cypha longicornis</i> (PAYK., 1800)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				23-.129-.001-.	<i>Encephalus complicans</i> STEPH., 1832	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				23-.130-.004-.	<i>Gyrophaena affinis</i> MANNH., 1830	14	1	2	329	.	.	.	.	.	.
				23-.130-.009-.	<i>Gyrophaena gentilis</i> ER., 1839	1	.	4	.	3	14	1	1	3	20
P				23-.130-.011-.	<i>Gyrophaena minima</i> ER., 1837	.	1	7	.	2	20	2	1	.	10
P				23-.130-.017-.	<i>Gyrophaena bihamata</i> THOMS., 1867	.	.	.	.	.	125	.	.	.	220
		S		23-.130-.021-.	<i>Gyrophaena joyioides</i> WÜSTH., 1937	.	.	14	.	.	2	.	.	3	15
P				23-.130-.022-.	<i>Gyrophaena angustata</i> (STEPH., 1832)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
P				23-.130-.023-.	<i>Gyrophaena strictula</i> ER., 1839	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
P	3	S		23-.130-.024-.	<i>Gyrophaena polita</i> (GRAV., 1802)	.	.	.	.	.	21	.	.	8	.
P		S		23-.130-.025-.	<i>Gyrophaena boleti</i> (L., 1758)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
P	3			23-.1301.001-.	<i>Agaricochara latissima</i> (STEPH., 1832)	.	.	4	7	1	93	1	5	11	2
R	2	S		23-.131-.001-.	<i>Cyphea curtula</i> (ER., 1837)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
R		S		23-.132-.002-.	<i>Placusa depressa</i> MAEKL., 1845	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
R				23-.132-.003-.	<i>Placusa tachyporoides</i> (WALTL, 1838)	22	27	27	21	48	19	4	12	17	40

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
R				23-.132-.006-.	<i>Placusa pumilio</i> (GRAV., 1802)	50	92	97	69	59	76	88	158	74	72
R				23-.133-.001-.	<i>Homalota plana</i> (GYLL., 1810)	.	1	1	.	.	1	.	.	.	1
R				23-.134-.001-.	<i>Anomognathus cuspidatus</i> (ER., 1839)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
R				23-.141-.001-.	<i>Leptusa pulchella</i> (MANNH., 1830)	16	5	2	3	10	9	2	2	7	8
R				23-.141-.004-.	<i>Leptusa fumida</i> (ER., 1839)	1	3	.	.	.	.	1	2	2	2
				23-.141-.006-.	<i>Leptusa ruficollis</i> (ER., 1839)	2	3	2	.	1	1	.	8	5	.
R	S			23-.142-.001-.	<i>Euryusa castanoptera</i> KR., 1856	.	.	1	.	.	1	1	1	2	10
N				23-.142-.002-.	<i>Euryusa optabilis</i> HEER, 1839	1	.	.	.	.	.	3	.	1	.
P				23-.147-.001-.	<i>Bolitochara obliqua</i> ER., 1837	2	.	8	4	1	2	.	.	10	.
P				23-.147-.002-.	<i>Bolitochara bella</i> MÄRK., 1844	.	6	.	.	1	2	.	2	.	.
P				23-.147-.003-.	<i>Bolitochara mulsanti</i> SHP., 1875	1	1	.	.	1	2	.	.	1	.
P				23-.147-.005-.	<i>Bolitochara lucida</i> (GRAV., 1802)	6	2	3	.	1	2	3	2	33	2
		S		23-.148-.002-.	<i>Autalia longicornis</i> SCHEERP., 1947	5	36	26	148	5	46	44	19	.	17
				23-.148-.003-.	<i>Autalia rivularis</i> (GRAV., 1802)	6	.	2	.	.	.	.	.	.	1
			N	23-.149-.001-.	<i>Cordalia obscura</i> (GRAV., 1802)	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				23-.166-.014-.	<i>Aloconota gregaria</i> (ER., 1839)	3	1	2	.	.	.	.	4	1	.
				23-.168-.001-.	<i>Amischa analis</i> (GRAV., 1802)	4	14	14	6	7	7	4	18	18	5
				23-.180-.003-.	<i>Geostiba circellaris</i> (GRAV., 1806)	.	1	1	1	3	.	.	1	1	1
				23-.182-.001-.	<i>Dinaraea angustula</i> (GYLL., 1810)	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.
R				23-.182-.002-.	<i>Dinaraea aequata</i> (ER., 1837)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
R				23-.182-.003-.	<i>Dinaraea linearis</i> (GRAV., 1802)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	4
				23-.188-.004-.	<i>Atheta elongatula</i> (GRAV., 1802)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
		3	S	23-.188-.005-.	<i>Atheta hygrobia</i> (THOMS., 1856)	.	.	1	.	.	.	8	.	.	.
				23-.188-.006-.	<i>Atheta hygrotopora</i> (KR., 1856)	.	.	.	1	2	1	.	.	.	.
				23-.188-.045-.	<i>Atheta nigricornis</i> (THOMS., 1852)	5	4	5	4	7	10	12	18	4	4
		S		23-.188-.064-.	<i>Atheta benickiella</i> BRUNDIN, 1948	3	.	.	1	.	.	5	2	.	.
			N	23-.188-.072-.	<i>Atheta inquinula</i> (GRAV., 1802)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				23-.188-.109-.	<i>Atheta sodalis</i> (ER., 1837)	2	3	4	5	3	3	5	1	.	1
				23-.188-.110-.	<i>Atheta gagatina</i> (BAUDI, 1848)	.	.	8	.	.	.	.	1	.	.
				23-.188-.111-.	<i>Atheta pallidicornis</i> (THOMS., 1856)	.	.	2	5	.	.	4	.	.	1
		3	S	23-.188-.112-.	<i>Atheta hybrida</i> (SHP., 1869)	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
P				23-.188-.126-.	<i>Atheta picipes</i> (THOMS., 1856)	.	.	.	.	.	.	1	.	1	2
				23-.188-.136-.	<i>Atheta fungi</i> (GRAV., 1806)	16	33	25	34	14	7	10	15	12	2
				23-.188-.155-.	<i>Atheta dadopora</i> (THOMS., 1867)	.	2	63	7	.	1	.	1	1	1
		S		23-.188-.157-.	<i>Atheta canescens</i> (SHP, 1869)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				23-.188-.158-.	<i>Atheta sordidula</i> (ER., 1837)	.	.	2	.	.	1	1	.	.	.
				23-.188-.159-.	<i>Atheta celata</i> (ER., 1837)	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
			N	23-.188-.165-.	<i>Atheta castanoptera</i> (MANNH., 1831)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				23-.188-.178-.	<i>Atheta aeneicollis</i> (SHP., 1869)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				23-.188-.179-.	<i>Atheta laticollis</i> (STEPH., 1832)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				23-.188-.183-.	<i>Atheta ravilla</i> (ER., 1839)	.	2	5	19	3	2	4	2	1	2
P				23-.188-.188-.	<i>Atheta oblita</i> (ER., 1839)	.	.	4	.	.	.	1	2	.	1
				23-.188-.198-.	<i>Atheta britanniae</i> BERNH.SCHEERP., 1926	.	7	99	23	3	.	.	.	.	.
				23-.188-.199-.	<i>Atheta crassicornis</i> (F., 1792)	9	8	244	67	15	27	47	36	26	42
		S		23-.188-.208-.	<i>Atheta nigripes</i> (THOMS., 1856)	.	3	1	3	.	.	.	.	.	.
				23-.188-.211-.	<i>Atheta marcida</i> (ER., 1837)	20	36	5	23	7	9	13	29	.	4
				23-.188-.223-.	<i>Atheta longicornis</i> (GRAV., 1802)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
		S		23-.1881.010-.	<i>Acrotona muscorum</i> (BRIS., 1860)	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
S	3	S		23-.194-.001-.	<i>Thamiaraea cinnamomea</i> (GRAV., 1802)	88	194	80	275	554	918	510	145	56	789
S	2	S		23-.194-.002-.	<i>Thamiaraea hospita</i> (MÄRK., 1844)	14	17	3	5	29	1	35	3	4	9
R				23-.201-.001-.	<i>Phloeopora teres</i> (GRAV., 1802)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
R				23-.201-.004-.	<i>Phloeopora testacea</i> (MANNH., 1830)	.	1	1	4	.	1	.	1	.	1
R				23-.201-.006-.	<i>Phloeopora corticalis</i> (GRAV., 1802)	2	.	.	1	1	.	2	1	3	4
				23-.203-.003-.	<i>Ilyobates nigricollis</i> (PAYK., 1800)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
	2	S		23-.208-.002-.	<i>Amarochara bonnairei</i> (FAUV., 1865)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				23-.210-.001-.	<i>Ocalea badia</i> ER., 1837	6	1	4	1	3	.	.	1	.	1
				23-.219-.001-.	<i>Mniusa incrassata</i> (MULS.REY, 1852)	.	.	1	.	1	.	.	.	.	3
				23-.223-.009-.	<i>Oxypoda acuminata</i> (STEPH., 1832)	.	2	.	5	.	.	1	.	.	.
				23-.223-.018-.	<i>Oxypoda brevicornis</i> (STEPH., 1832)	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.
				23-.223-.034-.	<i>Oxypoda alternans</i> (GRAV., 1802)	16	53	7	40	17	9	22	21	6	16
		S		23-.223-.046-.	<i>Oxypoda brachyptera</i> (STEPH., 1832)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
				23-.223-.049-.	<i>Oxypoda annularis</i> MANNH, 1830	.	.	.	1	2	.	2	.	2	1
		S	N	23-.223-.050-.	<i>Oxypoda flavicornis</i> KR., 1856	.	.	.	.	.	.	4	1	1	.
				23-.223-.060-.	<i>Oxypoda haemorrhoea</i> (MANNH, 1830)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	S	N	23-.227-.001-.	<i>Stichoglossa semirufa</i> (ER., 1839)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				23-.234-.002-.	<i>Haploglossa villosula</i> (STEPH., 1832)	3	2	.	2	1	1	1	2	1	2
	3			23-.234-.004-.	<i>Haploglossa marginalis</i> (GRAV., 1806)	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.
				23-.235-.001-.	<i>Tinotus morion</i> (GRAV., 1802)	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
				23-.237-.015-.	<i>Aleochara sparsa</i> HEER, 1839	5	14	7	7	10	8	38	70	26	22
		S		23-.237-.016-.	<i>Aleochara stichai</i> LIKOVSKY, 1965	.	.	.	.	.	1	5	.	.	.
		S		23-.237-.026-.	<i>Aleochara sanguinea</i> (L., 1758)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				24-.000-.000-.	Familie PSELAPHIDAE - Palpenkäfer										
R				24-.002-.002-.	<i>Bibloporus bicolor</i> (DENNY, 1825)	6	2	3	6	9	12	10	3	16	26
R		S		24-.002-.003-.	<i>Bibloporus minutus</i> RAFFR., 1914	4	2	2	3	3	.	.	.	.	.
M		S		24-.006-.001-.	<i>Euplectus nanus</i> (REICHB., 1816)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
M		S		24-.006-.003-.	<i>Euplectus piceus</i> MOTSCH., 1835	.	1	.	.	.	.	1	.	1	.
M	2	S		24-.006-.006-.	<i>Euplectus infirmus</i> RAFFR., 1910	.	.	.	.	.	.	7	1	1	1
M		S	B	24-.006-.013-.	<i>Euplectus punctatus</i> MULS., 1861	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
M				24-.006-.015-.	<i>Euplectus karsteni</i> (REICHB., 1816)	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1
M		S		24-.006-.016-.	<i>Euplectus fauveli</i> GUILLB., 1888	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
M	3	S	N	24-.012-.001-.	<i>Trichonyx sulcicollis</i> (REICHB., 1816)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				24-.017-.001-.	<i>Bythinus macropalpus</i> AUBÉ, 1833	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.
				24-.017-.002-.	<i>Bythinus burrelli</i> DENNY, 1825	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.
				24-.018-.008-.	<i>Bryaxis puncticollis</i> (DENNY, 1825)	.	.	1	.	13	5	1	.	1	6
				24-.018-.023-.	<i>Bryaxis curtisii</i> (LEACH, 1817)	7	1	13	1	20	27	6	9	3	2
				24-.018-.032-.	<i>Bryaxis bulbifer</i> (REICHB., 1816)	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.
				24-.019-.001-.	<i>Tychus niger</i> (PAYK., 1800)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				24-.021-.001-.	<i>Brachygluta fossulata</i> (REICHB., 1816)	.	1	.	.	.	.	1	2	.	.
				25-.000-.000-.	Familie LYCIDAE - Rotdeckenkäfer										
M		S		25-.002-.001-.	<i>Pyropterus nigroruber</i> (DEGEER, 1774)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
M		S		25-.004-.001-.	<i>Platycis minutus</i> (F., 1787)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				251.000-.000-.	Familie OMALISIDAE - Rotdeckenkäfer										
				251.001-.001-.	<i>Omalisus fontisbellaquaei</i> GEOFFR. 1785	.	1	.	.	4	.	1	.	.	.
				26-.000-.000-.	Familie LAMPYRIDAE - Leuchtkäfer										
	3			26-.003-.001-.	<i>Phosphaenus hemipterus</i> (GOEZE, 1777)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
				27-.000-.000-.	Familie CANTHARIDAE - Weichkäfer										
				27-.002-.005-.	<i>Cantharis fusca</i> L., 1758	.	4	12	4	.	.	.	.	.	.
				27-.002-.008-.	<i>Cantharis pellucida</i> F., 1792	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.
				27-.002-.009-.	<i>Cantharis fulvicollis</i> F., 1792	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
				27-.002-.018-.	<i>Cantharis nigricans</i> (MÜLL., 1776)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				27-.002-.025-.	<i>Cantharis decipiens</i> BAUDI, 1871	.	.	2	1	.	.	2	1	2	1
				27-.002-.027-.	<i>Cantharis rufa</i> L., 1758	1	7	1	1	.	.	.	.	.	.
				27-.002-.028-.	<i>Cantharis cryptica</i> ASHE, 1947	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				27-.002-.029-.	<i>Cantharis pallida</i> GOEZE, 1777	.	.	.	4	.	.	1	.	.	.
		S	N	27-.0022.002-.	<i>Metacantharis clypeata</i> (ILL., 1798)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				27-.003-.005-.	<i>Absidia rufotestacea</i> (LETZN., 1845)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				27-.005-.001-.	<i>Rhagonycha lutea</i> (MÜLL., 1764)	.	4	4	.	1	.	.	.	2	1
				27-.005-.002-.	<i>Rhagonycha fulva</i> (SCOP., 1763)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				27-.005-.003-.	<i>Rhagonycha translucida</i> (KRYN., 1832)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				27-.005-.005-.	<i>Rhagonycha testacea</i> (L., 1758)	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
				27-.005-.006-.	<i>Rhagonycha limbata</i> THOMS., 1864	.	3	1	1	.	.	.	.	.	.
				27-.005-.008-.	<i>Rhagonycha lignosa</i> (MÜLL., 1764)	.	6	1	.	1	.	1	5	.	.
				27-.005-.014-.	<i>Rhagonycha gallica</i> PIC, 1923	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
		S		27-.006-.001-.	<i>Cratosilis denticollis</i> (SCHUMM., 1844)	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
M				27-.008-.001-.	<i>Malthinus punctatus</i> (GEOFFR., 1785)	1	3	4	2	.	.	.	1	2	.
M				27-.008-.002-.	<i>Malthinus seriepunctatus</i> KIESW., 1851	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
M		S		27-.008-.006-.	<i>Malthinus glabellus</i> KIESW., 1852	.	14	1	.	.	.	.	1	.	.
M		S		27-.008-.010-.	<i>Malthinus frontalis</i> (MARSH., 1802)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
M				27-.009-.012-.	<i>Malthodes minimus</i> (L., 1758)	1	4	6	14	3	5	9	15	21	8
M				27-.009-.016-.	<i>Malthodes marginatus</i> (LATR., 1806)	.	.	.	.	.	4	.	2	2	2
M				27-.009-.024-.	<i>Malthodes spathifer</i> KIESW., 1852	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
M				27-.009-.999-.	<i>Malthodes</i> sp.	1	4	1	.	.	.	1	.	1	.
				29-.000-.000-.	Familie MALACHIIDAE - Zipfelkäfer										
H				29-.006-.0032.	<i>Malachius bipustulatus</i> (L., 1758)	2	1	5	4	2	.	.	1	7	.
	3		B	29-.0063.006-.	<i>Clanoptilus elegans</i> (OL., 1790)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				29-.007-.002-.	<i>Anthocomus fasciatus</i> (L., 1758)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				29-.014-.003-.	<i>Axinotarsus marginalis</i> (CAST., 1840)	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.
				30-.000-.000-.	Familie MELYRIDAE - Wollhaarkäfer										
R				30-.002-.001-.	<i>Aplocnemus impressus</i> (MARSH., 1802)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
R				30-.002-.002-.	<i>Aplocnemus nigricornis</i> (F., 1792)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
R				30-.005-.005-.	<i>Dasytes cyaneus</i> (F., 1775)	.	.	.	1	.	.	.	2	1	.
R				30-.005-.007-.	<i>Dasytes virens</i> (MARSH., 1802)	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
R				30-.005-.008-.	<i>Dasytes plumbeus</i> (MÜLL., 1776)	9	22	13	14	4	.	4	2	1	2
		S		30-.007-.001-.	<i>Dolichosoma lineare</i> (ROSSI, 1794)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				31-.000-.000-.	Familie CLERIDAE - Buntkäfer										
H	3			31-.002-.001-.	<i>Tillus elongatus</i> (L., 1758)	15	4	9	1	7	.	2	15	3	.
R				31-.007-.001-.	<i>Thanasimus formicarius</i> (L., 1758)	.	1	.	.	.	3	1	.	1	.
				321.000-.000-.	Familie TROGOSSITIDAE - Flachkäfer										
R				321.001-.001-.	<i>Nemosoma elongatum</i> (L., 1761)	.	.	.	.	1	.	.	2	4	.
				33-.000-.000-.	Familie LYMEXYLONIDAE - Werftkäfer										
H				33-.001-.001-.	<i>Hylecoetus dermestoides</i> (L., 1761)	3	5	2	.	6	1	2	2	2	3

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
34-.000-.000-. Familie ELATERIDAE - Schnellkäfer															
M		S		34-.001-.019-. <i>Ampedus pomorum</i> (HBST., 1784)		.	1	.	.	.	1	.	1	.	.
M	3	S	N	34-.001-.021-. <i>Ampedus nigroflavus</i> (GOEZE, 1777)		.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				34-.009-.001-. <i>Dalopius marginatus</i> (L., 1758)		.	.	.	1	2	.	.	1	.	.
				34-.010-.002-. <i>Agriotes pallidulus</i> (ILL., 1807)		7	1	6	14	8	1	2	1	4	.
				34-.010-.003-. <i>Agriotes acuminatus</i> (STEPH., 1830)		44	18	9	27	6	.	1	5	5	28
				34-.010-.007-. <i>Agriotes pilosellus</i> (SCHÖNH., 1817)		3	2	5	.	1	.	.	.	.	.
				34-.010-.011-. <i>Agriotes obscurus</i> (L., 1758)		.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				34-.010-.014-. <i>Agriotes sputator</i> (L., 1758)		.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
M				34-.016-.002-. <i>Melanotus rufipes</i> (HBST., 1784)		14	3	10	10	5	2	7	12	17	9
M		S		34-.016-.003-. <i>Melanotus castanipes</i> (PAYK., 1800)		.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
H		S		34-.030-.001-. <i>Calambus bipustulatus</i> (L., 1767)		7	4	.	.	.	1	1	.	.	2
H	3			34-.031-.001-. <i>Hypoganus inunctus</i> (LACORD., 1835)		3	7	1	1	1	1	2	2	2	.
M	2			34-.033-.002-. <i>Denticollis rubens</i> PILL.MITT., 1783		.	.	.	.	.	.	1	.	2	1
M				34-.033-.004-. <i>Denticollis linearis</i> (L., 1758)		1	1	.	10	3	2	3	.	5	5
				34-.034-.001-. <i>Cidnopus pilosus</i> (LESKE, 1785)		.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
				34-.0341.001-. <i>Kibunea minutus</i> (L., 1758)		1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				34-.041-.001-. <i>Athous haemorrhoidalis</i> (F., 1801)		9	29	11	6	9	1	49	15	14	2
				34-.041-.002-. <i>Athous vittatus</i> (F., 1792)		15	54	17	23	14	3	20	46	25	7
				34-.041-.003-. <i>Athous subfuscus</i> (MÜLL., 1767)		1	2	5	.	1	1	.	2	4	.
				34-.041-.011-. <i>Athous bicolor</i> (GOEZE, 1777)		1	1	1	1	2	2	1	1	.	.
36-.000-.000-. Familie EUCNEMIDAE - Kammkäfer															
H				36-.001-.001-. <i>Melasis buprestoides</i> (L., 1761)		4	3	2	.	1	1	.	.	3	.
H	3			36-.003-.001-. <i>Eucnemis capucina</i> AHR., 1812		4	1	1	.	.	1	.	.	1	.
H	3	S		36-.008-.002-. <i>Dirhagus pygmaeus</i> (F., 1792)		.	7	1	2	2	.	.	.	5	.
H	3	S		36-.008-.004-. <i>Dirhagus lepidus</i> (ROSH., 1847)		.	.	2	.	.	1	1	5	5	.
H		S		36-.0101.001-. <i>Epiphanis cornutus</i> ESCHZ., 1829		.	1	.	.	1	.	.	.	.	.
H	3	S		36-.011-.001-. <i>Hylis olexai</i> PALM, 1955		.	.	14	2	2	.	.	1	3	.
H	3	S		36-.011-.002-. <i>Hylis cariniceps</i> RTT., 1902		.	4	2	.	1	.	.	.	.	.
H		S		36-.011-.003-. <i>Hylis foveicollis</i> (THOMS., 1874)		1	.	3	1	1	.	1	1	1	1
37-.000-.000-. Familie THROSCIDAE - Hüpfkäfer															
				37-.001-.002-. <i>Trixagus dermestoides</i> (L., 1767)		4	1	.	.	1	.	1	4	1	3
			S	37-.001-.0033. <i>Trixagus meyerbohmi</i> LESEIGNEUR, 2005		1	.	.	.	.	.	1	3	3	.
			S	37-.001-.006-. <i>Trixagus obtusus</i> (CURT., 1827)		2	4	1	4	2	5	12	.	.	23
			S	37-.002-.001-. <i>Aulonothroscus brevicollis</i> (BONV., 1859)		25	1	.	.	.	.	6	3	.	5
38-.000-.000-. Familie BUPRESTIDAE - Prachtkäfer															
R				38-.020-.004-. <i>Agrilus laticornis</i> (ILL., 1803)		.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
H		S		38-.020-.011-. <i>Agrilus olivicolor</i> KIESW., 1857		.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
381.000-.000-. Familie CLAMBIDAE - Punktkäfer															
			S	381.002-.0011. <i>Clambus simsoni</i> BLACKBURN, 1902		1	.	.	.	1	.	.	.	.	.
			S	381.002-.002-. <i>Clambus punctulum</i> (BECK, 1817)		.	2	5	.	1	1	.	2	1	.
				381.002-.007-. <i>Clambus armadillo</i> (DEGEER, 1774)		1	.	2	1	.	.	1	.	1	.
40-.000-.000-. Familie SCIRTIDAE - Sumpffieberkäfer															
				40-.002-.001-. <i>Microcara testacea</i> (L., 1767)		.	.	.	1	1	.	.	.	.	.
				40-.003-.001-. <i>Cyphon coarctatus</i> PAYK., 1799		.	.	1	2	1	2	14	.	.	.
			S	40-.003-.006-. <i>Cyphon ochraceus</i> STEPH., 1830		.	.	.	3	12	1	1	.	.	1
			S	40-.003-.008-. <i>Cyphon phragmitetica</i> LA NYH., 1955		.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				40-.003-.011-. <i>Cyphon padi</i> (L., 1758)		.	.	.	.	.	.	1	.	.	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
44-.000-.000-. Familie HETEROCERIDAE - Sägekäfer															
				44-.002-.006-. <i>Heterocerus fenestratus</i> (THUNB., 1784)		.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
45-.000-.000-. Familie DERMESTIDAE - Speckkäfer															
N	3			45-.006-.001-. <i>Megatoma undata</i> (L., 1758)		.	.	.	.	.	.	.	1	1	1
				45-.007-.001-. <i>Ctesias serra</i> (F., 1792)		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				45-.008-.007-. <i>Anthrenus verbasci</i> (L., 1767)		39	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				45-.008-.014-. <i>Anthrenus fuscus</i> OL., 1789		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
47-.000-.000-. Familie BYRRHIDAE - Pillenkäfer															
				47-.012-.001-. <i>Porcinolus murinus</i> (F., 1794)		.	1	.	.	.	.	.	1	.	.
		S		47-.014-.001-. <i>Chaetophora spinosa</i> (ROSSI, 1794)		.	1	3	.	.	.	.	1	.	.
49-.000-.000-. Familie BYTURIDAE - Blütenfresser															
				49-.001-.001-. <i>Byturus tomentosus</i> (DEGEER, 1774)		2	3	.	2	3	11	2	6	18	7
				49-.001-.002-. <i>Byturus ochraceus</i> (SCRIBA, 1790)		11	22	1	7	22	4	14	2	1	36
491.000-.000-. Familie BOTHRIDERIDAE - Schwielenkäfer															
R	1	S		491.003-.002-. <i>Oxylaemus variolosus</i> (DUF., 1843)		.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
492.000-.000-. Familie CERYLONIDAE - Rindenkäfer															
M				492.002-.001-. <i>Cerylon fagi</i> BRIS., 1867		12	9	11	5	22	16	38	121	67	13
M				492.002-.002-. <i>Cerylon histeroides</i> (F., 1792)		2	5	5	4	6	6	18	31	33	29
M				492.002-.003-. <i>Cerylon ferrugineum</i> STEPH., 1830		10	3	18	6	7	11	17	47	60	14
493.000-.000-. Familie SPHAEROSOMATIDAE - Kugelkäfer															
				493.001-.007-. <i>Sphaerosoma pilosum</i> (PANZ., 1793)		1	.	1	2	1	.	.	2	1	.
		S		493.001-.008-. <i>Sphaerosoma piliferum</i> (MÜLL., 1821)		.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
50-.000-.000-. Familie NITIDULIDAE - Glanzkäfer															
R				50-.006-.002-. <i>Carpophilus sexpustulatus</i> (F., 1791)		8	7	8	4	10	2	5	4	1	4
				50-.008-.005-. <i>Meligethes flavimanus</i> STEPH., 1830		1	1	.	5	.	.	2	.	.	.
				50-.008-.011-. <i>Meligethes coracinus</i> STURM, 1845		.	.	.	.	.	1	.	.	1	.
		S		50-.008-.013-. <i>Meligethes coeruleovirens</i> FÖRST., 1849		.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				50-.008-.014-. <i>Meligethes aeneus</i> (F., 1775)		78	44	98	120	34	13	39	54	71	15
				50-.008-.016-. <i>Meligethes viridescens</i> (F., 1787)		.	2	1	28	18	2	2	1	1	2
				50-.008-.030-. <i>Meligethes brunnicornis</i> STURM, 1845		.	.	.	.	2	1	.	.	.	4
				50-.008-.055-. <i>Meligethes carinulatus</i> FÖRSTER, 1849		.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
				50-.009-.001-. <i>Epuraea melanocephala</i> (MARSH., 1802)		.	2	.	.	.	1	1	.	.	1
S		S		50-.009-.002-. <i>Epuraea guttata</i> (OL., 1811)		22	40	26	51	26	126	191	60	63	256
S		S		50-.009-.003-. <i>Epuraea fuscicollis</i> (STEPH., 1832)		10	19	7	.	7	.	1	.	.	.
R				50-.009-.005-. <i>Epuraea neglecta</i> (HEER, 1841)		.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
R				50-.009-.007-. <i>Epuraea pallescens</i> (STEPH., 1832)		1	.	.	.	.	.	1	.	1	.
R				50-.009-.015-. <i>Epuraea marseuli</i> RTT., 1872		2	4	6	3	7	1	1	2	2	4
R			B	50-.009-.016-. <i>Epuraea pygmaea</i> (GYLL., 1808)		.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
R		S		50-.009-.018-. <i>Epuraea binotata</i> RTT., 1872		.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
R		S		50-.009-.020-. <i>Epuraea terminalis</i> (MANNH, 1843)		1	.	.	.	.	1	.	.	.	1
				50-.009-.027-. <i>Epuraea unicolor</i> (OL., 1790)		.	3	3	4	7	8	11	7	15	10
P				50-.009-.028-. <i>Epuraea variegata</i> (HBST., 1793)		1	.	1	1	.	1	.	.	1	.
				50-.009-.033-. <i>Epuraea aestiva</i> (L., 1758)		2	3	.	1	.	.	2	2	5	.
		S		50-.009-.038-. <i>Epuraea ocularis</i> FAIRM., 1849		.	.	.	.	.	1	1	1	.	2
		S		50-.013-.001-. <i>Soronia punctatissima</i> (ILL., 1794)		2	1	.	1	1	.	.	1	.	.
				50-.013-.002-. <i>Soronia grisea</i> (L., 1758)		5	20	15	21	11	61	73	106	52	63
				50-.015-.001-. <i>Pocadius ferrugineus</i> (F., 1775)		1	.	.	5	.	.	.	.	1	.
				50-.015-.002-. <i>Pocadius adustus</i> RTT., 1888		1	.	3	.	.	.	.	.	1	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
P				50-.019-.002-.	<i>Cychramus luteus</i> (F., 1787)	24	10	1	1	1	4	16	52	2	1
S				50-.020-.001-.	<i>Cryptarcha strigata</i> (F., 1787)	.	.	.	3	3	138	321	69	75	244
S				50-.020-.002-.	<i>Cryptarcha undata</i> (OL., 1790)	2	2	1	.	.	91	1106	240	64	173
R				50-.021-.001-.	<i>Glischrochilus quadriguttatus</i> (F., 1776)	45	90	59	64	111	20	45	24	16	25
				50-.021-.002-.	<i>Glischrochilus hortensis</i> (GEOFFR., 1785)	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1
R				50-.021-.003-.	<i>Glischrochilus quadripunctatus</i> (L., 1758)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
R				50-.022-.001-.	<i>Pityophagus ferrugineus</i> (L., 1761)	2	1	.	1	1	.	1	1	.	1
501.000-.000-. Familie KATERETIDAE - Riedgrasglanzkäfer															
				501.001-.001-.	<i>Kateretes pedicularius</i> (L., 1758)	.	.	.	.	3	.	1	.	.	.
				501.001-.003-.	<i>Kateretes rufilabris</i> (LATR., 1807)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				501.002-.001-.	<i>Heterhelus scutellaris</i> (HEER, 1841)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				501.003-.001-.	<i>Brachypterus urticae</i> (F., 1792)	1	.	19	.	5	.	2	215	1	2
			N	501.005-.002-.	<i>Brachypterolus linariae</i> (STEPH., 1830)	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.
52-.000-.000-. Familie MONOTOMIDAE - Rindenglanzkäfer															
				52-.0001-.003-.	<i>Monotoma angusticollis</i> (GYLL., 1827)	.	.	.	50	.	.	.	.	.	.
				52-.0001-.005-.	<i>Monotoma picipes</i> HBST., 1793	2	2	1	1	.	.	.	1	.	.
				52-.0001-.009-.	<i>Monotoma longicollis</i> (GYLL., 1827)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
R				52-.001-.003-.	<i>Rhizophagus depressus</i> (F., 1792)	.	.	.	1	2	.	.	1	1	.
R				52-.001-.006-.	<i>Rhizophagus perforatus</i> ER., 1845	7	34	81	23	27	5	2	2	1	4
R				52-.001-.008-.	<i>Rhizophagus dispar</i> (PAYK., 1800)	.	1	6	1	1	6	.	3	2	1
R				52-.001-.009-.	<i>Rhizophagus bipustulatus</i> (F., 1792)	20	120	40	20	37	18	87	199	57	63
R		S		52-.001-.010-.	<i>Rhizophagus nitidulus</i> (F., 1798)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
R		S		52-.001-.012-.	<i>Rhizophagus parvulus</i> (PAYK., 1800)	1	.	.	.	.	.	1	3	.	.
53-.000-.000-. Familie CUCUJIDAE - Plattkäfer															
R		S		53-.015-.001-.	<i>Pediacus depressus</i> (HBST., 1797)	1	3	6	.	.	1	1	1	2	3
R	1	S		53-.015-.002-.	<i>Pediacus dermestoides</i> (F., 1792)	6	7	8	3	10	19	5	9	7	10
531.000-.000-. Familie SILVANIDAE - Raubplattkäfer															
				531.004-.001-.	<i>Ahasverus advena</i> (WALTL, 1834)	4	.	2	.	.	.	.	.	.	.
R		S		531.006-.001-.	<i>Silvanus bidentatus</i> (F., 1792)	1	.	1	2	1	.	1	.	1	5
R				531.006-.002-.	<i>Silvanus unidentatus</i> (F., 1792)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
R		S		531.007-.001-.	<i>Silvanoprus fagi</i> (GUER., 1844)	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.
R				531.011-.001-.	<i>Uleiota planata</i> (L., 1761)	4	1	4	.	.	5	5	1	3	12
54-.000-.000-. Familie EROTYLIDAE - Pilzkäfer															
P				54-.002-.003-.	<i>Triplax russica</i> (L., 1758)	2	.	4	.	.	.	.	.	1	.
P	2	S		54-.002-.008-.	<i>Triplax lepida</i> (FALD., 1835)	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
P	1	S		54-.002-.009-.	<i>Triplax rufipes</i> (F., 1775)	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.
P				54-.003-.004-.	<i>Dacne bipustulata</i> (THUNB., 1781)	1	.	3	.	.	.	.	1	.	1
541.000-.000-. Familie BIPHYLLIDAE - Buchenpilzkäfer															
P		S		541.002-.001-.	<i>Diplocoelus fagi</i> GUER., 1844	1	1	3	.	2	2	2	8	5	1
55-.000-.000-. Familie CRYPTOPHAGIDAE - Schimmelkäfer															
P	3	S		55-.007-.001-.	<i>Pteryngium crenatum</i> (F., 1798)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
				55-.008-.019-.	<i>Cryptophagus pubescens</i> STURM, 1845	3	.	1	2	3	.	1	1	1	2
N	2	S	B	55-.008-.020-.	<i>Cryptophagus micaceus</i> REY, 1889	.	.	.	.	.	5	7	4	1	6
				55-.008-.027-.	<i>Cryptophagus dentatus</i> (HBST., 1793)	27	31	51	11	36	26	51	39	27	78
				55-.008-.030-.	<i>Cryptophagus distinguendus</i> STURM, 1845	.	.	3	.	.	.	3	2	.	.
				55-.008-.034-.	<i>Cryptophagus scanicus</i> (L., 1758)	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1
				55-.008-.035-.	<i>Cryptophagus pallidus</i> STURM, 1845	3	5	8	4	1	.	5	14	5	1

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
				55-.008-.039-.	<i>Cryptophagus scutellatus</i> NEWM., 1834	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
				55-.008-.042-.	<i>Cryptophagus pilosus</i> GYLL., 1827	2	3	.	2	1	.	.	2	.	.
				55-.014-.011-.	<i>Atomaria pusilla</i> (PAYK., 1798)	1	.	1	.	.	.	1	.	.	.
				55-.014-.014-.	<i>Atomaria fuscata</i> (SCHÖNH., 1808)	.	3	6	2	3	2	7	4	1	1
				55-.014-.016-.	<i>Atomaria lewisi</i> RTT., 1877	8	.	35	.	1	.	.	.	.	.
				55-.014-.025-.	<i>Atomaria atricapilla</i> STEPH., 1830	2	2	13	.	.	.	.	.	.	.
P		S		55-.014-.033-.	<i>Atomaria turgida</i> ER., 1846	2	.	1	2	3	1	1	.	.	5
				55-.014-.036-.	<i>Atomaria testacea</i> STEPH., 1830	.	1	2	1	.	.	.	.	.	.
P	3	S	B	55-.014-.041-.	<i>Atomaria diluta</i> ER., 1846	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				55-.014-.045-.	<i>Atomaria nigrirostris</i> STEPH., 1830	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2
P		S		55-.014-.051-.	<i>Atomaria pulchra</i> ER., 1846	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
P	2	S		55-.014-.054-.	<i>Atomaria bella</i> RTT., 1875	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
		S		55-.016-.0011.	<i>Ephistemus reitteri</i> CASEY, 1900	84	5	27	1	.	.	.	.	.	.
551.000-.000-. Familie LANGURIIDAE - Getreidekäfer															
		S		551.005-.001-.	<i>Cryptophilus integer</i> (HEER, 1838)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
56-.000-.000-. Familie PHALACRIDAE - Glattkäfer															
				56-.002-.001-.	<i>Olibrus aeneus</i> (F., 1792)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				56-.002-.010-.	<i>Olibrus liquidus</i> ER, 1845	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				56-.003-.001-.	<i>Stilbus testaceus</i> (PANZ., 1797)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				56-.003-.002-.	<i>Stilbus atomarius</i> (L., 1767)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
561.000-.000-. Familie LAEMOPHLOEIDAE - Halsplattkäfer															
R				561.002-.001-.	<i>Placonotus testaceus</i> (F., 1787)	4	3	3	.	3	.	1	1	2	2
R		S		561.004-.001-.	<i>Cryptolestes duplicatus</i> (WALTL, 1839)	.	7	1	.	2	.	.	.	.	.
58-.000-.000-. Familie LATRIDIIDAE - Moderkäfer															
P	3	S		58-.003-.0081.	<i>Latridius hirtus</i> (GYLL., 1827)	5	1	3	2	1	1	2	5	2	4
P	1	S		58-.003-.0101.	<i>Latridius consimilis</i> (MANNH, 1844)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
P	3	S		58-.004-.009-.	<i>Enicmus brevicornis</i> (MANNH, 1844)	.	.	.	.	.	.	1	.	2	.
P		S		58-.004-.010-.	<i>Enicmus fungicola</i> THOMS., 1868	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				58-.004-.012-.	<i>Enicmus rugosus</i> (HBST., 1793)	5	4	8	4	5	8	11	7	5	9
P	2	S		58-.004-.013-.	<i>Enicmus testaceus</i> (STEPH., 1830)	2	13	28	9	10	15	14	81	54	14
				58-.004-.014-.	<i>Enicmus transversus</i> (OL., 1790)	1	1	1	3	.	4	2	3	.	1
				58-.004-.015-.	<i>Enicmus histrio</i> JOYTOMLIN, 1910	2	7	1	3	1	2	.	3	.	.
P	2	S		58-.004-.016-.	<i>Enicmus atriceps</i> HANSEN, 1962	.	.	.	.	.	.	1	1	4	.
				58-.0041.001-.	<i>Dienerella elongata</i> (CURT., 1830)	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.
		S		58-.0041.0021.	<i>Dienerella clathrata</i> (MANNH., 1844)	1	4	2	1	3	7	9	42	6	.
				58-.005-.0011.	<i>Cartodere constricta</i> (GYLL., 1827)	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				58-.005-.0031.	<i>Cartodere nodifer</i> (WESTW., 1839)	2	1	14	5	7	6	2	3	4	2
				58-.0061.002-.	<i>Stephostethus angusticollis</i> (GYLL., 1827)	1	1	.	.	.	1	.	.	1	.
P		S		58-.0061.006-.	<i>Stephostethus alternans</i> (MANNH., 1844)	.	.	.	3	1	.	1	.	.	.
P				58-.0061.007-.	<i>Stephostethus rugicollis</i> (OL., 1790)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
P		S		58-.007-.016-.	<i>Corticaria linearis</i> (PAYK., 1798)	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.
M		S		58-.007-.018-.	<i>Corticaria longicollis</i> (ZETT., 1838)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				58-.007-.021-.	<i>Corticaria elongata</i> (GYLL., 1827)	1	2	.	1	2	1	.	1	.	3
				58-.008-.002-.	<i>Corticarina similata</i> (GYLL., 1827)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				58-.008-.005-.	<i>Corticarina fuscula</i> (GYLL., 1827)	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.
				58-.0081.001-.	<i>Cortinicara gibbosa</i> (HBST., 1793)	7	30	6	2	11	15	27	2	3	6
				58-.009-.0011.	<i>Melanophthalma curticollis</i> (MANNH., 1844)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
59-.000-.000-. Familie MYCETOPHAGIDAE - Baumschwammkäfer															
P	3	S		59-.002-.001-. <i>Triphyllus bicolor</i> (F., 1792)		2	.	2	79	2	1	6	4	1	.
P				59-.003-.001-. <i>Litargus connexus</i> (GEOFFR., 1785)		30	26	13	1	4	4	10	64	28	3
P		S		59-.003-.002-. <i>Litargus balteatus</i> LEC., 1856		2	1	3	1	.	2	1	3	5	3
P		S		59-.004-.001-. <i>Mycetophagus quadripustulatus</i> (L., 1761)		.	1	6	.	2	.	.	.	5	.
P	1	S	N	59-.004-.002-. <i>Mycetophagus ater</i> (RTT., 1879)		.	.	1	.	.	.	.	1	.	.
P	3			59-.004-.003-. <i>Mycetophagus piceus</i> (F., 1792)		4	7	1	2	3	8	5	7	6	14
P				59-.004-.006-. <i>Mycetophagus atomarius</i> (F., 1792)		.	.	5	1	.	.	.	.	.	.
		S		59-.004-.007-. <i>Mycetophagus quadriguttatus</i> MÜLL., 1821		.	.	2	.	.	.	.	.	1	.
P	3	S		59-.004-.008-. <i>Mycetophagus multipunctatus</i> F., 1792		1	.	1	.	1	1	.	5	9	.
P	2	S		59-.004-.010-. <i>Mycetophagus populi</i> F., 1798		2	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				59-.005-.001-. <i>Typhaea stercorea</i> (L., 1758)		.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
60-.000-.000-. Familie COLYDIIDAE - Rindenkäfer															
R				60-.013-.001-. <i>Synchita humeralis</i> (F., 1792)		3	2	.	2	.	.	.	2	.	.
P	3			60-.014-.001-. <i>Cicones variegatus</i> (HELLW., 1792)		2	.	16	.	2	2	1	3	12	8
P	3	S	N	60-.014-.003-. <i>Cicones undatus</i> (GUER., 1844)		.	.	.	.	.	.	.	4	.	.
R	3	S		60-.018-.001-. <i>Colydium elongatum</i> (F., 1787)		1	.	1	.	.	.	.	.	1	.
601-.000-.000-. Familie CORYLOPHIDAE - Faulholzkäfer															
				601-.004-.001-. <i>Sericoderus lateralis</i> (GYLL., 1827)		1	2	2	1	.	.	1	.	.	.
P		S		601-.008-.004-. <i>Orthoperus mundus</i> MATTH., 1885		10	5	8	2	2	7	3	3	5	9
62-.000-.000-. Familie COCCINELLIDAE - Marienkäfer															
				62-.006-.002-. <i>Rhyzobius chrysomeloides</i> (HBST., 1792)		.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				62-.008-.009-. <i>Scymnus rubromaculatus</i> (GOEZE, 1777)		.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				62-.008-.010-. <i>Scymnus haemorrhoidalis</i> HBST., 1797		.	.	.	.	.	1	1	2	.	.
				62-.017-.001-. <i>Aphidecta obliterata</i> (L., 1758)		1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				62-.023-.002-. <i>Adalia decempunctata</i> (L., 1758)		.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				62-.025-.003-. <i>Coccinella septempunctata</i> L., 1758		1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		S		62-.028-.002-. <i>Harmonia axyridis</i> (PALLAS, 1773)		1	2	1	1	.	.	.	.	.	.
		S		62-.031-.001-. <i>Calvia decemguttata</i> (L., 1767)		1	.	1	1	1	1	5	1	2	1
				62-.032-.001-. <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (L., 1758)		.	.	.	1	1	.	.	.	2	.
	3			62-.035-.001-. <i>Halyzia sedecimguttata</i> (L., 1758)		.	1	1	1	.	.	.	.	.	.
	3	S		62-.036-.001-. <i>Vibidia duodecimguttata</i> (PODA, 1761)		.	1	1	.	1	1	.	3	2	1
				62-.037-.001-. <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (L., 1758)		.	1	.	1	.	.	.	1	3	.
63-.000-.000-. Familie ASPIDIPHORIDAE - Staubpilzkäfer															
P				63-.001-.001-. <i>Sphindus dubius</i> (GYLL., 1808)		.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
P				63-.002-.001-. <i>Arpidiphorus orbiculatus</i> (GYLL., 1808)		.	.	3	.	.	2	1	4	.	2
65-.000-.000-. Familie CISIDAE - Schwammkäfer															
P				65-.001-.001-. <i>Octotemnus glabriculus</i> (GYLL., 1827)		.	3	18	5	.	25	6	30	60	2
P	3	S		65-.003-.001-. <i>Ropalodontus perforatus</i> (GYLL., 1813)		.	1	1	1	.	.	.	.	.	.
P				65-.005-.001-. <i>Sulcacis affinis</i> (GYLL., 1827)		.	.	3	.	.	.	.	.	.	.
P				65-.005-.003-. <i>Sulcacis fronticornis</i> (PANZ., 1809)		.	.	2	.	.	.	.	.	.	1
P				65-.006-.002-. <i>Cis nitidus</i> (F., 1792)		.	.	17	1	1	4	8	.	47	.
P				65-.006-.007-. <i>Cis hispidus</i> (PAYK., 1798)		.	1	.	1	4	1	1	.	2	3
P				65-.006-.011-. <i>Cis boleti</i> (SCOP., 1763)		4	4	36	1	2	5	4	6	9	3
P		S		65-.006-.015-. Cis castaneus MELL., 1848		6	7	16	.	2	3	19	2	6	7
P		S		65-.006-.017-. <i>Cis bidentatus</i> (OL., 1790)		.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
P				65-.0061.001-. <i>Orthocis alni</i> (GYLL., 1813)		.	1	.	.	.	.	1	.	1	.
P				65-.0061.008-. <i>Orthocis festivus</i> (PANZ., 1793)		3	4	.	5	.	2	.	.	.	5
P				65-.007-.002-. <i>Ennearthron cornutum</i> (GYLL., 1827)		.	1	.	1	1	9	.	5	3	8

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
68-.000-.000-. Familie ANOBIIDAE - Pochkäfer															
H				68-.001-.002-. <i>Hedobia imperialis</i> (L., 1767)		1	.	.	1	.	.	.	2	.	.
H	3			68-.004-.002-. <i>Ochina ptinoides</i> (MARSH., 1802)		.	.	.	1	.	1	.	.	.	18
H				68-.005-.001-. <i>Xestobium plumbeum</i> (ILL., 1801)		1	1	.	.	.	.	.	3	.	.
H				68-.005-.002-. <i>Xestobium rufovillosum</i> (DEGEER, 1774)		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
H				68-.007-.012-. <i>Ernobius mollis</i> (L., 1758)		2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				68-.009-.001-. <i>Stegobium paniceum</i> (L., 1758)		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
H	2	S		68-.010-.002-. <i>Gastrallus laevigatus</i> (OL., 1790)		1	3	1	.	1	.	.	.	.	.
H	3	S		68-.012-.003-. <i>Anobium inexpectatum</i> LOHSE, 1954		.	.	.	1	.	.	.	.	.	3
H				68-.012-.004-. <i>Anobium nitidum</i> F., 1792		1	1	6	.	1	.	1	.	1	2
H				68-.012-.005-. <i>Anobium costatum</i> ARRAG., 1830		.	.	.	1	.	1	.	1	.	.
H				68-.012-.006-. <i>Anobium fulvicorne</i> STURM, 1837		.	5	1	2	.	1	3	3	1	1
H	3	S		68-.012-.011-. <i>Anobium denticolle</i> (CREUTZ., 1796)		3	.	5	.	.	.	1	1	.	1
H				68-.014-.001-. <i>Ptilinus pectinicornis</i> (L., 1758)		58	29	35	3	88	5	5	168	41	1
H	3	S		68-.022-.003-. <i>Dorcatoma chrysomelina</i> STURM, 1837		1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
P		S		68-.022-.0042. <i>Dorcatoma minor</i> ZAHRADNIK, 1993		.	.	4	.	1	.	.	.	2	.
P	3	S		68-.022-.006-. <i>Dorcatoma dresdensis</i> HBST., 1792		1	.	3	.	.	.	.	.	.	.
P	2	S		68-.022-.007-. <i>Dorcatoma robusta</i> STRAND, 1938		.	.	2	.	.	.	.	.	2	.
69-.000-.000-. Familie PTINIDAE - Diebskäfer															
H				69-.008-.004-. <i>Ptinus rufipes</i> OL., 1790		.	13	13	.	.	.	.	.	4	.
		S		69-.008-.013-. <i>Ptinus subpilosus</i> STURM, 1837		10	9	48	2	.	3	5	10	15	10
70-.000-.000-. Familie OEDEMERIDAE - Scheinbockkäfer															
H		S		70-.007-.0021. <i>Ischnomera cyanea</i> (F., 1792)		.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
711-.000-.000-. Familie SALPINGIDAE - Scheinrüssler															
R				711-.005-.001-. <i>Vincenzellus ruficollis</i> (PANZ., 1794)		11	1	2	.	.	1	.	.	4	.
R				711-.006-.002-. <i>Salpingus planirostris</i> (F., 1787)		7	5	4	4	1	1	3	2	.	1
R				711-.006-.003-. <i>Salpingus ruficollis</i> (L., 1761)		11	18	12	8	22	3	7	5	8	3
72-.000-.000-. Familie PYROCHROIDAE - Feuerkäfer															
R				72-.001-.001-. <i>Pyrochroa coccinea</i> (L., 1761)		.	.	3	.	.	.	.	.	.	.
R				72-.001-.002-. <i>Pyrochroa serraticornis</i> (SCOP., 1763)		.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
73-.000-.000-. Familie SCRAPTIIDAE - Seidenkäfer															
H	3	S		73-.001-.003-. <i>Scraptia fuscula</i> MÜLL., 1821		.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
H	2	S		73-.003-.001-. <i>Cyrtanaspis phalerata</i> (GERM., 1831)		.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
H				73-.004-.001-. <i>Anaspis humeralis</i> (F., 1775)		.	.	2	4	1	.	.	1	1	.
H	3	S		73-.004-.006-. <i>Anaspis lurida</i> STEPH., 1832		.	.	1	.	.	.	1	.	.	.
H				73-.004-.010-. <i>Anaspis maculata</i> (GEOFFR., 1785)		19	2	23	22	11	.	2	1	20	.
H				73-.004-.012-. <i>Anaspis thoracica</i> (L., 1758)		5	1	3	3	1	1	2	1	2	5
H	2	S		73-.004-.013-. <i>Anaspis ruficollis</i> (F., 1792)		1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H				73-.004-.019-. <i>Anaspis rufilabris</i> (GYLL., 1827)		22	8	18	45	11	3	7	21	120	8
H				73-.004-.022-. <i>Anaspis flava</i> (L., 1758)		4	2	3	6	3	.	1	2	2	.
74-.000-.000-. Familie ADERIDAE - Baummulmkäfer															
M	2	S		74-.003-.002-. <i>Euglenes oculatus</i> (PAYK., 1798)		2	2	.	.	3	2	.	.	.	.
75-.000-.000-. Familie ANTHICIDAE - Halskäfer															
				75-.0043.002-. <i>Omonadus floralis</i> (L., 1758)		.	6	1	.	.	.	.	.	.	.
		S		75-.0043.003-. <i>Omonadus formicarius</i> (GOEZE, 1777)		2	.	3	.	.	.	.	1	1	.
79-.000-.000-. Familie MORDELLIDAE - Stachelkäfer															
H	3			79-.003-.006-. <i>Mordella aculeata</i> L., 1758		1	.	.	1	3	.	.	.	.	.
H				79-.012-.001-. <i>Mordellochroa abdominalis</i> (F., 1775)		8	1	7	4	4	.	2	3	1	3

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
				80-.000-.000-	Familie MELANDRYIDAE - Dusterkäfer										
P				80-.004-.001-	Hallomenus binotatus (QUENSEL, 1790)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
P				80-.005-.002-	Orchesia micans (PANZ., 1794)	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.
H				80-.005-.006-	Orchesia undulata KR., 1853	2	.	.	.	1	2	2	.	.	2
H	3	S		80-.006-.001-	Anisoxya fuscula (ILL., 1798)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H	3			80-.016-.001-	Melandrya caraboides (L., 1761)	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.
H				80-.018-.001-	Conopalpus testaceus (OL., 1790)	.	1	2	1	.	.	.	.	.	.
				801.000-.000-	Familie TETRATOMIDAE - Keulendusterkäfer										
P				801.001-.001-	Tetratoma fungorum F., 1790	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
P	1	S	N	801.001-.002-	Tetratoma desmarestii LATR., 1807	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
P	3			801.001-.003-	Tetratoma ancora F., 1790	.	1	.	1	.	.	2	.	1	.
				81-.000-.000-	Familie LAGRIIDAE - Wollkäfer										
				81-.001-.001-	Lagria hirta (L., 1758)	.	2	.	.	1	.	.	1	3	1
		S		81-.001-.002-	Lagria atripes MULS.GUILLB., 1855	3	11	7	.	.	.	.	.	.	.
				82-.000-.000-	Familie ALLECULIDAE - Pflanzenkäfer										
M	3			82-.003-.001-	Prionychus ater (F., 1775)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
H				82-.008-.011-	Mycetochara linearis (ILL., 1794)	38	10	.	.	.	.	1	140	63	.
				83-.000-.000-	Familie TENEBRIONIDAE - Schwarzkäfer										
P	3	S		83-.014-.001-	Bolitophagus reticulatus (L., 1767)	.	.	5	.	.	.	.	1	4	.
P		S		83-.017-.001-	Diaperis boleti (L., 1758)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
P				83-.019-.001-	Scaphidema metallicum (F., 1792)	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.
M	3	S		83-.022-.002-	Pentaphyllus testaceus (HELLW., 1792)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1
R				83-.023-.001-	Corticeus unicolor (PILL. Mitt., 1783)	3	2	13	2	7	7	3	13	12	4
	3	S		83-.024-.002-	Palorus depressus (F., 1790)	2	1	.	.	.	.	.	2	.	.
				83-.025-.002-	Tribolium castaneum (HBST., 1797)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				842.000-.000-	Familie GEOTRUPIDAE - Mistkäfer										
				842.005-.001-	Anoplotrupes stercorosus (SCRIBA, 1791)	1	1	.	.	1	1	.	3	.	.
				85-.000-.000-	Familie SCARABAEIDAE - Blatthornkäfer										
				85-.019-.012-	Aphodius rufipes (L., 1758)	3	.	1	.	.	.	.	1	2	.
				85-.019-.031-	Aphodius sticticus (PANZ., 1798)	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				85-.019-.044-	Aphodius prodromus (BRAHM, 1790)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				85-.025-.001-	Serica brunna (L., 1758)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				85-.033-.002-	Melolontha melolontha (L., 1758)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
M	3			85-.050-.001-	Gnorimus nobilis (L., 1758)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				86-.000-.000-	Familie LUCANIDAE - Hirschkäfer										
H				86-.002-.001-	Dorcus parallelipedus (L., 1758)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				87-.000-.000-	Familie CERAMBYCIDAE - Bockkäfer										
H	3			87-.011-.002-	Rhagium sycophanta (SCHRK., 1781)	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
R				87-.011-.003-	Rhagium mordax (DEGEER, 1775)	1	1	.	1	.	1	.	.	2	1
H		S		87-.023-.001-	Grammoptera ustulata (SCHALL., 1783)	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.
R				87-.023-.002-	Grammoptera ruficornis (F., 1781)	21	2	3	16	5	.	.	1	.	1
H				87-.023-.003-	Grammoptera abdominalis (STEPH., 1831)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
H				87-.024-.001-	Alosterna tabacicolor (DEGEER, 1775)	22	11	15	11	9	1	2	1	3	.
H				87-.027-.0041.	Leptura maculata (PODA, 1761)	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.
H	3			87-.0271.002-	Anoplodera sexguttata (F., 1775)	.	7	.	5	.	.	.	.	.	.
H				87-.0281.001-	Pachytodes cerambyciformis (SCHRK., 1781)	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H				87-.0293.001-	Stenurella melanura (L., 1758)	4	.	.	.	1	.	.	.	.	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
R				87-.037-.002-	Obrium brunneum (F., 1792)	11	1	.	5	.	.	.	.	.	.
R				87-.055-.001-	Phymatodes testaceus (L., 1758)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
R				87-.055-.006-	Phymatodes alni (L., 1767)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
H				87-.063-.001-	Anaglyptus mysticus (L., 1758)	.	.	.	.	2	.	1	2	1	.
H	3			87-.071-.002-	Mesosa nebulosa (F., 1781)	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
R		S		87-.078-.0011.	Leiopus linnei WALLIN-ETAL., 2009	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				87-.086-.008-	Phytoecia cylindrica (L., 1758)	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.
R				87-.087-.001-	Tetrops praeustus (L., 1758)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				88-.000-.000-	Familie CHRYSOMELIDAE - Blattkäfer										
				88-.0061.003-	Oulema gallaeciana (HEYDEN, 1870)	3	.	.	1	1	.	.	.	.	.
				88-.0061.005-	Oulema melanopus (L., 1758)	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.
				88-.0061.006-	Oulema duftschmidi (REDT., 1874)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
				88-.008-.002-	Lilioceris merdigera (L., 1758)	.	.	.	.	.	.	1	.	2	.
				88-.013-.004-	Smaragdina aurita (L., 1767)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				88-.013-.005-	Smaragdina affinis (ILL., 1794)	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
				88-.023-.036-	Chrysolina varians (SCHALL., 1783)	.	.	1	.	.	.	2	.	.	.
				88-.0392.004-	Neogalerucella tenella (L., 1761)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
				88-.040-.001-	Pyrrhalta viburni (PAYK., 1799)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				88-.042-.001-	Lochmaea capreae (L., 1758)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				88-.049-.002-	Phyllotreta vittula (REDT., 1849)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				88-.049-.005-	Phyllotreta undulata (KUTSCH., 1860)	.	.	.	1	.	.	1	2	1	.
				88-.049-.014-	Phyllotreta atra (F., 1775)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				88-.050-.014-	Aphthona venustula (KUTSCH., 1861)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				88-.051-.053-	Longitarsus parvulus (PAYK., 1799)	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
				88-.052-.007-	Altica oleracea (L., 1758)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
	3	S		88-.052-.008-	Altica palustris WEISE, 1888	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
				88-.054-.002-	Batophila rubi (PAYK., 1799)	.	.	.	3	3	1	.	.	.	.
				88-.059-.001-	Derocrepis rufipes (L., 1758)	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.
				88-.061-.001-	Crepidodera aurea (GEOFFR., 1785)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				88-.061-.003-	Crepidodera aurata (MARSH., 1802)	.	.	1	.	.	.	.	.	3	.
				88-.062-.002-	Epitrix pubescens (KOCH, 1803)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				88-.066-.003-	Chaetocnema concinna (MARSH., 1802)	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.
				88-.066-.011-	Chaetocnema aridula (GYLL., 1827)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				88-.066-.017-	Chaetocnema hortensis (GEOFFR., 1785)	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				88-.069-.003-	Apteropeda orbiculata (MARSH., 1802)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				88-.070-.001-	Mniophila muscorum (KOCH, 1803)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				88-.076-.001-	Cassida viridis L., 1758	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				88-.076-.015-	Cassida rubiginosa MÜLL., 1776	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				89-.000-.000-	Familie BRUCHIDAE - Samenkäfer										
				89-.003-.002-	Bruchus loti PAYK., 1800	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				89-.003-.004-	Bruchus atomarius (L., 1761)	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				89-.003-.014-	Bruchus luteicornis ILL., 1794	.	.	.	2	.	.	.	1	8	1
				89-.004-.014-	Bruchidius villosus (F., 1792)	12	1	.	.	1	.	.	.	.	.
				90-.000-.000-	Familie ANTHRIBIDAE - Breitrüssler										
H				90-.001-.001-	Platyrhinus resinosus (SCOP., 1763)	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.
H				90-.010-.001-	Anthrribus albinus (L., 1758)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				90-.012-.003-	Brachytarsus nebulosus (FORST., 1771)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
				91-.000-.000-	Familie SCOLYTIDAE - Borkenkäfer										
R				91-.001-.001-	<i>Scolytus rugulosus</i> (MÜLL., 1818)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
R				91-.001-.003-	<i>Scolytus intricatus</i> (RATZ., 1837)	.	.	8	.	2	.	.	.	2	.
R				91-.005-.002-	<i>Hylurgops palliatus</i> (GYLL., 1813)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
R				91-.012-.001-	<i>Leperisinus fraxini</i> (PANZ., 1799)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
R	S	N		91-.016-.001-	<i>Xylechinus pilosus</i> (RATZ., 1837)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
R				91-.020-.003-	<i>Crypturgus pusillus</i> (GYLL., 1813)	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.
R				91-.024-.002-	<i>Dryocoetes villosus</i> (F., 1792)	2	12	49	2	13	8	1	15	7	17
R	3	S		91-.026-.001-	<i>Cryphalus piceae</i> (RATZ., 1837)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
R		S		91-.027-.001-	<i>Emporicus fagi</i> (F., 1778)	20	4	2	2	.	.	.	4	1	.
R		S		91-.029-.002-	<i>Pityophthorus pityographus</i> (RATZ., 1837)	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
R				91-.031-.003-	<i>Taphrorychus bicolor</i> (HBST., 1793)	2	.	6	1	2	2	.	2	12	.
R				91-.032-.001-	<i>Pityogenes chalcographus</i> (L., 1761)	1	.	.	.	.	1	.	.	1	.
H				91-.036-.001-	<i>Xyleborus dispar</i> (F., 1792)	.	1	1	4	3	.	1	.	.	1
H				91-.036-.004-	<i>Xyleborus saxeseni</i> (RATZ., 1837)	25	7	11	8	18	23	80	3	6	40
H		S		91-.036-.005-	<i>Xyleborus monographus</i> (F., 1792)	.	1	5	3	.	.	1	.	.	2
H		S		91-.036-.007-	<i>Xyleborus dryographus</i> (RATZ., 1837)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
H				91-.036-.008-	<i>Xyleborus germanus</i> (BLANDF., 1894)	105	392	178	29	75	8	18	193	7	20
H		S		91-.0361-.001-	<i>Cyclorhipidion bodoanus</i> (RTT., 1913)	4	2	3	2	.	.	2	.	3	1
H				91-.038-.001-	<i>Xyloterus domesticus</i> (L., 1758)	1	1	2	.	.	.	.	.	.	1
H				91-.038-.002-	<i>Xyloterus signatus</i> (F., 1787)	.	5	9	2	3	.	.	.	.	4
H				91-.038-.003-	<i>Xyloterus lineatus</i> (OL., 1795)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	3
				92-.000-.000-	Familie PLATYPODIDAE - Kernkäfer										
H	3			92-.001-.001-	<i>Platypus cylindrus</i> (F., 1792)	.	1	2	1	.	.	.	.	.	.
				923.000-.000-	Familie RHYNCHITIDAE - Triebstecher										
				923.004-.001-	<i>Caenorhinus germanicus</i> (HBST., 1797)	1	.	.	.	.	1	.	1	.	.
				923.004-.005-	<i>Caenorhinus aequatus</i> (L., 1767)	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
				923.007-.004-	<i>Deporaus betulae</i> (L., 1758)	.	3	4	.	2	.	.	.	.	.
				925.000-.000-	Familie APIONIDAE - Spitzmaulrüssler										
				925.001-.004-	<i>Omphalapion hookerorum</i> (KIRBY, 1808)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				925.021-.002-	<i>Protapion fulvipes</i> (GEOFFR., 1785)	6	2	8	8	2	3	7	6	1	2
				925.021-.003-	<i>Protapion nigritarse</i> (KIRBY, 1808)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				925.021-.005-	<i>Protapion trifolii</i> (L., 1768)	.	.	.	2	.	3	1	.	1	.
				925.021-.008-	<i>Protapion apricans</i> (HBST., 1797)	.	1	2	5	1	.	2	1	.	1
				925.029-.001-	<i>Perapion violaceum</i> (KIRBY, 1808)	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.
				925.029-.005-	<i>Perapion curtirostre</i> (GERM., 1817)	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
				925.032-.001-	<i>Trichapion simile</i> (KIRBY, 1811)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				925.034-.005-	<i>Ischnopterapion virens</i> (HBST., 1797)	1	1	.	2	.	.	.	.	2	.
				925.036-.001-	<i>Synapion ebeninum</i> (KIRBY, 1808)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				925.037-.004-	<i>Holotrichapion aethiops</i> (HBST., 1797)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				925.042-.001-	<i>Oxystoma subulatum</i> (KIRBY, 1808)	1	.	.	1	1	.	3	.	.	.
				925.044-.001-	<i>Eutrichapion viciae</i> (PAYK., 1800)	.	.	.	.	2	.	.	.	1	.
				925.044-.002-	<i>Eutrichapion ervi</i> (KIRBY, 1808)	.	.	.	1	.	.	3	.	.	.
				925.044-.006-	<i>Eutrichapion punctigerum</i> (PAYK., 1792)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				925.045-.001-	<i>Nanophyes marmoratus</i> (GOEZE, 1777)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				93-.000-.000-	Familie CURCULIONIDAE - Rüsselkäfer										
				93-.021-.007-	<i>Phyllobius roboretanus</i> GREDL., 1882	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.
				93-.021-.014-	<i>Phyllobius pomaceus</i> GYLL., 1834	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.
				93-.021-.019-	<i>Phyllobius argentatus</i> (L., 1758)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1

T	R	S	N	CODE	NAME	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10
				93-.021-.021-	<i>Phyllobius pyri</i> (L., 1758)	.	2	3	.	.	.	.	.	1	.
				93-.027-.007-	<i>Polydrusus pterygomalis</i> BOH., 1840	.	7	4	20	2	.	.	1	.	.
				93-.027-.011-	<i>Polydrusus cervinus</i> (L., 1758)	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.
				93-.027-.023-	<i>Polydrusus sericeus</i> (SCHALL., 1783)	.	3	3	1	8	.	.	4	.	.
				93-.029-.001-	<i>Liophloeus tessulatus</i> (MÜLL., 1776)	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
				93-.033-.001-	<i>Sciaphilus asperatus</i> (BONSD., 1785)	.	.	.	2	5	2	3	.	.	.
3	S			93-.035-.003-	<i>Brachysomus hirtus</i> (BOH., 1845)	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
				93-.037-.007-	<i>Barypeithes araneiformis</i> (SCHRK., 1781)	.	.	.	.	5	2	1	.	.	.
				93-.037-.011-	<i>Barypeithes pellucidus</i> (BOH., 1834)	3	2	3	5	2	3	5	.	.	4
				93-.040-.002-	<i>Strophosoma melanogrammum</i> (FORST., 1771)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				93-.044-.001-	<i>Sitona gressorius</i> (F., 1792)	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				93-.044-.010-	<i>Sitona lineatus</i> (L., 1758)	5	.	3	1	.	.	.	.	2	.
				93-.044-.011-	<i>Sitona suturalis</i> STEPH., 1831	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				93-.044-.013-	<i>Sitona sulcifrons</i> (THUNB., 1798)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
				93-.044-.016-	<i>Sitona lepidus</i> GYLL., 1834	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				93-.044-.019-	<i>Sitona macularius</i> (MARSH., 1802)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
				93-.044-.024-	<i>Sitona humeralis</i> STEPH., 1831	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
H				93-.077-.003-	<i>Cossonus linearis</i> (F., 1775)	2	.	3	1	.	.	.	.	7	.
				93-.104-.019-	<i>Tychius picirostris</i> (F., 1787)	2	1	5	2	.	.	.	.	1	.
				93-.106-.010-	<i>Anthonomus pedicularius</i> (L., 1758)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				93-.106-.015-	<i>Anthonomus rubi</i> (HBST., 1795)	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				93-.110-.002-	<i>Curculio venosus</i> (GRAV., 1807)	2	2	1	2	.	.	1	1	.	.
3	S			93-.110-.003-	<i>Curculio pellitus</i> (BOH., 1843)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
				93-.110-.005-	<i>Curculio nucum</i> L., 1758	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.
				93-.110-.006-	<i>Curculio glandium</i> MARSH., 1802	.	4	2	1	1	1	1	1	.	2
				93-.110-.011-	<i>Curculio pyrrhoceras</i> MARSH., 1802	2	1	1	1	2	.	.	.	.	.
H				93-.113-.001-	<i>Trachodes hispidus</i> (L., 1758)	.	4	.	4	1	.	.	1	1	1
				93-.117-.001-	<i>Leiosoma deflexum</i> (PANZ., 1795)	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.
				93-.120-.001-	<i>Mitoplinthus caliginosus</i> (F., 1775)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
H	3	S		93-.135-.011-	<i>Acalles lemur</i> (GERM., 1824)	30	48	16	19	17	14	15	46	17	17
				93-.145-.004-	<i>Rhinoncus pericarpus</i> (L., 1758)	.	.	.	2	.	.	1	.	.	.
				93-.145-.006-	<i>Rhinoncusbruchoides</i> (HBST., 1784)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
				93-.157-.003-	<i>Coeliodes dryados</i> (GM., 1790)	.	.	1	2	.	1	1	.	.	1
				93-.157-.008-	<i>Coeliodes erythroleucus</i> (GMEL., 1790)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
				93-.163-.023-	<i>Ceutorhynchus pallidactylus</i> (MARSH., 1802)	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.
				93-.163-.025-	<i>Ceutorhynchus cochleariae</i> (GYLL., 1813)	.	.	.	1	.	2	.	.	.	.
				93-.163-.035-	<i>Ceutorhynchus alliariae</i> BRIS., 1860	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
				93-.163-.040-	<i>Ceutorhynchus obstrictus</i> (MARSH., 1802)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
				93-.163-.0601.	<i>Ceutorhynchus floralis</i> (PAYK., 1792)	.	.	2	.	.	1	.	.	.	.
				93-.1639.001-	<i>Microplontus rugulosus</i> (HBST., 1795)	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
				93-.169-.001-	<i>Nedys quadrimaculatus</i> (L., 1758)	1	.	2	.	3	.	3	9	1	.
				93-.171-.001-	<i>Orobitis cyaneus</i> (L., 1758)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				93-.173-.006-	<i>Mecinus pyraSTER</i> (HBST., 1795)	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
				93-.176-.002-	<i>Cionus tuberculosus</i> (SCOP., 1763)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				93-.178-.001-	<i>Stereonychus fraxini</i> (DEGEER, 1775)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
				93-.180-.004-	<i>Rhynchaenus pilosus</i> (F., 1781)	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.
				93-.180-.013-	<i>Rhynchaenus fagi</i> (L., 1758)	29	32	36	6	11	5	2	14	11	.
				93-.181-.001-	<i>Rhamphus pulicarius</i> (HBST., 1795)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.

10. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

10.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Frühjahrsaspekt im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“, Eichen-Hainbuchen-Bestand mit starker Buchenverjüngung im Unterholz. 78

Abbildung 2: Fallenstandorte im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ in den Untersuchungsjahren 2008 (6 bis 10) und 2009 (1 bis 5). 81

Abbildung 3: Lufteklektoren an einer frisch gespaltenen Eiche (Standort 10) und einer Buchenruine (Standort 9, IV.2008). 82

Abbildung 4: Leimringe an toten Alteichen an den Standorten 10 und 7 (IV.2008). 84

Abbildung 5: Verteilung der Käferarten des Untersuchungsgebietes auf Biotoppräferenzen, Habitatpräferenzen, Ernährungsweise und Verbreitungstypen. 85

Abbildung 6: Verteilung der Totholzkäferarten des Untersuchungsgebietes auf besiedelte Totholzstrukturen / ökologische Gilden. 86

Abbildung 7a: Der seltene Schnellkäfer *Calambus bipustulatus* entwickelt sich im morschen Holz von Eichenkronenästen. 87

Abbildung 7b: Der Pochkäfer *Xestobium rufovillosum* entwickelt sich im trockenen Holz toter Eichen. 87

Abbildung 7c: Der gefährdete Zangenbockkäfer *Rhagium sycophanta* entwickelt sich am Fuß toter Eichen...87

Abbildung 8a: Der seltenere Feuerkäfer *Pyrochroa serraticornis* lebt bevorzugt in Au- und Bruchwäldern. 89

Abbildung 8b: Die Körperform verrät die Lebensweise: Der Rindenkäfer *Colydium elongatum* jagt Borkenkäfer in ihren Gangsystemen an Eichen. 89

Abbildung 8c: Als Borkenkäferjäger an Fichte, aber auch an Eichen, betätigt sich der tagaktive Ameisenbuntkäfer *Thanasimus formicarius*. 89

Abbildung 9a: In feuchtem, rotfaulem Eichenmulmholz am Boden entwickelt sich der seltene Rotdeckenkäfer *Pyropterus nigroruber*. 92

Abbildung 9b: Der Schwarzkäfer *Prionychus ater* ist einer der wenigen Baumhöhlenbewohner des Naturwald-reservates. 92

Abbildung 9c: Der Kurzflügler *Quedius truncicola* lebt räuberisch im Baummulm bei Ameisen, Vögeln und Kleinsäugern. Verwandte Arten der Gattung leben beispielsweise bei Mäusen und Maulwürfen. 92

Abbildung 10a: In alten Zunderschwämmen (*Fomes fomentarius*) brütet der Schwarzkäfer *Bolitophagus reticulatus*. 94

Abbildung 10b: Der Baumschwammkäfer *Triphyllus bicolor* findet sich am Stammfuß alter Eichen am Leberpilz (*Fistulina hepatica*). 94

Abbildung 10c: Bevorzugt auf liegenden Buchenstämmen entwickelt sich *Triplax rufipes* im Austernseitling (*Pleurotus pulmonarius*). Der früher extrem seltene Käfer hat sich stark ausgebreitet und ist heute lokal häufig. 94

Abbildung 11: Anteile seltener Totholzkäfer (Referenz nördliches Rheinland) in den verschiedenen ökologischen Gilden. 97

Abbildung 12: Verteilung der Totholzkäfer auf die alte und neue Fassung der Roten Liste Deutschlands und ökologische Gilden. 98

Abbildung 13: Vergleich der Artenzahlen des Untersuchungsgebietes mit dem Referenz-Reservat Urwald von Taben an der Saar (Quelle: Datenbank Verfasser). 98

Abbildung 14: Der Stutzkäfer *Plegaderus vulneratus* lebt räuberisch bei Borkenkäfern unter Kiefern-rinden. 99

Abbildung 15: Der Kurzflügler *Eusphalerum atrum* besitzt einen südeuropäisch montanen Verbreitungsschwerpunkt und findet sich bei uns bevorzugt an sonnigen Wald-rändern auf blühenden Sträuchern. 100

Abbildung 16: Im Mulm von Altbuchen entwickelt sich der seltene Schnellkäfer *Ampedus nigroflavus*. 102

Abbildung 17: Der Rindenkäfer *Cicones undatus* profitiert von der Klimaerwärmung und hat sich in den letzten Jahren in Mitteleuropa rasch ausgebreitet. 103

Abbildung 18: Summe der auf ordinalem Niveau erfassten Waldstrukturmerkmale und Totholzkäfer-Artenzahl der Standorte im Enneschte Bësch. 106

Abbildung 19: Arten- und Individuenverteilung xylobionter Blütenbesucher auf die Untersuchungsstandorte. Im Balkendiagramm sind die Waldrandstandorte dunkler eingefärbt. 107

Abbildung 20: Arten- und Individuenverteilung lichtliebender Totholzkäfer im Enneschte Bësch. 107

Abbildung 21: Statistische Abschätzung des Artenreichtums der untersuchten Standorte und der Gesamtfläche mit der Jackknife-Formel. 109

Abbildung 22: Nach ökologischen Gilden und weiteren Parametern differenzierter Vergleich der Artenzahlen der luxemburger Naturwaldreservate Enneschte Bësch und Laangmuer. 110

Abbildung 23: Ähnlichkeitsberechnung für Totholzkäferarten an je 10 Untersuchungs-Standorten in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer. 110

10.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Untersuchungs-Standorte im Naturwald-reservat „Enneschte Bësch“ 2008 bis 2009. 80

Tabelle 2: Methodenschema der Untersuchungsjahre 2008 und 2009 im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ (n = Probenzahl). 83

Tabelle 3: Methoden- und Standortvergleich - quantitatives Ergebnis der Totholzkäfer-Bestandserfassung 2008 und 2009 im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“. 84

Tabelle 4: Die Holzkäferarten (lignicole) des Naturwald-reservates „Enneschte Bësch“. 88

Tabelle 5: Die Rinden- und Saftkäferarten (corticole und succicole) des Untersuchungsgebietes. 90

Tabelle 6: Die Mulm- und Nestkäferarten (xylodetriticole und -nidicole) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“. 93

Tabelle 7: Die Holzpilzkäferarten (polyporicole) des Untersuchungsgebietes. 95

Tabelle 8: Einstufung der bislang als „vom Aussterben bedrohten“ und „stark gefährdeten“ geführten Totholzkäfer des Untersuchungsgebietes in der anstehenden Neufassung der Roten Liste Deutschlands. 98

Tabelle 9: Waldstrukturmerkmale (weitere Erläuterungen s. Text) und detaillierte Totholzkäfer-Ergebnisse der zehn Untersuchungsstandorte. 104

Tabelle 10: Abhängigkeit der Totholzkäfergilden von Waldstrukturmerkmalen - Ergebnisse einer multivariaten Regressionsanalyse. 105

Tabelle 11: Systematisches Artenverzeichnis zur Bestandserfassung der Totholzkäfer im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ 2008–2009. 114

Gliedertiere, Schnecken und Würmer in Totholzgesieben im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ (Arthropoda, Gastropoda, Annelida) (2007-2009)

Frank KÖHLER, Peter DECKER, Dieter DOCZKAL, Waltraud FRITZ-KÖHLER, Klaus GROH, Hannes GÜNTHER, Fabian HAAS, Thomas HÖRREN, Martin KREUELS, Winrich MERTENS, Christoph MUSTER, Peter J. NEU, Jörg RÖMBKE & Manfred ULITZKA



1. Einleitung

Seit 2004 werden in Luxemburg Naturwaldreservate ausgewiesen, die dem Erhalt und der Förderung der Artenvielfalt in Wäldern dienen. In diesen nationalen Schutzgebieten führt die Abteilung für Wald der Naturverwaltung Luxemburg ein umfangreiches Monitoring durch, das sowohl waldwachstumskundliche als auch ökologische Fragestellungen behandelt. In diesem Zusammenhang wurden in den Jahren 2007 bis 2009 vom Erstautor Bestandserfassungen zu Totholzkäfern in vier Naturwaldreservaten durchgeführt (KÖHLER 2009, KÖHLER in diesem Band).

Dabei wurde ein standardisiertes Methodenprogramm eingesetzt, das eine repräsentative Erfassung der Totholzkäferfauna erlauben soll und in den vergangenen Jahren in zahlreichen Waldflächen in Deutschland erprobt wurde (KÖHLER 1996, 2000). Jedes Reservat wurde dabei über zwei Vegetationsperioden mit einer Kombination aus manuellen Aufsammlungen (Klopfschirmproben, Totholzgesiebe) und Fallentechniken (Luftklektoren, Leimringe) untersucht, die in jedem Untersuchungsjahr an je fünf Standorten in jedem Reservat eingesetzt wurden.

Neben den Käfern wurden aus den Luftklektorfängen und Totholzgesieben alle Beifänge erfasst. Insbesondere in den Gesiebebproben fanden sich viele flugunfähige Wirbellose der Meso- und Makrofauna, so dass hier einerseits weitere Daten zum Ist-Zustand der Reservate zu erwarten sind und andererseits die Basis zum Studium der Veränderung der Totholzfauna verbreitert wird. Da Bearbeiter anderer Tiergruppen in der Mehrzahl kein Totholz mit dem entomologischen Sieb untersuchen, wird hier mit der Analyse der Gesiebebeifänge Neuland betreten, wobei durchaus neue ökologische Erkenntnisse über die Artenzusammensetzung der Totholzfauna und faunistische Daten für Luxemburg zu erwarten sind.

Im Folgenden wird ein Überblick über die Tiergruppen im verrottenden Totholz des Naturwaldreservates Enneschte Bësch bei Bertrange gegeben. Nach Erläuterungen zur Methodik sollen die Ergebnisse getrennt nach Tiergruppen vorgestellt und erörtert werden.

2. Methoden

2.1 | Totholzgesiebe

Direkte manuelle Aufsammlungen in den Lebensräumen der Käfer liefern jeweils einen detaillierten Einblick in die Artenzusammensetzung unter spezifischen Umweltbedingungen. Durch die gezielte Suche nach speziellen Zoozönosen kann den gebietstypischen Unterschieden in der Ausstattung mit Sonderstandorten und Mikrohabitaten Rechnung getragen werden. Totholzgesiebe stellen dabei eine klassische Methode dar, die ganzjährig zum Nachweis verborgen lebender Käfer eingesetzt werden kann. An zehn ausgewählten Standorten im Naturwaldreservat Enneschte Bësch wurden in den Jahren 2008 und 2009 von April bis Oktober jeweils fünf Gesiebebproben genommen. Eine ausführliche Beschreibung des Untersuchungsgebietes findet sich bei TOBES et al. (2008) und eine Beschreibung der Untersuchungsstandorte der Käfererfassung bei KÖHLER (in diesem Band).

Instabile Totholzstrukturen, wie lose Rinden, Holzmulm oder Holzpilze wurden mit dem Beil zerlegt, zerkleinert und in ein grobmaschiges Käfersieb (10 mm) gegeben (Abbildung 1). Dabei wurden im

Untersuchungsgebiet je Monat und Standort nicht einzelne Bäume beprobt, sondern etwa halbstündige Probenahmen an möglichst vielen Substraten durchgeführt, so dass an allen Standorten eine möglichst repräsentative Struktur- und Käfererfassung erfolgte. Auf diese Weise finden auch kurzzeitig existierende Lebensräume wie Pilzfruchtkörper ausreichend Berücksichtigung. Das ausgesiebte Substrat wurde zum Transport in luftdurchlässige Stoffbeutel gefüllt.

Abbildung 1

Probenahme mit Beil und entomologischem Sieb aus einer hohlen Buche.

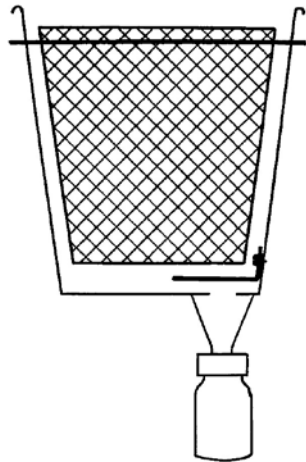


2.2 | Gesiebeextraktion

Die Extraktion der so gewonnenen, mengenmäßig nicht normierten Gesiebebproben – im Schnitt 5 Liter Probenumfang – erfolgte in Ausleseapparaten, in denen Käfer und andere Bewohner über zwei Wochen hinweg ohne Wärmeeinwirkung ausgetrieben wurden (Abbildung 2). Die Auslesegeräte bestehen aus einem Kunststoffeimer mit einem Fassungsvermögen von 12 Litern, in die ein Kunststoffgitterkorb mit der Substratprobe an einem Metallstab frei eingehängt wird. Die Eimer werden nach oben durch ein Stofftuch, das durch einen Gummiring gespannt wird, abgedeckt. Durch ein Loch im Boden des Eimers können die Käfer über

einen Trichter in eine auswechselbare Fangflasche gelangen. Als Konservierungsflüssigkeit wurde eine Mischung aus Ethanol, Wasser und Essigsäure im Verhältnis 65:30:5 verwandt.

Abbildung 2
Konstruktionsschema eines Auslesegerätes.



Die 50 extrahierten Proben aus dem Enneschte Bësch wurden in den Untersuchungsjahren 2008 und 2009 unter dem Stereomikroskop ausgelesen und die Käfer nachfolgend bestimmt. Die umfangreichen Beifänge wurden getrennt nach Reservaten und Terminen in Ethanol (70 %) konserviert (Abbildung 3). Die Beifänge aus den Totholzgesieben und Luftelektorfängen wurden abschließend dem Naturhistorischen Museum Luxemburg zur Archivierung zur Verfügung gestellt.

Abbildung 3
Beifang-Proben des Jahres 2009 aus den Reservaten Grouf und Enneschte Bësch in 30 ml-Schnappdeckelgläsern.



2.3 | Sortierung der Beifänge

Nachdem im Jahr 2010 der Entschluss gefasst wurde, weitere Tiergruppen der Meso- (0,2 - 2 mm) und Makrofauna (2 - 20 mm) aus den Totholzgesieben auszuwerten, wurden die in Luxemburg deponierten Proben zur weiteren Bearbeitung wieder vom Erstautor übernommen. Anhand einer Stichprobe wurden zu erwartende Tiergruppen und der Zeitbedarf ermittelt. Anschließend wurde je Reservat und Untersuchungsjahr ein Sortierprotokoll und Etiketten vorbereitet sowie eine Sortierstation für die konstant vertretenen Tiergruppen eingerichtet.

Die Beifangproben wurden in Petrischalen gegeben und unter dem Binokular (ZEISS) bei 10- und 20-facher Vergrößerung tiergruppenweise mit einer Federstahlpinzette ausgesucht. Dabei wurde so vorgegangen, dass auch kleinste Tiere stets nicht austrocknen konnten und ständig in 70 % Ethanol verblieben. Die aussortierten Tiere wurden in 5 ml PP-Rundboden-Röhrchen (12,0 X 75 mm) mit Griffstopfen der Firma GREINER gegeben, die anschließend mit Ethanol 70% befüllt und jeweils etikettiert wurden (Abbildung 4). Die innwändig sehr gleitfähigen Röhrchen erleichtern das Ein- und Ausfüllen auch empfindlicher Tiere und sind zum bruch sicheren Postversand geeignet. Die neuen Proben wurden wiederum nach Untersuchungsgebieten und -jahren sowie nach den entnommenen Tiergruppen sortiert (Abbildung 5).

Abbildung 4
Sortierstation. Die Beifangproben wurden unter dem Stereomikroskop ausgesucht und unmittelbar nach Tiergruppen sortiert.



Abbildung 5

Sortiierungsergebnisse aus dem NWR Grouf 2008: oben ein kompletter Jahresfang Tausendfüßer (Myriapoda), unten ein Ausschnitt aus den Hautflüglern (Hymenoptera ohne Formicidae/Ameisen).



2.4 | Bestimmung

Nach der Sortierung der Beifänge wurden vom Erstautor im Januar 2011 gezielt Experten für die vertretenen Wirbellosentaxa angesprochen und um Mitarbeit bei der Bestimmung und Erstellung dieser Veröffentlichung gebeten. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die taxonomische Stellung der behandelten Tiergruppen. Es wird deutlich, dass neben Asseln, Schnecken und Regenwürmern vor allem Gliedertiere und hier insbesondere Insekten im Artenspektrum vertreten sind. In Abhängigkeit von taxonomischer Struktur und klassischen Arbeitsgebieten wurden Auswertungseinheiten gebildet, die die Grundlage für die folgenden Ausführungen bilden.

Tabelle 1
Taxonomische Übersicht und Auswertungseinheiten der in den Totholzgesieben im Naturwaldreservat Enneschte Bësch festgestellten Meso- und Makrofauna.

Stamm		Klasse		Ordnung		Familien	Taxon - Auswertungseinheit	
Annelida	Ringelwürmer	Clitellata	Gürtelwürmer	Oligochaeta	Wenigborster	2	Annelida	Regenwürmer
Mollusca	Weichtiere	Gastropoda	Schnecken	Pulmonata	Lungenschnecken	7	Stylommatophora	Landlungschnecken
Arthropoda	Gliedertiere	Malacostraca	Höhere Krebse	Isopoda	Asseln	5	Isopoda	Asseln
Arthropoda	Gliedertiere	Chilopoda	Hundertfüßer	Geophilomorpha	Erdläufer	3	Myriapoda	Tausendfüßer
				Lithobiomorpha	Steinläufer	1		
				Scolopendromorpha	Riesenläufer	1		
		Diplopoda	Doppelfüßer	Chordeumatida	Samenfüßer	2		
				Glomerida	Saftkugler	1		
				Julida	Schnurfüßer	3		
				Polydesmida	Bandfüßer	1		
Arthropoda	Gliedertiere	Arachnida	Spinnentiere	Araneae	Webspinnen	13	Araneae	Spinnen
				Opiliones	Weberknechte	3	Opiliones	Weberknechte
				Pseudoscorpiones	Pseudoskorpione	4	Pseudoscorpiones	Pseudoskorpione
			Acari	6 Ordnungen	Milben und Zecken	?	Acari	Milben
Arthropoda	Gliedertiere	Collembola	Springschwänze	4 Ordnungen	Springschwänze	?	Collembola	Springschwänze
Arthropoda	Gliedertiere	Insecta	Kerbtiere	Coleoptera	Käfer	54	Coleoptera	Käfer
				Dermaptera	Ohrwürmer	1	Dermaptera	Ohrwürmer
				Diptera	Zweiflügler	39	Diptera	Fliegen
				Hemiptera	Schnabelkerfe	2	Auchenorrhyncha	Zikaden
				Hemiptera	Schnabelkerfe	3	Heteroptera	Wanzen
				Hymenoptera	Hautflügler	1	Formicidae	Ameisen
				Hymenoptera	Hautflügler	16	Hymenoptera	Wespen
				Lepidoptera	Schmetterlinge	?	Lepidoptera	Schmetterlinge
				Thysanoptera	Fransenflügler	2	Thysanoptera	Fransenflügler
				Trichoptera	Köcherfliegen	1	Trichoptera	Köcherfliegen

Bis März 2011 erfolgte die Bearbeitung der verschiedenen Tiergruppen, wobei angesichts des zur Verfügung stehenden Zeitrahmens unterschiedliche Ziele verfolgt wurden: Schwach vertretene und gut bestimmbare Taxa sollten bis zur Art bestimmt werden. Zahlreich vertretene und schwer oder vermutlich unbestimmbare Taxa sollten ausgezählt und möglichst auf Familienniveau weiter sortiert werden. Unter dieser Prämisse wurden die Fliegen und Mücken (Diptera) und Hautflügler (Hymenoptera) mit Ausnahme der Ameisen auf Familienniveau sortiert, ausgezählt und konserviert, die Milben und Springschwänze ausgezählt. In Tabelle 2 werden die ausgewerteten Tiergruppen,

Bearbeiter, Bestimmungsumfang und der Belegverbleib zusammengefasst. Bei den bestimmmbaren Taxa scheiterte eine zeitnahe Bearbeitung lediglich bei den Mikrolepidoptera, die in fünf Proben mit sieben Exemplaren vertreten waren. Eine Larvenbestimmung unterblieb in der Regel bei den holometabolen Insekten. Bei Tiergruppen, deren Jugendstadien sich habituell nur unwesentlich von erwachsenen Tieren unterscheiden, wurde eine vollständige Determination aller Individuen vorgenommen, insofern dies die Literaturlage zulässt bzw. der Aufwand vertretbar war. Diesbezügliche Details werden gegebenenfalls bei der Besprechung der Tiergruppen erörtert.

Tabelle 2 Taxonomische Auswertungseinheiten, Bearbeiter und Bearbeitungsumfang. Belegverbleib: MNHN = Musée national d’histoire naturelle Luxemburg, mit * = auch diese Taxa werden in Luxemburg deponiert, falls keine weitere Bearbeitung erfolgt. SMNG = Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz.

Taxon - Auswertungseinheit		Bearbeiter	Modus	Umfang	Belege	Literatur (Determination, Nomenklatur)
Acari	Milben	FRITZ	Zählung	Juvenile und Adulte	MNHN*	
Annelida	Regenwürmer	RÖMBKE	Bestimmung	Juvenile und Adulte	Autor	MRSIC 1990, SIMS & GERARD 1999
Araneae	Spinnen	KREUELS	Bestimmung	Juvenile und Adulte	Autor	ROBERTS 1985, 1987
Auchenorrhyncha	Zikaden	NICKEL	Bestimmung	Juvenile und Adulte	Autor	MRSIC 1990, SIMS & GERARD 1999
Coleoptera	Käfer	KÖHLER	Bestimmung	Adulte	Autor & MNHN	FREUDE et al. 1864 FF., LOHSE & LUCHT 1989 FF., LUCHT & KLAUSNITZER 1998, SPEZIALLITERATUR
Collembola	Springschwänze	FRITZ	Zählung	Juvenile und Adulte	MNHN*	
Dermaptera	Ohrwürmer	HAAS	Bestimmung	Juvenile und Adulte	MNHN	
Diptera	Fliegen	DOCZKAL	Sortierung	Adulte	MNHN*	OOSTERBROEK 2006
Formicidae	Ameisen	MERTENS	Bestimmung	Adulte	Autor	KUTTER 1977, 1978, SEIFERT 2007
Stylommatophora	Landlungenschncken	GROH	Bestimmung	Juvenile und Adulte	keine	KERNEY et al., 1983, SPEZIALLITERATUR
Heteroptera	Wanzen	GÜNTHER	Bestimmung	Juvenile und Adulte	Autor	WAGNER 1959
Hymenoptera	Wespen	HÖRREN	Sortierung	Adulte	MNHN*	BRUES 1932, DE SANTIS 1969, GOULET & HUBER 1993, GRAHAM 1969, RICHARDS 1956
Isopoda	Asseln	HÖRREN	Bestimmung	Adulte	Autor	BROHMER et al. 1929, GRUNER 1966
Lepidoptera	Schmetterlinge	N.N.	Bestimmung	Adulte	MNHN*	
Myriapoda	Tausendfüßer	DECKER	Bestimmung	Juvenile und Adulte	SMNG	BLOWER 1985, EASON 1964, 1982, HOESS 2000, KOREN 1986, 1992, SCHUBART 1934
Opiliones	Weberknechte	MUSTER	Bestimmung	Juvenile und Adulte	Autor & MNHN	MARTENS 1978, BLICK & KOMPOSCH 2004
Pseudoscorpiones	Pseudoskorpione	HÖRREN	Bestimmung	Adulte	Autor	BEIER 1963, KÄSTNER 1928, MAHNERT 1988, MAHNERT 2004, SCHENKEL 1928
Thysanoptera	Fransenflügler	ULITZKA	Bestimmung	Adulte	Autor	
Trichoptera	Köcherfliegen	NEU	Bestimmung	Juvenile	keine	MEY 1983, LECHTHALER & STOCKINGER 2005, WARINGER, J. & W. GRAF 1997, 2000

Alle Bestimmungsergebnisse wurden dem Erstautor in digitaler Form übermittelt. Aus den Daten wurde eine taxonomische Datenbank mit Art- und Autorennamen sowie übergeordneten Kategorien (vgl. Tabelle 1) erstellt. In einer zweiten Datenbank wurden die Gesiebeproben mit Standort, Monat und Jahr sowie die daraus bestimmten Tiere zusammengefasst. Beide Datenbanken wurden um die bereits aus den Totholzgesiebenen vorliegenden Käferdaten erweitert.

Die taxonomische Referenzdatei wurde um ökologische Angaben und den Rote Liste Status in Deutschland ergänzt. Für Daten auf Artniveau wurde vermerkt, ob die Arten obligat oder fakultativ xylobiont leben. Eine strenge Totholzbindung liegt dann vor, wenn eine Art in ihrem Jugendstadium auf Totholz angewiesen ist (vgl. Definition bei KÖHLER 2000), eine weniger strenge, sobald die Entwicklung auch in anderen Substraten wie beispielsweise der Bodenstreu möglich ist. Analog dazu wurde bei den lediglich auf Familienniveau sortierten und gezählten Taxa vermerkt, ob deren Arten alle oder teilweise eine xylobionte Lebensweise besitzen.

Nach Abschluss weiterer Bestimmungsarbeiten sollen alle Daten in die Datenbank RECORDER des Naturhistorischen Museums Luxemburg übernommen werden. Die Datensätze enthalten

alle einen Probencode, so dass zukünftig weitergehende und sekundäre Auswertungen möglich sind.

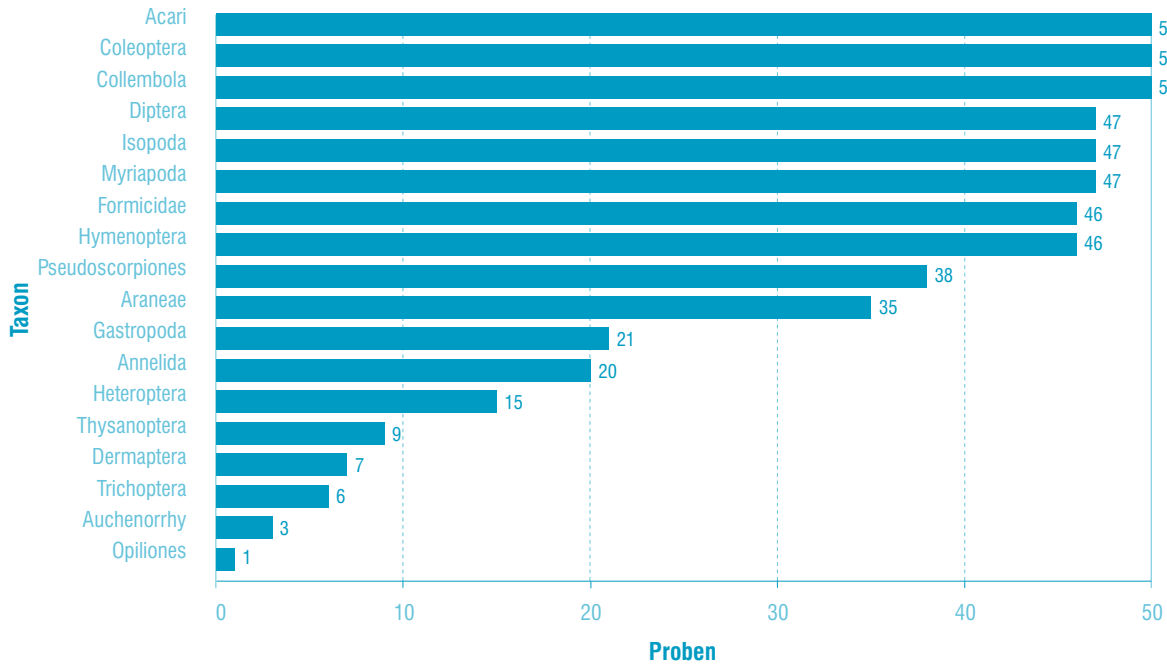
3. Ergebnisse

3.1 | Quantitatives Ergebnis

Im Naturwaldreservat Enneschte Bësch wurden 2008 und 2009 an zehn Untersuchungsstandorten 50 Totholzgesiebe gewonnen. Die Sortierung nach Tiergruppen führte zu einer Aufteilung in 538 „neue Proben“ (Abbildung 6, Zahlen zu den Abbildungen 6 bis 8 im Anhang 1), wobei Käfer (Coleoptera), Milben (Acari) und Springschwänze (Collembola) durchgängig und individuenreich vertreten waren. Ebenfalls mit hoher Konstanz und individuenreich sind Ameisen (Formicidae), Asseln (Isopoda), Spinnen (Araneae) und Pseudoskorpione sowie Tausendfüßer (Myriapoda) präsent. Gleiches gilt aber auch für sonstige Hautflügler (Hymenoptera) und Zweiflügler (Diptera), die auf Familienniveau sortiert wurden. Mit mittlerer Stetigkeit folgen Schnecken (Gastropoda), Regenwürmer (Annelida) und Wanzen (Heteroptera).

Die Verteilung der Individuen je Tiergruppe zeigt extrem starke Differenzen (Abbildung 7). Die Milben sind mit fast 40000 Exemplaren hyperdominant vertreten, gefolgt von den Springschwänzen mit

Abbildung 6 Präsenz der bearbeiteten Tiergruppen in 50 Totholzgesiebeproben aus dem Naturwaldreservat Enneschte Bësch.



rund 13000 Exemplaren. Bei beiden Gruppen wurden juvenile Stadien mit ausgezählt, während Käferlarven – Käfer folgen mit 8000 Individuen – unberücksichtigt blieben. Das gleiche gilt überwiegend auch für Ameisen, Tausendfüßer, Fliegen und Asseln, die mit jeweils über 1000 Individuen vertreten sind. Alle anderen Taxa bewegen sich zum Teil deutlich darunter.

Unter den individuenstark vertretenen Tiergruppen konnten bislang nur Käfer, Tausendfüßer, Ameisen und Asseln bis zur Art bestimmt werden (Abbildung 8). Unter diesen stechen die Käfer allein als besonders artenreich heraus. Ob höhere Artenzahlen in den unbestimmten Tiergruppen zu erwarten sind, soll in den nachfolgenden Abschnitten beleuchtet werden.

Abbildung 7
Individuenverteilung der bearbeiteten Tiergruppen in 50 Totholzgesiebeprobe aus dem Naturwaldreservat Enneschte Bäsch.

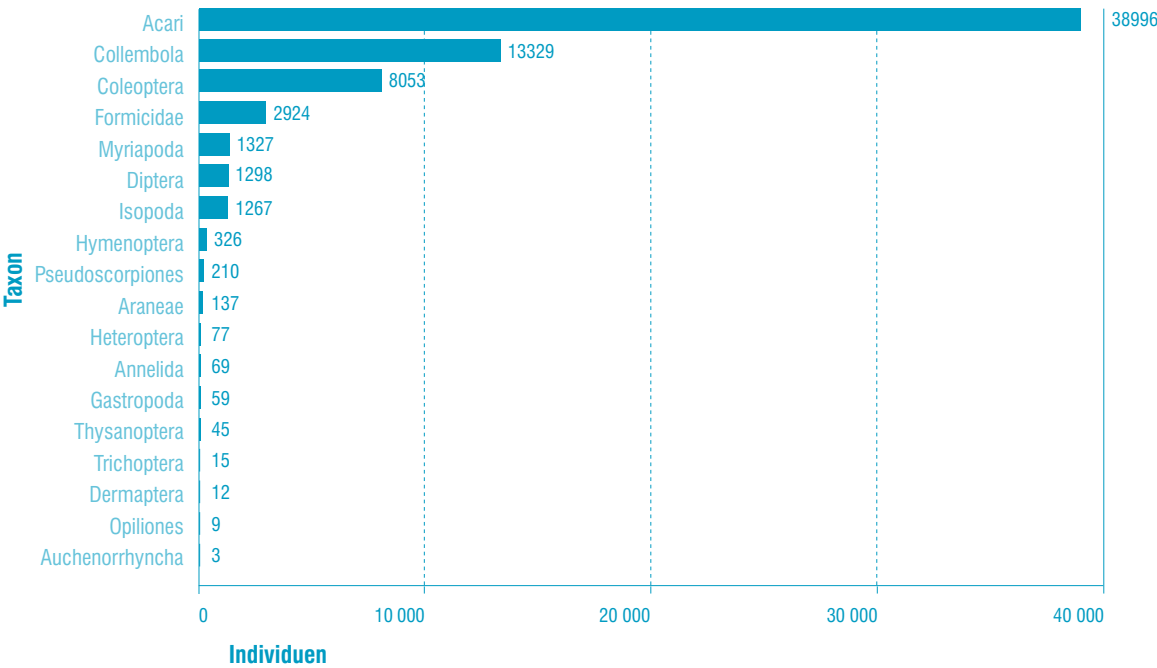
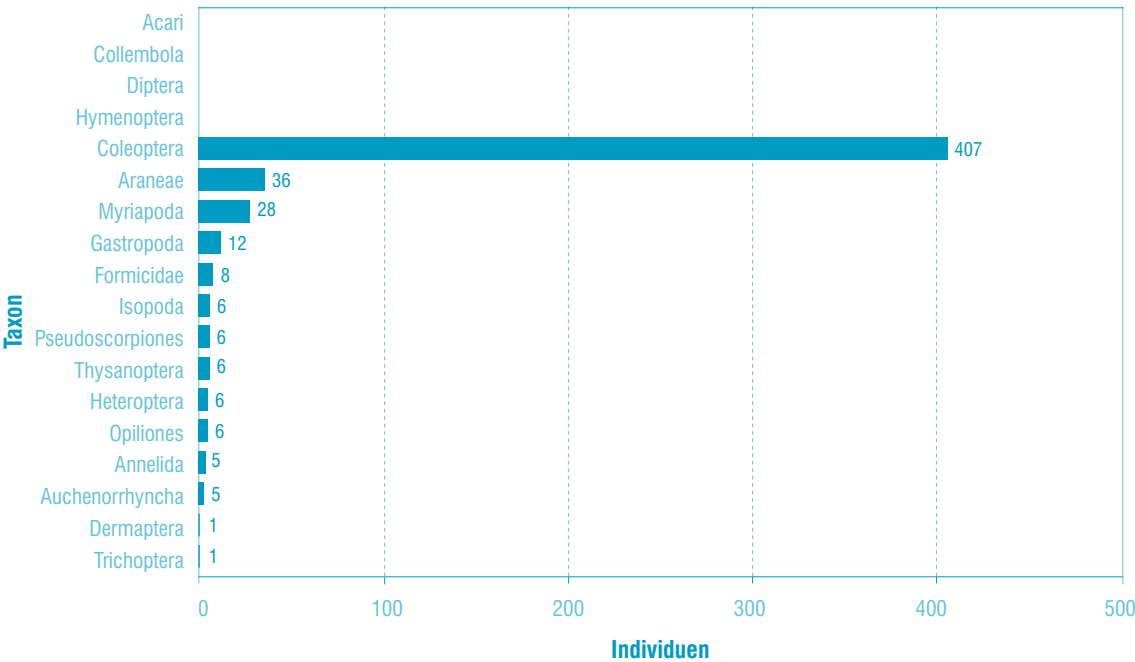


Abbildung 8
Artenzahlen der bearbeiteten Tiergruppen in 50 Totholzgesiebeprobe. Milben und Springschwänze sind bislang nur ausgezählt, Fliegen und Hautflügler auf Familienniveau sortiert und gezählt.



3.2 | Phänologie

Die Totholzgesiebe wurden im Naturwaldreservat Enneschte Bäsch 2008 in den Monaten April, Mai, Juni, August und Oktober gefertigt, 2009 im April, Mai, Juni, Juli und Oktober. Während sich bei Klopfschirm- und Fallenfängen für Käfer ein Aktivitätsmaximum im Mai und Juni zeigt, gefolgt von einer deutlichen Arten- und Individuenabnahme im Sommer und Herbst, ergibt sich in den Gesiebeprobe ein eher ausgeglichenes Bild bis hin zu einer Arten- und Abundanzzunahme in den herbstlichen Proben, deren Schwerpunkt oft in der Untersuchung von frischen und verrottenden Pilzfruchtkörpern besteht.

Die Ursache für das relativ ausgeglichene phänologische Bild liegt bei einigen xylo-detriticolen Käfern in der Kleinheit und Langlebigkeit – geringere Begegnungswahrscheinlichkeit der Geschlechter – bei anderen Käfern – z.B. an Schimmelpilzen – aber auch in einer schnelleren Generationsfolge. Vermulmtes Holz stellt insgesamt einen eher stabilen Lebensraum dar, in dem Käfer ganzjährig aktiv sein können. Bei den Coleopteren kommt allerdings auch ein weiterer Aspekt hinzu (vgl. KÖHLER in diesem Band): Im Untersuchungsgebiet kommen aufgrund der Bewirtschaftung und schwachen Totholztradition kaum größere Mulmbewohner vor, die als Imago das Holz im Frühjahr verlassen und damit Einfluss auf die jahreszeitliche Arten- und Individuenverteilung haben könnten.

Abbildung 9
Monatliche Artenverteilung in 50 Totholzgesieben für artenreich vertretene Tiergruppen (*durchschnittliche Familienzahl je Monat).

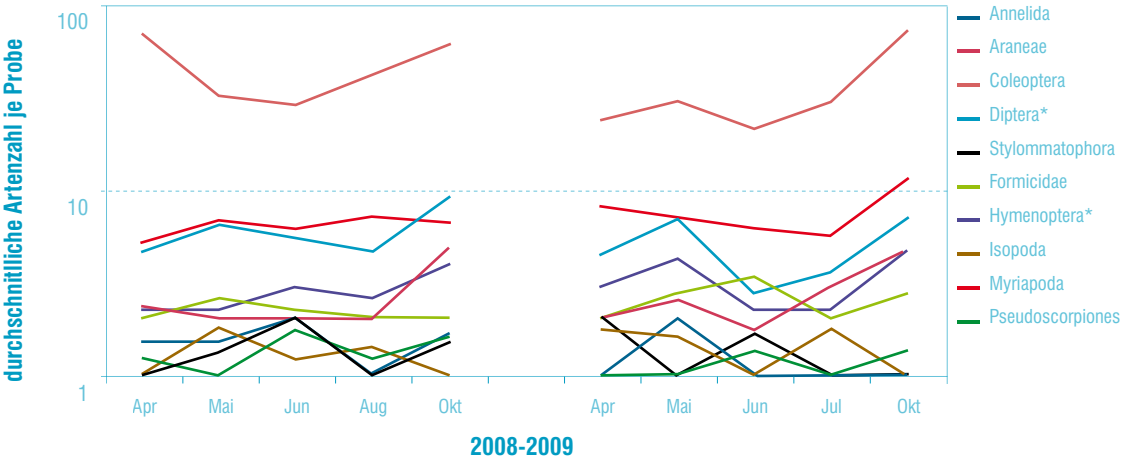
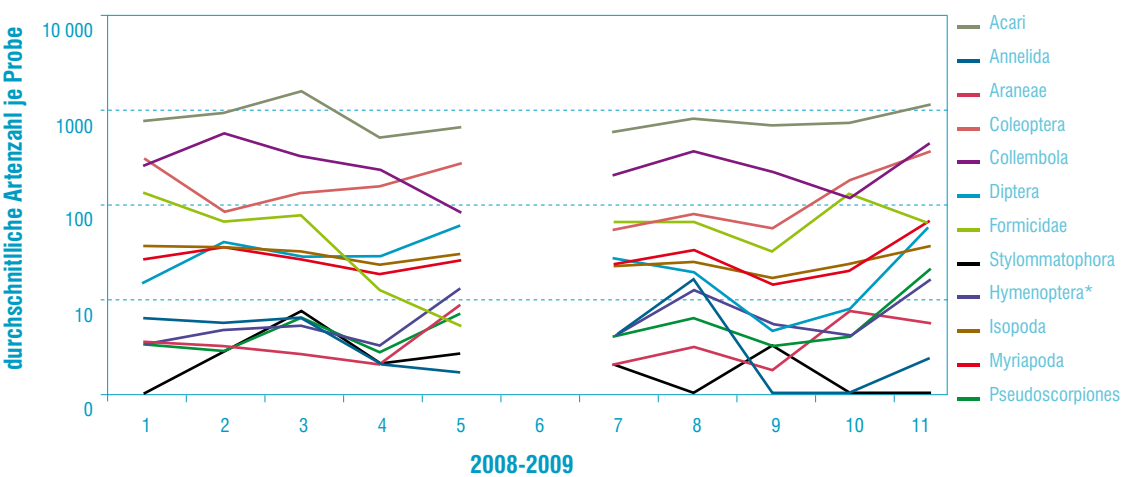


Abbildung 10
Monatliche Individuenverteilung für Tiergruppen, die in höherer Abundanz festgestellt wurden.



Ein ähnliches Bild findet sich auch bei den anderen im Mulm festgestellten Tiergruppen (Abbildung 9 und 10, Zahlen im Anhang 2). Die meisten Taxa sind über den Jahresverlauf relativ gleichmäßig repräsentiert, unabhängig davon, ob auch juvenile Formen bestimmt wurden oder nicht. Ein leichter herbstlicher Anstieg ist dabei auch bei den Dipteren – hier finden sich sapro- und mycetophage Formen – und den (parasitischen) Hymenopteren feststellbar. Auch dieser Anstieg dürfte auf der Schwerpunktsetzung auf Pilzgesiebe im Oktober zurückzuführen sein. Weitere phänologische Besonderheiten werden gegebenenfalls in den Abschnitten zu den einzelnen Tiergruppen erörtert.

3.3. | Untersuchungsstandorte

Im Beitrag zu den Käfern wird auf die relativ geringe Variationsbreite und Strukturvielfalt im Untersuchungsgebiet näher eingegangen. Dies äußerte sich nicht zuletzt darin, dass die Untersuchungsstandorte vergleichsweise totholzarm und nur schwach aufgelichtet waren. Wesentliche Unterschiede bestanden in der topographischen Lage mit feuchteren Eichenstandorten im Tal und trockeneren Eichen-Buchen-Standorten am Oberhang. Um aber auch helio- und xerophile Xylobionte zu erfassen wurden Standorte mit Waldrandnähe bevorzugt, die in der Regel struktureicher sind und ein höheres Blütenangebot besitzen.

Um den Einfluss verschiedener Standortfaktoren auf die Totholzbesiedelung zu prüfen, wurden Totholzreichtum, Baumartenvielfalt, Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse (Tabelle 3) als ordinal skalierte, unabhängige Variablen in eine lineare Regressionsanalyse eingeführt und ihre Beziehung zu den einzelnen Tiergruppen getestet (s. a. Anhang 3). Für die einzelnen Taxa wurde hierzu jeweils die Arten- und Individuenzahl obligat und fakultativ an Totholz lebender Vertreter je Probe aus der Datenbank abgefragt, so dass letztlich 50 Datensätze je Tiergruppe in die Berechnung eingehen.

Erwartungsgemäß zeigen sich nur wenige statistisch signifikante Zusammenhänge, da jeweils nur wenige Merkmalsausprägungen vorhanden sind und die Standortverhältnisse nur eine mittelbare Wirkung auf die Totholzgesiebe besitzen. Trotz standardisierter Vorgehensweise, was die Dauer der Probennahme, Anzahl und Umfang der Proben

betrifft, führt auch die subjektive Auswahl der Substrate (Stichwort: nicht zu trocken, nicht zu nass) zu einer Nivellierung der Gesiebequalitäten. Dem ausgleichend gegenüber steht der repräsentative Ansatz der Technik, die darauf abzielt möglichst viele Arten dadurch zu erfassen, dass ein möglichst breites Substratspektrum beprobt wird.

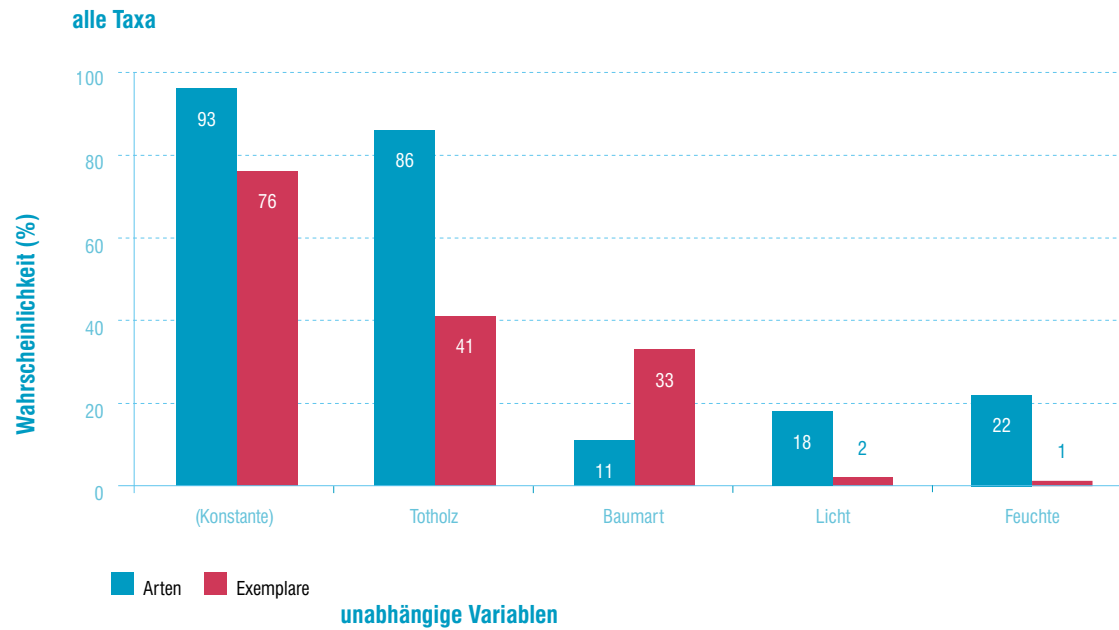
Um auch abseits statistischer Signifikanzen Standortunterschiede aufzeigen zu können, wurden die Fehlerwahrscheinlichkeiten des beschriebenen Regressionsmodells je Standortfaktor und Tiergruppe in Wahrscheinlichkeiten umgerechnet und grafisch dargestellt. Abbildung 11 zeigt beispielhaft das Verhältnis für alle Tiergruppen des Untersuchungsgebietes. Danach wird die Artenzahl mit größter Wahrscheinlichkeit durch das Totholzangebot beeinflusst. Mit leicht größerer Wahrscheinlichkeit sind aber auch andere Faktoren verantwortlich, die in die Berechnungen nicht eingingen („Konstante“). Die Lage des Standortes und damit seine Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse haben ebenso wenig einen Einfluss, wie die Baumartenzahl. Ein anderes Bild zeigt sich auf Individuenniveau, der Einfluss von Fremdfaktoren ist stärker, Totholzanteil und Baumartenzahl weisen schwache Ausschläge auf. Eine mögliche Erklärung liegt im größeren Angebot an Buchentotholz und –mulm am Oberhang, während tote Eichen im Untersuchungsgebiet bislang kaum Mulmkörper ausgebildet haben. Betont werden muss noch einmal, dass das Modell für alle Käfer, aber auch jeweils für alle Tiergruppen, schwache Bestimmtheitsmaße und hohe Fehlerwahrscheinlichkeiten aufweist. Die Standortfaktoren sind daher nur in Relation untereinander zu betrachten.

Tabelle 3 Eigenschaften der zehn Untersuchungsstandorte im Naturwaldreservat Enneschte Bësch.

Standort	Totholz	Baumarten	Licht	Feuchte
E01	mittel	Buche mit Eiche	Waldrand	Oberhang
E02	mittel	Eiche-Buche	Waldrand	Oberhang
E03	reicher	Eiche-Buche	Waldrand	Oberhang
E04	arm	Eiche-Buche	Waldrand	Tallage
E05	arm	Eiche	Innenbereich	Tallage
E06	reicher	Eiche	Innenbereich	Tallage
E07	mittel	Eiche	Innenbereich	Tallage
E08	reicher	Eiche-Buche	Waldrand	Oberhang
E09	reicher	Buche mit Eiche	Waldrand	Oberhang
E10	arm	Eiche	Innenbereich	Tallage

Abbildung 11

Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen im Naturwaldreservat Enneschte Bësch (weitere Erläuterungen s. Text).



4. Tiergruppen

4.1 | Annelida – Regenwürmer

Regenwürmer gehören zur saprophagen Makrofauna des Bodens. Weltweit sind ca. 6.000 Arten bekannt, wovon ca. 670 zu der in Mitteleuropa dominanten Familie der Lumbriciden gehören (BLAKEMORE 2003). Davon kommen rund 30 in Deutschland vor, von denen bisher nur ca. 15 in Rheinland-Pfalz nachgewiesen wurden (z.B. GRAFF 1953B, RÖMBKE et al. 2000; ERNST & EMMERLING 2009). Allerdings ist dieses Bundesland nur sehr unzureichend untersucht, so dass die „reale“ Anzahl eher bei 20 bis 25 liegen dürfte. Ähnlich sieht es in Luxemburg aus, wo allein im Waldgebiet Schnellert 12 Lumbricidenspezies nachgewiesen wurden (BECK et al. 2007). Außer *Lumbricus meli-boeus*, einer eher westeuropäisch-montanen Art, gehören diese zur „normalen“ Regenwurmfau-na Deutschlands.

An einem mitteleuropäischen Wald-Standort werden 3-10, primär in Abhängigkeit von den jeweiligen Bodeneigenschaften, Regenwurmart- gefunden. Abundanz und Biomasse variieren je nach Standortbedingungen erheblich (EDWARDS 1998). Seit den Anfängen der Bodenbiologie gel- ten Regenwürmer als die wichtigsten Bodentiere

Abbildung 12

Regenwurm *Lumbricus* sp.



(Foto: John Jensen)

vieler Standorte der gemäßigten Breiten (SACHELL 1983). Diese Feststellung beruht nicht nur auf ihrer hohen Biomasse, sondern vor allem auf den wichtigen Funktionen, die sie im Bodenökosystem wahrnehmen: die mechanische Durchmischung des Bodens, die Beschleunigung des Abbaus organischen Materials oder die Verbesserung des Wasserhaltevermögens von Böden durch die Bildung von Ton-Humus-Komplexen (PETERSEN & LUXTON 1982, EDWARDS & SHIPITALO 1998). Dabei ist zu beachten, dass diese im Allgemeinen als positiv angesehenen Funktionen meist nur von wenigen Arten bewirkt werden (LAVELLE et al. 1997). Generell lassen sich die Regenwürmer in

drei ökologische Gruppen unterteilen (BOUCHÉ 1977): Mineralschichtbewohner (= Endogeas), Streuschichtbewohner (= Epigeas) und Vertikalbohrer (= Aneciques), deren bekannteste Art *Lumbricus terrestris* ist. Wie aus Untersuchungen in Luxemburg bekannt ist kann gerade diese Art aber auch die Erosion in Wäldern durch seine Grabtätigkeit fördern (HAZELHOF et al. 1981). Diese ökologische Klassifizierung ist inzwischen, hauptsächlich aufgrund der Erfahrungen mit tropischen Regenwürmern, verfeinert worden. So führte z. B. LAVELLE (1984) für diejenigen Épipéas, die an Bäumen oder Stubben leben, den Begriff Rindenbewohner (Corticolas) ein.

Über die in den gemäßigten Regionen Europas vorkommenden Arten dieser Familie liegen umfangreiche autökologische, synökologische und ökotoxikologische Daten vor (z.B. LEE 1985, BRIONES et al. 1995, EDWARDS & BOHLEN 1997, EDWARDS 1998, JÄNSCH et al. 2005). Zudem liegen Ansätze zur Abschätzung von Referenzwertbereichen für Biomasse und Artenzahl bei verschiedenen Standortbedingungen vor (RÖMBKE et al. 2005, RUTGERS et al. 2008, Umweltbundesamt 2007). Gerade an Waldstandorten ist ihre Verbreitung gut bekannt (z.B. PHILLIPSON et al. 1976, RÖMBKE et al. 1997), wobei allerdings die Zahl und Bedeutung in bzw. an Totholz bisher unterschätzt wird. Dafür ist primär die normalerweise auf Boden und Streuschicht fokussierte Fangmethodik verantwortlich (ISO 2007). Bei Verwendung von Eklektoren an Stämmen oder auf Totholz wird allerdings regelmäßig, teils in sehr hohen Zahlen und bis in 15 – 22 m Höhe (GOSSNER, pers. Mitt.), die Art *Allolobophoridella eiseni* gefunden (RÖMBKE 2009).

Als Standardmethode zur Erfassung der Regenwürmer gilt eine Kombination von Handauslese mit einer chemischen Austreibung (ISO 2007). Gegenwärtig wird diskutiert, inwieweit das bisher verwendete Formol durch Senf (eher unwahrscheinlich) oder durch den in Senfölen enthaltenen Wirkstoff AITC als Austreibungsmittel ersetzt werden kann (GUNN 1992, ZABORSKI 2003, COJA et al. 2008). Alle einheimischen Arten lassen sich mit Standard-Bestimmungsliteratur (GRAFF 1953a, BOUCHÉ 1972, SIMS & GERARD 1999, BLAKEMORE 2002) bestimmen. Die Tiere lassen sich einfach konser-

vieren und ohne weitere Präparation bestimmen. Die Erfassung und Bestimmung der Regenwürmer ist aufgrund der standardisierten Methodik daher als unkompliziert zu bezeichnen.

In dieser Untersuchung wurden in 20 von 50 Proben an 9 von 10 Standorten sowie an allen Probenzeitpunkten Regenwürmer erfasst, so dass diese Tiere als „normaler“ Teil der Totholzfauna anzusehen sind (Tabelle 4). Allerdings sind im Vergleich zu anderen Tiergruppen sowohl ihre Diversität (4 Arten) als auch Häufigkeit (69 Exemplare) als niedrig anzusehen. Dabei ist zu beachten, dass die Regenwürmer bei einem Anteil von nur 0,10 % der Gesamtindividuenzahl einen zwar nicht quantifizierten, sicher aber deutlich höheren Anteil an der Gesamtbiomasse stellen.

Unter den nachgewiesenen Arten ist *Dendrodri-lus rubidus* als typischer Streuschichtbewohner anzusehen, der vorzugsweise im Auflagehumus aber auch an Baumstubben vorkommt. Dort ernährt er sich von weit zersetzter Streu bzw. den dort lebenden Mikroorganismen. Typischer für Totholz und damit als xylobiont einzustufen ist die corticole Spezies *Allolobophoridella eiseni*, die in Deutschland bis vor einigen Jahren als selten galt. *Allolobophoridella eiseni* ist unter den Streubewohnern diejenige Art, die am ehesten an Bäumen klettert. In einem badischen Moder-Buchenwald wurde sie auch in Kopfdosen von Boden-Foto-elektoren gefangen (RÖMBKE 1985). Ihr häufiges Auftreten im hier beschriebenen Material sowie in den hessischen Naturwaldreservaten Schönbuche, Niddahänge östlich Rudingshain, Hohestein und Goldbachs- und Ziebachsrück (RÖMBKE 2009) ist aufgrund des Einsatzes von Stammelektoren erklärbar. Interessant ist die Arbeit von EGGERT (1982) über die Regenwürmer des „Hohen Vogelsbergs“, eine der wenigen Studien, in der diese Art – noch unter dem Namen *Bimastos eiseni* – als häufig aufgeführt wird. Dies ist darauf zurückzuführen, dass dieser Autor primär qualitative Aufsammlungen durchgeführt und dabei auch Mikrohabitate wie Baumstämme untersucht hat. Es ist anzunehmen, dass *Allolobophoridella eiseni*, eine entsprechende Probennahme vorausgesetzt, mindestens in ganz Mitteleuropa weit verbreitet sein dürfte.

Aufgrund der geringen Absolutzahl gefangener Regenwürmer sowie der niedrigen Artenzahl ist eine weitergehende Auswertung nur bedingt möglich. Auf Artniveau gibt es nur eine schwache Beziehung zu den Eigenschaften der Untersuchungsstandorte (Abbildung 13). Bei den Abundanz zeigt sich aber eine stärkere Beziehung zur Baumartenzahl der Standorte. Sobald Buche hinzutritt, die in der Regel schneller vermulmt und nicht so leicht austrocknet wie Eiche, steigt die Individuenzahl der xylophilen Regenwürmer. Demgegenüber hat der Totholzanteil der Standorte keinen Einfluss auf die Regenwurmbesiedelung.

Abbildung 13

Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Regenwürmer.

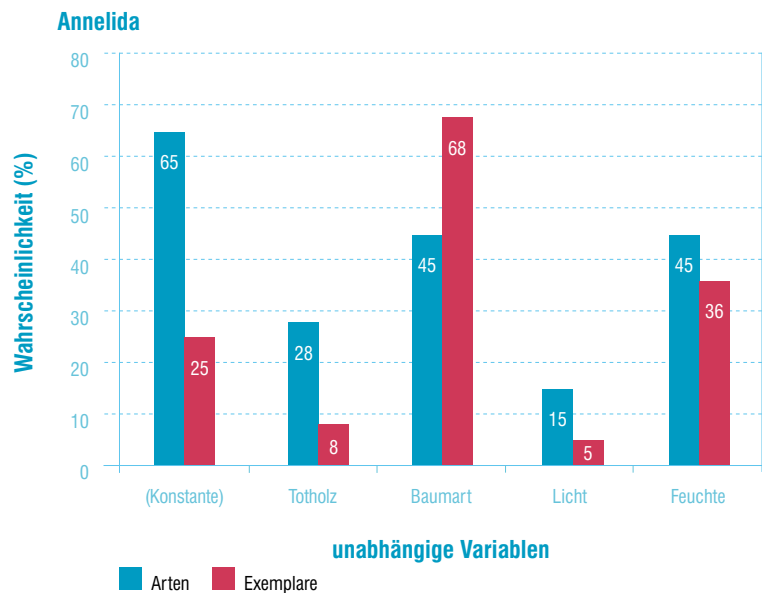


Tabelle 4 Artenliste und Standortverteilung der Ringelwürmer (Annelida). Spalte x in den Artenlisten ff. mit x xylobiont, f fakultativ xylobiont, n nicht xylobiont.

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Enchytraeidae	<i>Fridericia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	n
Lumbricidae	<i>Allolobophoridella eiseni</i> (LEVINSEN, 1884)	1	5	2	2	4	-	6	1	12	-	33	f
	<i>Lumbricus</i> sp.	1	1	-	2	2	-	1	3	1	-	11	f
	<i>Dendrodri-lus rubidus</i> (SAVIGNY, 1826)	-	11	-	-	-	-	5	-	4	4	24	n
Summe		2	17	2	4	6		12	4	17	5	69	

4.2 | Stylommatophora – Landlungenschnecken

Alle im Beifang nachgewiesenen Landschnecken (Bestimmung nach KERNEY et al. 1987) sind häufig und frequent in (Laub-)Wäldern anzutreffen. Dabei handelt es sich bei den fünf Arten, die in nachstehender Tabelle 5 gekennzeichnet sind, um solche, die entweder an Wald gebunden sind oder dort ihre Hauptvorkommen haben, während die anderen fünf Arten auch außerhalb von Wäldern regelmäßig auftreten. Je nach Feuchte- und Nährstoffversorgung sind Wälder mäßig bis sehr reich an Weichtierarten, an basenarmen, sauren Standorten jedoch oft sehr individuenarm.

Das hier ermittelte Artenspektrum umfasst nur etwa 5 % der luxemburgischen Weichtierfauna und etwa 15 % der von vergleichbaren Waldstandorten (GROH & WEITMANN 2007) zu erwartenden Landschneckenarten. Dies ist jedoch methodisch bedingt, weil für diese überwiegend bodenlebenden Tiere die Standardmethoden der Bodenprobe und der Austreibung mit Reizmitteln nicht angewandt wurden und keine Handfänge erfolgten.

Den nicht carnivoren Landschnecken kommt in Wäldern eine höhere Bedeutung als Destruenten zu, zumal sie in großen Dichten auftreten (GROH & WEITMANN 2007: bis zu 5.860 Ind./m²) und wegen der Großwüchsigkeit mancher Vertreter – z. B.

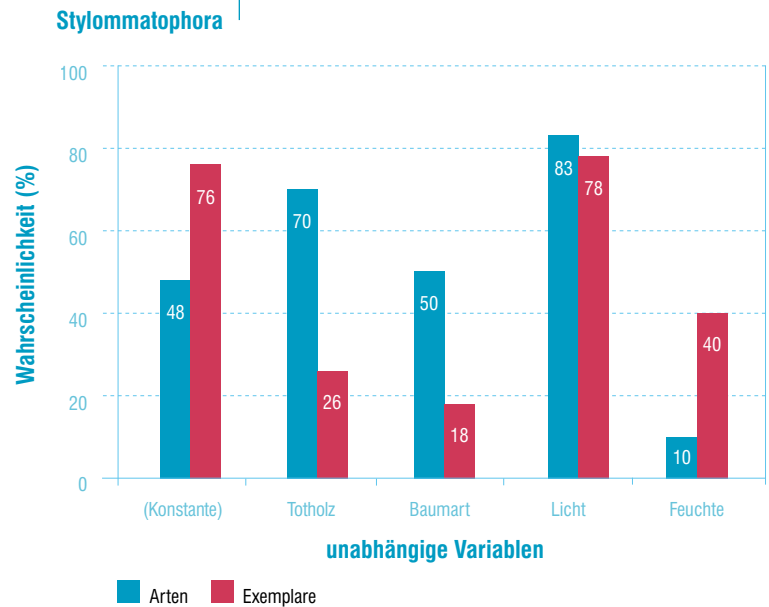
Abbildung 14
Xylophile Schnecken im Untersuchungsgebiet (v.o.n.u.):
Glatte Schließmundschnecke, *Cochlodina laminata*,
Gemeine Schüsselschnecke *Discus rotundatus* und
Baumschneigel *Lehmannia marginata*.



(Fotos: Ira Riehling)

Arioniden und Limaciden – auch hohe Biomassen erreichen können. Die angewandte Konservierungsmethode führte durch den Eisessiganteil zu einer vollständigen Entkalkung der Schnecken-schalen, so dass bei den Gehäuseschnecken

Abbildung 15
Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Stand-
ortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der
Landlungenschnecken.



nur noch eine Bestimmung anhand der Form und Oberflächenstruktur des Periostrakums oder anhand der Weichkörper-Merkmale möglich ist. Bei den Nacktschnecken findet eine vollständige Umfärbung statt. All dies erschwert die Artzuor-dung, besonders bei juvenilen Tieren.

Die wenigen Landschnecken (59 Individuen) wur-den zwar in beiden Untersuchungsjahren an allen Standorten und in allen sechs Untersuchungs-monaten, jedoch nur mit einer mäßigen Stetig-keit (Präsenz: 42 % der Proben) sowie mit einer geringen mittleren Arten- (2,6 Arten/Standort) und Individuendichte (5,9 Tiere/Standort) festgestellt. Die insgesamt höchste Arten- und Individuenzahl wurde am Standort 10 angetroffen, der sich von den anderen feuchteren Eichenstandorten durch die Ausbildung einer flächendeckenden Kraut-schicht unterschied.

Der Anteil von Arten, die man als xylophil und ggf. sogar als eingeschränkt xylobiont bezeichnen kann, liegt mit lediglich drei Arten, nämlich *Cochlo-dina laminata*, *Discus rotundatus* und *Lehmannia marginata* (Abbildung 14) bei gerade einmal 30% der Arten, umfasst aber mit 39 Tieren zwei Drittel der nachgewiesenen Individuen. Es ist außerdem davon auszugehen, dass auch die anderen Weich-tierarten aus mikroklimatischen und trophischen Gründen auf, unter oder im unmittelbaren Bereich von Totholz in einer höheren Dichte vorkommen als abseits solcher Sonderstrukturen. Dies unter-streicht die Bedeutung von Totholz auch für diese Tiergruppe in besonderem Maße.

Die Verteilung der xylophilen Arten und Indi-viduen auf die Standorte zeigt folgendes Bild (Abbildung 15): In beiden Fällen nähert sich der Lichtfaktor am stärksten der Signifikanzschwelle. Zu rund 80 % ist es wahrscheinlich, dass er einen spürbaren Einfluss ausübt – allerdings im nega-tiven Sinne, denn die Arten wurden bevorzugt an schattigen Standorten im Waldinneren nachgewie-sen. Aber auch der Totholzanteil weist hinsichtlich der Artenzahl einen erhöhten Wahrscheinlichkeits-wert auf.

Tabelle 5 Artenliste und Standortverteilung der Landlungenschnecken (Stylommatophora). Spalte w mit Kenn-
zeichnung der Waldbewohner. Die juvenilen Arion sp. und Aegopinella sp. gehören vermutlich zu den
determinierten Gattungsvertretern

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x	w
Arionidae	<i>Arion distinctus</i> J. MABILLE 1868	-	-	2	-	1	-	-	-	-	1	4	n	
	<i>Arion intermedius</i> (NORMAND 1852)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	n	
	<i>Arion rufus</i> LINNAEUS 1758	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2	n	
	<i>Arion silvaticus</i> LOHMANDER 1937	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	n	w
	<i>Arion</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	n	
Clausiliidae	<i>Cochlodina laminata</i> (MONTAGU 1803)	1	1	-	-	-	3	-	-	1	1	7	x	w
Euconulidae	<i>Euconulus cf. fulvus</i> (MONTAGU 1803)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	n	
Limacidae	<i>Lehmannia marginata</i> (O. F. MÜLLER 1774)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	x	w
Oxychilidae	<i>Aegopinella nitidula</i> (DRAPARNAUD 1805)	-	-	-	2	-	-	-	-	-	3	5	n	
	<i>Aegopinella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	n	
Patulidae	<i>Discus rotundatus</i> (O. F. MÜLLER 1774)	1	4	-	-	-	4	2	1	3	14	29	x	w
Valloniidae	<i>Acanthinula aculeata</i> (O. F. MÜLLER 1774)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	n	w
Summe		2	7	2	2	3	8	2	1	5	27	59		

4.3 | Isopoda – Asseln

Bei den Landasseln (Oniscidea) handelt es sich um typische Bewohner der Bodenoberfläche und darauf aufliegenden Strukturen in Wäldern. Aufgrund ihrer bisherigen Kenntnis und Ansprü-che werden Landasseln oft als Bioindikatoren eingesetzt (PAOLETTI & HASSALL 1999), wobei vor allem Ubiquisten sehr geringe Raumansprüche besitzen. Sie spielen eine erhebliche ökologische Rolle bei der Zersetzung der Laubstreu und von Totholzstrukturen (vgl. ZIMMER 2002, 2004) und können dadurch wohl als fakultativ xylobiont gelten. Über den genauen Einfluss von Landasseln auf Totholzstrukturen ist bisher nichts bekannt. Aus dem angrenzenden Deutschland sind rund 50 Arten gemeldet (GRUNER 1966, RAUPACH & HANNIG 2009), aus Luxemburg sind Daten durch HOFFMANN (1956) und GROH & ALLSPACH (2007) bekannt. Letztere verzeichneten im Waldstandort „Schnellert“ bei Berdorf überdurchschnittliche 13 Asselarten.

Abbildung 16
Die Rollassel *Armadillidium vulgare* wurde nur
in wenigen Individuen gefunden.



(Foto: Frank Köhler)

Landasseln waren mit einer hohen Konstanz in den Proben vertreten. Determiniert wurden vor allem die adulten Tiere. Gerade Jungtiere mussten des Öfteren verworfen werden, da der essigsaurer Alkohol den Kalk im Exoskelett auflöste und so eine Determination zum Teil erheblich erschwerte oder unmöglich machte. In 47 von 50 Proben aus dem gesamten Untersuchungszeitraum konnten sechs Arten aus fünf Familien in 1267 Exemplaren festgestellt werden (Tabelle 6), wobei die Landas-seln 1,86 % der Gesamtindividuen ausmachten. Der Anteil der Biomasse war aufgrund der großen Körpergröße der meisten Asseln in den Proben sehr hoch.

Die Mauerassel, *Oniscus asellus*, dominierte mit 1220 Individuen deutlich, lediglich 47 Exemplare waren anderen Landasselarten zuzuordnen. In der Datenbank der Fauna Europaea sind keine Einträge für *Armadillidium vulgare* (Abbildung 16) und *Haplophthalmus danicus* in Luxemburg vorhanden, aus allen angrenzenden Ländern sind die Arten bekannt. Demnach können diese als neu für Luxemburg ergänzt werden. Dennoch zählen die aufgefundenen Asselarten zu Ubiquisten und häufigen Arten, die sich lediglich in Feuchtigkeitpräferenzen unterscheiden.

Die Artenzahl an den Untersuchungsstandorten wird stark von der Baumartenzahl und der Feuchtigkeit beeinflusst. In der Regressionsanalyse erreichen beide Faktoren (nahezu) signifikante Werte (Abbildung 17). Die Artenzahl nimmt mit dem Hinzutreten der Buche zu, ist aber auch an eher feuchten Eichenstandorten höher. Auf Individuen-niveau erweist sich insbesondere eine Feuchtigkeit-zunahme förderlich, wobei allerdings auch nicht erfasste Faktoren, vor allem Basen- und Kalkhaltigkeit des Bodens eine bedeutsame Rolle spielen dürften (vgl. THIELE 1959). Der Totholzreich-tum der Standorte spielt keine bzw. eine unterge-ordnete Rolle. Asseln sind relativ anspruchslos und nutzen Totholz als zusätzlichen Lebensraum, sind aber in ihrem Vorkommen nicht davon abhängig.

Abbildung 17

Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Asseln (Isopoda).

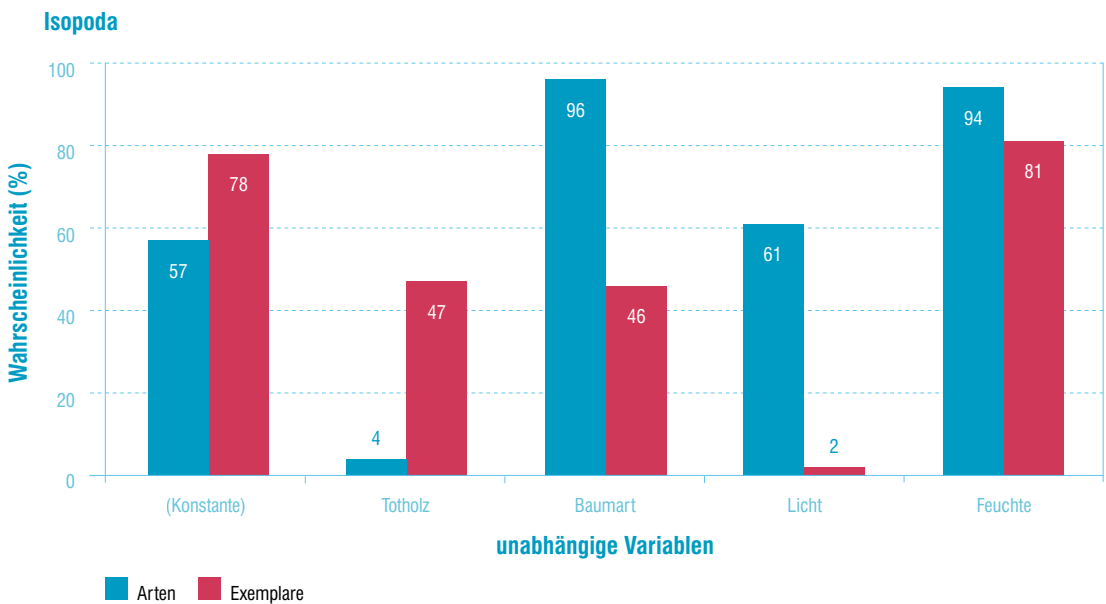


Tabelle 6 Artenliste und Standortverteilung der Asseln (Isopoda).

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Armadillidiidae	<i>Armadillidium vulgare</i> (LATR. 1804)	-	-	-	3	-	2	1	-	-	-	6	f
Oniscidae	<i>Oniscus asellus</i> L., 1758	46	108	129	72	202	121	198	63	208	73	1220	f
Philosciidae	<i>Philoscia muscorum</i> (SCOP., 1763)	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	3	f
Porcellionidae	<i>Porcellio scaber</i> LATR., 1804	-	-	4	1	-	-	-	-	-	13	18	f
Trichoniscidae	<i>Haplophthalmus danicus</i> (BUDDE-LUND, 1879)	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2	4	F
	<i>Trichoniscus pusillus</i> BRANDT, 1833	-	-	-	-	6	3	5	2	-	-	16	F
Summe		46	108	134	78	210	126	204	65	208	88	1267	

4.4 | Myriapoda – Tausenfüßer

Die Doppelfüßer (Diplopoda) weisen eine überwiegend epigäische Lebensweise auf und leben in der Laubstreu, unter der Borke von Bäumen, in Totholz und auch im Mineralboden (HAACKER1968, SCHUBART 1934). Als Primärersetzer leiten die Doppelfüßer zusammen mit anderen epigäischen Bewohnern, wie z.B. den Lumbricidae, Isopoda, Oribatida und Collembola, dabei die Abfolge der Zersetzungsprozess-Stadien des Falllaubes ein und tragen somit zur Bildung beständiger Humusstoffe bei, die für einen fruchtbaren Boden eine wichtige Bedeutung besitzen (DUNGER 1958, THIELE 1964). In den mitteleuropäischen Wäldern konsumieren sie bis zu 20% der jährlich anfallenden Streu (DUNGER 1958, FELDMANN 1993, SCHALLNASS et al. 1992, SPRENGEL 1989, THIELE1968). Sie stellen somit nach den Lumbriciden die wichtigsten Vertreter der saprophagen Makrofauna dar (BOLLER 1986, MEYER et al. 1984). Xylobionte Arten aus Mitteleuropa sind nicht bekannt und auch über den Einfluss von Diplopoden auf die Zersetzung von Totholz in mitteleuropäischen Wäldern ist bisher fast nichts bekannt.

Die räuberischen Hundertfüßer (Chilopoda) dagegen spielen eine wichtige Rolle als Regulatoren, wobei unter anderem Lumbricidae, Diplopoda, Dipterenlarven und -imagines, Collembola und diverse Coleoptera als Beute dienen (POSER 1988, 1989). Die Biomasse der Chilopoden in mitteleuropäischen Wäldern kann dabei die der epigäischen Araneae, Carabidae und Opiliones erheblich übersteigen (DUNGER 1983, GISI et al. 1997, WEIDEMANN 1972).

Aus dem bisher myriapodologisch nur wenig untersuchtem Luxemburg sind bisher ca. 30 Chilopoda- (REMY & HOFFMANN 1959, SPELDA 2001) und 36 Diplopoda-Arten bekannt (KIME 1994, 1996, POEKER 1957, REMY & HOFFMANN 1959, SPELDA 2001). Für das besser untersuchte Nachbarland Deutschland sind bisher 61 Arten an Hundertfüßern (SPELDA & VOIGTLÄNDER 2011) und 133 Arten Doppelfüßern bekannt (REIP et al. 2011). Vor allem die geschlechtsreifen Tiere lassen sich mit Hilfe der gängigen Bestimmungsliteratur (siehe Tabelle 2) gut bestimmen. Aufgrund des Essigsäure enthaltenen Konservierungsmittels (siehe Kapitel 2), ist die ursprüngliche Pigmentierung stark beeinträchtigt,

das Kalk enthaltende Exoskelett der Doppelfüßer wird weich und sie fallen schnell in zahlreiche Teile auseinander und die für die Bestimmung wichtigen Endbeine der Hundertfüßer gehen schnell verloren, was die Determination erschwert.

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 1327 bis auf Artniveau bestimmbare Individuen nachgewiesen, wobei sich 14 Hundertfüßer-Arten in 658 Exemplaren und 14 Doppelfüßer-Arten in 669 Exemplaren fanden (Tabelle 7). Damit machen die Hundert- und Tausendfüßer einen Anteil von 1,95 % aller im Totholz des Enneschte Bësch vorkommenden Tiere aus. Die Tausendfüßer kamen recht stetig, mit einem Anteil von 94 % aller untersuchten Totholzproben an allen zehn Untersuchungsstandorten vor.

Abbildung 18

Die Chilopode *Schendyla nemorensis* ist in Luxemburg und den übrigen Ländern Mitteleuropas einer der häufigsten Erdläufer-Arten und in verschiedensten Biotopen anzutreffen.



(Foto: Axel Steiner)

Mit insgesamt 423 Individuen war *Schendyla nemorensis* (Abbildung 18) die häufigste Myriapodenart und kam als einziger Chilopode auch in allen untersuchten Proben vor. An jeweils neun von zehn Standorten kamen die Arten *Strigamia acuminata*, *Lithobius forficatus* und *Cryptops parisi* mit einer recht hohen Stetigkeit vor. Bei den Doppelfüßern konnten *Glomeris marginata* und *Polydesmus angustus* (vgl. Abbildung 19) an allen Standorten nachgewiesen werden, wobei letztere Art mit 144 Exemplaren deutlich individuenreicher war. Ebenfalls sehr stetig kamen an neun von zehn Standorten *Cylindroiulus punctatus* und *Tachypodoiulus niger* vor. *Proteroiulus fuscus* stellte mit insgesamt 120 Tieren die individuenreichste Doppelfüßer-Art dar, wurde aber nur an sieben Untersuchungsstandorten nachgewiesen.

Abbildung 19
Die Diplopode *Polydesmus testaceus* ist weniger an Wälder gebunden und bewohnt häufig Waldränder und Halbtrockenrasen



(Foto: Axel Steiner)

Alle im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten können als fakultativ xylobiont bezeichnet werden. Bei *Cylindroiulus punctatus*, *Proteroiulus fuscus* und *Nemasoma varicorne* kann von einer höheren Präferenz für Rinde und Totholz gesprochen werden, dennoch sind diese aber auch

häufig in der Laubstreu anzutreffen (HAACKER 1968, HAUSER & VOIGTLÄNDER 2009, SPELDA 1999). Mit insgesamt 28 nachgewiesenen Arten (Tabelle 7) kann angenommen werden, dass die Hundert- und Doppelfüßer des Untersuchungsgebietes nahezu vollständig erfasst wurden.

Wie die zuvor besprochenen Tiergruppen besitzen auch die Tausendfüßer nur eine schwache Beziehung zu Totholzqualitäten und -quantitäten im Wald (Abbildung 20). Dementsprechend zeigt die Regressionsanalyse weder auf Arten- noch Individuenniveau eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine Beziehung zwischen dem Totholzreichtum der Untersuchungsstandorte und der Myriapoden-Fauna auf. Während die Artenzahl durch nicht erfasste Standorteigenschaften maßgeblich beeinflusst wird, zeigt sich an den waldrandnahen Eichenstandorten in der Tallage eine deutliche Individuenzunahme.

Abbildung 20
Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Tausendfüßer (Myriapoda).

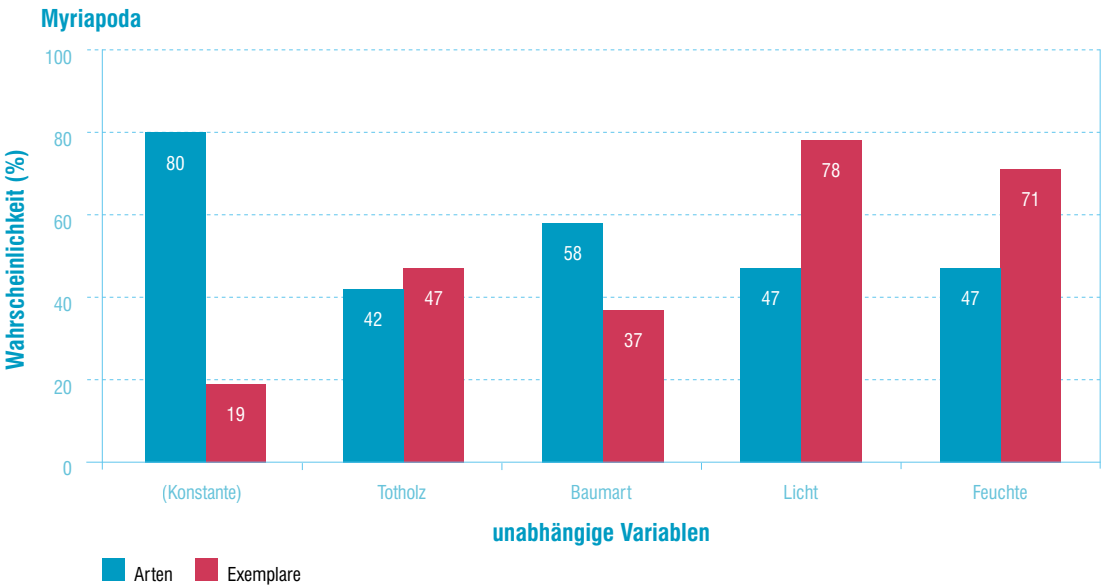


Tabelle 7 Artenliste und Standortverteilung der Tausendfüßer (Myriapoda).

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Klasse Chilopoda													
Ordnung Geophilomorpha													
Geophilidae	<i>Geophilus flavus</i> (DE GEER, 1778)	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	3	f
Linotaeniidae	<i>Strigamia acuminata</i> (LEACH, 1814)	4	-	6	4	8	8	5	6	4	3	48	f
	<i>Strigamia crassipes</i> (C. L. KOCH, 1835)	2	1	1	-	3	1	-	-	1	-	9	f
Schendylidae	<i>Schendyla nemorensis</i> (C.L. KOCH, 1836)	24	30	20	28	34	58	67	80	55	27	423	f
Ordnung Lithobiomorpha													
Lithobiidae	<i>Lithobius aeruginosus</i> L. KOCH, 1862	4	-	1	1	2	4	-	3	3	-	18	f
	<i>Lithobius crassipes</i> L. KOCH, 1862	-	-	1	4	7	2	1	2	1	-	18	f
	<i>Lithobius dentatus</i> C. L. KOCH, 1844	-	-	-	1	5	2	-	-	1	1	10	f
	<i>Lithobius forficatus</i> (LINNAEUS, 1758)	1	5	5	3	5	-	2	7	2	1	31	f
	<i>Lithobius macilentus</i> L. KOCH, 1862	1	-	-	-	4	3	-	-	-	2	10	f
	<i>Lithobius melanops</i> NEWPORT, 1845	-	-	3	-	-	-	-	-	1	-	4	f
	<i>Lithobius mutabilis</i> L. KOCH, 1862	-	2	-	-	2	-	4	1	-	-	9	f
	<i>Lithobius piceus</i> L. KOCH, 1862	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	f
	<i>Lithobius tricuspis</i> (MEINERT, 1872)	1	-	-	-	7	6	6	5	2	1	28	f
Ordnung Scolopendromorpha													
Cryptopidae	<i>Cryptops parisi</i> BRÖLEMANN, 1920	5	4	1	10	9	2	9	4	2	-	46	f
Klasse Diplopoda													
Ordnung Chordeumatida													
Chordeumatidae	<i>Chordeuma sylvestre</i> C. L. KOCH, 1847	1	2	-	4	2	4	2	7	3	-	25	f
	<i>Melogona gallica</i> (LATZEL, 1884)	1	1	-	-	4	1	-	-	-	1	8	f
	<i>Mycogona germanica</i> (VERHOEFF, 1892)	8	1	2	3	7	1	-	1	3	-	26	f
Craspedosomatidae	<i>Craspedosoma rawlini</i> LEACH, 1815	5	10	7	6	6	2	-	4	8	-	48	f
Ordnung Glomerida													
Glomeridae	<i>Glomeris intermedia</i> (LATZEL, 1884)	6	2	-	3	12	1	6	-	-	-	30	f
	<i>Glomeris marginata</i> (VILLERS, 1789)	2	2	1	2	6	7	8	2	3	11	44	f
Ordnung Julida													
Blaniulidae	<i>Proteroiulus fuscus</i> (AM STEIN, 1857)	1	88	12	55	7	-	-	2	5	-	170	f
Julidae	<i>Allajulus nitidus</i> (VERHOEFF, 1891)	-	-	-	-	1	7	-	1	1	-	10	f
	<i>Cylindroiulus punctatus</i> (LEACH, 1815)	10	2	3	-	14	10	2	1	10	4	56	f
	<i>Tachypodoiulus niger</i> (LEACH, 1815)	-	3	1	10	9	3	8	2	2	4	42	f
Nemasomatidae	<i>Nemasoma varicorne</i> C. L. KOCH, 1847	-	-	6	-	1	36	-	-	-	-	43	f
Ordnung Polydesmida													
Polydesmidae	<i>Polydesmus angustus</i> LATZEL, 1884	8	2	13	33	22	27	12	6	6	15	144	f
	<i>Polydesmus denticulatus</i> C. L. KOCH, 1847	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	f
	<i>Polydesmus testaceus</i> C. L. KOCH, 1847	-	-	-	20	2	-	-	-	-	-	22	f
Summe		85	155	83	187	179	185	134	135	114	70	1327	

4.5 | Araneae – Spinnen

Spinnen (Arachnida: Araneae) sind eine rein karnivore Tiergruppe, die sich durch unterschiedliche Strategien zu sehr effektiven Jägern entwickelt hat. Je nach Habitat der Spinnen, kommen dabei unterschiedliche Jagdstrategien zum Einsatz. So jagen Freiflächen bevorzugende Spinnen ohne Netz und auf Sicht, während auf Vegetation eingestellte Arten eher mit Netzen jagen.

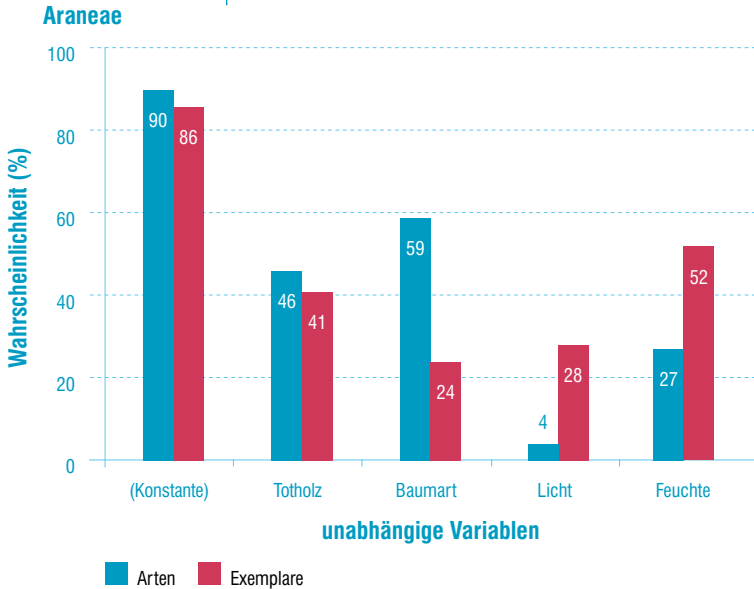
Abbildung 21
Krabbenspinne *Ozyptila*.



(Foto: Martin Kreuels)

Am Totholz kommen unterschiedliche Strategien zum Einsatz, die sich auch auf die Nachweisbarkeit einzelner Arten auswirken. Auf der Totholzoberfläche sind sowohl freijagende (mobile, nicht netzgebundene) Arten, wie Arten der Familie Lycosidae oder Salticidae nachweisbar. Spalten, Vertiefungen

Abbildung 22
Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Spinnen (Araneae).



oder Bruchkanten werden gerne von netzbauenden stationären (immobile) Arten besiedelt. Arten dieser Bereiche sind meist die Baldachinspinnen (Linyphiidae). Innerhalb des Totholzes kommen dann röhrenbewohnende Arten (Lauerjäger), wie Segestriidae vor.

Eine deutliche Zuweisung an Totholz ist für Spinnen-Arten kaum möglich, da diese meist an das Mikroklima gebunden sind. Eine am feuchten Totholz orientierte Spinne, kann deshalb auch im Bereich nasser Steine vorkommen.

Mit ca. 1300-1500 Arten in Mitteleuropa sind die Spinnen zwar nicht die größte Arthropodengruppe, dafür aber eine, die sehr individuenreich in allen ökologischen Bereichen vertreten ist. In Deutschland sind ca. 1000 Arten vertreten (BLICK i.l. 2011) mit einem Schwerpunkt auf den Baldachinspinnen, in Rheinland-Pfalz sind es noch geschätzte 700 Arten und in Luxemburg wurden bisher etwa 460 Arten nachgewiesen (KREUELS & STAUDT im Druck). Allen gemeinsam ist, dass diese nur mit ganz unterschiedlichen Fangmethoden nachgewiesen werden können. Bestimmbar sind überwiegend nur die in Alkohol konservierten adulten Spinnen, da die Bestimmung über die Genitalien erfolgt, die erst im letzten Entwicklungsstadium ausgebildet werden. Juvenile Tiere lassen sich noch den Familien und eventuell der Gattung zuordnen. Da eine Ansprache aber nur bei den adulten Tieren möglich ist, wurden in der laufenden Untersuchung die juvenilen Tiere verworfen.

Spinnen konnten aus 35 von 50 Gesiebeproben bis zur Art bestimmt werden. Sie kamen an allen 10 Standorten über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg vor. Bislang konnten auf der Grundlage der angewandten Methode 36 Arten in 137 Exemplaren nachgewiesen werden (Tabelle 8). Dies entspricht einem Anteil von 0,2% auf die Gesamtindividuenzahl aller Vertreter der Meso- und Makrofauna in den Totholzgesieben. Seltene oder gefährdete Spinnen waren im Artenspektrum nicht vertreten. Ebenfalls 36 Arten wurden mit Bodenfallen im Naturwaldreservat Laangmuer bei Niederanven-Waldhof gefangen (KREUELS 2009). Mit breiterem Methodenspektrum wurden im Waldgebiet Schnellert bei Berdorf 151 Spezies dokumentiert (STAUDT et al. 2007), so dass im Enneschte Bäsch durchaus auch mit einer Artenzahl in dieser Größenordnung zu rechnen ist.

Für die Spinnen konnten keine Standorteigenschaften ermittelt werden, die einen wahrscheinlichen Einfluss auf die Artenzahl und Abundanz ausüben (Abbildung 22). Im Regressionsmodell üben alle getesteten Faktoren nur eine geringe Wirkung aus, während unbekannte Faktoren ein nahezu signifikantes Niveau erreichen. Es ist daher

zu vermuten - darauf deuten auch die geringen Individuenzahlen hin – dass Spinnen methodisch bedingt unterrepräsentiert sind. Sie meiden weitgehend feuchte Substrate und sind beispielsweise eher unter trockenen Rinden zu finden, die bei Käfergesieben eher vernachlässigt werden.

Tabelle 8 Artenliste und Standortverteilung der Spinnen (Araneae).

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Agelenidae	<i>Histoipona torpida</i> (C.L. KOCH, 1834)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	f
Amaurobiidae	<i>Amaurobius fenestralis</i> (STROEM, 1768)	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3	f
	<i>Coelotes terrestris</i> (WIDER, 1834)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	f
	<i>Eurocoelotes inermis</i> (L. KOCH, 1855)	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3	f
Anyphaenidae	<i>Anyphaena accentuata</i> (WALCKENAER, 1802)	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2	f
Clubionidae	<i>Clubiona neglecta</i> O.P.-CAMBRIDGE, 1862	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	f
	<i>Clubiona terrestris</i> WESTRING, 1862	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	f
Dictynidae	<i>Cicurina cicur</i> (FABRICIUS, 1793)	-	1	-	1	-	1	-	-	-	1	4	f
Dysderidae	<i>Dysdera erythrina</i> (WALCKENAER, 1802)	1	-	2	-	1	-	-	-	1	1	6	f
Gnaphosidae	<i>Micaria fulgens</i> (WALCKENAER, 1802)	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	n
Hahnidae	<i>Hahnia nava</i> (BLACKWALL, 1841)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	f
	<i>Hahnia pusilla</i> C.L. KOCH, 1841	-	-	-	1	4	-	5	1	-	-	11	f
Linyphiidae	<i>Centromerus sylvaticus</i> (BLACKWALL, 1841)	2	2	2	1	2	1	1	5	-	-	16	f
	<i>Diplostyla concolor</i> (WIDER, 1834)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	f
	<i>Gongyliidellum vivum</i> (O.P.-Cambridge, 1875)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	f
	<i>Linyphia triangularis</i> (CLERCK, 1757)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	f
	<i>Macrargus rufus</i> (WIDER, 1834)	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2	f
	<i>Maso sundevalli</i> (WESTRING, 1851)	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	5	f
	<i>Micrargus herbigradus</i> (BLACKWALL, 1854)	1	-	1	-	6	-	2	-	2	4	16	f
	<i>Microlinyphia pusilla</i> (SUNDEVALL, 1830)	1	1	1	2	-	-	-	3	1	1	10	f
	<i>Monocephalus castaneipes</i> (SIMON, 1884)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	f
	<i>Palliduphantes pallidus</i> (O.P.-CAMBRIDGE, 1871)	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	f
	<i>Porhomma microphthalmum</i> (O.P.-CAMBRIDGE, 1871)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	f
	<i>Saariostoa abnormis</i> (BLACKWALL, 1841)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	f
	<i>Tenuiphantes tenuis</i> (BLACKWALL, 1852)	-	1	-	1	-	1	1	-	-	-	4	f
	<i>Thyreosthenius parasiticus</i> (WESTRING, 1851)	-	2	2	2	1	-	-	1	5	1	14	f
	<i>Walckenaeria antica</i> (WIDER, 1834)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	f
Lycosidae	<i>Walckenaeria cucullata</i> (C.L. KOCH, 1836)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	f
	<i>Mermessus trilobatus</i> (EMERTON, 1882)	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	3	n
	<i>Trochosa terricola</i> THORELL, 1856	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	f
	<i>Metellina merianae</i> (SCOPOLI, 1763)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	f
	<i>Metellina segmentata</i> (CLERCK, 1757)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	f
	<i>Parasteatoda tepidariorum</i> (C.L. KOCH, 1841)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	f
	<i>Robertus lividus</i> (BLACKWALL, 1836)	1	-	2	-	4	-	-	1	-	-	8	f
	<i>Ozyptila trux</i> (BLACKWALL, 1846)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	f
	<i>Ozyptila scabricula</i> (WESTRING, 1851)	-	-	1	1	1	-	-	1	-	-	4	n
	Summe	10	9	18	10	19	5	24	15	13	14	137	

4.6 | Opiliones - Weberknechte

Die enge Bindung vieler Kankerarten an bestimmte Biotoptypen, Strukturen und an ein spezielles Kleinklima macht Weberknechte zu ausgezeichneten Biotopdeskriptoren und Bioindikatoren (KOMPOSCH 2009). Insbesondere viele Arten der Mooskanker (Fam. Nemastomatidae) und Brett-kanker (Fam. Trogulidae) kommen nur in struk-turreichen Altwäldern vor. Echte xylobionte Arten gibt es unter den einheimischen Weberknechten jedoch nicht. Die Weberknechtfauna Luxemburgs ist dank langjähriger Erhebungen von Seiten des MNHN und in Auftrag gegebener Auswertung von Beifängen gut untersucht. Derzeit sind 32 Arten aus Luxemburg bekannt (MEYER & MUSTER 2009).

Abbildung 23

Der Brettkanker *Trogulus nepaeformis* jagt bevorzugt Gehäuseschnecken.



(Foto: Frank Köhler)

Die Inventarisierung des NWR Schnellert hat gezeigt, dass Luxemburger Naturwälder ein artenreiches, qualitativ hochwertiges und biogeo-graphisch bemerkenswertes Spektrum an Weber-knechten beherbergen können (MUSTER 2007). Die Präsenz der Opiliones in Gesiebeproben des NWR Enneschte Bësch ist dagegen auffällig gering. Es liegen nur neun Individuen aus lediglich einer Probe von einem Standort vor – Standort E01, ein Buchenaltbestand an der höher gelegenen Südwestecke. Im Artenspektrum (Tabelle 9) sind nur vier weit verbreitete Spezies vertreten; juvenile Brettkanker (Gattung *Trogulus*) können nicht sicher bis zur Art bestimmt werden.

Die Gründe für diese geringe Diversität könnten einerseits methodenbedingt sein – viele Weber-knechte bevorzugen feuchtere Strukturen, als es Totholz gemeinhin ist. Gegen diese Annahme spricht, dass aus Totholzgesieben anderer Luxemburger Naturwaldreservate deutlich mehr Weberknechte vorliegen (KÖHLER in litt.). Ande-rerseits könnten die historische Bewirtschaftung und fehlende Totholztradition die geringe Diversität der Weberknechte in den Proben von Enneschte Bësch bedingen. Im Untersuchungsgebiet wurden zu wenige Totholz besiedelnde Weberknechte gefunden, um eine Beziehung zwischen Standort-faktoren und Artvorkommen herzustellen.

Tabelle 9 Artenliste und Standortverteilung der Weberknechte (Opiliones).

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Nemastomatidae	<i>Nemastoma lugubre</i> (MÜLLER, 1776)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	n
Phalangidae	<i>Lophopilio palpalis</i> (HERBST, 1799)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	n
	<i>Rilaena triangularis</i> (HERBST, 1799)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	n
Trogulidae	<i>Anelasmacephalus cambridgei</i> WESTWOOD 1874	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	f
	<i>Trogulus</i> sp.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	F
Summe		9										9	

4.7 | Pseudoscorpiones – Pseudoskorpione

Die carnivore Ordnung der Pseudoscorpiones ist in Mitteleuropa mit etwa 100 Arten vertreten (vgl. BLICK et al. 2004). Aus Luxemburg sind, bis auf eine Untersuchung im Waldgebiet Schnellert bei Berdorf (GROH 2007a), keine publizierten Daten zu Pseu-doskorpionen bekannt. Aus dem angrenzenden Belgien werden 23, aus Deutschland 49 Arten gemeldet (BLICK et al. 2004). Einige Pseudoskorpione weisen eine hohe Bindung an Totholzstrukturen auf und sind ausgesprochen selten. Dies geht hin bis zu einer Spezialisierung auf Baumhöhlen, wie bei der europaweit streng geschützten FFH-Art Stellas Pseudoscorpion *Anthrenochernes stellae* LOHMANDER, 1939 (WURST 2008). Vertreter der Familien Chthoniidae und Neobisiidae sind in Wäl-dern Bewohner von Moosrasen und der Laubstreu.

Abbildung 24

Xylobionter Pseudoskorpion *Dendrochernes cyrneus* (L. KOCH, 1873).



(Foto: Frank Köhler)

Arten (Tabelle 10). Zusätzlich wurden 13 juvenile Exemplare verworfen, die vermutlich zu den festge-stellten Spezies gehören. Mit fünf nachgewiesenen Arten ist das Gebiet schon tendenziell als arten-reich zu klassifizieren.

Im Waldgebiet „Schnellert“ wurden mit einem breiteren Methodenspektrum, das auch Bodenfal-len und Stammeklektoren umfasste, 470 Indivi-duen in sechs Arten festgestellt (GROH 2007a), wobei die Überschneidung im Artenspektrum mit dem Enneschte Bësch gering ist. Wenn auch nur in geringer Individuenzahl, wurden hier drei Pseudoskorpione mit Bindung oder Präferenz für Totholz festgestellt. Man kann also davon ausgehen, dass durch die Totholzgesiebe im Enneschte Bësch eine vollständige Artenerfassung in diesem Lebensraum stattgefunden hat. Entsprechend ist aber bei Einsatz weiterer Methoden mit wenigen weiteren Arten zu rechnen.

Das euryöke *Neobisium carcinoides* dominierte mit 191 nachgewiesenen Individuen deutlich, gefolgt von *Chthonius tetrachelatus*. Einen deut-lich höheren Spezialisierungsgrad weisen die an Holzstrukturen gebundenen Arten auf. Dabei ist die stark phoretische Art *Lamprochernes nodosus* generell in zahlreichen Strukturen aus pflanzlichem Detritus nachweisbar, *Chernes cimicoides* lebt unter Rindenschuppen oder Rinde frisch abge-storbener Bäume und für *Dactylochelifer latreillei* ist nebst der nächtlichen Jagd in Rindenspalten und auf Gehölzen sogar eine Lebensweise an feuchtem Totholz belegt. Im Untersuchungsgebiet wurden allerdings zu wenige Totholz besiedelnde Pseudoskorpione gefunden, um eine Beziehung zwischen Standortfaktoren und Artvorkommen herzustellen. Die drei Arten mit Totholzbindung werden in der Fauna Europaea (www.faunaeur.org) nicht für Luxemburg aufgeführt, so dass es sich unter Umständen um Erstnachweise handelt.

Pseudoskorpione waren mit hoher Konstanz in den Proben vertreten. Determiniert wurden aus den Totholzgesieben allerdings nur die adulten Pseudoskorpione, da eine Bestimmung der juve-nilen Stadien nur in wenigen Fällen möglich ist. Letztlich fanden sich in 38 von 50 Proben über den gesamten Untersuchungszeitraum und an allen Standorten 210 Individuen aus vier Familien in fünf

Tabelle 10 Artenliste und Standortverteilung der Pseudoskorpione (Pseudoscorpiones).

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Cheliferidae	<i>Dactylochelifer latreillei</i> (LEACH, 1817)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	x
Chernetidae	<i>Lamprochernes nodosus</i> (SCHRANK, 1803)	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	f
	<i>Chernes cimicoides</i> (F., 1793)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	x
Chthoniidae	<i>Chthonius tetrachelatus</i> (PREYSS., 1790)	1	-	-	2	-	2	1	-	5	4	15	n
Neobisiidae	<i>Neobisium carcinoides</i> (HERMANN, 1840)	25	5	18	30	29	16	18	22	13	15	191	N
Summe		26	5	18	34	29	18	19	23	18	20	210	

4.8 | Acari – Milben

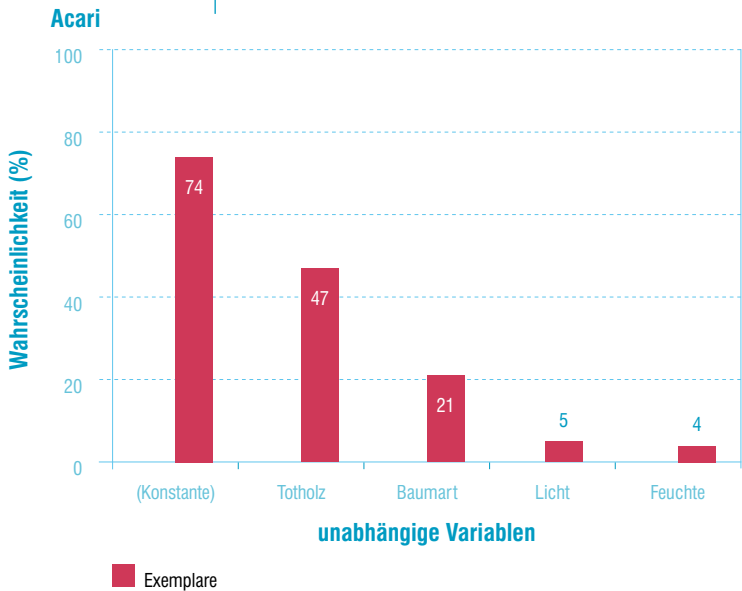
Zu den Spinnentieren zählen neben den artenreichen Ordnungen Araneae (Spinnen), Opiliones (Weberknechte) und Pseudoscorpiones, weitere Ordnungen, die meist zusammen als Acari (Milben) bezeichnet werden (Abbildung 25). KRANTZ & WALTER (2009) führen sechs Ordnungen in zwei Überordnungen mit weltweit etwa 50000 beschriebenen Arten (HALLAN 2005). Für Deutschland nennen VÖLKL & BLICK (2004) fünf Ordnungen mit geschätzt 2680 Arten, die einen Anteil von 71 % der Spinnentierfauna ausmachen. Die Autoren weisen aber auch darauf hin, dass es keine Check- oder Faunenlisten für Milben gibt, so dass die tatsächliche Zahl erheblich höher liegen könnte. Lediglich die Ordnung Ixodida (Zecken) dürfte mit 29 Arten gut dokumentiert sein.

Abbildung 25
Milben-Stichprobe aus einem Totholzgesiebe im Enneschte Bësch



(Foto: Frank Köhler)

Abbildung 26
Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Individuenzahlen der Milben (Acari).



Die Größe der Milben schwankt zwischen 0,1 mm und deutlich über ein Zentimeter. Die Milben haben die vielfältigsten Lebensräume erobert. Etwa die Hälfte der bekannten Arten lebt im Boden. Da sich Milben sowohl räuberisch aber auch saprophag von Detritus und Pilzen ernähren, kommen sie insbesondere in relativ stabilen Waldlebensräumen sehr zahlreich und artenreich vor. Im Schnellert bei Berdorf fanden BECK et al. (2007) an drei Standorten mit Boden- und Sonderproben 132 Hornmilben-Arten (Oribatei). Dabei wurden für die Bodenproben zwischen 19000 und 68000 Individuen je Quadratmeter hochgerechnet. Nach den Oribatiden waren die Raubmilben (Mesostigmata) besonders individuenreich vertreten.

Aufgrund des Zeitrahmens und der schweren Bestimmbarkeit wurden juvenile und adulte Milben aus den Gesiebebefängen bislang lediglich ausgezählt und archiviert. Aufgrund der hohen Abundanz erfolgte die Auszählung in einer Petrischale unter dem Stereomikroskop unter Zuhilfenahme eines Zählrasters, wobei Rasterfelder ausgewertet und auf den Gesamtinhalt der Petrischale hochgerechnet wurden. Milben waren mit Ausnahme einer Probe konstant und zahlreich mit 4000 bis 6000 Individuen je Standort vertreten (Tabelle 11). Insgesamt wurden 38996 Exemplare festgestellt, was einem Anteil von 57,22 % aller in den Totholzgesieben festgestellten Kleintiere entspricht.

Legt man ein durchschnittliches Probenvolumen von fünf Litern und eine beprobte Substratmenge von 15 Litern zugrunde, beträgt ihre Individuendichte etwa 260 Tiere je Liter Totholz. Unterstellt man bei BECK et al. (2007) etwa 10 cm starke Bodendreu- und Bodenproben liegt dieser Schätzwert innerhalb der Individuendichten des Schnellert (190 bis 680 Ind./l.), umfasst allerdings auch alle anderen Taxa neben den Oribatiden.

Die Artenzahl sollte über derjenigen des Schnellert liegen, eine taxonomische und ökologische Feingliederung ließe sich aber erst mit einer weiteren aufwändigen Sortierung und Artbestimmung erschließen. Da die meist winzigen Milben wenig mobil sein dürften, können wir davon ausgehen, dass das Artenspektrum überwiegend aus obligat bis fakultativ xylobionten Vertretern besteht, ergänzt um in der Streu- und Bodenschicht lebende Arten, die an Hölzern mit Bodenkontakt eingesiebt wurden.

Tabelle 11 Individuenverteilung der Milben (Acari) auf zehn Standorte.

Arten	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
unbestimmt	6104	5744	5128	4152	3909	4686	6060	5950	6046	4546	52325	f

Da die Milben nur ausgezählt wurden, kann lediglich die Individuenzahl der 50 Gesiebebproben in Beziehung zu den Standortfaktoren gesetzt werden (Abbildung 26). Von den getesteten unabhängigen Variablen besitzt dabei der Totholzreichtum der Untersuchungsstandorte den stärksten Einfluss auf die Fangzahlen. Dies dürfte insbesondere auch daran liegen, dass an totholzreicheren Standorten eher stärker dimensionierte Mulmkörper existieren, die besser gegen Austrocknung geschützt sind. Allerdings zeigt die Regressionsanalyse auch, dass nicht getestete Faktoren eine noch stärkere Wirkung im Rechenmodell entfalten. Da viele Acari das Totholz fakultativ nutzen, ist hier insbesondere an den Zustand und Umfang der Streuauflage, des Bodens oder an Sonderstrukturen wie Pilze zu denken.

4.9 | Collembola – Springschwänze

Die Springschwänze werden heute als eigene Klasse neben den Insekten innerhalb der Hexapoda (Sechsfüßer) geführt. Die Artenzahl wird weltweit auf über 50.000 geschätzt, wovon aber bislang nur ein Bruchteil beschrieben wurde (HOPKIN 1997). Aus Deutschland sind 414 Arten bekannt (KLAUSNITZER 2003). Arten und Artengruppen der Collembolen sind meist nur aufwändig und schwer bestimmbar. So wurden in jüngster Vergangenheit sogar noch aus Luxemburg neue Spezies beschrieben (vgl. STOMP & WEINER 2004).

Abbildung 27
Der zottige Springschwanz *Orchesella villosa* lebt in der Waldbodenstreu.



(Foto: Claus Weisenböhrer)

Besonders in feuchten, schattigen Böden, wie sie in Wäldern anzutreffen sind, finden sich Collembolen, die nach den Milben die zahlenmäßig stärkste Arthropodengruppe bilden. BECK et al. (2007) registrierten in Bodenproben des Schnellert 1512 Exemplare oder 40 % der Milben-Dichte. Springschwänze leben in Wäldern sowohl in tieferen Bodenschichten als auch in der Streuschicht und in Sonderstrukturen wie Totholz, Baumrinden, in Nestern von Ameisen, Stechimmen und anderen Tieren. Die meisten Arten ernähren sich von Detritus. Daneben gibt es aber auch Arten die sich von Aas und Exkrementen ernähren. Einige wenige Arten sind Spezialisten die Pollen, Pilze oder Algen verzehren.

Wie die Milben wurden auch die Collembolen aus den Gesiebebefängen des Enneschte Bësch aufgrund des Zeitrahmens und der schweren Bestimmbarkeit bislang nur ausgezählt und archiviert. In den Proben könnten sich ggf. auch noch einzelne Vertreter verwandter Taxa wie den Beintastlern (Protura) und den Doppelschwänzen (Diplura) finden. Springschwänze kamen im Untersuchungsgebiet mit gleicher Stetigkeit wie die Milben, aber mit geringerer Abundanz vor (etwa 30 %). Je nach Standort wurden zwischen 700 und 2300 Individuen festgestellt (Tabelle 12). Insgesamt summieren sich 13329 Springschwänze aus 50 Totholzgesieben, was einem Anteil von 19,56 % der ermittelten Fauna entspricht.

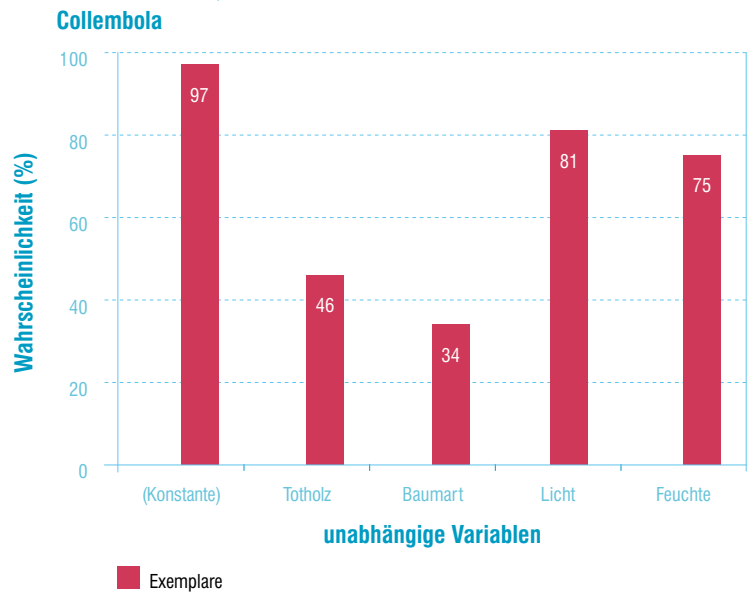
Ein Zusammenhang zwischen Totholzreichtum und Individuendichte der Springschwänze ist wenig wahrscheinlich, da vermutlich die Mehrzahl der Arten zu den Bewohnern der Bodendreu gehören und allenfalls fakultativ xylobiont sind. Im rechnerischen Vergleich der Standorte steigt die Abundanz in den Totholzgesiebebproben mit größerer Wahrscheinlichkeit mit zunehmender Verschattung und abnehmender Feuchtigkeit der Untersuchungsstandorte (Abbildung 27). Eine signifikante Beziehung zeigt sich allerdings nur bei Faktoren, die im Regressionsmodell nicht berücksichtigt wurden. Wie bei den Milben wären hier beispielsweise Streu- und Bodenzustand, die Humusform und Nährstoffverfügbarkeit, von Bedeutung. Zur Verfeinerung der ökologischen Einordnung wäre eine weitere Bearbeitung notwendig.

Tabelle 12 Individuenverteilung der Springschwänze (Collembola) auf zehn Standorte.

Arten	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
unbestimmt	2280	1400	1352	704	720	1177	1423	1494	1024	1755	13329	f

Abbildung 28

Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Individuenzahlen der Springschwänze (Collembola).



4.10 | Coleoptera – Käfer

Die Käfer, die Anlass des Methodeneinsatzes waren und in einem gesonderten Beitrag ausführlich behandelt werden (KÖHLER in diesem Band), waren mit höchster Stetigkeit (100 %) in allen Proben vertreten. Insgesamt fanden sich in den 50 Totholzgesieben 8053 Individuen, was 11,8 % aller ausgezählten Tiere entspricht. Unter den 407 Arten fanden sich 126 obligat xylobionte Arten (3748 Exemplare) und weitere 161 fakultativ xylobionte Arten (3836 Exemplare). Letztere können als Larve sowohl in Brutsubstraten am Totholz, aber auch in anderen Lebensräumen vorkommen. **Abbildung 29** verdeutlicht dies am Beispiel der Gesiebefänge des Enneschte Bäsch. Während Gewässer- und Pflanzenbewohner zufällig oder überwinternd am Totholz gefunden werden, finden sich in den

Gilden der Nest-, Pilz- und Faulstoffbewohner fast ausschließlich fakultative Totholzbesiedler. Am Beispiel von Tiernestern im Boden und in Bäumen, aber auch holz- und bodenbesiedelnden Pilzen wird deutlich, dass eine Fauna, die an Milieubedingungen, nicht aber an einzelne Tier- oder Pilzarten gebunden ist, sich sowohl im Totholz als auch abseits davon entwickeln kann. Sogar viele bodenlebende Arten können sich in ihrem gesamten Lebenszyklus in Totholzstrukturen aufhalten, so dass die Käferlebensgemeinschaften im Totholz letztlich eine deutlich höhere Diversität besitzen, als bei alleiniger Betrachtung der streng xylobionten Arten.

Die Verteilung der Arten und Individuen auf die zehn Untersuchungsstandorte zeigt ein recht klares Bild (**Abbildung 30**). Zwischen Totholzreichtum und Artenzahl besteht ein nahezu signifikanter Zusammenhang, während andere Faktoren keinen Einfluss besitzen. Mit zunehmendem Totholzreichtum steigt die Strukturvielfalt und bei den Käfern, die in besonders vielfältiger Weise an Mulmhöhlen, Tiernester im Holz oder Pilze angepasst sind, unmittelbar die Artenvielfalt. In gleicher Weise steigen auch Populationsstärken, die zum Teil auch mit dem Lichteinfall und der Feuchtigkeit zunehmen. Das auf den ersten Blick widersprüchliche Ergebnis kann dadurch erklärt werden, dass xylo-detriticole Käfer nasses Totholz meiden und durchaus auch sonnigere Standorte bevorzugen, solange Mulmkörper groß genug sind und nicht völlig austrocknen. Polyporicole Käfer präferieren dagegen feuchte Standorte, an denen in der Regel eine stärkere Pilzdiversität zu finden ist.

Die Totholzgesiebe sind nur eine Technik im Methodenspektrum der Totholzkäfererfassung. 175 Arten wurden hiermit exklusiv dokumentiert, darunter 35 Xylobionte. Insgesamt zeigt die gleichmäßige Verteilung der Artenschnittmengen zwischen den Techniken (**Abbildung 31**), dass sich diese gut im Rahmen einer repräsentativen Artenerfassung ergänzen. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass diese Methode nur eine eingeschränkte Reichweite besitzt, was auch durch die Ergebnisse der anderen Tiergruppen unterstrichen wird. Mit Hilfe der Gesiebe wurden 89 im Rheinland seltene Arten (nach KOCH 1968) und 40 Arten der Roten Listen Deutschlands (GEISER 1998, TRAUTNER et al. 1998) nachgewiesen, darunter 50 bzw. 31 xylobionte Spezies. Elf Arten wurden erstmals für Luxemburg nachgewiesen, darunter als große Seltenheit der Keulendüsterkäfer *Tetratoma desmarestii*.

Abbildung 29

Verteilung der Käferarten der Gesiebefänge auf Habitatpräferenzen in Abhängigkeit von ihrer Totholzbindung.

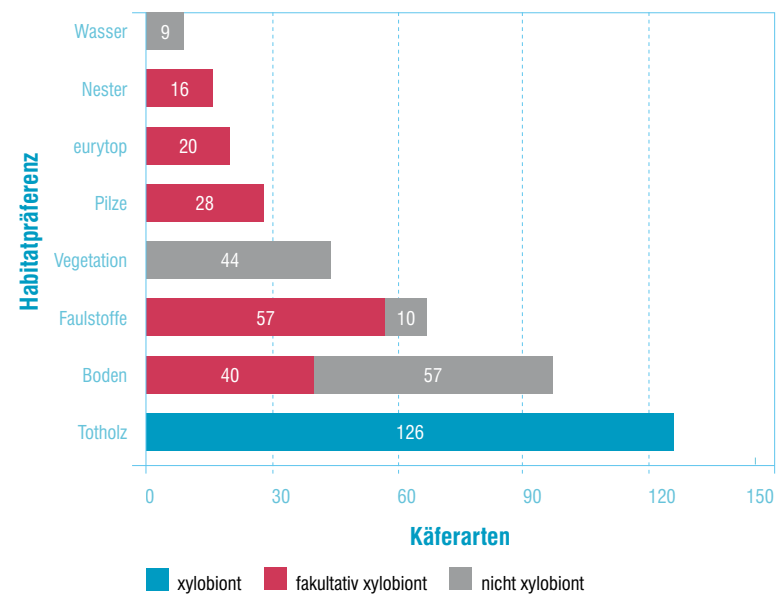


Abbildung 30

Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Käfer (Coleoptera).

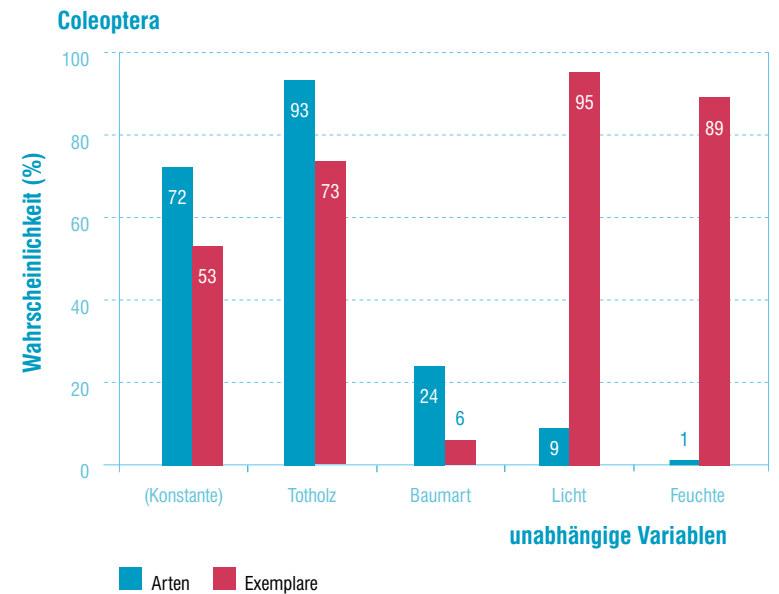
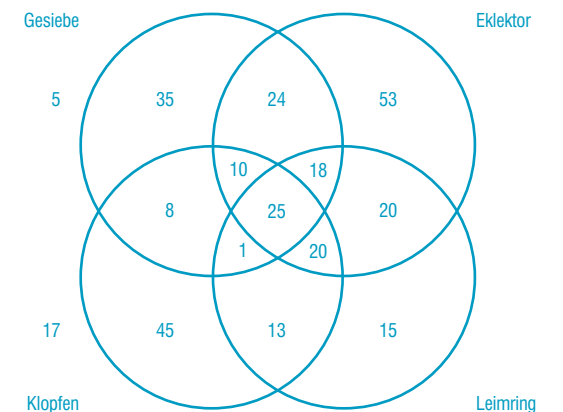


Abbildung 31

Schnittmengen zwischen den eingesetzten Methoden im Artenspektrum xylobionter Käfer (außen stehende Zahlen beziehen sich auf die diagonal gegenüber stehende Technik).



4.11 | Dermaptera – Ohrwürmer

Die Ohrwürmer gehören zu den kleinsten Insektenordnungen und sind in Deutschland nur mit acht Arten vertreten. Die Fauna Europaea (www.faunaeur.org) nennt für Luxemburg nur zwei Arten, spezielle Publikationen existieren hier, wie aus vielen anderen Regionen, nicht. Die Arten sind detriphag, zoophag oder Allesfresser, verbringen den Tag oft versteckt unter Rinden und Steinen, um in der Dämmerung und Nacht aktiv zu werden. In sieben von 50 Totholzgesieben aus dem Naturwaldreservat Enneschte Bësch fand sich mit *Chelidura acanthopygia* (Abbildung 32) nur eine Art in zwölf Exemplaren, die sich auf sechs von zehn Standorten verteilte (Tabelle 13). Es handelte sich bis auf wenige Ausnahmen um Adulte. Aufgrund der Fundumstände wurden die Nymphen auch dieser Art zugeordnet. *Chelidura acanthopygia* lebt nicht obligat in Totholz, sondern in der Laubstreu, und nutzt Totholzstrukturen um nach Nahrung und Unterschlupf zu suchen. Im Untersuchungsgebiet sind weitere Arten zu erwarten. Generell muss man bei Ohrwürmern sehr methodenreich vorgehen, die Arten bevorzugen verschiedene Habitate, so dass man um eine Gesamtfaua zu erhalten, auch die Vegetation abklopfen und abkeschern muss, Steine drehen und Rinde abschälen sollte.

Abbildung 32

Bislang wurde nur der Ohrwurm *Chelidura acanthopygia* nachgewiesen – hier eine Originalprobe aus dem Enneschte Bësch.



(Foto: Frank Köhler)

Tabelle 13 Artenliste und Standortverteilung der Ohrwürmer (Dermaptera).

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Forficulidae	<i>Chelidura acanthopygia</i> (GÉNÉ, 1832)	2	1	1	3	-	-	-	2	-	3	12	n

4.12 | Diptera – Fliegen und Mücken

Die Diptera sind neben den Hymenoptera die artenreichste Tiergruppe in Mitteleuropa. Aus Deutschland sind fast 10000 Arten nachgewiesen (SCHUHMANN et al. 1999, KLAUSNITZER 2003). Dipteren kommen, oft in hohen Arten- und Individuenzahlen, überall vor. Etwa die Hälfte der Familien enthält xylobionte Arten (Abbildung 33). Unter den xylobionten Dipteren dominieren die mycetophagen Arten. Feuchtes oder nasses Totholz hat eine artenreichere Dipterenfauna als trockenes. Die Dipteren stellen hinsichtlich der Arten- und Individuenzahl nach den Käfern die größte Gruppe xylobionter Insekten. Ihr Einsatz bei der Erforschung der Totholzfauna wird jedoch durch den Mangel an moderner Bestimmungsliteratur und an Experten behindert.

Abbildung 33

Auch unter den Fliegen gibt es auffällige, große Arten, wie die Tipulide *Ctenophora ornata*, die sich bevorzugt in Eichenmulm entwickelt.



(Foto: Frank Köhler)

Fliegen und Mücken wurden auch angesichts des Zeitrahmens und Probenumfangs im ersten Arbeitsschritt auf Familienniveau bearbeitet, wobei die verfügbaren Proben entsprechend aufgeteilt und neu etikettiert wurden. Die Tiere stehen damit zu einer weiteren Bearbeitung oder Archivierung zur Verfügung. Die aus den Gesiebeproben erhaltenen Dipteren sind zum Teil stark beschädigt, wodurch die Determination erschwert wird. Dies betrifft vor allem die Mücken (Nematocera). Die Ursachen dürften darin liegen, dass im Substrat sitzende zarte Tiere durch die mechanische Beeinflussung verletzt werden – Käfer sind gegen

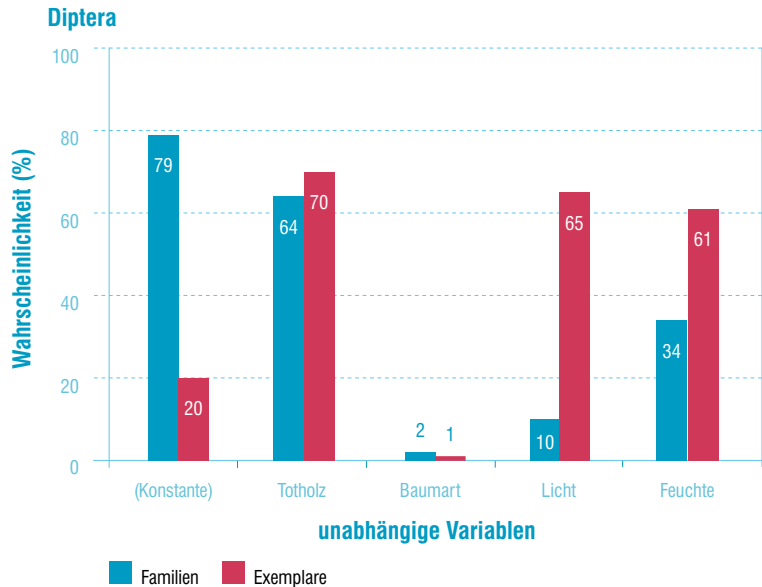
Holzbeil und Sieb praktisch unempfindlich – aber auch darin, dass Larven und Puppen eingetragen werden, die erst in den Auslesegeräten schlüpfen und in Kontakt mit zahlreichen großen Arthropoden gelangen, die kleine immature Fliegen und Mücken leicht beschädigen können.

Mit 1298 Individuen aus 39 Familien stellen die Diptera 1,9 % der Gesamtindividuen (Tabelle 14). Fast alle (47 von 50) Proben enthielten Dipteren und die Gruppe war an allen 10 Standorten und in allen Untersuchungsmonaten vertreten. Auch bei Betrachtung nur der Familien mit xylobionter Lebensweise sind die Diptera an allen Standorten präsent: Es fanden sich vier Familien mit ausschließlich xylobionten Vertretern. Bolitophilidae, Clusiidae, Ditomyiidae und Mycetobiidae, Pilzmücken im weiteren Sinne, fanden sich in 119 Individuen. Weitere 23 Familien, in denen sich sowohl xylobionte wie nicht-xylobionte Vertreter finden, erbrachten 1165 Exemplare. Damit könnten theoretisch bis zu 99% aller erfassten Dipteren eine obligate oder fakultative Bindung an Totholz besitzen.

Dieser Befund wird durch den Standortvergleich unterstrichen. An Standorten mit höherem Totholzanteil steigt die Zahl der dort nachgewiesenen Dipterenfamilien und -individuen (Abbildung 34). Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass sich in den Familien, die sowohl xylobionte wie auch nicht xylobionte Vertreter umfassen, die Mehrzahl der festgestellten Arten tatsächlich im Totholz oder Holzpilzen entwickeln. Auf Familienniveau üben im Regressionsmodell nicht erfasste Faktoren allerdings einen stärkeren Einfluss aus. Hier ist insbesondere an die Zusammensetzung und Menge der beprobten Pilze zu denken. Auf Individuenniveau gewinnen die Faktoren Licht und Feuchtigkeit deutlich an Einfluss. Wie bei den Käfern ist daran zu denken, dass mycetobionte Arten durch Feuchtigkeit und xylo-detriticole Arten durch Licht und Wärme gefördert werden. Korreliert man die Zahl der polyporicolen Käfer und der xylobionten Dipteren auf Individuenniveau (Abbildung 35), so zeigt eine Kurvenanpassung für eine lineare, logarithmische oder potenzierte Funktion bei jeweils ähnlichem Verlauf die höchsten Korrelationswerte bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit zwischen fünf und 10 Prozent. Die Pilzkäferfauna ist im Untersuchungsgebiet besonders artenreich vertreten, woraus sich hiermit zumindest schließen lässt, dass bei den Fliegen und Mücken eine ähnlich artenreiche und bedeutsame Fauna existieren sollte.

Abbildung 34

Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Familienvielfalt und Individuenzahlen der Fliegen und Mücken (Diptera).



Bedingt durch die schwierige Bearbeitbarkeit war eine Auswertung von Dipteren auf Artniveau im Rahmen des Projektes bisher nicht möglich. Unter Berücksichtigung der Faktoren Totholzbindung und Bestimmbarkeit wird eine Auswahl der Familien zur weiteren Bearbeitung empfohlen (Tabelle 15). Einzelne Familien mit xylobionten Arten sind wegen der noch unzureichenden taxonomischen Bearbeitung für ökologische Untersuchungen kaum geeignet. Dies betrifft auch die beiden in vorliegender Arbeit individuenreichsten Familien Sciaridae und Phoridae.

Abbildung 35

Beziehung zwischen den Individuenzahlen je Standort für polyporicole Käfer und xylobionte Fliegen und Mücken: Lineare, logarithmische und potenzierte Kurvenanpassung.

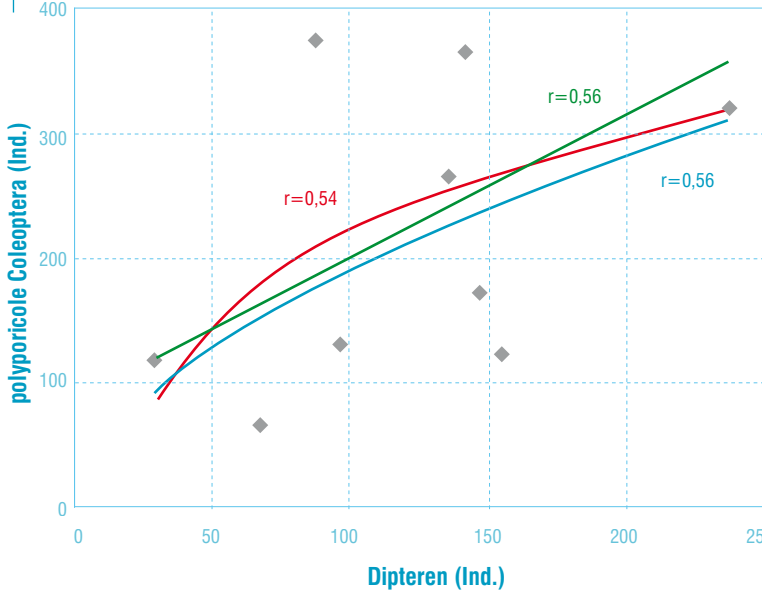


Tabelle 14 Familienliste und Standortverteilung der Mücken und Fliegen (Diptera). Weitere Hinweise zur Totholzbindung und Bestimmbarkeit siehe Tabelle 15.

Arten	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Anisopodidae	1	-	2	-	-	-	-	-	1	9	13	f
Anthomyiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	F
Bibionidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N
Bolitophilidae	-	1	11	55	10	-	3	6	2	11	99	X
Calliphoridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N
Cecidomyiidae	-	-	3	4	-	-	21	5	3	1	37	F
Ceratopogonidae	6	1	3	-	-	3	5	6	2	4	30	F
Chironomidae	2	1	1	3	-	-	3	-	-	-	10	F
Clusiidae	13	-	-	-	-	-	-	-	1	-	14	X
Ditomyiidae	-	-	3	-	-	-	1	-	1	-	5	X
Dolichopodidae	-	-	-	-	-	7	-	1	-	-	8	F
Drosophilidae	-	-	3	-	1	1	1	-	-	47	53	F
Empididae	-	1	-	1	6	3	-	-	-	1	12	F
Ephyridae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	N
Fanniidae	2	2	1	1	-	-	2	-	4	1	13	F
Heleomyzidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N
Hybotidae	3	-	1	-	4	28	1	8	-	2	47	F
Lauxaniidae	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2	N
Lestremiinae	13	3	1	-	1	3	6	22	10	1	60	F
Limoniidae	-	-	23	-	-	2	5	1	7	2	40	F
Lonchaeidae	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	6	F
Milichiidae	-	2	2	1	1	-	-	-	-	-	6	F
Muscidae	4	-	-	7	-	-	-	5	1	5	22	F
Mycetobiidae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	X
Mycetophilidae	1	1	1	8	-	-	10	10	3	2	36	F
Phoridae	3	3	5	7	16	5	15	18	70	4	146	F
Pipunculidae	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	N
Platypezidae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	F
Psychodidae	-	-	10	1	2	-	1	-	-	4	18	F
Rhagionidae	-	1	-	-	-	-	-	-	2	1	4	F
Rhinophoridae	-	2	-	1	-	-	1	-	-	-	4	N
Sarcophagidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N
Scatopsidae	3	-	4	-	-	-	1	1	-	-	9	F
Sciaridae	35	8	56	29	24	26	67	128	57	19	449	F
Sphaeroceridae	9	2	2	26	3	3	6	24	33	21	129	F
Syrphidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	F
Tabanidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	N
Tipulidae	-	-	-	1	-	1	4	-	-	-	6	F
Trichoceridae	2	-	2	2	-	-	-	1	1	-	8	F
Summe	97	30	136	147	68	88	155	237	198	142	1298	

Tabelle 15 Hinweise und Empfehlungen zur Lebensweise und Bestimmung der Dipteren. Mücken und Fliegen wurden bislang nur auf Familienniveau bearbeitet. Für mit A gekennzeichnete Familien wird eine weitere Analyse auf Artniveau empfohlen.

Familie	Individuen	xylobiont	Bestimmbarkeit	Anmerkung	A
Anisopodidae	13	teilweise	gut	in Saftflüssen	
Anthomyiidae	1	teilweise	sehr aufwändig	in Baumhöhlen mit Vogelnestern	
Bibionidae	1	nein	gut		
Bolitophilidae	99	ja	aufwändig	an Pilzen	A
Calliphoridae	1	nein	aufwändig		
Cecidomyiidae	37	teilweise	sehr aufwändig		
Ceratopogonidae	30	teilweise	sehr aufwändig	in wassergefüllten Baumhöhlen	
Chironomidae	10	teilweise	sehr aufwändig	in wassergefüllten Baumhöhlen	
Clusiidae	14	ja	gut		A
Ditomyiidae	5	ja	gut	an Pilzen	A
Dolichopodidae	8	teilweise	aufwändig		
Drosophilidae	53	teilweise	gut	an Pilzen und in Saftflüssen	A
Empididae	12	teilweise	aufwändig		
Ephydriidae	1	nein	aufwändig		
Fanniidae	13	teilweise	aufwändig	in Baumhöhlen mit Vogelnestern	
Heleomyzidae	1	nein	aufwändig		
Hybotidae	47	teilweise	aufwändig		A
Lauxaniidae	2	nein	gut		
Lestremiinae	60	teilweise	sehr aufwändig		
Limoniidae	40	teilweise	aufwändig		
Lonchaeidae	6	teilweise	aufwändig		
Milichiidae	6	teilweise	aufwändig	in Baumhöhlen mit Vogelnestern	
Muscidae	22	teilweise	aufwändig		
Mycetobiidae	1	ja	gut	in Saftflüssen	A
Mycetophilidae	36	teilweise	aufwändig	an Pilzen	A
Phoridae	146	teilweise	sehr aufwändig		
Pipunculidae	2	nein	aufwändig		
Platypezidae	1	teilweise	gut	an Pilzen	A
Psychodidae	18	teilweise	aufwändig	in wassergefüllten Baumhöhlen	A
Rhagionidae	4	teilweise	gut		
Rhinophoridae	4	nein	gut		
Sarcophagidae	1	nein	aufwändig		
Scatopsidae	9	teilweise	aufwändig	in Mulmhöhlen	
Sciaridae	449	teilweise	sehr aufwändig		
Sphaeroceridae	129	teilweise	aufwändig	in Saftflüssen und in Baumhöhlen mit Vogelnestern	
Syrphidae	1	teilweise	gut		A
Tabanidae	1	nein	gut		
Tipulidae	6	teilweise	gut		A
Trichoceridae	8	teilweise	aufwändig		

4.13 | Hemiptera – Wanzen und Zikaden

Wanzen (Heteroptera) sind in der Fauna Mitteleuropas mit über 1000 Arten und in Deutschland mit 867 Arten vertreten (GÜNTHER & SCHUSTER 2000, HOFFMANN & MELBER 2003). Aus Luxemburg nennen REICHLING & GEREND (1994) 525 Arten. Wanzen leben als Pflanzensauger oder räuberisch in allen Lebensräumen, wobei die Mehrzahl der Arten in der Vegetation in offenen und halboffenen Biotopen leben. In den Wäldern sind Wanzen eher artenarm vertreten und eine spezielle Bindung an Totholz findet sich nur in der Familie Aradidae, deren Arten an Baumpilzen oder unter der Rinde von abgestorbenen Ästen leben.

Abbildung 36

Die in Moosen lebende Netzwanze *Acalypta carinata* wurde im Untersuchungsgebiet besonders oft gefunden.



(Foto: Hannes Günther)

Im Ennesche Bësch fanden sich Wanzen mit geringer Stetigkeit – 15 von 50 Gesiebeproben – aber an fast allen Standorten über den gesamten Untersuchungszeitraum (Tabelle 16). Die fünf in 77 Individuen festgestellten Arten (Bestimmung nach WAGNER 1959) machen gerade 0,95 % der luxemburgischen Wanzenfauna aus. Zwei Arten, *Deraeocoris lutescens* und *Psallus varians* leben

auf *Quercus*, eine Art, *Neides tipularius* findet sich meist unter Halbsträuchern (*Artemisia campestre*) in offenem Gelände. Typische Waldbewohner sind die beiden Netzwanzenarten *Acalypta carinata* (Abbildung 36) und *Acalypta parvula*. Beide Arten leben in der Moosflora und ernähren sich von den Moospflanzen. Beide Arten sind im gesamten Jahresverlauf nachzuweisen, haben also mehrere Generationen (PÉRICART 1983). Von den acht in Mitteleuropa nachgewiesenen *Acalypta*-Arten kommen sechs in Luxemburg vor, darunter auch *A. carinata* und *A. parvula*.

Alle nachgewiesenen Wanzenarten haben keine direkte Beziehung zu Totholzhabitaten, allerdings zeigt die hohe Abundanz der *Acalypta*-Arten eine strukturelle Bindung an, wobei sich Moospolster in streureichen Wäldern auch am Stamm lebender Bäume und anderen exponierten Strukturen finden. Eine Erklärung, warum *Acalypta parvula* nur an einem der Standorte (E09) vorhanden war, im Gegensatz zu der an acht Standorten vertretenen *Acalypta carinata*, kann nicht gegeben werden. Es handelte sich bei diesem Standort, wie bei fünf anderen, um eine Waldrandlage mit Eichen-Buchen Bestand und ähnlichen Feuchtigkeitsverhältnissen. Xylobionte Arten wären nur aus der Familie der Rindenwanzen (Aradidae) in den Proben zu erwarten gewesen, sind aber nicht aufgetreten.

Als Zufallsfunde fanden sich neben den Wanzen drei Zikadenarten (Auchenorrhyncha, Tabelle 16), die freundlicherweise von Herbert Nickel bestimmt wurden. Die Pflanzensauger, die auch an verschiedenen Sträuchern und Waldbäumen vorkommen, sind mit 288 Arten in Luxemburg repräsentiert (NIEDRINHAUS et al. 2010).

Tabelle 16 Artenliste und Standortverteilung der Wanzen (Hemiptera, Heteroptera) und Zikaden (Auchenorrhyncha).

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Heteroptera													
Berytidae	<i>Neides tipularius</i> (LINNAEUS, 1758)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	n
Miridae	<i>Deraeocoris lutescens</i> (SCHILLING, 1837)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	n
	<i>Psallus varians</i> (HERRICH-SCHAEFFER, 1841)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	n
Tingidae	<i>Acalypta carinata</i> (PANZER, 1806)	15	-	3	5	11	1	24	5	-	6	70	n
	<i>Acalypta parvula</i> (FALLÉN, 1807)	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	n
Summe		15		4	6	11	1	24	5	5	6	77	
Auchenorrhyncha													
Cicadellidae	<i>Errhomenus brachypterus</i> FIEBER, 1866	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	n
	<i>Speudotettix subfuscus</i> (FALLEN, 1806)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	n
Delphacidae	<i>Hyledelphax elegantula</i> (BOHEMAN, 1847)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	n
Summe									1	2		3	

4.14 | Hymenoptera: Formicidae – Ameisen

Die Ameisen spielen weltweit in fast allen terrestrischen Ökosystemen eine bedeutende Rolle im jeweiligen Artengefüge. Das steht meist mit den hohen Individuenzahlen und der relativ hohen Biomasse in Zusammenhang, aber auch mit hoch entwickelten Verhaltensmustern. In Mitteleuropa zeigt sich dies unter anderem auch an den vielen anderen Insektenarten, die in ihrer Existenz an bestimmte Ameisenarten gebunden sind. Unter diesen so genannten myrmecobionten und myrmecophilen Arten finden sich besonders viele Käfer. Im Enneschte Bësch wurde allerdings nur der Kurzflügler *Euryusa optabilis* bei *Lasius brunneus* angetroffen (KÖHLER in diesem Band). Totholz stellt eines der beiden Haupt-Nisthabitate der Ameisen dar. Dabei kann es sich je nachdem um am Boden liegendes oder stehendes Totholz (z.B. trockene Äste mit Käfergängen), um Borkenritzen oder sogar hohle Eicheln, Nüsse und Ähnliches handeln. „Xylobionte“ sind solche, die ausschließlich oder fast ausschließlich an oder in Holz nisten. Als „Waldart“ werden hier Arten bezeichnet, die weitaus überwiegend in Wäldern vorkommen. Es sind also nicht alle xylobionten Arten auch „Waldarten“.

Abbildung 37

Arbeiterinnen der Knotenameise *Myrmica ruginodis*, einer häufigen Art im Untersuchungsgebiet, bilden bei einsetzendem Regen eine Kette.



(Foto: Frank Köhler)

Die meisten Formiciden leben in Mitteleuropa bevorzugt in trocken-warmen, offenen oder halboffenen Biotoptypen. Eher wenige, meist euryöke Arten, besiedeln auch den geschlossenen Waldbestand. Aus Deutschland sind 111 und aus dem benachbarten Rheinland-Pfalz 91 Ameisenarten bekannt (DATHE et al. 2001). Aus diesem Spektrum können etwa 30 Arten auch in Wäldern vorkommen und 14 sind „Waldarten“ im engeren Sinne. Je geschlossener die Kronenschicht und je höher der Buchenanteil ist, desto ärmer wird die Ameisenfauna. In Rheinland-Pfalz gibt es etwa sechs „Waldarten“, die auch regelmäßig in

geschlossenen Beständen vorkommen, darunter die im Enneschte Bësch nachgewiesenen *Stenamma debile* und *Temnothorax nylanderi*. Dagegen ist die verbreitete „Braune Holzameise“ *Lasius brunneus* zwar xylobiont, aber keine reine Waldart. Umgekehrt ist die kleine *Stenamma debile* zwar eine Waldart, aber nicht xylobiont. Sie nistet meist unter Steinen oder in der Bodenstreu, seltener auch unter Totholz. Die lichtbedürftige „Kahlrückige Waldameise“, *Formica polyctena*, baut ihre Hügel bevorzugt am Waldrand und an lichten Stellen; sie ist daher keine Waldart im strengeren Sinn.

Die Zahl der nachgewiesenen Arten – acht Spezies wurden dokumentiert (Tabelle 17) – ist relativ niedrig, was wohl vor allem dem mehr oder weniger geschlossenen Bestand zu schulden ist. Im Vergleich dazu wurden beispielsweise im Schnelert bei Berdorf 17 Arten nachgewiesen (GROH 2007), allerdings auf größerer, reicher strukturierter Fläche und mit erheblich breiterem Methodenspektrum. Eine der Arten wird auf der „Roten Liste“ für Deutschland geführt (SEIFERT 2007): Die kleine, unauffällige „Schmale Urameise“ *Ponera coarctata* gilt als „gefährdet“. Sie ist wärmeliebend und die sehr kleinen Kolonien leben meist tief verborgen im Bodensubstrat; gern auch an in den Boden eingesenktem, feucht-fauligem Totholz. Auffällig ist das Fehlen einiger zu erwartender Arten, so

etwa der „Schwarzglänzenden Holzameise“ *Lasius fuliginosus*, die als beliebter Käferwirt gezielt an Waldrändern gesucht wurde (KÖHLER mdl.) oder der xylobionten Schmalbrustameise *Leptothorax gredleri*. Diese und die festgestellte *Leptothorax nylanderi* werden in der Fauna Europaea (www.fauna-eur.org) noch nicht für Luxemburg aufgeführt.

Dass die geringe Artenzahl nicht methodisch bedingt ist, zeigen die Individuenzahlen, die ab etwa 50 Exemplaren in einer Probe auf etwa fünf Exemplare genau geschätzt wurde. Insgesamt wurden bei hoher Stetigkeit (46 Proben / 92 %) an allen Standorten und Untersuchungsterminen insgesamt 2924 Ameisen festgestellt, was einem Anteil von 4,3 % aller in den Totholzgesieben registrierter Tiergruppen entspricht. Die beiden xylobionten Arten stellten mit 1459 Individuen etwa 50 % aller Formiciden. Die Anzahl nachgewiesener Ameisen ist im Wesentlichen davon abhängig, ob Ameisennester beabsichtigt (z.B. bei der Suche nach Käfergästen bei *Lasius brunneus*) oder zufällig in eine Gesiebeprobe gelangen. Durch diese „geklumpten“ Einzelereignisse ist es unmöglich, eine Beziehung zwischen Standorteigenschaften und Ameisenabundanz herzustellen, wobei, wie bereits erwähnt, besonnte Areale und Tothölzer im Probenspektrum fehlten.

Tabelle 17 Artenliste und Standortverteilung der Ameisen (Hymenoptera, Familie Formicidae).

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Formicidae	<i>Formica polyctena</i> FÖRSTER 1850	-	-	3	215	-	-	-	-	-	4	222	n
	<i>Lasius platythorax</i> SEIFERT 1991	-	-	-	-	-	140	540	-	-	2	682	n
	<i>Myrmica ruginodis</i> NYLANDER 1846	37	49	7	159	94	5	95	7	1	4	458	n
	<i>Myrmica scabrinodis</i> NYLANDER 1846	-	-	-	-	-	-	-	-	1	16	17	n
	<i>Ponera coarctata</i> (LATREILLE 1802)	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	n
	<i>Stenamma debile</i> (FÖRSTER 1850)	9	5	2	16	16	2	6	12	5	11	84	n
	<i>Lasius brunneus</i> (LATREILLE 1798)	224	21	300	209	96	160	18	100	213	34	1375	x
	<i>Leptothorax nylanderi</i> (FÖRSTER 1850)	6	17	47	2	2	-	2	5	2	1	84	x
Summe		276	94	359	601	208	307	661	124	222	72	2924	

4.15 | Sonstige Hymenoptera – Hautflügler

Die Ordnung der Hymenoptera ist mit etwa 20000 Arten die wohl artenreichste Insektenordnung in Mitteleuropa (vgl. ULRICH 1999), zugleich aber wohl auch eine der am wenigsten erforschten (ULRICH 2001). Etwa 15000 Arten der mitteleuropäischen Hautflügler leben nach ULRICH (2001) als Larve oder, in seltenen Fällen auch als Imago, von anderen Arthropodenarten. Diese Gruppe weist in vielen Fällen eine hohe Spezialisierung auf und lebt teils an Wirtsordnungen, welche an der Totholzerzeugung beteiligt sind. Demnach gibt es sicherlich nicht nur fakultative Xylobionte innerhalb dieser Ordnung. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist die Anwendung einiger Schlupfwespenarten, speziell der Ichneumonidae, zur biologischen Bekämpfung von Forstschädlingen.

Abbildung 38 Ein Vertreter der Familie Torymidae am Totholz, im Makrofoto ist der Legestachel bei der 2 mm großen Wespe gut zu erkennen.



(Foto: Frank Köhler)

Die Artenzahl der aufgefundenen Familien für Luxemburg laut Fauna Europaea kann für die einzelnen Familien im Vergleich zum angrenzenden Deutschland der Tabelle 18 entnommen werden. Eine Datenbankabfrage zu den Braconidae und Ichneumonidae war nicht möglich. Die Hautflügler (ohne Ameisen) wurden bislang nur auf Familienniveau sortiert und ausgezählt. Eine Determination auf Artniveau wird durch Mangel an Spezialisten außerhalb der Aculeata und Symphyta erschwert

(SCHMID-EGGER i.l.), aber auch durch fehlende moderne und zusammenfassende Literatur. Teils sind einzelne Gruppen deshalb sogar stark revisionsbedürftig.

Hymenopteren waren mit 0,48% der Gesamtindividuen in 326 Exemplaren aus 16 Familien in 46 von 50 Gesiebeproben vertreten (Tabelle 19). Dabei können alle Vertreter der Überfamilien Ceraphronoidea, Ichneumonoidea, Platygastroidea und Proctotrupoidea zumindest als potenziell fakultativ xylobiont gelten. Arten der darin enthaltenen Familien lassen sich in Wäldern oft in Anzahl in der Laubstreu, in Moosen und an Tothölzern auffinden. 256 oder 78 % der Hymenopteren-Individuen könnten demnach zumindest fakultativ xylobiont leben.

Trotz der noch nicht durchgeführten Determination auf Artebene lassen sich bereits einige Beziehungen zwischen Standorteigenschaften und Anzahl der dort vertretenen Hymenopterenfamilien erkennen (Abbildung 39): Ihre Zahl nimmt an eher totholzarmen Eichenstandorten und trockeneren Waldrandlagen zu (zum Teil negative Beziehungen, vgl. Anhang 3). Es ist allerdings hochwahrscheinlich, dass nicht berücksichtigte Faktoren die Arten- und Individuenzahlen stärker beeinflussen. Hier ist insbesondere daran zu denken, dass die Abundanz der parasitisch lebenden Wespen vor allem vom Angebot potentieller Wirte abhängt. Da im Enneschte Bësch auch totholzreiche Standorte nicht aufgelichtet sind, kann das Ergebnis nicht verallgemeinert werden. Es ist durchaus möglich, dass Arten- und Individuenzahlen erheblich steigen, sobald Totholzreichtum und Sonneneinfall miteinander kombiniert sind. Keine der Familien besitzt ausschließlich xylobionte Vertreter, es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass zahlreiche der streng xylobionten Vertreter der Ordnungen der Coleoptera und Diptera von Hautflüglern parasitiert werden. Demnach müsste es auch bei den Parasitoiden unter den Hymenopteren „Totholzspezialisten“ mit enger oder weiterer Wirtsbinding geben.

Tabelle 18 Taxonomische, faunistische und ökologische Details zu den im Enneschte Bësch festgestellten Hymenopterenfamilien. Artenzahlen für Deutschland nach DATHE et al. (2001), für Europa und Luxemburg nach Fauna Europaea (www.faunaeur.org).

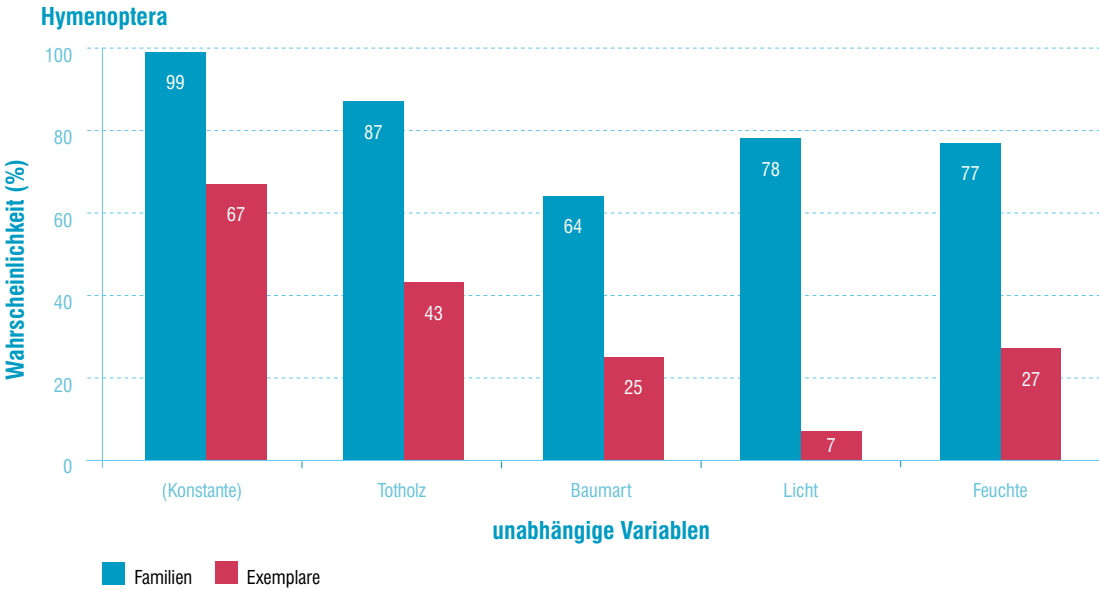
Überfamilie	Familie	Arten Europa	Arten Deutschland	Arten Luxemburg	Funde	Individuen	xylobiont	Bestimmbarkeit	Lebensweise
Tenthredinoidea	Thendredinidae	1042	541	195	1	1	nein	gut	Entwicklung an lebenden Pflanzen
Ceraphronoidea	Ceraphronidae	102	10	1	24	65	teilweise	aufwändig	Parasitoide an Gallmücken, eher bedingt der Ernährungsweise der Wirte in Bodenstreu
	Megaspilidae	140	24	1	11	14	teilweise	aufwändig	Hyperparasiten bei Braconiden
Chalcidoidea	Eulophidae	1193	443	0	1	2	nein	sehr aufwändig	Parasiten bei minierenden Pflanzenbewohnern
	Pteromalidae	1393	663	3	13	49	nein	sehr aufwändig	Parasitoide bei Insektenlarven unterschiedlicher Ordnungen
	Torymidae (Abbildung 37)	326	93	0	2	3	nein	sehr aufwändig	bilden Pflanzengallen an Blättern und Stengeln, immer lebende Pflanzen
	Trichogrammatidae	147	18	0	4	4	nein	aufwändig	hauptsächlich an Lepidopteren
Cynipoidea	Cynipidae	339	98	0	10	14	nein	sehr aufwändig	bilden Pflanzengallen an Blättern und Stengeln, immer lebende Pflanzen
Ichneumonoidea	Braconidae	?	1064	?	18	46	teilweise	sehr aufwändig	Parasitoide an sämtlichen Insektenordnungen
	Ichneumonidae	?	3332	?	10	12	teilweise	aufwändig	Parasitoide an sämtlichen Insektenordnungen
Platygastroidea	Platygastridae	518	80	3	13	42	teilweise	sehr aufwändig	entwickeln sich in Eiern von u.a. Coleopteren und Wanzen
Proctotrupoidea	Diapriidae	781	289	6	21	52	teilweise	sehr aufwändig	kaum erforscht, parasitiert vermutlich ausschließlich Dipteren
	Proctotrupidae	59	43	2	9	19	teilweise	sehr aufwändig	Parasitoide von Larven der Dipteren und Coleopteren
Apoidea	Apidae	2066	550	275	1	1	teilweise	gut	Exemplar Gattung <i>Bombus</i> , soziale Lebensweise im Boden, Jungköniginnen überwintern im Holz
Vespoidea	Vespidae	269	81	43	1	1	teilweise	gut	Exemplar <i>Vespa crabro</i> , soziale Lebensweise in hohlen Bäumen, Jungköniginnen überwintern im Holz

Tabelle 19 Familienliste und Standortverteilung der Hautflügler (Hymenoptera) ohne Familie Formicidae.

Arten	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Apidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	f
Braconidae	7	12	6	3	4	-	1	3	5	5	46	f
Ceraphronidae	6	6	8	13	7	1	8	3	10	3	65	f
Chalcidoidea	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	f
Cynipidae	6	1	-	3	2	-	-	1	-	1	14	n
Diapriidae	11	6	7	5	8	1	4	1	6	3	52	f
Eulophidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	n
Ichneumonidae	-	1	-	-	2	2	1	1	4	1	12	f
Megaspilidae	1	1	1	2	3	-	3	2	-	1	14	f
Platygastridae	9	-	9	8	2	-	5	3	6	-	42	f
Proctotrupidae	3	-	-	-	-	-	3	7	4	2	19	f
Pteromalidae	2	1	10	6	7	5	3	14	-	1	49	n
Thendredinidae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	n
Torymidae	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	3	n
Trichogrammatidae	-	-	-	-	1	2	-	1	-	-	4	n
Vespidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	f
Summe	47	28	41	41	36	11	31	37	35	19	326	

Abbildung 39

Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Familienvielfalt und Individuenzahlen der Hautflügler (Hymenoptera exkl. Formicidae).



4.16 | Thysanoptera – Fransenflügler

Bei den Fransenflüglern (Abbildung 40) – umgangssprachlich auch Gewittertierchen genannt – handelt es sich um eine mittelgroße Insektenordnung mit kleinen und kleinsten Vertretern, die sich als Pflanzensauger ernähren, aber auch als Pollen- und Pilzfresser oder Räuber in Erscheinung treten. Aus Deutschland sind 214 Arten belegt (SCHLIEPHAKE 2001), aus Luxemburg laut Fauna Europaea (www.faunaeur.org) nur drei der 571 europäischen Arten. Allerdings wurden 2007 von ZUR STRASSEN 17 Arten für Luxemburg aus dem Waldgebiet Schnellert bei Berdorf publiziert. Die mikroskopische Bestimmung der Thysanoptera ist vergleichsweise aufwändig, da Belege in Canadabalsam eingelegt und im Wärmeschränk behandelt werden müssen. Größere Arten sollte man teilweise für eine sichere Bestimmung bleichen.

Abbildung 40
Fransenflügler aus einem Totholzgesiebe.



(Foto: Frank Köhler)

Thysanopteren fanden sich in den Totholzgesieben aus dem Naturwaldreservat Enneschte Bësch in geringerer Stetigkeit, in neun von 50 Proben und an sechs von zehn Standorten. Die 45 nachgewiesenen Individuen verteilen sich auf sechs Arten

(Tabelle 20), womit eine Abschätzung standörtlicher Unterschiede bei dieser Tiergruppe nicht möglich ist. Insgesamt beinhalten die Proben europaweit verbreitete Arten. Die beiden *Hoplothrips*-Arten sind Rindenbewohner, typische Arten von Totholz, wo sie sich von Pilzhypen ernähren. *Hoplothrips pedicularius* ist häufig und weit verbreitet, *Hoplothrips grisea* dagegen eine weniger häufige Art. Alle festgestellten Arten werden in der Fauna Europaea (www.faunaeur.org) nicht für Luxemburg aufgeführt, bis auf *Hoplothrips grisea* nennt ZUR STRASSEN (2007) aber alle Arten aus dem Schnellert.

Für andere Thysanopteren kommt Totholz als Winterquartier bzw. Diapausequartier in Frage. *Thrips minutissimus* überdauert als Larve und schwärmt dann sehr früh im Frühjahr. Allerdings ist es unwahrscheinlich, dass die gefundene Larve (Probe E03-Juni2009) bereits überwintert hat. Vermutlich ist das Tier im Juni vom Laub abgefallen und so in die Totholzprobe gelangt. Bei einer weiteren Probe (E08-April 2008) handelt es sich aber sehr wahrscheinlich um Larven von *Thrips minutissimus*, die nach ihrer Überwinterung erfasst wurden. Die Imagines wurden bereits in ähnlichen Waldökosystemen mit hoher Schlüpfate Ende April / Anfang Mai gefunden (ULITZKA & FUNKE 1997). *Haplothrips phyllophilus* ist ein typischer Waldbewohner verschiedener Baumarten - die Art lebt auf Blättern. Die beiden Gramineen-Bewohner sind mit die häufigsten Thysanopteren-Arten überhaupt. Es sind die Tiere, die den Thysanopteren den Beinamen „Gewitterfliegen“ eingebracht haben. Sie schwärmen bei schwülwarmem Wetter in ungeheuren Zahlen und werden mit Winden in andere Ökosysteme, z.B. Wälder, verdriftet. Beim Fang vom April 2008 (E07) dürfte ein Tier erfasst worden sein, das in Spalten des toten Holzes überwintert hat.

Tabelle 20 Artenliste und Standortverteilung der Fransenflügler (Thysanoptera).

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Phlaeothripidae	<i>Haplothrips phyllophilus</i> PRIESNER 1938	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	n
	<i>Hoplothrips grisea</i> (PRIESNER, 1924)	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	x
	<i>Hoplothrips pedicularius</i> (HALIDAY, 1836)	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	3	x
Thripidae	<i>Limothrips cerealium</i> HALIDAY, 1836	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	n
	<i>Limothrips denticornis</i> HALIDAY, 1836	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	n
	<i>Thrips minutissimus</i> LINNÉ, 1758	-	-	1	-	-	-	-	36	-	-	37	n
Summe				1	2	2		2	36	2		45	

4.17 | Trichoptera – Köcherfliegen

Köcherfliegen sind semiaquatische Insekten, deren Larvenstadien üblicherweise in Gewässern gefunden werden. Dort verpuppen sich die Tiere und verlassen nach dem Schlupf das Gewässer, um sich an Land zu paaren. Die befruchteten Eier werden von den Weibchen wieder im Gewässer oder an Pflanzen über dem Wasser abgelegt. Die in sechs Gesiebeprobe mit 15 Larven im Naturwaldreservat Enneschte Bësch nachgewiesene *Enoicyla pusilla* (Abbildung 41, Tabelle 21) ist neben der selteneren *Enoicyla reichenbachi* (KOLENATI, 1848) die einzige europäische Köcherfliege, deren Larven terrestrisch leben. Über die Ökologie dieser beiden Arten ist wenig bekannt, so dass die aktuellen Funde im Enneschte Bësch und die Begleitdaten hierüber weitere Informationen liefern.

Abbildung 41
Larve der Köcherfliege *Enoicyla pusilla* aus dem Enneschte Bësch mit Milbenbesatz.



(Foto: Peter J. Neu)

In größerer Zahl wurde *Enoicyla pusilla* bisher in feuchten, oft quelligen Waldstandorten oder Auwäldern nahe an teilweise im Boden liegendem verrottendem Laubholz (Erle, Weide, Buche, Eiche) unter Laubschichten bis in etwa 5 cm Tiefe im

Substrat gefunden. Überirdische Einzelfunde von Larven gibt es zuweilen in Waldstandorten meist in Gewässernähe, wo Larven an Baumstämmen bis in mehrere Meter Höhe hinaufklettern. Gelegentlich werden sie in Stamm-Elektoren nachgewiesen, gelangen aber auch in Malaisfallen, wie der Nachweis von mehreren *Enoicyla pusilla*-Larven auf einem Trockenrasen bei Birgel (Eifel) belegt (KAPPES & CÖLLN 1997). Dass auch in den trockenwarmen Hängen des Tabener Urwalds *Enoicyla*-Larven in Totholzgesieben gefunden wurden, lässt auf eine große Plastizität der Art hinsichtlich der Larvenlebensräume schließen. Imaginal kann *Enoicyla pusilla* mit dem Kescher in feuchten Wäldern entlang von Quellbereichen in niedriger Vegetation gefangen werden, zuweilen auch in Malaisfallen an Gewässerufern. Da die Weibchen ungeflügelt sind und sich die Flugaktivität der Männchen auf bodennahe Regionen beschränkt, werden sie nur selten in Lichtfallen gefangen.

Enoicyla pusilla kommt in West- und Mitteleuropa weitaus häufiger vor als angenommen, es bedarf jedoch gezielter Nachsuche in den genannten Habitaten, um sie zu finden. So stammt ein Großteil der Belege von *Enoicyla*-Arten aus Beifängen z. B. von Coleopterologen, die sie in Totholzgesieben, Barberfallen oder Elektoren finden, während sie von Limnologen bei Gewässeruntersuchungen allenfalls an Quellstandorten gefunden werden. Die weitaus selteneren *Enoicyla reichenbachi* ist bislang nur vereinzelt in Frankreich, Deutschland, Österreich, Slowenien und Norditalien gefunden worden. Hier könnten Untersuchungen der Habitate dieser Art zu einer vertieften Kenntnis ihrer möglicherweise ebenfalls ungewöhnlichen Ökologie verhelfen und weitere Nachweise durch gezielte Nachsuche erbringen.

Tabelle 21 Artenliste und Standortverteilung der Köcherfliegen (Trichoptera).

Familie	Art	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	Summe	x
Limnephilidae	<i>Enoicyla pusilla</i> (BURMEISTER, 1839)	-	-	6	-	2	-	-	3	1	3	15	n

5. Diskussion

Aus den 2008 und 2009 gefertigten Totholzgesieben wurden bislang 8057 Käfer in 407 Arten ausgewertet. Die Analyse der Beifänge zeigte nun, dass in den Proben über 60000 Tiere aus 18 weiteren Tiergruppen vertreten waren. Unter den Prämissen zeitliche Beschränkung und fehlende Bestimmungsmöglichkeiten (Literatur, Fachkräfte) konnten diese jetzt dennoch zu einem bedeutenden Teil ausgewertet werden. Lediglich die extrem individuenreichen Milben (Acari) und Springschwänze (Collembola) konnten nur ausgezählt werden. Die komplexen Ordnungen der Fliegen und Mücken (Diptera) und Hautflügler (Hymenoptera) wurden mit Ausnahme der Ameisen (Formicidae) auf Familienniveau sortiert und gezählt.

Methodische Probleme ergaben sich bei der Auswertung bei solchen Taxa, in deren Außenskelett oder Gehäuse Kalk eingelagert ist. Bei Asseln (Isopoda), Schnecken (Stylommatophora) und Tausendfüßern (Myriapoda) wurden bestimmungsrelevante Körperteile teils stark durch Essigsäure angegriffen, die ursprünglich zur Weichhaltung und besseren Präparierbarkeit (Museumsbelege) der Käfer diente. Die Schäden waren letztlich aber nicht so gravierend, dass Individuen nicht bis zur Art bestimmt werden konnten. Bei den zarten Mücken kam es zu Beschädigungen durch andere Tiere in den Auslesegeräten, da oft frisch geschlüpfte, teils nicht vollständig ausgehärtete Individuen in Kontakt mit deutlich größeren Arthropoden kamen. Inwieweit eine weitere Bestimmbarkeit dadurch erschwert wird, kann zur Zeit nicht abgeschätzt werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass alle Tiergruppen bei der mindestens zweiwöchigen Verweildauer der Proben in den Auslesegeräten weitgehend bis vollständig extrahiert wurden. Überprüft werden müsste dies allerdings noch einmal bei den Schnecken, da hier oft noch Tiere nach Abschluss der Extraktion in den Geräten gefunden werden.

Neben den Käfern wurden bei fünf weiteren Tiergruppen Vertreter mit obligat xylobionter Lebensweise festgestellt (Abbildungen 42 und 43). Aus weiteren Taxa sind ebenfalls Arten bekannt, die in ihrer Larvalentwicklung streng an Totholzlebensräume gebunden sind, so auch bei den noch nicht auf Artniveau behandelten Gruppen. Fakultativ xylobionte Arten, deren Jugendstadien sich in und abseits von Totholzstrukturen entwickeln können – hier ist insbesondere an Pilz- und Bodenstrebewohner zu denken – wurden in praktisch allen Taxa vorgefunden. Lediglich bei den Zikaden, Ohrwürmern, Wanzen und Köcherfliegen war dies nicht der Fall. Bei den Wanzen existieren xylobionte Vertreter und bei Ohrwürmern und Köcherfliegen ist dies letztlich eine Definitionsfrage, die bei kommenden Auswertungen zu diskutieren sein wird.

Mit Ausnahme der Käfer ist eine strenge Totholzbindung in anderen Tiergruppen eher die Ausnahme. Fast alle Käferarten sind flugfähig und so ist zu vermuten, dass sich unter den bislang nur auf Familienniveau bearbeiteten Diptera und Hymenoptera noch eine größere Zahl xylobionter Vertreter finden lassen. Auch die xylobionten Formicidae und Thysanoptera sind flugfähig und können sich daher wieder leichter in entwaldeten oder intensiv bewirtschafteten Gebieten ansiedeln. Die Pseudoskorpione breiten sich phoretisch aus, indem sie sich beispielsweise an größere Fliegen wie Schnaken (Tipulidae) heften. Bei den Käfern ist lediglich der häufige Rüsselkäfer *Acalles lemur* flugunfähig und der Mangel an weiteren Arten wurde als Zeichen intensiver Bewirtschaftung interpretiert, was durch das Fehlen vieler typischer Altholz- oder Baumhöhlenbewohner im Gebiet unterstrichen wird. Ein ähnlicher Sachverhalt kann auch für andere Tiergruppen angenommen werden, aber derzeit nur schwer abgeschätzt werden, da dies die erste Komplettauswertung derartiger Substratproben darstellt.

Nicht übersehen werden darf, dass es gerade bei den flugunfähigen Taxa große Überschneidungen zwischen Boden- und Totholzfauna gibt. Bodenbewohner werden regelmäßig in Gesiebeproben registriert, da es immer Kontaktbereiche oder Überschneidungen in den Lebensräumen gibt. Ein weiterer Überschneidungsbereich sind die Pilze, die sowohl als Streu- wie Totholzzersetzer aktiv sind und für viele der untersuchten Gruppen die mittelbare (Nährstofferschließung) oder unmittelbare (Fruchtkörper) Lebensgrundlage darstellen. Auf diese Weise ist es zu erklären, dass sich hier besonders viele Arten mit fakultativer Entwicklung an Totholz finden. Abseits der Käfer sind so fast 70 % der bestimmten Arten und 97 % aller Individuen obligat oder fakultatив xylobiont.

Seltene oder gefährdete Arten – soweit Rote Listen überhaupt existieren – wurden nur bei den Käfern und Ameisen festgestellt. Bei den großen Taxa Acari, Collembola, Diptera und Hymenoptera ist mit weiteren seltenen Arten zu rechnen, wobei angesichts der beschriebenen taxonomischen Situation auch mit einem Vorkommen bislang unbeschriebener Spezies zu rechnen ist. (Vermutliche) Neufunde für Luxemburg wurden wiederum bei den Käfern und Ameisen, aber auch bei Asseln, Pseudoskorpionen und Fransenflüglern registriert und sind letztlich auch bei den genannten größeren Taxa zu erwarten. Wenn auch nicht im Enneschte Bésch, so ist doch in anderen Reservaten innerhalb der einzelnen Tiergruppen mit faunistischen Besonderheiten zu rechnen.

6. Dank

Die koleopterologische Bestandserfassung wurde im Auftrag der Biologischen Station Westen in Olm durchgeführt und die Auswertung der verschiedenen Tiergruppen aus Totholzgesieben im Auftrag der Naturverwaltung Luxemburg (Administration de la nature et des forêts, Luxembourg). Wir danken allen Mitarbeitern der Biologischen Station und Naturverwaltung Luxemburg für Ihre Unterstützung. Ein großer Dank geht auch an alle, die ergänzende Bestimmungsarbeiten zu schwach vertretenen Tiergruppen beisteuerten und Fotos zur Verfügung stellten.

Abbildung 42

Artenverteilung auf Tiergruppen und Stärke der Totholzbindung (Familienzahlen bei Diptera und Hymenoptera).

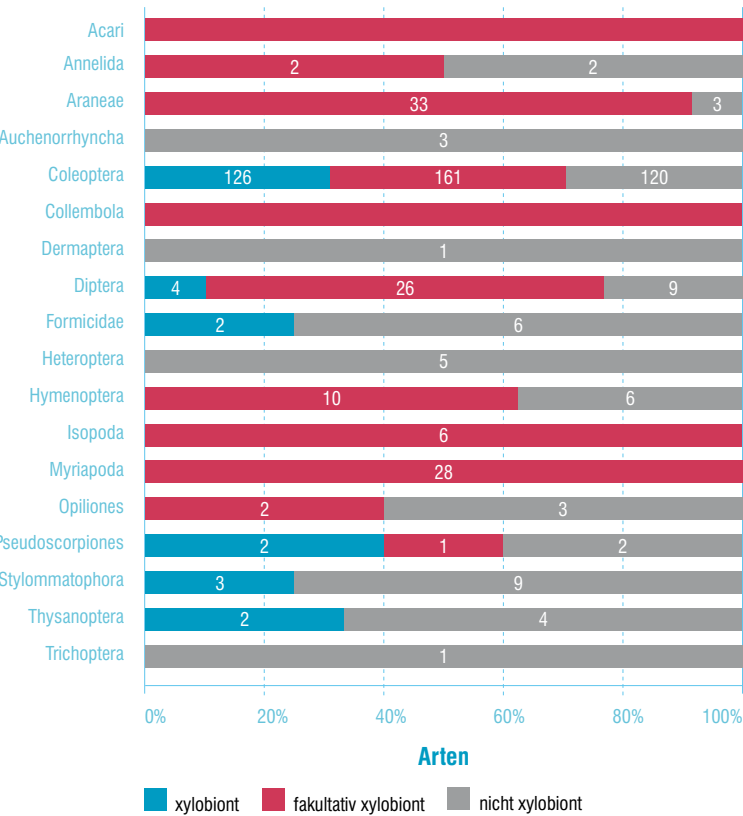
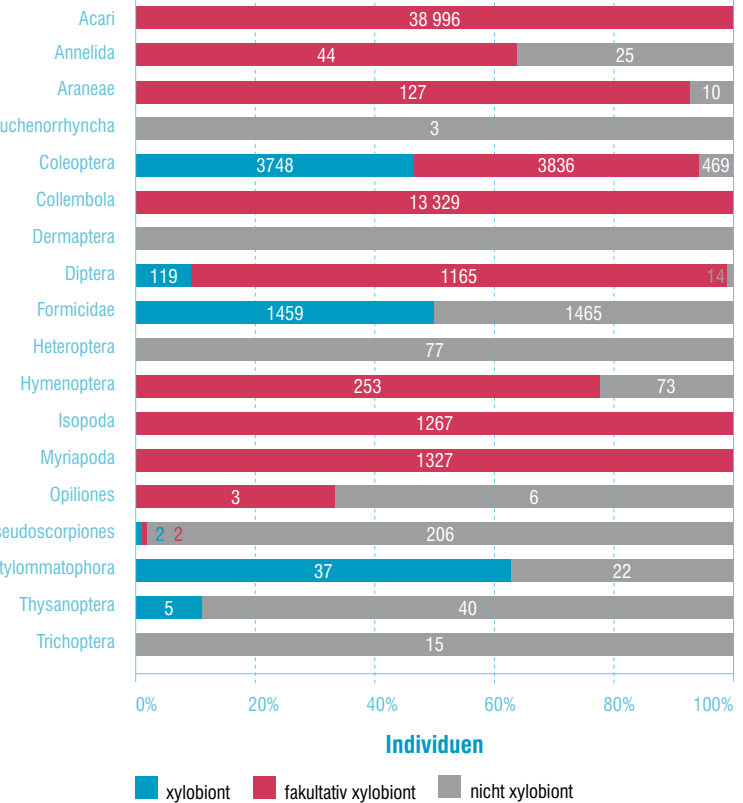


Abbildung 43

Individuenverteilung auf Tiergruppen und Stärke der Totholzbindung (Familienzahlen bei Diptera und Hymenoptera).



7. Literatur

BECK, L., J. RÖMBKE, F. MEYER, J. SPELDA & S. WOAS (2007): Bodenfauna, in: MEYER, M. & E. CARRIÈRES (Hrsg.): Inventaire de la biodiversité dans la forêt "Schnellert" (Commune de Berdorf) – Erfassung der Biodiversität im Waldgebiet "Schnellert" (Gemeinde Berdorf). – Ferrantia 50 (Luxembourg): 67–129.

BEIER, M. (1963): Ordnung Pseudoscorpionidea (Afterskorpione), in: Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas (Berlin) 1, 1–311.

BLAKEMORE, R. J. (2002): Cosmopolitan earthworms – an eco-taxonomic guide to the peregrine species of the world. (First CD Edition). VermEcology, P. O. Box 414 Kippax, ACT 2615, Australia. 426 S. + 80 Abbildungen.

BLAKEMORE, R. J. (2003): A provisional list of valid names of Lumbricoidea (Oligochaeta) after Easton, 1983, in: Advances in Earthworm Taxonomy. Editorial Complutense, Madrid. 75–120.

BLICK, T. & C. KOMPOSCH (2004): Checkliste der Weberknechte Mittel- und Westeuropas. Checklist of the harvestmen of Central and Western Europe (Arachnida: Opiliones). – Internet: http://www.arages.de/files/checklist_opiliones.pdf

BLICK, T., C. MUSTER & V. DUCHÁČ (2004): Checkliste der Pseudoskorpione Mitteleuropas. Checklist of the pseudoscorpions of Central Europe. (Arachnida: Pseudoscorpiones). Version 1. Oktober 2004. – Internet: http://www.AraGes.de/checklist.html#2004_Pseudoscorpiones.

BLOWER, J. G. (1985): Millipedes. Keys and notes for the identification of the species. – Synopses of the British Fauna (London) 35: 1–242.

BOLLER, F. (1986): Diplopoden als Streuzersetzer in einem Lärchenwald. – Nationalpark Berchtesgaden Forschungsbericht 9: 1–87.

BOUCHÉ, M. B. (1972): Lombriciens de France. Paris, France: INRA Publ. 72–2. Institut National de Recherches Agriculterelles Annales de Zoologie. – Ecologie animale, hors série 72 (2). 671 S.

BOUCHÉ, M. B. (1977): Stratégies lombriciennes. In: LOHM, U. & PERSSON, T. (Hrsg.): Soil organisms as components of ecosystems. – Ecological Bulletins NFR 25: 122–132.

BRIONES, M. J. I., R. MASCATO & S. MATO (1995): Autecological study of some earth-worm species (Oligochaeta) by means of ecological profiles. – Pedobiologia 39: 97–106.

BROHMER, P., P. EH RMANN & G. ULMER (1929): Die Tierwelt Mitteleuropas: ein Handbuch zu ihrer Bestimmung als Grundlage für faunistisch-zoographische Arbeiten. 2. Ergänzung: Mollusca, Crustacea, Isopoda, Myriapoda, Lieferung 1. Ulmer (Leipzig).

COJA, T., K. ZEHETNER, A. BRUCKNER, A. WATZINGER & E. MEYER (2008): Efficacy and side effects of five sampling methods for soil earthworms. – Ecotoxicology and Environmental Safety 71: 552–565.

DATHE, H., A. TAEGER & S. M. BLANK (2001): Verzeichnis der Hautflügler Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte (Dresden) Beiheft 7, 1–178.

DUNGER, W. (1958): Über die Zersetzung der Laubstreu durch die Boden-Makrofauna im Auenwald. – Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 86 (1–2): 129–180.

DUNGER, W. (1983): Tiere im Boden. – A. Ziemsen, Wittenberg, 3. Auflage: 1–280.

EASON, E. H. (1964): Centipedes of the British Isles. - 1-294. London, New York.

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 (London) 74: 9–33.

EDWARDS, C. A. & P. R. BOHLEN (1997): Biology of earthworms. London: Chapman & Hall. 276 S.

EDWARDS, C. A. (1998): Earthworm ecology. Boca Raton: CRC Press. 389 S.

EDWARDS, W. & M. J. SHIPITALO (1998): Consequences of earthworms in agricultural soils: Aggregation and porosity, in: EDWARDS, C. A. (ed.): Earthworm ecology. CRC Press, Boca Raton: 147–161.

EGGERT, U. J. (1982): Vorkommen und Verbreitung der Regenwürmer (Lumbricidae) des Naturparks „Hoher Vogelsberg“. – Beiträge Naturkunde Osthessen 18: 61–103.

ERNST, G. & C. EMMERLING (2009): Impact of five different tillage systems on soil organiccarbon content and the density, biomass, and community composition of earthworms after a 10 years period. – European Journal of Soil Biology 45: 247–251.

FELDMANN, R. (1993): Die Bodenmakrofauna im Lennebergwald. 2. Die Makrosaprophagen (Enchytraeidae, Lumbricidae, Isopoda, Diplopoda, Dipterenlarven). – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 31: 327-348.

FREUDE, H.; K. W. HARDE & G. A. LOHSE (HRSG.) (1964–1983): Die Käfer Mitteleuropas Band 1–11, Krefeld, Goecke & Evers.

GEISER, R. (1998): Rote Liste der Käfer (Coleoptera), in: BINOT, M., R. BLESS, P. BOYE, H. GRUTTKE & P. PRETSCHER (Bearb.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz (Bonn-Bad Godesberg) 55, 168–230.

GISI, U., R. SCHENKER, R. SCHULIN, F. X. STADELMANN & H. STICHER (1997): Bodenökologie. – Thieme, Stuttgart, 2. Auflage: 1–360.

GRAFF, O. (1953A): Die Regenwürmer Deutschlands. – Schriftenreihe der Forschungsanstalt für Landwirtschaft (Braunschweig-Völkenrode) 7: 1–70.

GRAFF, O. (1953B): Beitrag zur Kenntnis der deutschen Lumbricidenfauna. – Zoologischer Anzeiger 151: 23-27.

GRAHAM, M. W. R. DE V. (1969): The Pteromalidae of north-western Europe (Hymenoptera: Chalcidoidea). – Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology) Supplement 16 pp. 908 S.

BRUES, C. T. (1932): Classification of insects. A key to the known families of insects and other terrestrial arthropods. – Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College 73: 1–672.

DE SANTIS, L. (1969): Hymenoptera. Key to families with entomophagous representatives. (Apuntes de Control Biológico Serie Didáctica (Tucumán) 1: 1–41.

GOULET H. & J. T. HUBER (1993): Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Centre for Land and Biological Resources Research, Ottawa, Canada. 668 S.

GROH, K. & A. ALLSPACH (2007): Flohkrebse und Asseln – gammarides et cloportes – Crustacea, Amphipoda et Isopoda, in: MEYER, M. & CARRIÈRES, E. (Hrsg): Inventaire de la biodiversité dans la forêt „Schnellert“ (Commune de Bersdorf) – Erfassung der Biodiversität im Waldgebiet „Schnellert“ (Gemeinde Bersdorf). – Ferrantia (Luxembourg) 50: 223–233.

GROH, K. & G. WEITMANN (2007): Weichtiere – mollusques – Mollusca, in: MEYER, M. & CARRIÈRES, E. (Hrsg): Inventaire de la biodiversité dans la forêt „Schnellert“ (Commune de Berdorf) – Erfassung der Biodiversität im Waldgebiet „Schnellert“ (Gemeinde Berdorf). – Ferrantia (Luxembourg) 50: 179–204.

GROH, K. (2007A): Pseudoskorpione – pseudoscorpions – Arachnida, Pseudoscorpiones, in: MEYER, M. & E. CARRIÈRES (Hrsg.): Inventaire de la biodiversité dans la forêt "Schnellert" (Commune de Berdorf) – Erfassung der Biodiversität im Waldgebiet "Schnellert" (Gemeinde Berdorf). – Ferrantia (Luxembourg) 50: 205-207.

GROH, K. (2007B): Ameisen – fourmis – Hymenoptera, Formicidae, in: MEYER, M. & E. CARRIÈRES (Hrsg.): Inventaire de la biodiversité dans la forêt "Schnellert" (Commune de Berdorf) – Erfassung der Biodiversität im Waldgebiet "Schnellert" (Gemeinde Berdorf). – Ferrantia (Luxembourg) 50: 335–336.

GRUNER, H.-E. (1966): Krebstiere oder Crustacea. V. Isopoda, 2. Lieferung. – DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, Gustav-Fischer-Verlag, Jena, 151–323.

GUNN, A. (1992): The use of mustard to estimate earthworm populations. – Pedobiologia 36: 65–67.

GÜNTHER, H. & G. SCHUSTER (2000): Verzeichnis der Wanzen Mitteleuropas (Insecta: Heteroptera) (2. überarbeitete Fassung). – Mitteilungen des Internationalen entomologischen Vereins (Frankfurt) Supplement 7: 1-71.

HAACKER, U. (1968): Deskriptive, experimentelle und vergleichende Untersuchungen zur Autökologie rhein-mainischer Diplopoden. – Oecologia 1: 87–129.

HALLAN, J. (2005): Synopsis of the described Arachnida of the World. Acari Project Status. - Unpubliziert, Department of Entomology, Texas A & M University <http://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/>

HAUSER, H. & K. VOIGTLÄNDER (2009): Doppelfüßer (Diplopoda) Ostdeutschlands. – Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, 2. Auflage: 1–112.

HAZELHOFF, L., P. VAN HOOF, A. C. IMESON & F. J. P. M. KWAAD (1981): The exposure of forest soil to erosion by earthworms. – Earth Surface Processes Landforms, 6: 235–250.

HOESS, R. (2000): Bestimmungsschlüssel für die Glomeris-Arten Mitteleuropas und angrenzender Gebiete (Diplopoda: Glomeridae). – Jahrbuch des Naturhistorischen Museums Bern 13: 3–20. Bern.

HOFFMANN, H.-J. & A. MELBER (2003): Verzeichnis der Wanzen (Heteroptera) Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte (Dresden) Beiheft 8, 209–272.

HOFFMANN, P. (1956): Faune des Isopodes du Grand-Duché de Luxembourg. – Archives de l’Institut grand-ducale luxembourgeois (Luxembourg) Nouvelle Série 23: 151–193.

HOPKIN, S. P. (1997): Biology of the Springtails (Insecta: Collembola). Oxford: Oxford University Press.

ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (2007): Soil quality–Sampling of soil invertebrates. Part 1: Hand-sorting and formalin extraction of earthworms. ISO 23611–1. Geneva, Switzerland.

JÄNSCH, S., M. J. B. AMORIM & J. RÖMBKE (2005): Identification of the ecological requirements of important terrestrial ecotoxicological test species. – Environmental Reviews 13: 51–83.

KAPPES, H. & K. CÖLLN (1997): Vorkommen der Köcherfliege *Enoicyla pusilla* BURMEISTER 1839 (Trichoptera Limnephilidae) in der Hardt bei Birgel (Krs. Daun, Eifel). – Dendrocopos 24: 103–106.

KERNEY, M. P., CAMERON, R. A. D. & JUNGBLUTH, J. H. (1987): Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Ein Bestimmungsbuch für Biologen und Naturfreunde. – 384 S., 245 Taf. Hamburg & Berlin (Verlag Paul Parey).

KIME, R. D. (1994): Millipedes (Diplopoda) found in and around hedges in Luxembourg. – Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois 95: 349-357.

KIME, R. D. (1996): Millipedes recorded in the Grand Duchy of Luxembourg, in: GEOFFROY, J. J., J. P. MAURIES & M. NGUYEN DUY-JACQUEMIN (Hrsg.): Acta Myriapodologica – Mémoires du Museum National d'Histoire Naturelle (Luxembourg) 169: 257–263.

KLAUSNITZER, B. (2003): Gesamtübersicht zur Insektenfauna Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte (Dresden) 47: 57–66.

KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. – Decheniana-Beihefte (Bonn) 13: I–VIII, 1–382.

KÖHLER, F. (1996): Käferfauna in Naturwaldzellen und Wirtschaftswald. Vergleichende Untersuchungen im Waldreservat Kermeter in der Nordeifel. – Schriftenreihe LÖBF/LAfAO NRW (Recklinghausen) 6: 1–283.

KÖHLER, F. (2000): Totholzkäfer in Naturwaldzellen des nördlichen Rheinlandes. Vergleichende Studien zur Totholzkäferfauna Deutschlands und deutschen Naturwaldforschung. Naturwaldzellen in Nordrhein-Westfalen VIII. – Schriftenreihe LÖBF/LAfAO NRW (Recklinghausen) 18: 1–351.

KÖHLER, F. (2009): Die Totholzkäfer (Coleoptera) des Naturwaldreservates Laangmuer. – Zoologische und botanische Untersuchungen Laangmuer 2007–2008. – Naturwaldreservate in Luxemburg (Luxemburg) 5: 48–115.

KOMPOSCH, C. (2009): Rote Liste der Weberknechte (Opiliones) Österreichs, in: ZULKA, K. P. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. Grüne Reihe Band 14/3, Böhlau Verlag Wien, 397–483.

KOREN, A. (1986): Die Chilopoden-Fauna von Kärnten und Osttirol. 1. Geophilomorpha, Scolopendromorpha. - Carinthia II (Klagenfurt) 43 Sonderheft: 1-87.

KOREN, A. (1992): Die Chilopodenfauna von Kärnten und Osttirol. 2. Lithobiomorpha. – Carinthia II (Klagenfurt) 52 Sonderheft: 1–138.

KRANTZ, G. W. & D. E. WALTER (HRSG.) (2009): A Manual of Acarology. Texas Tech University Press.

KREUELS, M. (2009): Die Webspinnen (Arachnida: Araneae) des Naturwaldreservates „Laangmuer“. – Naturwaldreservate in Luxemburg (Luxemburg) 5, 116–127.

KREUELS, M. & A. STAUDT (IM DRUCK): Die Spinnenfauna (Arachnida: Araneae) von Luxemburg (eine Zusammenstellung der Nachweise aus den Jahren 1906 - 2009). – Ferrantia (Luxembourg) im Druck.

KUTTER, H. (1977): Hymenoptera – Formicidae. Insecta Helvetica Bd.6. Schweizerische Entomologische Gesellschaft 1977. 298 S.

KUTTER, H. (1978): Hymenoptera – Formicidae – Ergänzungsband. Insecta Helvetica Bd. 6a. Selbstverlag des Verfassers 1978. Ca. 114 S. (keine Paginierung).

LAVELLE, P. (1984): The soil system in the humid tropics. – Biology International 9: 2–17.

LAVELLE, P., D. BIGNELL & M. LEPAGE (1997): Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. – European Journal of Soil Biology 33: 159–193.

LECHTHALER, W. & W. STOCKINGER (2005): Trichoptera – Key to Larvae from Central Europe (Electronic keys & Reference Collections). EUTAXA, Austria, www.eutaxa.com.

LEE, K. E. (1985): Earthworms: Their ecology and relationships with soils and land use. Sydney, Australia: Academic Press. 411 S.

LOHSE, G. A. & W. LUCHT (HRSG.) (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Erster Supplementband mit Katalogteil (Bd.12). Krefeld, Goecke & Evers.

LOHSE, G. A. & W. LUCHT (HRSG.) (1992): Die Käfer Mitteleuropas. Zweiter Supplementband mit Katalogteil (Bd.13). Krefeld, Goecke & Evers.

LOHSE, G. A. & W. LUCHT (HRSG.) (1994): Die Käfer Mitteleuropas. Dritter Supplementband mit Katalogteil (Bd.14). Krefeld, Goecke & Evers.

LUCHT, W. & KLAUSNITZER, B. (HRSG.) (1998): Die Käfer Mitteleuropas. Vierter Supplementband (Bd. 15). Jena.

MAHNERT, V. (1988): *Neobisium carcinoides* (HERMANN, 1804) - une espece polymorphe? – Bull. Soc. Sci. Bretagne 59: 161–174.

MAHNERT, V. (2004): Die Pseudoskorpione Österreichs (Arachnida: Pseudoscorpiones). – Denisia (Linz) 12: 459–471.

MARTENS, J. (1978): Spinnentiere: Arachnida: Weberknechte, Opiliones, in: Senglaub, F., H. J. HANNEMANN & H. SCHUHMANN (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile 64, Gustav-Fischer-Verlag, Jena, 1–464.

MEY, W. (1983): Die terrestrischen Larven der Gattung *Enoicyla* (RAMBUR) in Mitteleuropa und ihre Verbreitung. – Deutsche Entomologische Zeitschrift (Berlin) N.F. 30: 15– 22.

MEYER, E., I. SCHWARZENBERGER, G. STARK & G. WECHSELBERGER (1984): Bestand und jahreszeitliche Dynamik der Bodenmakrofauna in einem inneralpinen, Eichenmischwald (Tirol, Österreich). – The soil macrofauna in an inner-alpine mixed oak wood and its seasonal dynamics (Tyrol, Austria). - Pedobiologia 27: 115– 132.

MEYER, M. & C. MUSTER (2009): Final Report AM2c - Distribution atlas of harvestmen of Luxembourg. – Bericht an Fonds National de la Recherche Luxembourg, 7 S.

MRSIC, N. (1990): Description of a new subgenus, three new species and taxonomic problems of the genus *Allobophora* sensu Mrsic and Sapkarev 1988 (Lumbricidae, Oligochaeta). Biološki Vestnik 38: 49-68.

MUSTER, C. (2007): Weberknechte – opilions – Arachnida, Opiliones, in: MEYER, M. & E. CARRIÈRES (Hrsg.): Inventaire de la biodiversité dans la forêt "Schnellert" (Commune de Berdorf) – Erfassung der Biodiversität im Waldgebiet "Schnellert" (Gemeinde Berdorf). – Ferrantia 50 (Luxembourg): 209–216.

NIEDRINGHAUS R., R. BIEDERMANN & H. NICKEL (2010): Verbreitungsatlas der Zikaden des Großherzogtums Luxemburg - Textband. – Ferrantia (Luxembourg) 60, 1–105.

OOSTERBROEK, P. (2006): The European Families of the Diptera. 204 S. KNNV Publishing, Utrecht.

PAOLETTI, M.G. & M. HASSALL (1999): Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators.- Agric. Ecosyst. Environ 74: 157.

PÉRICART, J. (1983): Hemipteres Tingidae euro-mediterraneens. – Faune de France (Paris) 69: 1–620.

PETERSEN, H. & M. LUXTON (1982): A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. – Oikos 39: 287–388.

PHILLIPSON, J., R. ABEL, J. STEEL & S. R. J. WOODELL (1976): Earthworms and the factors governing their distribution in an English beech wood. – Pedobiologia 16: 258–285.

POEKER, J. (1958): *Proteroiulus fuscus* (Diplopoda) au Luxembourg. – Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourggeois 63: 115.

POSER, T. (1988): Chilopoden als Prädatoren in einem Laubwald. – Pedobiologia 31: 261–281.

POSER, T. (1989): Aufteilung der Ressourcen innerhalb der Chilopodengemeinschaft eines Kalkbuchenwaldes. (Zur Funktion der Fauna in einem Mullbuchenwald 12). – Resource partitioning within the Chilopoda community of a limestone beechwood – the function of fauna in a mull b. – Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 17: 279–284.

RAUPACH, M. J. & K. HANNIG (2009): Die Asseln und Flohkrebse (Crustacea, Isopoda, Amphipoda) des Truppenübungsplatzes Haltern-Borkenberge (Kreise Coesfeld und Recklinghausen). Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, 71: 459–468.

REICHLING, L. & R. GEREND (1994): Liste des Hétéroptères du Grand-Duché de Luxembourg. – Bull. Soc. Nat. luxemb. 95: 273-286.

RICHARDS, O. W. (1956): Hymenoptera: introduction and key to families. Handbooks for the Identification of British Insects 6: 94 S.

WAGNER, E. (1959): Heteropterea-Hemiptera. In: Brohmer, Ehrmann, Ulmer: Die Tierwelt Mitteleuropas IV. 173 S., Leipzig.

REIP, H. S., J. SPELDA & K. VOIGTLÄNDER (2011): Rote Liste der in Deutschland gefährdeten Tausendfüßer (Myriapoda: Diplopoda). – In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BfN) (Hrg.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. – Naturschutz und Biologische Vielfalt, im Druck.

REMY, P. & J. HOFFMANN (1959): Faune des Myriapodes du Grand-duché de Luxembourg. – Archives Institut Grand-ducal Luxembourg Section des Sciences naturelles, physiques et mathématiques N.S 25: 199– 236.

ROBERTS, M. J. (1985): The Spiders of Great Britain and Ireland. Volume 1. Atypidae to Theridiosomatidae. Colchester.

ROBERTS, M. J. (1987): The Spiders of Great Britain and Ireland. Volume 2. Linyphiidae and Check List. Colchester.

RÖMBKE, J. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 6. Die Regenwürmer. – Carolinea 43: 93–104.

RÖMBKE, J. (2009): Die Regenwürmer (Lumbricidae) des Naturwaldreservats Goldbachs- und Ziebachsrück (Hessen). Untersuchungszeitraum 1994-1996. – Mitteilungen der Hessischen LandesNaturverwaltung (Wiesbaden) 45: 25–55.

RÖMBKE, J., L. BECK, B. FÖRSTER, C.-H. FRÜND, F. HORAK, A. RUF, K. ROSCICZEWSKI, M. SCHEURIG & S. WOAS (1997): Boden als Lebensraum für Bodenorganismen – Literaturstudie. – Texte und Berichte zum Bodenschutz, 4/97 Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe. 437 S.

RÖMBKE, J., P. DREHER, L. BECK, W. HAMMEL, K. HUND, H. KNOCHE, W. KÖRDEL, W. KRATZ, T. MOSER, S. PIEPER, A. RUF, J. SPELDA & S. WOAS (2000): Bodenbiologische Bodengüte-Klassen. – UBA-Texte 6/00, 276 S.

RÖMBKE, J., S. JÄNSCH & W. DIDDEN (2005): The use of earthworms in ecological soil classification and assessment concepts. – Ecotoxicology and Environmental Safety 62: 249–265.

RUTGERS, M., C. MULDER & A. J. SCHOUTEN (HRSG.) (2008): Soil ecosystem profiling in the Netherlands with ten references for biological soil quality. – RIVM report 607604009/2008, RIVM, Bilthoven, The Netherlands: 86 S.

SATCHELL, J. E. (1983): Earthworm Ecology: From Darwin to Vermiculture. London: Chapman & Hall. 495 S.

SCHALLNASS, H.-J., J. RÖMBKE & L. BECK (1992): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 15. Die Doppelfüßer (Diplopoda). – Carolinea 50: 145–170.

SCHENKEL, E. (1928): Pseudoscorpionida, in: DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, 8: 52–72. Jena.

SCHLIEPHAKE, G. (2001): Verzeichnis der Thysanoptera (Fransenflügler) – Physopoda (Blasenfüße) – Thripse Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte (Dresden) Beiheft 6: 91–106.

SCHUBART, O. (1934): Tausendfüßler oder Myriapoda. I: Diplopoda. – Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile 28: 1–318.

SCHUMANN, H., R. BÄHRMANN & A. STARK (1999): Entomofauna Germanica 2. Checkliste der Dipteren Deutschlands. – Studia dipterologica (Halle) Supplement 2, 1–354.

SEIFERT, B. (2007): Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas. Bernhard Seifert/Iutra Verlags- und Vertriebsgesellschaft, Görlitz/Tauer. 368 S.

SIMS, R. W. & GERARD, B. M. (1999): Earthworms, in: KERMACK, D. M. & R. S. K. BARNES (Hrsg.): Synopses of the British Fauna (New Series) No. 31. E. J. Brill/W. Backhuys. London, 171 S.

SPELDA, J. & K. VOIGTLÄNDER (2011): Rote Liste der in Deutschland gefährdeten Hundertfüßer (Myriapoda: Chilopoda). – In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BfN) (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. – Naturschutz und Biologische Vielfalt, im Druck.

SPELDA, J. (1999): Verbreitungsmuster und Taxonomie der Chilopoda und Diplopoda Südwestdeutschlands. Diskriminanzanalytische Verfahren zur Trennung von Arten und Unterarten am Beispiel der Gattung *Rhymogona* COOK, 1896 (Diplopoda: Chordeumatida: Craspedosomatidae). Teil 2. – Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Naturwissenschaften der Universität Ulm: 1–324.

SPELDA, J. (2001): Faunistic investigations on the soil fauna at the Muellertal (Luxembourg): Chilopoda, Diplopoda, Isopoda, Opiliones. – Andrias 15: 49–53.

SPRENGEL, T. (1989): Die Rolle der Diplopoden als saphrophage Makroarthropoden in einem Kalkbuchenwald (Zur Funktion der Fauna in einem Mulchbodenwald 9). – Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 17: 263–266.

STAUDT, A., M. KREUELS & E. HERMANN (2007): Spinnen – araignées – Araneae, in: MEYER, M. & CARRIÈRES, E. (Hrsg.): Inventaire de la biodiversité dans la forêt „Schnellert“ (Commune de Berdorf) – Erfassung der Biodiversität im Waldgebiet „Schnellert“ (Gemeinde Berdorf). – Ferrantia, 50: 217–221.

STOMP, N. & W. M. WEINER (2004): Some remarkable species of Collembola (Insecta, Apterygota) of the Luxembourg sandstone area. – Ferrantia (Luxembourg) 44, 227–232.

THIELE, H.-U. (1959): Experimentelle Untersuchungen über die Abhängigkeit bodenbewohnender Tierarten vom Kalkgehalt des Standortes. – Zeitschrift für angewandte Entomologie 44: 1–21.

THIELE, H.-U. (1964): Bodentiere und Bodenfruchtbarkeit. – Naturwissenschaftliche Rundschau 17: 224–230.

THIELE, H.-U. (1968): Die Diplopoden des Rheinlandes. – Decheniana 120: 343–366.

TOBES, R., A. WEVELL VON KRÜGER & U. BROCKAMP (2008): Resultate der Waldstrukturaufnahme Enneschte Bësch. – Naturwaldreservate in Luxemburg (Luxemburg) 3, 1–61.

TRAUTNER, J., G. MÜLLER-MOTZFELD & M. BRÄUNICKE (1998): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae) (Bearbeitungsstand: 1996), in: BINOT, M., R. BLESS, P. BOYE, H. GRUTTKE & P. PRETSCHER (Bearb.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz (Bonn-Bad Godesberg) 55, 159–167.

ULITZKA, M. R. & W. FUNKE (1997): Thysanopterenzönosen von Wäldern und Streuobstwiesen in Süddeutschland. – Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie 11: 673–676.

ULRICH, W. (1999): The numbers of species of Hymenoptera in Europe and assessment of the total number of Hymenoptera in the world. – Polish Journal Entomol. 68: 151–164.

ULRICH, W. (2001): Hymenopteren in einem Kalkbuchenwald: Eine Modellgruppe zur Untersuchung von Tiergemeinschaften und ökologischen Raum-Zeit-Mustern. – Schriftenreihe A des Forschungszentrum für Waldökosysteme 17: 11–249.

UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) (2007): Bodenbiologische Bewertung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) anhand von Lumbriciden. – Texte 34/07: 158 S.

VÖKL, W. & TH. BLICK (2004): Die quantitative Erfassung der rezenten Fauna von Deutschland – Eine Dokumentation auf der Basis der Auswertung von publizierten Artenlisten und Faunen im Jahr 2004. Forschungsbericht Bundesamtes für Naturschutz (Bonn), 32 S.

WARINGER, J. & W. GRAF (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluß angrenzender Gebiete. Facultas Universitätsverlag Wien, 286 S.

WARINGER, J. & W. GRAF (2000): Ergänzungen und Berichtigungen zum „Atlas der Österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluß angrenzender Gebiete.“ – Beilage zum 1. unveränderten Nachdruck. Facultas Universitätsverlag Wien, 19 S.

WEIDEMANN, G. (1972): Die Stellung der epigäischen Raubarthropoden im Ökosystem Buchenwald. – Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 65: 106–116.

WURST, C. (2008): Stellas Pseudoskorpion *Anthrenochernes stellae* LOHMANDER, 1939 in Baden-Württemberg (Pseudoscorpionida: Chernetidae) – zugleich ein Beitrag zur baumhöhlenbewohnenden Käferfauna des Landes. – Mitteilungen des Entomologischen Vereins Stuttgart (Stuttgart) 43: 73-76.

ZABORSKI, E. R. (2003): Allyl isothiocyanate: an alternative chemical expellent for sampling earthworms. – Applied Soil Ecology 22: 87–95.

ZIMMER, M. (2002): Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea): an evolutionary-ecological approach. – Biol. Rev. 77: 455–493.

ZIMMER, M. (2004): The role of woodlice (Isopoda: Oniscidea) in mediating the decomposition of leaf litter. 285-311. – In: SHAKIR HAMA, S.H. & W.Z.A. MIKHAIL (Hrsg.): Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st Century. Cairo.

ZUR STRASSEN, R. (2007): Fransenflügler – thysanoptères – Thysanoptera, in: MEYER, M. & CARRIÈRES, E. (Hrsg): Inventaire de la biodiversité dans la forêt „Schnellert“ (Commune de Bersdorf) – Erfassung der Biodiversität im Waldgebiet „Schnellert“ (Gemeinde Bersdorf). – Ferrantia (Luxembourg) 50: 263-264.

8. Anschriften der Verfasser

Frank KÖHLER, Strombergstr. 22a, D-53332 Bornheim <frank.koehler@online.de>

Peter DECKER, Theodor-Körner-Str. 2, D-02826 Görlitz <peter.decker@senckenberg.de>

Dieter DOCZKAL, Klingelackerweg 10, D-76571 Gaggenau <dieter.doczkal@googlemail.com>

Waltraud FRITZ-KÖHLER, Strombergstr. 22a, D-53332 Bornheim <waltraud.koehler@online.de>

Klaus GROH, Mainzer Str. 25, D-55546 Hackenheim <klaus.groh@conchbooks.de>

Dr. Hannes GUENTHER, Eisenacher Str. 25, D-55218 Ingelheim <hguenther@bytestream.de>

Dr. Fabian HAAS, Klingenberger Str. 36, D-74080 Heilbronn <webmaster@earwigs-online.de>

Thomas HÖRREN, Kurzer Weg 5, D-50127 Bergheim <thomas.hoerren@koleopterologie.de>

Dr. Martin KREUELS, Alexander-Hammer-Weg 9, D-48161 Münster <kreuels@aradet.de>

Winrich MERTENS, In der Worth 37, D-27313 Dörverden <salixcol@gmx.de>

Dr. Christoph MUSTER, Neukamp 29, D-18581 Putbus <muster@rz.uni-leipzig.de>

Peter J. NEU, Heiligenbungert 1, D-54317 Kasel <peter.neu@trichoptera-rp.de>

Dr. Jörg RÖMBKE, ECT Oekotoxikologie GmbH, Böttgerstr. 2-14, D-65439 Flörsheim <j-roembke@ect.de>

Dr. Manfred ULITZKA, Zeller Str. 14, D-77654 Offenburg <manfred.ulitzka@me.com>

9. Anhänge

Anhang 1 Präsenz der untersuchten Tiergruppen in 50 Totholzgesieben (5 je Standort) im Naturwaldreservat Enneschte Bësch 2008 und 2009 sowie Arten- und Individuenverteilung auf Standorte und Tiergruppen

Proben

TAXON - AUSWERTUNGSEINHEIT		E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	GESAMT
Acari	Milben	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
Annelida	Regenwürmer	2	3	2	1	2		2	3	3	2	20
Araneae	Spinnen	4	4	4	2	3	3	4	3	3	5	35
Auchenorrhyncha	Zikaden								1	2	0	3
Coleoptera	Käfer	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
Collembola	Springschwänze	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
Dermaptera	Ohrwürmer	2	1	1	1				1		1	7
Diptera	Fliegen	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	47
Formicidae	Ameisen	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	46
Stylommatophora	Landlungenschnecken	2	3	1	1	1	4	1	1	3	4	21
Heteroptera	Wanzen	1		2	2	3	1	3	1	1	1	15
Hymenoptera	Wespen	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	46
Isopoda	Asseln	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	47
Myriapoda	Tausendfüßer	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	47
Opiliones	Weberknechte	1										1
Pseudoscorpiones	Pseudoskorpione	3	1	3	4	4	4	5	5	4	5	38
Thysanoptera	Fransenflügler			1	2	2		1	1	2		9
Trichoptera	Köcherfliegen			1		1			2	1	1	6
Proben - Gesamtzahl		54	48	51	49	56	49	56	57	59	59	538

Exemplare

TAXON - AUSWERTUNGSEINHEIT		E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	GESAMT
Acari	Milben	3824	4344	3776	3448	3189	3509	4637	4456	5022	2791	38996
Annelida	Regenwürmer	2	17	2	4	6		12	4	17	5	69
Araneae	Spinnen	10	9	18	10	19	5	24	15	13	14	137
Auchenorrhyncha	Zikaden								1	2		3
Coleoptera	Käfer	511	536	573	1362	543	726	970	1168	988	676	8053
Collembola	Springschwänze	2280	1400	1352	704	720	1177	1423	1494	1024	1755	13329
Dermaptera	Ohrwürmer	2	1	1	3				2		3	12
Diptera	Fliegen	97	30	136	147	68	88	155	237	198	142	1298
Formicidae	Ameisen	276	94	359	601	208	307	661	124	222	72	2924
Stylommatophora	Landlungenschnecken	2	7	2	2	3	8	2	1	5	27	59
Heteroptera	Wanzen	15	0	4	6	11	1	24	5	5	6	77
Hymenoptera	Wespen	47	28	41	41	36	11	31	37	35	19	326
Isopoda	Asseln	46	108	134	78	210	126	204	65	208	88	1267
Myriapoda	Tausendfüßer	85	155	83	187	179	185	134	135	114	70	1327
Opiliones	Weberknechte	9										9
Pseudoscorpiones	Pseudoskorpione	26	5	18	34	29	18	19	23	18	20	210
Thysanoptera	Fransenflügler			1	2	2		2	36	2		45
Trichoptera	Köcherfliegen			6		2			3	1	3	15
Exemplare - Gesamtzahl		7232	6734	6506	6629	5225	6161	8298	7806	7874	5691	68156

Arten

TAXON - AUSWERTUNGSEINHEIT		E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	GESAMT
Acari	Milben	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Annelida	Regenwürmer	2	3	1	2	2		3	2	3	2	4
Araneae	Spinnen	9	7	12	8	7	5	12	9	8	11	36
Auchenorrhyncha	Zikaden								1	2		3
Coleoptera	Käfer	102	125	127	139	101	151	154	152	147	118	407
Collembola	Springschwänze	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Dermaptera	Ohrwürmer	1	1	1	1				1		1	1
Diptera	Fliegen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Formicidae	Ameisen	4	5	5	5	4	4	5	4	5	7	8
Stylommatophora	Landlungenschnecken	2	4	1	1	3	3	1	1	3	7	12
Heteroptera	Wanzen	1		2	2	1	1	1	1	2	1	5
Hymenoptera	Wespen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Isopoda	Asseln	1	1	3	5	3	3	3	2	1	3	6
Myriapoda	Tausendfüßer	18	15	16	16	24	20	15	18	20	11	28
Opiliones	Weberknechte	5										5
Pseudoscorpiones	Pseudoskorpione	2	1	1	3	1	2	2	2	2	3	6
Thysanoptera	Fransenflügler			1	1	2		2	1	2		6
Trichoptera	Köcherfliegen			1		1			1	1	1	1
Bestimmte Arten - Gesamtzahl		147	162	171	183	149	189	198	195	196	165	528

Anhang 2 Durchschnittliche Arten- und Individuenzahlen je Tiergruppe und Untersuchungsmonat.

mittlere Artenzahl je Probe je Monat

TAXON	Apr	Mai	Jun	Aug	Okt	Apr	Mai	Jun	Jul	Okt
	2008	2008	2008	2008	2008					
Annelida	1,5	1,5	2,0	1,0	1,7	1,0	2,0	1,0	1,0	1,3
Araneae	2,3	2,0	2,0	2,0	4,8	2,0	2,5	1,8	3,0	4,6
Auchenorrhyncha	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coleoptera	67,2	31,8	28,2	41,4	60,6	23,4	29,6	21,2	29,8	70,8
Dermaptera	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0
Diptera*	4,6	6,4	5,6	4,6	9,0	4,5	7,0	2,8	3,6	7,0
Formicidae	2,0	2,6	2,2	2,0	2,0	2,0	2,8	3,4	2,0	2,8
Stylommatophora	1,0	1,3	2,0	1,0	1,5	2,0	1,0	1,7	1,0	1,0
Heteroptera	0,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,3	1,0	1,0	2,0	1,0
Hymenoptera*	2,2	2,3	3,0	2,6	4,0	3,0	4,2	2,2	2,2	4,6
Isopoda	1,0	1,8	1,2	1,4	1,0	1,8	1,6	1,0	1,8	1,0
Myriapoda	5,2	6,8	6,2	7,2	6,6	8,0	7,2	6,2	5,6	11,4
Opiliones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pseudoscorpiones	1,2	1,0	1,8	1,2	1,6	1,0	1,0	1,3	1,0	1,3
Thysanoptera	1,5	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0
Trichoptera	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0

mittlere Individuenzahl je Probe je Monat

TAXON	Apr	Mai	Jun	Aug	Okt	Apr	Mai	Jun	Jul	Okt
	2008	2008	2008	2008	2008					
Acari	717,4	859,2	1511,8	480,3	610,4	556,8	761,6	641,6	677,8	1078,4
Annelida	6,0	5,5	6,0	2,0	1,7	4,0	15,0	1,0	1,0	2,3
Araneae	3,3	3,0	2,5	2,0	8,3	2,0	3,0	1,8	7,5	5,6
Auchenorrhyncha	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coleoptera	284,6	82,0	126,2	153,2	259,6	51,4	75,4	55,4	176,8	346,0
Collembola	251,4	547,2	315,0	224,0	81,8	195,2	347,2	214,4	112,0	422,4
Dermaptera	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Diptera	14,8	37,8	27,0	27,2	57,2	26,5	18,4	4,6	7,8	54,2
Formicidae	125,4	63,8	72,2	11,8	5,0	63,5	63,6	30,4	127,2	61,0
Stylommatophora	1,0	2,7	7,0	2,0	2,5	2,0	1,0	3,0	1,0	1,0
Heteroptera	0,0	13,5	1,0	2,0	5,0	6,7	1,0	7,0	2,0	3,0
Hymenoptera	3,2	4,5	5,0	3,0	11,8	4,0	12,2	5,2	4,0	15,6
Isopoda	35,8	34,0	30,0	22,8	28,5	21,5	24,0	16,2	22,2	35,6
Myriapoda	26,8	34,0	24,6	17,6	24,6	23,0	31,2	14,2	19,4	63,8
Opiliones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pseudoscorpiones	3,2	2,8	6,0	2,6	6,8	4,0	6,0	3,0	4,0	19,7
Thysanoptera	19,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0
Trichoptera	0,0	2,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	6,0	0,0	2,0

Anhang 3 Ergebnisse der Regressionsanalyse mit Überprüfung der Wirkung der unabhängigen Variablen (ordinales Messniveau) Totholzanteil, Baumartenvielfalt, Lichteinfall (Waldrand) und Feuchtigkeit (Berg-/Tallage) auf die Arten- und Individuenzahl obligat und fakultativ xylobionter Arten (R = Korrelation und Sig = Fehlerwahrscheinlichkeit im Gesamtmodell; Beta = standardisierter Regressionskoeffizient und Sig = Fehlerwahrscheinlichkeit der getesteten Variablen; Konstante = nicht getestete Variablen; Diptera und Hymenoptera Berechnung mit Familienzahlen).

Regressionsanalyse unabhängige Variablen Standort - abhängige Variable Taxon (xylobionte/phile Arten)

	Regressionsmodell	Acari	Annelida	Araneae	Coleoptera	Collembola	Diptera*	Formicidae	Stylommatophora	Hymenoptera*	Isopoda	Myriapoda	Opiliones	Pseudoscorpiones	Thysanoptera	Summe
	R		0,29	0,14	0,30		0,21	0,49	0,29	0,31	0,44	0,25	0,31	0,23	0,37	0,24
	Sig		0,39	0,93	0,36		0,71	0,13	0,40	0,32	0,43	0,55	0,33	0,66	0,16	0,59
Beta	Totholz		-0,07	-0,12	0,35		0,22	-0,33	0,20	-0,29	0,01	0,11	-0,15	-0,07	0,00	0,29
	Baumart		-0,20	-0,28	0,10		0,01	-0,42	0,21	-0,29	0,64	0,27	-0,15	0,21	0,67	0,05
	Licht		-0,06	-0,02	-0,03		0,04	0,02	-0,45	0,38	-0,25	0,20	0,51	-0,22	0,25	-0,08
	Feuchte		0,20	-0,12	0,00		-0,15	0,17	-0,04	-0,40	0,59	-0,21	-0,40	0,42	0,33	0,09
Sig	(Konstante)		0,35	0,10	0,28		0,21	0,01	0,62	0,01	0,43	0,20	0,52	0,96	0,29	0,07
	Totholz		0,72	0,54	0,07		0,26	0,06	0,30	0,13	0,96	0,58	0,43	0,70	1,00	0,14
	Baumart		0,55	0,41	0,76		0,98	0,16	0,50	0,36	0,04	0,42	0,64	0,53	0,04	0,89
	Licht		0,85	0,96	0,91		0,90	0,95	0,17	0,22	0,39	0,53	0,10	0,49	0,41	0,82
	Feuchte		0,55	0,73	0,99		0,66	0,57	0,90	0,23	0,06	0,53	0,22	0,21	0,31	0,78

* Familien

Regressionsanalyse unabhängige Variablen Standort - abhängige Variable Taxon (xylobionte/phile Exemplare)

	Regressionsmodell	Acari	Annelida	Araneae	Coleoptera	Collembola	Diptera	Formicidae	Stylommatophora	Hymenoptera	Isopoda	Myriapoda	Opiliones	Pseudoscorpiones	Thysanoptera	Summe
	R	0,18	0,19	0,12	0,31	0,24	0,23	0,25	0,25	0,22	0,28	0,24	0,31	0,33	0,60	0,19
	Sig	0,83	0,79	0,96	0,32	0,61	0,69	0,55	0,57	0,69	0,44	0,61	0,34	0,27	0,16	0,79
Beta	Totholz	0,12	0,02	-0,11	0,21	-0,12	0,21	0,17	-0,06	-0,11	0,12	0,12	-0,15	-0,05	0,00	0,11
	Baumart	0,09	0,32	-0,10	0,03	0,14	0,00	0,19	0,07	0,10	0,19	-0,15	0,51	-0,16	0,25	0,14
	Licht	-0,02	0,02	-0,12	0,65	-0,43	0,34	0,26	-0,41	-0,03	0,01	0,41	0,40	0,44	0,67	-0,01
	Feuchte	-0,02	-0,16	-0,24	0,53	-0,39	0,31	0,19	-0,17	0,12	-0,44	0,36	-0,15	0,59	0,33	0,01
Sig	(Konstante)	0,26	0,75	0,14	0,47	0,03	0,80	0,54	0,24	0,33	0,22	0,81	0,52	0,52	0,29	0,14
	Totholz	0,53	0,92	0,59	0,27	0,54	0,30	0,37	0,74	0,57	0,53	0,53	0,43	0,78	1,00	0,59
	Baumart	0,79	0,32	0,76	0,94	0,66	0,99	0,55	0,82	0,75	0,54	0,63	0,10	0,61	0,41	0,67
	Licht	0,95	0,95	0,72	0,05	0,19	0,35	0,43	0,22	0,93	0,98	0,22	0,22	0,17	0,04	0,98
	Feuchte	0,96	0,64	0,48	0,11	0,25	0,39	0,56	0,60	0,73	0,19	0,29	0,64	0,07	0,31	0,99

Standardisierter Regressionskoeffizient

10. **Abbildungs- und Tabellenverzeichnis**

10.1 | **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Probenahme mit Beil und entomologischem Sieb aus einer hohlen Buche. 137

Abbildung 2: Konstruktionsschema eines Auslesegerätes. 138

Abbildung 3: Beifang-Proben des Jahres 2009 aus den Reservaten Grouf und Enneschte Bësch in 30 ml-Schnappdeckelgläsern. 138

Abbildung 4: Sortierstation. Die Beifangproben wurden unter dem Stereomikroskop ausgesucht und unmittelbar nach Tiergruppen sortiert. 138

Abbildung 5: Sortierergebnisbeispiele aus dem NWR Grouf 2008: oben ein kompletter Jahresfang Tausendfüßer (Myriapoda), unten ein Ausschnitt aus den Hautflüglern (Hymenoptera ohne Formicidae/Ameisen). 139

Abbildung 6: Präsenz der bearbeiteten Tiergruppen in 50 Totholzgesiebproben aus dem Naturwaldreservat Enneschte Bësch. 141

Abbildung 7: Individuenverteilung der bearbeiteten Tiergruppen in 50 Totholzgesiebproben aus dem Naturwaldreservat Enneschte Bësch. 142

Abbildung 8: Artenzahlen der bearbeiteten Tiergruppen in 50 Totholzgesiebproben. 142

Abbildung 9: Monatliche Artenverteilung in 50 Totholzgesieben für artenreicher vertretene Tiergruppen. 143

Abbildung 10: Monatliche Individuenverteilung für Tiergruppen, die in höherer Abundanz festgestellt wurden. 143

Abbildung 11: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen im Naturwaldreservat Enneschte Bësch. 145

Abbildung 12: Regenwurm *Lumbricus* sp. 145

Abbildung 13: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Regenwürmer. 147

Abbildung 14: Xylophile Schnecken im Untersuchungsgebiet (v.o.n.u.): Glatte Schließmundschnecke, *Cochlodina laminata*, Gemeine Schüsselschnecke *Discus rotundatus* und Baumschneigel *Lehmannia marginata*. 148

Abbildung 15: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Landlungenschnecken. 148

Abbildung 16: Die Rollassel *Armadillidium vulgare* wurde nur in wenigen Individuen gefunden. 149

Abbildung 17: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Asseln (Isopoda)..... 150

Abbildung 18: Die Chilopode *Schendyla nemorensis* ist in Luxemburg und den übrigen Ländern Mitteleuropas einer der häufigsten Erdläufer-Arten und in verschiedensten Biotopen anzutreffen. 151

Abbildung 19: Die Diplopode *Polydesmus testaceus* ist weniger an Wälder gebunden und bewohnt häufig Wald-ränder und Halbtrockenrasen. 152

Abbildung 20: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Tausendfüßer (Myriapoda).. 152

Abbildung 21: Krabbenspinne *Ozyptila*. 154

Abbildung 22: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Spinnen (Araneae).. 154

Abbildung 23: Der Brettkanker *Trogulus nepaeformis* jagt bevorzugt Gehäuseschnecken. 156

Abbildung 24: Xylobionter Pseudoskorpion *Dendrochernes cyrneus* (L. Koch, 1873). 157

Abbildung 25: Milben-Stichprobe aus einem Totholzgesiebe im Enneschte Bësch. 158

Abbildung 26: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Individuenzahlen der Milben (Acari). 158

Abbildung 27: Der zottige Springschwanz *Orchesella villosa* lebt in der Waldbodenstreu. 159

Abbildung 28: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Individuenzahlen der Springschwänze (Collembola). 160

Abbildung 29: Verteilung der Käferarten der Gesiebefänge auf Habitatpräferenzen in Abhängigkeit von ihrer Totholzbindung. 161

Abbildung 30: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Arten- und Individuenzahlen der Käfer (Coleoptera). 161

Abbildung 31: Schnittmengen zwischen den eingesetzten Methoden im Artenspektrum xylobionter Käfer. 161

Abbildung 32: Bislang wurde nur der Ohrwurm *Chelidura acanthopygia* nachgewiesen – hier eine Originalprobe aus dem Enneschte Bësch. 162

Abbildung 33: Auch unter den Fliegen gibt es auffällige, große Arten, wie die Tipulide *Ctenophora ornata*, die sich bevorzugt in Eichenmulm entwickelt. 162

Abbildung 34: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Familienvielfalt und Individuenzahlen der Fliegen und Mücken (Diptera). 163

Abbildung 35: Beziehung zwischen den Individuenzahlen je Standort für polyporicole Käfer und xylobionte Fliegen und Mücken. 163

Abbildung 36: Die in Moosen lebende Netzwanze *Acalypta carinata* wurde im Untersuchungsgebiet besonders oft gefunden. 166

Abbildung 37: Arbeiterinnen der Knotenameise *Myrmica ruginodis*, einer häufigen Art im Untersuchungsgebiet, bilden bei einsetzendem Regen eine Kette. 167

Abbildung 38: Ein Vertreter der Familie Torymidae am Totholz, im Makrofoto ist der Legestachel bei der 2 mm großen Wespe gut zu erkennen. 169

Abbildung 39: Wirkungswahrscheinlichkeiten verschiedener Standortfaktoren auf die Familienvielfalt und Individuenzahlen der Hautflügler. 171

Abbildung 40: Fransenflügler aus einem Totholzgesiebe. 172

Abbildung 41: Larve der Köcherfliege *Einoicyla pusilla* aus dem Enneschte Bësch mit Milbenbesatz. 173

Abbildung 42: Artenverteilung auf Tiergruppen und Stärke der Totholzbindung (Familienzahlen bei Diptera und Hymenoptera). 175

Abbildung 43: Individuenverteilung auf Tiergruppen und Stärke der Totholzbindung (Familienzahlen bei Diptera und Hymenoptera). 175

10.2 | **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Taxonomische Übersicht und Auswertungseinheiten der in den Totholzgesieben im Naturwaldreservat Enneschte Bësch festgestellten Meso- und Makrofauna. ... 139

Tabelle 2: Taxonomische Auswertungseinheiten, Bearbeiter und Bearbeitungsumfang. 140

Tabelle 3: Eigenschaften der zehn Untersuchungsstandorte im Naturwaldreservat Enneschte Bësch. 144

Tabelle 4: Artenliste und Standortverteilung der Ringelwürmer (Annelida). 147

Tabelle 5: Artenliste und Standortverteilung der Landlungenschnecken (Stylommatophora). 149

Tabelle 6: Artenliste und Standortverteilung der Asseln (Isopoda). 150

Tabelle 7: Artenliste und Standortverteilung der Tausendfüßer (Myriapoda). 153

Tabelle 8: Artenliste und Standortverteilung der Spinnen (Araneae). 155

Tabelle 9: Artenliste und Standortverteilung der Weberknechte (Opiliones). 156

Tabelle 10: Artenliste und Standortverteilung der Pseudoskorpione (Pseudoscorpiones). 157

Tabelle 11: Individuenverteilung der Milben (Acari) auf zehn Standorte. 159

Tabelle 12: Individuenverteilung der Springschwänze (Collembola) auf zehn Standorte. 160

Tabelle 13: Artenliste und Standortverteilung der Ohrwürmer (Dermaptera). 162

Tabelle 14: Familienliste und Standortverteilung der Mücken und Fliegen (Diptera). 164

Tabelle 15: Hinweise und Empfehlungen zur Lebensweise und Bestimmung der Dipteren. 165

Tabelle 16: Artenliste und Standortverteilung der Wanzen (Hemiptera, Heteroptera). 167

Tabelle 17: Artenliste und Standortverteilung der Ameisen (Hymenoptera, Familie Formicidae). 168

Tabelle 18: Taxonomische, faunistische und ökologische Details zu den im Enneschte Bësch festgestellten Hymenopterenfamilien. 170

Tabelle 19: Familienliste und Standortverteilung der Hautflügler (Hymenoptera) ohne Familie Formicidae. 171

Tabelle 20: Artenliste und Standortverteilung der Fransenflügler (Thysanoptera). 172

Tabelle 21: Artenliste und Standortverteilung der Köcherfliegen (Trichoptera). 173

10.3 | **Anhänge**

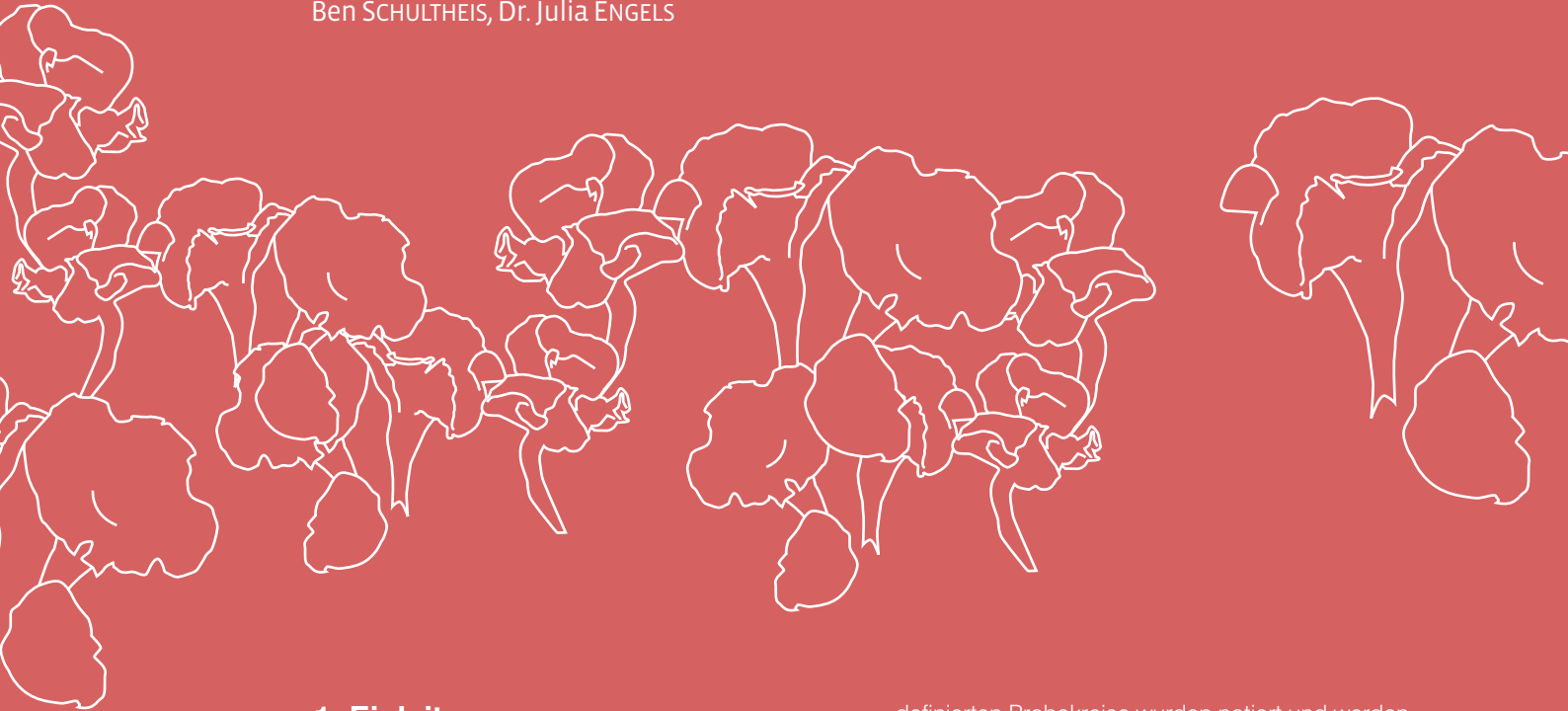
Anhang 1: Präsenz der untersuchten Tiergruppen in 50 Totholzgesieben (5 je Standort) im Naturwaldreservat Enneschte Bësch 2008 und 2009 sowie Arten- und Individuenverteilung auf Standorte und Tiergruppen. 181

Anhang 2: Durchschnittliche Arten- und Individuenzahlen je Tiergruppe und Untersuchungsmonat. 183

Anhang 3: Ergebnisse der Regressionsanalyse mit Überprüfung der Wirkung der unabhängigen Variablen (ordinales Messniveau) Totholzanteil, Baumartenvielfalt, Lichteinfall (Waldrand) und Feuchtigkeit (Berg-/Tallage) auf die Arten- und Individuenzahl obligat und fakultativ xylobionter Arten. 184

Die Nichtblätterpilze des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2010)

Ben SCHULTHEIS, Dr. Julia ENGELS



1. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten fand in Europa eine verstärkte Ökosystemforschung statt. Dabei wurde unter anderem versucht, Methoden zu entwickeln, die es erlauben, quantitative Abschätzungen des Artenreichtums von Pilzen in Waldflächen vorzunehmen. Dies beruht auf der Erkenntnis, dass Pilze einen wesentlichen Beitrag innerhalb von Wald-Ökosystemen leisten und es wünschenswert wäre, einzelne Pilze bzw. Pilzgruppen als Bioindikatoren zu benutzen.

Im Rahmen der Naturwald-Reservateuntersuchung im „Beetebuerger Bësch“ zur Fauna und Flora fanden erste systematische Untersuchungen im Jahr 2007/2008 zur Verbreitung und Häufigkeit der „Nichtblätterpilze“ und der „Blätterpilze“ innerhalb zuvor ausgewiesener und in ihrer Ausdehnung exakt definierter Probekreise statt (SCHULTHEIS et al. 2011). In einer zweiten Phase wurde diese Form der Untersuchung auf Basis der „Nichtblätterpilze“ im „Enneschte Bësch“ in der Zeitspanne von Mitte Mai 2010 bis Anfang November 2010 erweitert. Dabei wurden systematische Untersuchungen über die Verbreitung und die Häufigkeit der „Nichtblätterpilze“ auf 15 von 54 ausgewiesenen Probekreisen durchgeführt. Pilzfunde außerhalb der

definierten Probekreise wurden notiert und werden der Vollständigkeit halber im Anhang aufgelistet.

Von grundlegender Bedeutung bei der Interpretation von Ergebnissen von Pilzkartierungen ist, dass das, was landläufig als Pilz bezeichnet wird, nur die temporär sichtbaren Fruchtkörper sind. Der weitaus größere und dauerhaft vorhandene Teil des Pilzes ist sein Myzel, das im jeweiligen Substrat ausgebildet ist und sich damit makroskopischen Untersuchungen weitestgehend entzieht. Bis heute ist es nicht gelungen, klare Gesetzmäßigkeiten zu definieren, unter denen eine Pilzspore im Boden oder Holz keimt, sich daraus ein Myzel bildet und wann es zur Bildung eines Primordiums kommt, aus dem durch Streckung schließlich der Fruchtkörper erwächst. In der Literatur werden hierfür als wesentliche Faktoren Substratfeuchte, Nährstoffe und Temperatur angeführt – unklar ist jedoch deren Zusammenspiel. Zudem wird das Wachstum des Myzels auch durch eine Vielzahl äußerer Faktoren beeinflusst. Genannt seien hier vor allem konkurrierende Pilze, Sukzessionen, aber auch Fressfeinde (Tiere), Bodenverdichtungen oder Emissionen, wobei auch hier unklar ist, auf welche Weise sich die einzelnen Faktoren bzw. ihr Zusammenspiel auswirken.

Unklar ist außerdem, ob die temporäre Ausbildung zahlreicher Pilzfruchtkörper eher ein Zeichen dafür ist, dass der Pilz sich in einer „Notlage“ befindet und aus diesem Grund Fruchtkörper entwickelt, die es ihm erlauben, Sporen zu produzieren und sich auf diese Weise weiter zu verbreiten. Denkbar ist auch der umgekehrte Fall, dass Fruchtkörper vor allem unter günstigen Wuchsbedingungen gebildet werden. Völlig auszuschließen ist auch nicht, dass bislang unbekannte Faktoren für die Ausbildung von Fruchtkörpern verantwortlich sind. FISCHER et al. (2003) schlussfolgerten aus ihren Studien, dass eine hohe Artenvielfalt nicht per se mit einem hohen Grad an Naturnähe gleichzusetzen ist. So war nach ihren Angaben die Artenvielfalt von Pilzen in ungenutzten Beständen vergleichsweise niedrig. Zu einer ähnlichen Aussage kommen FREI-SULZER (1943), die beschreiben, dass unter Pilzsammlern allgemein bekannt ist, dass die phanerogamisch ärmsten Stellen gewöhnlich die pilzreichsten sind. Mit anderen Worten, in „Naturwäldern“ bzw. in Wäldern die reichhaltiger sein könnten, werden relativ wenige Pilzfruchtkörper gefunden, was jedoch nicht zwingend mit Artenarmut gleichzusetzen ist.

Grundsätzlich muss man sich, wie EGLI et al. (1997) darlegen, stets der methodisch bedingten Grenzen bewusst sein, die bei der Verwendung von Fruchtkörper-Beobachtungen für verschiedene Fragestellungen zu berücksichtigen sind. So schreiben diese Autoren, dass die Anwesenheit eines Fruchtkörpers ohne Zweifel auf die Anwesenheit eines Pilzes schließen lässt. Umgekehrt sagt das Nichtvorhandensein von Fruchtkörpern nichts über die Existenz eines Myzels aus. Ferner stellten die genannten Autoren fest, dass Studien auf extrem lange Sicht kontinuierlich angelegt sein müssen, um nur eine Annäherung an die real existierenden Verhältnisse zu erreichen. Die geschilderte Problematik ist von entscheidender Bedeutung für sämtliche Studien, in denen anhand von Fruchtkörpern Daten über das Vorkommen und die Häufigkeit von Pilzen gesammelt und interpretiert werden.

Die bei den Arbeiten im Beetebuerger Bësch gewonnenen Erfahrungen führten dazu, dass bei der Erfassung der „Nichtblätterpilze“ im Enneschte Bësch die Aufnahmeffläche innerhalb eines Probekreises verkleinert wurde (**Kapitel: 2**). Dies resultierte aus der Tatsache, dass die intensive Kartierung von Pilzen auf größeren Flächeneinheiten die

Grenzen der Belastbarkeit von ein oder zwei Mykologen übersteigt. Um auf knapp 20 % der gesamten Probekreisflächen des Naturwaldbestandes Beetebuerger Bësch eine Inventarisierung von Pilzen vorzunehmen, benötigten zwei erfahrene Mykologen ca. 1.200 Stunden.

2. Material und Methoden

Im Untersuchungsgebiet Enneschte Bësch wurde das bereits bestehende Netz an waldkundlichen Stichprobenkreisen (Größe des Rasters: 100 m x 50 m) genutzt (siehe Teil 1 von dieser Veröffentlichung). Mit einem Radius von 18 m hat jeder einzelne Probekreis eine Fläche von 1.018 m². Aus der Erfahrung der vergangenen Kartierungen heraus erwies es sich als zweckmäßig, die Probekreisfläche zu verkleinern, indem vom Mittelpunkt des Kreises nur in einem Sektor zwischen 8 m und 10 m Radius die Pilzkartierung stattfand. Hierfür wurde im Gelände die Laubstreu am Waldboden innerhalb dieses Teilbereichs systematisch von Hand durchmustert und alle Holzstücke entnommen, auf denen Pilzstrukturen mit bloßem Auge erkennbar waren. Alle nicht im Gelände bestimmbar waren. Alle nicht im Gelände bestimmten Pilze wurden zur Artbestimmung eingesammelt und im Labor mikroskopiert. Nur diese Vorgehensweise bot hinreichend Sicherheit, alle im Untersuchungsraum vorkommenden Pilzarten zu erfassen und Aussagen über die Variabilität ihres Vorkommens zu treffen. Seltene Funde wurden herbarisiert und in eine bestehende Sammlung des Naturmuseums in Luxemburg integriert.

Abbildung 1

Systematische Durchsuchung der Probekreise.



Mit Blick auf einen Vergleich mit anderen Studien bzw. mit Wiederholungskartierungen auf den Flächen sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei Pilzen immer klar definiert sein muss, welche Gruppen von Pilzen untersucht werden. In Inventarisierungsstudien wird häufig in der Einleitung darauf hingewiesen, dass man nur die leicht und schnell zu identifizierenden Pilze kartiert hat bzw. es ist von Großpilzen (Makromyceten) die Rede. Häufig fehlt dabei aber eine klare Definition, was darunter exakt zu verstehen ist. Folgt man den Ausführungen von LODGE et al. (2004), so müssten in diese Gruppe alle Pilze fallen, die mit bloßem Auge, einer Lupe oder dem Stereomikroskop beobachtet werden können. Die Kartierarbeiten im Enneschte Bësch sowie im Beetebuerger Bësch orientierten sich strikt an dieser Definition, um gesammelte Daten in sich zyklisch wiederholenden Studien zu den einzelnen Pilzgruppen vergleichen zu können.

Die **Nichtblätterpilze** (Aphyllorphales) bilden innerhalb der Basidiomyceten eine eigene Gruppe. Die Pilz-Systematik fasst unter diesem Begriff eine künstliche Gruppe von Pilzen zusammen, die einer großen Anzahl verschiedener Ordnungen und Familien angehören und morphologisch recht vielgestaltig sind. Zu ihnen zählen Bauchpilze, Gallertpilze, Porlinge, Keulen-, Korallen-, Leisten- und Rindenpilze. Das charakteristische gemeinsame Merkmal aller Pilze dieser Gruppe ist, dass ihr Hymenium, also der Teil an dem die sporentragenden Basidien gebildet werden, im Gegensatz zu den Blätterpilzen nicht an Lamellen angelegt ist, sondern in Röhren, an Leisten, Falten, Stacheln, oder auch an glatten krustenförmigen oder filzigen Flächen. Bei wenigen Ausnahmen sind zwar Lamellen ausgebildet, die Pilze grenzen sich dann aber deutlich durch andere Merkmale von den Blätterpilzen ab.

Bei den Bauchpilzen (Gasteromycetes) entstehen die Sporen im Innern von geschlossenen Fruchtkörpern oder Fruchtkörperteilen und werden erst bei Reife durch Zerfall derselben als Pulver freigegeben. Bei einer Untergruppe der Bauchpilze, den Rutenpilzen, werden die Sporen in einem schleimigen Überzug Insekten als Nahrung angeboten. Diese verbreiten die Sporen dann über ihren Kot. Hypogäische Bauchpilze verbringen ihren ganzen Lebenszyklus unter der Erde und zerfallen bei Reife. An der Sporenverbreitung sind hier ebenfalls Insekten und verschiedene Säugetiere beteiligt.

Die Gallertpilze (Heterobasidiomycetes) bilden sowohl deutlich geformte sichtbare als auch unscheinbare resupinate, eng dem Substrat anliegende Fruchtkörper. Sie haben die Eigenschaft, während einer Trockenperiode stark zu schrumpfen und nach einer Ruhezeit bei ausreichender Feuchtigkeit wieder frisch aufzuleben. Einige Gattungen formen keine eigenen sichtbaren Fruchtkörper, sondern leben als Parasiten im Hymenium von Krustenpilzen (Corticiaceae) und Porlingen. Sie sind nur durch intensive mikroskopische Untersuchungen nachzuweisen.

Zu den Porlingen (Poriales) gehören auffällige große konsolenförmige holzige Hutpilze wie die Zunderschwämme, effus-reflexe oder resupinate Weichporlinge, gestielte Hutpilze auf Erde und an Holz und resupinate Krustenporlinge. Sie erzeugen ihre Sporen wie die Röhrlinge im Innern von Röhren, die Röhrenschicht ist aber im Gegensatz zu diesen fest mit dem Hutfleisch oder dem Untergrund verbunden. Der Vollständigkeit halber soll hier erwähnt werden, dass einige wenige Gallert- und Rindenpilze ebenfalls poroide Fruchtkörper bilden.

Die Rinden- oder Krustenpilze (Corticiaceae, Stereales) formen spinnwebartige, weich-häutige oder krustenförmige, dem Substrat eng anliegende Fruchtkörper mit oder ohne Hutkanten, an Holz oder an pflanzlichen Überresten. Sie sind meist ausdauernd und können deshalb zu jeder Jahreszeit bestimmt werden.

Unter „weitere Nichtblätterpilze“ wird eine große Anzahl kleinerer Gattungen zusammengefasst. Sie alle ihrer Zugehörigkeit zu den entsprechenden Familien nach aufzuführen, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Zu ihnen gehören unter anderem die Leistlinge (Pfifferlinge, Totentrompete), Stachelpilze (Sammelstoppelpilz) und einige essbare Korallenpilze.

Nachstehende Bilder sollen exemplarisch verdeutlichen, wie unterschiedlich die Fruchtkörper der im Untersuchungsgebiet gefundenen Nichtblätterpilze aussehen.

Abbildung 2
Blumenartige Lederkoralle, *Thelephora anthocephala*.



Abbildung 3
Tropfender Schillerporling, *Inonotus dryadeus*.



Abbildung 4
Krauser Leistling, *Pseudocraterellus undulatus*.



Abbildung 5
Schneeweisser Stachelporrindenpilz, *Trechispora mollusca*.



Im Zeitraum von Mitte Mai 2010 bis Anfang November 2010 wurden die Nichtblätterpilze in den Probepunkten 2, 6, 7, 9, 14, 20, 27, 31, 32, 38, 41, 44, 47 und 51 mykologisch bearbeitet. Bei der Auswahl der Probekreise verfolgte man das Ziel, auf Probekreisen zu arbeiten, die, mykologisch gesehen, ein interessantes Artenspektrum erwarten ließen. Somit wurden bei den bislang durchgeführten Arbeiten systematisch sämtliche auffindbaren Nichtblätterpilze auf einer Fläche von insgesamt 1.695 m² erfasst. Zusätzlich erfolgte eine sporadische Aufnahme von Nichtblätterpilzen außerhalb der Probekreise auf der Gebietsfläche des Enneschten Bësch. Diese Befunde fanden jedoch keinen Eingang in die vorliegende Datenauswertung des Berichtes, da es sich hier um Zufallsfunde und nicht um systematisch erfasste Daten handelt.

Grundlage der Arbeiten im Gelände waren die im Rahmen der „Resultate der Waldstrukturaufnahme – Enneschte Bësch“ (TOBES et al. 2008) erhobenen Daten. Diese lieferten detaillierte Informationen über die Ausstattung der Probekreise, und zwar im Hinblick auf die dort stockenden Baumarten sowie im Hinblick auf die Menge des am Boden liegenden Totholzes. Bei der praktischen Arbeit im Gelände wurde nicht nur das an der Oberfläche sichtbare Totholz beprobt, sondern auch die oberste Laubstreu systematisch aufgenommen, um alle darin liegenden Äste und andere Holzreste mit den darauf befindlichen Pilzen zu erfassen. Darüber hinaus wurden auch Pilzproben aus Mäusegängen gewonnen und so einige sehr spezifische Arten gefunden.

Von den gefundenen Pilzen waren ca. 2/3 der Arten nicht makroskopisch zu bestimmen, so dass die Proben ins Labor verbracht und dort mikroskopiert werden mussten. Nach der Bearbeitung der Holzproben wurden diese wieder in den Probekreis zurückgebracht und dort unsortiert ausgestreut. Bei dieser Vorgehensweise wurden über die Pilzart hinaus auch andere Parameter registriert, z.B., ob das Substrat lebend oder tot war und um welches Substrat es sich handelte. Dabei stellte sich heraus, dass eine eindeutige Substratbestimmung unmöglich war, da das besiedelte Holz oft stark vermorscht und nicht mehr eindeutig zu bestimmen war. Aus diesem Grund wurden diese Daten nicht systematisch ausgewertet. Außerdem wurde ermittelt, mit welcher Häufigkeit ein bestimmter Pilz innerhalb des untersuchten Probekreises vertreten war. Auch hier ist es schwierig, exakte Daten anzugeben, da z.B. ein Pilzfruchtkörper einmal innerhalb eines Probekreises auftritt, es sich aber mit konventionellen Methoden nicht ermitteln lässt, mit welcher Flächendeckung sein Myzel tatsächlich in diesem Kreis vertreten ist. Andererseits gibt es Pilze, die gruppenartig auftreten. In diesem Fall ist es schwierig nachzuweisen, ob die Pilze zu einem einzigen Individuum gehören oder zu mehreren. Diese kurzen Hinweise verdeutlichen, dass die Frequenz nicht wirklich etwas über die Anwesenheit und die räumliche Verteilung eines Pilzes aussagt (SENN-IRLET et al. 2007) und wie schwierig es ist, aussagekräftige Parameter zu kartieren.

3. Ergebnisse

3.1. | Pilzvorkommen in den Probekreisen

Untersucht wurden bislang die Probekreise 2, 6, 7, 9, 14, 20, 27, 31, 32, 38, 41, 44, 45, 47 und 51. Dabei nahm die Bearbeitung eines Probekreises im Gelände zwischen 3 und 11 Tage in Anspruch. Nachstehende Tabelle vermittelt eine Übersicht der bislang untersuchten Flächen, den dazu erforderlichen Zeitaufwand und die jeweils gefundenen Artenzahlen.

Tabelle 1 Zeiträume, in denen die Pilzkartierung in den einzelnen Probekreisen vorgenommen worden ist sowie Anzahl der dabei inventarisierten Arten.

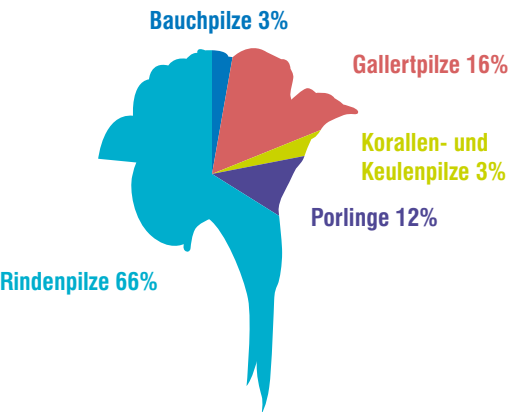
Probekreis Nr.	Zeitraum	Anzahl gefundene Arten
47	12.05. bis 15.05.2010	33
51	16.05. bis 18.05.2010	31
38	21.05. bis 22.05.2010	39
20	26.05. bis 28.05.2010	30
32	29.05. bis 02.06.2010	36
45	06.06. bis 08.06.2010	35
14	07.08. bis 09.08.2010	43
7	20.08. bis 23.08.2010	49
9	06.09. bis 16.09.2010	64
31	18.09. bis 20.09.2010	41
41	03.11. bis 04.11.2010	38
44	06.11. bis 08.11.2010	45
6	16.11. bis 19.11.2010	54
27	20.11. bis 21.11.2010	42
2	29.10. bis 02.11.2010	70

Bei der Kartierung der Nichtblätterpilze waren einzelne Gruppen unterschiedlich stark vertreten. Es dominierten die Rindenpilze eindeutig mit 66 %, während auf Bauch- und Korallen- und Keulenpilze nur ca. 3 % der Arten entfielen. Die meisten Arten dieser Gruppe sind sehr anspruchsvoll hinsichtlich äußerer Rahmenbedingungen (diese sind in ihrem Zusammenspiel nicht bekannt) und bilden nicht unbedingt jedes Jahr Fruchtkörper. Zudem sind sie relativ kurzlebig. Ähnliche Größenverhältnisse konnten auch im Beetebuerger Bësch festgestellt werden, wobei der Anteil an Rindenpilzen um 12 % geringer war, während der Anteil an Porlingen um 6 % höher lag.

Insgesamt wurden in den 15 Probekreisen auf der 1.695 m² umfassenden Fläche 194 verschiedene Pilzarten nachgewiesen.

Im Vergleich der 15 Probekreise untereinander sollen die wichtigsten Ergebnisse dargestellt werden.

Abbildung 6 Die Abbildung stellt die prozentuale Verteilung der gefundenen Gruppen von Nichtblätterpilzen dar.

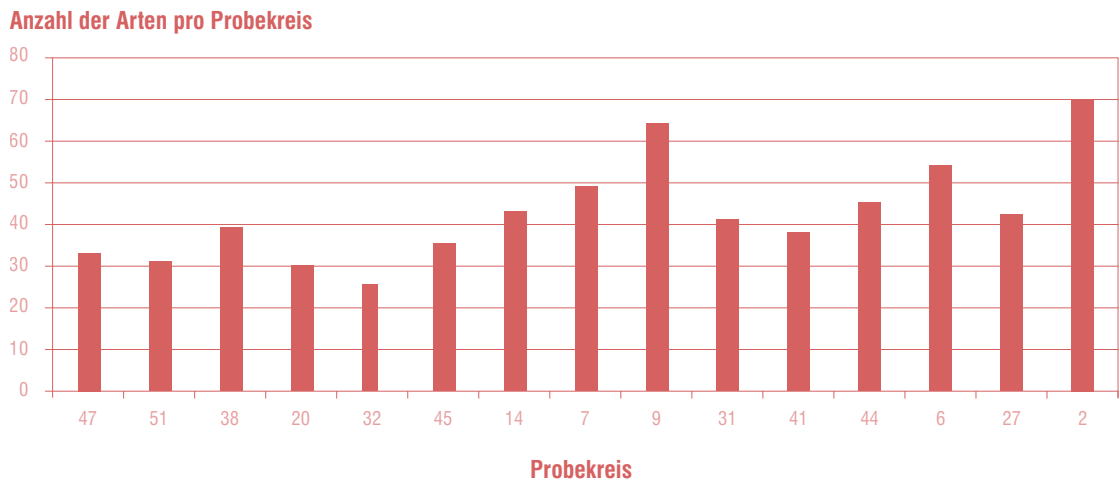


Das vielfältigste Spektrum wies Probekreis 2 mit insgesamt 70 Pilzarten auf, gefolgt von Probekreis 9 mit 64 Arten und Probekreis 6 mit 54 Arten. Die geringste Zahl wurde in Probekreis 20 mit 30 Arten beobachtet, gefolgt von Probekreis 51 mit 31 Arten. Bei den übrigen Probekreisen schwankte die Zahl innerhalb relativ enger Grenzen zwischen 35 und 45 Arten. Der rechnerische Mittelwert aller 15 Probekreise liegt bei 43 Nichtblätterpilzen. Vergleicht man dieses Ergebnis mit den Daten aus dem Beetebuerger Bësch, so fällt auf, dass im Durchschnitt knapp 60 % weniger Arten pro Probekreis gefunden wurden, dies jedoch

nicht dazu führt, dass im Gesamtvergleich der Artenreichtum im Enneschten Bësch sich stark von dem im Beetebuerger Bësch unterscheidet – denn der Artenreichtum ist insgesamt nur um 20 % geringer. Darüber hinaus ließ sich errechnen, dass die Frequenz, sprich die Häufigkeit, mit der ein Pilz innerhalb eines Probekreises gefunden wurde, deutlich durch das Aufnahmeverfahren gesenkt wurde. So konnte festgestellt werden, dass im Enneschten Bësch 56 % der Funde Einzelfunde waren, im Beetebuerger Bësch 20 %. Damit kann man feststellen, dass die Verkleinerung der bearbeiteten Fläche nicht dazu geführt hat, deutlich weniger verschiedene Arten insgesamt aufzuspüren, sondern, dass vor allem das Bearbeiten von Doppelfunden stark reduziert wurde. Der Grund für die insgesamt geringe Anzahl von gefundenen Pilzarten wird somit nicht in der veränderten Vorgehensweise, sondern v. a. in der anderen Baumartenzusammensetzung und den Standortbedingungen vermutet.

Welche Einflüsse das Wachstum der Pilze bestimmen, konnte nicht geklärt werden. Jedoch lässt sich festhalten, dass insgesamt geringere Humusanteile bis hin zum Rohboden im Enneschten Bësch festzustellen waren. Ferner zeigten einige Bereiche hohe Feuchtigkeitszonen, die dazu führen, dass einzelne Pilzarten nicht wachsen können. Darüber hinaus weist erfahrungsgemäß die Eiche ein geringeres Artenspektrum als die Buche auf.

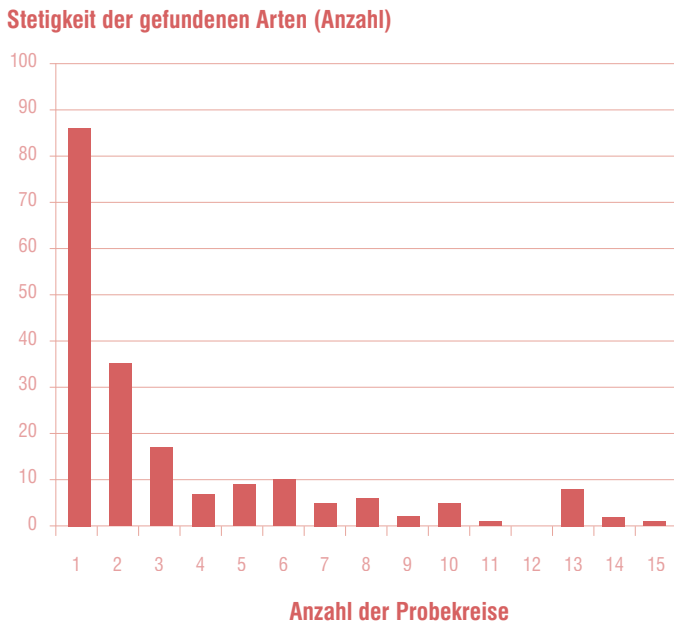
Abbildung 7 Anzahl der Pilzarten, die in den 15 verschiedenen Probekreisen kartiert wurden.



3.2. | Pilzvorkommen im Vergleich der Probekreise

Eine erste Auswertung der Befunde zeigt, dass die Artenverteilung von Probekreis zu Probekreis stark schwankt. Obwohl die bisher untersuchten Probekreise räumlich eng benachbart sind, variiert der prozentuale Anteil der vorkommenden Arten erheblich.

Abbildung 8
Stetigkeit der gefundenen Arten in Bezug zur Anzahl der Probekreise.



Weniger als 1 % der Nichtblätterpilze sind in allen 15 Probekreisen vertreten. Dagegen kommen ca. 45 % jeweils nur in einem der 15 Probekreise vor.

Daraus ergibt sich, dass nur wenige Arten stetig im gesamten untersuchten Areal auftreten bzw. einen Fruchtkörper ausbilden. Ein Ergebnis, das sich mit den Arbeiten von französischen Mykologen (MOREAU 2005) deckt. In dieser Arbeit konnten die Autoren feststellen, dass nur 50 % der Arten in einer von 35 untersuchten Flächen anzutreffen sind. Im Beetebuerger Bësch lag diese Zahl bei 34 %, welche in allen 15 Probekreisen vorkamen.

3.3. | Vergleich von früheren Funddaten mit den Kartiерergebnissen

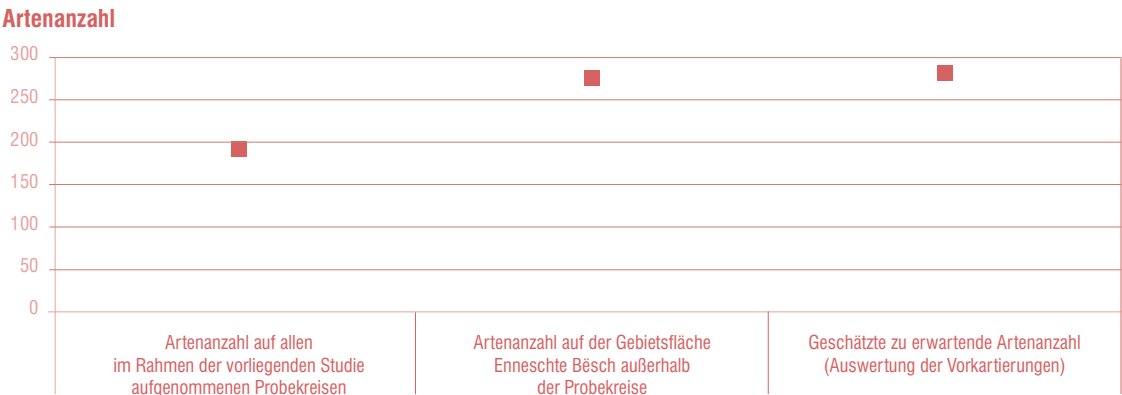
Bei der Inventarisierung von Flora und Fauna ist es immer interessant, die Daten mit anderen Funddaten zu vergleichen und mögliche Trends abzulesen. Im Gegensatz zu anderen Gruppen wie z.B. den Flechten existiert in Luxemburg zurzeit noch keine für die Allgemeinheit zugängliche Liste über die Häufigkeit von Pilzfunden mit Art- bzw. Substratbeschreibung. Solche Daten werden von den Mykologen in der Regel in Eigenregie erfasst und selten veröffentlicht. Hinsichtlich der Pilze wäre es interessant zu klären, welche maximale Anzahl von Pilzen in einem zu untersuchenden Waldbestand überhaupt erwartet werden kann bzw. wie sich die Artenzahl und -zusammensetzung verändert, wenn der Wald natürlichen Entwicklungsprozessen überlassen wird.

Um eine grobe Vorstellung von den Größenordnungen zu erhalten, wurden die aktuellen Funddaten mit solchen aus früheren, individuell organisierten Pilzkartierungen in Beziehung gesetzt. Dabei kann es jedoch nur darum gehen, grobe Näherungswerte zu erhalten. Als Grundlage dafür diente eine Datenbank für Nichtblätterpilze, in der sämtliche Funde der letzten 20 Jahre vorgehalten werden.

Im gesamten Land Luxemburg konnten auf den verschiedensten Standorten und Substraten bis zum heutigen Zeitpunkt 819 Nichtblätterpilze kartiert werden (SCHULTHEIS, mündliche Mitteilung). Bereinigt man diese Zahl a) um den räumlichen Faktor (wo liegt der Waldbestand?) und b) um das jeweils vorhandene Substrat, so kommt man zu folgendem Befund: nach heutigem Wissensstand wären über die tatsächlich gefundenen Arten hinaus in der Untersuchungsfläche mindestens weitere 89 Arten zu erwarten. Diese Zahl setzt sich zusammen aus den Funden von 83 weiteren Pilzarten durch sporadische Aufnahmen auf der Gebietsfläche des Enneschten Bësch sowie von 6 Pilzarten, die in früheren Zeiten in diesem Waldbestand gefunden wurden.

Abbildung 9

Gefundene Arten in den 15 Probekreisflächen in Bezug zu Funddaten auf gleichen Substraten in den gleichen Waldbeständen und in räumlicher Nähe, jedoch außerhalb der Probekreise.



Die **Abbildung 9** zeigt, dass bei den durchgeführten Kartierungen 70 % der Pilze gefunden werden konnten, die nach heutigem Wissen überhaupt in dieser Region und in diesem Waldbestandscharakter jemals gefunden werden konnten. Interessant ist dabei, dass im Vergleich zu den Ergebnissen im Beetebuerger Bësch nahezu die gleiche Anzahl von ca. 300 Arten ermittelt wurde, die man aufgrund von früheren Kartierungen auf dem entsprechenden Standort hätten erwarten können. Darüber hinaus zeigt auch diese Untersuchung, dass das systematische Durchsuchen des Waldbodens in Handarbeit eine Methode zu sein scheint, mit der es in einem einzigen Kartiervorgang gelingt, schätzungsweise 70 % der insgesamt vorkommenden Nichtblätterpilze zu erfassen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen die Autoren bei den Kartierungen im Beetebuerger Bësch, dort wurde geschätzt, dass 75 % der zu erwartenden Arten gefunden worden sind. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass gleichartig qualifizierte Mykologen die Kartierung mit gleicher Suchintensität durchführen.

Der große Unterschied zwischen den beiden Kartierungen besteht jedoch darin, dass im vorliegenden Fall die bearbeitete Fläche nur 10 % von der aus dem Jahr 2009 betrug, da das Aufnahmeverfahren innerhalb des Probekreises verändert wurde. Offensichtlich hat die Verkleinerung der bearbeiteten Flächeneinheiten nicht dazu geführt, dass merklich weniger Arten gefunden werden konnten.

Ebenso hat diese Kartierung wieder gezeigt, dass es bei einer hohen Suchintensität immer wieder zu Funden kommt, für die in Luxemburg noch kein Nachweis besteht. Waren im Jahr 2009 17 Neufunde zu verzeichnen, konnten in dieser Studie 13 Pilze identifiziert werden. Nachstehende Tabelle listet die Neufunde in Luxemburg auf. Bemerkenswert ist hier *Sistotrema henri-michel* Duhem, Trichies & Schultheis sp. nov., ein Rindenpilz, der zusammen mit mehreren französischen Funden im März 2011 als neues Taxon publiziert wurde.

Tabelle 2 Neufunde in Luxemburg.

Nichtblätterpilze
<i>Acanthobasidium norvegicum</i> (J. ERIKSS. & RYVARDEN) BOIDIN, LANQ., GILLES & HUGUENEY
<i>Clavulicium delectabile</i> (H. S. JACKS.) HJORTSTAM
<i>Clavulicium spurium</i> (BOURDOT) J. ERIKSS. & HJORTSTAM
<i>Coronidium gemmiferum</i> (BOURDOT & GALZIN) J. ERIKSS. & RYVARDEN
<i>Hyphodontia breviseta</i> (P. KARST.) J. ERIKSS.
<i>Hyphodontia tuberculata</i> KOTIR. & SAAREN.
<i>Jaapia ochroleuca</i> (BRES.) NANNF. & J. ERIKSS.
<i>Phlebiella albida</i> (Hauerslev) TELLERIA, MELO & M. DUENAS
<i>Pseudotomentella mucidula</i> (P. KARST.) SVRCEK
<i>Renatobasidiium notabile</i> HAUERSLEV
<i>Sistotrema henri-michel</i> DUHEM, TRICHIES & SCHULTHEIS
<i>Sistotrema pyrosporum</i> HAUERSLEV
<i>Tulasnella subglobispora</i> HJORTSTAM

Vergleicht man außerdem die gefundenen Pilzarten aus dem Enneschten Bësch mit denen aus dem Beetebuerger Bësch, lässt sich feststellen, dass 68 % der gefundenen Pilze nur auf einer der beiden Gebietsflächen vorkommen und 32 % der Arten auf beiden Flächen. Sicherlich wird dafür ausschlaggebend sein, dass es sich im Enneschten Bësch v. a. um einen durch Eichen geprägten Waldbestand handelt mit lokalen Vorkommen von Nadelholzbeständen, während in Bettembourg die Buche die Hauptbaumart darstellt.

4. Diskussion

Der hier vorgelegte Teil der Studie über den Bestand der Nichtblätterpilze im Enneschten Bësch befasst sich mit mehreren Aspekten. Im Vordergrund der Studie stand die Inventarisierung der örtlich vorkommenden Pilzarten. Ferner ging es darum, eine Datenbasis zu schaffen, die zum einen für die Entwicklungsprozesse im Enneschten Bësch selbst und zum anderen für vergleichende Studien mit den Kartiererergebnissen im Beetebuerger Bësch herangezogen werden kann. Schließlich sollten die Auswirkungen einer Verkleinerung der Kartierfläche innerhalb eines Probekreises dokumentiert und analysiert werden.

Den Autoren ist bewusst, dass die Pilzarten in dieser Studie jeweils nur anhand der ausgebildeten Pilzfruchtkörper identifiziert wurden. Ferner können die zusammengetragenen Befunde in einem nicht näher abzuschätzenden Ausmaß von äußeren Faktoren, wie z.B. Jahreszeit, Niederschlags- und Temperaturbedingungen beeinflusst sein. Allerdings sind die bislang verfügbaren Ergebnisse der Grundlagenforschung über mögliche Auswirkungen solcher Rahmenbedingungen auf die Untersuchungsergebnisse noch zu lückenhaft und zu wenig gesichert, als dass sie in die vorliegende Auswertung einbezogen und für verlässliche Schlussfolgerungen genutzt werden könnten. Somit ist das wichtigste Ergebnis dieser Studie eine nach reproduzierbaren Methoden durchgeführte Bestandserhebung.

Hervorzuheben ist, dass auf einer Teilfläche der 15 von insgesamt 54 Probeflächen 194 verschiedene Pilzarten nachgewiesen worden sind sowie weitere 83 Arten auf der Gebietsfläche außerhalb der Probekreise. Die Verkleinerung der Kartierfläche auf 1/10 der bearbeiteten Fläche im Beetebuerger Bësch hat offensichtlich nicht dazu geführt, dass deutlich weniger Pilzarten gefunden wurden. Es konnte vielmehr gezeigt werden, dass durch dieses Verfahren die Arbeitsbelastung stark reduziert wurde, indem die Anzahl an Doppelfunden deutlich zurückgeht. Wurden im Beetebuerger Bësch noch durchschnittlich 30 verschiedene Arten mehr pro Probekreis identifiziert, konnte im Gesamtvergleich nur ein um 20 % höherer Artenreichtum festgestellt werden. Zieht man darüber hinaus noch in Betracht, dass außerhalb der Probekreise noch 83 Arten zusätzlich gefunden wurden, so sind die gefundenen Arten nahezu gleich. Dies zeigt auch der Abgleich der Funddaten mit Inventurergebnissen der letzten 20 Jahre, die eine ungefähre Artenanzahl von 300 verschiedenen Pilzen auf beiden Flächen prognostizieren. Interessanterweise wurden jedoch nur 2/3 der Arten in einem der beiden Naturwaldbeständen gefunden und nur 1/3 der Pilzarten kam konstant in beiden Naturwäldern vor. Weshalb dies so ist, kann nicht abschließend geklärt werden. Mögliche Ursachen liegen darin begründet, dass die Eiche in diesem Waldbestand die Hauptbaumart darstellt, der Anteil an Humus deutlich verringert ist sowie teilweise

extrem nasse Standortbedingungen vorlagen, die dazu führten, dass andere Pilzarten diesen Lebensraum besiedeln als im Beetebuerger Bësch.

Stellt man diesen Befund in einen Kontext zur Gesamtzahl der Arten, die Pilzkundler in den vergangenen 20 Jahren in Luxemburg gefunden haben, so ist die Artenvielfalt im Enneschten Bësch überraschend hoch, auch wenn auf Eichen erfahrungsgemäß weniger Pilzarten gefunden werden können. Schätzungsweise wurden bei dieser sehr detaillierten Kartierung innerhalb der Probekreise 70 % der Nichtblätterpilze gefunden, die man an solch einem Standort erwarten kann. Bezieht man die außerhalb der Probekreise auf der Gebietsfläche gefunden Arten mit ein, liegt diese Zahl bei ca. 98 %. Ferner wurden bei den Nichtblätterpilzen 14 Arten erstmalig in Luxemburg beschrieben. Dieses Ergebnis ist auch dahingehend zu interpretieren, dass die Suchintensität ganz entscheidend dafür ist, ob, wie viele und welche Arten gefunden werden (THOLL et al. 2007). Ferner zeigt das Ergebnis auch, dass die Nichtblätterpilze derzeit nur von einem Mykologen intensiv in Luxemburg bearbeitet werden und letztlich noch viele Neufunde zu erwarten sind. In früheren Zeiten haben sich die Amateurmykologen FELTGEN (1906) und JUNGBLUT (1970) ebenfalls mit den Nichtblätterpilzen befasst. In diesem Zusammenhang ist auch überraschend, dass auf Flächen, auf denen laut Waldstrukturaufnahme kein nennenswerter Totholzanteil zu beobachten war, zahlreiche Nichtblätterpilzarten vorkommen. Nach den im Rahmen der Studie gewonnenen Erkenntnissen ist dies darauf zurückzuführen, dass artenreiche Lebensgemeinschaften von Nichtblätterpilzen bevorzugt auf kleineren Aststücken auftreten, welche durch die Waldstrukturaufnahme nicht erfasst werden. Auch FISCHER et al. (2003) schlussfolgern aus ihren Studien, dass eine hohe Artenvielfalt nicht per se mit einem hohen Grad an Naturnähe gleichzusetzen ist. So war nach ihren Angaben die Artenvielfalt von Pilzen in ungenutzten Beständen vergleichsweise niedrig. Dabei sollte jedoch beachtet werden, dass die Artenvielfalt von Pilzen anhand der ausgebildeten Fruchtkörper ermittelt wird. Unklar ist jedoch, welche Faktoren ausschlaggebend dafür sind, wann ein Pilz einen Fruchtkörper bilden wird. Somit können in Wald-

beständen mit geringer Naturnähe zwar viele Pilzfruchtkörper gefunden werden, der Artenreichtum aber in einem Naturwald trotzdem größer sein, da bei Letzterem die Pilze aufgrund des üppigen Nahrungsangebotes nur im Verborgenen leben.

Beim Vergleich der Inventardaten mit dem Biodiversitätsfaktor der Waldstrukturaufnahme (TOBES et al. 2008) konnten keine Zusammenhänge ermittelt werden, im Gegenteil, die an Pilzen artenreichste Fläche wies nur einen mittleren Biodiversitätsfaktor auf.

Interessant ist der Befund, dass in vorliegender Studie nur 1 % der Nichtblätterpilze in allen 15 Probekreisen anzutreffen waren, jedoch 45 % der Arten in nur einem Probekreis gefunden werden konnten.

Eine quantitative Beziehung zwischen Pilzarten und Gefäßpflanzen konnte bislang noch nicht erarbeitet werden, da die erforderlichen Daten zu den Gefäßpflanzen noch nicht verfügbar sind. Interessant wird es sein, diese unterschiedlichen Datenbestände künftig in eine Beziehung zueinander zu setzen.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen der Naturwald-Reservatenuntersuchung zur Fauna und Flora wurden im Enneschten Bësch in der Zeit von Mitte Mai 2010 bis Ende November 2010 die Nichtblätterpilze erfasst. Diese Pilze bilden innerhalb der Basidiomyceten eine eigene Gruppe, die vorzugsweise auf Holzsubstrat siedelt. Zu den Nichtblätterpilzen zählen nicht nur Großpilzarten mit gut sichtbaren Fruchtkörpern, sondern auch zahlreiche Pilze, die in der Natur schwer auffindbar sind.

Zur Gewinnung von geeignetem Probenmaterial war es deshalb erforderlich, die Laub- und Streuschicht des Waldbodens innerhalb der Probekreise sorgfältig von Hand zu durchmustern, um alle Holzstücke aufzusammeln, auf denen mit bloßem Auge Pilzstrukturen erkennbar waren. Aufgrund der Erfahrungen aus früheren Kartierungen wurde innerhalb eines bearbeiteten Probekreises nur auf einer

Teilfläche zwischen 8 m - 10 m Radius gearbeitet. Das hierbei gewonnene Material wurde zu ca. 80 % anschließend im Labor mikroskopiert, um eine artgenaue Bestimmung der Pilze zu gewährleisten.

In der genannten Zeitspanne wurden die Nichtblätterpilze an 15 von insgesamt 54 Probepunkten inventarisiert. Von den 54 Probekreisen wurden bislang die Probekreise 2, 6, 7, 9, 14, 20, 27, 31, 32, 38, 41, 44, 45, 47 und 52 untersucht. Dabei gelang es, insgesamt 194 verschiedene Pilzarten nachzuweisen und weitere 83 Arten außerhalb der Probekreise innerhalb der Gebietsfläche. Eine erste Auswertung der Befunde zeigt, dass die Artenverteilung von Probekreis zu Probekreis stark schwankt, obwohl diese räumlich eng beieinander liegen. Nur ca. 1 % der bestimmten Pilzarten ist in allen 15 Probekreisen vertreten. Dagegen kommen 45 % jeweils nur in einem der 15 Probekreise vor. Zu ca. 56 % handelt es sich dabei um Einzelfunde, d.h., man hat nur einen Fruchtkörper auf der gesamten Probefläche angetroffen. Somit ergibt sich ein Artenreichtum, der häufig auf Einzelfunden basiert und zudem von Fläche zu Fläche stark variiert.

Als weiteres Ergebnis der Kartierung ist festzuhalten, dass 14 Pilzarten aus der Gruppe der Nichtblätterpilze erstmalig in Luxemburg nachgewiesen werden konnten. Darüber hinaus wurden zwei Pilze gefunden, die weltweit noch nicht beschrieben wurden. Sie werden im Laufe des Jahres als neue Arten veröffentlicht.

Die Reduzierung der zeitintensiven Kartierarbeiten auf Teilbereiche des Probekreises hat dazu geführt, dass die Doppelbestimmung von Arten deutlich vermindert wurde. So konnte mit Hilfe dieses Verfahrens die zu bearbeitende Flächengröße um 90 % im Vergleich zu Kartierungen im Beetebauerger Bësch verkleinert werden, die Anzahl der gefundenen Arten innerhalb der Probekreise war jedoch nur um 20 % geringer. Dabei kann diese geringere Artenzahl v. a. darin begründet sein, dass grundsätzlich weniger verschiedene Pilzarten auf Eichen vorkommen, die in diesem Waldgebiet eindeutig vorherrschend ist. Dies wird dadurch gestützt, dass durch sporadische Kartierungen auf der Gebietsfläche noch weitere 83 Pilzarten v. a. an Fichten und Brombeeren gefunden wurden. Für die Zukunft wird empfohlen, diese Form der Kartierung weiter beizubehalten und darüber hinaus nur die Anzahl der zu bearbeitenden Probekreise zu erhöhen.

6. Danksagungen

Herzlich bedanken möchten wir uns bei den beiden französischen Mykologen G. Trichies und B. Duhem, die uns bei der Nachbestimmung einiger problematischer Funde geholfen haben. Bedanken möchten wir uns außerdem bei Ch. Reckinger (Luxemburg) für die Bereitstellung von Bildmaterial.

7. Literaturverzeichnis

DUHEM B., G. TRICHIES & B. SCHULTHEIS (2010): *Sistotrema henri-michel*, sp. nov. Bulletin de la Société mycologique de France 126 (1) : 1-10.

EGLI, S.; AYER, F.; CHÂTELAIN, F. (1997): Beschreibung der Diversität von Makromyzeten. Erfahrungen aus pilz-ökologischen Langzeitstudien im Pilzreservat La Chanéaz, Fr. Mycologia Helvetica 9, 2: 19-32.

FISCHER, A.; MAYER, P.; SCHOPF, R.; LIEPOLD, K.; GRUPPE, A.; HAHN, C.; AGERER, R. (2003): Biodiversitätsforschung in ungenutzten und genutzten Wäldern. LWF aktuell, 41, 4-5.

FELTGEN, J. (1906): Vorstudien zu einer Pilz-Flora des Großherzogtums Luxemburg. 2. Teil. – Basidiomycetes et Auriculariei.

FREI-SULZER, M. (1943): Vorschläge zur quantitativen Erfassung der Pilze in der Biocoenologie. Ber. Geobot. Forschungsinstitut Rübel, Zürich 1943: 113-115.

JUNGBLUT, F. (1970): Les Champignons des genres Phellinus Quél. et Inonotus Karst. de la famille des Hymenochaetaceae. Institut Grand-Ducal de Luxembourg, Section des Sciences naturelles, physiques et mathématiques, Archives, tome 38 N.S. 1977-1978.

LODGE, J.; AMMIRATI, J. F.; O'DELL, T. E.; MUELLER, G. M. (2004): Collecting and describing Macrofungi. In: Biodiversity of Fungi. Inventora and Monitoring Methods. Elsevier, Academic Press, 777 S.

MOREAU, P. A. (2005): Inventaire des champignons sur les placettes RENECOFOR - Année 2004. Observatoire Mycologique. Laboratoire de botanique. Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Lille. Compte-rendu d'activité présenté dans le cadre de la Conférence Annuelle des Fédérations et Associations Mycologiques (CAFAM). Saint-Jean-la-Vêtre (Loire), 13-15/05/ 2005.

SCHULTHEIS, B., GARNIER-DELCOURT, M., ENGELS, J. (2011): Die Nichtblätterpilze und Blätterpilze des Naturwaldreservates „Beetebauerger Bësch". In Murat, D. (Schriftl.) in Veröffentlichung.: Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 9. Zoologische und botanische Untersuchungen „Beetebauerger Bësch". Naturverwaltung Luxemburg

THOLL, M.-T.; MARSON, G.; SCHULTHEIS, B. (2007): Pilze-Champignons-Fungi. In: Meyer M. & E. Carrières, 2007. Inventaire de la biodiversité dans la forêt <Schnellert> (Commune de Berdorf) – Erfassung der Biodiversität im Waldgebiet <Schnellert> (Gemeinde Berdorf). Ferrantia 50, 17-25.

TOBES, R.; WEVELL VON KRÜGER, A.; BROCKAMP, U. (2008): Naturwaldbericht Enneschte Bësch 2008, Bd. 3. Resultate der Waldstrukturaufnahme. Forstverwaltung Luxemburg, 71S.

8. Datenanhang

Artenfundliste Nichtblätterpilze

Bauchpilze	Leistlinge, Korallen-, Keulen- und Stachelpilze	
<i>Lycoperdon molle</i> PERS.	<i>Clavulina cinerea</i> (BULL.) J. SCHRÖT.	<i>Ramaria stricta</i> (FR.) QUÉL.
<i>Lycoperdon perlatum</i> PERS.	<i>Clavulina coralloides</i> (L.) J. SCHRÖT.	
<i>Lycoperdon pyriforme</i> SCHAEFF.	<i>Macrotyphula fistulosa</i> (HOLMSK.) R. H. PETERSEN	
<i>Lycoperdon umbrinum</i> PERS.	<i>Mucronella calva</i> (ALB. & SCHWEIN.) FR.	
<i>Scleroderma areolatum</i> EHRENB.	<i>Pseudocraterellus undulatus</i> (PERS.) RAUSCHERT	

Gallertpilze		
<i>Achroomyces soranus</i> Hauerslev	<i>Exidia thuretiana</i> (Lév.) Fr.	<i>Stypella dubia</i> (BOURDOT & GALZIN) P. ROBERTS
<i>Auricularia auricula-judae</i> (Bull.) Quél.	<i>Exidia truncata</i> Fr.	<i>Stypella grilletii</i> (BOUD.) P. ROBERTS
<i>Basidiodendron caesiocinereum</i> (Höhn. & Litsch.) Luck - Allen	<i>Exidiopsis effusa</i> Bref.	<i>Thanatephorus fusisporus</i> (J. Schröt.) Hauerslev & P. Roberts
<i>Colacogloea peniophorae</i> (Bourdot & Galzin) Oberw., R. Bauer & Bandoni	<i>Helicogloea farinacea</i> (HÖHN.) D. P. ROGERS	<i>Tremella mesenterica</i> Retz
<i>Dacrymyces capitatus</i> Schwein.	<i>Helicogloea vestita</i> (BOURDOT & GALZIN) P. ROBERTS	<i>Tulasnella albida</i> Bourdot & Galzin
<i>Dacrymyces enatus</i> (Berk. & M. A. Curtis) Massee	<i>Oliveonia fibrillosa</i> (BURT) DONK	<i>Tulasnella eichleriana</i> Bres.
<i>Dacrymyces minor</i> Peck	<i>Renatobasidium notabile</i> HAUERSLEV	<i>Tulasnella subglobispora</i> Hjortstam
<i>Dacrymyces stillatus</i> Nees	<i>Sebacina dimitica</i> OBERW.	<i>Tulasnella thelephorea</i> (Juel) Juel
<i>Eichleriella deglubens</i> (Berk. & Broome) Lloyd	<i>Sebacina epigaea</i> (BERK. & BROOME) BOURDOT & GALZIN	<i>Tulasnella tomaculum</i> P. Roberts
<i>Exidia glandulosa</i> (Bull.) Fr.	<i>Sebacina incrustans</i> (PERS.: FR.) TUL. & C. TUL.	<i>Tulasnella violacea</i> (Johan-Olsen) Juel
		<i>Tulasnella violea</i> (Quél.) Bourdot & Galzin

Porlinge		
<i>Antrodiella romellii</i> (DONK) NIEMELÄ	<i>Gloeoporus dichrous</i> (FR.) BRES.	<i>Physisporinus vitreus</i> (PERS.) P. KARST.
<i>Antrodiella faginea</i> VAMPOLA & POUZAR	<i>Inonotus dryadeus</i> (PERS.) FR.	<i>Polyporus varius</i> PERS.
<i>Bjerkandera adusta</i> (WILLD.) P. KARST.	<i>Junghuhnia lacera</i> (P. KARST.) NIEMELÄ & KINNUNEN	<i>Postia alni</i> NIEMELÄ & VAMPOLA
<i>Ceriporia reticulata</i> (HOFFM.) DOMA SKI	<i>Junghuhnia nitida</i> (PERS.) RYVARDEN	<i>Skeletocutis nivea</i> (JUNGH.) JEAN KELLER
<i>Ceriporia viridans</i> (BERK. & BROOME) DONK	<i>Laetiporus sulphureus</i> (BULL.) BONDARTSEV & SINGER	<i>Skeletocutis vulgaris</i> (FR.) NIEMELÄ & Y. C. DAI
<i>Ceriporiopsis gilvescens</i> (BRES.) DOMA SKI	<i>Phellinus ferreus</i> (PERS.) BOURDOT & GALZIN	<i>Trametes versicolor</i> (L.) LLOYD
<i>Ceriporiopsis pannocincta</i> (ROMELL) GILB. & RYVARDEN	<i>Phellinus ferruginosus</i> (SCHRAD.) PAT.	
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (BOLTON) J. SCHRÖT.	<i>Phellinus robustus</i> (P. KARST.) BOURDOT & GALZIN	
<i>Fistulina hepatica</i> (SCHAEFF.) WITH.		

Rindenpilze		
<i>Acanthobasidium norvegicum</i> (J. ERIKSS. & RYVARDEN) BOIDIN, LANQ., GILLES & HUGUENEY	<i>Byssocorticium efibulatum</i> HJORTSTAM & RYVARDEN	<i>Hyphoderma argillaceum</i> (BRES.) DONK
<i>Aleurodiscus aurantius</i> (PERS.) J. SCHRÖT.	<i>Clavulicium delectabile</i> (H. S. JACKS.) HJORTSTAM	<i>Hyphoderma incrustatum</i> K. H. LARSS.
<i>Athelia arachnoidea</i> (BERK.) JÜLICH	<i>Clavulicium spurium</i> (BOURDOT) J. ERIKSS. & HJORTSTAM	<i>Hyphoderma litschaueri</i> (BURT) J. ERIKSS. & Å. STRID
<i>Athelia decipiens</i> (HÖHN. & LITSCH.) J. ERIKSS.	<i>Cristinia helvetica</i> (PERS.) PARMASTO	<i>Hyphoderma mutatum</i> (PECK) DONK
<i>Athelia epiphylla</i> PERS.	<i>Crustomyces subabruptus</i> (BOURDOT & GALZIN) JÜLICH	<i>Hyphoderma nemorale</i> K. H. LARSS.
<i>Athelia nivea</i> JÜLICH	<i>Cylindrobasidium laeve</i> (PERS.) CHAMURIS	<i>Hyphoderma praetermissum</i> (P. KARST.) J. ERIKSS. & Å. STRID
<i>Athelopsis glaucina</i> (BOURDOT & GALZIN) OBERW. EX PARMASTO	<i>Dacryobolus sudans</i> (ALB. & SCHWEIN.) FR.	<i>Hyphoderma puberum</i> (FR.) WALLR.
<i>Athelopsis lembospora</i> (BOURDOT) OBERW.	<i>Gloeocystidiellum clavuligerum</i> (HÖHN. & LITSCH.) NAKASONE	<i>Hyphoderma roseocremeum</i> (BRES.) DONK
<i>Boidinia furfuracea</i> (BRES.) STALPERS & HJORTSTAM	<i>Gloeocystidiellum porosum</i> (BERK. & M. A. CURTIS) DONK	<i>Hyphoderma setigerum</i> (FR.) DONK
<i>Boidinia permixta</i> BOIDIN, LANQ. & GILLES	<i>Haplotrichum aureum</i> (PERS.) HOL. - JECH.	<i>Hyphodontia alutaria</i> (BURT) J. ERIKSS.
<i>Botryobasidium laeve</i> (J. ERIKSS.) PARMASTO	<i>Hymenochaete cinnamomea</i> (PERS.) BRES.	<i>Hyphodontia arguta</i> (FR.) J. ERIKSS.
<i>Brevicellicium olivascens</i> (BRES.) K. H. LARSS. & HJORTSTAM	<i>Hymenochaete rubiginosa</i> (SCHRAD.) LÉV.	<i>Hyphodontia barba-jovis</i> (BULL.) J. ERIKSS.
		<i>Hyphodontia breviseta</i> (P. KARST.) J. ERIKSS.

Rindenpilze		
<i>Hyphodontia crustosa</i> (PERS.: FR.) J. ERIKSS.	<i>Peniophora quercina</i> (PERS.) COOKE	<i>Radulomyces rickii</i> (BRES.) M. P. CHRIST.
<i>Hyphodontia flavipora</i> (BERK. & M. A. CURTIS EX COOKE) SHENG H. WU	<i>Phanerochaete calotricha</i> (P. KARST.) J. ERIKSS. & RYVARDEN	<i>Scopuloides rimosa</i> (COOKE) JÜLICH
<i>Hyphodontia nespori</i> (BRES.) J. ERIKSS. & HJORTSTAM	<i>Phanerochaete deflectens</i> (P. KARST.) HJORTSTAM	<i>Scytinostroma hemidichophyticum</i> POUZAR
<i>Hyphodontia pallidula</i> (BRES.) J. ERIKSS.	<i>Phanerochaete laevis</i> (PERS.) J. ERIKSS. & RYVARDEN	<i>Scytinostroma praestans</i> (H. S. JACKS.) DONK
<i>Hyphodontia paradoxa</i> (SCHRAD.) E. LANGER & VESTERH.	<i>Phanerochaete sordida</i> (P. KARST.) J. ERIKSS. & RYVARDEN	<i>Sistotrema brinkmannii</i> (BRES.) J. ERIKSS.
<i>Hyphodontia quercina</i> (PERS.) J. ERIKSS.	<i>Phanerochaete tuberculata</i> (P. KARST.) PARMASTO	<i>Sistotrema coroniferum</i> (HÖHN. & LITSCH.) DONK
<i>Hyphodontia radula</i> (PERS.) E. LANGER & VESTERH.	<i>Phanerochaete velutina</i> (DC.) PARMASTO	<i>Sistotrema diademiferum</i> (BOURDOT & GALZIN) DONK
<i>Hyphodontia rimosissima</i> (PECK) GILB.	<i>Phlebia lilascens</i> (BOURDOT) J. ERIKSS. & HJORTSTAM	<i>Sistotrema henri-michel</i> DUHEM, TRICHIES & SCHULTHEIS SP. NOV.
<i>Hyphodontia sambuci</i> (PERS.) J. ERIKSS.	<i>Phlebia livida</i> (PERS.) BRES.	<i>Sistotrema muscicola</i> (PERS.) S. LUNDELL
<i>Hyphodontia tuberculata</i> KOTIR. & SAAREN.	<i>Phlebia radiata</i> FR.	<i>Sistotrema oblongisporum</i> M. P. CHRIST. & HAUERSLEV
<i>Hypochniciun eichleri</i> (BRES.) J. ERIKSS. & HJORTSTAM	<i>Phlebia rufa</i> (PERS.) M. P. CHRIST.	<i>Sistotrema octosporum</i> (J. SCHRÖT. EX HÖHN. & LITSCH.) HALLENB.
<i>Hypochnicium punctulatum</i> (COOKE) J. ERIKSS.	<i>Phlebia tremellosa</i> (SCHRAD.) BURDS. & NAKASONE	<i>Sistotrema pyrosporum</i> HAUERSLEV
<i>Jaapia ochroleuca</i> (BRES.) NANNF. & J. ERIKSS.	<i>Phlebiella albida</i> (HAUERSLEV) TELLERIA, MELO & M. DUENAS	<i>Sistotrema sernanderi</i> (LITSCH.) DONK
<i>Leptosporomyces roseus</i> JÜLICH	<i>Phlebiella allantospora</i> (OBERW.) K. H. LARSS. & HJORTSTAM	<i>Sistotremastrum niveocremeum</i> (HÖHN. & LITSCH.) J. ERIKSS.
<i>Luellia recondita</i> (H. S. JACKS.) K. H. LARSS. & HJORTSTAM	<i>Phlebiella pseudotsugae</i> (BURT) K. H. LARSS. & HJORTSTAM	<i>Steccherinum fimbriatum</i> (PERS.) J. ERIKSS.
<i>Meruliopsis corium</i> (PERS.) GINNS	<i>Phlebiella sulphurea</i> (PERS.) GINNS & M. N. L. LEFEBVRE	<i>Steccherinum ochraceum</i> (PERS.) GRAY
<i>Mycoacia aurea</i> (FR.) J. ERIKSS. & RYVARDEN	<i>Phlebiella tulasnelloidea</i> (HÖHN. & LITSCH.) OBERW.	<i>Stereum gausapatum</i> (FR.) FR.
<i>Mycoacia fuscoatra</i> (FR.) DONK	<i>Piloderma byssinum</i> (P. KARST.) JÜLICH	<i>Stereum hirsutum</i> (WILLD.) GRAY
<i>Peniophora cinerea</i> (PERS.) COOKE	<i>Plicaturopsis crispa</i> (P. KARST.) JÜLICH	<i>Stereum ochraceoflavum</i> (SCHWEIN.) FR.
<i>Peniophora hydnoidea</i> (PERS.) DONK	<i>Porotheleum fimbriatum</i> (PERS.) FR.	<i>Subulicystidium longisporum</i> (PAT.) PARMASTO
<i>Peniophora incarnata</i> (PERS.) P. KARST.	<i>Pseudotomentella mucidula</i> (P. KARST.) SVR EK	<i>Thelephora anthocephala</i> (BULL.) FR.
<i>Peniophora limitata</i> (CHAILLET) COOKE	<i>Radulomyces confluens</i> (FR.) M. P. CHRIST.	<i>Tomentella atroarenicolor</i> NIKOL.
<i>Peniophora lycii</i> (PERS.) HÖHN. & LITSCH.	<i>Radulomyces molaris</i> (CHAILLET EX FR.) M. P. CHRIST.	<i>Tomentella bryophila</i> (PERS.) M. J. LARSEN
<i>Peniophora nuda</i> (FR.) BRES.		<i>Tomentella cinerascens</i> (P. KARST.) HÖHN. & LITSCH.

Rindenpilze

<i>Tomentella fuscocinerea</i> (PERS.) DONK	<i>Tomentella viridula</i> (BOURDOT & GALZIN) SVR EK	<i>Trechispora praefocata</i> (BOURDOT & GALZIN) LIBERTA
<i>Tomentella galzinii</i> BOURDOT	<i>Tomentellopsis zygodesmoides</i> (ELLIS) HJORTSTAM	<i>Trechispora stellulata</i> (BOURDOT & GALZIN) LIBERTA
<i>Tomentella lapida</i> (PERS.) STALPERS	<i>Trechispora alnicola</i> (BOURDOT & GALZIN) LIBERTA	<i>Trechispora stevensonii</i> (BERK. & BROOME) K. H. LARSS.
<i>Tomentella punicea</i> (ALB. & SCHWEIN.) J. SCHRÖT.	<i>Trechispora araneosa</i> (HÖHN. & LITSCH.) K. H. LARSS.	<i>Tubulicrinis gracillimus</i> (D. P. ROGERS & H. S. JACKS.) G. CUNN.
<i>Tomentella stuposa</i> (LINK) STALPERS	<i>Trechispora cohaerens</i> (SCHWEIN.) JÜLICH & STALPERS	<i>Vuilleminia comedens</i> (NEES) MAIRE
<i>Tomentella sublilacina</i> (ELLIS & HOLW.) WAKEF.	<i>Trechispora farinacea</i> (PERS.) LIBERTA	
<i>Tomentella testaceogilva</i> BOURDOT & GALZIN	<i>Trechispora hymenocystis</i> (BERK. & BROOME) K. H. LARSS.	
<i>Tomentella umbrinospora</i> M. J. LARSEN	<i>Trechispora microspora</i> (P. KARST.) LIBERTA	

Zusätzlich auf der Gebietsfläche außerhalb der Probekreise gefundene Arten

<i>Abortiporus biennis</i> (BULL.) SINGER	<i>Coniophora arida</i> (FR.) P. KARST.	<i>Gloeocystidiellum luridum</i> (BRES.) BOIDIN
<i>Aleurodiscus disciformis</i> (DC.) PAT.	<i>Coniophora arida var. suffocata</i> (PECK) GINNS	<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (WULFEN) P. KARST.
<i>Amaurodon viridis</i> (ALB. & SCHWEIN.: FR.) J. SCHRÖT.	<i>Coniophora puteana</i> (SCHUMACH.) P. KARST.	<i>Heterobasidion annosum</i> (FR.) BREF.
<i>Amylocorticiellum molle</i> (FR.) SPIRIN & ZMITR.	<i>Coronicium gemmiferum</i> (BOURDOT & GALZIN) J. ERIKSS. & RYVARDEN	<i>Hymenochaete tabacina</i> (SOWERBY) LÉV.
<i>Antrodia serialis</i> (FR.) DONK	<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) PERS.	<i>Hyphoderma cremeoalbum</i> (HÖHN. & LITSCH.) JÜLICH
<i>Antrodia sinuosa</i> (FR.) P. KARST.	<i>Creolophus cirrhatus</i> (PERS.) P. KARST.	<i>Hyphoderma subdefinitum</i> J. ERIKSS. & Å. STRID
<i>Antrodiella onychoides</i> (EGELAND) NIEMELÄ	<i>Cyathus striatus</i> (HUDS.) WILLD.	<i>Hyphodontia alutacea</i> (FR.) J. ERIKSS.
<i>Athelia teutoburgensis</i> (BRINKMANN) JÜLICH	<i>Daedalea quercina</i> (L.) PERS.	<i>Hypochnicium erikssonii</i> HALLENB. & HJORTSTAM
<i>Basidiodendron eyrei</i> (WAKEF.) LUCK-ALLEN	<i>Daedaleopsis tricolor</i> (PERS.) BONDARTSEV & SINGER	<i>Hypochnicium geogenium</i> (BRES.) J. ERIKSS.
<i>Basidioradulum radula</i> (FR.) NOBLES	<i>Dendrothele acerina</i> (PERS.) P. A. LEMKE	<i>Inonotus hispidus</i> (BOLTON) P. KARST.
<i>Botryobasidium aureum</i> PARMASTO	<i>Exidia recisa</i> FR.	<i>Ischnoderma benzoinum</i> (WAHLENB.) P. KARST.
<i>Botryobasidium subcoronatum</i> (HÖHN. & LITSCH.) DONK	<i>Fomes fomentarius</i> (L.) KICKX	<i>Laxitextum bicolor</i> (PERS.) LENTZ
<i>Ceriporia excelsa</i> (S. LUNDELL) PARMASTO	<i>Fomitopsis pinicola</i> (SW.) P. KARST.	<i>Lenzites betulina</i> (L.) FR.
<i>Chondrostereum purpureum</i> (PERS.) POUZAR	<i>Ganoderma lipsiense</i> (BATSCH) G. F. ATK.	<i>Leucogyrophana mollusca</i> (FR.) POUZAR
<i>Clavaria falcata</i> PERS.		<i>Meripilus giganteus</i> (PERS.) P. KARST.

Zusätzlich auf der Gebietsfläche außerhalb der Probekreise gefundene Arten

<i>Mutinus caninus</i> (HUDS.) FR.	<i>Postia fragilis</i> (FR.) JÜLICH	<i>Stypella vermiformis</i> (BERK. & BROOME) D. A. REID
<i>Oxyporus populinus</i> (SCHUMACH.) DONK	<i>Postia romellii</i> M. PIERI & B. RIVOIRE	<i>Syzygospora mycophaga</i> (M. P. CHRIST.) HAUERSLEV
<i>Phellinus conchatus</i> (PERS.) QUÉL.	<i>Postia stiptica</i> (PERS.) JÜLICH	<i>Tomentella badia</i> (LINK) STALPERS
<i>Phellinus igniarius</i> (L.) QUÉL.	<i>Postia tephroleuca</i> (FR.) JÜLICH	<i>Trametes gibbosa</i> (PERS.) FR.
<i>Phellinus punctatus</i> (FR.) PILÁT	<i>Radulomyces rickii</i> (BRES.) M. P. CHRIST.	<i>Trametes hirsuta</i> (WULFEN) LLOYD
<i>Phellinus tuberculosus</i> (BAUMG.) NIEMELÄ	<i>Resinicium bicolor</i> (ALB. & SCHWEIN.: FR.) PARMASTO	<i>Trametes ochracea</i> (PERS.) GILB. & RYVARDEN
<i>Phlebiella bourdotii</i> (BOIDIN & GILLES) TELLERIA, MELO & DUEÑAS	<i>Rigidoporus crocatus</i> (PAT.) RYVARDEN	<i>Trechispora mollusca</i> (PERS.) LIBERTA
<i>Phleogena faginea</i> (FR.) LINK	<i>Schizophyllum commune</i> FR.	<i>Trichaptum abietinum</i> (DICKS.) RYVARDEN
<i>Physisporinus sanguinolentus</i> (ALB. & SCHWEIN.) PILÁT	<i>Scleroderma bovista</i> FR.	<i>Tubulicrinis accedens</i> (BOURDOT & GALZIN) DONK
<i>Polyporus brumalis</i> (PERS.) FR.	<i>Sistotrema subtrigonospermum</i> D. P. ROGERS	<i>Tubulicrinis subulatus</i> (BOURDOT & GALZIN) DONK
<i>Polyporus ciliatus</i> FR.	<i>Stereum rugosum</i> PERS.	<i>Vararia gallica</i> (BOURDOT & GALZIN) BOURDOT
<i>Polyporus tuberaster</i> JACQ.: FR.	<i>Stereum sanguinolentum</i> (ALB. & SCHWEIN.) FR.	<i>Vuilleminia coryli</i> BOIDIN, LANQ. & GILLES
<i>Postia caesia</i> (SCHRAD.) P. KARST.	<i>Stereum subtomentosum</i> POUZAR	

9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

9.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Systematische Durchsuchung der Probekreise.	189
Abbildung 2: Blumenartige Lederkoralle, <i>Thelephora anthocephala</i>	191
Abbildung 3: Tropfender Schillerporling, <i>Inonotus dryadeus</i>	191
Abbildung 4: Krauser Leistling, <i>Pseudocraterellus undulatus</i>	191
Abbildung 5: Schneeweisser Stachelporrindenpilz <i>Trechispora mollusca</i>	191
Abbildung 6: Die Abbildung stellt die prozentuale Verteilung der gefundenen Gruppen von Nichtblätterpilzen dar.	193
Abbildung 7: Anzahl der Pilzarten, die in den 15 verschiedenen Probekreisen kartiert wurden.....	193
Abbildung 8: Stetigkeit der gefundenen Arten in Bezug zur Anzahl der Probekreise.	194
Abbildung 9: Gefundene Arten in den 15 Probekreisflächen in Bezug zu Funddaten auf gleichen Substraten in den gleichen Waldbeständen und in räumlicher Nähe, jedoch außerhalb der Probekreise.	195
9.2 | Tabellenverzeichnis	
Tabelle 1: Zeiträume, in denen die Pilzkartierung in den einzelnen Probekreisen vorgenommen worden ist sowie Anzahl der dabei inventarisierten Arten.	192
Tabelle 2: Neufunde in Luxemburg.	196

Die Gefäßpflanzenflora und Waldgesellschaften des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2009)

Anne WEVELL VON KRÜGER

1. Einleitung

Das vegetationskundliche Monitoring ist Bestandteil des Biomonitorings in Luxemburger Naturwaldreservaten. Es ergänzt die Waldstrukturaufnahme-Luxemburg (WSA-L) (KÄRCHER et al. 2010) um den Aspekt der krautigen Pflanzen. Ziel ist die Dokumentation und Interpretation von Veränderungen der Struktur und Artenzusammensetzung der Pflanzendecke nach Beendigung der menschlichen Nutzung (TRAXLER 1997). Durch Folgeaufnahmen können so Entwicklungen dokumentiert werden.

Die Waldbodenvegetation ist ein Parameter, mit dem die Dynamik von Waldökosystemen charakterisiert und beschrieben werden kann (TRAXLER

1997). Sie ist für ein langfristiges Monitoring besonders gut geeignet, da sie durch Verschiebungen der Arten- und Dominanzstrukturen relativ schnell auf veränderte Umweltbedingungen reagiert (THOMAS et al. 1995): Krautschichtpflanzen sind leicht zu erfassen, nicht mobil, die Anzahl der Arten ist begrenzt und in ihren Standortansprüchen hinlänglich erforscht. Zudem existieren standardisierte und erprobte Aufnahmeverfahren, sodass sowohl Zeitreihenauswertungen als auch gebietsübergreifende Vergleiche möglich sind.

Das Konzept: „Biomonitoring Vegetation, Version 0.5“ (TOBES et al. 2008) wurde in Zusammenhang mit den Geländeaufnahmen NWR Enneschte Bësch überarbeitet und weiterentwickelt.

2. Material und Methoden

2.1 | Material

Für die Geländeaufnahmen und das Einmessen der Flächen wurde folgendes Material verwendet:

- Arbeitskarte im Maßstab 1:10.000 auf der Grundlage eines Luftbildes mit Lage der Stichprobenpunkte der WSA-L zur Orientierung im Gelände,
- Stammverteilungspläne der Probekreise der WSA-L, Metalldetektor, GPS-Gerät Garmin zum Auffinden der PKM,
- 1 Fluchtstange zum Markieren der Probekreismittelpunkte (PKM),
- Bambusstäbe zum Abstecken der Aufnahmequadrate,
- Vertex III für die Entfernungsmessungen,
- 10 m-Maßband zum Kalibrieren des Vertex III,
- Handbussole, Markierungsband,
- Vegetationsaufnahmebögen, Schreibzeug/Schreibbrett, Kreisplots der WSA-L zum Auffinden der PKM,
- Bestimmungsliteratur.

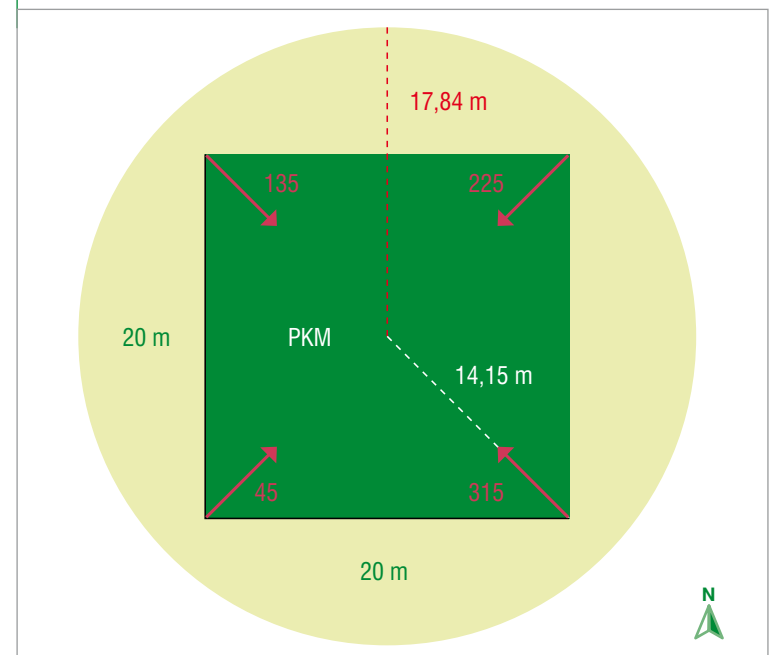
2.2 | Untersuchungsflächen

Die Vegetationsaufnahmen wurden auf 400 m² großen quadratischen Flächen durchgeführt, die in das permanente Stichprobenetz der WSA-L eingehängt sind. Die Probekreismittelpunkte (PKM) bildeten den Ausgangspunkt für die Vermessung der Aufnahmeflächen der Vegetation (s. **Abbildung 1**). Die Ecken wurden mit einem Vertex III durch Rückwärtsmessungen zum PKM eingemessen: Dabei wurde der Vertex-Transponder auf einer Fluchtstange im PKM so befestigt, dass er nach oben zeigte und aus allen Richtungen angepeilt werden konnte. Die Vegetationsaufnahmeflächen sind identisch mit der des Biomonitorings der Moose, sodass sich beide Aufnahmen ergänzen. Die Aufnahmeflächen der Flechten und Nichtblätterpilze orientieren sich ebenfalls am Stichprobenraster der WSA-L, haben aber andere Größe.

In den meisten Fällen wurden die Probekreismittelpunkte problemlos mit Hilfe der Luftbildarbeitskarte und den Baummarkierungen der WSA-L wieder aufgefunden. In zwei Fällen mussten die Probekreismarkierungen mit einem GPS und dem Stammverteilungsplan gesucht werden.

Abbildung 1

Lage der quadratischen Vegetationsaufnahmefläche im Probekreis der WSA-L.



2.3 | Verfahren der Vegetationsaufnahme

Im NWR Enneschte Bësch wurden die Geländeaufnahmen im April/Mai und Anfang August 2009 nach dem Konzept: „Biomonitoring Vegetation, Version 0.5“ (WEVELL VON KRÜGER 2009) durch Anne Wevell von Krüger durchgeführt. Die Konzeption wurde in diesem Zusammenhang überarbeitet und weiterentwickelt.

Neben allgemeinen Informationen (Name des Naturwaldreservates, Datum, Lage, Größe der Aufnahmefläche, Bearbeiter) wurden Angaben über die Homogenität der Bodenvegetation und weitere für die Ausprägung der Vegetation wichtige Informationen (z. B. Kronendachlücken, Totholz, Suhle, Bestandesaufbau) festgehalten. Dies ermöglicht, die Fläche über die Vegetationsaufnahme hinaus zu beschreiben, was für die Interpretation der Ergebnisse sowie unter Umständen zum Wiederauffinden der Fläche bei einer Wiederholungsaufnahme von Bedeutung sein kann.

Auf den 400 m² großen Vegetationsaufnahme-
flächen wurden alle vorkommenden Pflanzenarten,
getrennt nach den Vegetationsschichten, aufge-
listet. Dabei wurden folgende Höhengrenzen für
die Vegetationsschichten eingehalten, um eine
bessere Vergleichbarkeit mit folgenden Aufnahmen
zu erreichen:

- Baumschicht 1 (oberste Baumschicht)
- Baumschicht 2 (≥5m)
- Strauchschicht (1,5m - 5m)
- Krautschicht (≤1,5m)

Die Deckung der Pflanzenarten wurde getrennt
nach den Vegetationsschichten in Prozent der
Gesamtfläche des Probekreises eingeschätzt. Sel-
tene und rare Arten mit Deckungsprozenten unter
1 % wurden wegen der besseren Verrechenbarkeit
als 1 % eingegeben. Pflanzenarten, die außerhalb
der Probefläche wuchsen zusätzlich notiert, wenn
sie Bestandteil derselben Vegetationseinheit waren
und zu einer für die Bestimmung der Waldgesell-
schaft wichtigen ökologischen Artengruppe nach
VANESSE (1993) gehören. Statt einer Angabe des
Deckungsgrades wurden sie als zusätzlich beo-
bachtete Pflanzenarten mit einem „o“ für „obser-
vées“ in der Tabelle gekennzeichnet (AEF 2002).

2.4 | Gesamtartenliste

Zusätzlich zu den Pflanzenarten, die auf den Vege-
tationsmonitoringflächen vorkamen wurden alle
zusätzlich im Gebiet beobachteten Pflanzenarten
in einer Gesamtartenliste festgehalten. Für die Ver-
vollständigung der Liste wurden Sonderstandorte
gezielt angelaufen und nach zusätzlichen Arten
abgesucht.

2.5 | Dateneingabe, Auswerteverfahren
und –Software

Für die Eingabe der Aufnahmedaten und die
Tabellenarbeit wurde Microsoft Excel 2003 verwen-
det. Bei unterschiedlichen Deckungsgraden im
Frühjahr und im Sommer, wurde der jeweils höhere
Wert in die Vegetationstabelle übernommen. Für

die Bestimmung der aktuellen Waldgesellschaft
wurden die vorgefundenen Pflanzenarten nach den
ökologischen Artengruppen für das Wuchsgebiet
Gutland (*Primulo-Carpinetum* bzw. *Melico-Fagetum*)
gruppiert und auf der Grundlage der Bestimmungs-
schlüssel für die Buchen- und Eichenwälder pflan-
zensoziologisch eingeordnet (VANESSE 1993). Die
in der Gesamtartenliste angegebenen Werte aus
der Liste der Waldgefäßpflanzen Deutschlands und
des angrenzenden Auslandes beziehen sich auf
das Berg- und Hügelland (SCHMIDT et. al. 2003).

3. Ergebnisse

Die wichtigsten Arten im NWR Enneschte
Bësch sind Stieleiche (*Quercus robur*) und
Aronstab (*Arum maculatum*), sie kommen in
allen Vegetationsaufnahmeflächen vor. Bei einer
differenzierten Betrachtung nach Vegetations-
schichten haben neben der Eiche, die überall an
der obersten Bestandesschicht beteiligt ist, Buche
(*Fagus sylvatica*) und Hainbuche (*Carpinus betulus*)
mit 57 % bzw. 44 % in der ersten Baumschicht die
höchsten Stetigkeiten. In der zweiten Baumschicht
sowie der Strauchschicht fehlt die Eiche, während
Buche und Hainbuche dort jeweils wieder Stetig-
keiten über 65 % erreichen. In der Krautschicht
erreicht Naturverjüngung von Eiche, Buche und
Hainbuche Gesamtstetigkeiten über 85 %. Eben-
falls hochstet sind dort die Pflanzenarten Aronstab
(*Arum maculatum*), Hexenkraut (*Circaea lutetiana*),
Waldmeister (*Galium odoratum*), Waldsegge (*Carex
sylvatica*) sowie Flattergras (*Milium effusum*) und
Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*).

3.1 | Gesamtartenliste im Enneschte
Bësch

Im NWR Ennëschte Bësch wurden innerhalb
und außerhalb der Vegetationsaufnahmeflächen
insgesamt 176 verschiedene Pflanzenarten fest-
gestellt: 23 Arten der Baumschicht, 18 Arten der
Strauchschicht sowie 135 Arten der Krautschicht
(s. Tabelle 1 und Kapitel 9.1).

Tabelle 1 Artenzahlen innerhalb und außerhalb der
Monitoringflächen im Enneschte Bësch.

	ARTEN			
	Kräuter	Sträucher	Bäume	Summe
innerhalb	75	14	13	102
außerhalb	60	4	10	74
Summe	135	18	23	176

Innerhalb der 400 m² großen Probeflächen fanden
sich 102 verschiedene Gefäßpflanzenarten, das
entspricht knapp 60 % der insgesamt im Natur-
waldreservat festgestellten Arten. Bei den zusätz-
lich außerhalb der Vegetationsaufnahmeflächen
bestätigten Pflanzenarten handelt es sich haupt-
sächlich um Arten, die an offenere Flächen oder
feuchte Standorte bzw. Wasser gebunden sind.
Vorwiegend kommen sie im Bereich der Mardellen
des Gebietes vor.

Im Jahr 2009 wurden – im Vergleich zu 2003
(AEF 2003) – 72 zusätzliche Arten im Ënnëschte
Bësch bestätigt. 31 Arten der ersten Kartierung
wurden 2009 nicht wieder aufgefunden.

3.1.1 Arten der Roten Liste Luxemburgs

Im Enneschte Bësch wurden im Rahmen des
Vegetationsmonitorings folgende Arten der Roten
Liste Luxemburgs (COLLING 2005) vorgefunden
(s. Tabelle 2):

Bis auf das Maiglöckchen wurden alle diese Arten
außerhalb der Monitoringflächen festgestellt,
häufig im Bereich der Mardellen oder am Rand der
Feuchtwiesen (Léi und Kuebeslach) im Norden.

Tabelle 2 Arten der Roten Liste Luxemburg (COLLING 2005) im Enneschte Bësch.

Name, deutsch	Name, lateinisch	Gefährungsgrad
Knorpelkraut	<i>Illecebrum verticillatum</i>	Critically Endangered
Scheinzypergras-Segge	<i>Carex pseudocyperus</i>	Endangered
Kleiner Baldrian	<i>Valeriana dioica</i>	Endangered
Sumpf-Straußgras	<i>Agrostics canina</i>	Near Threatened
Sumpfdotterblume	<i>Caltha palustris</i>	Near Threatened
Maiglöckchen	<i>Convallaria majalis</i>	Near Threatened
Seidelbast	<i>Daphne mezereum</i>	Near Threatened
Seegras	<i>Carex brizoides</i>	Extremly rare
Sumpf-Weidenröschen	<i>Epilobium palustre</i>	Vulnerable
Gelbe Schwertillie	<i>Iris pseudacorus</i>	Vulnerable

3.2 | Die aktuellen Waldgesellschaften
im Enneschte Bësch

Jede Vegetationsaufnahme im Naturwaldreservat
Enneschte Bësch konnte einer Vegetationseinheit
nach VANESSE (1993) zugeordnet werden. Die
aktuellen Gesellschaften des Gebietes sind der
Waldmeister-Buchenwald in seiner Ausbildung
mit Aronstab (*Melico-Fagetum aretosum*) und der
Stieleichen-Hainbuchenwald (*Primulo-Carpinetum*),
der in verschiedenen Ausbildungen und Varianten
(s. 3.2.1) vorkommt. Der Waldmeister-Buchenwald
bildet die potentiell natürliche Vegetation auf
besser nährstoffversorgten, frischen Standorten. In
Luxemburg ist er auf über einem Viertel der Wald-
fläche vertreten. Der Stieleichen-Hainbuchenwald
(*Primulo-Carpinetum*) kommt von Natur aus auf
frischen bis feuchten schweren Tonböden vor.
Wegen des geringen Anteils dieser Standorte in
Luxemburg hat er nur einen Anteil von ca. 4 % an
der Waldfläche (AEF 2004).

Beide Waldgesellschaften werden durch die
Dominanz von Buche bzw. Eiche voneinander
unterschieden (VANESSE 1993), doch in der Kraut-
schicht des Enneschte Bësch gibt es zahlreiche
Überschneidungen: Einige Krautschichtarten
erreichen sowohl im Waldmeister-Buchenwald als
auch im Stieleichen-Hainbuchenwald sehr hohe
Stetigkeiten. Hierzu zählen Aronstab (*Arum macula-
tum*), Hexenkraut (*Circaea lutetiana*) und Waldmei-
ster (*Galium odoratum*) sowie Flattergras (*Milium
effusum*), Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*)
und Waldsegge (*Carex sylvatica*).

Abbildung 2

Sommeraspekt im Stieleichen-Hainbuchenwald im Enneschte Bësch.

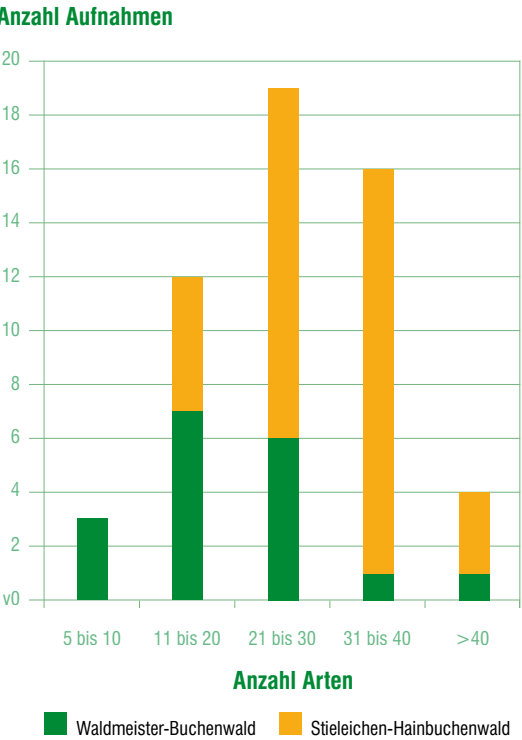


3.2.1 Stieleichen-Hainbuchenwald

Im Enneschte Bësch wurden insgesamt 36 Aufnahmen dem Stieleichen-Hainbuchenwald (*Primulo-Carpinetum*, PC) zugeordnet. Die mittlere Artenzahl dieser Waldgesellschaft ist mit durchschnittlich 30 Arten deutlich höher als im Waldmeister-Buchenwald. Die meisten Flächen weisen sogar Anzahlen zwischen 31 und 40 Arten auf (s. Abbildung 3). Stieleiche und Hainbuche oder seltener Esche dominieren in der Baumschicht. Die Buche ist zum Teil an der Baumschicht beteiligt, erreicht jedoch im Vergleich zur Eiche geringere Deckungsgrade und Stetigkeiten. In der Krautschicht erreichen besonders das Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*) und Flattergras (*Milium effusum*) hohe Deckungsgrade und Stetigkeiten. In über 80 % der Aufnahmen kommen zudem Arten der Primula-Gruppe, wie Aronstab (*Arum maculatum*), Hexenkraut (*Circaea lutetiana*) und Gewöhnliche Nelkenwurz (*Geum urbanum*) sowie Waldmeister (*Galium odoratum*) und Waldsegge (*Carex sylvatica*) vor.

Abbildung 3

Anzahl von Vegetationsaufnahmen mit unterschiedlichen Zahlen an Gefäßpflanzenarten und der aktuellen Waldgesellschaft.



Je nach Vorhandensein oder Fehlen von spezifischen ökologischen Artengruppen kann der Stieleichen-Hainbuchenwald in verschiedene Subassoziationen untergliedert werden (VANESSE 1993):

3.2.1.1 Stieleichen-Hainbuchenwald mit Scharbockskraut und Waldmeister

Der Stieleichen-Hainbuchenwald mit Scharbockskraut und Waldmeister (*Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum*) wird im Enneschte Bësch durch 25 Aufnahmen repräsentiert und ist damit die häufigste Subassoziation im Naturwaldreservat (s. Abbildung 4). Er kommt in einer Variante mit Einbeere (*Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum* var. *Paris quadrifolia*, PC fp, 6 Aufnahmen) und einer typischen Variante (*Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum typicum*, PC ft, 18 Aufnahmen) vor. In der typischen Variante fehlen die Arten der Paris-Gruppe, die in der Variante mit Einbeere in geringer Deckung in Form der Einbeere (*Paris quadrifolia*) selbst bzw. der Stachelbeere (*Ribes uva-crispa*) vorhanden sind. Die typische Variante des *Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum* zeichnet sich zudem durch eine deutlich artenreichere Baum- und Strauchschicht aus (AEF 2004).

Gemeinsamkeiten beider Varianten sind hohe Stetigkeiten von Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*) und Flattergras (*Milium effusum*) aus der Anemone-Gruppe, Waldmeister (*Galium odoratum*), als Repräsentant der Waldmeister-Gruppe, dem Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*) aus der Ficaria-Gruppe sowie Aronstab (*Arum maculatum*), Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), Nelkenwurz (*Geum urbanum*) und Hohe Schlüsselblume (*Primula elatior*) aus der Primula-Gruppe. Dazu kommen Arten der Lamium-Gruppe, wie Waldsegge (*Carex sylvatica*), Goldnessel (*Lamium galeobdolon*) und Efeu (*Hedera helix*) sowie Naturverjüngung von Stieleiche (*Quercus robur*) und Hainbuche (*Carpinus betulus*).

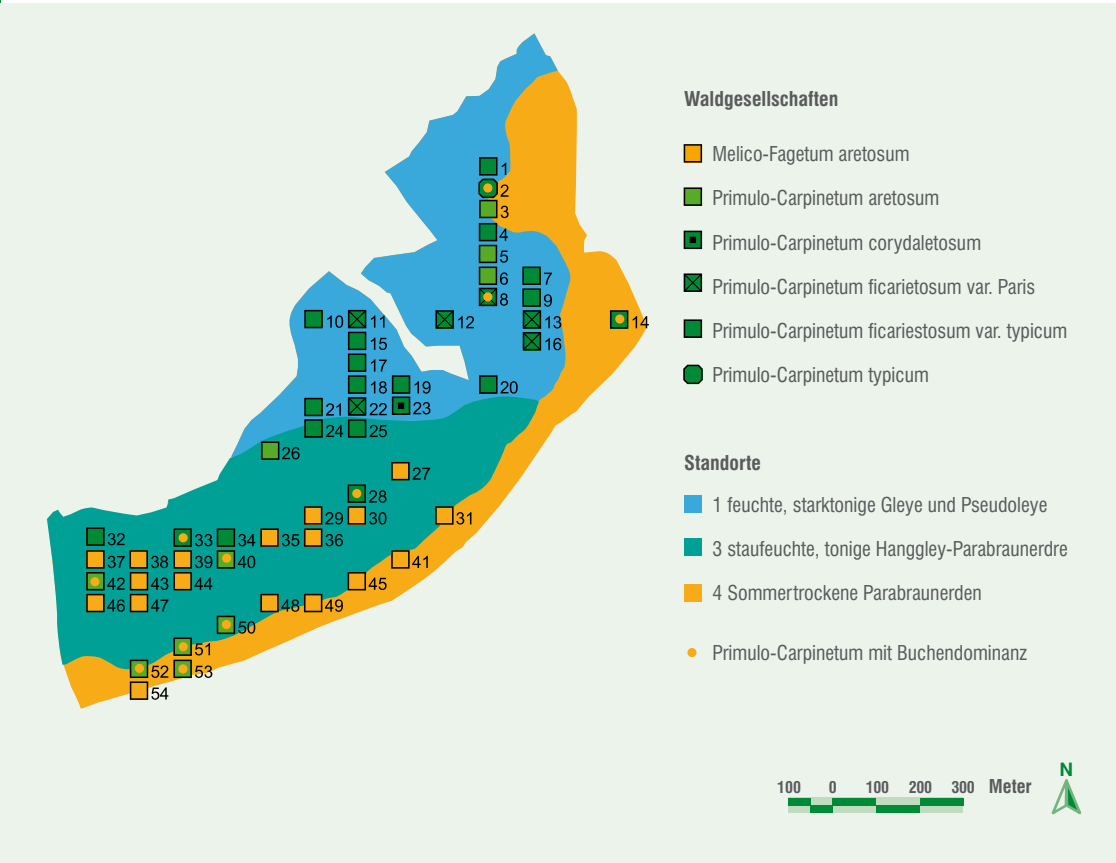
Wegen des Vorkommens des Gelben Buschwindröschens (*Anemone ranunculoides*) als Vertreter der Lerchensporngruppe müsste die Monitoring-

fläche 23 dem Stieleichen-Hainbuchenwald mit Lerchensporn (*Primulo-Carpinetum corydaletosum*, PC co) zugeordnet werden. Da diese Pflanze im Enneschte Bësch nur in einer Aufnahme vorkommt, einen Deckungsgrad von ≤ 1 % erreicht und in ihrer Artenzusammensetzung dem *Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum* var. *typicum* gleicht, wurde diese Fläche dem Stieleichen-Hainbuchenwald mit Scharbockskraut und Waldmeister (PC ft) hinzugerechnet.

Der Stieleichen-Hainbuchenwald mit Scharbockskraut und Waldmeister kommt vor allem in den ebenen und feuchteren Bereichen des Enneschte Bësch östlich und westlich der im Nordwesten in das Gebiet hineinreichenden „Kuebeslach-Wiese“ vor. Dort finden sich schwere vergleyte Tonböden, die durch einen permanenten lateralen Wasserzug charakterisiert sind (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4

Waldgesellschaften auf den Aufnahmeflächen des Vegetationsmonitorings im NWR Enneschte Bësch 2009 vor dem Hintergrund der Standortskarte des Gebietes (AEF 2007).



3.2.1.2 Stieleichen-Hainbuchenwald mit Waldmeister
Der Stieleichen-Hainbuchenwald mit Waldmeister (*Primulo-Carpinetum asperuletosum*, PC as) wird im Enneschte Bësch durch 10 Aufnahmen repräsentiert. Wichtigster Unterschied zu den schon genannten Subassoziationen sind die geringeren Deckungsgrade der Arten der *Ficaria*-Gruppe und das Fehlen von Arten der *Paris*-Gruppe (AEF 2007). Die Arten der *Asperula*-Gruppe, wie Waldmeister (*Galium odoratum*) und Waldlabkraut (*Galium sylvaticum*) sind Charakterarten dieser Subassoziation. Während der Waldmeister in fast allen Aufnahmen im Naturwaldreservat vorkommt, wurde das Waldlabkraut nur in einer Aufnahmefläche festgestellt. Im Enneschte Bësch haben zudem die Artengruppen *Anemone* und *Lamium* hohe Stetigkeiten im Stieleichen-Hainbuchenwald mit Waldmeister.

Abbildung 5

Frühjahrsaspekt mit Buschwindröschen im Naturwaldreservat Enneschte Bësch.



Eine einzige Aufnahme (Nr. 2) aus dem Enneschte Bësch müsste eigentlich dem Typischen Stieleichen-Hainbuchenwald (*Primulo-Carpinetum typicum*, PC ty) zugeordnet werden, da in ihr die Arten der *Asperula*-Gruppe (*Galium odoratum*) und der *Ficaria*-Gruppe fehlen. Einige Pflanzenarten der *Primula*-Gruppe kommen in der Krautschicht dieser Aufnahme vor. Verglichen mit den übrigen Aufnahmen des *Primulo-Carpinetums* ist diese Aufnahme sehr artenarm. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Fehlen der verschiedenen Charakterarten störungsbedingt ist. Da zusätzlich auch Pflanzenarten schwach saurer Standorte fehlen – was im Typischen Stieleichen-Hainbuchenwald der Fall wäre (AEF 2007) – wurde die Aufnahme ebenfalls dem Stieleichen-Hainbuchenwald mit Waldmeister (PC as) zugeordnet.

3.2.2 Waldmeister-Buchenwald mit Aronstab

Insgesamt 18 Vegetationsaufnahmen wurden dem Waldmeister-Buchenwald (*Melico-Fagetum*, MF) zugeordnet, der im Naturwaldreservat in einer Ausbildung mit Aronstab (*Melico-Fagetum aretosum*, MF ar) vorkommt. Die durchschnittliche Artenzahl ist mit 19 Arten deutlich geringer als im Stieleichen-Hainbuchenwald. Am häufigsten sind Vegetationsaufnahmen mit 11-20 Arten (s. Abbildung 3). Der Waldmeister-Buchenwald zeichnet sich im Enneschte Bësch in erster Linie durch die Dominanz von Buche in den Baumschichten aus. Die Eiche hat zwar ebenfalls eine hohe Stetigkeit, erreicht aber insgesamt geringere Deckungsgrade als die Buche, die ihr häufig von unten in die Krone wächst. Das Vorhandensein von Vertretern der *Asperula*-Gruppe ist neben der Buchendominanz wichtig für die Abgrenzung zum Stieleichen-Hainbuchenwald. Diese Gruppe wird im Enneschte Bësch durch Waldmeister (*Galium odoratum*), seltener Maiglöckchen (*Convallaria majalis*) und Einblütiges Perlgras (*Melica uniflora*) repräsentiert. Insbesondere der Waldmeister, der seinen Schwerpunkt im nach ihm benannten Waldmeister-Buchenwald hat, kommt im Enneschte Bësch in hoher Stetigkeit auch im Stieleichen-Hainbuchenwald vor. Die Arten der Aronstab-Gruppe, die für die Zuordnung der Subassoziation (*Melico-Fagetum aretosum*) wichtig sind, werden im Untersuchungsgebiet in erster Linie durch Aronstab (*Arum maculatum*), Kratzbeere (*Rubus caesius*), Gewöhnliche Nelkenwurz (*Geum urbanum*)

und Ackerrose (*Rosa arvensis*) repräsentiert. Stetig kommt in der Krautschicht Naturverjüngung der Baumarten Buche, Stieleiche, Hainbuche, Esche und Bergahorn hinzu sowie das auf Feuchtigkeit hinweisende Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), das Flattergras (*Milium effusum*) und das Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*). Der Waldmeister-Buchenwald (*Melico-Fagetum*) kommt hauptsächlich auf den weniger stark grundwasserbeeinflussten Standorten im Süden des Gebietes vor (s. Abbildung 4).

3.3 | Waldbindung der Gefäßpflanzen im Enneschte Bësch

Eine Bewertungshilfe im Zusammenhang mit der Quantifizierung der Artenvielfalt in Wäldern stellt die „Liste der in Deutschland typischen Waldgefäßpflanzen“ dar (SCHMIDT et al. 2003). In ihr werden die im Wald vorkommenden Pflanzenarten nach Wuchsformen und Schichten (Bäume, Sträucher, Kräuter) sowie nach dem Grad der Bindung der einzelnen Arten an den Wald untergliedert (s. Tabelle 3). Den Bäumen wurde in dieser Liste keine Waldbindung zugeordnet, da nahezu alle Bäume auch außerhalb des Waldes gefunden werden können. Die folgenden Auswertungen beziehen sich daher nur auf Arten der Kraut- und Strauchschicht.

Tabelle 3 Waldbindung der Gefäßpflanzenarten (SCHMIDT et al. 2003)

1.1	Arten der geschlossenen Wälder
1.2	Arten der Waldränder und -verlichtungen
2.1	Im Wald wie im Offenland verbreitete Arten
2.2	Waldarten mit Schwerpunkt im Offenland

Die Arten geschlossener Wälder (1.1) – wie der Aronstab (*Arum maculatum*), das Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), das Flattergras (*Milium effusum*) und der Waldsanikel (*Sanicula europaea*) haben einen hohen Anteil (26 %) im Enneschte Bësch (s. Tabelle 4). Sie wurden schwerpunktmäßig innerhalb der Vegetationsmonitoringflächen aufgefunden.

Zur Gruppe der Arten der Waldränder und Waldverlichtungen (1.2) gehören im Enneschte Bësch

nur relativ wenige Arten (6 %). Es handelt sich z.B. Fuchsgreiskraut (*Senecio ovatus*), Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*), und die Kriechende Rose (*Rosa arvensis*). Vertreter dieser Gruppe wurden hauptsächlich außerhalb der Monitoringflächen z.B. in Stangenhölzern festgestellt.

Gefäßpflanzenarten, die sowohl im Wald als auch im Offenland vorkommen (2.1) bilden die größte Gruppe im Naturwaldreservat Enneschte Bësch. Diese Arten, wie z.B. das Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*), die Gewöhnliche Nelkenwurz (*Geum urbanum*) und die Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) machen im Enneschte Bësch 39 % aus (s. Tabelle 4). Etwa zwei Drittel dieser Arten wurden durch das Vegetationsmonitoring auf den Stichprobenflächen erfasst.

Arten mit geringer Bindung an Waldstandorte (2.2) wie z.B. Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), Echtes Johanniskraut (*Hypericum perforatum*), und Kleine Wasserlinse (*Lemna aquatica*) haben insgesamt einen Anteil von 16 % aller Arten im Enneschte Bësch. Sie kommen hauptsächlich außerhalb der Monitoringflächen an Weg- und Waldrändern sowie im Bereich der Mardellen vor.

Reine Offenlandarten (OL z.B. Breitwegerich (*Plantago major*), Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) und Raue Gänsedistel (*Sonchus asper*) haben im Enneschte Bësch einen deutlichen Schwerpunkt außerhalb der Stichprobenflächen des Vegetationsmonitorings. Sie kommen vorwiegend an Wegen und Waldrändern sowie im Bereich der Mardellen vor und haben einen Anteil von 13 %.

Tabelle 4 Anteil der Gefäßpflanzenarten nach SCHMIDT et al. (2003) an der Gesamtartenliste im Enneschte Bësch (Legende für die Kategorien der Waldbindung s. Tabelle 3).

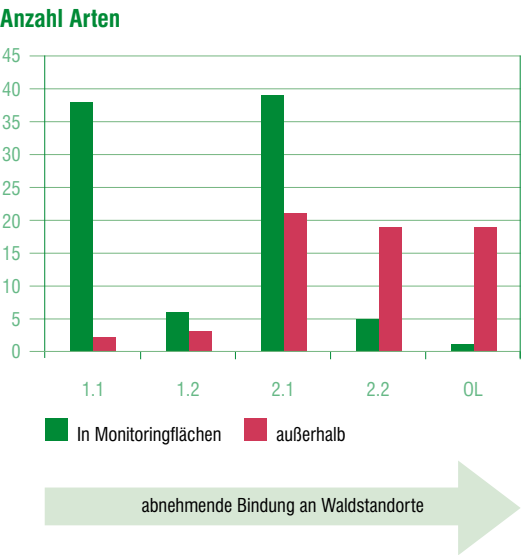
	Waldbindung (Kräuter, Sträucher)				
	Anzahl %				
	1.1	1.2	2.1	2.2	OL
in Monitoringflächen	25	4	26	3	1
außerhalb	1	2	14	12	12
Summe	26	6	39	16	13

3.3.1 Unterschiede innerhalb und außerhalb der Monitoringflächen

Die Unterschiedliche Bindung an Waldstandorte innerhalb und außerhalb der Monitoringflächen ist auch in **Abbildung 6** dargestellt. Auf den Stichprobenflächen des Vegetationsmonitorings überwiegen Arten mit einer starken Bindung an Waldstandorte (1.1, 2.1). Die zusätzlich außerhalb der Monitoringflächen festgestellten Arten haben insgesamt eine schwächere Bindung an Waldstandorte: Zu je einem Drittel handelt es sich dabei um reine Offenlandarten (OL), Waldarten, die ihren Schwerpunkt im Offenland haben (2.2) und Arten, die sowohl im Wald als auch im Offenland vorkommen (2.1).

Abbildung 6

Vorkommen von Waldarten (Strauch- und Krautschichtarten) nach SCHMIDT et al. (2003) im NWR Enneschte Bäsch.



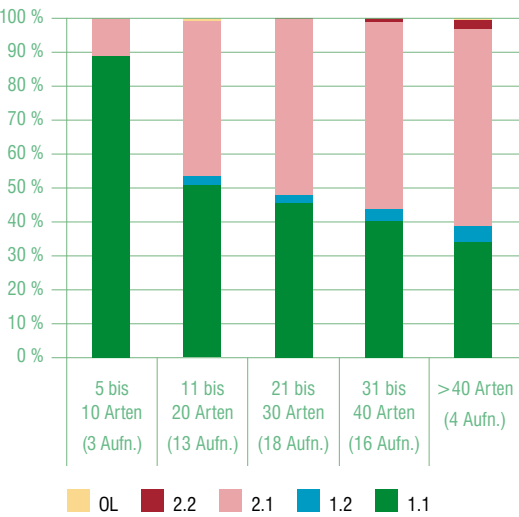
Über 60 % aller Gefäßpflanzenarten werden auf den Stichprobenflächen erfasst. Dabei überwiegen eher die typischen Waldarten. Im Zuge des zusätzlichen Aufsuchens von Sonderstandorten für die Erstellung der Gesamtartenliste des Gebietes kommen in der Regel Arten hinzu, die weniger stark an Waldstandorte gebunden sind.

3.3.2 Waldbindung in Abhängigkeit von der Artzahl

In **Abbildung 7** ist die Waldbindung der Gefäßpflanzenarten in Abhängigkeit von der Artenzahl der Vegetationsaufnahmen dargestellt. Dabei zeigt sich, dass der prozentuale Anteil stark an Waldstandorte gebundener Pflanzenarten (1.1) mit der Artenzahl einer Vegetationsaufnahme fläche absinkt. Umgekehrt steigt der Anteil an Arten, die sowohl im Wald als auch im Offenland vorkommen (2.1) an. Arten, die ihren Schwerpunkt im Offenland haben (2.2) und reine Offenlandarten (OL) treten hauptsächlich in den Aufnahmen in Erscheinung, die sehr hohe Artenzahlen aufweisen. Der prozentuale Anteil der Arten der Waldränder und Waldverlichtungen (1.2), die insgesamt im Enneschte Bäsch eher gering vertreten sind, steigt ebenfalls mit der Artzahl der Vegetationsaufnahme fläche an.

Abbildung 7

Durchschnittliche Anteile der Waldarten in Vegetationsaufnahmen unterschiedlicher Artmächtigkeit.



4. Diskussion

4.1 | Vergleich der Ergebnisse mit der Waldvegetationskartierung Luxemburg

Von den im Jahr 2009 aufgenommenen Vegetationsmonitoringflächen liegen 53 in Flächen, die auch von der Waldvegetationskartierung (AEF 2002) einer Assoziation zugeordnet wurden. Knapp drei Viertel dieser Aufnahmen decken sich hinsichtlich der ausgeschiedenen Assoziation (*Melico-Fagetum* oder *Primulo-Carpinetum*) mit den Ergebnissen des Waldvegetationsmonitorings 2009 (**s. Abbildung 8**). Unterschiede diesbezüglich gibt es besonders im Süden des Gebietes.

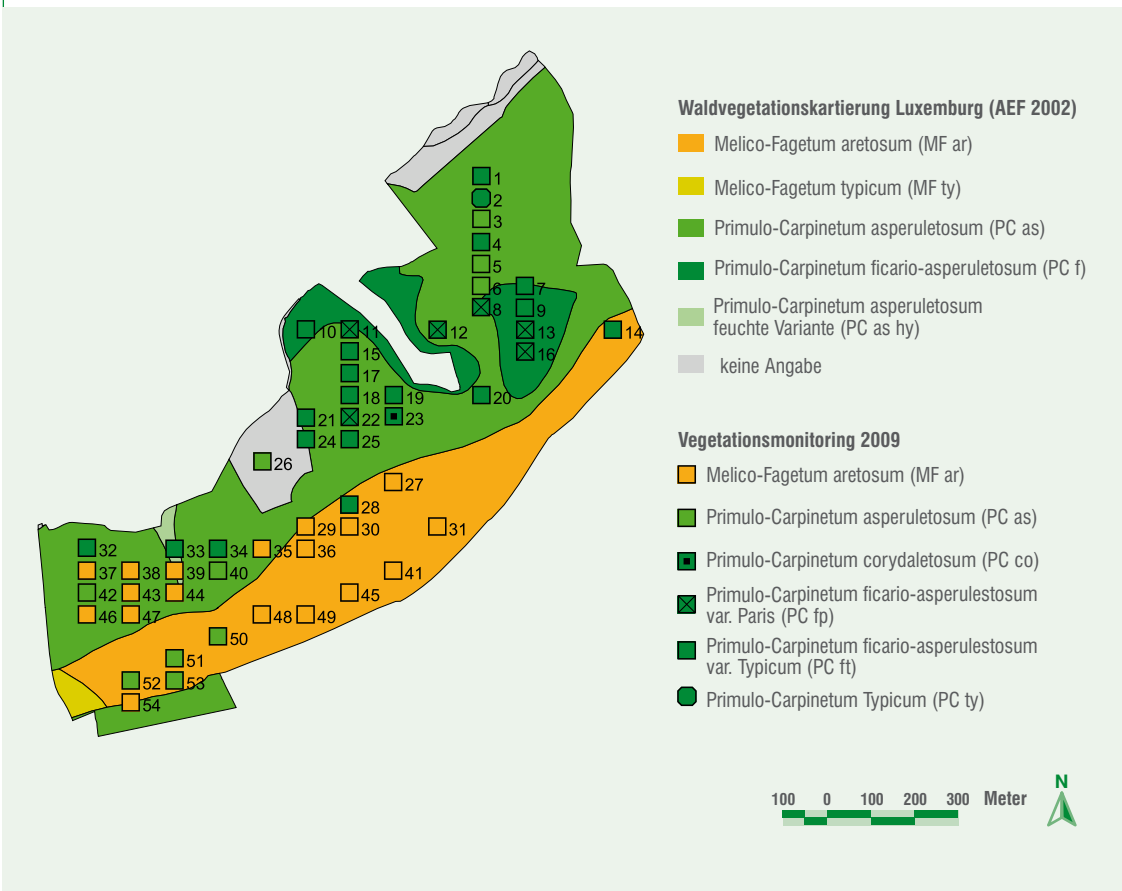
Bei ca. 36 % der Aufnahmen stimmen die zugeordnete Assoziation und Subassoziation mit den

Ergebnissen des Waldvegetationsmonitorings überein. Diesbezügliche Differenzen existieren innerhalb des Stieleichen-Hainbuchenwaldes (*Primulo-Carpinetum*). Viele der Stichprobenflächen von 2009, die als *Primulo-Carpinetum* unterschiedlichster Subassoziationen und Varianten angesprochen wurden (**s. Abbildung 8**), liegen in Bereichen, die von der Waldvegetationskartierung Luxemburg 2002 als *Primulo-Carpinetum asperuletosum* angesprochenen wurden.

Im Folgenden soll versucht werden die Gründe für diese Unterschiede darzulegen: Ein Ziel der Waldvegetationskartierung Luxemburg (AEF 2002) war die Nutzung der Ergebnisse für die landesweite, flächige Kartierung von Waldlebensraumtypen der FFH-Richtlinie (92/43/EWG), als Grundlage für die Umsetzung des europäischen Schutzgebietsnetzes Natura-2000. Dabei

Abbildung 8

Gegenüberstellung der Ergebnisse des Vegetationsmonitorings und der Waldvegetationskartierung (AEF 2002).



erleichtert die ähnliche Typologie beider Verfahren die Identifikation der Waldlebensraumtypen. Bei der Waldvegetationskartierung werden homogene, subjektiv ausgewählte Flächen mit ähnlicher Vegetationszusammensetzung aufgenommen, einer Vegetationseinheit nach VANESSE (1993) zugeordnet und im Gelände flächig abgegrenzt. Die Minimalfläche einer Vegetationseinheit lag in der Regel bei einem Hektar, bei Subassoziationen und Varianten auch darunter (AEF 2004). Ein Ergebnis der Waldvegetationskartierung sind Karten aller Waldgebiete Luxemburgs mit klaren Abgrenzungen der natürlichen und halbnatürlichen Waldgesellschaften.

Der Focus des Vegetationsmonitorings liegt auf der Dokumentation und Interpretation der Entwicklungsdynamik der Pflanzendecke eines bzw. verschiedener Naturwaldreservate. Die Vegetationsaufnahmen erfolgen standardisiert auf schematisch verteilten gleichgroßen Flächen, deren Homogenität der Vegetationszusammensetzung keine Bedingung ist (WEVELL VON KRÜGER 2009). Da die untersuchten Stichprobenflächen statistisch ausgewählt wurden, ist die phytosoziologische Auswertung nach VANESSE (1993) nur eingeschränkt möglich (THOMAS et al. 1995). Im Gegensatz zur Waldvegetationskartierung liefert das Vegetationsmonitoring zudem punktuelle Ergebnisse für die Probeflächen, als Grundlage für ein langfristiges Monitoring.

Verschiedene Ergebnisse bei der Ansprache der Assoziationen „Buchenwald“ oder „Eichenwald“ liegen wahrscheinlich an der unterschiedlichen Größe der betrachteten Fläche beider Verfahren: Die Eiche kann in einem relativ kleinen Bestandesausschnitt, wie sie die Monitoringfläche darstellt, durchaus dominieren, während sie im Gesamtbestand der flächig aufgenommenen Vegetationseinheit eher weniger stark repräsentiert ist. Dies ist besonders in Beständen der Fall, in denen beide Baumarten annähernd gleich stark vertreten sind und mal die Eiche mal die Buche dominiert. Die Ausscheidung der verschiedenen Subassoziationen ist vom Vorhandensein bzw. Fehlen bestimmter Artengruppen oder sogar einzelner Arten abhängig. An- bzw. Abwesenheit dieser Arten führt zur Zuordnung einer anderen Subassoziaton. Bei der Waldvegetationskartierung können durch die Betrachtung größerer Flächen auch nur vereinzelt vorkommende Pflanzenarten berücksichtigt

werden, während beim Vegetationsmonitoring im Allgemeinen keine Arten außerhalb der Stichprobenflächen aufgenommen werden. Dadurch kann es zur Einordnung in eine andere Subassoziaton kommen.

Differierende Zielsetzungen und Kartiervverfahren beider Aufnahmen sind also wahrscheinlich der Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse bei der Zuordnung der Assoziationen, Subassoziatonen und Varianten im Untersuchungsgebiet.

4.2 | Eichenwälder im Enneschte Bësch: Natürlich oder nutzungsbedingt?

In der aktuellen Diskussion wird der naturschutzfachliche Wert von Eichenwäldern immer wieder besonders betont. Zahlreiche besonders geschützte und seltene Arten finden ihren Lebensraum in erster Linie in Eichenwäldern (JEDICKE & HAKES 2005). Ohne forstliche Förderung können Eichenwälder nur auf den Standorten dauerhaft bestehen, die für die Rotbuche nicht mehr optimal sind (NIEMEYER et al. 2010). Im Folgenden wird an Hand der aktuellen Literatur erörtert, ob die Stieleichen-Hainbuchenwälder im Enneschte Bësch tatsächlich naturbedingte Waldgesellschaften sind oder ob die Baumartenzusammensetzung des Gebietes rein nutzungsbedingt ist.

Auf der Karte der potentiell natürlichen Vegetation Europas (BOHN & NEUHÄUSEL 2000 zit. nach HÄRTDLE et al. 2004) wird der gesamte Süden von Luxemburg verschiedenen Buchenwaldgesellschaften zugeschrieben. Auf den schweren Mergelböden im Wuchsgebiet „Südliches Gutland“ bilden frische bis feuchte Ausprägungen des Waldmeister-Buchenwaldes (*Galio-odorati-Fagetum* bzw. *Melico-Fagetum*) die natürliche Waldgesellschaft (NIEMEYER et al. 2010).

Art und Intensität der Waldnutzung haben das heutige Waldbild in Mitteleuropa seit Jahrhunderten entscheidend geprägt (HÄRTDLE et al. 2004). Eine häufige Bewirtschaftungsform war die Mittelwaldwirtschaft, bei der der Oberstand als Bauholz und das Unterholz zur Brennholznutzung regelmäßig auf den Stock gesetzt wurde. Von dieser Art der Nutzung profitierte besonders die Eiche auf Grund ihres hohen Stockausschlagvermögens, während die Buche zurückgedrängt wurde (ELLENBERG 1996, HÄRTDLE et al. 2004). Ein großer

Teil der heute vorhandenen Eichen-Hainbuchenwälder Mitteleuropas wurde historisch in dieser Weise genutzt (MÜLLER 1990, OBERDORFER et al. 1992). Ergebnis dieser Bewirtschaftung sind in der Regel zweischichtige Bestände mit großkronigen Eichen im Oberstand und einem Unterholz aus Hainbuchen, Gehölzverjüngung und Sträuchern. Doch nicht immer handelt es sich bei solchen Beständen um naturbedingte Eichen-Hainbuchenwälder, die sich auf diesem Standort auch ohne Hilfe des Menschen halten könnten. Die regelmäßigen Auflichtungen des Kronendaches bei der Nutzung des Oberstandes lassen genügend Licht an den Waldboden, sodass sich ein Unterstand aus jungen Bäumen und Sträuchern entwickeln kann. So ist Strauchreichtum ein weiteres Indiz für eine frühere mittelwaldartige Nutzung in Stieleichen-Hainbuchenwäldern (MÜLLER 1990, OBERDORFER et al. 1992, POTT 1995, HÄRTDLE et al. 2004,).

Ein Teil der alten Mittelwälder sind tatsächlich erst durch diese Bewirtschaftungsform entstanden. Die standortsbedingten, „echten“ Eichen-Hainbuchenwälder hingegen wurden derartig genutzt, weil im Wald die Baumarten vorhanden waren, die eine solche Nutzung gestatteten (MÜLLER 1990). Eine Unterscheidung der naturbedingten von den nutzungsbedingten Eichen-Hainbuchenwäldern ist nicht einfach, da sie häufig ineinander übergehen. So existieren auf den schweren Mergelböden im Wuchsgebiet südliches Gutland nutzungsbedingte Übergänge vom Waldmeister-Buchenwald (*Galio odorati-Fagetum* bzw. *Melico-Fagetum*) zum Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum* bzw. *Primulo-Carpinetum*) (NIEMEYER et al. 2010).

Von Natur aus ist die Eiche nur dort wesentlich am Waldaufbau beteiligt, wo sie konkurrenzkräftiger ist als die Buche. Dies ist einerseits auf Böden der Fall, die zur Austrocknung neigen, andererseits auf relativ nährstoffreichen Standorten mit stagnierender Feuchtigkeit, die von der Buche nicht oder nur untergeordnet besiedelt werden können (POTT 1995, ELLENBERG 1996, HÄRTDLE et al. 2004, NIEMEYER et al. 2010). Dort baut die Stieleiche zusammen mit anderen Nässe ertragenden Baumarten Mischwälder auf, die den Buchenwäldern floristisch nahe stehen (ELLENBERG 1996).

Auch das Naturwaldreservat Enneschte Bësch blickt auf eine historische Nutzung als Mittelwald zurück, was den Beständen noch heute anzusehen ist (TOBES & WEVELL VON KRÜGER 2008). Dort kommen zwar viele Straucharten vor (vgl. 3.1), sie bilden jedoch häufig nur eine lockere Schicht, wodurch die Bestände in Teilbereichen des Gebietes eine fast hallenartige Struktur aufweisen (vgl. Abbildung 9). Dies wird als typisch für naturnahe Eichen-Hainbuchenwälder angesehen (MÜLLER, 1990; OBERDORFER et al. 1992, HÄRTDLE et al. 2004).

Verschiedene Subassoziatonen der feuchten Stieleichen-Hainbuchenwälder (*Primulo-Carpinetum*) verzahnen sich im Enneschte Bësch mit Waldmeister-Buchenwäldern (*Melico-Fagetum aretosum*), was bei den Wäldern des Verbandes der Eichen-Hainbuchenwälder (*Carpinion*) ein häufiges Phänomen ist (POTT 1995). Unterschieden werden sie allein durch den aktuellen Anteil von Buche und Traubeneiche bzw. Stieleiche, Hainbuche oder Esche in der Baumschicht (VANESSE 1993, AEF 2004, NIEMEYER 2010).

Abbildung 9
Relativ straucharmer, hallenartiger Eichen-Hainbuchenbestand im Enneschte Bësch.



Die Waldgesellschaften des Naturwaldreservates stocken auf Standorten mit unterschiedlich starker Beeinflussung durch Grund- und Stauwasser (vgl. **Abbildung 4**). Auf ca. einem Drittel der Fläche kommen stark tonige Gleye und Pseudogleye aus Mergeln mit einem Reduktionshorizont in weniger als 80 cm vor. Dies sind die feuchtesten Standorte im Enneschte Bësch auf denen die Stieleiche optimale Leistungen bringt (Standort 1). Auf 40 % der Fläche, an den Unterhängen des Gebietes, kommen staufeuchte, flachgründige, tonige Hanggley-Parabraunerden vor, die einen seitlichen Hangwasserzug im Unterboden aufweisen. Dies sind optimale Standorte für Esche und die Eichenarten (Standort 3). Auf etwa einem Viertel der Fläche an den Hängen finden sich wenig tiefgründige, Parabraunerden mit einem Verdichtungs-horizont in ca. 50 cm Tiefe. Ihnen fehlt ein seitlicher Wasserzug, sodass sie im Sommer sogar zu Austrocknung neigen. Auf diesen Standorten wird vor allem die Traubeneiche empfohlen (Standort 4) (AEF 2007).

In einigen Vegetationsaufnahmen, die dem *Primulo-Carpinetum* zugeordnet wurden, wurde während der Geländeaufnahmen eine starke Konkurrenzkraft der Buche festgestellt (vgl. Vegetationstabelle: Bemerkungen): Die Buche dominiert im Unterstand, oder bedrängt die Eichen, indem sie ihnen von unten in die Krone wächst. Dieses Phänomen wurde vor allem auf vor allem auf den auf den Stichprobenflächen die in der Standort 3 beobachtet (vgl. **Abbildung 4**). Da die Beteiligung der Buche an der Baumschicht auf diesen Probeflächen insgesamt geringer ist, als die von Stieleiche, Hainbuche oder Esche, werden sie phytosoziologisch den Stieleichen-Hainbuchenwäldern zugeordnet (VANESSE 1993). Die hohe Konkurrenzkraft der Buche ist jedoch ein Indiz dafür, dass sich die Eiche, zumindest auf einem Teil der Fläche des Enneschte Bësch, nicht dauerhaft halten kann.

Insgesamt zeigen die Eichen im Untersuchungsgebiet zurzeit eine verminderte Vitalität, die sich auch in Form von großen Anteilen an Totästen niederschlägt. Dennoch wurde die Eiche im Rahmen der WSAL in ca. 60 % der Probekreise festgestellt, im Rahmen des Vegetationsmonitorings wurde sie sogar in allen Stichprobenflächen des Gebietes bestätigt (TOBES et al. 2008). Die Eiche ist also in der Naturverjüngung stetig vertreten.

Die hohe Konkurrenzkraft der Buche im Enneschte Bësch kann jedoch dazu führen, dass sich zunehmend die Buche durchsetzt, wie in vielen anderen als natürlich angesehenen Eichen-Hainbuchenwäldern (HÄRDTLE et al. 2004). Dies halten TOBES et al. (2008) auch im Enneschte Bësch für wahrscheinlich. In Eichen-Naturwaldreservaten Niedersachsens wurde beobachtet, dass in der Vergangenheit durch Entwässerungsmaßnahmen Wasserhaushaltsextreme abgeschwächt wurden, wodurch der Konkurrenzvorteil der Buche anstieg (MEYER et al. 2006). Möglicherweise hat auch im Enneschte Bësch erst die Drainage der grundwassernahen Standorte die Sukzession in Richtung Buchenwald gefördert, sodass Bedingungen für eine natürliche Entwicklung in Richtung Buche entstanden. Insbesondere ist dies auf den staufeuchten, tonigen Standorten mit seitlichem Wasserzug im Unterboden (Standort 3) denkbar, wo häufig eine starke Konkurrenz der Buche dokumentiert wurde. Inzwischen wurden verschiedene Gräben im Enneschte Bësch im Rahmen der Biotoppflege verschlossen, sodass sich unter Umständen der Wasserhaushalt des Gebietes wieder zu Gunsten der Eiche verschieben kann. Ob diese Maßnahmen diese Wirkung haben bleibt abzuwarten.

Als natürliche Standorte der Eichen-Hainbuchenwälder im Enneschte Bësch können nur die gelten, die sich durch Wasserüberschuss auszeichnen. Im Nordwesten, auf den feuchten, stark tonigen Gleyen und Pseudogleyen (Standort 1), ist deshalb eine naturbedingte Dominanz der Stieleiche am wahrscheinlichsten. Auf diesem Standort können die Stieleichen-Hainbuchenbestände im Enneschte Bësch als naturbedingt angesehen werden. Inwiefern die Bestände auf den staufeuchten, tonigen Standorten mit seitlichen Wasserzug (Standort 3) tatsächlich naturbedingt sind hängt davon ab, ob die Konkurrenzkraft der Buche zukünftig durch die inzwischen wieder gestoppte Entwässerung zurückgehen wird. Die sommertrockene Parabraunerden ohne seitlichen Wasserzug (Standort 4) sind ein typischer Buchenstandort, hier sind die Eichen-Hainbuchenwälder sicher nutzungsbedingt.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen der Aufnahmen zum Biomonitoring in Luxemburger Naturwaldreservaten wurde wurden die Gefäßpflanzen nach dem Konzept „Biomonitoring Vegetation, Version 0.5“ (WEVELL VON KRÜGER 2009) auf 400 m² großen Flächen durchgeführt. Sie sind die in das permanente Stichprobennetz der WSA-L eingehängt und decken sich damit mit den Aufnahmeflächen des Monitorings der Moose und der Flechten. Zusätzlich den dort erhobenen Arten wurden alle weiteren im Gebiet beobachteten Pflanzenarten in einer Gesamtartenliste festgehalten.

Insgesamt wurden 176 verschiedene Pflanzenarten festgestellt, davon fanden sich innerhalb der Probeflächen knapp 60 % der Arten. Im Enneschte Bësch kommen 10 Arten der Roten Liste Luxemburgs vor, die in der Regel außerhalb der Monitoringflächen auf Sonderstandorten wie Mardellen wachsen.

Im Rahmen der phytosoziologischen Auswertung nach VANESSE (1993) werden die Monitoringflächen verschiedenen Subassoziationen bzw. Varianten des Stieleichen-Hainbuchenwaldes (*Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum* var. *Paris* und var. *typicum* sowie *Primulo-Carpinetum asperuletosum*) sowie dem Waldmeister-Buchenwald mit Aronstab (*Melico-Fagetum aretosum*) zugeordnet.

Die vorgefundenen Pflanzenarten werden in Bezug auf ihre Bindung an Waldstandorte ausgewertet (SCHMIDT et al. 2003). Auf Unterschiede innerhalb und außerhalb der Monitoringflächen sowie auf die Waldbindung der Gefäßpflanzenarten in Abhängigkeit von der Artenzahl einer Vegetationsaufnahme wird eingegangen.

In der Diskussion werden die Ergebnisse mit denen der Waldvegetationskartierung Luxemburgs (AEF 2002) verglichen. Außerdem wird an Hand der aktuellen Literatur erörtert inwieweit die Eichenwaldgesellschaften im Enneschte Bësch nutzungs- oder naturbedingt entwickelt haben.

6. Literaturverzeichnis

(AEF) ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS (2004) (BESTIMMUNGSSCHLÜSSEL): Description écosystémique et géostatistique des habitats forestiers naturels et semi-naturels du Grand Duché de Luxembourg. Basée sur les résultats statistiques concernant la cartographie phytosociologique des végétations forestières. EFOR, unveröffentlicht, Luxemburg, 450 S.

(AEF) ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS (2002): Cartographie phytosociologique des formations forestières naturelles et semi-naturelles du Grand-Duché de Luxembourg, EFOR, unveröffentlicht, Luxemburg, 49 S.

(AEF) ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS (2003): Ausweisungsdossier. Naturwaldreservat Bertrange / Enneschte Bësch, Biologesch Statioun Westen, unveröffentlicht, Luxemburg, 163 S.

(AEF) ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS (2007): Cartographie d'aptitude stationnelle de la forêt communale de Bertrange, Luxplan S.A. unveröffentlicht, Luxemburg, 46 S.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Auflage, Stuttgart, Ulmer, 1095 S.

HÄRDTLE W.; EWALD, J.; HÖLZEL, N. (2004): Wälder des Tieflandes und der Mittelgebirge. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, ISBN 3-8001-3285-0, 978-3-8001-5639-9, 252 S.

COLLING, G. (2005): Red List of the Vascular Plants of Luxembourg. Ferrantia 42, Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, Luxembourg

JEDICKE, E.; HAKES, W. (2005): Management von Eichenwäldern im Rahmen der FFH-Richtlinie. Eichen-Verjüngung im Wirtschaftswald: durch Prozessschutz ausgeschlossen? Ein Diskussionsbeitrag. Naturschutz und Landschaftsplanung 37 (2), S. 37-45

KÄRCHER, R., WEVELL VON KRÜGER, A., TOBES, R. (2010): Aufnahme von Waldstrukturen. Verfahren der Waldstrukturaufnahme in Waldschutzgebieten Baden-Württembergs und Naturwaldreservaten in Luxemburg. Version 2.1, unveröffentlichtes Manuskript FVA, 27 S.

MEYER, P. WEVELL VON KRÜGER, A. STEFFENS, R.; UNKRIG, W. (2006): Naturwälder in Niedersachsen - Schutz und Forschung, Band 1, Niedersächsische Landesforsten und Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen, ISBN: 978-3-00-019045-2, 339 S.

MÜLLER, T.: Die Eichen-Hainbuchen-Wälder (Verband Carpinion betuli Issl. 31 em. Oberd. 53) Süddeutschlands In: Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft, 2(1990), S.121-184

NIEMEYER, T.; RIES, C.; HÄRDTLE W.; (2010): Die Waldgesellschaften Luxemburgs. Vegetation, Standort, Vorkommen und Gefährdung. Ferrantia Nr. 57, Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, 122 S.

NIEMEYER, T.; RIES, C.; HÄRDITLE, W. (2010): Die Waldgesellschaften Luxemburgs. Vegetation, Standort, Vorkommen und Gefährdung. Ferrantia Nr. 57, Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, 122 S.

OBERDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 5. Aufl., Stuttgart, 1051 S.

OBERDORFER, E. (HRSG.); MÜLLER, T. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil IV: Wälder und Gebüsch B. Tabellenband. Gustav Fischer Verlag, Jena. 580 S.

POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. - Eugen Ulmer Verlag Stuttgart.

ROTMÄHLER, W. (2002): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD, Kritischer Band. Bd. 4, 9. Aufl. Berlin, 948 S.

ROTMÄHLER, W. (2000): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 3 Gefäßpflanzen: Atlasband, 10. Aufl. Gustav Fischer Verlag Jena, 753 S.

SCHAUER, T., CASPARI C. (1982): Der große BLV Pflanzenführer. 3. Aufl., BLV-Verlagsgesellschaft München, 463 S.

SCHMEIL, O. (1982): Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. 87-Aufl., Quelle und Meyer, Heidelberg, 606 S.

SCHMIDT, M.; EWALD, J.; FISCHER, A.; OHEIMB, G.V.; KRIEBITSCH, W.-U.; SCHMIDT, W.; ELLENBERG, H. (2003): Liste der in Deutschland typischen Waldgefäßpflanzen. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Nr. 212, Hamburg, 34 S. + Anhang

THOMAS, A.; MROTZEK, R.; SCHMIDT, W. (1995): Bio-monitoring in naturnahen Buchenwäldern - Methodischer Leitfaden Nds/BRD. Angewandte Landschaftsökologie: 6, Bundesamt für Naturschutz: 150, XVI S. Bonn, 150 S. + Anhang.

TOBES, R.; WEVELL VON KRÜGER, A.; BROCKAMP, U. (2008): Enneschte Bësch. Resultate der Waldstrukturaufnahme. Administration des Eaux et Forêts (AEF), Service de l'Aménagement des Bois et de l'Economie Forestière, Naturwaldreservat in Luxemburg, Bd. 3, 71 S.

TRAXLER, A. (1997): Methoden des Vegetationsökologischen Monitorings. Handbuch des Vegetationsökologischen Monitorings. Methoden, Praxis, angewandte Projekte – Teil A: Methoden, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien/A ISBN 3-85457-390-1, 397 S.

VANESSE, R. (1993): Evaluation Bio-Economique des Forêts du Grand-Duché de Luxembourg: Typologie Forestière. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. 238 S. + Anhang

WEVELL VON KRÜGER, A. (2009): Untersuchungen in Naturwaldreservaten Luxemburgs. Konzept: „Biomonitoring Vegetation“, Version 0.5, FVA unveröffentlicht, Freiburg, 10 S.

7. Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

7.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der quadratischen Vegetationsaufnahmefläche im Probekreis der WSA-L.205

Abbildung 2: Sommeraspekt im Stieleichen-Hainbuchenwald im Enneschte Bësch.208

Abbildung 3: Anzahl von Vegetationsaufnahmen mit unterschiedlichen Zahlen an Gefäßpflanzenarten und der aktuellen Waldgesellschaft.208

Abbildung 4: Waldgesellschaften auf den Aufnahmeflächen des Vegetationsmonitorings im NWR Enneschte Bësch 2009 vor dem Hintergrund der Standortskarte des Gebietes (AEF 2007).209

Abbildung 5: Frühjahrsaspekt mit Buschwindröschen im Naturwaldreservat Enneschte Bësch.210

Abbildung 6: Vorkommen von Waldarten (Strauch- und Krautschichtarten) nach SCHMIDT et al. (2003) im NWR Enneschte Bësch.212

Abbildung 7: Durchschnittliche Anteile der Waldarten in Vegetationsaufnahmen unterschiedlicher Artmächtigkeit...212

Abbildung 8: Vergleich der Ergebnisse des Vegetationsmonitorings mit der Waldvegetationskartierung (AEF 2002).213

Abbildung 9: Relativ straucharmer, hallenartiger Eichen-Hainbuchenbestand im Enneschte Bësch.215

7.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Artenzahlen innerhalb und außerhalb der Monitoringflächen im Enneschte Bësch.207

Tabelle 2: Arten der Roten Liste Luxemburg (COLLING 2005) im Enneschte Bësch.207

Tabelle 3: Waldbindung der Gefäßpflanzenarten (SCHMIDT et al. 2003).211

Tabelle 4: Anteil der Gefäßpflanzenarten nach SCHMIDT et al. (2003) an der Gesamtartenliste im Enneschte Bësch.211

8. Abkürzungen

PKM: Probekreismittelpunkt
WSA-L: Waldstrukturaufnahme Luxemburg
GPS: Global Positioning System
PC: *Primulo-Carpinetum* (Eichen-Hainbuchenwald)
MF: *Melico-Fagetum* (Waldmeister-Buchenwald)

9. Anhang

9.1 | Gesamtartenliste

Zeitraum der Aufnahmen: April bis August 2009. BearbeiterIn: Anne Wevell von Krüger.

Wissenschaftlicher Name	Threat category ¹	Status ¹	Habitat type ¹	Waldart (Hügelland) ²
Abies alba	k.A.	k.A.	k.A.	B
Abies grandis	k.A.	k.A.	k.A.	B
Acer campestre	LC	N	FOR	B
Acer pseudoplatanus	LC	N	FOR	B
Adoxa moschatellina	LC	N	FOR	K1.1
Aegopodium podagraria	LC	N	FOR	K2.1
Aesculus hippocastanum	k.A.	k.A.	k.A.	B
Agrostis canina	NT	N	MAR	K2.1
Ajuga reptans	LC	N	MAR	K2.1
Alisma plantago-aquatica agg.	LC	N	FRE	/
Alliaria petiolata	LC	N	FOR	K1.2
Alnus glutinosa	LC	N	MAR	B
Alnus incana	k.A.	k.A.	k.A.	B
Anemone nemorosa	LC	N	FOR	K2.1
Anemone ranunculoides	LC	N	FOR	K1.1
Angelica sylvestris	LC	N	MAR	K2.1
Anthriscus sylvestris	LC	N	GRA	K2.2
Arrhenatherum elatius	LC	N	GRA	K2.2
Arum maculatum	LC	N	FOR	K1.1
Athyrium filix-femina	LC	N	FOR	K2.1
Brachypodium sylvaticum	LC	N	FOR	K1.1
Calamagrostis epigejos	LC	N	FOR	K2.1
Caltha palustris	NT	N	MAR	K2.1
Campanula trachelium	LC	N	FOR	K1.1
Cardamine amara	LC	N	MAR	K2.1
Cardamine hirsuta	LC	N	RUD	K1.2
Cardamine pratensis	LC	N	GRA	K2.1
Carex brizoides	R	N	FOR	K2.1
Carex disticha	LC	N	MAR	k.A.
Carex hirta	LC	N	GRA	K2.2
Carex pseudocyperus	EN	N	FRE	K2.1
Carex remota	LC	N	FOR	K1.1
Carex rostrata	LC	N	MAR	K2.1
Carex sylvatica	LC	N	FOR	K1.1
Carex vesicaria	LC	N	MAR	K2.2
Carpinus betulus	LC	N	FOR	B
Cerastium glomeratum	LC	N	RUD	k.A.
Circaea lutetiana	LC	N	FOR	K1.1
Cirsium arvense	LC	N	RUD	K2.2
Cirsium vulgare	LC	N	RUD	K2.2
Convallaria majalis	NT	N	FOR	K2.1
Cornus sanguinea	LC	N	FOR	S2.1
Corylus avellana	LC	N	FOR	S2.1

Wissenschaftlicher Name	Threat category ¹	Status ¹	Habitat type ¹	Waldart (Hügelland) ²
Crataegus monogyna	LC	N	FOR	S2.1
Crepis capillaris	LC	N	GRA	k.A.
Dactylis glomerata	LC	N	GRA	K2.2
Daphne mezereum	NT	N	FOR	S1.1
Deschampsia cespitosa	LC	N	MAR	K2.1
Dryopteris carthusiana	LC	N	FOR	K2.1
Dryopteris dilatata	LC	N	FOR	K2.1
Dryopteris filix-mas	LC	N	FOR	K1.1
Duchesnea indica	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Epilobium angustifolium	LC	N	FOR	K2.1
Epilobium hirsutum	LC	N	MAR	/
Epilobium montanum	LC	N	FOR	K2.1
Epilobium palustre	VU	N	MAR	K2.1
Epilobium parviflorum	LC	N	MAR	K2.2
Epipactis helleborine	LC	N	FOR	K1.1
Equisetum arvense	LC	N	RUD	K2.1
Eupatorium cannabinum	LC	N	FRE	S2.1
Euphorbia stricta	LC	N	RUD	K2.1
Euonymus europaeus	LC	N	FOR	K1.2
Fagus sylvatica	LC	N	FOR	B
Festuca gigantea	LC	N	FOR	K1.1
Festuca rubra	LC	N	GRA	K2.2
Filipendula ulmaria	LC	N	MAR	K2.1
Fragaria vesca	LC	N	FOR	K2.1
Fraxinus excelsior	LC	N	FOR	B
Galeopsis tetrahit	LC	N	RUD	K2.1
Galium aparine	LC	N	RUD	K2.1
Galium odoratum	LC	N	FOR	K1.1
Galium palustre	LC	N	MAR	K2.1
Galium sylvaticum	LC	N	FOR	K1.1
Galium uliginosum	LC	N	MAR	K2.2
Geranium robertianum	LC	N	FOR	K2.1
Geum urbanum	LC	N	MAR	K2.1
Glechoma hederacea	LC	N	GRA	K2.1
Glyceria fluitans	LC	N	FRE	K2.1
Gnaphalium uliginosum	LC	N	FRE	k.A.
Hedera helix	LC	N	FOR	B
Heracleum sphondylium	LC	N	GRA	K2.2
Holcus lanatus	LC	N	GRA	K2.2
Hydrocharis morsus-ranae	LC	EA	AQU	k.A.
Hypericum perforatum	LC	N	DRY	K2.2
Illecebrum verticillatum	CR	N	FRE	k.A.
Impatiens noli-tangere	LC	N	FOR	K1.1
Iris pseudacorus	VU	N	MAR	K2.1
Juncus conglomeratus	LC	N	MAR	K2.2
Juncus effusus	LC	N	MAR	K2.1
Lamium galeobdolon	LC	N	FOR	K1.1
Lapsana communis	LC	N	FOR	K2.1

Wissenschaftlicher Name	Threat category ¹	Status ¹	Habitat type ¹	Waldart (Hügelland) ²
Lemna aquatica	LC	N	AQU	K2.2
Leontodon hispidus	LC	N	GRA	K2.2
Leucanthemum vulgare agg.	LC	N	DRY	K2.2
Ligustrum vulgare	LC	N	FOR	S2.1
Lonicera periclymenum	LC	N	FOR	S2.1
Lotus corniculatus	LC	N	DRY	K2.2
Luzula pilosa	LC	N	FOR	K1.1
Luzula sylvatica	LC	N	FOR	K2.1
Lycopus europaeus	LC	N	MAR	K2.1
Lysimachia nummularia	LC	N	GRA	K2.1
Lysimachia vulgaris	LC	N	MAR	K2.1
Lythrum salicaria	LC	N	MAR	K2.1
Malus sylvestris	LC	N	FOR	B
Melica uniflora	LC	N	FOR	K1.1
Mentha aquatica	LC	N	MAR	K2.1
Milium effusum	LC	N	FOR	K1.1
Moehringia trinervia	LC	N	FOR	K1.1
Mycelis muralis	LC	N	FOR	K2.1
Myosotis sylvatica	LC	N	FOR	K1.2
Neottia nidus-avis	LC	N	FOR	K1.1
Paris quadrifolia	LC	N	FOR	K1.1
Persicaria hydropiper	LC	N	MAR	K2.2
Phyteuma spicatum	LC	N	FOR	K2.1
Picea abies	LC	EA	FOR	B
Plantago major	LC	N	RUD	/
Poa annua	LC	N	RUD	k.A.
Poa nemoralis	LC	N	FOR	K2.1
Poa trivialis	LC	N	GRA	K2.1
Polygonatum multiflorum	LC	N	FOR	K1.1
Populus canescens	k.A.	k.A.	k.A.	B
Populus deltoides	k.A.	k.A.	k.A.	B
Populus tremula	LC	N	FOR	B
Primula elatior	LC	N	FOR	K2.1
Prunella vulgaris	LC	N	GRA	K2.2
Prunus avium	LC	N	FOR	B
Prunus padus	LC	N	FOR	B
Prunus spinosa	LC	N	FOR	S2.1
Quercus robur	LC	N	FOR	B
Ranunculus auricomus agg.	LC	N	FOR	K2.1
Ranunculus ficaria	LC	N	FOR	K2.1
Ranunculus flammula	LC	N	MAR	K2.1
Ranunculus repens	LC	N	MAR	K2.1
Ribes rubrum	LC	N	FOR	S1.1
Ribes uva-crispa	LC	N	FOR	S2.1
Rosa arvensis	LC	N	FOR	S1.2
Rosa canina	LC	N	FOR	S2.1
Rubus caesius	NE	N	FOR	S2.1
Rubus fruticosus agg.	NE	N	FOR	S2.1

Wissenschaftlicher Name	Threat category ¹	Status ¹	Habitat type ¹	Waldart (Hügelland) ²
Rubus ideaus	NE	N	FOR	S2.1
Rumex acetosa	LC	N	GRA	K2.2
Rumex conglomeratus	LC	N	RUD	K2.2
Rumex sanguineus	LC	N	FOR	K1.1
Salix caprea	LC	N	FOR	B
Sambucus nigra	LC	N	FOR	S2.1
Sambucus racemosa	LC	N	FOR	S2.1
Sanicula europaea	LC	N	FOR	K1.1
Scirpus sylvaticus	LC	N	MAR	K2.1
Scrophularia nodosa	LC	N	FOR	K2.1
Scutellaria galericulata	LC	N	MAR	K2.1
Senecio ovatus	LC	N	FOR	K1.2
Senecio vulgaris	LC	N	RUD	K2.2
Silene latifolia	LC	N	RUD	k.A.
Solanum dulcamara	LC	N	FRE	K2.1
Sonchus asper	LC	N	RUD	k.A.
Sonchus oleraceus	LC	N	MAR	k.A.
Sorbus aucuparia	LC	N	FOR	B
Sorbus torminalis	LC	N	FOR	B
Stachys palustris	LC	N	MAR	K2.1
Stachys sylvatica	LC	N	FOR	K1.1
Stellaria holostea	LC	N	FOR	K1.1
Stellaria media	LC	N	RUD	K2.2
Taraxacum officinalis	NE	N	GRA	K2.1
Tussilago farfara	LC	N	RUD	K2.2
Typha angustifolia	EN	N	FRE	k.A.
Ulmus glabra	LC	N	FOR	B
Urtica dioica	LC	N	RUD	K2.1
Valeriana dioica	EN	N	MAR	K2.1
Veronica beccabunga	LC	N	FRE	K2.2
Veronica hederifolia	LC	N	RUD	K2.1
Veronica officinalis	LC	N	FOR	K2.1
Viburnum opulus	LC	N	FOR	S2.1
Vicia angustifolia	LC	EA	RUD	k.A.
Vicia sepium	LC	N	FOR	K2.1
Viola reichenbachiana	LC	N	FOR	K1.1
Viola riviniana	LC	N	FOR	K2.1

¹ Guy Colling (2005):

Threat category (adapted from IUCN 2001)

RE Regionally Extinct
CR Critically Endangered
EN Endangered
VU Vulnerable
NT Near Threatened
R Extremely Rare
LC Least Concern
DD Data Deficient
NE Not Evaluated

Habitat type

FOR Woodlands, forest edges and cuttings
ROC Rocks and screes
AQU Aquatic habitats and springs
FRE Freshwater margins and damp mud
MAR Marshes, swamps and wet grasslands
DRY Dry and mesophile grasslands and heathlands
RUD Fallow land, ruderal communities and arable fields
GRA Intensively managed grasslands

Status

N Native
EA Established alien
k.A. keine Angabe

² Waldarten nach Schmidt et al. (2003):

B Bäume
S1.1 Sträucher, vorwiegend in geschlossenem Wald
S2.1 Sträucher im Wald wie im Offenland
S2.2 Sträucher mit Schwerpunkt im Offenland, die auch im Wald vorkommen
K1.1 Krautschichtarten vorwiegend in geschlossenem Wald
K1.2 Krautschichtarten im Wald wie im Offenland
K2.1 Krautschichtarten vorwiegend an Waldrändern und -lichtungen
K2.2 Krautschichtarten mit Schwerpunkt im Offenland, die auch im Wald vorkommen

Die Moose (Bryophyta) des Naturwaldreservates "Enneschte Bësch" (2007)

Florian HANS

1. Einleitung

Nach der bryologischen Inventur des Naturwaldreservates Laangmuer im Jahr 2007 werden in nachfolgendem Bericht die Untersuchungsergebnisse der zweiten bryologischen Bearbeitung eines Naturwaldreservates in Luxemburg vorgestellt. Die Ausweisung eines landesweiten Systems von Naturwaldreservaten in Luxemburg ist von großer Bedeutung für eine langfristig angelegte wissenschaftliche Untersuchung der Entwicklung regionaltypischer Waldökosysteme. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Analyse, Darstellung und Bewertung des moosfloristischen Inventars des Naturwaldreservates Enneschte Bësch. Moose eignen sich hervorragend als Bioindikatoren, da sie aufgrund ihrer einfachen Physiologie viel schneller als andere Organismen auf Veränderungen der Umwelt reagieren. Daher fällt ihnen auch eine besondere Bedeutung im Hinblick auf die Dokumentation der Dynamik von Waldökosystemen zu. Neben der Dokumentation des aktuellen Zustandes der Moosflora ist die Reproduzierbarkeit der Untersuchungen sehr wichtig.

Nur dann, wenn die Methode zur Erfassung der Moose zu einem späteren Zeitpunkt reproduzierbar ist, können genaue Aussagen über die Entwicklung bzw. Veränderung der Moosflora getroffen werden.

Im Rahmen der Waldstrukturaufnahme (AEF 2008) des Naturwaldreservates wurde von der Forstverwaltung im Gauss-Krüger Koordinatensystem ein Rasternetz von 100 x 100 m respektive 100 x 50 m angelegt, das durch im Boden fest verankerte Magnet-Markierungen dauerhaft gekennzeichnet ist. Dieses Raster dient als Grundlage für eine flächendeckende und reproduzierbare Mooskartierung. Um die Rasterpunkte wurden nach den Himmelsrichtungen ausgerichtet vier Quadrate von einer Kantenlänge von jeweils 10 m mit Holzstäben abgesteckt. Innerhalb dieser Quadrate wurden dann die Moose auf allen Substraten (Borke, Totholz, Waldboden, Steine etc.) erfasst. Insgesamt wurden auf diese Weise um 54 Rasterpunkte 216 Teilraster mit einer Fläche von je 100 m² kartiert, was einer Gesamtfläche von 21 600 m² (ca. 2,2 ha) entspricht. Somit wurden auf 2,5 Prozent der Gesamtfläche des Naturwaldreservates alle Moose inventarisiert.

Neben der Rasterkartierung wurden auch sonstige, für Moose günstige Wuchsstellen, wie z.B. die Trockensteinmauer im westlichen Eingangsbereich,

Ruderalstellen, Waldwege, besonders epiphytenreiche Bäume/Gehölzstandorte, mehrere Gräben, die Mardellen, Kunstgestein in Form der vielen Betondurchlässe, das Feuchtgebiet im Nordwesten und eine Kahlschlagfläche im Nordosten auf ihren Moosbewuchs hin untersucht.

2. Ergebnisse

2.1 | Teilraster-Kartierung

Bei der Teilraster-Kartierung wurden insgesamt 63 Arten nachgewiesen. Nachfolgend werden die

Arten unter Angabe ihrer Häufigkeit in den Rastern (Rasterfrequenzwert) angegeben. Der maximal mögliche Frequenzwert (216) wurde von keiner Art erreicht.

2.2 | Analyse der Artenfrequenz

Die im Rahmen der Rasterkartierung gewonnenen Frequenzwerte sind objektive Werte der Häufigkeiten der einzelnen Arten. Sie geben aber keine Auskunft über den Deckungsgrad bzw. die Biomasse der einzelnen Art.

Tabelle 1 Rasterfrequenz der Arten der Rasterkartierung

Moosart	Rasterfrequenz
<i>Hypnum cupressiforme</i>	202
<i>Brachythecium rutabulum</i>	157
<i>Metzgeria furcata</i>	145
<i>Isothecium alopecuroides</i>	133
<i>Eurhynchium praelongum</i>	120
<i>Atrichum undulatum</i>	99
<i>Fissidens taxifolius</i>	94
<i>Eurhynchium striatum</i>	88
<i>Orthotrichum affine</i>	74
<i>Ulota bruchii</i>	70
<i>Plagiothecium nemorale</i>	63
<i>Lophocolea heterophylla</i>	56
<i>Frullania dilatata</i>	50
<i>Plagiomnium undulatum</i>	49
<i>Homalia trichomanoides</i>	48
<i>Platygyrium repens</i>	46
<i>Radula complanata</i>	27
<i>Thuidium tamariscinum</i>	26
<i>Homalothecium sericeum</i>	24
<i>Dicranum scoparium</i>	22
<i>Bryum subelegans</i>	18
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	18
<i>Eurhynchium schleicheri</i>	18
<i>Dicranum tauricum</i>	16
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	15
<i>Mnium hornum</i>	14
<i>Orthotrichum lyellii</i>	14
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	13
<i>Brachythecium velutinum</i>	13
<i>Dicranum montanum</i>	11
<i>Pylaisia polyantha</i>	10
<i>Ulota crispa</i>	10

Moosart	Rasterfrequenz
<i>Leucodon sciuroides</i>	8
<i>Isothecium myosuroides</i>	7
<i>Amblystegium serpens</i>	7
<i>Plagiochila asplenioides</i>	7
<i>Brachythecium salebrosum</i>	7
<i>Brachythecium rivulare</i>	6
<i>Bryum capillare</i> var. <i>capillare</i>	6
<i>Neckera pumila</i>	6
<i>Thamnobryum alopecurum</i>	5
<i>Fissidens exilis</i>	4
<i>Lophocolea bidentata</i>	3
<i>Orthotrichum striatum</i>	3
<i>Schistidium apocarpum</i> .	3
<i>Eurhynchium hians</i>	3
<i>Neckera complanata</i>	3
<i>Scleropodium purum</i>	3
<i>Rhizomnium punctatum</i>	2
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	2
<i>Amblystegium riparium</i>	2
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	2
<i>Zygodon rupestris</i>	2
<i>Polytrichum formosum</i>	2
<i>Pseudephemerum nitidum</i>	1
<i>Cryphaea heteromalla</i>	1
<i>Rhynchostegium confertum</i>	1
<i>Rhynchostegium murale</i>	1
<i>Orthotrichum tenellum</i>	1
<i>Fissidens bryoides</i> var. <i>bryoides</i>	1
<i>Orthotrichum speciosum</i>	1
<i>Brachythecium glareosum</i>	1
<i>Herzogiella seligeri</i>	1

Etwa ein Drittel der nachgewiesenen Arten (23) kommt jeweils in 5 und weniger als 5 Rastern vor. Nur neun Arten wurden in jeweils nur einem Raster nachgewiesen.

Umgekehrt kommen nur fünf Arten in mehr als 100 Rastern (also in knapp der Hälfte oder mehr als der Hälfte der Raster) vor. Das ubiquitäre *Hypnum cupressiforme* in all seinen Aggregatzuständen ist das häufigste Moos. Zweithäufigste Art ist das ebenfalls ubiquistische *Brachythecium rutabulum*, dicht gefolgt von der im Gebiet nur epiphytisch vorkommenden Art *Metzgeria furcata*.

Unter den zehn häufigsten Moosen befinden sich vier Arten, die im Gebiet nur epiphytisch wachsen: *Metzgeria furcata*, *Isothecium alopecuroides*, *Orthotrichum affine* und *Ulota bruchii*.

Drei weitere Arten unter den zehn häufigsten Moosen sind *Eurhynchium praelongum*, *Eurhynchium striatum* und *Fissidens taxifolius*. Diese Arten sind typische Waldbodenmoose basischer bis neutraler, meist frischer Standorte. Unter den zehn häufigsten Arten rangiert weiterhin *Atrichum undulatum*, ein Bodenmoos leicht ausgehagerter bis saurer Standorte.

Fünfundzwanzig der 60 nachgewiesenen Arten wurden im Rahmen der Rasterkartierung ausschließlich an Bäumen gefunden. Etwas mehr als eine Handvoll Arten besiedelt neben lebender Borke auch morsches Holz (*Dicranum montanum*, *Dicranum tauricum*, *Plagiothecium nemorale*, *Plagiothecium curvifolium*, *Platygyrium repens*, *Dicranoweisia cirrata*, *Bryum capillare*).

Bei 25 Arten handelt es sich um (Wald)bodenmoose.

Belastungsindikatoren wie *Dicranum tauricum* sind nur sporadisch vertreten. Reiche Epiphytenvorkommen, allen voran die teilweise sehr vitalen Decken der epiphytisch wachsenden Arten *Neckera pumila* und *Leucodon sciuroides*, kennzeichnen das Gebiet als lufthygienisch weitgehend unbelastet.

Im Rahmen der Rasterkartierung wurden lediglich zwei Arten (*Brachythecium glareosum* und *Herzogella seligeri*) nachgewiesen, die außerhalb der Rasterkartierung nicht gefunden werden konnten.

2.3 | Ökologische Differenzierung des Naturwaldreservates

2.3.1 Artenzahl als Indikator der Strukturvielfalt

Die Moosartenzahlen der Großraster können als Ausdruck der Vielfalt der vorhandenen Habitatstrukturen betrachtet werden. Die Strukturvielfalt wird bestimmt vom Vorhandensein z.B. von offenerdigen Stellen, Nassstellen, Totholz, Trägerbäumen unterschiedlicher Borkenstruktur oder dem Nebeneinander von lichtreichen und schattigen Bereichen.

Die mittlere Artenzahl der Rastereckpunktkartierung beträgt 8,8 Arten.

Das artenreichste Raster ist das Raster Nr.26-2 mit insgesamt 20 Arten. Dieses Raster liegt im Bereich einer Aufforstungsfläche von Jungeichen in luftfeuchter und bodenfeuchter Lage. Seitlich des Rasters befindet sich ein Fahrweg. Von hier aus gelangt Licht in den Bestand. Auf dem Weg liegen Steine aus Hochofenschotter. Im Bestand gibt es weiterhin morsches Holz. Luftfeuchte, Licht und die hohe Anzahl von jungen Eichen mit grobrissiger Borke bedingen vor allem einen extrem hohen Epiphytenreichtum.

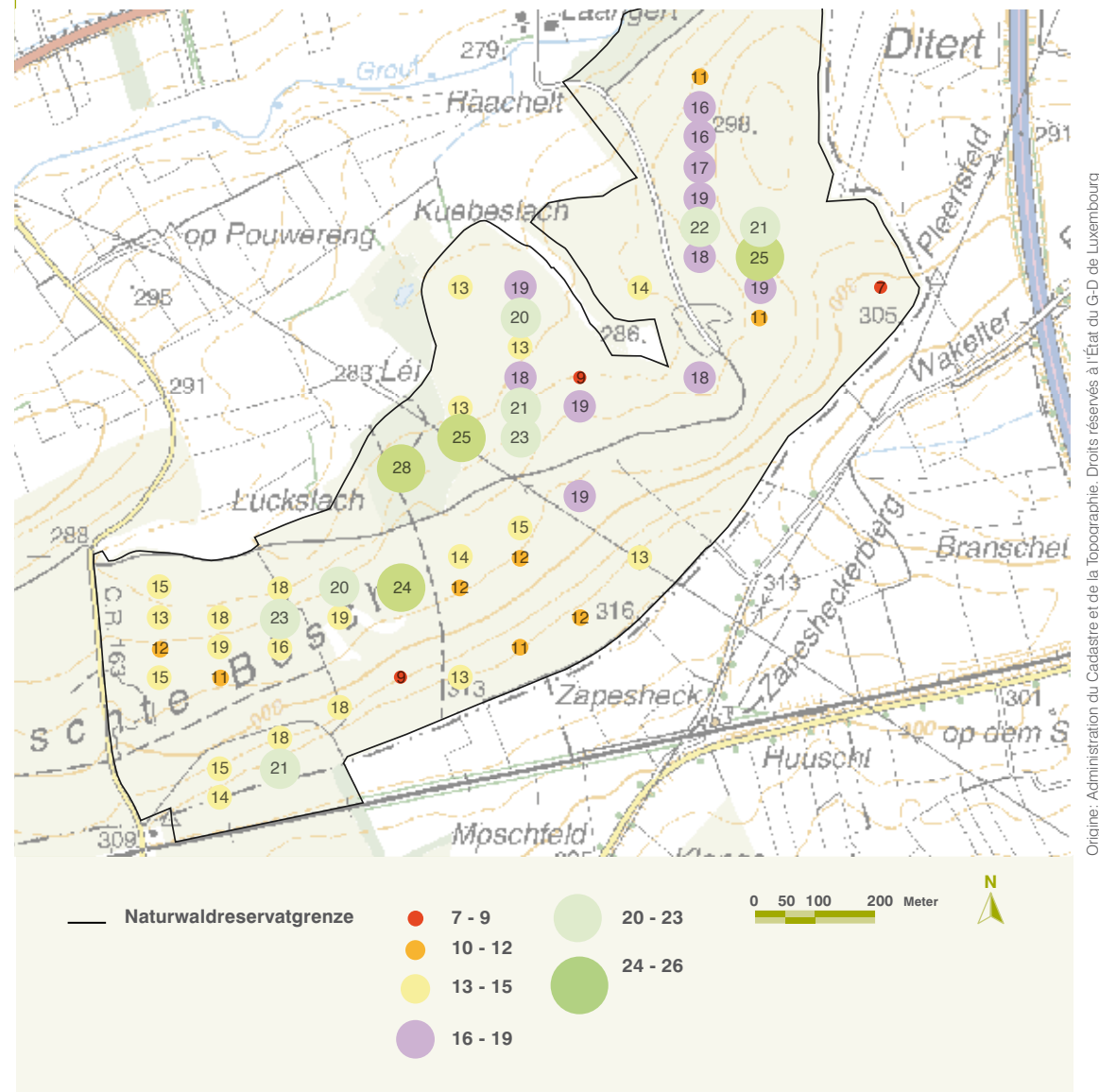
In drei der 10 x 10 m großen Teilraster konnten überhaupt keine Moose gefunden werden.

Zur anschaulicheren kartographischen Darstellung artenreicher und artenarmer Teilbereiche des Naturwaldreservates wurde die Gesamtartenzahl der in den jeweils vier Teilrastern kartierten ermittelt und für die vier Teilraster – also für eine Fläche von jetzt 400 m² - zusammenfassend dargestellt und klassifiziert (Abbildung 1).

Als besonders moosreich kristallisieren sich die tiefer gelegenen, eher bodenfeuchten Bereiche des Naturwaldreservates heraus. Umgekehrt werden die Großraster mit zunehmender Meereshöhe artenärmer. Der südöstliche Bereich des Naturwaldreservates weist besonders niedrige Großrasterartenzahlen auf. Hier stockt meist dichter, lichtarmer Buchenwald mit geschlossener Laubschicht.

Abbildung 1

Artenzahlen der Gesamtaster



2.3.2 Differenzierung anhand der Verbreitung von Arten und Artengruppen

Während die Arten mit einer hohen Häufigkeit zur allgemeinen Charakterisierung des Naturwaldreservates herangezogen werden konnten, eignen sich Arten mit einer mittleren Häufigkeit zur Differenzierung von Teilräumen des Untersuchungsgebietes.

2.3.2.1 Differenzierung mit epiphytischen Arten

Das Vorkommen von Epiphyten, also rindenbewohnenden Moosen, ist abhängig von Borken-pH, Beschattungsgrad, Luftfeuchte, Luftbelastung und Nährstoffgehalt der Borke. Im Untersuchungsgebiet konnten gleich mehrere Arten zur Differenzierung herangezogen werden.

Abbildung 2
Verbreitung von *Orthotrichum lyellii*, *Ulota crispa*, *Radula complanata* und *Neckera pumila*

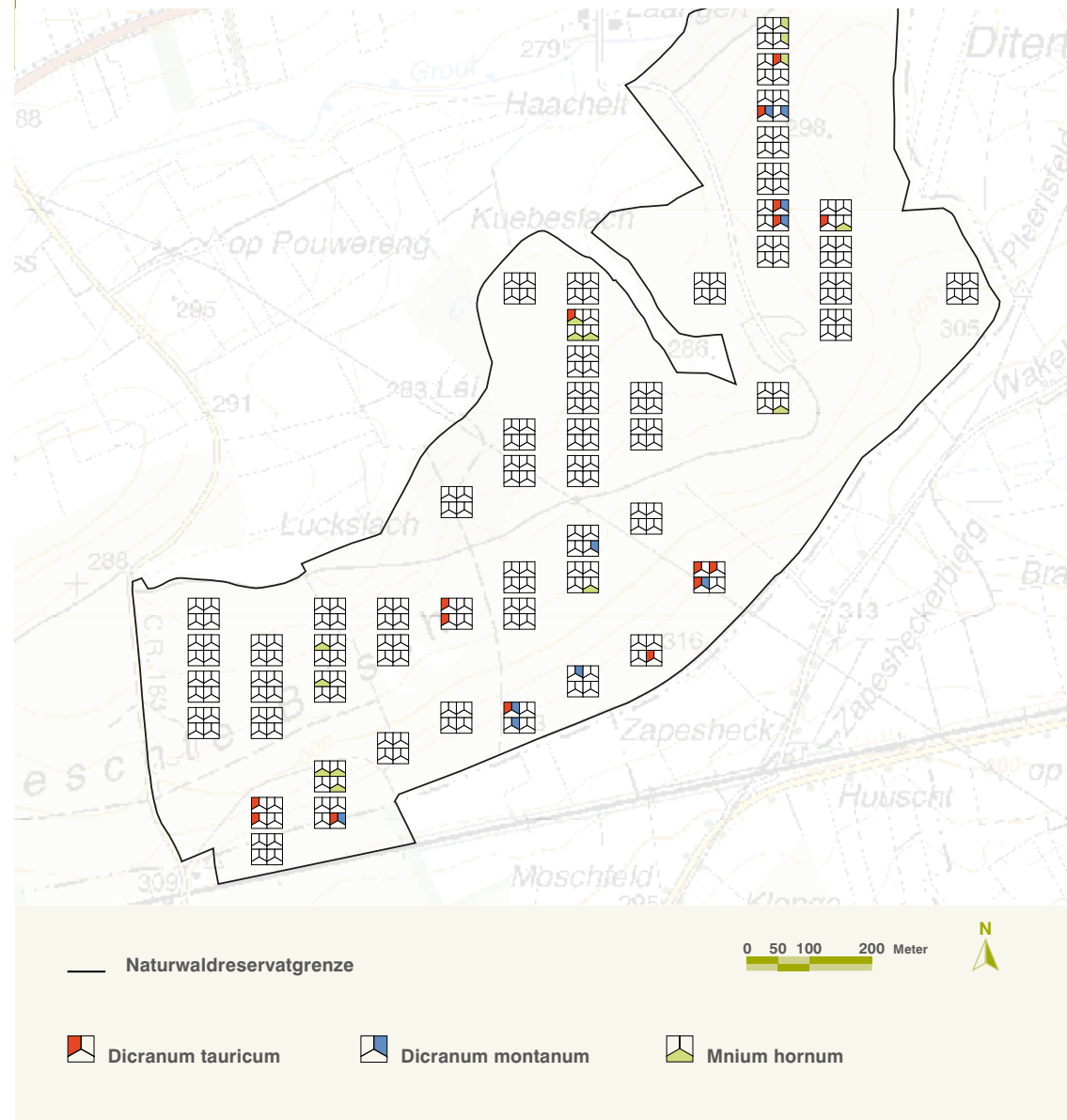


Epiphytische Luftfeuchtezeiger

Einige epiphytische Moose, die auf gute Luftfeuchteverhältnisse hinweisen, sind im Naturwaldreservat fast flächendeckend vorhanden. Insbesondere trifft dies für *Ulota bruchii*, *Frullania dilatata* und *Metzgeria furcata* zu. *Ulota* und *Metzgeria* rangieren unter den zehn häufigsten Moosen, *Frullania* kommt immerhin in fast einem Viertel der Raster vor.

Unter den Luftfeuchtezeigern gibt es eine Reihe von Arten, die es gerne besonders feucht haben. Hierzu zählt das Lebermoos *Radula complanata* sowie die Laubmoose *Ulota crispa*, *Orthotrichum lyellii* und *Neckera pumila*. Das gemeinsame Verbreitungsbild dieser Arten zeigt sehr deutlich, dass diese Arten die luftfeuchten unteren Tallagen des Naturwaldreservates besiedeln.

Abbildung 3
Verbreitung von *Mnium hornum*, *Dicranum tauricum* und *Dicranum montanum*

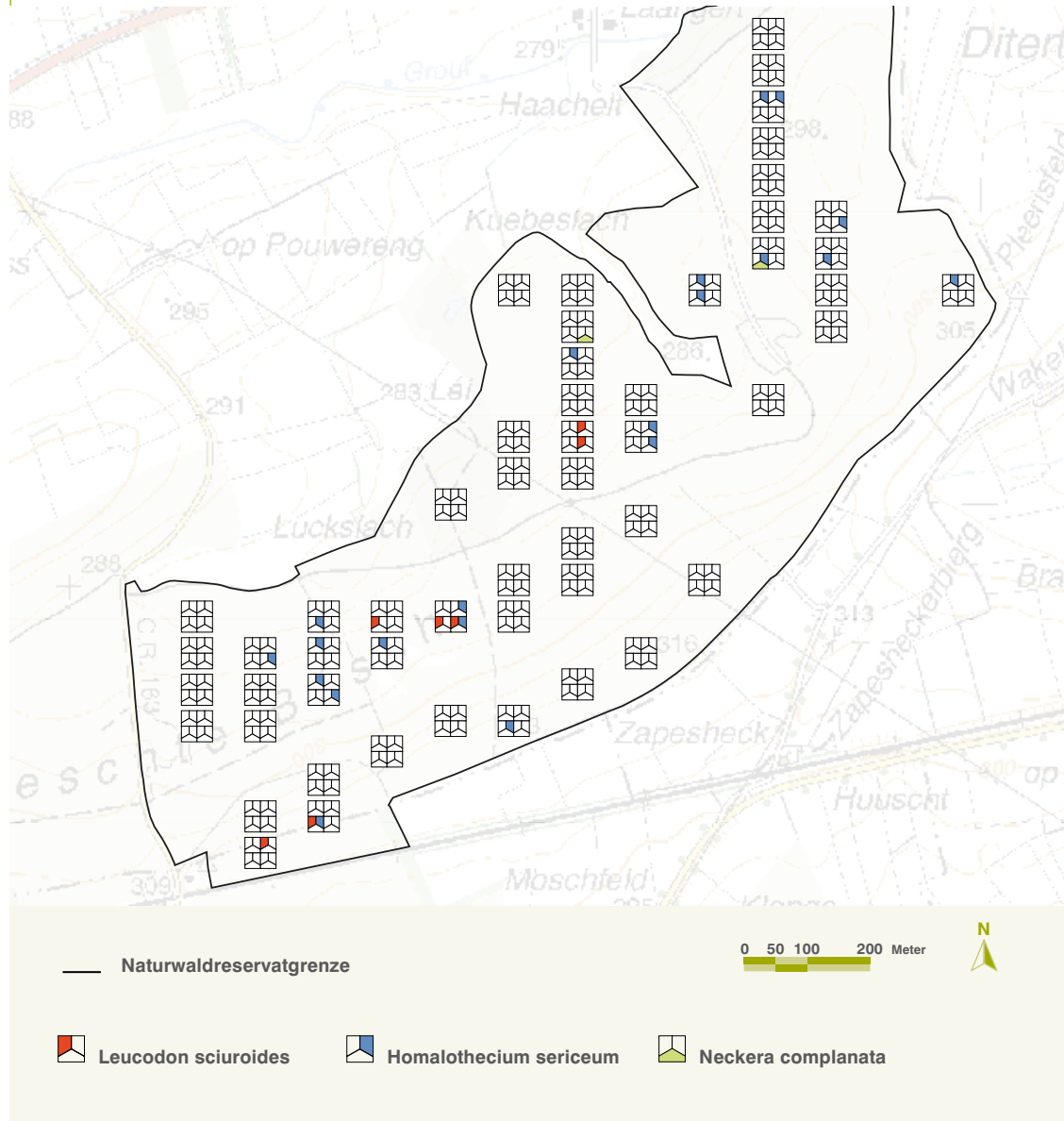


Epiphytische und morschholzbesiedelnde Azidophyten

Dicranum montanum, *Mnium hornum* und *Dicranum tauricum* sind Azidophyten. Die Arten sind im Gebiet zerstreut bis selten und treten immer nur in kleineren Beständen an saurer Borke glattrindiger älterer Buchen, aber auch an Ablaufschürzen von Buchen und Eichen und an bereits stärker

vermorschtem Holz auf. Auffallend ist das fast identische Verbreitungsmuster der beiden *Dicranum*-Arten, das sich entlang der oberen Hanglagen des Naturwaldreservates erstreckt. Möglicherweise ist die exponierte Lage verantwortlich für stärkere Immissionseinflüsse in diesem Bereich. *Dicranum tauricum* gilt als Belastungsindikator für Säureeintrag aus der Luft.

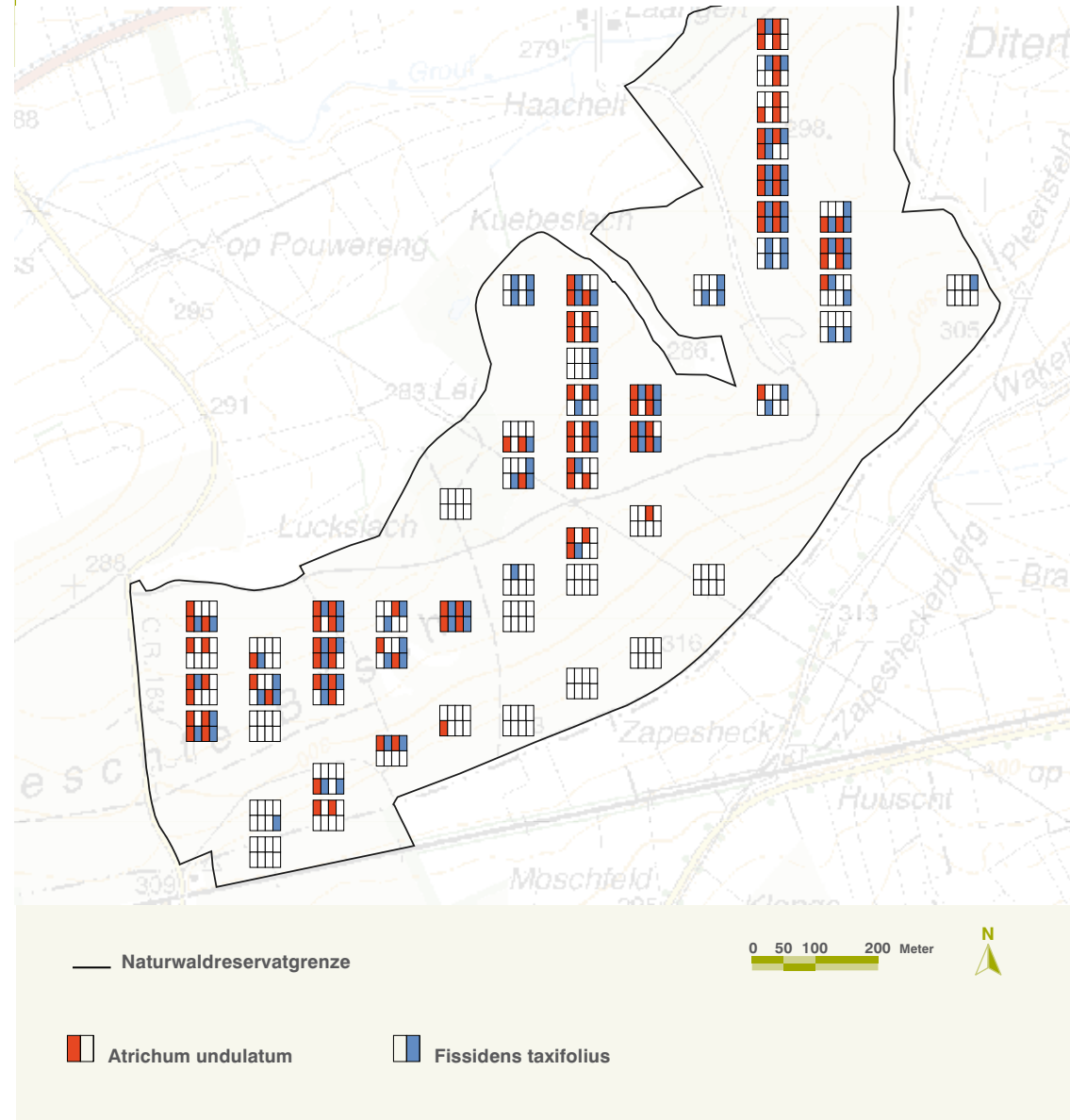
Abbildung 4
Verbreitung von *Neckera complanata*, *Leucodon sciuiroides* und *Homalothecium sericeum*



Differenzierung mit basiphilen Epiphyten
Fast ausschließlich an dickstämmigen, alten Eichen, seltener an Feldahorn, wachsen die im Untersuchungsgebiet nur epiphytisch vorkommenden Arten *Leucodon sciuiroides*, *Homalothecium sericeum* und *Neckera complanata*. Diese Moose, die z.B. auch an Kalkfelsen gerne

zusammen vorkommen, sind trockenheitsresistent und basiphil. *Leucodon sciuiroides* gilt darüber hinaus als äußerst belastungsempfindlich. Das Verbreitungsbild umreißt im Rahmen der Rasterkartierung tendenziell die Raster mit Vorkommen alter, dickstämmiger Eichen.

Abbildung 5
Verbreitung von *Atrichum undulatum* und *Fissidens taxifolius*

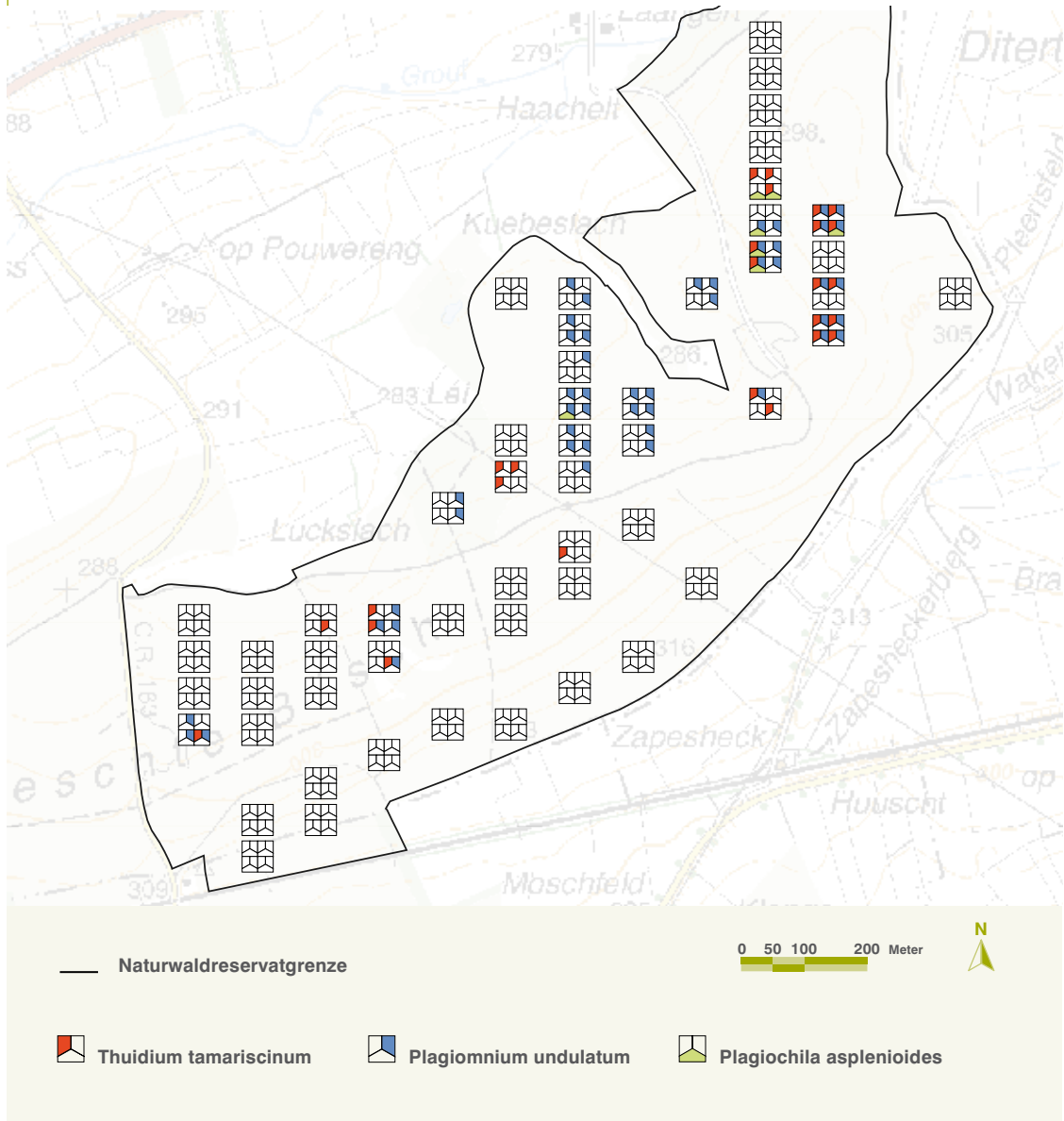


2.3.2.2 Differenzierung mit Erdmoosen

Atrichum undulatum und *Fissidens taxifolius* sind Erdmoose neutraler bis leicht saurer, lehmiger Erdstellen. Die Verbreitungslücke der beiden Arten im Südosten des Naturwaldreservates dokumentiert das Fehlen von Offenerdestellen im Buchenwaldbestand, dessen Boden meist von einer geschlossenen Laubschicht bedeckt ist. Ursächlich könnte die geschlossene Laubschicht bedingt sein durch eine verminderte Bodenaktivität infolge trockenerer Standortbedingungen.

Abbildung 6

Verbreitung von *Plagiochila asplenioides*, *Thuidium tamariscinum* und *Plagiomnium undulatum*



Origine: Administration du Cadastre et de la Topographie. Droits réservés à l'État du G-D de Luxembourg

2.3.2.3 Differenzierung mit Feuchte anzeigenden Bodenmoosen

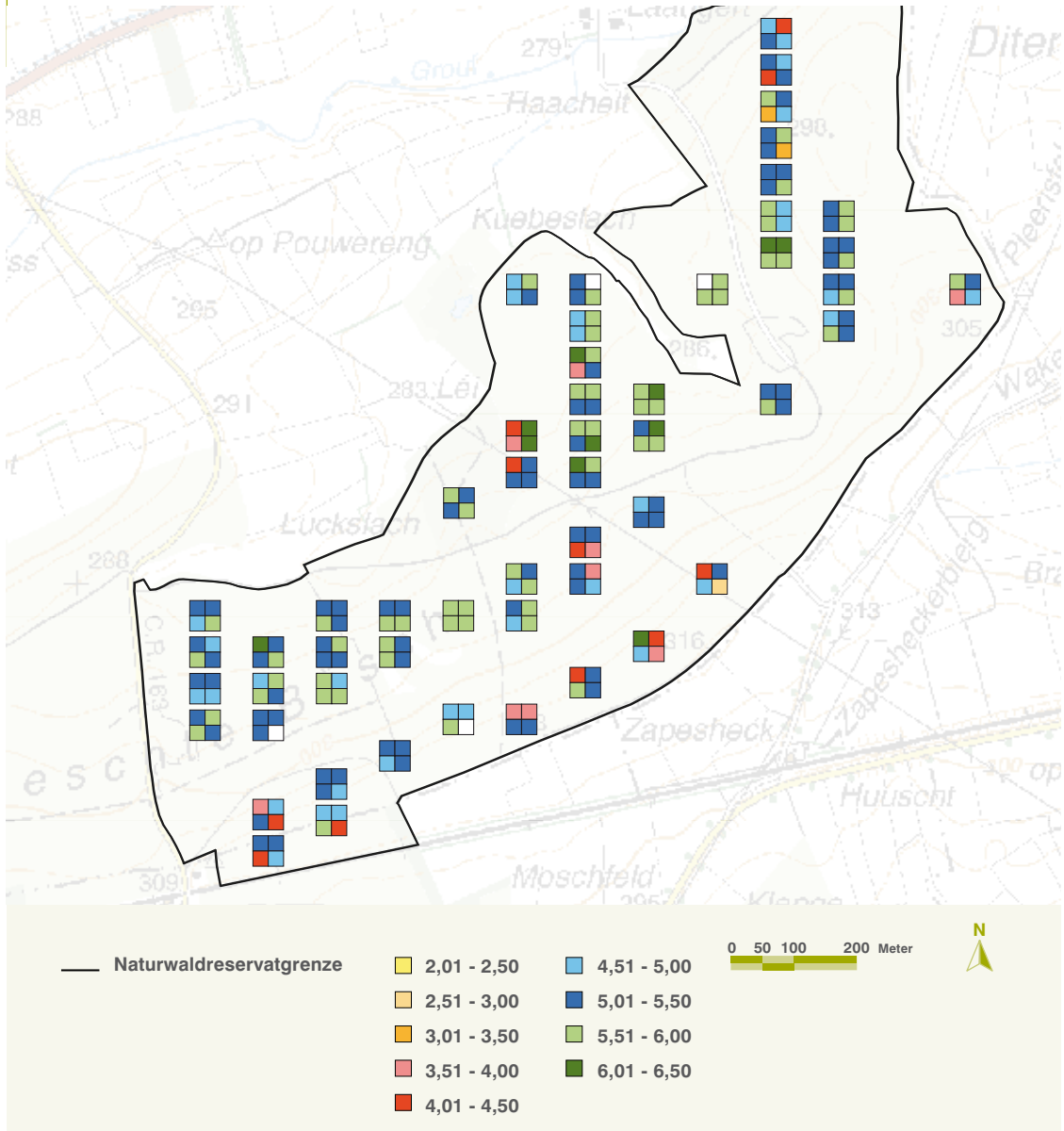
Bodenmoose mit Präferenz für nährstoffreichere, feuchte Standortbedingungen sind *Plagiomnium undulatum*, *Thuidium tamariscinum* und *Plagiochila asplenioides*. Weitere Arten, die sich in dieses Verbreitungsmuster gut einfügen sind *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Cirriphyllum piliferum* und *Thamnobryum alopecurum*. Die Standortamplitude der Bodenmoose *Eurhynchium striatum* und *Eurhynchium praelongum* ist demgegenüber im Untersuchungsgebiet deutlich weiter.

2.3.3 Zeigerwert-Analyse

Die Klassifizierung von Organismen mittels Zeigerwerten gibt Hinweise auf die Größenordnung eines Umweltfaktors und bezeichnet nicht die Ansprüche der Pflanzen an einen direkt wirksamen Umweltfaktor (ELLENBERG 1992). Sie erfolgt bei den Moosen nach DÜLL (1992) in einer neunstufigen Skala für die Kategorien „Reaktionszahl“, „Lichtzahl“, „Feuchtezahl“, „Temperaturzahl“ und „Kontinentalitätszahl“. Für jedes Raster wurden die Zeigermittelwerte für die entsprechenden Kategorien errechnet und jeweils in Karten dargestellt.

Abbildung 7

Verteilung der Zeigerwerte für die Reaktionszahl



Origine: Administration du Cadastre et de la Topographie. Droits réservés à l'État du G-D de Luxembourg

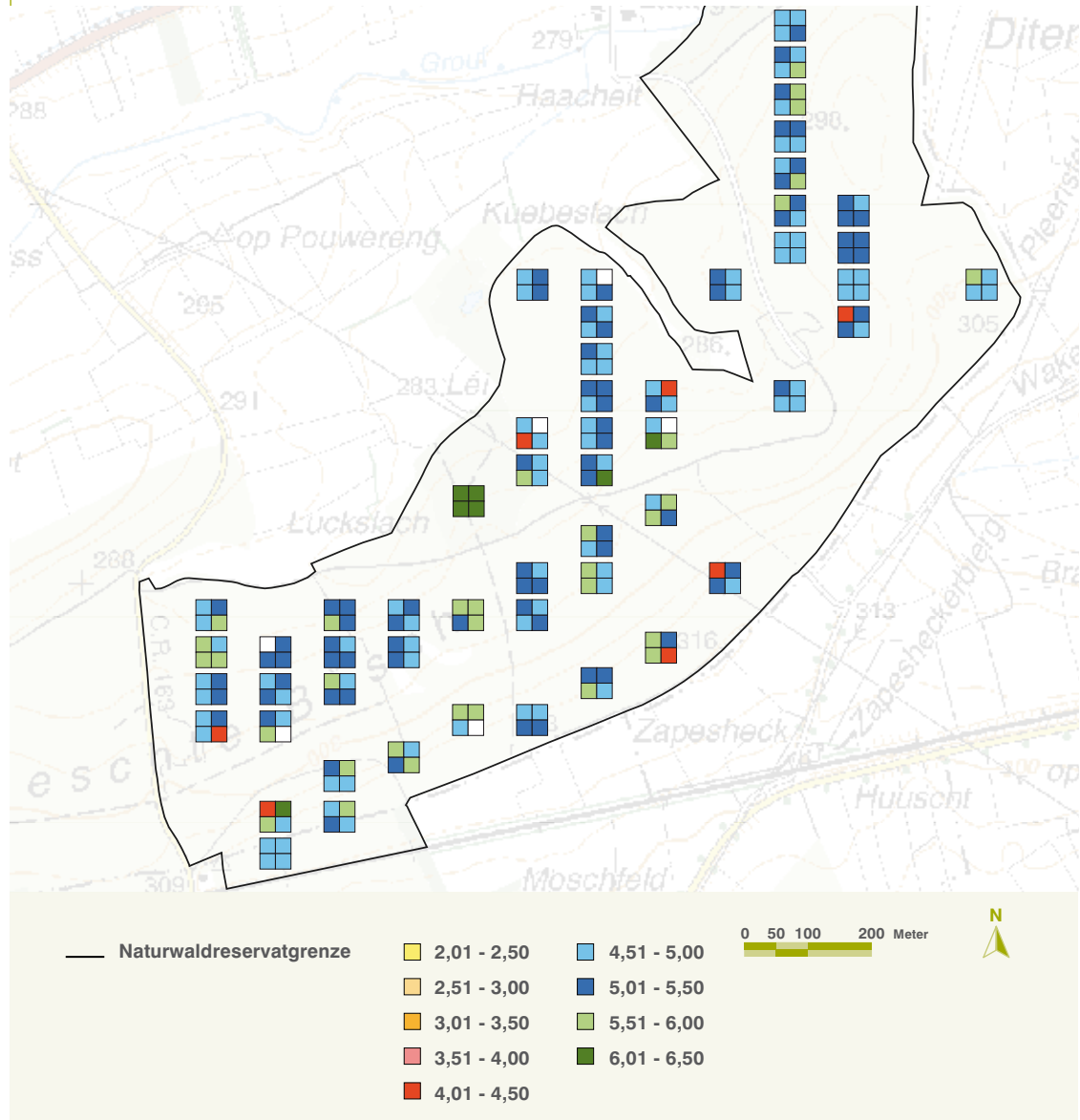
Reaktionszahl

Die Reaktionszahl beschreibt das Vorkommen im Gefälle der Bodenreaktion und des Kalkgehaltes und reicht von 1 (Starksäurezeiger) bis 9 (Basen- und Kalkzeiger).

Die Skala der gewonnenen Mittelwerte liegt zwischen 3 (Zeigerwert für Säurezeiger) und 6,7 (Zeigerwert für Schwachsäure – bzw. Schwachbasenzeiger).

Gut erkennbar ist, wie bei der Feuchtezahl, die Korrelation des mittleren Reaktionswertes mit der Höhenlage im Gebiet: Die tiefer gelegenen Bereiche sind insgesamt besser mit Basen versorgt als die höher gelegenen. Dies kann zum einen mit der höheren Bodenaktivität in den besser mit Wasser versorgten, tiefer gelegenen Bereichen in Zusammenhang gebracht werden, die zu einer besseren Basenfreisetzung führt. Demgegenüber dürften in den Hanglagen langfristig auch Auslagerungsprozesse u.a. durch Auswaschung zu einer Bodenversauerung geführt haben.

Abbildung 8
Verteilung der Zeigerwerte für die Lichtzahl



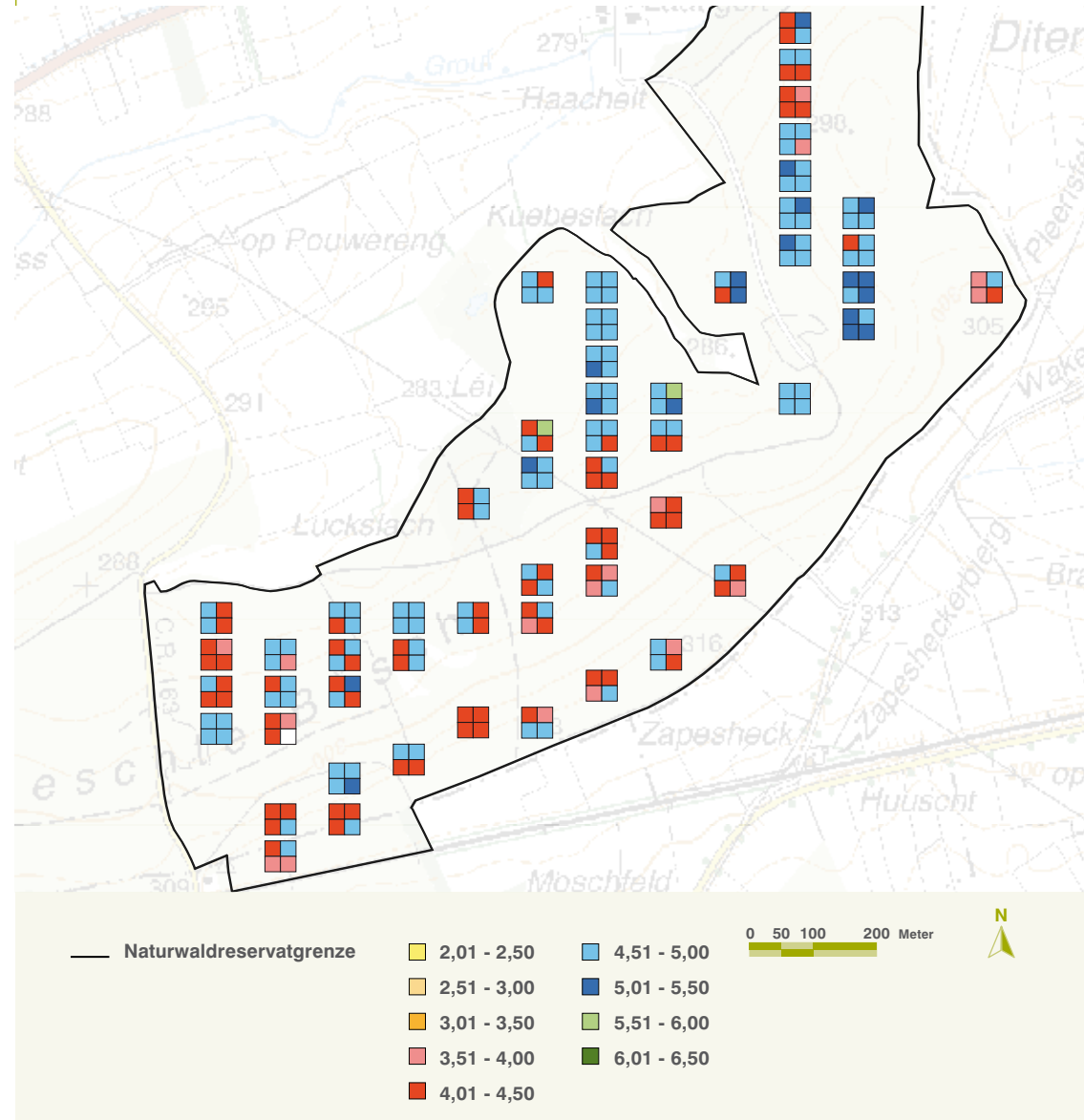
Lichtzahl

Maßgebend für die Lichtzahl ist die relative Beleuchtungsstärke, die am Wuchsort zur Zeit der vollen Belaubung der sommergrünen Pflanzen herrscht. Die Skala reicht von 1 = Tiefschattenpflanze bis 9 = Volllichtpflanze.

Die im Untersuchungsgebiet gewonnenen Mittelwerte reichen von 4,2 (Schatten- bis Halbschatten) bis 7,0 (Halblichtpflanze) und sind, da es sich um ein Waldgebiet handelt, erwartungsgemäß vergleichsweise niedrig. Obwohl es kaum größere räumliche Strukturunterschiede im Waldbestand (etwa Hallenwaldbestände) gibt, weist die mittlere Lichtzahl doch den südlichen Teil des Naturwaldreservates als deutlich lichtreicher aus. Hier liegen

– zwar verstreut, aber doch mit deutlichem Schwerpunkt – die lichtreicheren (grün eingefärbte) Raster. Dieser Bereich korreliert räumlich zumindest partiell auch ganz gut mit den im Naturwaldbericht dargestellten Waldbeständen mit zweischichtiger Vertikalstruktur (AEF 2008) und ist möglicherweise auf frühere Durchforstungsmaßnahmen in diesem Teil des Naturwaldreservates zurückzuführen. Eine Korrelation des mittleren Lichtzeigerwertes mit dem im Naturwaldbericht dargestellten hohen Überschirmungsgrad, der zum Großteil durch den starken Unterwuchs bedingt ist, ist nicht erkennbar. Lichtliebenden Epiphyten wie *Frullania dilatata* macht ein starker Unterwuchs nichts aus, wenn sie weiter oben am Stamm der Bäume ausreichend belichtete Stellen finden.

Abbildung 9
Verteilung der Zeigerwerte für die Feuchtezahl



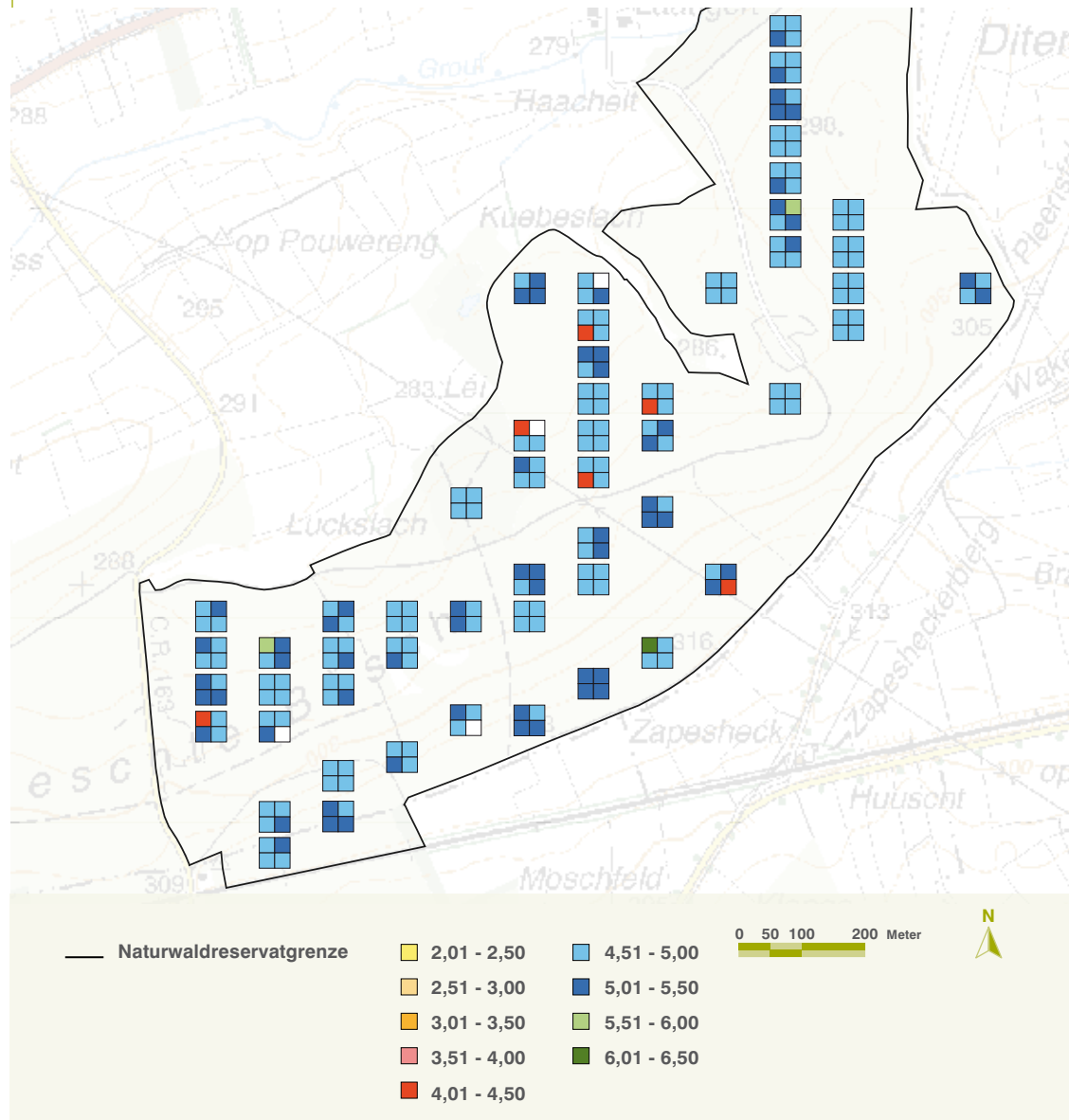
Feuchtezahl

Die Feuchtezahl beschreibt das Vorkommen im Gefälle der Bodenfeuchtigkeit von extrem trocken flachgründigen Felsstandorten bis zum Sumpfboden. Die Skala reicht von 1 = Starktrockniszeiger bis 9 = dauernd nass (Pflanze an Wasserfällen, untergetaucht bzw. regelmäßig überflutet).

Der Feuchtezeiger-Mittelwerte, der im Gefälle der Bodenfeuchtigkeit betrachtet wird, liefert eine Breite von 3,4 bis 6,0. Das Gefälle der Bodenfeuchtigkeit ist im Untersuchungsgebiet höhenabhängig. Die teils staunassen, tiefer gelegenen Bereiche sind deutlich feuchter als die besser wasserdurchzogenen Hanglagen. Die trockeneren Standorte (tiefrote Raster) liegen schwerpunktmäßig im Süden des Naturwaldreservates und zeichnen recht gut die etwas höher gelegene Zone

des Perlgras-Buchenwald Bestandes nach, so wie sie im Naturwaldbericht „Enneschte Bësch“ in Abbildung 4.15 markiert ist. Darüber hinaus wird auch die Hochzone im Norden des Naturwaldreservates durch trockenere Standortverhältnisse gekennzeichnet. Umgekehrt markieren die Rasterbereiche mit feuchteren Zeigerwerten die tiefer liegenden Eichen-Hainbuchenwald-Lagen. Die Zeigerwertanalyse der Feuchtezahl zeigt aber auch, dass die Feuchtigkeitsverhältnisse innerhalb der jeweiligen verschiedenen Waldbestände nicht unbedingt homogen sind, sondern durchaus kleinstandörtlichen Schwankungen unterliegen. So ist der Eichen-Hainbuchen-Bestand im westlichen Teil des Naturwaldreservates deutlich trockener ausgebildet als die übrigen Eichen-Hainbuchenwald-Bestände.

Abbildung 10
Verteilung der Zeigerwerte für die Kontinentalitätszahl

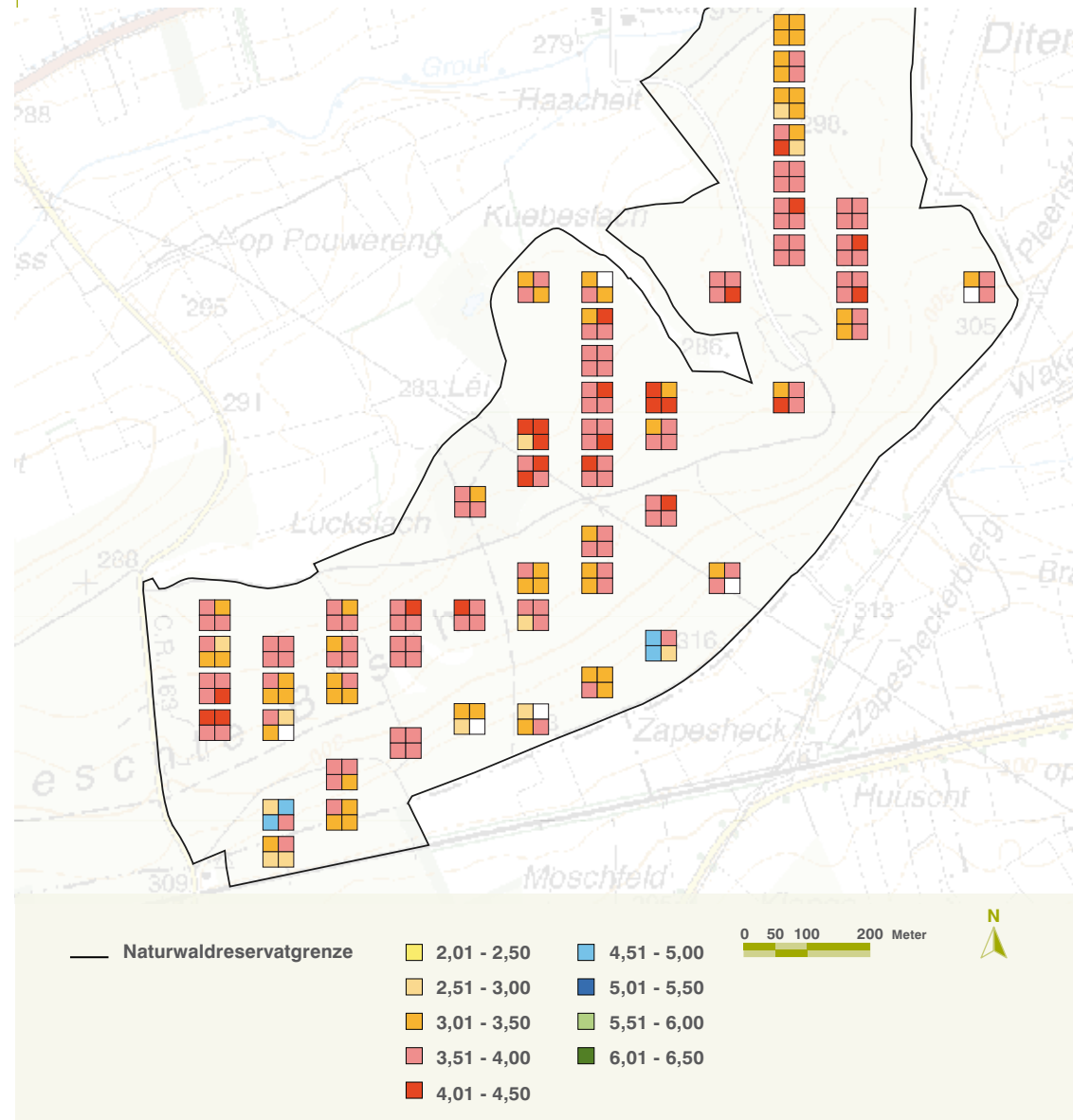


Kontinentalitätszahl

Die Kontinentalitätszahl steht für das Vorkommen im Gefälle der Kontinentalität (von Atlantizität hin zur Kontinentalität). 1 steht für euozänisch, 9 für eukontinental. Das im Naturwaldreservat im Rahmen der Rasterkartierung gewonnene Mittelwertspektrum reicht von 4,3 (subozeanisch) bis 6,8 (subkontinental bis kontinental).

Atlantischer sind erwartungsgemäß meist geschützte und luftfeuchte Tallagen. Die Unterschiede sind im Untersuchungsgebiet deutlich erkennbar und zeichnen dabei fein nuanciert die Topographie wider. Die „atlantischsten“ Bereiche liegen im zentralen Teil des Naturwaldreservates. Die relativ „kontinentalsten“ Bereiche liegen um den 298 m-Hochpunkt im Norden und oberhalb der 300 m-Isophyse im Süden.

Abbildung 11
Verteilung der Zeigerwerte für die Temperaturzahl



Temperaturzahl

Die Temperaturzahl bezieht sich auf das Vorkommen im Gefälle der Temperaturschwankungen von den alpinen Höhenstufen bis in Tieflagen, bzw. vom Arktischen bis hin zum Mediterranen. Die Skala reicht von 1 = Kältezeiger hoher Gebirgslagen oder des boreal-arktischen Bereiches bis 9 = extremer Wärmezeiger wärmster Plätze Mitteleuropas. Die Skala umfasst im Untersuchungsgebiet drei Stufen (von 2 (Kälte- bis Kühlezeiger) bis 5 (Mäßigwärmezeiger)).

Die Raster mit niedrigsten Temperaturwerten (orangefarbene Bereiche) konzentrieren sich auf die nordexponierten Hanglagen im südwestlichen Teil des NWR und den nördöstlichen Teil während die relativ „wärmeren“ Raster (rote Bereiche) im Zentralteil des Gebietes liegen. Dies korreliert recht gut mit der Höhenlage obwohl der Höhenunterschied im Gebiet nur 30 Höhenmeter beträgt.

2.4 | Vergleich der Ergebnisse der Mooskartierung mit den Ergebnissen der Waldstrukturaufnahme

Im Bericht zur Waldstrukturaufnahme wurden Waldvegetation, Vertikalstruktur, Überschirmungsgrad, Altersphasen, Baumartenanteile und deren Durchmesser, Totholzverteilung und morphologische Kleinstrukturen (Baumhöhlen, Pilzbefall der Bäume, Risse etc.) erfasst und kartographisch dargestellt.

Die **Waldvegetation** des Naturwaldreservates steht der potenziellen natürlichen Vegetation recht nahe und ist Ausdruck des Zusammenspieles zwischen edaphischen und klimatischen Faktoren. Die edaphischen Faktoren werden vor allem durch die räumliche Verteilung der Bodenmoose gut widerspiegelt. Die aggregierte Verbreitung der feuchtliebenden Bodenmoose *Plagiochila asplenoides*, *Thuidium tamariscinum* und *Plagiomnium undulatum* (Abbildung 6) entspricht recht gut der Verbreitung des Eichen-Hainbuchenwaldes. Eine direkte Ableitung der Verbreitung von Perlgras-Buchenwald und Eichen-Hainbuchenwald ist über das Verbreitungsbild epiphytischer Azidophyten möglich (vgl. Abbildung 3). *Dicranum montanum* und *Dicranum tauricum* besiedeln vor allem die glattrindigen Buchen, während sie in den Eichen-Hainbuchen-Beständen weitgehend fehlen. Umgekehrt markiert das neutrophytische epiphytische *Homalothecium sericeum*, das auf grobrissige Borken angewiesen ist, die Eichen-Hainbuchen-Bestände und fehlt im Buchenwald.

Unterschiedliche **Vertikalstruktur** im Bestand und **Überschirmungsgrad** der Bäume haben unterschiedliche Lichtverhältnisse im Waldbestand zur Folge. Da die Assimillationsperiode bei Moosen in das Winterhalbjahr fällt, also in einen Zeitraum, in dem die Bäume (ausgenommen Nadelwaldbestände) unbelaubt sind, spielen Vertikalstruktur und Überschirmungsgrad -ähnlich wie bei den Frühljahrsgeophyten- eher indirekt im Zusammenhang mit der Austrocknungsresistenz der Moose im Sommerhalbjahr eine Rolle. Bei Licht liebenden Arten sind daher meist morphologische Schutzmechanismen gegen Austrocknung entwickelt. So besitzt das im Naturwaldreservat häufige, lichtliebende und trockenheitsresistente epiphytische Lebermoos *Frullania dilatata* sogenannte

Wassersäcke zur Überbrückung trockener Phasen. Das Moos kommt zerstreut im gesamten Gebiet vor, da es im Winterhalbjahr auch in Beständen mit hohem Kronenschluss ausreichend Licht erhält. Mithilfe der höchsten mittleren Lichtzeigerwerte der Moose (vgl. Abbildung 8, grüner Bereich) ist, trotz Überschirmungsgraden von über 90 Prozent, eine partielle räumliche Deckung mit den im Naturwaldbericht ausgewiesenen Bereichen mit zweischichtiger Vertikalstruktur erkennbar. Dies liegt aber eher an einem häufigeren Vorkommen von Bäumen mit geringerem Stammdurchmesser in diesen Flächen, die oft einen herausragenden Bewuchs mit eher lichtliebenden Epiphyten aufweisen.

Im Naturwaldreservat sind nur drei **Entwicklungsphasen** vorhanden. Die Jungphase, im Wesentlichen beschränkt auf Eschen- und Eichenaufforstungsflächen, die Optimalphase, die den Großteil des Gebietes einnimmt und der räumlich zur zweischichtigen, oben angesprochenen, Vertikalstruktur koheränten Plenterphase. Über die höchsten mittleren Lichtzeigerwerte lässt sich letztere, wie bereits besprochen, räumlich differenzieren. Eine Differenzierung der Bestände in der Jungphase ist nicht möglich. Abgesehen vielleicht davon, dass das Raster Nr. 26 in einer Eichenjungwuchsfäche liegt und infolge des hohen Anteiles an sehr günstigen Trägerbäumen eine sehr hohe Artenzahl aufweist und über diese Artenzahl räumlich differenziert werden kann. Umgekehrt besitzt der Eschenjungwuchs-Bestand in Raster Nr. 16 aber extrem niedrige Artenzahlen.

Da Verbreitungskarten zu den **Baumartenanteilen** der Aufnahmeplots im Naturwaldbericht nicht dargestellt sind, kann kein unmittelbarer Bezug zur räumlichen Verteilung der Moose erfolgen. Durchaus relevant ist aber die bevorzugte Besiedlung bestimmter Baumarten durch epiphytische Moose. Dabei spielen Borken-pH und Borkenstruktur eine wesentliche Rolle. Die pH-Präferenzen einzelner Moose (MANZKE 2008) sind nachfolgend aufgeführt. Die Beobachtungen im Naturwaldreservat Enneschte Bäsch entsprechen diesen Präferenzen ganz gut. So besiedelt z.B. *Dicranum montanum* im Gebiet nur Buchen mit saurer Borke. *Porella platyphylla* und *Anomodon viticulosus* wurden demgegenüber z.B. nur an *Acer campestre* mit basischer Borke nachgewiesen.

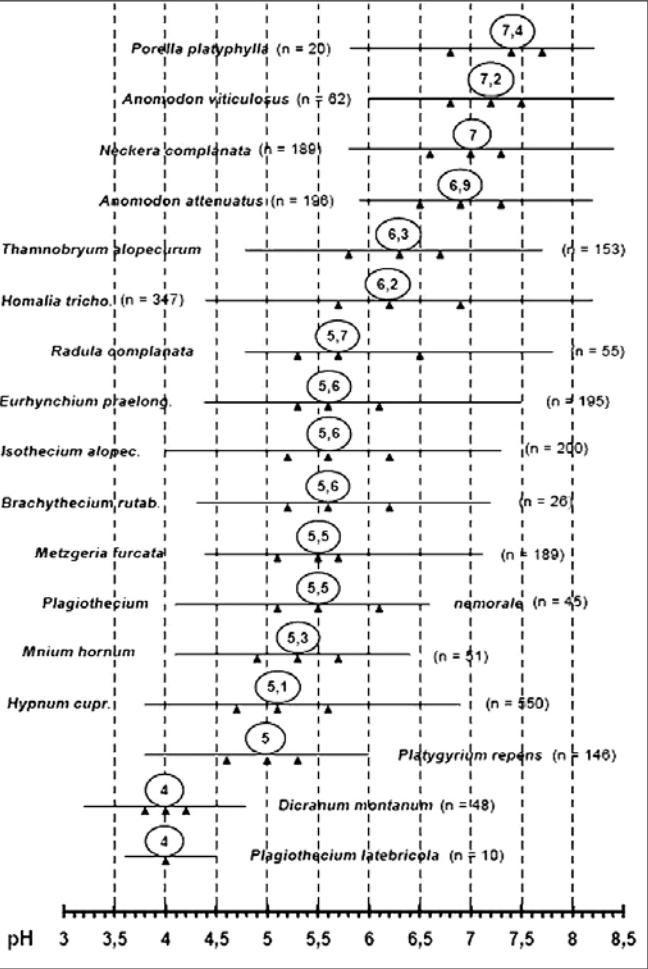
Die **Totholzverteilung** spielt für die im Naturwaldreservat vorkommenden Moose eine eher untergeordnete Rolle. Mit *Nowellia curvifolia* kommt im Gebiet nur eine einzige obligat morsches Holz besiedelnde Art vor. Das Moos wurde einmal außerhalb der Rasterkartierung gefunden. Wie bei den Flechten bevorzugen auch bei den Moosen viele Totholzbesiedler liegendes Totholz von Nadelbäumen. Die saprophytische *Buxbaumia viridis*, eine der wenigen in der FFH-Anhangliste aufgeführten Moosarten, besiedelt solche Habitate. Die nächstgelegenen Vorkommen liegen im Nordschwarzwald. Vorkommen im montanen luxemburger Oesling sind möglich. Im Naturwaldreservat wird liegendes Totholz, in Abhängigkeit von Zersetzungsgrad und pH-Wert von sehr vielen der nachgewiesenen Bodenmoose und Epiphyten überwachsen. Stehendes Totholz oder Altbäume mit in Zersetzung befindlicher, und daher nährstoffreicherer Borke, werden gleichfalls von Epiphyten besiedelt, die auch auf lebender Borke von Bäumen mit grobborkiger Rinde vorkommen. In reinen Buchenwäldern mit Fehlen von grobborkigen Bäumen, hat stehendes Totholz für epiphytische Moose daher eine wesentlich bedeutsamere Rolle: An solchen Bäumen finden sich oft die einzigen nicht azidophilen Epiphyten. Das ist für das Gebiet Enneschte Bäsch allerdings nicht der Fall.

2.5 | Mooskartierung außerhalb der Raster

Grundsätzlich ist es sinnvoll, im Rahmen einer Intensivkartierung eines Gebietes, möglichst alle Moosarten zu erfassen. Bei der Zusatzkartierung außerhalb der Raster wurden hierdurch insgesamt 43 Arten zusätzlich erfasst, wodurch sich die Gesamtartenzahl der im Gebiet nachgewiesenen Arten auf 106 Arten erhöht.

In nachfolgender Tabelle sind, unter Angabe ihres Substrates, alle Arten aufgeführt, die außerhalb der eigentlichen Rasterkartierung gefunden wurden. Viele der Arten wurden in Habitaten gefunden, die im Bereich der Raster nicht anzutreffen waren, z.B. Offenerdestellen im Bereich einer Kahlschlagfläche, Betonsubstrat, Weg- und Ruderalstellen. Bei einem weiteren Teil dieser Arten handelt es sich um Moose, die im Naturwaldreservat aus-

Abbildung 12
pH-Präferenzen einiger (mit Ausnahme von *P. latebricola*) auch im Naturwaldreservat nachgewiesener epiphytischer Moose. Quelle: MANZKE (2008)



schließlich epiphytisch vorkommen. Viele dieser Epiphyten wurden nur an freistehenden Bäumen im Norden des Naturwaldreservates gefunden.

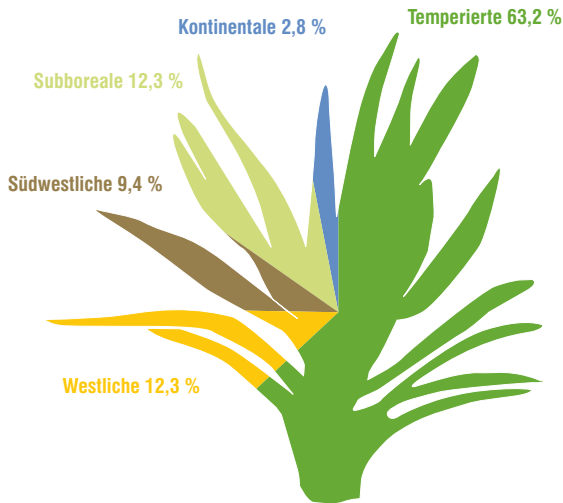
Nur ein kleiner Teil der zusätzlich erfassten Arten wurde im Wald gefunden und besitzt daher auch theoretisch potenzielle Wuchsorte in den kartierten Rastern. Es handelt sich dabei um die epiphytischen Arten *Anomodon viticulosus*, *Porella platyphylla*, *Orthotrichum stramineum*, *Orthotrichum pallens* und *Brachythecium populeum*. Weiterhin um das Lebermoos *Nowellia curvifolia*, einen obligaten Morschholzbesiedler sowie das Erdmoos *Hylocomium splendens*.

Tabelle 2 Außerhalb der Rasterkartierung nachgewiesene Arten

Moosart	Substrat
<i>Anomodon viticulosus</i>	Epiphyt
<i>Barbula convoluta</i>	Ruderalstellen
<i>Barbula unguiculata</i>	Ruderalstellen
<i>Brachythecium populeum</i>	Epiphyt
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i>	Beton
<i>Bryum argenteum</i>	Ruderalstellen
<i>Bryum ruderale</i>	Ruderalstellen
<i>Calliergonella cuspidata</i>	Erdmoos
<i>Campylium calcareum</i>	Beton
<i>Ceratodon purpureus</i>	Ruderalstellen
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	nasser Graben
<i>Climacium dendroides</i>	Sumpfmoos
<i>Cratoneuron filicinum</i>	Weg
<i>Didymodon sinuosus</i>	Beton
<i>Ditrichum cylindricum</i>	Kahlschlag
<i>Drepanocladus aduncus</i>	Mardelle
<i>Fissidens incurvus</i>	Wegböschung
<i>Funaria hygrometrica</i>	Ruderalstellen
<i>Homalothecium lutescens</i>	Epiphyt
<i>Hylocomium splendens</i>	Erdmoos
<i>Leskea polycarpa</i>	Epiphyt
<i>Marchantia polymorpha</i>	Kahlschlag
<i>Nowellia curvifolia</i>	morsches Holz
<i>Orthotrichum anomalum</i>	Beton
<i>Orthotrichum obtusifolium</i>	Epiphyt
<i>Orthotrichum pallens</i>	Epiphyt
<i>Orthotrichum pulchellum</i>	Epiphyt
<i>Orthotrichum stramineum</i>	Epiphyt
<i>Pellia endiviifolia</i>	Ruderalstellen
<i>Phascum cuspidatum</i>	Kahlschlag
<i>Pohlia lutescens</i>	Weg
<i>Pohlia wahlenbergii</i>	Weg
<i>Porella platyphylla</i>	Epiphyt
<i>Pottia truncata</i>	Kahlschlag
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>	Saure Böschung
<i>Rhynchostegium riparioides</i>	Wassermoos
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	Erdmoos
<i>Tortula laevipila</i>	Epiphyt
<i>Tortula latifolia</i>	Epiphyt
<i>Tortula muralis</i>	Beton
<i>Tortula papillosa</i>	Epiphyt
<i>Tortula subulata</i>	Epiphyt
<i>Tortula virescens</i>	Epiphyt

2.6 | Arealtypenanalyse

Abbildung 13 Prozentuale Verteilung der Arealtypen aller im Gebiet nachgewiesenen Arten



Entsprechend ihres großräumlichen Verbreitungsmusters werden die Moose sogenannten Arealtypen zugeordnet. Man unterscheidet temperierte Arten mit Schwerpunkt vorkommen in Mitteleuropa (temperierte Arten), im Mittelmeergebiet (südliche), im westlichen Europa (atlantische Arten), Nord-europa (boreale), Südwesteuropa (südwestliche) und im kontinentalen Europa (kontinentale). Die Angaben zu den Arealtypen sind aus DÜLL (1983, 1984, 1985) entnommen. Die prozentuale Verteilung der Zugehörigkeit zu den Arealtypen ermöglicht eine allgemeine klima-ökologische Charakterisierung eines Gebietes.

Tabelle 3 Arealtypenverteilung nach Gesamtgebiet und Rasterkartierung (in %)

	Gebiet	Rasterkartierung
Temperierte	63,2	59,4
Westliche	12,3	14,1
Südwestliche	9,4	10,9
Subboreale	12,3	10,9
Kontinentale	2,8	3,1

Für das Gesamtgebiet stellen die Temperierten mit 63,2 Prozent erwartungsgemäß den größten Anteil der Arten. Ihnen folgen die Westlichen und Subborealen mit jeweils 12,3 Prozent, danach die Südwestlichen mit 9,4 Prozent. Die Vertreter des Kontinentalen Arealtypus sind mit 2,8 Prozent am geringsten vertreten. Bei der Rasterkartierung sind die Westlichen mit 14,1 Prozent etwas stärker vertreten und die temperierten und subborealen Arten treten etwas zurück.

3. Rote-Liste

Vier der 106 nachgewiesenen Arten sind in der luxemburgischen Roten-Liste (WERNER 2003) als in Luxemburg seltene Arten aufgeführt. Dies sind:

- Drepanocladus aduncus*
- Fissidens exilis*
- Orthotrichum pallens*
- Orthotrichum pulchellum*

Keine dieser Arten ist bedroht. Lediglich *Orthotrichum pallens* steht auf der „Vorwarnliste“.

4. Vergleich der Naturwaldreservate Enneschte Bësch und Laangmuer

Tabelle 4 Basisdaten der beiden Naturwaldreservate im Vergleich

	Laangmuer	Enneschte Bësch
Größe in ha	103,4	86,4
Anzahl Raster	62	54
Anzahl Teilraster	248	216
mittlere Artenzahl	7,4	8,8
Artenzahl	81	63
Rasterkartierung		
Davon Felsmoose:	12	-
Davon ausssschließ-lich Epiphyten:	21	25
Azidophyten	27	7
Basiphyten	-	11
Gesamtartenzahl	132	106

4.1 | Arteninventar

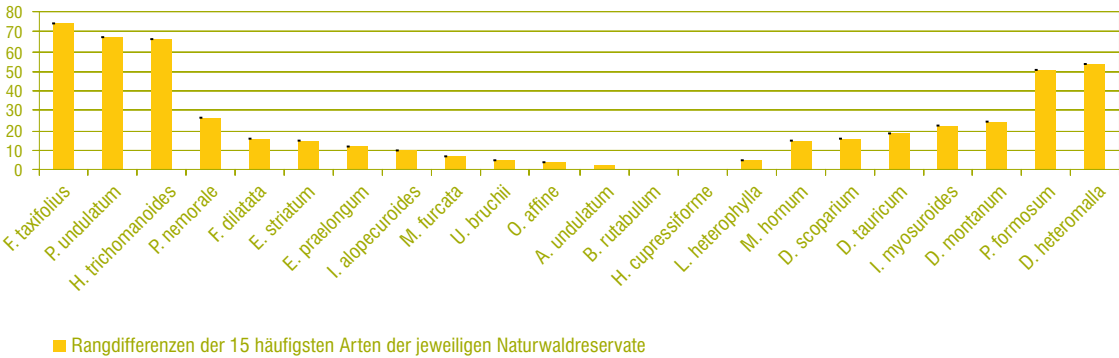
Das NWR Laangmuer ist sowohl im Rahmen der Rasterkartierung als auch hinsichtlich der Gesamtartenzahl artenreicher als das Gebiet Enneschte Bësch. Ausschlaggebend hierfür sind, neben der größeren Fläche des Gebietes, insbesondere die Gesteins- und Felsbiotope, die im Naturwaldreservat Enneschte Bësch fehlen. Die Strukturvielfalt für die Moose innerhalb der kartierten Raster ist bei einer mittleren Artenzahl von 8,8 Arten im Gebiet Enneschte Bësch hingegen größer als im Gebiet Laangmuer, wo durchschnittlich nur 7,4 Arten pro Raster vorkommen.

Schon die Häufigkeitsunterschiede der bei der Rasterkartierung erfassten azidophytischen und basiphytischen Moose machen den Hauptunterschied der beiden Gebiete erkennbar, nämlich das unterschiedliche geologische Ausgangssubstrat. Hier eher saurer Luxemburger Sandstein, dort basische Lehme der Liasmergelschichten. Epiphytische Moose sind in ähnlich hohen Artenzahlen vorhanden.

Interessanter wird der Vergleich beider Gebiete unter Berücksichtigung der Rasterfrequenzen der nachgewiesenen Arten. Hierzu wurden zunächst die bei der Rasterkartierung in beiden Gebieten jeweils fünfzehn häufigsten Arten, insgesamt 22 Arten, miteinander verglichen. Von den in beiden Gebieten jeweils fünfzehn häufigsten Arten rangieren demzufolge acht Arten in beiden Naturwaldreservaten: Es sind die Ubiquisten *Hypnum cupressiforme* und *Brachythecium rutabulum*, die Epiphyten *Isothecium alopecuroides*, *Metzgeria furcata*, *Orthotrichum affine* und *Ulota bruchii* sowie das Bodenmoos *Atrichum undulatum* und das Lebermoos *Lophocolea heterophylla*, das sowohl morsches Holz als auch Borke besiedelt.

Abbildung 14
Rangdifferenzen der 15 häufigsten Arten der beiden Naturwaldreservate

Rang



Zur Veranschaulichung der Verschiedenheit der beiden Naturwaldreservate wurden die Ränge in der Häufigkeitsfrequenz der 22 Arten (Rang 1: häufigstes Moos, Rang 81: seltenstes Moos im NWR Laangmuer, Rang 63 seltenstes Moos im NWR Enneschte Bësch) substrahiert und in einer Graphik zusammengestellt. Bei den Ubiquisten *Hypnum cupressiforme* und *Brachythecium rutabulum* beträgt die Differenz Null, da beide Arten in beiden Gebieten auf Rang 1 bzw. Rang 2 liegen. Drei Arten, der fünfzehn häufigsten Arten des Gebietes Enneschte Bësch wurden bei der Rasterkartierung im NWR Laangmuer nicht nachgewiesen (*Fissidens taxifolius*, *Plagiomnium undulatum* und *Homalia trichomanoides*) (in der Graphik ganz links). Diese Arten sind allesamt Frische- und Basenzeiger. Umgekehrt fehlt das im NWR Laangmuer häufige *Dicranella heteromalla*, ein säurezeigendes Bodenmoos, im Gebiet Enneschte Bësch (Graphik ganz rechts).

Weitere zehn Arten sind in beiden Gebieten sehr unterschiedlich häufig und sind die eigentlichen Differenzialarten der beiden Naturwaldreservate. Für das Gebiet Laangmuer sind es die **azidophytischen Epiphyten und Morschholzbesiedler** *Dicranum scoparium*, *Dicranum tauricum*,

Isothecium myosuroides und *Dicranum montanum* sowie die eher **säureliebenden Bodenmoose** *Mnium hornum* und *Polytrichum formosum*.

Für das Gebiet Enneschte Bësch sind es: Die **frische, mehr oder weniger neutrale bis leicht basische Verhältnisse anzeigenden Bodenmoose** *Eurhynchium praelongum*, *Eurhynchium striatum* sowie der **lichtliebende basiphytische Epiphyt** *Frullania dilatata* und das Moos *Plagiothecium nemorale*.

4.2 | Zeigerwertanalyse

Im Folgenden werden die prozentualen Rasterhäufigkeiten für die unterschiedlichen Zeigerwerte der beiden Naturwaldreservate jeweils in Diagrammen gegenübergestellt und miteinander verglichen.

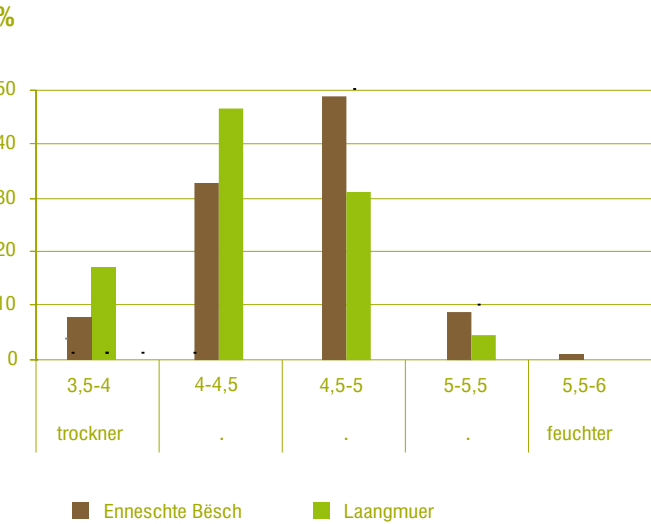
Zeigerwert Feuchtigkeit

Ca. 80 Prozent aller Raster liegen bei beiden Naturwaldreservaten im Bereich einer Zeigerwertspanne von 4 bis 5. Fast 50 Prozent der Raster liegen im Gebiet Enneschte Bësch jedoch in der Zeigerwertklasse von 4,5 bis 5. Im Naturwaldreservat Laangmuer sind es dagegen nur 30 Prozent. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei der

Zeigerwertklasse 4 bis 4,5. Auch die Raster mit relativ trockeneren Zeigermittelwerten (Zeigerwertklasse 3,5 bis 4) sind im Gebiet Laangmuer mit ca. 15 Prozent doppelt so häufig wie im Enneschte Bësch. Dagegen sind in der feuchteren Zeigerwertklasse 5 bis 5,5 beim Gebiet Enneschte Bësch doppelt so viele Raster vorhanden.

Das Naturwaldreservat Enneschte Bësch ist demzufolge ein deutlich feuchteres Waldgebiet als das eher trockener angehauchte Waldgebiet Laangmuer. Die Gründe hierfür sind vor allem in den lehmigen, zur Staunässe neigenden Böden zu suchen. Demgegenüber trocknen die wasserdurchlässigen Sandböden im Naturwaldreservat Laangmuer schnell aus.

Abbildung 15
Vergleich der prozentualen Rasterhäufigkeiten für den Zeigerwert „Feuchtigkeit“ in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer



Zeigerwert Reaktion

Im Diagramm ist sehr gut erkennbar, dass sich die beiden Naturwaldreservate hinsichtlich des Zeigerwertes der Reaktionszahl sehr deutlich voneinander unterscheiden. Die prozentuale Häufigkeitsverteilung ist im Gebiet Enneschte Bësch im Vergleich zum Gebiet Laangmuer um eine anderthalbe Zeigerwertklassen zum basischeren Bereich hin verschoben.

Das Naturwaldreservat Enneschte Bësch ist also wesentlich basischer als das eher zum sauren hin tendierende Naturwaldreservat Laangmuer. Die Gründe hierfür liegen in dem deutlich saureren geologischen Ausgangssubstrat des luxemburger Sandsteines.

Abbildung 16
Vergleich der prozentualen Rasterhäufigkeiten für den Zeigerwert „Reaktionszahl“ in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer

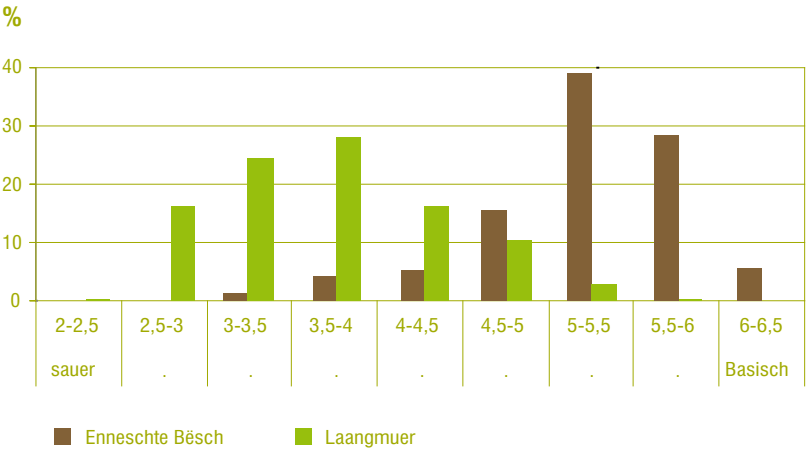
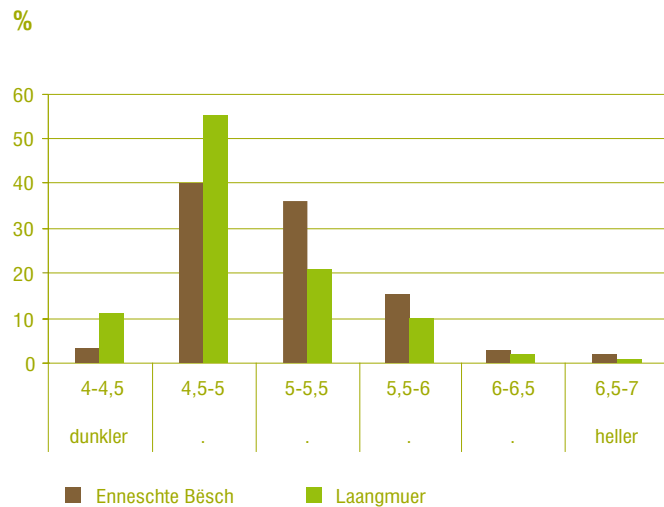


Abbildung 17

Vergleich der prozentualen Rasterhäufigkeiten für den Zeigerwert „Licht“ in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer



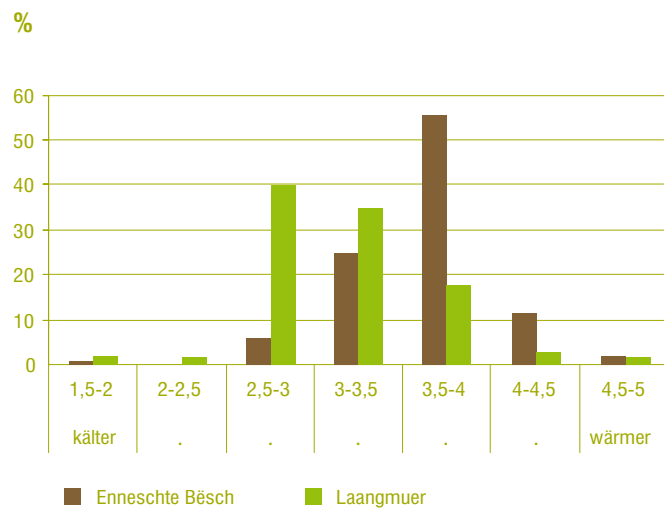
Zeigerwert Licht

Etwa 75 Prozent aller Raster liegen in beiden Naturwaldreservaten in der Zeigerwertspanne von 4,5 bis 5,5. Nuanciert betrachtet, ist das Gebiet Laangmuer aber insgesamt lichtärmer, da in die Klasse 4,5 bis 5,55 Prozent aller Raster fallen. Beim Gebiet Enneschte Bësch sind es dagegen nur 40 Prozent. Die relativ dunkelsten Raster (Zeigerwertklasse 4 bis 4,5) sind im Gebiet Laangmuer dreimal häufiger als im Gebiet Enneschte Bësch. Umgekehrt sind lichtreichere Raster im Gebiet Enneschte Bësch häufiger. Diese Verteilung dürfte unmittelbar zurückführbar sein auf den hohen Anteil von Hochwald und lichtarmem Stangenholz im Naturwaldreservat Laangmuer. Das Gebiet Enneschte Bësch ist von der Bestandesstruktur in weiten Flächen vielschichtiger aufgebaut und daher auch lichtreicher.

Insgesamt kann das Naturwaldreservat Enneschte Bësch demzufolge als durchschnittlich besser durchlichtetes Waldgebiet beider Naturwaldreservate charakterisiert werden.

Abbildung 18

Vergleich der prozentualen Rasterhäufigkeiten für den Zeigerwert „Temperatur“ in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer



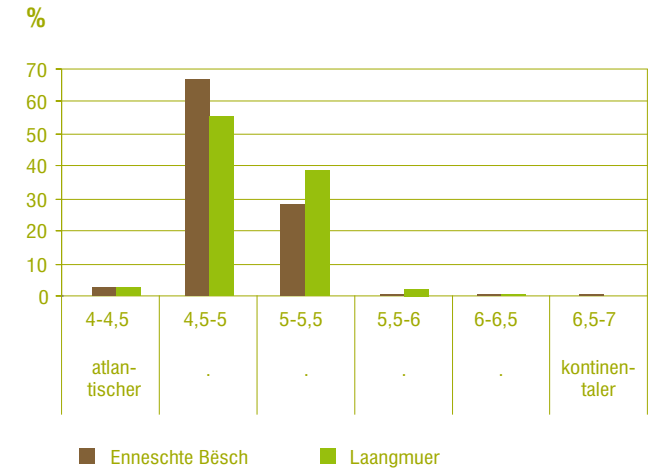
Zeigerwert Temperatur

Wie beim Zeigerwert für die Reaktionszahl ist im Diagramm eine markante Verschiebung der Häufigkeitsverteilung bei den beiden Naturwaldreservaten erkennbar. Das Gebiet Enneschte Bësch besitzt einen deutlichen Häufigkeitsschwerpunkt in der Zeigerwertklasse 3,5 bis 4 und kann dadurch als wärmer bezeichnet werden als das Gebiet Laangmuer, dessen Häufigkeitsschwerpunkt im Bereich der Zeigerwertklasse 2,5 bis 3 liegt.

Die Temperaturunterschiede beruhen einerseits auf unterschiedlichen Höhenlagen. Laangmuer liegt mit maximal 423 Metern deutlich höher als Enneschte Bësch (max. 313 Meter) und ist daher entsprechend montaner angehaucht. Andererseits ist das geologische Ausgangssubstrat des luxemburger Sandsteines kühler, da das wasserspeichernde Gestein mehr Verdunstungskälte abgibt, als die oberflächig im Sommer schnell austrocknenden lehmigen Böden im Naturwaldreservat Enneschte Bësch.

Abbildung 19

Vergleich der prozentualen Rasterhäufigkeiten für den Zeigerwert „Kontinentalität“ in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer



Zeigerwert Kontinentalität

Fast 95 Prozent aller Raster liegen in beiden Naturwaldreservaten in der Zeigerwertspanne von 4,5 bis 5,5. Differenzierungen zwischen den beiden Gebieten sind daher nicht wirklich sinnvoll. Das Naturwaldreservat Enneschte Bësch ist bestenfalls etwas atlantischer angehaucht als das Naturwaldreservat Laangmuer.

5. Arttexte

LAUBMOOSE

Polytrichum formosum ist in Luxemburg in bodensauren Wäldern sehr häufig. Im Naturwald-reservat wächst es nur an ganz wenigen Stellen über stark ausgehagertem Boden.

Atrichum undulatum ist ein typisches Waldboden-moos basischer bis saurer, meist aber etwas bodenfeuchter Standorte und in Luxemburg sehr häufig. Auch im Naturwaldreservat ist es eines der häufigsten Moose.

Fissidens taxifolius ist ein Pionier meist basischer, feucht-lehmiger Böden. Das Moos ist im Naturwald-reservat sehr häufig.

Fissidens bryoides ist ein Pionier eher saurer, feucht-lehmiger Böden. Das Moos wurde nur ein-mal an einem Wurzelteller zusammen mit *Fissidens taxifolius* gefunden. Möglicherweise kommt *Fissi-dens bryoides* im Naturwaldreservat aber häufiger vor. Es kann im Gelände mit Kleinformen der im Reservat so häufigen *Fissidens taxifolius* verwech-selt werden. Wenn in den zum Teil ausgedehnten, herdenweise wachsenden *Fissidens taxifolius* Beständen zwischen zig Pflänzchen dieser Art wenige *Fissidens bryoides* Pflänzchen vorkommen, ist dies fast unmöglich auszumachen, da sich die beiden Arten erst durch den Blick durch die Lupe klar unterscheiden lassen.

Das winzige **Fissidens exilis** wächst zerstreut im Naturwaldreservat über feucht-basischem offenen Lehm Boden. Alle sicheren Nachweise hatten Kapseln. Ohne die Kapseln kann das Moos z.B. zwischen Herden von *Fissidens taxofolius* leicht übersehen werden.

Das basiphile **Fissidens incurvus** wächst im Nordosten des Naturwaldreservates an der nordexponierten, gut belichteten Wegböschung in einem sehr großen Bestand von mehreren Quadratmetern.

Dicranum montanum ist ein säureliebendes Waldmoos. Es ist trockenheitsresistent und immis-sionstolerant und bewächst im Naturwaldreservat eher selten die saure Borke alter Buchen und morsches Holz meist zusammen mit *Dicranoweisia cirrata* und *Dicranum tauricum*.

Dicranum scoparium besiedelt saure Borke und morsches Holz. Es ist im Naturwaldreservat mäßig häufig.

Dicranum tauricum wird durch Stickstoff- und Säureeintrag aus Belastungsgebieten gefördert und ist in belasteten Gebieten ein häufiger Epiphyt in Wäldern geworden. Im Naturwaldreservat kommt es eher selten an saurerer Borke und an morschem Holz vor.

Dicranoweisia cirrata ist ein in Luxemburg häu-figes azidophytisches epiphytisches Moos offener bis schattiger Standorte. Im Naturwaldreservat wächst es eher selten an morschem Holz und epiphytisch vor allem an Buchen.

Dicranella heteromalla ist in Luxemburg ein häufiges azidophytisches Waldbodenmoos. Im Naturwaldreservat wurde es nur einmal im Norden an einer ausgehagerten Waldwegböschung nachgewiesen.

Das winzige **Pseudephemerum nitidum** wächst überall im Bereich der Kahlschlagfläche über nas-sem Lehm. Im Rahmen der Rasterkartierung wurde es auch einmal am Uferbereich einer Mardelle gefunden.

Ceratodon purpureus ist ein häufiges Pionier-moos, das nahezu alle Standorte besiedelt, in Wäldern aber eher selten ist. Im Naturwaldreservat wurde es an ruderalen Stellen z.B. im Eingangs-bereich im Westen und an Waldwegen gefunden.

Pleuridium acuminatum ist ein annuelles Moos. Es wächst im Naturwaldreservat nur im Norden im Bereich der Kahlschlagfläche.

Ditrichum cylindricum wächst im Naturwald-reservat nur im Norden im Bereich der Kahl-schlagfläche.

Tortula muralis wächst im Naturwaldreservat an Betonrohren und in Beton eingefassten Gräben..

Tortula virescens ist ein nährstoffliebendes Moos anthropogen beeinflusster lichtreicher Standorte. Im Naturwaldreservat wurde es nur im Norden an freistehenden Pappeln nachgewiesen.

Tortula latifolia kommt in Luxemburg schwer-punktmäßig an Bäumen im Überschwemmungs-bereich von Bächen vor, wo die stickstoffliebende Art von der vom Überschwemmungssediment imprägnierten Borke profitiert. Im Naturwaldreser-vat wächst es an der Borke der Pappeln im Norden des Untersuchungsgebietes zusammen mit der vorhergehenden Art.

Tortula laevipila ist ein obligat epiphytisches Moos lichtreicher Standorte. Im Untersuchungsge-biet wurde es nur im Norden an Pappeln gefunden.

Tortula papillosa ist ein trockenheitsresistentes obligat epiiphytisches Moos nährstoff- bis basen-reicher Standorte. Im Untersuchungsgebiet wächst es an freistehenden Pappeln im Norden.

Tortula subulata wurde einmal epiphytisch zusammen mit *Orthotrichum obtusifolium* an *Sam-bucus nigra* im Nordosten des Naturwaldreservates gefunden. Der Fund ist insofern bemerkenswert, da epiphytische Vorkommen dieses ansonsten an neutralen oder etwas ausgehagerten Erdstellen vor allem im Bereich lichtoffener Waldwegböschungen wachsenden Moooses bislang aus Luxemburg nicht bekannt sind.

Pottia truncata ist ein anuelles Erdmoos offener neutraler bis basischer Standorte. Es wächst im Untersuchungsgebiet nur im Bereich der Kahl-schlagfläche.

Barbula convoluta ist ein Pioniermoos lichtrei-cher Ruderalstandorte. Es wächst im Bereich der Waldwege.

Barbula unguiculata wächst an ähnlichen Stand-orten wie die vorgehende Art.

Didymodon sinuosus ist basiphytisch und wurde einmal an einem Bachstein zusammen mit *Rhyn-chostegium riparioides* und *Chiloscyphus polyantos* gefunden.

Schistidium apocarpum wächst im Naturwald-reservat an fast allen Betonstandorten sowie an Hochofenschotter, der für den Waldwegbau verwendet wurde. Daneben wurde es gelegent-lich im Eichenstangenholz-Bestand epiphytisch nachgewiesen.

Grimmia pulvinata ist ein sehr häufiges Gesteins-moos offener basischer bis kalkreicher Standorte, das zunehmend auch reichere Borken freistehen-der Bäume besiedelt. Im Norden wächst es an Pappeln. Gleichfalls sind im Eichen-Stangenholz-bestand wenige Polster an Jungeichen gefunden worden.

Pohlia lutescens ist ein Erdmoos, das im Natur-waldreservat an sauren sandigen bis schwach leh-migen Stellen z.B. an Wurzeltellern und an offenen Erdstellen am Fuße von Buchen vorkommt.

Pohlia wahlenbergii wurde mehrfach auf dem kalkgeschotterten Weg im Südosten des Natur-waldreservates gefunden.

Bryum argenteum ist ein Neutrophyt. Es wächst im Bereich der Waldwege zwischen anderen Moosen.

Brum capillare ist ein häufiges nährstoffliebendes Moos, das alle Substrate besiedelt. Im Naturwald-reservat wächst das Moos vor allem an der Borke von Buche.

Bryum ruderales wächst im Bereich eines Weges an Ruderalstellen.

Bryum subelegans ist schwach basenliebend, und nährstoffliebend. Es kommt im NWR nur an Borke vor. Nur Nachweise mit axillaren Gemmen wurden dieser ansonsten leicht mit *B. capillare* verwechselbaren Art zugeschlagen.

Funaria hygrometrica ist ein ausgesprochen nitrophiles Moos. Es wächst z.B. regelmäßig an über Asche an alten Brandstellen. Im Naturwaldre-servat wächst es an der neu angelegten Trocken-steinmauer die sich beim Informationsschild im Eingangsbereich befindet.

Mnium hornum ist in Luxemburg ein häu-figes, azidophytisches Moos. Es wächst an der Stammbasis von Bäumen, auf morschem Holz, an Felsen und grusiger Erde. Im Naturwaldre-servat kommt wächst es eher selten im unteren Stammbereich von Buchen und Eichen und deren Ablaufschürzen.

Das eher gesteinsbewohnende ***Rhizomnium punctatum*** benötigt schattige Standorte und eine gewisse Substratfeuchte, die das Moos innerhalb des Naturwaldreservates an nur wenigen Stellen an morschem Holz vorfindet.

Plagiomnium undulatum ist ein nährstoffliebendes Waldbodenmoos substrat- oder luftfeuchter Wälder und im Naturwaldreservat entsprechend sehr häufig.

Orthotrichum affine ist eines der häufigsten epiphytischen Moose Luxemburgs. Es bevorzugt offene Standorte. Im Wald ist es eher an lichtreichen Standorten anzutreffen. Saure Borke wird gemieden. Die jungen Eichen-Stangenholzbestände sind durch Massenwuchs dieser Art gekennzeichnet.

Orthotrichum anomalum ist ein häufiges Gesteinsmoos kalk- und lichtreicher besonnener Standorte. Einmal wurde es an Beton im Westen des Gebietes gefunden.

Orthotrichum diaphanum ist basen- und stickstoffbedürftig. Im NWR wächst es an eutropher Borke.

Orthotrichum lyellii ist ein obligater Epiphyt nebelfeuchter offener bis halbschattiger Lagen. Wälder gehören nicht zu den bevorzugten Lebensräumen. Mehrfach und teils großen Beständen vor allem an Eichen vorkommend. Nicht selten wächst das Moos in Begleitung von *Leucodon sciruoides*.

Orthotrichum obtusifolium ist ein in Luxemburg ziemlich häufiges eutraphentes epiphytisches Moos halbschattiger etwas luftfeuchter Lagen. Die Vorkommen im Naturwaldreservat beschränken sich auf wenige freistehende Pappeln und einen Holunder im Nordosten des Gebietes.

Orthotrichum pallens ist einer der selteneren Vertreter der Gattung in Luxemburg. Das obligat epiphytische Moos wächst z.B. im Minettgebiet an luftfeuchten Stellen in Weiden-Pioniergehölzen. Im Enneschte Bësch wurde es einmal es im Eichen-Stangenholz-Bestand gefunden.

Orthotrichum pulchellum ist ebenfalls ein obligater Epiphyt. Das atlantisch verbreitete Moos ist in Luxemburg in Ausbreitung und möglicherweise Indikator für sich verändernde Klimabedingungen.

Mehrfach wurde es in den Eichen-Stangenholzbeständen nachgewiesen.

Orthotrichum speciosum, ist wie o.g. Art obligat epiphytisch und ein Luftfeuchtezeiger. Es wurde ebenfalls mehrfach im Eichen-Stangenholzbestand nachgewiesen.

Orthotrichum stramineum ist im Gegensatz zu den meisten epiphytischen Orthotrichum Arten eine Waldart. Typischer Wuchsort ist meist die in Zersetzung begriffene Borke alter Buchen. Im Naturwaldreservat wurden nur wenige Nachweise im epiphytenreichen Eichen-Stangenholz an Jungeichen beobachtet. Das Moos ist ein obligater Epiphyt.

Auch ***Orthotrichum striatum*** ist in den Stangenholzbeständen ziemlich häufig. Die Polster sind zum Teil sehr üppig und vital, was auf die allgemein verbesserten lufthygienischen Bedingungen zurückgeführt wird. Noch vor fünfzehn Jahren waren solche vitalen Polster in Luxemburg nur sehr selten zu beobachten.

Orthotrichum tenellum ist einer der kleinsten einheimischen Vertreter der Gattung *Orthotrichum* und ebenfalls keine eigentliche Waldart. Typische Wuchsorte sind halbschattige Standorte in sehr luftfeuchten Lagen. Im NWR wurde das Moos an ca. zehn Stellen im Stangenholzbestand gefunden.

Ulota bruchii wächst auf schwach saurer, aber nicht zu nährstoffarmer Borke luftfeuchter Standorte. An Buchen werden glattrindige Stellen bevorzugt. Die Art ist obligater Epiphyt und eines der im Naturwaldreservat häufigsten obligat epiphytisch wachsenden Moose. In den letzten beiden Jahrzehnten hat sich die Art aufgrund zurückgehender Luftverschmutzung deutlich ausgebreitet.

Ulota crispa wurde nur vereinzelt epiphytisch an Buche und Esche gefunden. Die Art ist obligater Epiphyt. Die Art steht luftfeuchter als *U. crispa*. Sterile *Ulota*-Funde wurden immer *U. bruchii* zugeschlagen.

Zygodon rupestris wächst im Naturwaldreservat epiphytisch an Eichen, Feldahorn und Pappeln. Das basiphile sciophytische Moos bevorzugt nebelhäufige Lagen. Im Gebiet mit dem Moos vergesellschaftete Arten sind *Leucodon sciruoides* und *Homalothecium sericeum*.

Climacium dendroides ist ein Sumpfmoss nicht allzu nährstoffarmer, oft basenreicher, offener bis halbschattiger Standorte. Es wurde zweimal am ständig wasserführenden Graben im mittleren Teil des Untersuchungsgebietes in mehreren Quadratdezimeter großen Reinbeständen gefunden. In den Nasswiesen nördlich des Naturwaldreservates, wo man das Moos eher vermutet hätte, konnte die Art nicht gefunden werden.

Das basiphytische ***Leucodon sciuroides*** gilt als sehr immissionsempfindlich und trockenheitsertragend. Die epiphytischen Vorkommen in Luxemburg sind meist auf luftfeuchte Lagen in Streuobstwiesen und an Alleebäumen gebunden. In lichtreichen Wäldern kann die Luftfeuchte durch die Bodenfeuchte kompensiert werden. Hier werden meist Bäume mit grobrissiger Borke besiedelt. So auch im Untersuchungsgebiet, wo das Moos nur an Feldahorn und Eichen nachgewiesen wurde.

Cryphaea heteromalla war noch vor 20 Jahren in Luxemburg ein sehr seltenes Moos. Die submediterran-subatlantische, obligat ephytische Art dürfte mittlerweile in allen Naturräumen Luxemburgs ziemlich verbreitet sein. Die Art bevorzugt luftfeuchte offene bis halbschattige Lagen. Auch Vorkommen in geschlossenen Wäldern häufen sich in letzter Zeit und waren früher selten. Die Art wurde mehrfach im Eichen-Stangenholzbestand und im Pappelbestand im Norden gefunden.

Neckera complanata wächst im Großherzogtum an luftfeuchten, meist aber substrattrockenen, beschatteten, basischen Felsen und epiphytisch an Waldbäumen mit basischer Borke. Bei der Rasterkartierung wurde die nur wenige Male an Eichen und Feldahorn nachgewiesen.

Neckera pumila ist ein obligat epiphytisches Moos naturnaher, luftfeuchter Wälder. Pflanzen mit Sporogonen sind generell äußerst selten zu beobachten, weshalb Verwechslungen mit der in Luxemburg noch nicht nachgewiesenen und in weiten Teilen Mitteleuropas infolge der Luftverschmutzung ausgestorbenen Schwesternart *Neckera pennata* prinzipiell möglich sind. Die größten Vorkommen von *Neckera pumila* in Luxemburg liegen in den Buchenwäldern des Minette-Gebietes, von wo aus die Art in die nördlich davon gelegenen feuchten Eichen-Hainbuchenwälder ausschweift.

Homalia trichomanoides wächst ähnlich wie *Neckera complanata*, benötigt aber eine hohe Basen- bzw. Nährstoffversorgung, weshalb auch gerne anthropogene Sekundärstandorte besiedelt werden. Im Untersuchungsgebiet wächst das Moos häufig an der Stammbasis von Buchen und Eichen.

Leskea polycarpa bildet mit *Tortula latifolia* reiche Vorkommen an sedimentimprägnierter Borke von Uferbäumen, z.B. der Alzette. An sehr nährstoffreicher Borke werden auch Bäume außerhalb der Flussauen besiedelt. Im Naturwaldreservat wurde das Moos ganz sporadisch an Weiden gefunden.

Thamnobryum alopecurum ist ein feuchtheitsliebendes und schattenliebendes, basiphytisches Moos, das in Luxemburg seine größten Bestände auf Blöcken und Felsen zwischen Mittel- und Hochwasserlinie von rasch fließenden Waldbächen der Seitentäler der Mosel und in der Kleinen Luxemburgischen Schweiz hat. Es wächst im Naturwaldreservat wegen der ausreichenden Substratfeuchte bisweilen auch in den bewaldeten Talmulden. Meist werden die Vorkommen von *Plagiochila asplenoides* begleitet.

Anomodon viticulosus ist ein trockenheitsertragendes Gesteinsmoos basen- bzw. kalkreicher schattiger Standorte. In Kalkgebieten besiedelt die Art bisweilen auch die vom Kalkstaub imprägnierte Borke von Bäumen mit grobstrukturierter Rinde. Im Naturwaldreservat wurde das Moos nur einmal an einem alten Feldahorn gefunden, wo es zusammen mit *Porella platyphylla*, welches ähnliche ökologische Ansprüche hat, den Stamm auf seiner ganzen Fläche bewächst.

Das kalkliebende ***Cratoneuron filicinum*** wächst im Bereich des Naturwaldreservates meist zusammen mit *Pellia endiviifolia* an kalkgeschotterten Wegen und an Betonrohren.

Amblystegium serpens besiedelt alle reicheren Standorte. Im Naturwaldreservat wächst es sporadisch an nährstoffreicher Borke.

Amblystegium riparium ist ein nährstoffliebendes, hygrophytisches Moos. Es wächst im Naturwaldreservat im Bereich einer Mardelle teils submers, teils trocken gefallen über Schlamm und morschem Holz.

Drepanocladus aduncus ist ebenfalls eine hygrophytische, wohl aber weniger belastungs-tolerantere Art wie das vorhergehende, verwandtlich nahe stehende *A. riparium*. Es wurde an zwei Mardellen gefunden.

Isothecium alopecuroides ist ein Moos schwach saurer bis mäßig basischer gut nährstoffversorgter Standorte über Gestein und Baumbasen in Wäl-dern. Auch morsches Holz wird besiedelt. Die Art ist im Naturwaldreservat häufig.

Isothecium myosuroides ist ein azidophytisches, streng skiophytisches, etwas nährstoffliebendes Moos meist naturnaher Wälder. Im Naturwaldreser-vat wächst es nur wenige male im unteren Stamm-bereich von Buchen und Eichen gefunden.

Homalothecium sericeum ist eine nährstofflie-bende in Luxemburg häufige Moosart, die auf trockenen, harten, neutralen bis stark basischen Substraten, auf Borke, natürlichem oder künstli-chem Gestein (Beton) wächst. In der NWR wurde es epiphytisch hauptsächlich an Eichen im middle-ren Stammbereich gefunden.

Homalothecium lutescens wächst im Naturwaldreservat an Jungeichen im Eichen-Stangenholzbestand.

Brachythecium glareosum hat seinen Schwer-punktvorkommen in Luxemburg im Kalkgebiet der Mosel und im Bereich der Kleinen Luxemburger Schweiz über kalkhaltigem Sandstein wo steinige Böschungen und Gerölle in luftfeuchten Wäldern werden gerne besiedelt werden. Das Moos wurde im NWR überraschend einmal über feuchtem Lehm-boden im Rahmen der Rasterkartierung nachwiesen.

Brachythecium populeum ist ein häufiges, pionierfreudiges, aber nicht sehr konkurrenzkräf-tiges Gesteins- und Borkenmoos, das im NWR nur selten an Borke gefunden wurde.

Brachythecium rivulare ist als feuchtigkeits- und nährstoffliebendes Moos vor allem an Fließgewäs-sern anzutreffen, besiedelt aber auch Feuchtwie-sen und Bruchwälder. Im Untersuchungsgebiet kommt es sporadisch in den feuchtesten Talsen-ken vor. Da infolge der Ähnlichkeit mit Formen des im Naturwaldreservat sehr häufigen *Brachythecium rutabulum* eine Verwechselungsmöglichkeit mit

dieser Art besteht, ist *Brachythecium rivulare* mögli-cherweise unterkartiert.

Brachythecium rutabulum ist eines der häufigs-ten Moose in Luxemburg. Der Ubiquist besiedelt im Naturwaldreservat alle Substrate.

Brachythecium salebrosum ist in Luxemburg weit verbreitet und besiedelt Borke, morsches Holz und Sandsteinfelsen. Im Untersuchungsgebiet wurde das Moos im Rahmen der Rasterkartierung mehrfach an morschem Holz gefunden.

Brachythecium velutinum wächst im Natur-waldreservat an ausgehagerten Erdstellen und an saurer Buchenborke.

Scleropodium purum wächst im Naturwald-reservat ziemlich selten im Bereich feuchter nähr-stoffreicher Bodenstandorte in den Eschen- und Eichen-Stangenholzbeständen.

Cirriphyllum piliferum wächst im Naturwald-reservat an basen- bis nährstoffreichen frischen Eichen-Hainbuchenwald Standorten häufig zusam-men mit *Euchrhynchium striatum* und *Plagiomnium undulatum*.

Rhynchostegium confertum besiedelt im Natur-waldreservat ausschließlich Beton.

Rhynchostegium murale wächst im Naturwald-reservat nur an Betonrohren und Betoneinfas-sungen der Gräben.

Rhynchostegium riparioides ist ein Wassermoos nährstoffreicher Gewässer und sehr belastungs-tolerant. Es wurde einmal an einem Steinbrocken im Bett des ständig wasserführenden Grabens im Westen des Naturwaldreservates gefunden. An dem Steinbrocken wuchs außerdem noch *Didimodon sinuosus*.

Eurhynchium praelongum ist ein häufiges Wald-bodenmoos neutraler bis saurer Standorte. Es ist eines der häufigsten Moose des Naturwaldreser-vates und bewächst auch die unteren Stammbe-reiche der Bäume und morsches Holz.

Eurhynchium schleicheri wächst meist auf frischem, offenem, basenreichem und lehmigem Waldboden. Entsprechend werden im Naturwald-reservat vor allem die bodenfeuchteren Standorte

besiedelt, wo es in Konkurrenz zu stärker wüch-sigen anderen Arten, insbesondere *Eurhynchium striatum* steht.

Eurhynchium hians wurde im Naturwaldreservat nur an wenigen Stellen über feuchtem Lehm-boden und über morschem Holz gefunden.

Eurhynchium striatum ist ein subatlantisches, nährstoffliebendes Waldbodenmoos meist boden-feuchter Standorte. Es ist im Naturwaldreservat ziemlich häufig und wächst gerne zusammen mit *Plagiomnium undulatum*.

Plagiothecium curvifolium besiedelt im Natur-waldreservat versauertes Borkenmilieu im unteren Stammbereich von Buchen. Das Moos ist im Natur-waldreservat selten.

Plagiothecium nemorale wächst im Naturwald-reservat in kleinen Polstern nur im unteren Stamm-bereich von Buchen und Eichen, wo es auf die leichte Versauerung der Borke hinweist. Das Moos ist ziemlich häufig.

Pseudotaxiphyllum elegans ist ein säurelie-bendes Moos, das im Naturwaldreservat nur einmal an einer ausgehagerten, stark beschatteten Böschung an einem Graben im westlichen Teil nachgewiesen werden konnte.

Pylaisia polyantha kommt im Naturwaldreservat schwachpunktmäßig am häufigsten an Eichenborke in den Eichen-Stangenholzbeständen vor.

Platygyrium repens kommt im Naturwaldreservat ziemlich häufig epiphytisch vor allem an Buchen. Daneben wächst es an morschem, aber nie an fortgeschritten zersetztem Holz.

Calliergonella cuspidata ist ein basenliebendes Moos feuchter bis wechsellasser meist offener Standorte. Im Gebiet kommt es nur am Waldweg im Westen und in den Feuchtwiesen im Norden vor.

Hypnum cupressiforme ist unser häufigstes Moos. Es besiedelt alle Substrate und ist sehr formenreich.

Rhytiadelphus squarrosus ist ein in Luxemburg sehr häufiges Grünlandmoos. Im Naturwaldre-servat wächst es auf einem vergrastem Waldweg zusammen mit *Calliergonella cupidata*.

Rhytiadelphus triquetrus ist ein basen- und nährstoffliebendes Waldbodenmoos nicht allzu trockener Standorte. Es wächst im Naturwaldreser-vat am Rande eines Fichtenforstes im Norden des Naturwaldreservates.

Hylocomium splendens ist ein immissions-empfindliches Moos magerer Böden mit großer pH- Amplitude. Im Bereich des Naturwaldreser-vates wurde es nur einmal im Bereich der Eichen-Stangenholzbestände nachgewiesen.

LEBERMOOSE

Marchantia polymorpha wächst im Bereich der Kahlschlagfläche im Norden des Naturwald-reservates.

Metzgeria furcata ist das häufigste Lebermoos des Naturwaldreservates. Es kommt im Gebiet nur epiphytisch vor.

Pellia endiviifolia wächst an kalkreichen Stellen zusammen mit *Cratoneuron filicinum* im zentralen Teil des Naturwaldreservates auf einem Waldweg.

Plagiochila asplenioides wächst innerhalb des Naturwaldreservates an basenreichen und sehr bodenfeuchten Stellen zwischen anderen Moosen.

Chiloscyphus polyanthos wächst in den Böschungen des Hauptgrabens an substratfeuch-tem Lehm und einmal an Stein im Wasser zusam-men mit *Rhynchostegium riparioides*.

Lophocolea bidentata wächst im Naturwaldre-servat immer nur in kleinen spärlich ausgebildeten Beständen zwischen anderen Moosen meist an etwas feuchteren Stellen.

Lophocolea heterophylla ist nach *Metzgeria furcata* das zweithäufigste Lebermoos des Natur-waldreservates. Es wächst an versauerten Stand-orten, vor allem an morschem Holz und an der oft versauerten Borke an der Stammbasis von Buchen und Eichen.

Radula complanata ist ein nährstoffliebendes Lebermoos meist luftfeuchter, schattiger Standorte. Es kommt im Naturwaldreservat nur epiphytisch vor.

Porella platyphylla ist trockenheitsertragend sowie kalk- bzw. basenliebend und an schattig-luftfeuchte Standorte gebunden. Es wurde einmal an Feldahorn zusammen mit *Anomodon viticulosus* gefunden.

Frullania dilatata ist trockenheitsertragend und etwas nährstoffliebend und kommt im Untersuchungsgebiet häufig epiphytisch an fast allen Laubbaumarten vor, vorausgesetzt die Standorte sind nicht zu schattig.

Nowellia curvifolia wächst in sehr luftfeuchten schattigen Lagen in Wäldern über morschem Holz. Im NWR wurde es einmal auf der Schnittfläche eines auf dem Boden liegenden Teilstückes eines Buchenstammes in der Nähe von Raster 19 gefunden.

6. Zusammenfassung

- Die Rasterkartierung der Moose ergab insgesamt 81 Arten bei einer mittleren Artenzahl von 8,8 Arten pro Raster. Insgesamt konnten im Naturwaldreservat Enneschte Bësch 106 Moosarten nachgewiesen werden. Alle nachgewiesenen Arten wurden mit einem ökologischen Steckbrief kommentiert
- Unter den zehn häufigsten Moosen befinden sich neben vier Arten, die im Gebiet nur epiphytisch vorkommen, drei Arten, die als typische Waldbodenmoose basischer bis neutraler, meist frischer Standorte, die für Eichen-Hainbuchenwäldern typisch sind, gelten.
- Die mittelhäufigen Vorkommen von *Neckera pumila* und *Leucodon sciurioides* kennzeichnen das Naturwaldreservat als naturnahes Waldgebiet.
- Anhand der Verbreitungsbilder von Arten und Artengruppen konnten u.a. folgende räumliche und ökologische Differenzierungen des Naturwaldreservates vorgenommen werden. Einige epiphytische Moose zeigen kleinklimatisch durch eine hohe Luftfeuchte gekennzeichnete Bereiche. Die Verbreitung azidophytischer epiphytischer Moose deutet auf immissionsökologisch stärker belastete Bereiche in Hanglagen und auf Kuppen des NWR hin. Das Verbreitungsbild basiphiler

Epiphyten markiert Bereiche mit dickstämmigen alten Eichen. Indirekt weist das Fehlen von Erdmoosen im südlichen Teil des NWR auf verminderte Bodenaktivität infolge eher trockener Standortbedingen hin. Andererseits werden durch eine Gruppe feuchteliebender terrestrischer Moose nasse Eichen-Hainbuchwald Standorte markiert etc.

- Die ökologischen Zeigerwerte der Moose wurden für die Parameter Reaktionszahl, Feuchtigkeit, Temperatur, Licht und Kontinentalität gemittelt. Durch eine Abstufung der jeweiligen Parameter in halbe Zeigerwertschritte konnten in allen Fällen räumlich-ökologische Differenzierungen vorgenommen werden, die entsprechend der gefundenen Skalenbreite des jeweiligen Parameters mehr oder weniger deutlich nuanciert ausfallen. Die größten Unterschiede wurden für den Parameter Reaktionszahl (Skalenbreite 3,6) und Temperatur (Skalenbreite 3) nachgewiesen. Aber auch bei geringeren Skalenbreiten (z.B. Parameter Kontinentalität mit Skalenbreite 2,5) wurden feine räumliche Differenzierungen möglich, die jeweils in Karten dargestellt sind. Sie erlauben z.B. die räumliche Abgrenzung von Buchen- und Eichen-Hainbuchenwald Beständen oder die Unterscheidung von eher trockeneren und feuchteren Eichen-Hainbuchenwald Beständen oder, im Falle des Zeigerwertes für Licht, die Abgrenzung von zweistufig aufgebauten Beständen von einstufig aufgebauten Beständen. Die Zeigerwertanalyse bildet die objektive Grundlage für spätere Wiederholungskartierungen oder Vergleiche mit anderen Naturwaldreservaten.
- Die Ergebnisse der Rasterkartierung wurden mit den Ergebnissen der Kartierung im NWR Laangmuer aus dem Jahr 2007 verglichen. Dabei konnten anhand des Arteninventars und der Häufigkeit von Arten deutliche Unterschiede zwischen den beiden Gebieten herausgestellt werden. Die deutlich niedrigeren Artenzahlen im Gebiet Enneschte Bësch sind im Fehlen von Gesteinsbiotopen zu suchen.
- Durch einen Vergleich der Zeigerwertanalyse beider Gebiete wurde die Verschiedenheit der Gebiete unterstrichen. Das Naturwaldreservat Enneschte Bësch ist im Vergleich zum Gebiet Laangmuer deutlich bodenfeuchter, basenreicher und auch besser durchlichtet.

- Die durchgeführte Arealtypenanalyse ermöglicht eine allgemeine klimaökologische Charakterisierung, die vor allem für spätere Vergleiche zwischen weiteren Erhebungen in anderen Naturwaldreservaten in Luxemburg interessant sein dürfte.
- Die gewonnenen Ergebnisse sind aufgrund der Reproduzierbarkeit der Rasterkartierung eine wertvolle Grundlage für spätere Wiederholungsuntersuchungen und können daher zukünftig über Umschichtungen in der Artenzusammensetzung und zu erwartende Verschiebungen in der Artenhäufigkeit der Moose, dazu beitragen helfen, ökosystemare Veränderungen in den Wäldern Luxemburgs objektiv zu dokumentieren.

7. Literatur

DÜLL, R., (1983): Distribution of the European and Macaronesian liverworts (Hepaticophytina). - Bryol. Beiträge 2: 1-115.

DÜLL, R., (1984): Distribution of the European and Macaronesian Mosses (Bryophytina). - Bryol. Beiträge 4: 1-114.

DÜLL, R., (1985): Distribution of the European and Macaronesian Mosses (Bryophytina). - Bryol. Beiträge 5: 110-232

DÜLL, R., (1992): Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. in: Ellenberg, H. et al.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, 2te Auflage.

ELLENBERG, H. ET AL., (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, 2te Auflage.

MANZKE, W. (2008): pH-Wert an der Rindenoberfläche und Substratpräferenz epiphytischer Moose in alten Eichen-Hainbuchen-Beständen der Kinzig-Aue (Untermainebene, Hessen) Archive for Bryology 30: 25 p

TOBES R., WEVELL VON KRÜGER A. & BROCKAMP U. (2008): Naturwaldbericht 2008, Resultate der Waldstrukturaufnahme - Enneschte Bësch, Forstverwaltung Luxemburg, 69 S.

WERNER, J., (2003): Liste rouge des bryophytes du Luxembourg. Mesures de conservation et perspectives. Ferrantia, Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle 35, 71 pp.

8. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

8.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Artenzahlen der Gesamttraster227

Abbildung 2: Verbreitung von *Orthotrichum lyellii*, *Ulota cispa*, *Radula complanata* und *Neckera pumila*228

Abbildung 3: Verbreitung von *Mnium hornum*, *Dicranum tauricum* und *Dicranum montanum*229

Abbildung 4: Verbreitung von *Neckera complanata*, *Leucodon sciurioides* und *Homalothecium sericeum*230

Abbildung 5: Verbreitung von *Atrichum undulatum* und *Fissidens taxifolius*231

Abbildung 6: Verbreitung von *Plagiochila asplenioides*, *Thuidium tamariscinum* und *Plagiomnium undulatum*232

Abbildung 7: Verteilung der Zeigerwerte für die Reaktionszahl233

Abbildung 8: Verteilung der Zeigerwerte für die Lichtzahl234

Abbildung 9: Verteilung der Zeigerwerte für die Feuchtezahl235

Abbildung 10: Verteilung der Zeigerwerte für die Kontinentalitätszahl236

Abbildung 11: Verteilung der Zeigerwerte für die Temperaturzahl237

Abbildung 12: pH-Präferenzen einiger (mit Ausnahme von *P. latebricola*) auch im Naturwaldreservat nachgewiesener epiphytischer Moose. Quelle: MANZKE (2008)239

Abbildung 13: Prozentuale Verteilung der Arealtypen aller im Gebiet nachgewiesenen Arten240

Abbildung 14: Rangdifferenzen der 15 häufigsten Arten der beiden Naturwaldreservate242

Abbildung 15: Vergleich der prozentualen Rasterhäufigkeiten für den Zeigerwert „Feuchtigkeit“ in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer ...243

Abbildung 16: Vergleich der prozentualen Rasterhäufigkeiten für den Zeigerwert „Reaktionszahl“ in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer ...243

Abbildung 17: Vergleich der prozentualen Rasterhäufigkeiten für den Zeigerwert „Licht“ in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer ...244

Abbildung 18: Vergleich der prozentualen Rasterhäufigkeiten für den Zeigerwert „Temperatur“ in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer ...244

Abbildung 19: Vergleich der prozentualen Rasterhäufigkeiten für den Zeigerwert „Kontinentalität“ in den Naturwaldreservaten Enneschte Bësch und Laangmuer ...245

8.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Rasterfrequenz der Arten der Rasterkartierung225

Tabelle 2: Außerhalb der Rasterkartierung nachgewiesene Arten240

Tabelle 3: Arealtypenverteilung nach Gesamtgebiet und Rasterkartierung (in %)240

Tabelle 4: Basisdaten der beiden Naturwaldreservate im Vergleich241

Die Flechten (Lichenes) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ (2009)

Marion EICHLER, Rainer CEZANNE



1. Einleitung

Flechten sind „Doppelorganismen“ aus zumindest einer Algenart und einem für die jeweilige „Flechtenart“ spezifischen Pilz, die in einer wechselseitigen Beziehung (Symbiose) miteinander leben. Aufgrund dieser hochspezialisierten Lebensweise vermögen Flechten selbst extreme Lebensräume zu besiedeln. Der zwischen den Lebenspartnern bestehende Gleichgewichtszustand ist aber auch sehr störungsanfällig bis hin zum völligen Zusammenbruch der Lebensgemeinschaft. Aus diesem Grund reagieren Flechten sehr empfindlich auf Veränderungen der Umweltbedingungen. Seit langem bekannt ist beispielsweise ihre Empfindlichkeit gegenüber Luftschadstoffen, weshalb Flechten immer wieder als Bioindikatoren der Luftgüte eingesetzt wurden. Weitere Gründe für ihre Eignung als Indikatoren für Veränderungen der Umwelt sind ihr langsames Wachstum und ihre Langlebigkeit.

Aufgrund ihrer guten Indikatoreigenschaften wird die Artengruppe der Flechten im Rahmen von wissenschaftlichen Begleituntersuchungen in Luxemburger Naturwaldreservaten untersucht. Die Dokumentation des Zustands der Waldbestände zum Zeitpunkt der Aufgabe der forstlichen Nutzung als Grundlage für eine Beobachtung der Entwicklung der Bestände unter natürlichen Bedingungen („Monitoring“) ist ein wesentlicher Bestandteil des Naturwaldreservatprogramms des Großherzogtums Luxemburg. In diesem Zusammenhang wurde die Bürogemeinschaft Angewandte Ökologie (Darmstadt) im Februar 2009 mit der flechtenkundlichen Erfassung des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ beauftragt.

2. Material und Methoden

Anlässlich mehrerer orientierender Begehungen des Gebietes wurden im März und April 2009 die flechtenrelevanten Substrate und Wuchsorte erfasst und die dort wachsenden Flechtenarten einschließlich der von ihnen besiedelten Substrate notiert. Ziel war es, eine möglichst vollständige Artenliste des Naturwaldreservates zu erhalten.

Es wurden insgesamt 23 von Flechten besiedelte Substrate unterschieden. Dabei handelt es sich um die Rinde bzw. Borke von 26 Baum- und Straucharten. Die zu einer Gattung gehörigen Arten wurden bei den Betrachtungen überwiegend zusammengefasst, so dass für 20 Gehölzsubstrate eigene Listen geführt wurden; zusätzlich wurde zwischen liegendem und stehendem Totholz sowie am Boden liegenden Steinen differenziert.

Gut zu untersuchen ist der epiphytische Bewuchs der Bäume und Sträucher bis in eine Höhe von 2 Meter. Der Flechtenbewuchs an den weiter oben gelegenen Ästen und Stammabschnitten und der Kronenbereich der Waldbäume kann dagegen weder standardisiert noch vollständig erfasst werden. Nach Sturm-, Gewitter- oder Schneebruchereignissen ergibt es sich jedoch, dass Flechten am Boden liegen. Im Gebiet des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ wurden außerdem einige während des Frühjahrs frisch umgestürzte Bäume angetroffen, so dass ein Blick in die Flechtenvegetation des Kronenbereiches möglich war.

Wann immer möglich wurde liegendes oder stehendes Totholz auf Flechtenbewuchs untersucht. Dabei wurde der jeweilige Zersetzungsgrad nach ALBRECHT (1990) unterschieden:

Z° 1	frisch tot
Z° 2	beginnende Zersetzung
Z° 3	fortgeschrittene Zersetzung
Z° 4	stark zersetzt, vermodert,

wobei der Zersetzungsgrad „Z° 4“ in keinem Fall dokumentiert wurde.

In wenigen, im Gelände nicht zu klärenden Fällen wurden Proben zur Überprüfung aus dem Gebiet entnommen. Die Bestimmung der Belege erfolgte im Labor mittels der gängigen Literatur und unter Verwendung von Mikroskop, Binokular und Chemikalien (Tüpfelreaktionen). Für einige kritische Belege war eine Analyse der Inhaltsstoffe

mittels TLC (thin layer chromatography – Dünnschichtchromatographie) erforderlich. Sämtliche auf ihre Inhaltsstoffe überprüften Proben sowie die besonders seltenen und kritischen Arten, die auch für eventuelle spätere Recherchen von Bedeutung sein könnten, wurden etikettiert und in Papierkapseln herbarisiert. Die Belege wurden an Dr. Paul Diederich (Luxemburg) übergeben, der diese Proben dankenswerterweise auch noch einmal kritisch überprüft hat.

An dieser Stelle möchten wir auch Dr. Christian Printzen (Frankfurt) herzlich für seine fachliche Unterstützung bei der Bestimmung einzelner Belege und Dr. Birgit Kanz (Frankfurt) für die Durchführung der TLC danken.

Für ein mögliches zukünftiges Monitoring der Entwicklung der Flechtenvegetation des Naturwaldreservates war es nötig, die Flechtenvegetation auch an bestimmten als Daueruntersuchungsflächen nutzbaren, wieder auffindbaren Standorten zu erfassen. Hierzu wurde das bereits bestehende Netz an forstlichen Stichprobenkreisen genutzt (siehe Kapitel: WSA im Überblick). Insgesamt wurden 54 Stichprobenkreise à 0,1 ha untersucht.

Innerhalb der Stichprobenkreise wurden von Anfang April bis Mitte Juli 2009 folgende Erfassungsmethoden angewendet:

- Erstellen einer Gesamtartenliste je Probekreis mit Angabe der besiedelten Substrate
- Standardisierte Erfassung von ein oder zwei Monitoringbäumen. Innerhalb der Eichen-Hainbuchenwälder wurden in den Stichprobenkreisen jeweils eine Eiche und eine Hainbuche ausgewählt, während in den Rotbuchenwäldern je eine Buche als Monitoringbaum fungierte. Die ausgewählten Bäume wurden in den forstlichen Aufnahmen gekennzeichnet; daher konnte auf eine dauerhafte Vermarkung der untersuchten Bäume verzichtet werden.

Insgesamt wurden 90 Monitoringbäume untersucht (20 Buchen, 38 Eichen und 32 Hainbuchen). Es wurden nur solche Bäume ausgewählt, deren Stammumfang mindestens 100 cm betrug. In einem Probekreis (Nr. 16) lies sich kein für eine vergleichende Untersuchung geeigneter Baum finden. Für die Erfassung der Flechtenvegetation jedes einzelnen Monitoringbaumes eines Stichprobenkreises wurden folgende Verfahren angewendet:

- Erstellung einer Gesamtartenliste der an dem ohne Hilfsmittel einsehbaren Stammabschnitt (bis 2 m Höhe) vorkommenden Flechten und flechtenbewohnenden Pilze.
- Ermittlung der Frequenz (= Anzahl der besiedelten Gitterteillflächen) sämtlicher Flechtenarten mittels eines Frequenzrahmens in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3957 (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE 2005) in einer Höhe zwischen 1,0 m und 1,5 m am Stamm, und dies für vier Stamm-Expositionen (Haupthimmelsrichtungen, jeweils in Nord-, Ost-, Süd- und West-Exposition). Das Aufnahmegeritter ist 50 cm x 20 cm groß (Länge x Breite) und besteht aus 10 je ein Quadratdezimeter großen Teilflächen.
- Fotodokumentation der Gitteraufnahmen.
- Ermittlung des Stammumfangs (daraus errechnet der Brusthöhendurchmesser = BHD) und der Stammneigung einschließlich Exposition des Baumes.

Foto 1

Aufnahmegeritter am Stamm einer Hainbuche, Stichprobenkreis 32, Nord-Exposition; 08.04.2009



Neben der standardisierten Erfassung der Monitoringbäume wurden insgesamt sieben zusätzliche Sonderstandorte auf ihren Flechtenbewuchs untersucht. Ziel dieser Untersuchung war es, Informationen über den Bewuchs an solchen Objekten eines Waldes zu erhalten, die in den forstlichen Probekreisen allenfalls zufällig vertreten sind. Hierzu zählen alte Bäume, Totbäume und stehendes Totholz. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich nicht standardisiert auswerten, sondern dienen vor allem als Basis für zukünftige vergleichende Untersuchungen.

3. Ergebnisse

3.1 | Ergebnisse der flechtenfloristischen Untersuchungen

Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ wurden insgesamt 159 Taxa nachgewiesen; neben den 141 Flechten (lichenisierte Pilze – einschließlich eines fakultativ lichenisierten Pilzes) befinden sich darunter auch 17 flechtenbewohnende (lichenicole) Pilze, sowie ein nicht lichenisierter, traditionell von den Flechtenkundlern mitbearbeiteter Pilz.

3.1.1 Wuchsformen der Flechten

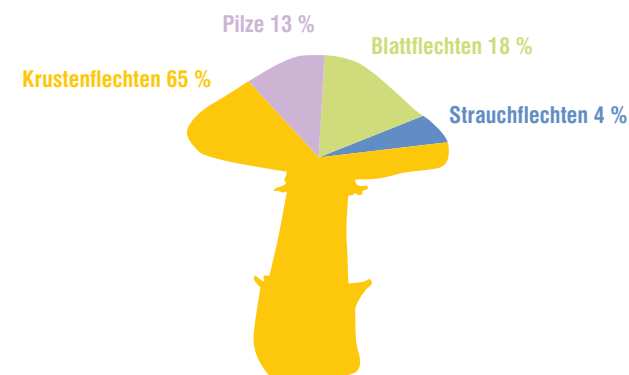
Flechten lassen sich hinsichtlich ihrer Wuchsform in drei Gruppen einteilen

- Blattflechten
- Strauchflechten
- Krustenflechten

wobei die Krustenflechten die artenreichste Gruppe darstellen. Eine Sonderstellung nehmen die flechtenbewohnenden Pilze ein.

Abbildung 1

Verteilung der Wuchsformen im NWR „Enneschte Bësch“



3.1.2 Von Flechten besiedelte Substrate

Die überwiegende Zahl aller Arten (84 %) wurde epiphytisch am Stamm oder auf Ästen von Bäumen und Sträuchern angetroffen. Ein weiteres wichtiges Flechtensubstrat ist das Totholz. Epixyl wachsend wurden auf liegendem Totholz fast doppelt so viele Arten registriert wurden wie an stehendem. Steine spielen im Gebiet natürlicherweise überhaupt keine Rolle; entsprechend wurde auch nur eine auf Stein (epilithisch) wachsende Art gefunden. Auf dem Waldboden wachsend (epigäisch) wurden keinerlei Flechtenarten beobachtet, was wohl im Mangel an nährstoffarmen Bodensubstraten und dem Fehlen von langfristig offenen Böden begründet ist. Einige Arten sind nicht streng an einen Substrattyp gebunden, so dass in **Abbildung 2** Mehrfachzählungen möglich sind.

Foto 2

Chrysothrix candelaris (Leuchter-Schwefelflechte); 08.04.2009

**Abbildung 2**

Vorkommen der Flechtenarten auf verschiedenen Substrattypen

Anzahl der Arten

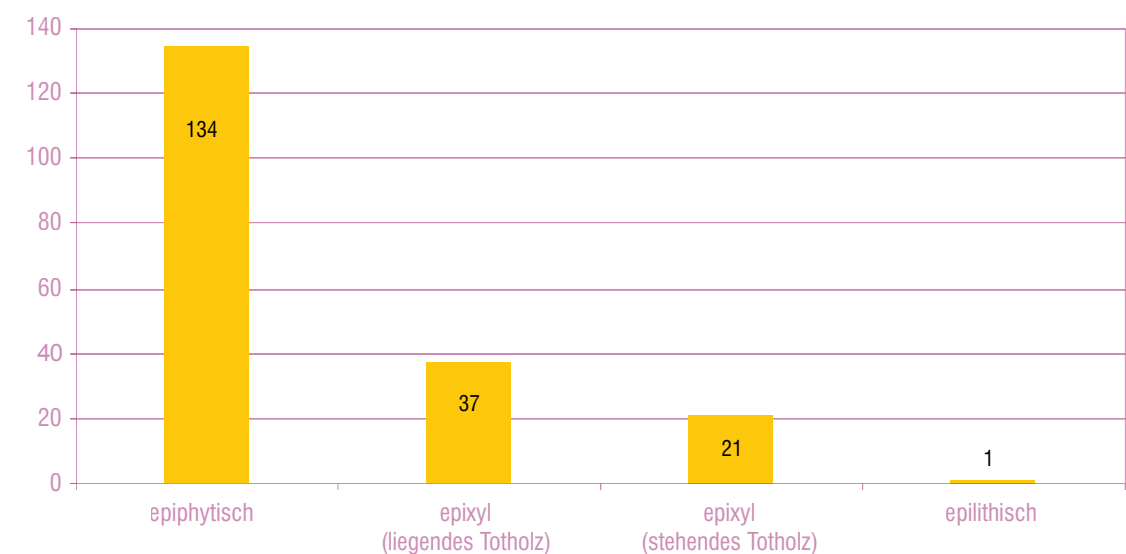
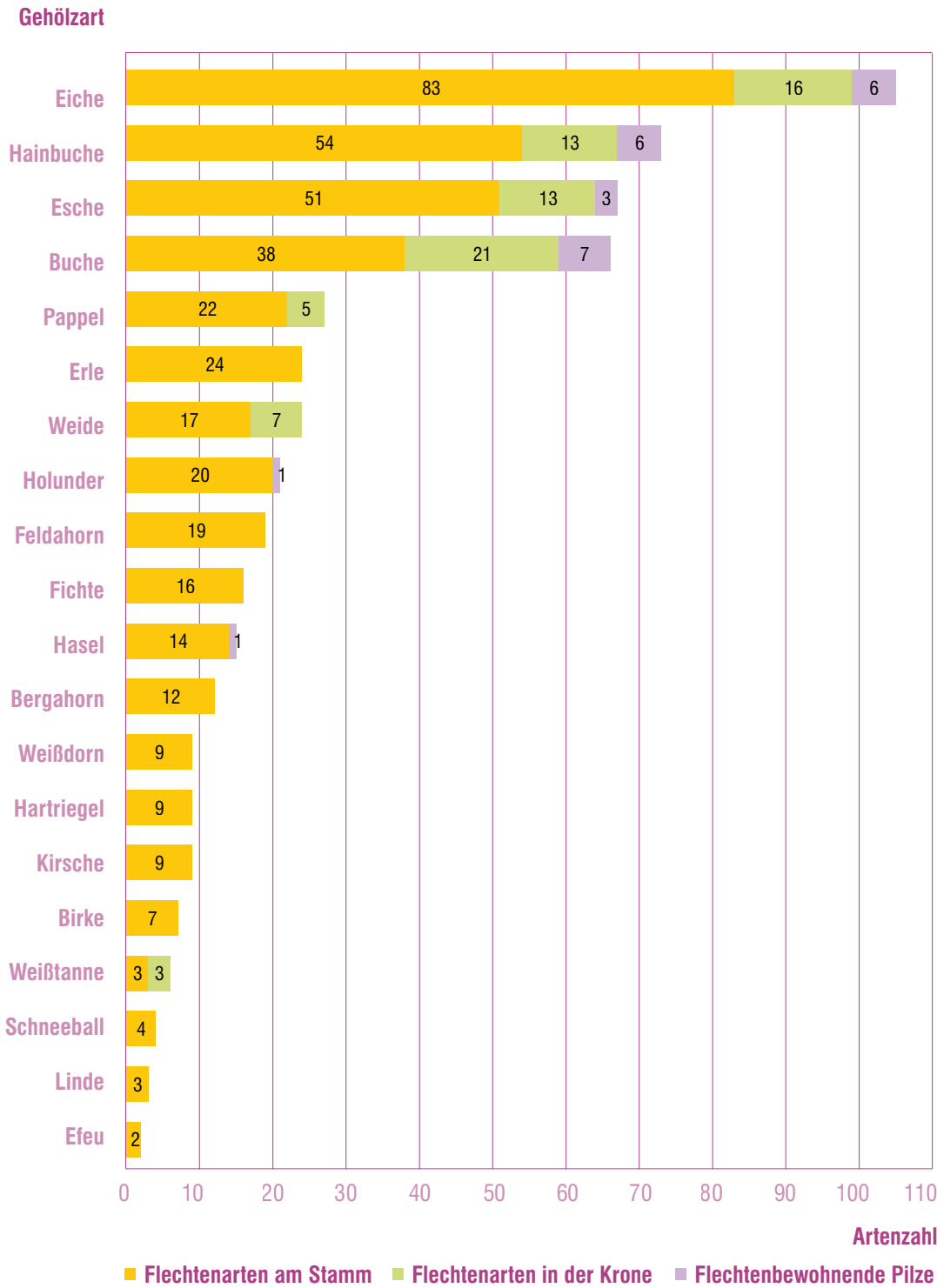


Abbildung 3
Anzahl der Arten an den verschiedenen Gehölzarten des NWR „Enneschte Bësch“



Eichen (*Quercus* spp.) sind in den Wäldern des Naturwaldreservates regelmäßig vertreten und wurden in fast allen Stichprobenkreisen notiert. Die Eichen sind im Wesentlichen Relikte der ehemaligen Mittelwaldwirtschaft. Mit 99 Flechtenarten haben die Eichen den artenreichsten Bewuchs im Naturwaldreservat. Zahlreiche Arten sind essentiell

auf Eichen als Substrat angewiesen. Die hohe Bedeutung der Eichen für die Biodiversität der Flechtenflora bestätigt auch die vorliegende Untersuchung. Es wurden nicht nur 15 Arten ausschließlich an Eiche nachgewiesen, sondern unter den an Eichen wachsenden Arten finden sich viele seltene bzw. für Luxemburg bemerkenswerte Arten.

Tabelle 1
Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Eiche im NWR „Enneschte Bësch“

Bemerkenswerte Arten an Eiche	Deutscher Name	Häufigkeit in Lorraine*
Arthonia ruana	Gewöhnliche Fleckflechte	RR
Bacidia biatorina	Kelch-Stäbchenflechte	RR
Calicium adpersum	Sitzende Kelchflechte	AR
Chaenotheca stemonea	Fädige Stecknadelflechte	RR
Cyrtidula quercus	Flechtenähnlicher Pilz	neu Luxemburg
Hyperphyscia adglutinata	Anliegende Schwielenflechte	RR
Melanohalea exasperata	Rauhe Schüsselflechte	R
Melaspilea proximella	Flechtenähnlicher Pilz	(neu Luxemburg)
Ochrolechia androgyna s.l.	Zwittrige Bleiflechte	AR
Peltigera polydactylon	Vielfingerige Schildflechte	RR
Schismatomma decolorans	Verfärbte Spaltaugenflechte	AR
Strangospora moriformis	Maulbeer-Rundsporflechte	RR

*Zur Bedeutung der Häufigkeitskürzel vergleiche Kapitel 7

Foto 3
Pertusaria hemisphaerica (Halbkugelige Porenflechte);
16.04.2009



Die **Hainbuche** (*Carpinus betulus*) weist nach der Eiche die größte Zahl an Flechtenarten auf und hat im Naturwaldreservat ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Eichen-Hainbuchenwäldern im Norden; hier ist sie zusammen mit der Eiche bestandsprägend. Es wurden 67 Flechtenarten an Hainbuche nachgewiesen. Der Flechtenbewuchs der Stämme ist durch das Vorkommen von Krustenflechten glatter Rinden (pflanzensoziologischer Verband Graphidion) gekennzeichnet. Die bekannteste Art dieser Gruppe ist die Schriftflechte (*Graphis scripta*), dazu gehören aber z.B. auch mehrere Arten der Gattungen *Lecanora*, *Opegrapha* und *Pertusaria*. Die Lager der verschiedenen Krustenflechtenarten bilden dabei mosaikartig abgegrenzte Muster. Eine der an Hainbuchen festgestellten Arten war bislang für Luxemburg noch nicht bekannt.

Foto 4

Hainbuche mit artenreichem Bewuchs, rechts *Graphis scripta* (Gew. Schriftflechte); 15.07.2009



Tabelle 2 Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Hainbuche im NWR „Enneschte Bäsch“

Bemerkenswerte Arten an Hainbuche	Deutscher Name	Häufigkeit in Lorraine
Lecanora albella	Weißliche Kuchenflechte	R
Pyrenula nitida	Glänzende Kernflechte	AR
Lecanora sambuci	Holunder-Kuchenflechte	RRR
Lecania croatica	Kroatische Lecanie	neu Luxemburg
Arthonia ruana	Gewöhnliche Fleckflechte	RR

Foto 5

Opegrapha atra (Schwarze Zeichenflechte); 06.04.2009



Die **Esche** (*Fraxinus excelsior*) kommt im Untersuchungsgebiet nur in 16 der 54 Probekreise vor. Ältere Exemplare sind zudem lediglich im mittleren Teil zu finden. Dennoch ist sie zu den Hauptbaumarten des Eichen-Hainbuchenwaldes zu zählen und steht bezüglich ihres Flechtenarteninventars an dritter Stelle. Insgesamt wurden am Stamm von Esche 51 Flechtenarten nachgewiesen, zuzüglich 13 ausschließlich an Ästen im Kronenbereich beobachtete Arten. Herausragend ist das Vorkommen von zehn bemerkenswerten Flechtenarten, darunter auch vier in der Region Lorraine bzw. Luxemburg bisher nur sehr selten oder überhaupt noch nicht beobachtete Arten.

Tabelle 3 Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Esche im NWR „Enneschte Bäsch“

Bemerkenswerte Arten an Esche	Deutscher Name	Häufigkeit in Lorraine
Arthopyrenia salicis	Fakultativ lichenisierter Pilz	neu Luxemburg
Bacidia arceutina	Wacholder-Stäbchenflechte	RRR
Bacidina chlorotica	Blassgrüne Stäbchenflechte	RR
Caloplaca cerinella	Kleiner Wachs-Schönfleck	RR
Chaenotheca brachypoda	Schwefelgelbe Stecknadelflechte	neu Lorraine
Chaenotheca chlorella	Grüngelbe Stecknadelflechte	neu Luxemburg
Lecania croatica	Kroatische Lecanie	neu Luxemburg
Lecidella scabra	Rauhe Schwarznappflechte	AR
Physcia leptalea	Bewimperte Schwielenflechte	RRR
Strangospora pinicola	Föhren-Rundsporflechte	RR

Die **Buche** (*Fagus sylvatica*) ist die am weitesten verbreitete Baumart des Gebietes; bestandsbildend ist sie in den Perlgras-Buchenwäldern im Südteil. Sie wird im Gebiet von 59 Flechtenarten besiedelt. 38 Flechtenarten wurden am Stamm (soweit einsehbar) beobachtet, während 21 Arten ausschließlich im Kronenbereich wachsend nachgewiesen wurden.

Der **Trauben-Holunder** (*Sambucus racemosa*) – eine Strauchart der Vorwälder – ist im Gebiet nur vereinzelt anzutreffen. Er weist ebenso wie der gelegentlich an den Wegrändern vorkommende Schwarze Holunder (*Sambucus nigra*) eine weiche, basenreiche Borke auf. Der Flechtenbewuchs bei der Holunderarten wurde nicht getrennt erfasst.

Tabelle 4 Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Buche im NWR „Enneschte Bäsch“

Bemerkenswerte Arten an Buche	Deutscher Name	Häufigkeit in Lorraine
Lecanora sambuci	Holunder-Kuchenflechte	RRR
Opegrapha niveoatra	Schwarzweiße Zeichenflechte	R
Piccolia ochrophora	Zimtflechte	RR
Scoliciosporum gallurae	Gallurische Krummsporflechte	neu Lorraine

Tabelle 5 Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Holunder im NWR „Enneschte Bäsch“

Bemerkenswerte und ausschließlich an Holunder vorkommende Arten	Deutscher Name	Häufigkeit in Lorraine
Piccolia ochrophora	Zimtflechte	RR
Ramonia interjecta	Mittlere Ramonie	(neu Luxemburg)

Es zeigte sich, dass die zwei von Flechten besiedelten Ahorn-Arten des Gebietes einen sehr unterschiedlichen Flechtenbewuchs aufweisen. Der **Feldahorn** (*Acer campestre*) ist hinsichtlich seiner Borkenstruktur und Chemie offenbar der Esche relativ ähnlich, so dass an den wenigen älteren Feldahornen des Gebietes viele Flechtenarten festgestellt wurden, die auch an Esche vorkommen. Zwei bemerkenswerte Krustenflechtenarten wurden im Naturwaldreservat sogar ausschließlich an Feldahorn gefunden: *Lecania cyrtellina* und *Opegrapha varia*. Der Feldahorn hat also eine relativ hohe Bedeutung für die Flechtenbiodiversität des Gebietes.

Die **Fichte** (*Picea abies*) ist im Gebiet von Natur aus nicht heimisch und verdankt ihr Vorkommen dem Menschen. Es gibt keine größeren Fichtenbestände, allerdings sind z.B. im Umfeld von Mardellen, aber auch im südlichen Buchenwaldbereich mehrfach kleinere Gruppen oder Einzelexemplare der Fichte anzutreffen. Während die Fichte in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet einen meist artenreichen Flechtenbewuchs aufweist, sind Fichtenbestände in den niederen Lagen in aller Regel ziemlich artenarm. Dies bestätigte sich auch im „Enneschte Bësch“, wo insgesamt lediglich 16 Arten an Fichte beobachtet wurden. Bemerkenswert sind die Funde von drei seltenen Arten, die auf den bis zum Boden reichenden Ästen jüngerer Fichten in der Nähe einer Mardelle getätigt wurden.

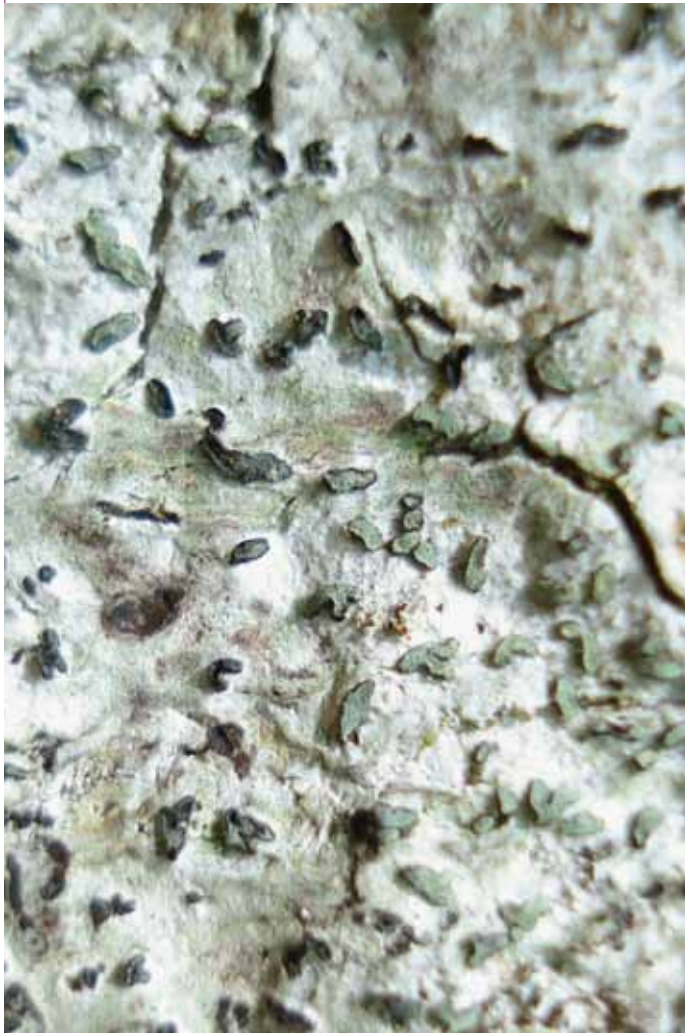
Tabelle 6 Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Fichte

Bemerkenswerte Arten an Fichte	Deutscher Name	Häufigkeit in Lorraine
Fellhanera bouteillei	Bouteilles Ästchenflechte	RR
Fellhanera subtilis	Feine Ästchenflechte	R
Hyperphyscia adglutinata	Anliegende Schwielenflechte	RR

Die übrigen Baum- und Straucharten des Gebietes werden überwiegend von Flechtenarten besiedelt, die entweder im Gebiet selbst oder in der Region Lorraine regelmäßig vorkommen und als mehr oder weniger häufig zu betrachten sind.

Totholz ist ein wichtiges Strukturelement in Wäldern. Viele Tier- und Pflanzenarten sind ± streng an diesen Substrattyp gebunden. Verglichen mit

Foto 6 Opegrapha varia (Variable Zeichenflechte); 17.08.2009



natürlichen bzw. naturnahen Wäldern ist der Anteil des stehenden und liegenden Totholzes im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“, dessen Waldbestände sich überwiegend in der Optimalphase befinden, noch ziemlich gering.

Im Untersuchungsgebiet unterscheiden sich stehendes und liegendes Totholz auffällig hinsichtlich der festgestellten Artenzahl (37 an liegendem

Totholz; 21 an stehendem). Im Allgemeinen sind zudem noch qualitative Unterschiede zwischen diesen Substrattypen zu beobachten, da stehendes Totholz einen besonderen Wuchsort für mehrere allgemein seltene, taxonomisch zu den Caliciales („Stecknadelflechten“) gehörende Arten darstellt. Hierdurch ist es in der Regel flechtenfloristisch besonders interessant. Im Naturwaldreservat ist das stehende Totholz oft nur von wenigen Arten besiedelt. Als flechtenfloristische Besonderheiten sind hier zu nennen: die beiden auch schon 2008 im Naturwaldreservat „Laangmuer“ neu entdeckten bzw. wiedergefundenen Arten *Thelocarpon intermediellum* (Mittlere Zitzenfruchtflechte) und *Chaenotheca xyloxena* (Holz-Stecknadelflechte).

Auf liegendem Totholz sind typischerweise die auch überregional häufigen und weit verbreiteten Arten der Gattungen *Cladonia*, *Placynthiella* oder *Trapeliopsis* zu finden. In „Enneschte Bësch“ wurden hier an bemerkenswerten Arten außerdem die – auch an stehendem Totholz vorkommende – *Micarea misella* sowie *Ochrolechia turneri* gefunden.

Tabelle 7 Arten mit Schwerpunkt auf Totholz

Artname	Artname	Totholz stehend	Totholz liegend	nur auf Totholz	Schwerpunkt auf Totholz
Chaenotheca xyloxena	Holz-Stecknadelflechte	o		|	
Lecanora saligna	Weiden-Kuchenflechte	o	o	|	
Micarea micrococca	Kleinfrüchtige Krümfelflechte		o		|
Micarea misella	Armselige Krümfelflechte	o	o	|	
Ochrolechia turneri	Turners Bleiflechte		o	|	
Placynthiella dasaea	Feine Schwarznappflechte		o	|	
Placynthiella icmalea	Korallen-Schwarznappflechte		o		|
Thelocarpon intermediellum	Mittlere Zitzenfruchtflechte	o		|	
Trapeliopsis flexuosa	Veränderliche Trapelie		o		|
Trapeliopsis granulosa	Körnige Trapelie		o	|	

Flechtenarten im Kronenbereich der Bäume

Die Erfassung des Flechtenbewuchses der Baumkronen kann in einem Naturwaldreservat nicht standardisiert durchgeführt werden. Im Verlauf der Geländebegehungen wurden jedoch regelmäßig umgestürzte Bäume oder am Boden liegende, aus dem Kronenbereich stammende Äste auf ihren

Foto 7 Stehendes Totholz mit besonderen Flechtenarten (Sonderstandort 102); 08.04.2009



Flechtenbewuchs hin untersucht. In **Abbildung 3** wurde dargestellt, wie viele Flechtenarten an einer Baumart jeweils nur im Kronenbereich angetroffen wurden. Elf Flechtenarten und ein flechtenähnlicher Pilz wurden im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ ausschließlich im Kronenbereich der vier Hauptbaumarten des Gebietes beobachtet.

Tabelle 8 Ausschließlich auf Ästen aus dem Kronenbereich gefundene Arten

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Buche	Eiche	Hainbuche	Esche	Wuchsform
Caloplaca cerinella	Kleiner Wachs-Schönfleck				o	Krustenflechte
Caloplaca pyracea	Feuerroter Schönfleck	o				Krustenflechte
Cyrtidula quercus	Flechtenähnlicher Pilz		o			Pilz
Lecanora sambuci	Holunder-Kuchenflechte	o		o	o	Krustenflechte
Melanelia laciniatula	Zerschlitzte Schüsselflechte	o	o	o		Blattflechte
Melanohalea exasperata	Rauhe Schüsselflechte		o			Blattflechte
Physcia leptalea	Bewimperte Schwielenflechte				o	Blattflechte
Physcia stellaris	Sternflechte	o	o	o	o	Blattflechte
Pseudevernia furfuracea	Gabelflechte	o	o	o		Strauchflechte
Scoliciosporum umbrinum	Braune Krummsporflechte	o				Krustenflechte
Strangospora moriformis	Maulbeer-Rundsporflechte		o			Krustenflechte
Strangospora pinicola	Föhren-Rundsporflechte				o	Krustenflechte

Blatt- und Strauchflechtenarten sind in der Regel auf ausreichend belichtete Standorte angewiesen, dementsprechend findet man sie in Wäldern auch überwiegend im Kronenbereich der Bäume. Aus der Gruppe der im Naturwaldreservat ausschließ- lich im Kronenbereich festgestellten Blattflechten ist der Fund von *Physcia leptalea* auf einem am Boden liegende Eschenast besonders bemerkens- wert, da diese Art bisher regional nur sehr selten gefunden wurde. Die Aufsammlung aus dem Naturwaldreservat dokumentiert nach Dr. Paul Diederich (inlitt.) das zweite aus jüngerer Zeit bekannte Vorkommen in Luxemburg.

3.1.3 Häufigkeit der Arten im Gebiet

Die Einstufung der Häufigkeit der Arten im Gebiet wird in der Gesamtartenliste mittels einer 5-stufigen Skala dargestellt (vergl. Kapitel 7). Hierzu wurden sowohl die Beobachtungen im Gesamtgebiet als auch die Ergebnisse aus den Stichprobenkreise berücksichtigt.

Bei einem Besuch des Naturwaldreservates fallen die an den Buchen- und Hainbuchenstämmen zahlreich vorhandenen „weißen Flecken“ ins Auge, die durch die Besiedlung der im gesamten Gebiet überaus häufigen Krustenflechte *Phlyctis argena* (Weiße Blatternflechte) hervorgerufen werden. Die Auswertung der Häufigkeiten ergab, dass nur wenige Arten regelmäßig im Gebiet anzutreffen sind. Lediglich 13 % der Arten (21 von 159) können als „häufig“ bis „sehr häufig“ gelten.

Tabelle 9 Häufigkeit der Arten im Gebiet

Häufigkeit im Gebiet	Anzahl der Wuchsorte	Anzahl der Arten	Anteil [%]
sehr häufig	in 48 – 54 Probekreisen	7	4,4
häufig	in 33 – 47 Probekreisen	14	8,8
mäßig häufig – mäßig selten	in 7 – 32 Probekreisen	34	21,4
selten	in 2 – 6 Probekreisen	63	39,6
sehr selten	1 Wuchsort	41	25,8
		159	100,0

Abbildung 4

Häufigkeit der Arten im Gebiet

Anzahl der Arten

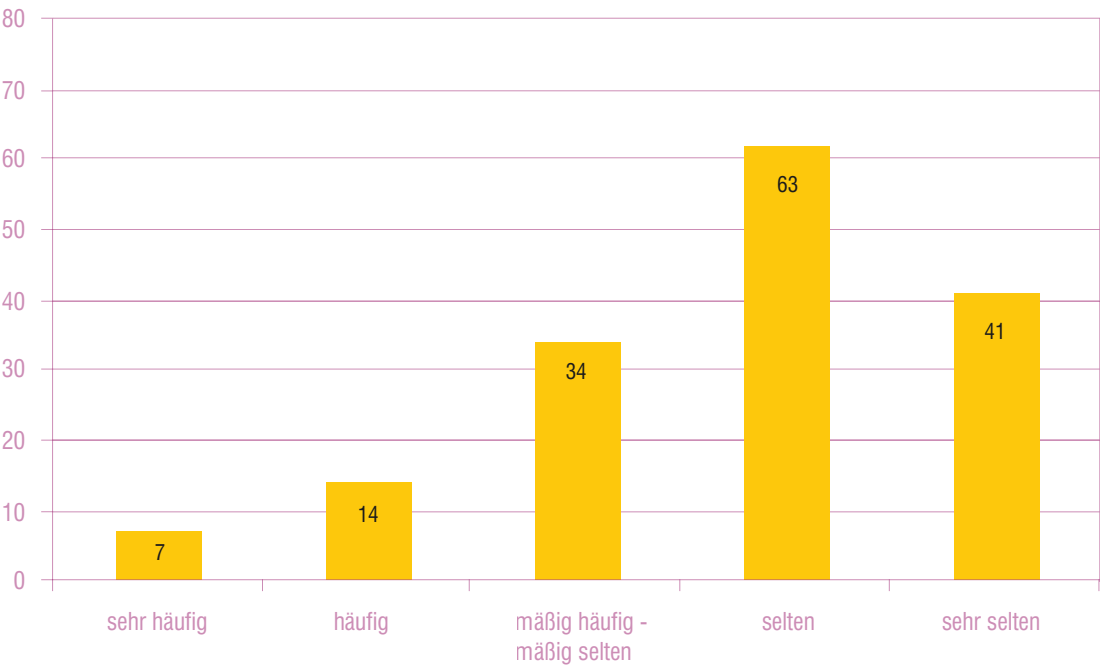


Tabelle 10 In mindestens 75 % der Stichprobenkreise vorkommende Flechtenarten

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Anteil [%]
Lepraria incana	Graue Lepraflechte	100,0
Phlyctis argena	Weiße Blatternflechte	100,0
Porina aenea	Kupferfarbige Kernflechte	100,0
Arthonia spadicea	Rotbraune Fleckflechte	98,1
Arthonia didyma	Zweizellige Fleckflechte	94,4
Lepraria lobificans	Lappige Lepraflechte	92,6
Porina leptalea	Zarte Kernflechte	92,6
Coenogonium pineti	Kiefern-Krügleinflechte	87,0
Micarea prasina s.l.	Lauchgrüne Krümfelflechte	87,0
Cladonia coniocraea	Gewöhnliche Säulenflechte	85,2
Lecanora argentata	Silbrige Kuchenflechte	85,2
Chaenotheca ferruginea	Rostfarbene Stechnadelflechte	83,3
Graphis scripta	Gewöhnliche Schriftflechte	83,3
Parmelia saxatilis	Felsen-Schüsselflechte	81,5
Parmelia sulcata	Furchen-Schüsselflechte	79,6

Die überwiegende Zahl der Flechtenarten – rund zwei Drittel aller Arten – ist als „sehr selten“ mit nur einem Wuchsort im Gebiet bzw. „selten“ mit nur wenigen Vorkommen im Gebiet einzustufen.

3.1.4 Häufigkeit der Arten in der Luxemburger Region Lorraine

Für Luxemburg, Belgien und Nordfrankreich steht im Internet eine regelmäßig aktualisierte Checkliste der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze zur Verfügung – DIEDERICH et al. (2009). Die in dieser Arbeit zitierten artbezogenen Häufigkeitsangaben wurden am 18. November 2009 entnommen. Da für Luxemburg keine Rote Liste zur Einstufung der Gefährdung von Flechten vorliegt, bietet diese hervorragende Datengrundlage allerdings die Möglichkeit, die innerhalb des Naturwaldreservates vorkommenden Arten in Beziehung zu ihrer Verbreitung innerhalb der Luxemburger Region Lorraine zu setzen.

Bezogen auf die Luxemburger Region Lorraine sind nur relativ wenige der in „Enneschte Bësch“ vorkommenden Arten als „extrem selten“ oder „sehr häufig“ eingestuft; die größte Artensumme entfällt auf die mittlere Häufigkeitskategorie „ziemlich selten“.

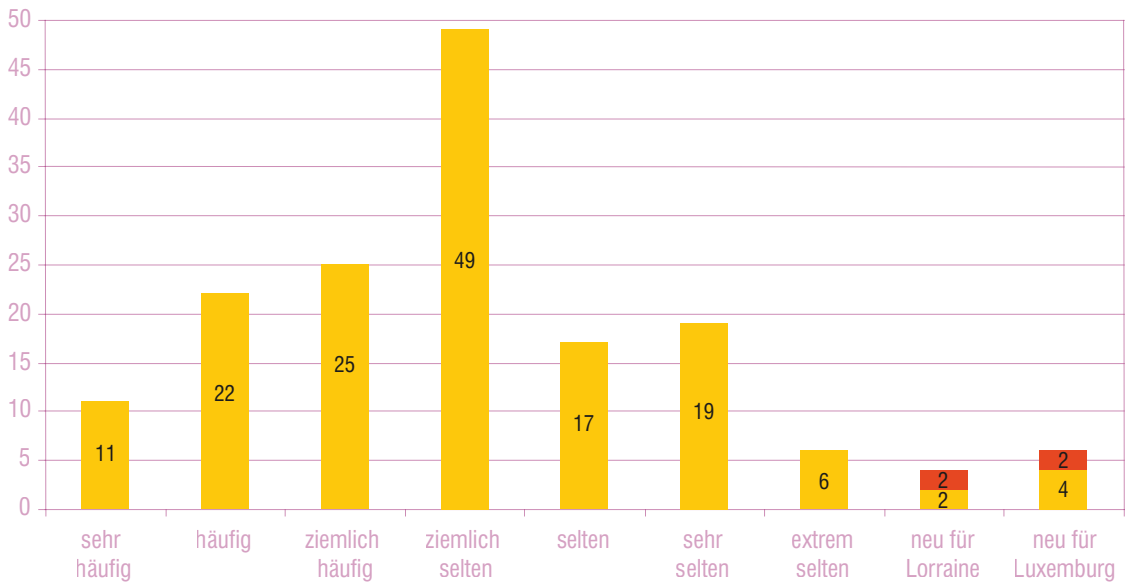
Von den 159 im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ beobachteten Arten stellen vier Arten Neufunde für Luxemburg dar, zwei Arten wurden bislang im Luxemburger Teil der Region Lorraine noch nicht nachgewiesen.

Tabelle 11 Erläuterung der von Diederich et al. (2009) verwendeten Häufigkeitskürzel

Kürzel	Häufigkeit	Anzahl der Arten
RRR	extrem selten	von 1 Lokalität bekannt
RR	sehr selten	von 2 – 4 Lokalitäten bekannt
R	selten	von 5 – 9 Lokalitäten bekannt
AR	ziemlich selten	von < 25 % der 4 km² x 4 km²-IFBL-Rasterflächen bekannt, ≥ 10 Lokalitäten
AC	ziemlich häufig	von 25 – 50 % der IFBL-Rasterflächen bekannt
C	häufig	von 50 – 75 % der IFBL-Rasterflächen bekannt
CC	sehr häufig	von 75 – 100 % der IFBL-Rasterflächen bekannt

Abbildung 5 Häufigkeit der Arten des NWR in der Region Lorraine (nach Diederich et al. 2009)

Anzahl der Arten



■ "Neufunde" - bereits 2008 im NWR "Laangmuer" gefunden

Tabelle 12 Neufunde im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Neu- / Wiederfund
<i>Arthopyrenia salicis</i>	Fakultativ lichenisierter Pilz	Neufund für Lorraine
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	Schwefelgelbe Stechnadelflechte	Neufund für Luxemburg
<i>Chaenotheca chlorella</i>	Grüngelbe Stechnadelflechte	Neufund für Luxemburg
<i>Cyrtidula quercus</i>	Nicht lichenisierter Pilz	Neufund für Luxemburg
<i>Lecania croatica</i>	Kroatische Lecanie	Neufund für Luxemburg
<i>Scoliciosporum gallurae</i>	Gallurische Krummsporflechte	Neufund für Lorraine

3.1.5 Gesetzlich geschützte Flechtenarten

Nach Artikel 1 und 2 der großherzoglichen Verordnung vom 8. Januar 2010 (MDDI 2010) zum gesetzlichen Schutz wildlebender Pflanzenarten unterliegen sämtliche gesteinsbewohnenden Flechtenarten des Luxemburger Sandsteins sowie alle Arten des Anhangs A einem gesetzlichen Schutz. Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ betrifft dies die nachfolgend aufgeführten, epiphytisch wachsenden Flechtenarten. Alle drei Arten kommen ausschließlich in den Eichen-Hainbuchenwäldern des Gebietes vor. *Pyrenula nitida* und *Schismatomma decolorans* sind außerdem Zeigerarten für relativ naturnahe Verhältnisse in älteren Waldbeständen (vergl. Kapitel 3.4).

Foto 8 *Chaenotheca brachypoda* (Schwefelgelbe Stechnadelflechte) an Esche; 07.04.2009



Tabelle 13 Gesetzlich geschützte Flechtenarten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Häufigkeit in Lorraine
<i>Peltigera polydactylon</i>	Vielfingerige Schildflechte	RR
<i>Pyrenula nitida</i>	Glänzende Kernflechte	AR
<i>Schismatomma decolorans</i>	Verfärbte Spaltaugenflechte	AR

3.2 | Ergebnisse der Untersuchungen in den Stichprobenkreisen

3.2.1 Artendiversität

Die innerhalb der untersuchten Probekreise festgestellten Gesamtartenzahlen (ohne flechtenbewohnende Pilze jedoch einschließlich der Funde aus dem Kronenbereich) sind zum Teil erstaunlich hoch; sie liegen zwischen 17 und 51 Flechtenarten. Die mittlere Artenzahl beträgt 29,2 Flechtenarten. Berücksichtigt man ausschließlich die Funde von Stämmen oder Ästen bis in 2 m Höhe, ergeben sich leicht abweichende Werte. Die festgestellten Gesamtartenzahlen liegen dann zwischen 11 und 45 Flechtenarten und die mittlere Gesamtartenzahl der Stichprobenkreise beträgt 24,3.

Die im Bereich der Eichen-Hainbuchenwälder liegenden Stichprobenkreise weisen sowohl bezüglich der Mittelwerte als auch bei Betrachtung der jeweiligen Minimal- und Maximalwerte gegenüber den Buchenwaldflächen eine größere Artendiversität auf.

Die Stichprobenkreise mit den geringsten Artenzahlen befinden sich nahezu vollständig im oberen Hangbereich innerhalb der Buchenwälder im südöstlichen Teil des Naturwaldreservates.

In den forstlichen Stichprobenkreisen wurden jeweils unterschiedlich viele Substrate – verschiedene Baum- und Straucharten, stehendes und liegendes Totholz etc. – angetroffen (die Spanne reicht von 1 bis 11). Eine signifikante positive Korrelation zwischen Substratdiversität und Gesamtartenzahl, wie sie für die Luxemburger Naturwaldreservate „Laangmuer“ (EICHLER & CEZANNE 2009) und – zumindest ansatzweise – „Beetebuerger Bësch“ (CEZANNE & EICHLER 2009, unveröff.) festgestellt wurde, lässt sich für das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ Fall nicht postulieren.

Die Substratvielfalt innerhalb der Eichen-Hainbuchenwälder ist überwiegend sehr hoch. In mehr als der Hälfte aller Probekreise ließen sich sieben oder mehr Substrattypen unterscheiden. Dies erklärt sich maßgeblich aus der in Eichen-Hainbuchenwäldern von mehreren Baumarten aufgebauten Baumschicht und der zumeist gut und artenreich ausgebildeten Strauchschicht. Insbesondere verschiedene Straucharten tragen wesentlich zur Substratvielfalt bei. Diese weisen jedoch in aller Regel keine spezifischen Flechtenarten auf, sondern werden zumeist von typischen Arten glatter Rinde bewachsen, die auch an Hainbuchen zu finden sind.

Tabelle 14 Arteninventar der untersuchten Stichprobenkreise

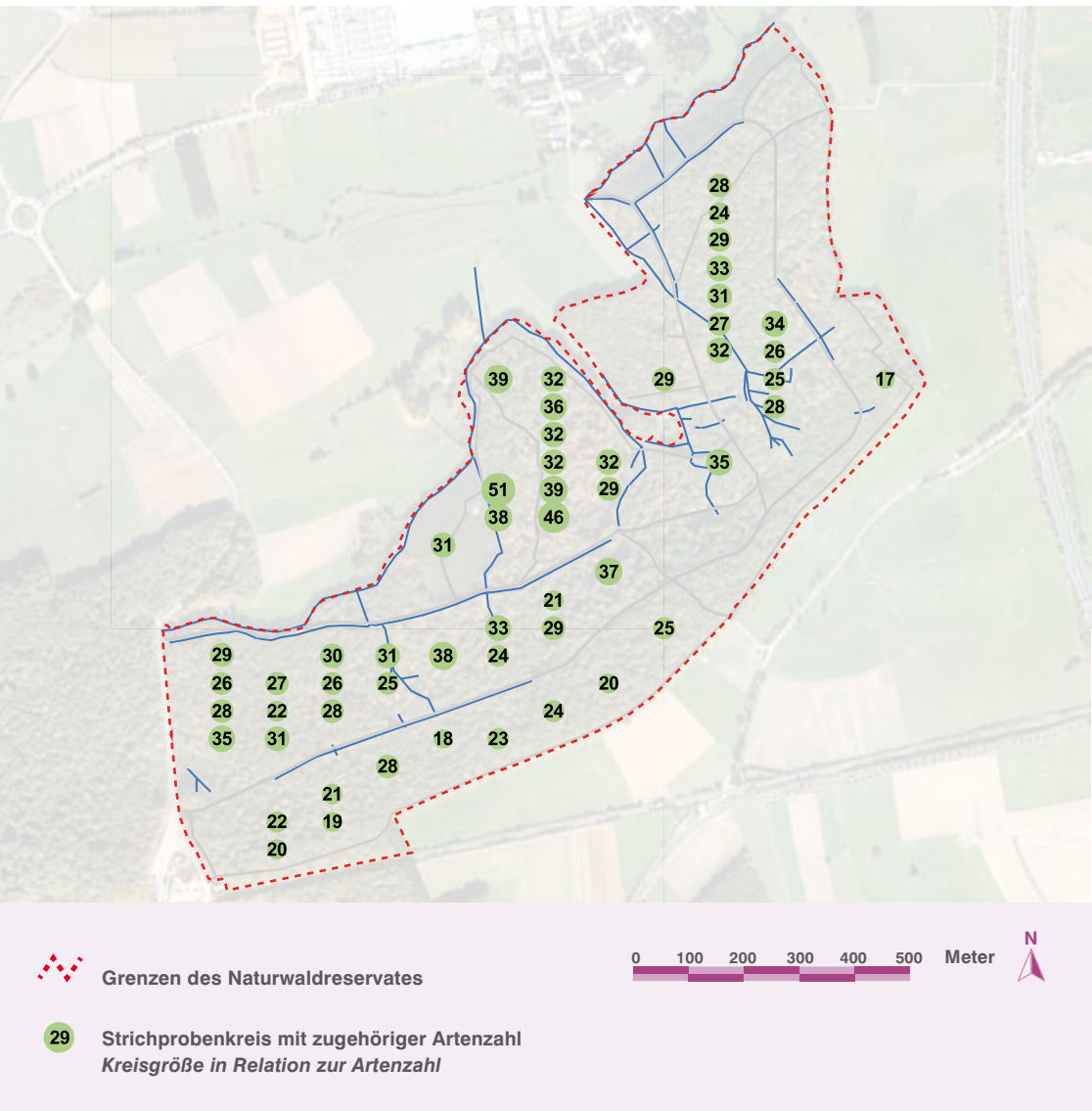
	Zahl der Probe- kreise	Mittlere Artenzahl	Minimale Artenzahl	Maximale Artenzahl	Mittlere Artenzahl	Minimale Artenzahl	Maximale Artenzahl
		insgesamt			ohne Kronenfunde		
Gesamtbestand	54	29,2	17	51	24,3	11	45
Eichen-Hainbuchenwald	34	31,5	22	51	26,4	17	45
Perlgras-Buchenwald	20	25,2	17	37	20,3	11	34

maximaler Wert

minimaler Wert

Abbildung 6

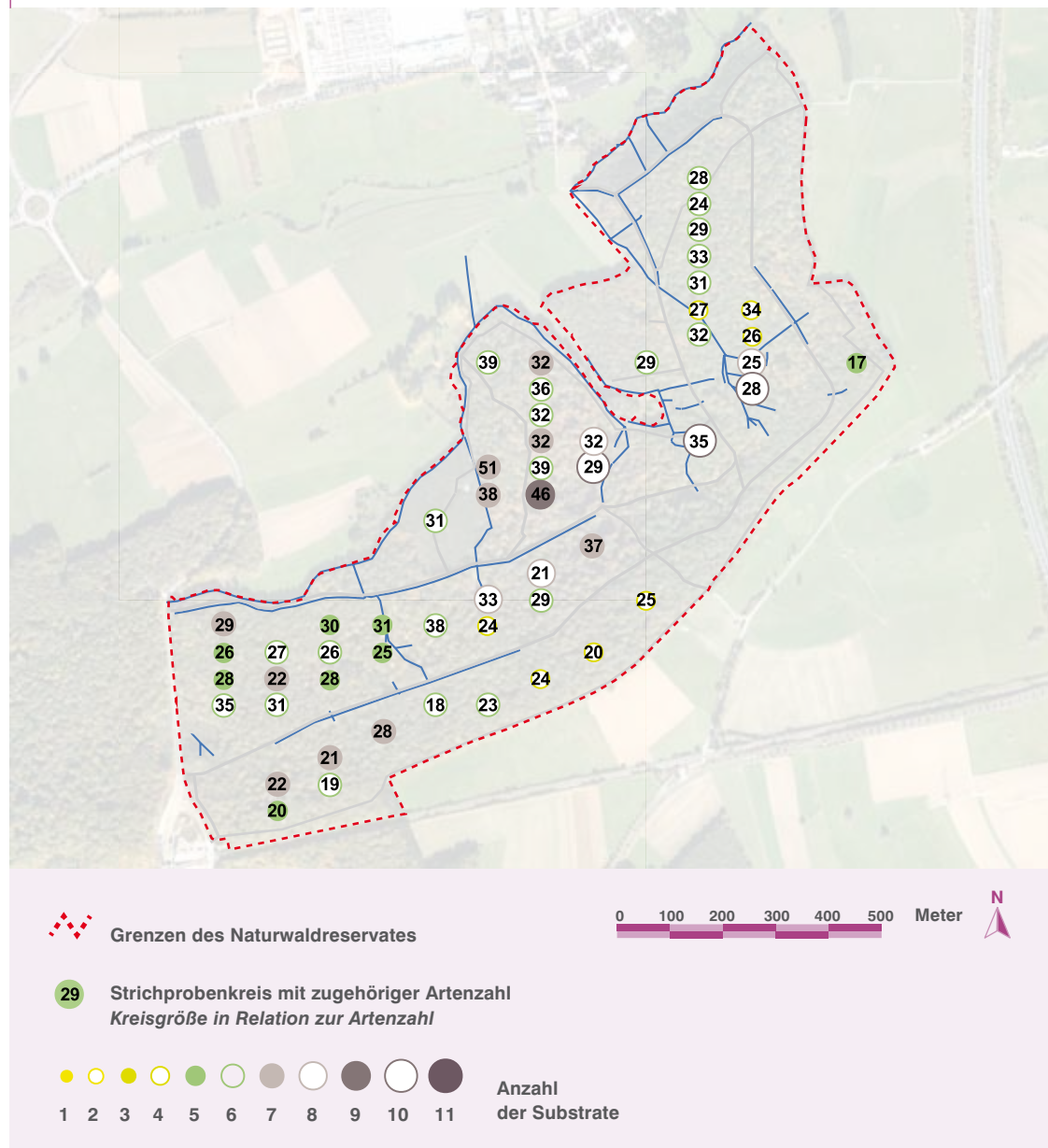
Artenzahlen mit Kronenbereich ohne flechtenbewohnende Pilze in den Stichprobenkreisen



Die Flechtenartenvielfalt in den Waldbeständen des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ wird demnach nicht entscheidend von der Substratdiversität beeinflusst. Es müssen andere Faktoren sein, welche die Flechtenartenvielfalt maßgeblich beeinflussen. Entscheidend dürfte die Qualität der Substrate sein, insbesondere das Vorhandensein alter Bäume oder die Intensität des Nährstoffeintrages.

Abbildung 7

Artenzahl und Anzahl der von Flechten besiedelten Substrate in den Stichprobenkreisen



BD-L-TC & BD-L-ORTH0: Origine Cadastre: Droits réservés à l'État du Grand-Duché de Luxembourg (1997 & 2007) - Copie et reproduction interdites

3.2.2 Arteninventar der Monitoringbäume

Die 90 innerhalb der Stichprobenkreise aufgenommenen Monitoringbäume sollen als wieder auffindbare Daueruntersuchungsbäume eine Grundlage für zukünftige Untersuchungen darstellen. Eine Auswertung des festgestellten Flechtenbewuchses im Stammbereich der ausgewählten Bäume ergab, dass die geringste Flechtenartendiversität mit nur zwei Arten an einer Buche und der höchste Wert mit 24 Arten an einer Hainbuche festgestellt wurden. Die Hainbuchenstämme sind naturgemäß vergleichsweise dünn, weisen aber bezüglich der absoluten und mittleren Artenzahl je

Stamm die höchsten Werte auf. Betrachtet man die Tatsache, dass an den Stämmen der Eichen des Gebietes insgesamt 83 Arten und an Hainbuche 53 Arten gefunden wurden, so ist der scheinbare Widerspruch im Wesentlichen durch die unterschiedlichen Borkeneigenschaften zu erklären. Der Bewuchs an den sowohl in jungen, als auch in alten Stadien eher glatten Rinden der Hainbuchen ist relativ einheitlich. Wohingegen der Bewuchs an Eiche je nach Alter sehr unterschiedlich ist. Junge Eichen weisen eine glatte Rinde – vergleichbar der von Hainbuche – auf und werden dementsprechend auch bevorzugt von charakteristischen

Tabelle 15 Stammumfang und Artenzahl der untersuchten Baumarten

	Zahl der Bäume	Mittlerer Umfang [cm]	Geringster Umfang [cm]	Größter Umfang [cm]	Mittlere Artenzahl je Baum	Minimale Artenzahl	Maximale Artenzahl
Buchen	20	174	101	272	9,2	2	18
Eichen	38	217	132	307	8,3	4	16
Hainbuchen	32	102	85	165	14,2	8	24

maximaler Wert
minimaler Wert

Krustenflechtenarten glatter Rinden besiedelt. Die stark rissige Borke älterer Eichen bietet verschiedene Siedlungsflächen, wie die herausragenden Stege und die Borkenrisse. Einen besonderen Wuchsort stellen hierbei die regengeschützten Borkenrisse dar, in denen verschiedene spezialisierte Flechtenarten vorkommen können.

Eine vergleichende Betrachtung der untersuchten Hainbuchen bezüglich einer Korrelation zwischen Stammumfang und festgestellter Artenzahl führte zu keinem eindeutigen Ergebnis; die untersuchte Stichprobenmenge ist unter Umständen zu gering. Es ist jedoch auch gut möglich, dass das Alter bzw. der Stammdurchmesser für die Diversität des Bewuchses von Stämmen mit glatter Rinde nur eine untergeordnete Rolle spielt. Die Einbeziehung der als Sonderstandort 104 aufgenommenen Hainbuche mit einer Artenzahl von 25 und einem Umfang von 144 cm würde dazu führen, dass sich die mittlere Artenzahl der Kategorie mit den größten Umfängen auf 14,8 erhöht.

Wendet man die gleiche Betrachtung für die insgesamt 38 untersuchten **EICHEN** an, so entsteht der Eindruck, dass ab einem bestimmten Alter bzw. Stammdurchmesser im Durchschnitt mehr Flechtenarten an den Eichen vorkommen als an jüngeren Bäumen. Berücksichtigt man zusätzlich die als Sonderstandort 101 aufgenommene Eiche mit einem Stammumfang von 353 cm und einer Artenzahl von 18, dann erhöht sich die mittlere Artenzahl für die Kategorie mit den größten Umfängen auf 11,3.

Zu einem vergleichbaren Ergebnis führten die 2008 im Naturwaldreservat „Laangmuer“ an 14 Eichen durchgeführten Untersuchungen. Hier wiesen die drei über 80 cm dicken Eichen ebenfalls eine mittlere Artenzahl von 10 Arten auf. Dies ist insofern erstaunlich, als in den beiden Gebieten unterschiedliche Wuchsortbedingungen bestehen.

Tabelle 16 Mittlere Artenzahl an Hainbuchenstämmen (bis ca. 2 m Höhe)

Umfang [cm]	BHD [cm]	Anzahl der Bäume	Mittlere Artenzahl	Min. Artenzahl	Max. Artenzahl
85 – 110	27,0 – 35,0	12	14,3	9	20
111 – 141	35,1 – 45,0	12	14,5	8	24
142 – 165	45,1 – 53,0	8	13,5	10	19

Tabelle 17 Mittlere Artenzahl an Eichenstämmen (bis ca. 2 m Höhe)

Umfang [cm]	BHD [cm]	Anzahl der Bäume	Mittlere Artenzahl	Min. Artenzahl	Max. Artenzahl
132 – 188	42,0 – 60,0	9	8,2	6	12
189 – 251	60,1 – 80,0	19	7,2	4	10
252 – 310	80,1 – 98,7	10	10,6	7	16

Tabelle 18 Mittlere Artenzahl an Buchenstämmen (bis ca. 2 m Höhe)

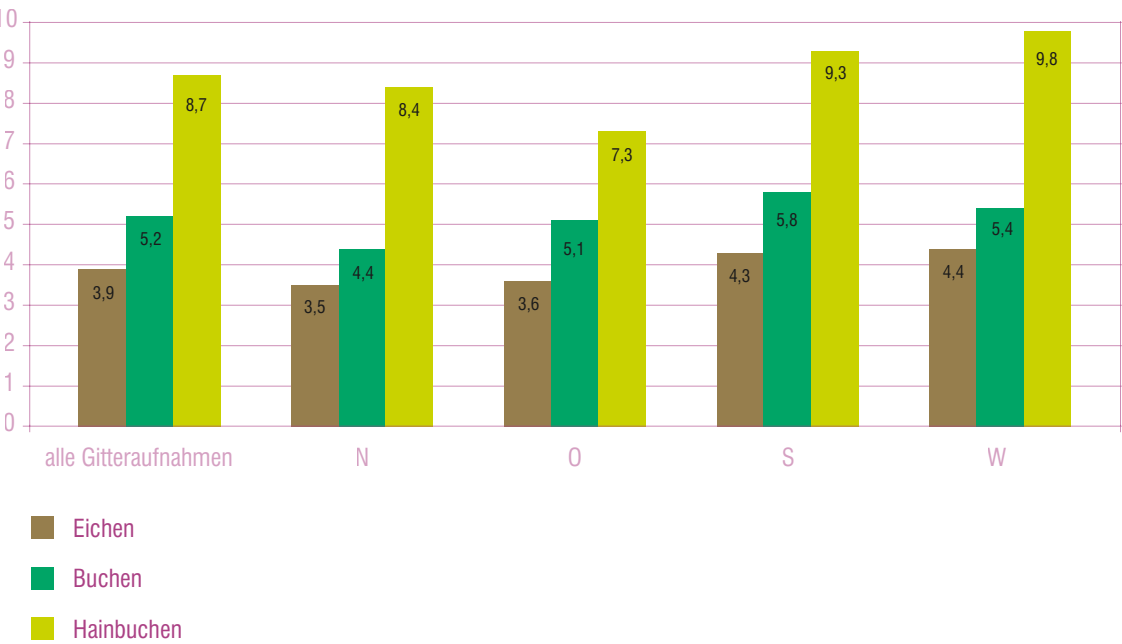
Umfang [cm]	BHD [cm]	Anzahl der Bäume	Mittlere Artenzahl	Min. Artenzahl	Max. Artenzahl
101 – 144	32,0 – 45,0	7	8,1	4	15
145 – 190	45,1 – 60,0	5	7,4	5	11
191 – 310	60,1 – 87,0	8	11,3	8	18

Innerhalb der in den Perlgras-Buchenwäldern liegenden Probekreise wurden 20 **Buchen** untersucht. Führt man auch für diese relativ geringe Stichprobenmenge eine vergleichende Betrachtung der je Baum festgestellten Artenzahlen in Bezug auf die gemessenen Baumdicken durch, so scheinen die Buchen mit den größten Stammumfängen auch den artenreichsten Flechtenbewuchs aufzuweisen. Dieser Eindruck wird durch die als Sonderbaum 103 aufgenommene Buche mit einem Stammumfang von 243 cm und einer Artenzahl von 22 unterstützt. Unter Berücksichtigung dieser mächtigen Buche erhöht sich die mittlere Artenzahl der Kategorie mit den größten Umfängen auf 12,5.

Auswertung der Ergebnisse der Flechtenerfassung mittels eines Frequenzrahmens

An den Monitoringbäumen wurde neben dem Gesamtarteninventar auch die Frequenz (= Anzahl der besiedelten Gitterteilflächen) sämtlicher Flechtenarten mittels eines Frequenzrahmens in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3957 in einer Höhe zwischen 1,0 m und 1,5 m am Stamm ermittelt, und dies für vier Stamm-Expositionen (Haupthimmelsrichtungen, jeweils in Nord-, Ost-, Süd- und West-Exposition). Auf der Basis dieser Erhebungen lassen sich die mittleren Artenzahlen in Bezug zu den vier Himmelsrichtungen auswerten.

Abbildung 8 Mittlere Artenzahlen im Bereich der Gitteraufnahmen



Die Hainbuche, die jeweils die höchsten mittleren Artenzahlen aufweist, wird ebenso wie die Eiche in West-Exposition im Mittel von den meisten Arten besiedelt. Abweichend hierzu ist die Buche in Süd-Exposition im Mittel am artenreichsten bewachsen. Das gleiche Phänomen eines artenreicheren Flechtenbewuchses in Süd-Exposition an Buche wurde auch bei den Erhebungen im Naturwaldreservat „Betebuerger Bäsch“ beobachtet.

3.2.3 Flechten auf Totholz

Totholz stellt einen vielseitigen Lebensraum in Naturwaldreservaten dar, der auch für Flechten von großer Bedeutung ist. Totholz bzw. dessen Anteil am Gesamtvolumen des Holzes wird vielfach als Gradmesser für die Naturnähe von Waldökosystemen angesehen. Im Rahmen der Waldstrukturaufnahme (TOBES et al. 2008: S. 35) wurde für das Naturwaldreservat „Enneschte Bäsch“ ein durchschnittlicher Wert von 7 Vorratsfestmetern/Hektar und damit eine sehr geringe Totholzmasse ermittelt, die sich mit der bis vor wenigen Jahren noch praktizierten forstlichen Bewirtschaftung erklären lässt. Wie die Waldstrukturaufnahme zeigt, stammt der überwiegende Teil des Totholzes von der Traubeneiche.

Von den insgesamt 36 auf Totholz beobachteten Flechtenarten wurden zwischen 1 und maximal 22 Arten in den Probekreisen registriert. Mit Ausnahme von vier Stichprobenkreisen (Nrn. 20, 21, 29, 35) mit deutlich überdurchschnittlichen Werten (13 – 22) wurden aber auf allen übrigen Flächen allenfalls sechs Totholzbewohner registriert. In den struktureicheren Eichen-Hainbuchenwäldern wurden durchschnittlich deutlich mehr Totholz bewohnende Flechtenarten festgestellt als in den Buchenwäldern. Eine Korrelation mit der Totholzverteilung der Waldstrukturaufnahme (TOBES et al. 2008: **Abbildung 4-10**, S. 37) besteht nur in wenigen Fällen.

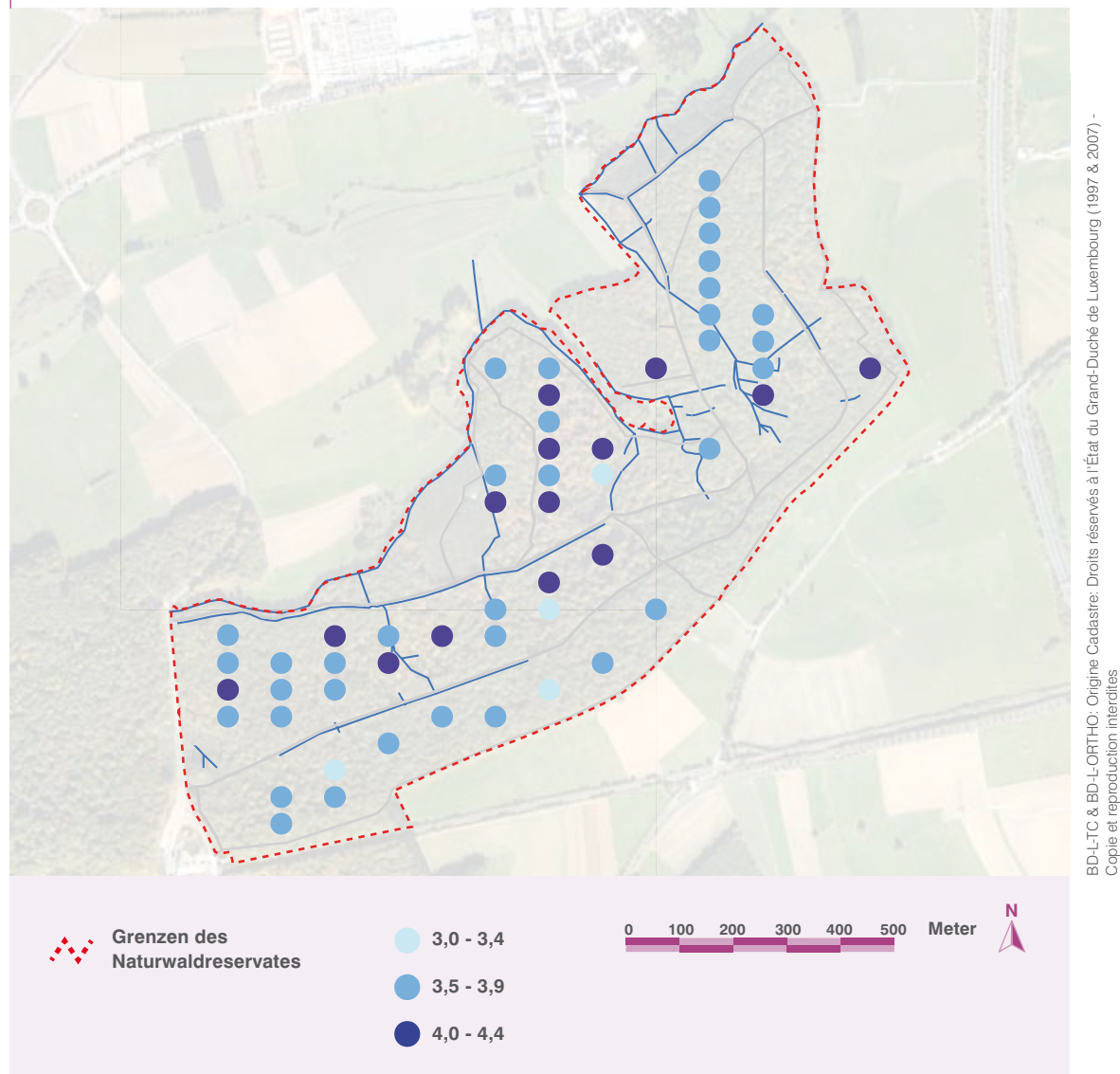
3.2.4 Standortökologische Auswertungen

Mittels der von WIRTH (2001) für zahlreiche Flechtenarten aufgestellten „Zeigerwerte für Flechten“ lassen sich Aussagen über die ökologischen Bedingungen am jeweiligen Standort treffen. Unter Berücksichtigung der an den als Monitoringbäume ausgewählten Eichen, Hainbuchen und Buchen festgestellten Flechtenarten wurden für sämtliche untersuchten Probekreise mittlere (ungewichtete) Zeigerwerte ermittelt. Das Ergebnis dieser Berechnung für die Standortfaktoren „Feuchte“, „Reaktion“ und „Nährstoff“ ergänzt durch den flechtenspezifischen Faktor „Toxitoleranz“ ist in den **Abbildungen 9-12** wiedergegeben.

Die errechneten mittleren (ungewichteten) Zeigerwerte für den Standortfaktor „**FEUCHTE**“ bewegen sich innerhalb einer geringen Spanne von 3,3 – 4,2. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkung ergibt sich das erwartete Ergebnis, dass sich die feuchten Eichen-Hainbuchenwälder, insbesondere jene im Südwesten sowie im zentralen Teil des Gebietes, gegenüber den auf höherem Geländeniveau stockenden Buchenwäldern durch höhere Feuchtwerte auszeichnen. Ein getreueres Abbild der Luftfeuchteverhältnisse vermittelt die in **Abbildung 13** dargestellte Verbreitung von hygrophytischen Flechten.

Abbildung 9

Mittlere ungewichtete Feuchtwerte der an den Monitoringbäumen festgestellten Flechtenarten



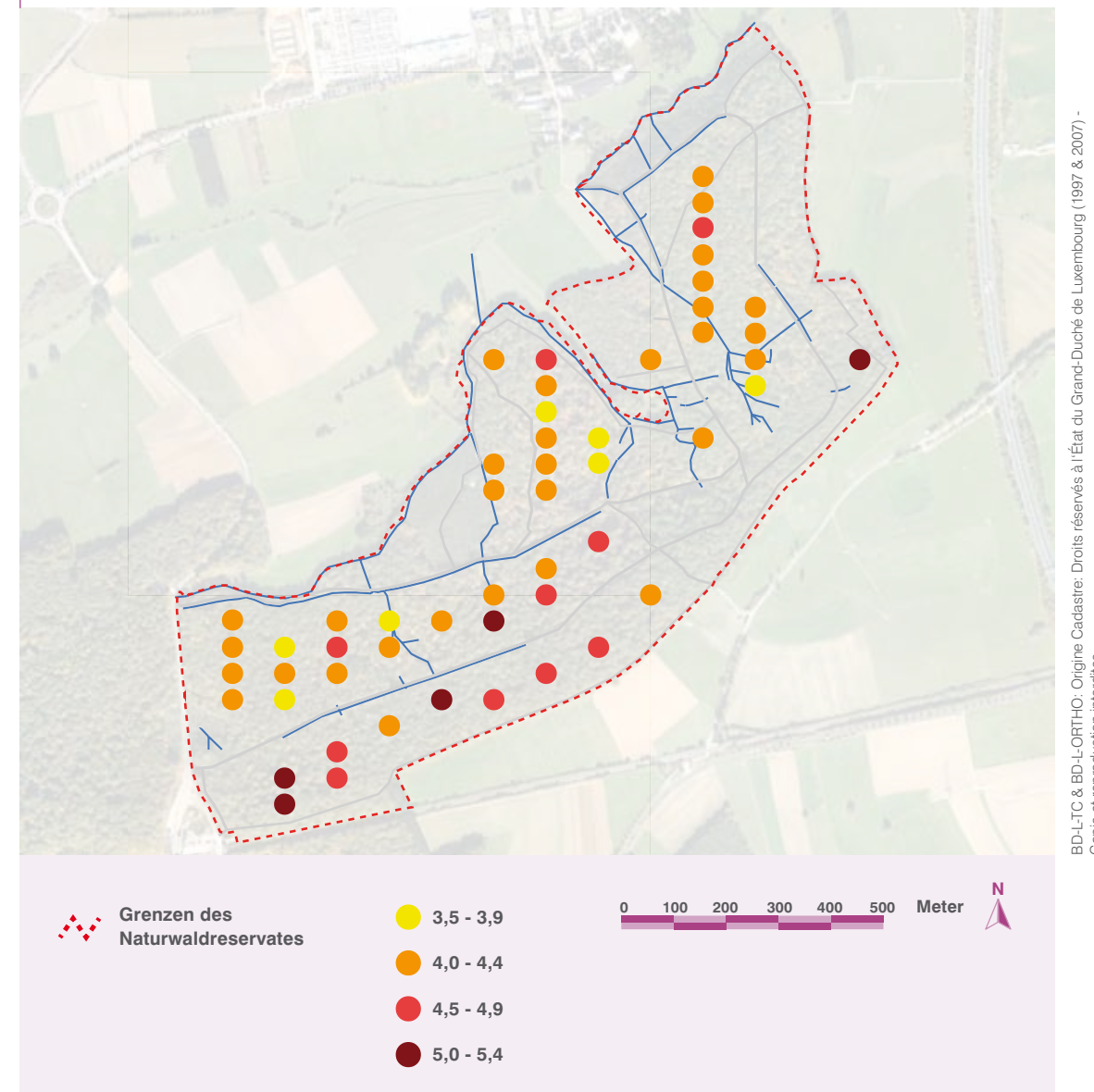
Ein interessantes Ergebnis erbrachte die Berechnung der mittleren (ungewichteten) Zeigerwerte für den Standortfaktor „**Reaktion**“. Die höchsten Reaktionswerte ergaben sich durchweg innerhalb von Buchenwäldern, während Stichprobenkreise mit vergleichsweise niedrigen Reaktionswerten fast nur in Eichen-Hainbuchenwäldern liegen.

Nahe liegend wäre eine Erklärung über den pH-Wert der Rinde bzw. Borke. Nach MANZKE (2008), der den pH-Wert an der Rindenoberfläche in alten Eichen-Hainbuchen-Beständen der Kinzig-Aue (Hessen, Deutschland) und dessen Einfluss

auf epiphytische Moose untersuchte, kam u.a. zum Ergebnis, dass die Rinde der untersuchten Hainbuchen-Stämme an der Oberfläche sauer bis schwach sauer reagiert. Bei den für Eichen-Hainbuchenwälder ebenfalls charakteristischen Baumarten Esche, Winterlinde und Stieleiche ergab sich für die Borke auf den unbesiedelten Rückseiten aller untersuchten Stämme eine eindeutig saure Reaktion, während an den von Moosen besiedelten Stammseiten insgesamt höhere pH-Werte gemessen wurden. Außerdem wurden starke Unterschiede zwischen den einzelnen Bäumen festgestellt; ein teilweise beträcht-

Abbildung 10

Mittlere ungewichtete Reaktionswerte der an den Monitoringbäumen festgestellten Flechtenarten

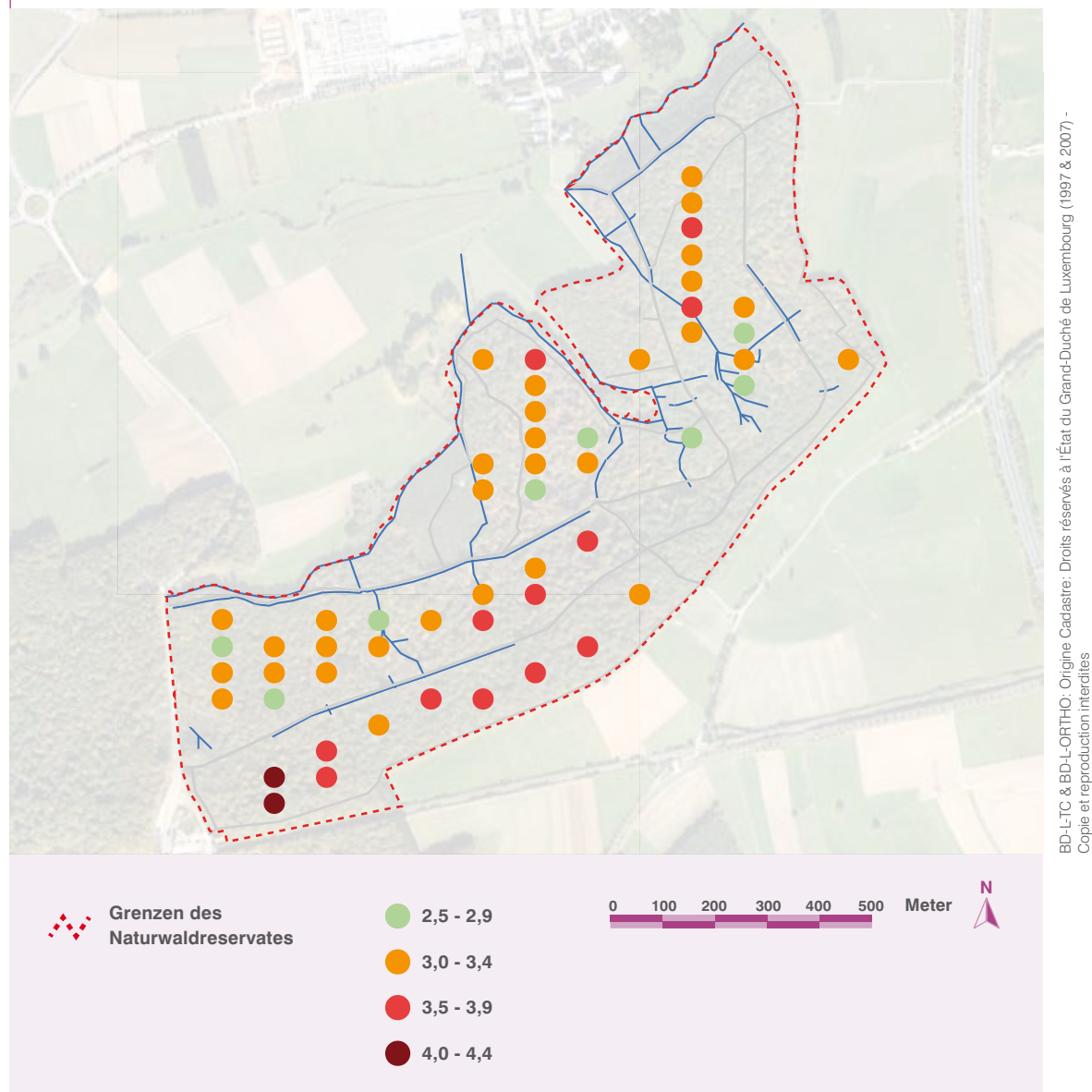


licher Anteil der untersuchten Eschen, Winterlinden und Stieleichen wies pH-Werte vom schwach sauren bis in den basischen Bereich hinein auf. Die Buche wurde in der zitierten Publikation nicht berücksichtigt; nach der gängigen Literatur ist für glatte Buchenrinde – zumindest primär – von einer mäßig sauren Reaktion auszugehen. Die zumindest teilweise höheren pH-Werte von Bäumen der Eichen-Hainbuchenwälder dürften also vermutlich maßgeblich zum in **Abbildung 3** dargestellten Ergebnis beitragen.

Denkbar ist aber auch noch eine weitere Ursache. Die Buchenwälder am südöstlichen Rand des Naturwaldreservates grenzen unmittelbar an intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen. Durch die vorherrschenden südwestlichen Winde könnten basische Stäube in das Gebiet gelangen und eine Erhöhung des Rinden-pH-Wertes bewirken. Die hangabwärts befindlichen Eichen-Hainbuchenwälder liegen demgegenüber etwas geschützt und grenzen zudem an Grünlandflächen des Naturschutzgebietes „Léi“ an.

Abbildung 11

Mittlere ungewichtete Nährstoffwerte der an den Monitoringbäumen festgestellten Flechtenarten



Die für den Standortfaktor „Nährstoff“ (bzw. „Stickstoff“) errechneten mittleren (ungegewichteten) Zeigerwerte ergeben in ihrer Gesamtheit ein ähnliches Bild wie für den Faktor „Reaktion“ (siehe Abbildung 10). Wiederum finden sich die höchsten Werte innerhalb der Perlgras-Buchenwälder, wohingegen die niedrigsten Nährstoffwerte im Bereich der Eichen-Hainbuchenwälder ermittelt wurden.

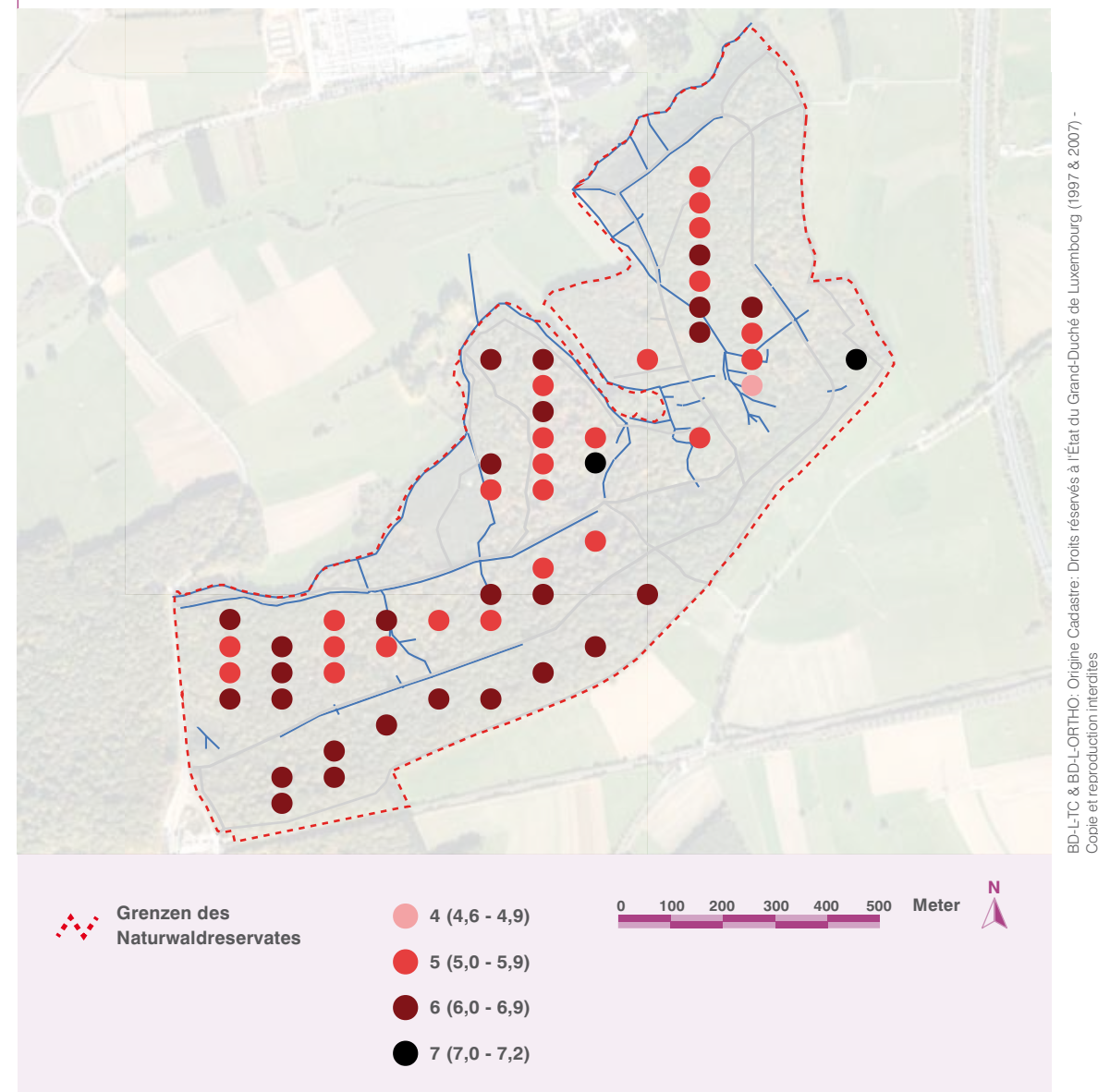
Belastung durch Immissionen

Die Flechten, vor allem die Artengruppe der Epiphyten, haben durch saure Immissionen

insbesondere in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts allgemein enorme Bestandsrückgänge erfahren. Diese für große Teile Europas zutreffende Zustandsbeschreibung dürfte nach den flechtenkundlichen Erhebungen von Dr. Paul Diederich (1980, 1987, unveröff.) im Wesentlichen auch auf das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ übertragbar sein. Inzwischen hat sich die lufthygienische Situation grundlegend geändert. Saure Luftschadstoffe, v.a. das für Flechten toxische Schwefeldioxid (SO_2), spielen heutzutage keine entscheidende Rolle mehr. Stattdessen hat der seit Mitte des 20. Jahrhunderts stark angestiegene

Abbildung 12

Mittlere ungewichtete Toxizitätswerte der an den Monitoringbäumen festgestellten Flechtenarten



Anteil der Stickoxide in der Luft in Verbindung mit dem Rückgang saurer Immissionen allgemein eine deutliche Zunahme nitrophytischer Flechtenarten wie *Xanthoria parietina* oder *Physcia tenella* bewirkt.

Innerhalb der in den oberen Hangbereichen stockenden Buchenwälder ergeben sich durchweg hohe Toxizitätswerte (und damit eine vermeintlich hohe Luftbelastung), in den übrigen Bereichen sind die Ergebnisse stärker streuend. Es darf bei der Betrachtung jedoch nicht vergessen werden, dass infolge der nur langsam erfolgenden (Wieder-) Einwanderung von gegenüber Immissionen

empfindlichen Flechtenarten die in Abbildung 12 dargestellten Verhältnisse eher die Situation in der Vergangenheit als den aktuellen Zustand widerspiegeln. Zu bedenken ist auch, dass die aktuell zu beobachtende Neubesiedlung durch verschiedene Arten zumindest teilweise auch vom Zufall abhängig ist.

Vorkommen von hygrophytischen Flechten

WIRTH (1995) nimmt in seiner „Flechtenflora“ für die Mehrzahl der Flechtenarten eine Charakterisierung der Standortansprüche vor. Auf dieser Grundlage lassen sich 39 innerhalb der forstlichen

Probenkreise festgestellte Flechtenarten als „ziemlich hygrophytisch“ bis „sehr hygrophytisch“ einstufen, das heißt, die betreffenden Standorte können als „ziemlich luftfeucht“ bis „sehr luftfeucht“ bezeichnet werden. In **Abbildung 13** ist für jeden Stichprobenkreis die Anzahl der hygrophytischen Arten wiedergegeben. Eine beträchtliche Zahl der an ± (luft)feuchte Waldstandorte gebundenen Flechtenarten wurde in nahezu allen Stichprobenkreisen festgestellt – die für die Gehölze des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ so charakteristische und habituell auffällige Krustenflechte *Phlyctis argena* (Weiße Blattnflechte) sogar in allen untersuchten Probekreisen.

Erwartungsgemäß kommen die Hygrophyten gehäuft innerhalb der feuchten Eichen-Hainbuchenwälder vor, während die Buchenwälder auf mittleren Standorten demgegenüber deutlich weniger Feuchte liebende Flechtenarten innerhalb der Probekreise aufweisen. Maßgeblich beeinflusst wird das Ergebnis durch das regelmäßige Auftreten alter Eichen mit tiefen Borkenrissen – ein Faktor, der das Vorkommen mehrerer hygrophytischer „Stecknadelflechten“ fördert. Ausschlaggebend für das Vorkommen so vieler hygrophytischer Flechtenarten sind somit zum einen die lokalklimatischen Verhältnisse, zum anderen die Substrateigenschaften.

3.3 | Ergebnisse der Untersuchungen an den Sonderstandorten

Zu den erfassten Sonderstandorten zählen neben einer sehr alten **Eiche** mit außergewöhnlichem Umfang auch drei als stehendes **Totholz** erfasste Totbäume von Eiche. Die dokumentierten Eichen weisen entweder einen bemerkenswerten, durch die Stichprobenkreise nicht hinreichend dokumentierten Flechtenbewuchs auf, oder sie wurden aufgenommen, um zukünftig die Dynamik

des Flechtenbewuchses verfolgen zu können. Zur weiteren Beobachtung der Dynamik des Flechtenarteninventars wurden auch zwei alte, überdurchschnittlich dimensionierte **Buchen** und **Hainbuchen** mit einem auffällig reichen Flechtenbewuchs festgehalten. Außerdem wurde die Flechtenvegetation einer Esche mit ausgedehnten Lagern der erstmals für das Großherzogtum Luxemburg nachgewiesenen *Chaenotheca brachypoda* (Schwefelgelbe Stecknadelflechte) dokumentiert.

Abbildung 13
Anzahl der hygrophytischen Flechtenarten

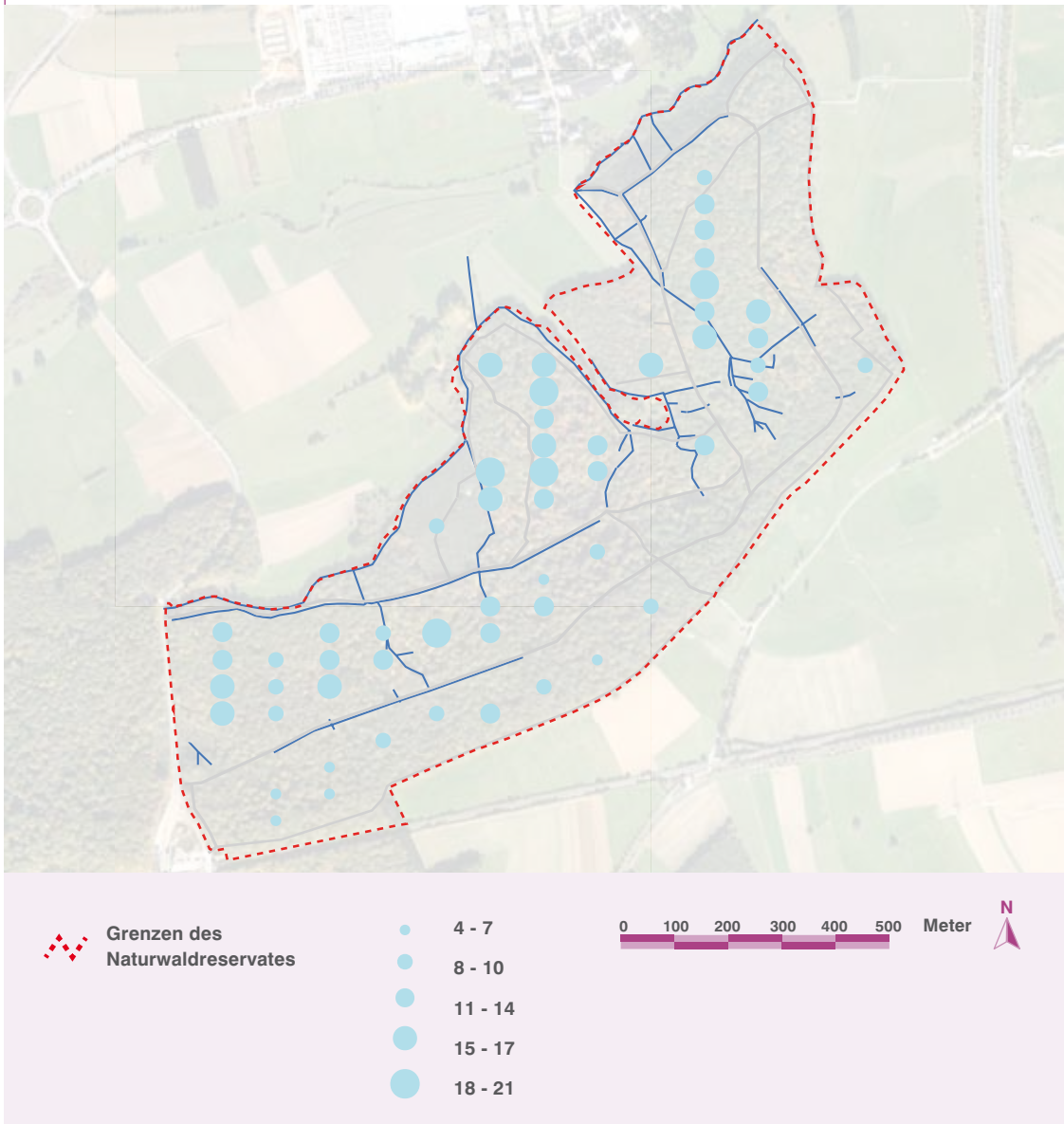


Abbildung 14
Lage der untersuchten Sonderstandorte

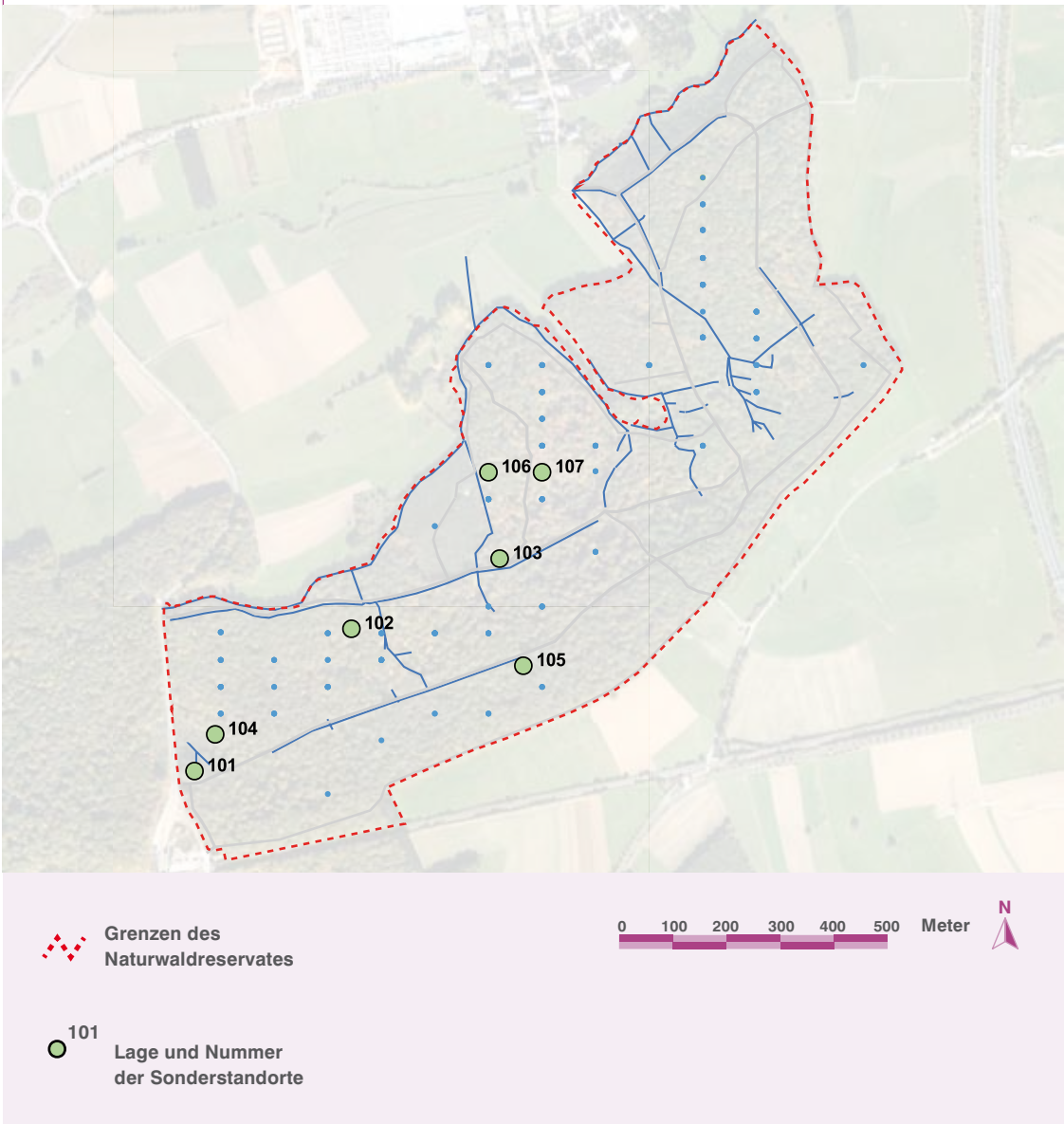


Tabelle 19 Besonderheiten der ausgewählten Sonderstandorte

Nr.	Strukturmerkmal	Flechtenfloristische Besonderheiten	Artenzahl
101	sehr dicke/alte Eiche	Arthonia vinosa, Calicium adpersum, Chaenotheca stemonea, Chrysothrix candelaris, Schismatomma decolorans	18
102	stehendes Totholz	Calicium salicinum, Micarea misella, Thelocarpon intermediellum	7
103	sehr dicke/alte Buche, Artenreichtum	keine	22
104	sehr dicke/alte Hainbuche, Artenreichtum	keine	25
105	stehendes Totholz	Chaenotheca xyloxena, Thelocarpon intermediellum	5
106	stehendes Totholz	Thelocarpon intermediellum	5
107	Artenreichtum [Esche]	Chaenotheca brachypoda, C. trichialis	17

Foto 9

Alte Eiche („Freiheitsbaum“), Sonderstandort Nr. 101; 07.05.2009



Foto 10

Alte Buche im Südwesten von „Enneschte Bësch“, Sonderstandort Nr. 103; 07.04.2009



Foto 11

Alte Hainbuche mit reichem Flechtenbewuchs, Sonderbaum Nr. 104; 14.04.2009



3.4 | Arten alter Wälder

Die ehemals zusammenhängende Walddecke wurde in Europa vor allem im Mittelalter in beträchtlichem Umfang abgeholzt und überwiegend in landwirtschaftliche Nutzfläche umgewandelt. Bei einem Teil der vor allem auf ungünstigen Standorten verbliebenen Wälder wird vermutet, dass sie – abgesehen von kleinflächigen Störungen – seit dem Mittelalter kontinuierlich existierten („Historisch alte Wälder“), während die Mehrzahl der heutigen Wälder auf zumindest zeitweilig nicht mit Wald bestandenen Standorten stocken und aus (jüngeren) Aufforstungen hervorgegangen sind („Neuzeitliche Wälder“). Der Begriff „Historisch alte Wälder“ zielt somit auf eine langzeitige Bestockungskontinuität.

Für die Organismengruppe der Flechten wurde in Großbritannien bereits 1976 ein „Index of age and environmental continuity“ aufgestellt (ROSE 1976), der insgesamt 30 charakteristische Arten alter Wälder umfasst, die – sofern sie in ausreichender Menge in einem Wald vorkommen – als Zeiger für eine lange historische Kontinuität des Waldstandortes fungieren können. DIEDERICH (1991) hat diese Methode an die Luxemburger Verhältnisse angepasst, wodurch sich eine (Luxemburger) Liste von insgesamt 22 Flechtenarten ergab.

Aus dieser Liste wurden innerhalb des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ lediglich zwei Flechtenarten festgestellt. Eine jener Arten, die auf glatten Rinden wachsende Krustenflechte *Porina leptalea*, ist nicht nur im „Enneschte Bësch“, sondern auch im übrigen Luxemburg inzwischen so häufig geworden, dass sie nicht (mehr) als Zeiger für eine historische Kontinuität von Waldstandorten gewertet werden kann.

Tabelle 20 Zeigerarten „Historisch alter Wälder“ im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Zahl der Wuchsorte
Bacidia biatorina	Kelch-Stäbchenflechte	3
Porina leptalea	Zarte Kernflechte	über 100

Für das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ lassen sich – ungeachtet der tatsächlichen Gegebenheiten – mittels der Flechtenflora somit keine Indizien für eine historische Kontinuität des Waldstandortes finden.

Im Zusammenhang mit Untersuchungen zum Flechtenvorkommen in naturnahen Wäldern wurden immer wieder auch Einschätzungen bezüglich „Arten historisch alter Wälder“ oder sogenannter „Altholzarten“ getroffen. In Anlehnung an entsprechende Literaturangaben wurden für das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ 14 Arten ausgewählt, die als Indikatoren für relativ naturnahe Verhältnisse in älteren Waldbeständen

fungieren können. Neben den von DIEDERICH (1991) angeführten Arten wurden dabei vor allem noch auf Totholz und alten Eichen wachsende Vertreter der Caliciales sowie weitgehend auf alte Waldbäume beschränkte Krustenflechten wie *Arthonia vinosa* (Weinrote Fleckflechte), *Pertusaria hymenea* (Häutige Porenflechte) oder *Schismatomma decolorans* (Verfärbte Spaltaugenflechte) berücksichtigt.

Die ausgewählten Arten zeigen innerhalb des Naturwaldreservates interessanterweise eine weite Verbreitung. Eine gewisse Häufung der Vorkommen ist im zentralen Gebietsteil mit seinen gut entwickelten, strukturreichen feuchten Eichen-Hainbuchenwäldern erkennbar. Nur ausnahmsweise fand sich dagegen eine jener Arten innerhalb der Buchenwälder im Südwesten sowie innerhalb der Eichen-Hainbuchenwälder im Norden bzw. Nordosten des Naturwaldreservates.

4. Vergleich mit anderen Erhebungen

Die vorliegenden Ergebnisse stellen eine Erstdokumentation des Flechteninventars im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ dar. Erst in vielen Jahren wird es im Rahmen neuerlicher Untersuchungen möglich sein, die Auswirkungen der durch die Aufgabe der forstlichen Nutzung ausgelösten dynamischen Prozesse auf die Flechtenvegetation zu analysieren und zu bewerten.

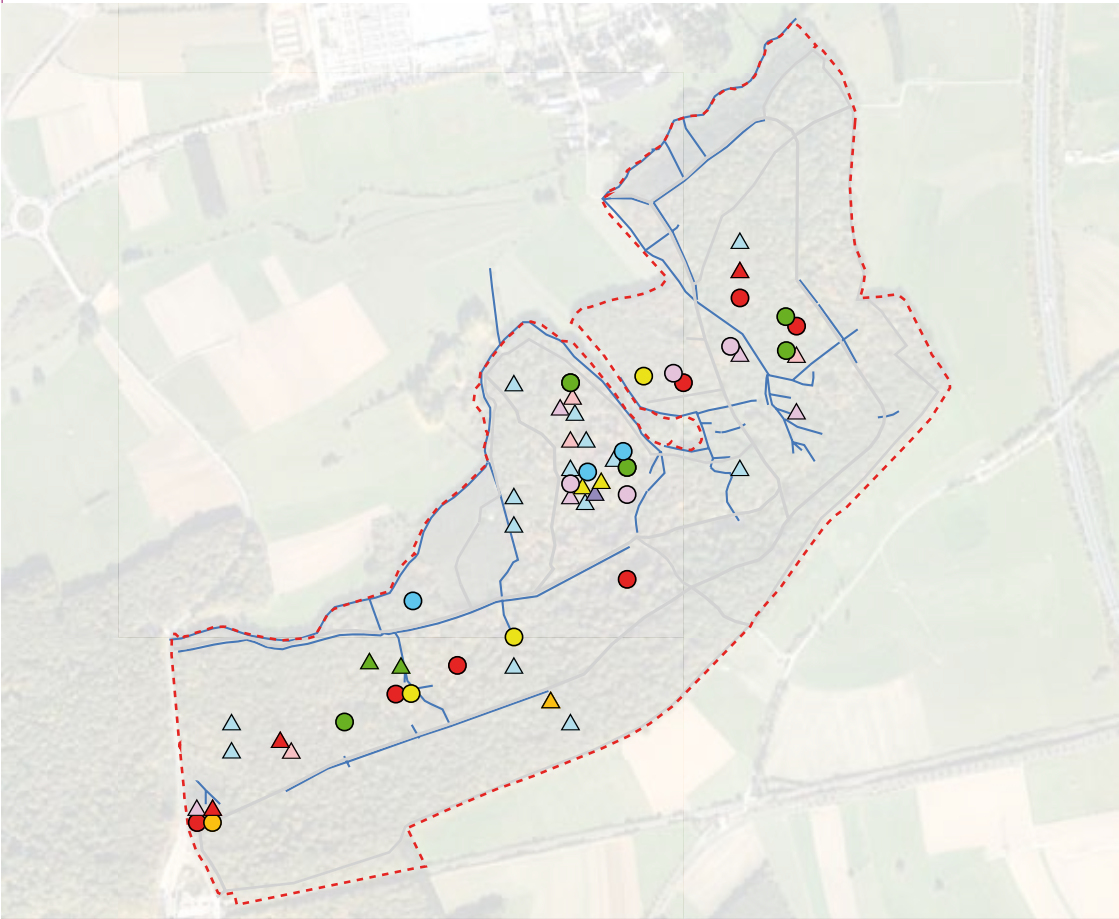
4.1 | Historische Daten zum Gebiet

Im Bereich des heutigen Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ wurden bereits Anfang bzw. Mitte der 1980er Jahre flechtenfloristische Erhebungen durchgeführt. Am 22. Juli 1980 sowie am 26. August 1987 erstellte der Luxemburger Lichenologe Dr. Paul Diederich zwei nicht publizierte, insgesamt 32 Arten umfassende Listen für den Bereich „Enneschte Bësch“.

Von den 29 Arten, für die ein von WIRTH (2001) zugewiesener Toxitolanzwert vorliegt, weist knapp die Hälfte (13 Arten) eine „ziemlich hohe“ bis „sehr hohe“ Toleranz gegenüber Luftbelastungen auf (Toxitolanzwerte 7–9). Dies weist zwar einerseits auf eine schlechte lufthygienische Situation Mitte der 1980er Jahre im Bereich des „Enneschte Bësch“ hin, andererseits sind in der oben stehenden Liste auch zwei Arten angeführt, die als ± empfindlich gegenüber Luftschadstoffen (Toxitolanzwert 3) gelten. Berücksichtigt man weiterhin, dass von den seinerzeit nachgewiesenen Arten immerhin vier einen Toxitolanzwert von 4 haben (Populationen jener Arten sind andernorts durch saure Luftschadstoffe nachweislich stark dezimiert worden), dann muss man sich das „Enneschte Bësch“ in den 1980er Jahren als „nur“ mäßig stark belastet vorstellen. Vier der damals festgestellten Arten wurden während der aktuellen Erhebungen nicht mehr beobachtet.

Abbildung 15

Vorkommen von Zeigerarten für relativ naturnahe Verhältnisse in älteren Waldbeständen



Grenzen des Naturwaldreservates

- Arthonia vinosa
- Bacidia biatorina
- Calicium adpersum
- Calicium salicinum
- Chaenotheca brachypoda
- Chaenotheca chlorella
- Chaenotheca chrysocephala
- Chaenotheca stemonea
- Chaenotheca trichialis
- Chaenotheca xyloxena
- Lecania croatica
- Pertusaria hymenea
- Pyrenula nitida
- Schismatomma decolorans

Foto 12

Pyrenula nitida (Glänzende Kernflechte) - eine gesetzlich geschützte Krustenflechtenart - an Hainbuche; 06.04.2009



Tabelle 21 2009 in „Enneschte Bësch“ nicht mehr beobachtete Arten

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Häufigkeit in Lorraine
Lecanora conizaeoides	Staubige Kuchenflechte	CC
Peltigera didactyla	Zwerg-Schildflechte	AR
Physconia distorta	Bereifte Schwielenflechte	AC
Scoliciosporum chlorococcum	Algenartige Krummsporflechte	C

4.2 | Weitere Untersuchungen in Waldökosystemen

Seit einigen Jahren werden in verschiedenen Ländern Mitteleuropas punktuell Untersuchungen zum Flechteninventar in Waldökosystemen durchgeführt. Ein Vergleich der Ergebnisse ist jedoch problematisch, da die Untersuchungen oft unterschiedliche Waldgesellschaften betrachten, in naturräumlich und geographisch abweichenden Regionen stattgefunden haben und die Erfassungsmethode sowie die Größe der betrachteten Waldbestände nicht einheitlich ist. Für Vergleichszwecke gut geeignet sind neben

den Befunden aus den Luxemburger Naturwaldreservaten „Laangmuer“ (EICHLER & CEZANNE 2009) und „Betebuerger Bësch“ (CEZANNE & EICHLER 2009) die von TEUBER (2006) für vier hessische bodensaure Buchenwälder vorgelegten Untersuchungsergebnissen. In **Tabelle 21** sind jeweils die mittels der Gittermethode im Mittelstammbereich von Buchen erfassten Stetigkeiten (Anzahl der Gitteraufnahmen mit Vorkommen der jeweiligen Art) dargestellt.

Wie die **Tabelle 21** zeigt, scheint zumindest eine Art (*Lepraria incana*) auch überregional regelmäßig im Mittelstammbereich von Buchen aufzutreten.

Tabelle 22 Vergleich des Flechtenarteninventars von „Enneschte Bësch“ mit vier Naturwaldreservaten

	Enneschte Bësch	Beetebuerger Bësch	Laangmuer	NWR Hasenblick	NWR Hohehardt und Geiershöh / Rothebuche	NWR Alsberger Hang	NWR Loheiche
Quelle		CEZANNE & EICHLER (2009)	EICHLER & CEZANNE (2009)	TEUBER (2006)	TEUBER (2006)	TEUBER (2006)	TEUBER (2006)
Untersuchungsjahr	2009	2009	2008	2001	2002	2003	2004
Untersuchungsfläche [ha]	86	155	103	87	140	231	35
Höhenlage [m ü. NN]	280 – 315	275 – 326	370 – 424	370 – 485	300 – 400	240 – 410	470 – 560
Mittlere jährliche Niederschläge [mm]	860	750 – 800	884	700 – 800	650 – 700	900	700 – 800
Anzahl der Aufnahmen am Mittelstamm	80	308	412	80	80	80	40
Anzahl der untersuchten Buchen	20	77	103	20	20	20	20
Gesamtartenzahl im Gebiet [Flechten]	141	135	171	75	83	81	59
Mittlerer Stammdurchmesser [cm]	174	202	205	135	162	143	158
Artenzahl innerhalb der Aufnahmen am Mittelstamm von Buche	30	42	58	18	17	8	9
Stetigkeit [%]							
Allen Buchenwäldern gemeinsam:							
Lepraria incana	100,0	100,0	95,6	98,8	80,0	70,0	77,5
In mehreren Gebieten ± typisch:							
Micarea prasina s.l.	48,8	75,3	63,1	2,5	1,3	1,3	-
Ropalospora viridis	12,5	10,4	12,4	23,8	20,0	-	12,5
Melanelixia fuliginosa ssp. glabratula	11,3	13,0	3,6	2,5	-	2,5	2,5
Porina aenea	73,8	98,7	18,4	1,3	-	3,8	-
Cladonia coniocraea	11,3	46,8	25,0	3,8	7,5	-	-
Graphis scripta	1,3	27,3	1,9	1,3	-	-	-
Physcia tenella	13,8	20,8	6,3	-	-	-	10,0
Parmelia saxatilis	15,0	7,8	0,5	-	6,3	-	-
Pertusaria leioplaca	-	1,3	0,2	1,3	-	-	-
Scoliosporum chlorococcum	-	1,3	0,2	-	1,3	-	-

	Enneschte Bësch	Beetebuerger Bësch	Laangmuer	NWR Hasenblick	NWR Hohehardt und Geiershöh / Rothebuche	NWR Alsberger Hang	NWR Loheiche
Quelle		CEZANNE & EICHLER (2009)	EICHLER & CEZANNE (2009)	TEUBER (2006)	TEUBER (2006)	TEUBER (2006)	TEUBER (2006)
Untersuchungsjahr	2009	2009	2008	2001	2002	2003	2004
Typisch für Buchenwälder mittlerer Standorte:							
Lecanora argentata	6,3	32,5	-	-	-	-	-
Lecanora expallens	3,8	11,7	-	-	-	-	-
Cladonia chlorophaea	-	11,7	-	-	-	-	-
Lecanora intumescens	1,3	6,5	-	-	-	-	-
Anisomeridium polypori	1,3	6,5	-	-	-	-	-
Pertusaria pertusa	-	5,2	-	-	-	-	-
Opegrapha rufescens	1,3	5,2	-	-	-	-	-
„Säurezeiger“							
Mycoblastus fucatus	2,5	-	16,0	8,8	23,8	-	5,0
Parmeliopsis ambigua	-	-	5,8	27,5	17,5	-	12,5
Trapeliopsis flexuosa	-	-	0,7	1,3	1,3	1,3	-
Lecanora conizaeoides	-	-	0,7	1,3	1,3	-	-
Placynthiella icmalea	-	-	4,4	-	-	-	-
„Arten luftfeuchter Wälder“							
Phlyctis argena	51,3	84,4	4,9	-	-	-	-
Porina leptalea	25,0	57,1	18,4	-	-	-	-
Coenogonium pineti	8,8	31,2	4,6	-	-	-	-
Arthonia didyma	8,8	35,1	-	-	-	-	-
Arthonia spadicea	5,0	-	-	-	-	-	-
Typisch für Luxemburger Buchenwälder:							
Lepraria lobificans	8,8	45,5	7,0	-	-	-	-
Candelariella reflexa	22,5	44,2	22,8	-	-	-	-
Xanthoria polycarpa	5,0	14,3	2,4	-	-	-	-
Lepraria rigidula	7,5	13,0	3,2	-	-	-	-
Bacidia sulphurella	2,5	7,8	3,4	-	-	-	-
Trapeliopsis pseudogranulosa	2,5	5,2	8,3	-	-	-	-

Hinzu kommt eine Gruppe weiterer Arten, wie *Micarea prasina s.l.* (Lauchgrüne Krümflechte), *Ropalospora viridis* (Grüne Zeichenflechte), *Melanelixia fuliginosa ssp. glabratula* (Glatte Schüsselflechte), *Porina aenea* (Kupferfarbige Kernflechte) oder *Cladonia coniocraea* (Gewöhnliche Säulenflechte), die am Mittelstamm mitteleuropäischer Buchenwälder offenbar ziemlich regelmäßig auftritt. Deutliche Differenzen zeigen sich hinsichtlich der an vergleichsweise hohe Luftfeuchte oder an saure Substrate gebundenen Arten. Hier ergeben

sich Parallelen zwischen den beiden 2009 untersuchten Naturwaldreservaten „Enneschte Bësch“ und „Betebuerger Bësch“ durch das Auftreten zahlreicher Arten luftfeuchter Standorte bei gleichzeitigem weitgehendem Fehlen von typischen Säurezeigern. Säurezeiger, wie *Mycoblastus fucatus* (Verkannte Körnchenflechte), *Parmeliopsis ambigua* (Wechselhafte Napfflechte), *Trapeliopsis flexuosa* (Veränderliche Trapelie), *Lecanora conizaeoides* (Staubige Kuchenflechte) oder *Placynthiella icmalea* (Korallen-Schwarznapfflechte), sind dagegen

typisch sowohl für die Mittelstämme der von TEUBER (2006) untersuchten hessischen bodensauren Buchenwälder als auch für das Naturwaldreservat „Laangmuer“, das eine Mittelstellung unter den verglichenen Naturwaldreservaten einnimmt. Gemeinsam ist den drei Luxemburger Naturwaldreservaten das Auftreten von *Candelariella reflexa* (Sorediöse Dotterflechte) und *Xanthoria polycarpa* (Vielfrüchtige Gelbflechte) – nach WIRTH (1995) charakteristische Arten mineralreicher Borken – an den untersuchten Baumstämmen, was auf eine stärkere Nährstoffanreicherung der Buchenstämme des Luxemburger Gebietes schließen lässt.

Für Eichen-Hainbuchenwälder liegen leider keine publizierten Ergebnisse von Untersuchungen mit vergleichbarer Methodik vor.

5. Zusammenfassung

Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ wurde im Jahr 2009 erstmals eine flechtenkundliche Bestandsaufnahme durchgeführt, die sich überwiegend an dem bereits bestehenden Netz der forstlichen Stichprobenkreise orientierte. Das Hauptziel dieser Untersuchung war einerseits, den Zustand der Waldbestände zum Zeitpunkt der Aufgabe der forstlichen Nutzung zu dokumentieren und andererseits durch die Erfassung von definierten Flächen die Grundlage für eine langfristige Beobachtung der Entwicklung der Bestände unter natürlichen Bedingungen zu legen.

Neben der Erstellung einer Gesamtartenliste mit Angabe der besiedelten Substrate und der jeweiligen Häufigkeiten wurden auch standardisierte Erhebungen innerhalb der forstlichen Stichprobenkreise durchgeführt. Für das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ konnten insgesamt 159 Taxa nachgewiesen werden: 141 Flechten (lichenisierte Pilze, inkl. drei fakultativ lichenisierte Pilze), 17 flechtenbewohnende Pilze, sowie ein nicht lichenisierter, traditionell von den Flechtenkundlern mitbearbeiteter Pilz.

Rund zwei Drittel aller Arten sind Krustenflechten, während die Blattflechten und Strauchflechten nur mit vergleichsweise geringen Anteilen vertreten sind.

Mit 99 Flechtenarten ist die Eiche (*Quercus* spp.) – im Wesentlichen Relikt der ehemaligen Mittelwaldwirtschaft – die artenreichste Baumart des Naturwaldreservates. Unter den an Eichen wachsenden Arten finden sich viele seltene bzw. für Luxemburg bemerkenswerte Arten. Höhere Artenzahlen weisen ansonsten noch Hainbuche (*Carpinus betulus*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Buche (*Fagus sylvatica*) auf.

Lediglich sieben Arten wachsen ausschließlich auf Totholz; drei weitere Arten weisen zumindest einen Schwerpunkt ihrer Verbreitung im Gebiet auf diesem Substrattyp auf. Das stehende Totholz ist oft nur von wenigen Arten besiedelt, unter denen sich jedoch einige flechtenfloristische Besonderheiten befinden.

Nur wenige Arten sind regelmäßig im Gebiet anzutreffen; lediglich 13 % der Arten können als „häufig“ bis „sehr häufig“ gelten.

Vier der 159 im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ beobachteten Arten stellen Neufunde für Luxemburg dar, zwei Arten wurden bislang im Luxemburger Teil der Region Lorraine noch nicht nachgewiesen.

Die Auswertung der Erhebungen innerhalb der Stichprobenkreise führte zu folgenden Ergebnissen:

- Die innerhalb eines Probekreises festgestellten Gesamtartenzahlen (ohne flechtenbewohnende Pilze) liegen zwischen 17 und 51 Flechtenarten (im Mittel 29,2).
- Die Eichen-Hainbuchenwälder weisen eine größere Artendiversität auf als die Buchenwälder.
- Für die Flechtenartenvielfalt dürfte überwiegend die Qualität der Substrate entscheidend sein, insbesondere das Vorhandensein alter Bäume oder die Intensität des Nährstoffeintrages.
- Hygrophytische Flechtenarten kommen gehäuft innerhalb der feuchten Eichen-Hainbuchenwälder vor, während die Buchenwälder auf mittleren Standorten deutlich weniger Feuchte liebende Flechtenarten aufweisen.
- Ausschlaggebend für das Vorkommen der hygrophytischen Flechtenarten sind zum einen die lokalklimatischen Verhältnisse, zum anderen die Substrateigenschaften.

- Für das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ lassen sich mittels der Flechtenflora keine hinreichenden Indizien für eine historische Kontinuität des Waldstandortes finden.
- Im Gebiet kommen 14 Flechtenarten vor, die in einschlägigen Publikationen als „Arten historisch alter Wälder“ oder sogenannte „Altholzarten“ bzw. „Altwaldindikatoren“ bewertet werden. Diese Arten sind im zentralen Gebietsteil mit seinen gut entwickelten, strukturreichen feuchten Eichen-Hainbuchenwäldern gehäuft vertreten.
- Die mittlere Artenzahl des Flechtenbewuchses an Buchen- und Eichenstämmen steigt mit zunehmendem Brusthöhendurchmesser – ein Beleg für die Bedeutung von alten Bäumen für die Biodiversität bzw. den Artenschutz in Wäldern.
- Die mittlere Artenzahl des Flechtenbewuchses an Hainbuchenstämmen mit einem BHD über 27 cm verändert sich nicht wesentlich mit zunehmendem Dickenwachstum.

Aus flechtenfloristischer Sicht sind folgende Besonderheiten des Naturwaldreservates hervorzuheben:

- Vorkommen von zahlreichen alten Eichen
- großer Anteil gehölzartenreicher Eichen-Hainbuchenwälder
- Vorkommen von Baumarten mit basenreicher Rinde (Esche, Feldahorn)
- keine nennenswerte Nährstoffbelastung im Bestandesinnern.

Ein Vergleich mit Erhebungen aus den Jahren 1980 und 1987 zeigt, dass sich die epiphytische Flechtenvegetation des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ innerhalb der letzten zwei bis drei Jahrzehnte stark verändert hat. Ursachen für die sowohl quantitativen als auch qualitativen Veränderungen in der Artenzusammensetzung sind vor allem die deutlich verbesserte Luftgütesituation sowie die global feststellbaren Klimaveränderungen (v.a. mildere Winter).

Es ist zu erwarten, dass sich diese positive Entwicklung zukünftig fortsetzen wird. Die als Daueruntersuchungsflächen fungierenden forstlichen Stichprobenkreise bieten eine gute Möglichkeit, die Prozesse der Bestandesveränderungen von Flechten zu beobachten.

6. Literatur

ALBRECHT, L. (1990): Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten. – Schriftenreihe des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Band 1, 221 S.

CEZANNE, R. & EICHLER, M. (2009): Flechtenkundliche Erhebungen im Naturwaldreservat „Betebuerger Bësch“ – Erstaufnahme. – unveröff. Gutachten im Auftrag der Administration de la Nature et des Forêts, 68 S.

CEZANNE, R., EICHLER, M., HOHMANN, M.-L. & WIRTH, V. (2008): Die Flechten des Odenwaldes. – Andrias 17: 1–520.

DIEDERICH, P. (1980, 1987): Artenlisten für den Bereich „Enneschte Bësch“, unveröff.

DIEDERICH, P. (1991): Les forêts luxembourgeoises à longue continuité historique. – Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois 92: 31–39.

DIEDERICH, P., ERTZ, D., STAPPER, N., SÉRUSIAUX, E. & RIES, C. (2009): The lichens and lichenicolous fungi of Belgium, Luxembourg and northern France. – URL: <http://www.lichenology.info> [18.11.2009].

EICHLER, M. & CEZANNE, R. (2009): Die Flechten (Lichenes) des Naturwaldreservates „Laangmuer“, in: Murat, D. (Schriftl.): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 5. Zoologische und botanische Untersuchungen „Laangmuer“ 2007-2008. Naturverwaltung Luxemburg: S. 194–226.

LE MINISTRE DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET INFRA-STRUCTURES (MDDI) (2010): Règlement grand-ducal du 8 janvier 2010 concernant la protection intégrale et partielle de certaines espèces de la flore sauvage. – Extrait du Mémorial «A» N° 14 du 1^{er} février 2010 (pages 210 – 226).

MANZKE, W. (2008): pH-Wert an der Rindenoberfläche und Substratpräferenz epiphytischer Moose in alten Eichen-Hainbuchen-Beständen der Kinzig-Aue (Untermainebene, Hessen). – Archive for Bryology 30: 1–26.

ROSE, F. (1976): Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. In: Brown, D.H., Hawksworth, D.L. & Bailey, R.H. (Hrsg.): Lichenology: Progress and Problems: 279–307.

TEUBER, D. (2006): Ergebnisse flechtenkundlicher Untersuchungen aus vier bodensauren Buchenwäldern. – Naturwaldreservate in Hessen 9: 1–73, Wiesbaden.

TOBES, R., WEVELL, A. & BROCKAMP, U. (2008): Resultate der Waldstrukturaufnahme „Enneschte Bësch“, Bd. 3. Forstverwaltung Luxemburg: 71 S.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2005): VDI-Richtlinie 3957, Blatt 13: Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen mit Flechten (Bioindikation) – Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für Luftgüte, 27 S., Düsseldorf.

WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. 2. Aufl., Teil 1 & 2, 1006 S., Stuttgart.

WIRTH, V. (2001): Zeigerwerte von Flechten. In: Ellenberg, H. (Hrsg.), Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica XVIII: 221–243, 3. durchges. Aufl., Göttingen.

Kartengrundlagen

KATASTER

Administration du Cadastre et de la Topographie
Luxembourg (1997): BD-L-TC Planches 14 et 17,
format: shape.

LUFTBILDER

Administration du Cadastre et de la Topographie
Luxembourg (2007): BD-L-ORTHO 81-81 à 83,
82-81 à 83, 83-81 à 83.

7. Artenliste

Artname	Nomenklatur nach DIEDERICH et al. (2009) <i>kursiv:</i> flechtenbewohnende Pilze und flechtenähnliche Pilze	
Schutz	§	gesetzlich geschützte Art gemäß MDDI (2010)
H. Lorraine	Häufigkeit in der Luxemburger Region Lorraine nach DIEDERICH et al. (2009)	
	RRR	extrem selten, von 1 Lokalität bekannt
	RR	extrem selten, von 2 – 4 Lokalitäten bekannt
	R	selten, von 5 – 9 Lokalitäten bekannt
	AR	ziemlich selten, von < 25 % der 4 km x 4 km-IFBL-Rasterflächen bekannt (≥ 10 Lokalitäten)
	AC	ziemlich häufig, von 25 – 50 % der IFBL-Rasterflächen bekannt
	C	häufig, von 50 – 75 % der IFBL-Rasterflächen bekannt
	n Lor	Neufund für die Luxemburger Region Lorraine in (): bereits 2008 im NWR „Laangmuer“ nachgewiesen
H. Gebiet	n Lux	Neufund für Luxemburg in (): bereits 2008 im NWR „Laangmuer“ nachgewiesen
	Häufigkeit im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ (2009 festgestellt)	
	1	sehr selten, nur einmal im Gebiet gefunden (an einer Lokalität beobachtet)
	2	selten, an 2 – 5 Wuchsorten im Gebiet beobachtet
	3	mäßig selten – mäßig häufig
	4	häufig
Vorkommen	5	sehr häufig
	K	Vorkommen ausschließlich im Kronenbereich
	(l)	Vorkommen von flechtenbewohnenden Pilzen
Deutscher Name	nach CEZANNE, EICHLER, HOHMANN & WIRTH (2008)	

WISSENSCHAFTLICHER ARTNAME	SCHUTZ	H. LORRAINE	H. GEBIET	RINDE	HOLZ	STEIN	DEUTSCHER NAME
Anisomeridium polypori (M.B.Ellis & Everh.) M.E.Barr		AR	3	I	I		Spitzkegel-Schiefkernflechte
Arthonia didyma Körb.		R	5	I			Zweizellige Fleckflechte
Arthonia phaeophysciae Grube & Matzer		RR	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Arthonia radiata (Pers.) Ach.		AR-AC	3	I			Strahlige Fleckflechte
Arthonia ruana A.Massal.		RR	2	I			Gewöhnliche Fleckflechte
Arthonia spadicea Leight.		AC	5	I	I		Rotbraune Fleckflechte
Arthonia vinosa Leight.		AC	3	I	I		Weinrote Fleckflechte
Arthopyrenia analepta (Ach.) A.Massal.		RRR	1	I			Fakultativ lichenisierter Pilz
Arthopyrenia salicis A.Massal.		n Lux	2	I			Fakultativ lichenisierter Pilz
Athelia arachnoidea (Berk.) Jülich		CC	2	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Bacidia arceutina (Ach.) Arnold		RRR	2	I			Wacholder-Stäbchenflechte
Bacidia biatorina (Körb.) Vain.		RR	2	I			Kelch-Stäbchenflechte
Bacidia rubella (Hoffm.) A.Massal.		AC	3	I	I		Rötliche Stäbchenflechte
Bacidia sulphurella Samp.		RR	3	I	I		Arnolds Stäbchenflechte
Bacidina chlorotricula (Nyl.) Vězda & Poelt		RR	1	I			Blassgrüne Stäbchenflechte
Bacidina delicata (Leight.) V.Wirth & Vězda		R	2	I			Zarte Stäbchenflechte
Bacidina neosquamulosa (Aptroot & Herk) S.Ekman		RR	2	I			Sprossende Stäbchenflechte
Buellia griseovirens (Sm.) Almb.		C	3	I	I		Graugrüne Buellie
Buellia punctata (Hoffm.) A.Massal.		C	2	I			Punkt-Scheibenflechte
Calicium adspersum Pers.		AR	2	I			Sitzende Kelchflechte
Calicium salicinum Pers.		AR	2	I	I		Weiden-Kelchflechte
Caloplaca cerinella (Nyl.) Flagey		RR	1	K			Vielsporiger Wachs-Schönfleck
Caloplaca obscurella (Körb.) Th.Fr.		AR	2	I			Dunkler Schönfleck
Caloplaca pyracea (Ach.) Th. Fr.		AC-C	1	K			Feuerroter Schönfleck
Candelaria concolor (Dicks.) Stein		AR	1	I			Leuchterflechte
Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau		C	4	I	I		Sorediöse Dotterflechte
Candelariella vitellina (Hoffm.) Müll.Arg.		AC-CC	1	I			Gewöhnliche Dotterflechte
Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau		AC	2	I			Körnige Dotterflechte
Catillaria nigroclavata (Nyl.) Schuler		R	2	I			Schwarzkeulige Kesselflechte
Chaenotheca brachypoda (Ach.) Tibell		n Lor	2	I			Schwefelgelbe Stecknadelflechte
Chaenotheca chlorella (Ach.) Müll.Arg.		n Lux	1	I			Grüngelbe Stecknadelflechte
Chaenotheca chrysocephala (Ach.) Th.Fr.		AC	2	I			Gelbe Stecknadelflechte
Chaenotheca ferruginea (Sm.) Mig.		C	4	I	I		Rostfarbene Stecknadelflechte
Chaenotheca furfuracea (L.) Tibell		AR	2	I			Kleiige Stecknadelflechte
Chaenotheca stemonea (Ach.) Müll.Arg.		RR	2	I			Fädige Stecknadelflechte
Chaenotheca trichialis (Ach.) Th.Fr.		AR	3	I			Haarförmige Stecknadelflechte
Chaenotheca xyloxena Nádv.		1892	1		I		Holz-Stecknadelflechte
Chrysothrix candelaris (L.) J.R.Laundon		AC	3	I			Leuchter-Schwefelflechte
Cladonia chlorophaea (Sommerf.) Spreng.		AC	3	I	I		Gewöhnliche Becherflechte
Cladonia coniocraea (Flörke) Spreng.		AC	4	I	I		Gewöhnliche Säulenflechte
Cladonia fimbriata (L.) Fr.		AC	2	K	I		Trompeten-Becherflechte
Cladonia ramulosa (With.) J.R.Laundon		AR	2	I	I		Ästige Becherflechte
Coenogonium pineti (Schrad. ex Ach.) Lücking & Lumbsch		AR	4	I	I		Kiefern-Krügleinflechte

WISSENSCHAFTLICHER ARTNAME	SCHUTZ	H. LORRAINE	H. GEBIET	RINDE	HOLZ	STEIN	DEUTSCHER NAME
<i>Cyrtidula quercus</i> (A. Massal.) Minks		n Lux	1	K			Nicht lichenisierter Pilz
Evernia prunastri (L.) Ach.		CC	2	I	I		Eichenmoos, Pflaumenflechte
Fellhanera bouteillei (Desm.) Vězda		RR	1	I			Bouteilles Ästchenflechte
Fellhanera subtilis (Vězda) Diederich & Sérus.		R	1	I			Feine Ästchenflechte
Flavoparmelia caperata (L.) Hale		AC	2	I			Caperatflechte
Graphis scripta (L.) Ach.		AC	4	I			Gewöhnliche Schriftflechte
Halecania viridescens Coppins & P.James		AR	2	I			Grünliche Halecanie
Hyperphyscia adglutinata (Flörke) H.Mayrhofer & Poelt		RR	2	I			Anliegende Schwielenflechte
Hypocenomyce scalaris (Ach.) M.Choisy		AR	2	I	I		Aufsteigende Schuppenflechte
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.		CC	2	K	I		Gew. Blasenflechte
Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Hav.		C	2	K	I		Röhrige Blasenflechte
Hypotrachyna afrorevoluta (Krog & Swinscow) Krog & Swinscow		AR	2	I			Afrikanische Schüsselflechte
<i>Illosporiosis christiansenii</i> (B.L.Brady & D.Hawksw.) D.Hawksw.		AR	2	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Jamesiella anastomosans (P.James & Vězda) Lücking, Sérus. & Vězda		R	2	K	I		Dorn-Firnisflechte
Lecania croatica (Zahlbr.) Kotlov		n Lux	2	I			Kroatische Lecanie
Lecania cyrtella (Ach.) Th.Fr.		R	3	I			Holunder Lecanie
Lecania cyrtellina (Nyl.) Sandst.		(n Lor)	1	I			Kleine Lecanie
Lecania naegelii (Hepp) Diederich & van den Boom		AR	2	I			Naegelis Lecanie
Lecanora albella (Pers.) Ach.		R	1	I			Weißliche Kuchenflechte
Lecanora argentata (Ach.) Malme		AC	4	I	I		Silbrige Kuchenflechte
Lecanora carpinea (L.) Vain.		AR	3	I			Hainbuchen-Kuchenflechte
Lecanora chlorotera Nyl.		AR	2	I			Helle Kuchenflechte
Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf.		CC	2	I			Zerstreute Kuchenflechte
Lecanora expallens Ach.		CC	3	I	I1		Erbleichende Kuchenflechte
Lecanora intumescens (Rebent.) Rabenh.		R	3	I			Geschwollene Kuchenflechte
Lecanora persimilis (Th. Fr.) Nyl.		AC-AR	1	I			Falsche Holunder-Kuchenflechte
Lecanora pulicaris (Pers.) Ach.		AR	3	I			Floh-Kuchenflechte
Lecanora saligna (Schrad.) Zahlbr.		AR	2		I		Weiden-Kuchenflechte
Lecanora sambuci (Pers.) Nyl.		RRR	2	K			Holunder-Kuchenflechte
Lecanora symmicta (Ach.) Ach.		AR	2	I			Randlose Kuchenflechte
Lecidella elaeochroma (Ach.) M.Choisy		C	3	I			Olivgrüne Schwarznapfflechte
Lecidella scabra (Taylor) Hertel & Leuckert		AR	1	I			Rauhe Schwarznapfflechte
Lepraria incana (L.) Ach.		CC	5	I	I		Graue Lepraflechte
Lepraria lobificans Nyl.		C	5	I	I		Lappige Lepraflechte
Lepraria rigidula (B. de Lesd.) Tønsberg		AR	3	I	I		Steife Lepraflechte
<i>Lichenochora obscuroides</i> (Linds.) Triebel & Rambold		AR	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
<i>Lichenconium erodens</i> M.S.Christ. & D.Hawksw.		AC	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
<i>Marchandiobasidium aurantiacum</i> Diederich & Schultheis		AR	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Melanohalea laciniatula (H.Olivier) O.Blanco, A.Crespo, Divakar, Essl., D.Hawksw. & Lumbsch		AR	2	K			Zerschlitzte Schüsselflechte
Melanelixia fuliginosa ssp. glabrata (Lamy) J.R.Laundon		C	4	I	I		Glatte Schüsselflechte

WISSENSCHAFTLICHER ARTNAME	SCHUTZ	H. LORRAINE	H. GEBIET	RINDE	HOLZ	STEIN	DEUTSCHER NAME
Melanelixia subaurifera (Nyl.) O.Blanco et al.		AC	2	I			Gold-Schüsselflechte
Melanohalea exasperata (De Not.) O.Blanco et al.		R	1	K			Rauhe Schüsselflechte
Melanohalea exasperatula (Nyl.) O.Blanco et al.		AC	3	I			Spatel-Schüsselflechte
<i>Melaspilea proximella</i> (Nyl.) Nyl. ex Norrl.		(n Lux)	1	I			Fakultativ lichenisierter Pilz
Micarea micrococca (Körb.) Coppins		R	2	I	I		Kleinfrüchtige Krümfelflechte
Micarea misella (Nyl.) Hedl.		RR	2		I		Armselige Krümfelflechte
Micarea prasina Fr.		C	4	I	I		Lauchgrüne Krümfelflechte
Micarea viridileprosa Coppins & van den Boom		RR	3	I	I		Grünmehlige Krümfelflechte
Mycoblastus fucatus (Stirt.) Zahlbr.		C	3	I	I		Verkannte Körnchenflechte
Ochrolechia androgyna (Hoffm.) Arnold s.l.		AR	2	I			Zwittrige Bleiflechte
Ochrolechia turneri (Sm.) Hasselrot		RRR	1		I		Turners Bleiflechte
Opegrapha atra Pers.		AR	2	I			Schwarze Zeichenflechte
Opegrapha niveoatra (Borrer) J.R.Laundon		R	2	I			Schwarzweiße Zeichenflechte
Opegrapha rufescens Pers.		R	3	I			Fuchsrote Zeichenflechte
Opegrapha varia Pers.		AR	1	I			Variable Zeichenflechte
<i>Paranectria oropensis</i> (Ces.) D.Hawksw. & Piroz.		R	3	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Parmelia ernstiae Feuerer & A.Thell		AR	2	I			Ernsts Schüsselflechte
Parmelia saxatilis (L.) Ach.		C	4	I	I		Felsen-Schüsselflechte
Parmelia sulcata Taylor		CC	4	I	I		Furchen-Schüsselflechte
Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl.		C	2	I	I		Wechselhafte Napfflechte
Peltigera polydactylon (Neck.) Hoffm.	§	RR	1	I			Vielfingerige Schildflechte
Peltigera praetextata (Sommerf.) Zopf		AC	1	I			Verzierte Hundsflechte
Pertusaria albescens (Huds.) M. Choisy & Werner		C	2	I			Zonierte Porenflechte
Pertusaria amara (Ach.) Nyl.		C	3	I	I		Bittere Porenflechte
Pertusaria coccodes (Ach.) Nyl.		AR	2	I			Kugelpopfige Porenflechte
Pertusaria flavida (DC.) J.R.Laundon		AC	3	I	I		Gelbliche Porenflechte
Pertusaria hemisphaerica (Flörke) Erichsen		C	4	I	I		Halbkugelige Porenflechte
Pertusaria hymenea (Ach.) Schaer.		AR	2	I			Häutige Porenflechte
Pertusaria leioplaca DC.		AR	4	I			Glatte Porenflechte
Pertusaria pertusa (Weigel) Tuck.		CC	4	I			Gewöhnliche Porenflechte
Phaeophyscia nigricans (Flörke) Moberg		AR	2	I			Schwärzliche Schwielenflechte
Phaeophyscia orbicularis (Neck.) Moberg		C	2	I			Dunkelflechte
Phlyctis argena (Spreng.) Flot.		CC	5	I	I		Weiße Blatternflechte
Physcia adscendens H.Olivier		C	2	I			Helm-Schwielenflechte
Physcia aipolia (Humb.) Fűrnr.		AR	2	I			Ziegen-Schwielenflechte
Physcia leptalea (Ach.) DC.		RRR	1	K			Bewimperte Schwielenflechte
Physcia stellaris (L.) Nyl.		AR	2	K			Sternflechte
Physcia tenella (Scop.) DC.		C	4	I	I		Zarte Schwielenflechte
Piccolia ochrophora (Nyl.) Hafellner		RR	2	I			Zimtflechte
Placynthiella dasaea (Stirt.) Tønsberg		AR	3		I		Feine Schwarznapfflechte
Placynthiella icmalea (Ach.) Coppins & P.James		AC	2	K	I		Korallen-Schwarznapfflechte
Platismatia glauca (L.) W.L.Culb. & C.F.Culb.		C	2	I	I		Blaugraue Tartschenflechte
Porina aenea (Wallr.) Zahlbr.		AC	5	I			Kupferfarbige Kernflechte
Porina chlorotica (Ach.) Müll.Arg.		R	1			I	Blassgrüne Kernflechte
Porina leptalea (Durieu & Mont.) A.L.Sm.		R	5	I			Zarte Kernflechte

	SCHUTZ	H. LORRAINE	H. GEBIET	RINDE	HOLZ	STEIN	
WISSENSCHAFTLICHER ARTNAME							DEUTSCHER NAME
Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf		C	2	K			Gabelflechte
Psilolechia lucida (Ach.) M.Choisy		AR	2	I	I		Gelbfrüchtige Schwefelflechte
Punctelia jeckeri (Roum.) Kalb		AR	2	I			Krausblättrige Schüsselflechte
Punctelia subrudecta (Nyl.) Krog		AC	2	I			Punktierte Schüsselflechte
Pyrenula nitida (Weigel) Ach.	§	AR	2	I			Glänzende Kernflechte
Pyrrhospora querneae (Dicks.) Körb.		AR	2	I			Eichen-Feuerflechte
Ramalina farinacea (L.) Ach.		CC	3	I			Mehlige Astflechte
Ramonia interjecta Coppins		(n Lux)	1	I			Mittlere Ramonie
Ropalospora viridis (Tønsberg) Tønsberg		AC	3	I	I		Grüne Keulensporflechte
Scoliciosporum gallurae Vězda & Poelt		n Lor	1	I			Gallurische Krummsporflechte
Scoliciosporum umbrinum (Ach.) Arnold		AR	1	K			Braune Krummsporflechte
Stigmidium microspilum (Körb.) D.Hawksw.		RR	3	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Schismatomma decolorans (Sm.) Clauzade & Vězda	§	AR	1	I			Verfärbte Spaltaugenflechte
Strangospora moriformis (Ach.) Stein		RR	1	K			Maulbeer-Rundsporflechte
Strangospora pinicola (A. Massal.) Körb.		RR	1	K			Föhren-Rundsporflechte
Syzygospora physciacearum Diederich & M.S.Christ.		R	2	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Taeniolella phaeophysciae D.Hawksw.		AR	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Taeniolella punctata M.S.Christ. & D.Hawksw.		AC	3	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Taeniolina scripta (PKarst.) P.M.Kirk		RR	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Thelocarpon intermediellum Nyl.		(n Lor)	2		I		Mittlere Zitzenfruchtflechte
Trapeliopsis flexuosa (Fr.) Coppins & P.James		AR	2	K	I		Veränderliche Trapelie
Trapeliopsis granulosa (Hoffm.) Lumbsch		AR	2		I		Körnige Trapelie
Trapeliopsis pseudogranulosa Coppins & P.James		AR	2	I	I		Verwechselte Trapelie
Tremella cladoniae Diederich & M.S.Christ.		RR	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Tremella lichenicola Diederich		AR	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Tremella phaeophysciae Diederich & M.S.Christ.		AR	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Vouauxiella lichenicola (Linds.) Petr. & Syd.		AR	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz
Xanthoria candelaria (L.) Th. Fr.		C	1	I			Leuchter-Gelbflechte
Xanthoria parietina (L.) Th.Fr.		CC	3	I			Wand-Gelbflechte
Xanthoria polycarpa (Hoffm.) Rieber		C	3	I			Vielfrüchtige Gelbflechte
Xanthoriicola physciae (Kalchbr.) D.Hawksw.		R	1	(I)			Flechtenbewohnender Pilz

8. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

8.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung der Wuchsformen im NWR „Enneschte Bësch“256

Abbildung 2: Vorkommen der Flechtenarten auf verschiedenen Substrattypen257

Abbildung 3: Anzahl der Arten an den verschiedenen Gehölzarten des NWR „Enneschte Bësch“258

Abbildung 4: Häufigkeit der Arten im Gebiet265

Abbildung 5: Häufigkeit der Arten des NWR in der Region Lorraine (nach DIEDERICH et al. 2009)266

Abbildung 6: Artenzahlen mit Kronenbereich ohne flechtenbewohnende Pilze in den Stichprobenkreisen.....269

Abbildung 7: Artenzahl und Anzahl der von Flechten besiedelten Substrate in den Stichprobenkreisen270

Abbildung 8: Mittlere Artenzahlen im Bereich der Gitteraufnahmen272

Abbildung 9: Mittlere ungewichtete F-Werte der an den Monitoringbäumen festgestellten Flechtenarten274

Abbildung 10: Mittlere ungewichtete R-Werte der an den Monitoringbäumen festgestellten Flechtenarten275

Abbildung 11: Mittlere ungewichtete N-Werte der an den Monitoringbäumen festgestellten Flechtenarten276

Abbildung 12: Mittlere ungewichtete To-Werte der an den Monitoringbäumen festgestellten Flechtenarten277

Abbildung 13: Anzahl der hygrophytischen Flechtenarten278

Abbildung 14: Lage der untersuchten Sonderstandorte ..279

Abbildung 15: Vorkommen von Zeigerarten für relativ naturnahe Verhältnisse in älteren Waldbeständen.....282

8.2 | Fotoverzeichnis

Foto 1: Aufnahmegitter am Stamm einer Hainbuche, Probenkreis 32, Nord-Exposition; 08.04.2009256

Foto 2: *Chrysothrix candelaris* (Leuchter-Schwefelflechte); 08.04.2009.....257

Foto 3: *Pertusaria hemisphaerica* (Halbkugelige Porenflechte); 16.04.2009259

Foto 4: Hainbuche mit artenreichem Bewuchs, links *Graphis scripta* (Gew. Schriftflechte); 15.07.2009260

Foto 5: *Opegrapha atra* (Schwarze Zeichenflechte); 06.04.2009.....260

Foto 6: *Opegrapha varia* (Variable Zeichenflechte); 17.08.2009.....262

Foto 7: Stehendes Totholz mit besonderen Flechtenarten (Sonderstandort 102); 08.04.2009263

Foto 8: *Chaenotheca brachypoda* (Schwefelgelbe Stecknadelflechte) an Esche; 07.04.2009267

Foto 9: Alte Eiche („Freiheitsbaum“), Sonderstandort Nr. 101; 07.05.2009280

Foto 10: Alte Buche im Südwesten von „Enneschte Bësch“, Sonderstandort Nr. 103; 07.04.2009280

Foto 11: Alte Hainbuche mit reichem Flechtenbewuchs, Sonderbaum Nr. 104; 14.04.2009281

Foto 12: *Pyrenula nitida* (Glänzende Kernflechte) an Hainbuche; 06.04.2009.....283

8.3 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Eiche im NWR „Enneschte Bësch“259

Tabelle 2: Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Hainbuche im NWR „Enneschte Bësch“260

Tabelle 3: Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Esche im NWR „Enneschte Bësch“261

Tabelle 4: Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Buche im NWR „Enneschte Bësch“261

Tabelle 5: Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Holunder im NWR „Enneschte Bësch“261

Tabelle 6: Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten an Fichte.....262

Tabelle 7: Arten mit Schwerpunkt auf Totholz.....263

Tabelle 8: Ausschließlich auf Ästen aus dem Kronenbereich gefundene Arten.....264

Tabelle 9: Häufigkeit der Arten im Gebiet.....264

Tabelle 10: In mindestens 75 % der Stichprobenkreise vorkommende Flechtenarten265

Tabelle 11: Erläuterung der von Diederich et al. (2009) verwendeten Häufigkeitskürzel266

Tabelle 12: Neufunde im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“267

Tabelle 13: Gesetzlich geschützte Flechtenarten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“267

Tabelle 14: Arteninventar der untersuchten Stichprobenkreise268

Tabelle 15: Stammumfang und Artenzahl der untersuchten Baumarten.....271

Tabelle 16: Mittlere Artenzahl an Hainbuchenstämmen (bis ca. 2 m Höhe).....271

Tabelle 17: Mittlere Artenzahl an Eichenstämmen (bis ca. 2 m Höhe).....271

Tabelle 18: Mittlere Artenzahl an Buchenstämmen (bis ca. 2 m Höhe).....272

Tabelle 19: Besonderheiten der ausgewählten Sonderstandorte280

Tabelle 20: Zeigerarten „Historisch alter Wälder“ im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“281

Tabelle 21: 2009 in „Enneschte Bësch“ nicht mehr beobachtete Arten.....283

Tabelle 22: Vergleich des Flechtenarteninventars von „Enneschte Bësch“ mit vier Naturwaldreservaten284



MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DES INFRASTRUCTURES
Département de l'environnement

Administration de la nature et des forêts

