

Haard



› INHALT

Haard

Projekt:

Naturwaldreservate in Luxemburg,
Bd. 12. Zoologische und botanische
Untersuchungen „Haard“ 2011-2013.

Herausgeber:

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

Schriftleitung:

Danièle Murat (ANF)

Mit Beiträgen von:

Rainer Cezanne, Marion Eichler,
Julia Engels, Marie Garnier-Delcourt,
Christine Harbusch, Thomas Kompa,
Matthias Krug, Ben Schultheis,
Gérard Trichies, Thomas Ullrich,
Martin Weckesser

Layout:

www.mv-concept.lu

Zitervorschlag:

MURAT, D. (2014): Naturwaldreservate in Luxemburg,
Bd. 12 Zoologische und botanische Untersuchungen
„Haard“ 2011-2013. Naturverwaltung Luxemburg: 244 S.

ISBN 978-99959-754-3-2
Alle Rechte vorbehalten
2014

Vorwort



Ziel des nationalen Netzwerkes von Naturwäldern ist es spezifische Waldflächen vor jeglichen Eingriffen des Menschen zu bewahren und somit im wahrsten Sinne des Wortes die Urwälder der Zukunft entstehen zu lassen. Der nationale Naturschutzplan sieht vor, 5 % der öffentlichen Wälder in Naturwaldreservate umzuwandeln. Das heutige Naturwaldreservatnetz umfasst vorwiegend ältere Buchenwälder. Daneben wurden jedoch auch Eichen-Hainbuchenwälder sowie Schluchtwälder ausgewählt. Der größte Teil dieser Wälder wurde bis zum Zeitpunkt ihrer Unterschutzstellung wirtschaftlich genutzt.

Die vorliegende Publikation ist Teil einer Veröffentlichungsreihe, welche sich mit der langfristigen Beobachtung von Naturwaldreservaten in Luxemburg befasst. Ziel dieser wissenschaftlichen Arbeit ist es die natürliche Evolution der Naturwälder nachzuvollziehen. Zu diesem Zweck wurde ein Monitoringkonzept erstellt, welches die Struktur und die Artenzusammensetzung des Waldes sowie die allgemeine biologische Vielfalt langfristig beobachten wird.

Das 156 ha große Naturwaldreservat wurde als Teil des Naturschutzgebietes „Haard-Hesselsberg-Staebierg“ im Jahre 2004 ausgewiesen und besteht vorwiegend aus älteren Kalk-Buchenwäldern. Der Bericht zur Waldstrukturaufnahme der einen umfassenden Einblick in die verschiedenen Entwicklungsphasen dieses neuen Naturschutzgebietes darstellt, wurde 2011 veröffentlicht. Das Ziel dieses Bandes besteht darin, eine zusammenfassende Darstellung und Analyse der Befunde aus den ersten faunistischen und floristischen Untersuchungen in diesem Naturwaldreservat darzulegen. Dabei bietet diese Erstaufnahme eine wichtige Grundlage für zukünftige Vergleichsuntersuchungen.

Bedanken möchte ich mich bei all jenen die an dieser Publikation mitgewirkt haben, insbesondere den Spezialisten aus denen verschiedenen Fachgebieten sowie der Waldabteilung der Naturverwaltung. Ich wünsche mir, dass dieser Veröffentlichungsreihe einen breites Interesse zukommt, sowohl bei Fachleuten als auch bei jenen Bürgern die für vielfältige und artenreiche Wälder zu begeistern sind.

Carole Dieschbourg
Umweltministerin



Carole Dieschbourg

Inhalt

1. Einleitung	08	7. Les champignons de la réserve forestière intégrale (RFI) Haard (basidiomycètes agaricoïdes s. l. et macroascomycètes) (2013)	
2. Beschreibung des Naturwaldreservates „Haard“	10	GARNIER-DELCOURT, M.	80
3. Waldstrukturaufnahme im Überblick	20	8. Gefäßpflanzenflora und Waldgesellschaften im Naturwaldreservat „Haard“ (2013)	
4. Die Fledermäuse (Chiroptera) des Naturwaldreservates „Haard“ in Dudelange (2012)	24	KOMPA, T.	108
HARBUSCH, C.	24	9. Die Moose (Bryophyta) des Naturwaldreservates „Haard“ (2013)	
5. Die Vögel (Aves) des Naturwaldreservates „Haard“ (2013)	44	WECKESSER, M.	150
ULLRICH, T.; KRUG, M. & BROCKAMP, U.	44	10. Flechtenkundliche Erhebungen im Naturwaldreservat „Haard“ (2012)	
6. Die Nichtblätterpilze im Naturwaldreservat „Haard“ Dudelange - Rumelange (Mai 2012)	62	CEZANNE, R. & EICHLER, M.	186
SCHULTHEIS, B.; TRICHIES, G. & ENGELS, J.	62		

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 „Haard“ in Dudelange war es daher wichtig sich auf sinnvoll erfassbare Gruppen mit Indikatorfunktion zu konzentrieren. Die erste zoologische und botanische Untersuchung im Naturwaldreservat „Haard“ fand im Zeitraum zwischen 2011 und 2013 statt. 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 und Blätterpilze auf dem Stichprobenetz der Waldstrukturaufnahme beruhen, welche im **Kapitel 3** der vorliegenden Publikation kurz beschrieben wird.

Beschreibung des Naturwaldreservates „Haard“

Auszug aus der Publikation: WEVELL VON KRÜGER A. & BROCKAMP U. (2011). Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd.7. Waldstrukturaufnahme „Haard“ 2009. Naturverwaltung Luxemburg: 73 S.

1. Allgemeine Gebietseinführung

Das Naturwaldreservat Haard ist insgesamt rund 156 ha groß und liegt im äußersten Süden von Luxemburg unmittelbar an der Grenze zu Frankreich zwischen Kayl und Rumelange im Westen sowie Dudelange im Osten. Der Großteil der Fläche des Gebietes ist Staatswald, daneben existieren kleine Flächen am Rand des NWR, die in privater Hand sind. Die Umgebung, die nach dem dort vorkommenden Eisenerz „Minette“ genannt wird, wurde durch ehemalige Bergbauaktivitäten über und unter Tage nachhaltig verändert. Besonders die dem Naturschutzgebiet nördlich vorgelagerten Bereiche zeigen noch heute deutliche Spuren des Bergbaus: von ehemaligen Tagebauen sind steile Felswände, Halden, Trassen und Pionierwälder als Zeugen der Vergangenheit übrig geblieben. Auch das Relief des Naturschutzgebietes selbst wurde durch den Menschen stark beeinflusst: durch den unterirdischen Abbau der erzhaltigen Schichten und das nachträgliche Einstürzen der unterirdischen Stollen sind tiefe Risse und Spalten entstanden (AEF 1992).

Das Untersuchungsgebiet ist Teil des nationalen Naturschutzgebietes „Haard-Hesselsbierg-Staebierg“ (590 ha), des Natura 2000-Gebietes LU0001031 und des EU-Vogelschutzgebietes LU0001010 „Dudelange – Haard“ (616 ha). Diese Schutzgebiete umschließen, neben dem Naturwaldreservat vor allem die durch Bergbau überprägten Offenlandbereiche nördlich des Gebietes (Abbildung 1) (AEF 2007).

Das Naturwaldreservat nimmt ungefähr ein Viertel der Fläche im Süden des Natura 2000-Gebietes ein.

Es erstreckt sich über die Erhebungen „Laangebiert“, „Kalebiert“ und „Uedemsbësch“, mit stark geneigten Nord- und Osthängen sowie Plateaulagen in einer Höhe zwischen 310 und 435 m ü.NN (AEF 2007). Der Wald im NWR besteht hauptsächlich aus mittelalten bis alten, von Buche dominierten Laubwäldern. Auch im Wald sind die Spuren der ehemaligen Bergbauaktivitäten heute noch sichtbar: Viele alte Wegetrassen durchziehen

vor allem den Laangebiert (s. Abbildung 2-2), zudem finden sich im Naturwaldreservat zahlreiche kleine und große Risse, die durch eingestürzte unterirdische Stollen und Galerien entstanden sind und z.T. mehrere Meter tief sein können (Abbildung 3) (AEF 2009).

Auf französischem Gebiet östlich des NWR ist ein großer Kalksteinbruch noch heute in Betrieb. Die Schwerlastfahrzeuge transportieren den Kalkstein auf einer nicht asphaltierten Fahrstraße, die durch die Waldorte Uedemsbësch und Kalebiert am Rande des NWR verläuft.

Abbildung 1

Lage des Naturwaldreservates Haard an der französischen Grenze zwischen Rumelange und Dudelange



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

Abbildung 2

Buchenbestände auf dem Laangeberg mit alten, bergbaubedingten Wegtrassen



(Foto: A. Wevell von Krüger)

Abbildung 3

Großer Bodenriss entstanden durch einbrechende Stollen



(Foto: A. Wevell von Krüger)

2. Naturräumliche und standörtliche Einordnung

2.1 | Wuchsgebiet und Wuchsbezirk

Das Naturwaldreservat Haard liegt im Wuchsgebiet Minette, dem luxemburgisch-lothringischen Erzgebiet, das aus Frankreich nach Luxemburg hineinreicht. Es gehört zum gleichnamigen Wuchsbezirk, der sich als Doggerschichtstufe deutlich über die Mergelschichten des Wuchsbezirkes „Minette-Vorland“ erhebt (AEF 1995).

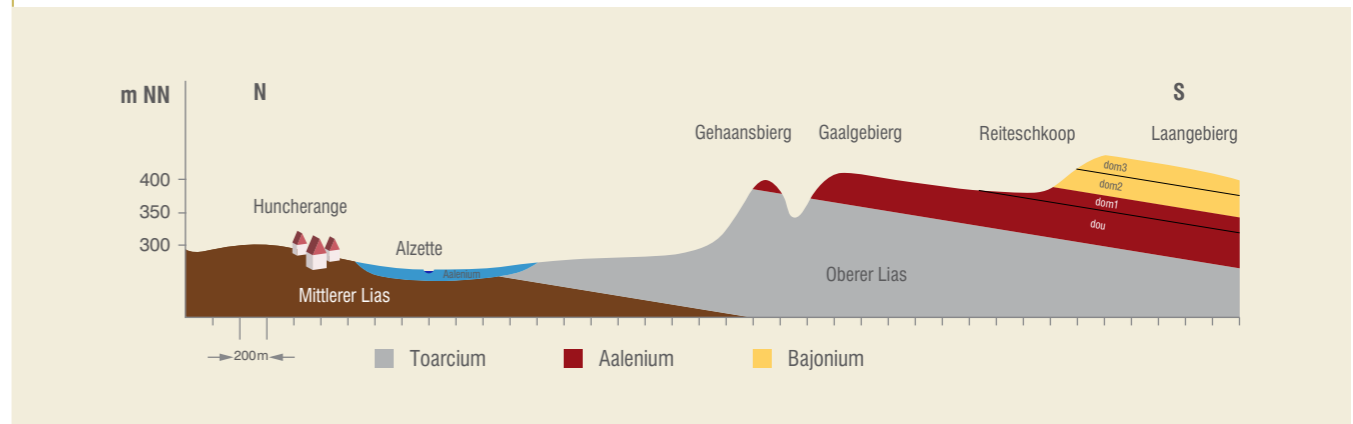
2.2 | Standort

Die Geologie des NWR wird durch Meeresablagerungen aus dem Mittleren Jura (Dogger) vor 150 Millionen Jahren bestimmt. Der Laangeberg ist aus weniger kompakten sandigen Kalksteinen (dom2, dom3) aufgebaut, die über erhaltene Schichten liegen. Am Kaleberg stehen weiße Korallenkalksteine aus purem Kalziumcarbonat (dom4) an. Die roten Sandsteine und Mergel des darunter liegenden unteren Doggers (Aalenium) und des oberen Lias (Toarcium) bilden die Luxemburger Minetteformation (AEF 1992). Sie besteht größtenteils aus oolithischem Eisenstein, der aus winzigen Kügelchen (Ooide) aufgebaut ist und in der Regel viele fremde Beimengungen enthält. Der Name „Minette“ bedeutet „Kleines Erz“ und beruht auf dem geringen Eisengehalt dieses sehr phosphorreichen Minerals (Internet 1). Im NWR sind die stark erhaltene Schichten im Bereich „Frankelach“ im Norden des Laangebergs zu finden.

Die Hohlräume des Bergbaus unter Tage wirken im NWR hydrologisch wie natürliche Karsthöhlen, in die das Oberflächenwasser versickert. Auf den wasserundurchlässigen Schichten der Minetteformation sammelt es sich und tritt durch Quellen im Tal wieder aus. Die ursprünglich auf dem Plateau vorhandenen Quellen sind seit der Anlage der Stollen und Galerien weitgehend versiegt (SCHILTZ 1933).

Abbildung 4

Schnitt durch die Doggerlandschaft der Minette (nach AEF 1999, verändert)



Die Bodentypen des NWR sind ebenfalls mehr oder weniger stark durch den Menschen beeinflusst: Auf den härteren Kalksteinen auf dem Plateau des Laangebergs haben sich lehmige, tonige oder sandige Rendzinen mit unterschiedlichen Kalksteinanteilen entwickelt, die z.T. verbraunt sind. Ansonsten finden sich Braunerden, Terraes fuscae (Gipfel des Kalebergs) und Übergänge zwischen Pelosol und Pseudogley (AEF 1992).

2.3 | Klima

Das Naturwaldreservat liegt auf der submontanen Höhenstufe in einer der feuchtesten und regenreichsten Gegenden von Luxemburg. Die mittleren Jahresniederschläge liegen zwischen 900 und 1000 mm, wovon etwa 400 mm in den Monaten Mai bis September fallen. Die Zahl der Regentage ist mit mehr als 200 Tagen deutlich höher als in den umliegenden Gebieten. Die Temperatur beträgt im Jahresmittel 8,0-8,5 °C, sie schwankt zwischen -0,5 bis 0 °C im Januar und 16 - 16,5 °C im Juli. Daraus ergibt sich eine mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur zwischen 16 und 17 °C. Die durchschnittliche Temperatur in der Vegetationszeit von Mai bis September beträgt 14,5 °C. Das Klima im Untersuchungsgebiet ist im Vergleich zum restlichen Luxemburg also relativ kalt und feucht (AEF 1995). Die vorherrschenden Windrichtungen im Untersuchungsgebiet sind Südwest, West und Nordost (AEF 1992).

3. Waldbiotope

Für das Naturwaldreservat liegt bisher keine Biotopkartierung vor. Als wertvolle und schützenswerte Lebensräume des Gebietes sind die zahlreichen, in Einsturztrichtern und Rissen entstandenen Hohlräume und die alten Stollen zu nennen, die potentielle Überwinterungsquartiere für Fledermausarten darstellen. Am Kaleberg gibt es zudem vereinzelte Mardellen, deren Wasser nicht in unterirdische Stollen abgefließen ist und die wertvolle Feuchtbiotope darstellen. Außerdem bilden natürlich die zahllosen durch Bergbau entstandenen Felsbildungen Sonderstandorte, an die seltene Pflanzen und Tierarten gebunden sind.

Abbildung 5

Offene Felsbildung nahe Frankelaach, potentielles Habitat für seltene Pflanzen und Tierarten



4. Fauna

Da die Waldflächen des Naturwaldreservates faunistisch noch nicht untersucht wurden, ist über die Tierarten des Gebietes selbst bisher noch nichts Genaues bekannt. Laut dem zuständigen Leiter des Forstrevieres kommen im Naturwaldreservat die Säugetiere Reh, Wildschwein, Fuchs, Waschbär und Wildkatze vor (NETGEN 2010).

Tabelle 1 Vorkommende Arten der Anhänge FFH-Richtlinie EU 92/43/CEE und der EU-Vogelschutzrichtlinie 79/409/EWG im Natura-2000-Gebiet „Dudelange-Haard“ (AEF 2007A)

ARTENGRUPPE/Art (deutsch)	Art (latein)	Anhang
INSEKTEN		
Skabiosen Schreckenfaller	<i>Euphydryas aurinia</i>	II
Spanische Flagge	<i>Euplagia quadripunctaria</i>	II
Großer Feuerfalter	<i>Lycaena dispar</i>	II+IV
Quendel-Ameisenbläuling	<i>Maculinea arion</i>	IV
AMPHIBIEN		
Gelbbauchunke	<i>Bombina variegata</i>	II+IV
REPTILIEN		
Schlingnatter, Glattnatter	<i>Coronella austriaca</i>	IV
Zauneidechse	<i>Lacerta agilis</i>	IV
Mauereidechse	<i>Podarcis muralis</i>	IV
VÖGEL		
Uhu	<i>Bubo bubo</i>	I
Mittelspecht	<i>Dendrocopos medius</i>	I
Buntspecht	<i>Dryocopus martius</i>	I
Wanderfalke	<i>Falco peregrinus</i>	I
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	I
Wespenbussard	<i>Pernis apivorus</i>	I
SÄUGETIERE		
Bechsteinfledermaus	<i>Myotis bechsteinii</i>	II
Großes Mausohr	<i>Myotis myotis</i>	II+IV
Große Hufeisennase	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	II+IV
Wildkatze	<i>Felis sylvestris</i>	IV

Außerhalb des NWR wurden im Rahmen der Ausweisung des Naturschutzgebietes „Haard-Hesselsbiert-Staebiert“ bzw. des Natura 2000-Gebietes „Dudelange-Haard“ verschiedene Artenhebungen durchgeführt. Aus ihnen können jedoch nur bedingt Rückschlüsse auf die Artenausstattung des Naturwaldreservates gezogen werden, da sich die Bedingungen in den Offenlandbereichen von denen im Wald stark unterscheiden. Für das gesamte Naturschutzgebiet „Haard-Hesselsbiert-Staebiert“ sind z.B. sehr hohe Zahlen an Insektenarten belegt: Insgesamt wurden 656 verschiedene Schmetterlingsarten (AEF 1992) und 368 Stechimmenarten (CUNGS et al. 2007) festgestellt. Da diese Insekten ihre Habitate jedoch eher in den Offenlandbereichen haben, kommen sie im NWR sehr wahrscheinlich nicht in dieser Artmächtigkeit vor.

Anders ist es mit den ebenfalls außerhalb des NWR kartierten Fledermausarten Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*), Großes Mausohr (*Myotis myotis*) und Große Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*). Eine Kolonie der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) ist in Bergwerkstollen des Laangebiert bekannt. Die Bechsteinfledermaus – als am stärksten an Waldhabitats gebundene Fledermausart – hat ihr Sommerquartier und ihre Wochenstube im Wald und geht bevorzugt dort jagen. Sie kommt also ziemlich sicher auch innerhalb des NWR Haard vor. Auf Grund der Struktur des Gebietes, einem Lebensraummosaik aus alten Gehölzen und Offenlandflächen, kann davon ausgegangen werden, dass das NWR einer Vielzahl von weiteren Fledermausarten Lebensraum bietet (AEF 2007B). Die nach der FFH-Richtlinie geschützten Arten, die im gesamten Natura-2000-Gebiet vorkommen sind in Tabelle 1 genannt:

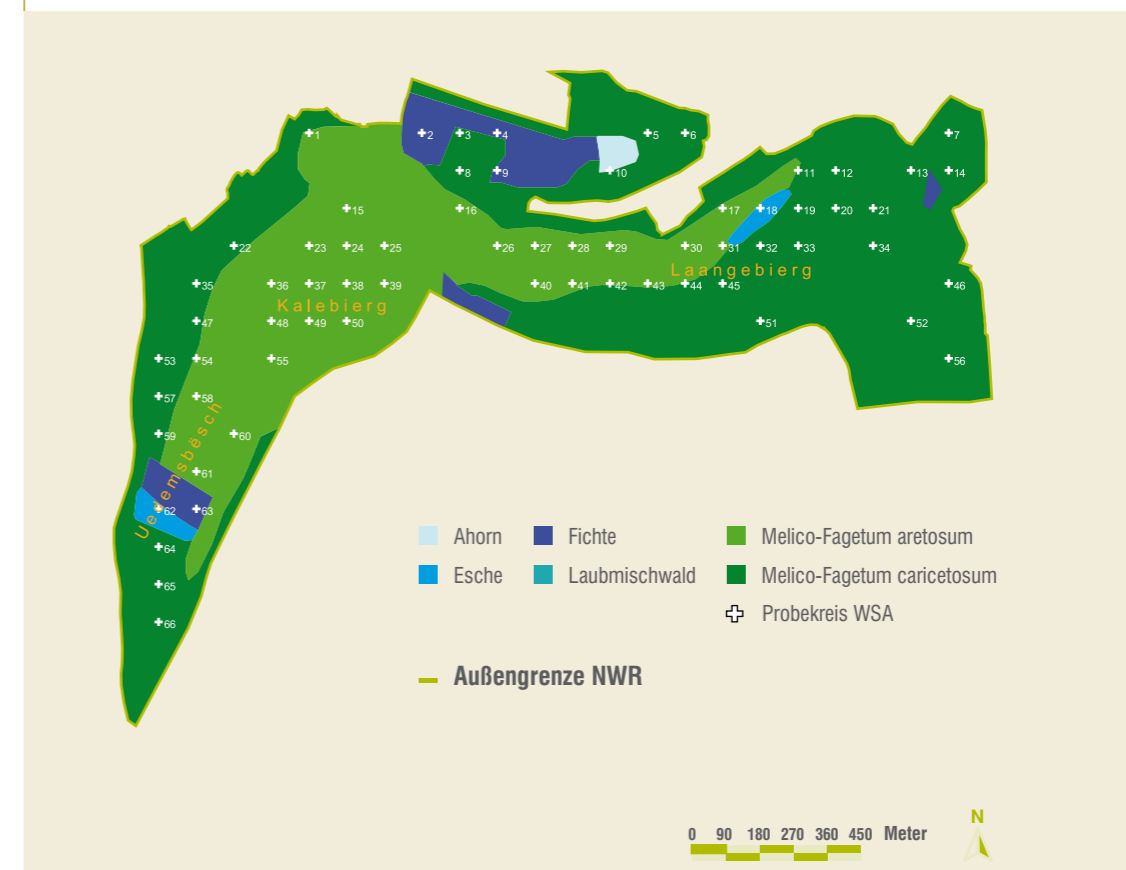
5. Vegetation und Waldgesellschaften

Die Hangbereiche von Laangebiert und Kalebiert werden überwiegend von Buchenwäldern basenreicher Standorte, den Waldmeister/Perlgras-Buchenwäldern (*Melico-Fagetum*) eingenommen (AEF 2007). Diese Waldgesellschaft kommt je nach Nährstoffgehalt des Standortes in unterschiedlichen Ausprägungen vor: An den mäßig wasser-versorgten steinig Lehnhängen (AEF 1992) von Laangebiert und Kalebiert findet sich die Ausbildung mit Fingersegge (*Carex digitata*) –

das „*Melico-Fagetum caricetosum*“. Auf den Braunerden und Terra fusca der Plateaulagen ist der neutrale Buchenwald mit Aronstab (*Arum maculatum*) – das „*Melico-Fagetum aretosum*“ verbreitet (Abbildung 6).

Die Waldbestände im Naturwaldreservat sind zum Teil arten- und strukturreich mit einem hohen Anteil an Althölzern und einem sehr gutem bis gutem Erhaltungszustand (AEF 2007). Eingestreut in die naturnahen Bestände sind mittelalte Reinbestände aus Nadelholz (z.B. Fichte, Douglasie, Europäische Lärche) oder Ahorn und Esche.

Abbildung 6 Vegetationskarte des Naturwaldreservates Haard (AEF 2002)



Die erste Baumschicht wird meist von der Buche (*Fagus sylvatica*) geprägt. Zu ihren häufigen Begleitern gehören Stiel- und Traubeneiche (*Quercus robur*, *Quercus petraea*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Hainbuche (*Carpinus betulus*). An warmen Standorten können Vogelkirsche (*Prunus avium*), Feldahorn (*Acer campestre*), Mehlbeere (*Sorbus aria*) und Elsbeere (*Sorbus torminalis*) hinzukommen und eine zweite Baumschicht bilden. In Schattentälern treten Bergulme (*Ulmus glabra*) und Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*) hinzu und leiten zu den Schluchtwäldern über. Die Strauchschicht wird durch die Naturverjüngung der Baumarten geprägt, daneben kommen Hasel (*Corylus avellana*), Holunder (*Sambucus nigra*, *S. racemosa*), Wasserschneeball (*Viburnum opulus*), Seidelbast (*Daphne mezereum*), Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*), Liguster (*Ligustrum vulgare*), Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Kornelkirsche (*Cornus mas*) und Hartriegel (*Cornus sanguinea*) (AEF 1992) vor. Die Krautschicht ist auf dem basen- und kalkreichen Substrat meist artenreich ausgebildet, mit den Charakterarten Einblütiges Perlgras (*Melica uniflora*) und Waldmeister (*Galium odoratum*) sowie Sanikel (*Sanicula europaea*), Bingelkraut (*Mercurialis perennis*), Aronstab (*Arum maculatum*) und Pfirsichblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*) (AEF 2007B). Verschiedene Orchideenarten, wie Bleiches Waldvögelein (*Cephalanthera damasonium*), Rotes Waldvögelein (*Cephalanthera rubra*), Braune Stendelwurz (*Epipactis atrorubens*), Schmallippige Stendelwurz (*Epipactis leptochila*), Müllers Stendelwurz (*Epipactis muelleri*), Kuckucksknabenkraut (*Orchis mascula*), Zweiblättriges Breitkölbchen (*Platanthera bifolia*), Berg-Breitkölbchen (*Platanthera chlorantha*) tragen darüber hinaus zur Artenvielfalt des Gebietes bei (AEF 1992).

Im gesamten Naturschutzgebiet „Haard-Hesselsbiert-Staebiert“ wurden 450 Gefäßpflanzenarten festgestellt, 31 Arten stehen auf der Roten Liste Luxemburg (AEF 1992).

6. Waldgeschichte

6.1 | Geschichte der Eisenindustrie in Südluxemburg

Die Geschichte des Naturwaldreservates Haard ist eng mit der Geschichte der Eisenindustrie in Luxemburg verbunden. Das Vorkommen von Bohnerzen – erbsen- oder bohnenförmige Eisenstein-Knollen, die im Verlauf der Kalkverwitterung entstanden sind – war schon den Römern und Kelten bekannt: Auf dem Haard-Plateau wurden diese Erze schon in antiker Zeit abgebaut (AEF 1992). In der Nähe des heutigen Naturwaldreservates existieren noch heute Stollen aus keltischer und römischer Zeit. Mit einfachen, Holz befeuerten Rennöfen wurde aus dem Bohnerz in der Antike Eisen hergestellt. Die Öfen und die Art der Eisenverhüttung verbesserten sich im Laufe der Jahrhunderte. Ab dem 17. Jahrhundert verwendete man für den Betrieb der Öfen Holzkohle statt Holz. Als im 19. Jahrhundert die bis dahin verwendeten Bohnerze zur Befriedigung der steigenden Nachfrage nach Eisen nicht mehr ausreichten, wurde systematisch nach weiteren Erzvorkommen gesucht (SCHILTZ 1933).

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde auf dem Plateau entlang der französischen Grenze im Süden Luxemburgs schließlich die „Minette“ entdeckt – eine Erzschiefer unter der heute die gesamte Bergbau-Region im Süden des Großherzogtums bekannt ist. Die Bezeichnung „Minette“ spielt auf den geringen Eisengehalt (maximal 30 %) des Luxemburger Erzes an und ist eine Verniedlichung von „Mine“ (französisch: Miene, Grube) (MTC 2009).

1837 eröffnete August Metz auf dem Gelände einer Öl- und Mehlmühle in Eich eine Eisenhütte und ließ im Abstand weniger Jahre mehrere Hochöfen errichten. 1838 erkannte der Luxemburger Peter Kersch, genannt „de Naué“, die wirtschaftliche Bedeutung des Eisenerzes in der Nähe von Esch/Alzette. Er kaufte bis Mitte des 19. Jahrhunderts ca. 800 ha landwirtschaftlicher Flächen in der Umgebung für durchschnittlich 70-80 Franc/ha und übergab dieses Land der metallurgischen Firma Metz Septfontaines (AEF 1992). Die Wirtschaft Luxemburgs profitierte von dem Beitritt des Landes zum Deutschen Zollverein 1842: das Straßennetz wurde ausgebaut, zwei Eisenbahn-Gesellschaften gegründet und neue Industrie-Unternehmen

aufgebaut. 1869 begann der Abbau der großen Eisenerz-Lager im Fond-de-Gras im Südwesten von Luxemburg, dem weitere Bergwerk-Gründungen folgten. Mit der Stahlhütte in Dudelange entstand 1886 das erste einer Reihe von Stahlwerken entlang der Eisenerzlagerstätten. Der Boom gewann noch an Fahrt, als 1879 das „Thomas-Verfahren“ patentiert wurde, mit dem der bei der Verhüttung störende Phosphor aus den „Minette-Erzen“ entfernt werden konnte und die Produktion von Stahl hoher Qualität ermöglicht wurde. Erster Lizenznehmer für das „Thomas-Verfahren“ auf dem Kontinent war der Luxemburger Stahlproduzent Norbert Metz, der dieses Verfahren im Stahlwerk in Dudelange startete. Die Stahlerzeugung im Luxemburger (und lothringischen) Bassin Minier erlebte einen rasanten Aufschwung: Tausende Arbeiter kamen aus vielen Teilen Europas in diese Gegend, um in den Minen und Hütten zu arbeiten. Im Jahre 1911 brachte die Fusion zweier luxemburgischer Stahlproduzenten zu den „Acéries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange“ („ARBED“) Luxemburg an die Weltpitze der Eisen- und Stahl-Industrie. Die Kohle für die Hochöfen kam zum Großteil aus Deutschland, im Gegenzug gingen Eisen und Stahl zur Weiterverarbeitung ins Ruhrgebiet. Aus dem vorwiegend landwirtschaftlich geprägten Luxemburg war ein bedeutender Industriestaat geworden, dessen Reichtum auf der Eisenerzverarbeitung beruhte (MTC 2009).

Nach dem 2. Weltkrieg ging man zur Erzgewinnung im Tagebau über: Mit Sprengstoff und Maschinen wurde das Erz nördlich des Naturwaldreservates in der Stufentechnik abgebaut und die Landschaft völlig umgestaltet. Die Stahlproduktion stieg laufend an und erreichte 1971 ihren Höhepunkt mit einer Produktion von 6,4 Millionen Tonnen. Über 29.000 Mitarbeiter waren zeitweise in diesem Industriezweig beschäftigt. Die schlechte Konjunktur in den 1970er Jahren leitete schließlich das Ende der Eisenindustrie in Luxemburg ein und führte nach und nach zur Schließung der Erzbergwerke und der inzwischen überalterten Stahlhütten (MTC 2009). Bei Dudelange – im Bereich des heutigen Naturwaldreservates – wurde der Erzabbau 1972 eingestellt, da er durch die hohen Energiekosten und den vergleichsweise geringen Erzgehalt unrentabel geworden war (AEF 1992).

Die Grube Laangebiert lag in der Frankelach im Nordosten des NWR und war eins der bekanntesten Eisenerzbergwerke des Landes. Ihre Stollen und Förderstraßen erstreckten sich unter dem Naturwaldreservat über etliche Kilometer. Das dort von 1888 bis 1966 geförderte Eisenerz wurde in der Stahlhütte in Dudelange zu Stahl verarbeitet.

Unter dem Naturwaldreservat sind noch heute Tunnel erhalten, die vom Frankelach zum Stahlwerk in Dudelange führen. Die für Menschen nicht mehr zugänglichen Stolleneingänge eignen sich als Überwinterungsquartier für Fledermäuse. Im Naturwaldreservat selbst sind die ehemaligen Bergbauaktivitäten an zahlreichen Löchern, Spalten und Rissen in den geologischen Schichten zu erkennen: Bergsenkungen, die durch den Einsturz unterirdischer Stollen und Galerien entstanden sind (AEF 1992).

1994 wurde auf 594 ha das nationale Naturschutzgebiet „Haard-Hesselsbiert-Staebiert“ ausgewiesen, das die Buchenwälder auf dem Laangebiert, dem Kalebiert und im Uedemsbesch wegen ihrer großen Artenvielfalt und ihrer hangstabilisierenden Funktion mit einschließt (AEF 1992). Im Jahr 2004 wurden die Buchenwälder auf dem Laangebiert, Kalebiert und im Uedemsbesch auf 154 ha als Naturwaldreservat ausgewiesen (Netgen 2010).

Abbildung 7

Geschlossene Stolleneingänge der Grube Laangebiert im Bereich Frankelach im NWR Haard



6.2 | Forstliche Nutzungsgeschichte

In ganz Mitteleuropa lieferten die Wälder nicht nur Brenn- und Bauholz, sondern wurden auf vielfältige Weise genutzt: z.B. als Waldweide für das Vieh, für die Holzkohleherstellung oder die Eisenverhüttung. Ähnlich wird es auch im Naturwaldreservat Haard gewesen sein. Viele mehrstämmige Bäume deuten heute auf eine ehemalige Stockausschlag- oder Mittelwaldwirtschaft hin. Ende des 18. Jahrhunderts war das Gebiet wie heute mit Laubwald bestockt und die Einwohner lebten fast ausschließlich von der Landwirtschaft (Internet 2).

Seit Beginn des Erzbergbaus in der Region wurde das Holz aus dem heutigen NWR wahrscheinlich auch zum Anfeuern der Hochöfen und als Grubenholz genutzt. Die im NWR heute vorhandenen Nadelholzbestände, z. B. im Reiteschkopp, sind Wiederaufforstungen der ARBED. Mit der Aufgabe des Tagebaus wurden weite Bereiche der abgebauten Flächen der Sukzession überlassen. Die Hochflächen sowie die im mittleren Dogger angelegten Hangflächen blieben der Land- und Forstwirtschaft vorbehalten (AEF 2007B). Nach der Übernahme des Waldes durch die Gemeinden und den Staat wurden die Wälder in Hochwald überführt.

Die lange Tradition des Erzbergbaus im Bereich des Naturwaldreservates hat auch den Wald im NWR Haard geprägt: Risse, Klüfte, menschlich überprägte Geländeoberflächen mit Jungbeständen finden sich als alte Spuren des Bergbaus an vielen Stellen im Gebiet (Abbildung 3) (SCHILTZ 1933).

Kurz vor der Einstellung des Tagebaues tauschte die Gemeinde Dudelange im Jahr 1968 Teile ihres Gemeindewaldes, die Parzellen „Frankelach“, „Kalebiert“ und „Laangenbiert“ mit einer Gesamtfläche von rund 95 ha, gegen das alte Hütten-Krankenhaus der ARBED.

Seit den 1970er Jahren gab es nur noch geringe Eingriffe in den Wald. Die Waldflächen nehmen inzwischen fast zwei Drittel des Natura 2000-Gebietes ein. Die abgelegene Lage sorgte für eine extensive Bewirtschaftung der älteren Perlgras-Buchenwälder. Auf den älteren, aufgelassenen Abbaufeldern entwickelten sich Pionierwälder. Die Nutzung erfolgte extensiv im Schirmschlag (AEF 2007B) oder einzelbaumweise, wobei hauptsächlich schlechte Stämme entnommen wurden (NETGEN 2010).

Seit Anfang der 1980er Jahre kaufte der Luxemburger Staat sukzessive die Waldflächen im heutigen NWR von der ARBED, mit dem Ziel dort ein Naherholungsgebiet einzurichten. Die Gemeinde Dudelange behielt bis 1999 das Nutzungsrecht. Die letzte Holzentnahme vor Ausweisung des NWR war auf dem Laangebiert im Jahr 2003, am Kalebiert und auf der Reiteschkopp im Jahr 2004. (NETGEN 2010).

7. Zusammenfassung der allgemeinen Beschreibung

Das ca. 157 ha große Naturwaldreservat Haard, das 2004 ausgewiesen wurde, liegt im Staatswald im Süden Luxemburgs an der Grenze zu Frankreich zwischen den Ortschaften Rumelange und Dudelange im luxemburgisch-lothringischen Erzgebiet „Minette“. Es ist Teil eines größeren Schutzgebietskomplexes aus einem nationalen Naturschutzgebiet, einem Natura 2000-Gebiet und einem EU-Vogelschutzgebiet.

Das Naturwaldreservat Haard liegt im Wuchsgebiet „Minette“, im gleichnamigen Wuchsbezirk in einer Höhenlage zwischen 310 und 435 m ü.NN. Die Geologie wird durch Ablagerungen des Mittleren Jura (Dogger) – sandige Kalksteine und weiße Korallenkalksteine – bestimmt. Als Bodentypen haben sich hauptsächlich lehmige, tonige oder sandige Rendzinen, Braunerden, Terrae fuscae sowie Übergänge zwischen Pelosol und Pseudogley ausgebildet. Die mittleren Jahresniederschläge im NWR Haard liegen zwischen 900 und 1000 mm, wovon etwa 400 mm im Sommerhalbjahr fallen. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 8,0 bis 8,5 °C, die mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur liegt zwischen 16 und 17 °C.

Für das Gebiet selbst liegen bisher noch keine Kartierungen der seltenen Biotope oder Arten vor. Die Vielfalt an Habitatstrukturen (Einsturztrichter, Risse, Hohlräume, Mardellen und Felsbildungen, Totholz) lässt auf eine ebenso große Artenvielfalt schließen.

Die Wälder des NWR Haard bestehen überwiegend aus arten-, struktur- und relativ totholzreichen Buchenwäldern basenreicher Standorte, den Waldmeister/Perlgras-Buchenwäldern (*Melico-Fagetum*), die in Ausbildungen mit Fingersegge (*Melico-Fagetum caricetosum*) bzw. mit Aronstab (*Melico-*

Fagetum aretosum) vorkommen. Die Bestände werden meist von der Buche dominiert, der Eiche und Hainbuche sowie eine große Zahl anderer Laubbäume beigemischt sind. Sie verfügen über eine artenreiche Strauch- und Krautschicht. Daneben existieren mittelalte Reinbestände aus Nadelholz, Ahorn oder Esche, meist Wiederaufforstungen des ehemaligen Eigentümers ARBED.

Die Geschichte des Naturwaldreservates Haard ist eng mit der Geschichte der Eisenindustrie in Luxemburg verbunden. Schon Römer und Kelten bauten Bohnerze in der Region ab. Ende des 18. Jahrhunderts war das Gebiet wie heute mit Laubwald bestockt und wurde im Stockausschlag- oder Mittelwaldbetrieb genutzt. Daneben sind zahlreiche andere Waldnutzungsformen, wie Waldweide und Streunutzung wahrscheinlich. Seit der Entdeckung der „Minetteerze“ im 19. Jahrhundert stieg die Erzförderung sowie die Errichtung von Stahlhütten im Süden Luxemburgs stetig an. Dies führte bis in die 1970er Jahre zu einem wirtschaftlichen Boom im Süden Luxemburgs. Die schlechte Konjunktur in den 1970er Jahren leitete schließlich das Ende der Eisenindustrie in Luxemburg ein und führte zur Schließung der Erzbergwerke und der inzwischen überalterten Stahlhütten. Kilometerlange Stollen und Förderstraßen erstrecken sich noch heute unter dem Gebiet. Durch den Einsturz einzelner Tunnel sind zahlreiche Löcher, Spalten und Risse im Gebiet entstanden. Seit den 1970er Jahren wurde nur noch geringfügig in die Bestände eingegriffen, dabei wurde hauptsächlich auf den schlechten Stamm gehauen.

8. Literaturverzeichnis

AEF, ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS (1992): La réserve naturelle Haard - Hesselsbiert – Staebiert située sur le territoire des communes de Dudelange, Kayl et Rumelange. Dossier de classement de la réserve naturelle. Unveröffentlichtes Gutachten, J. JACOBS, 48 S.

AEF, ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS (1995): Naturräumliche Gliederung Luxemburgs. Wuchsgebiete und Wuchsbezirke. Unveröffentlichtes Gutachten EFOR, 65 S.

AEF, ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS (2002): Atlas cartographie phytosociologique des végétations forestières du Grand-Duché de Luxembourg. EFOR, 98 S.

AEF, ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS (2007A): Plan de gestion pour la zone "Habitats" LU0001031 et "Oiseaux" LU0001110 "Dudelange - Haard". Unveröffentlichtes Gutachten ERSa s.à r.l. & ECOTOP, Luxembourg, 162 S. + Anhang.

AEF, ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS (2007B): Monitoringkonzept für das Naturschutzgebiet Haard– Hesselsbiert – Staebiert. Unveröffentlichtes Gutachten, Luxplan, 76 S.

AEF, ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS (2009): Naturwaldreservat Haard. Aufnahmebericht zur Waldstrukturaufnahme. Unveröffentlichter Bericht Verein für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung e.V., 10 S.

CUNGS, J.; JAKUBZIK, A.; CÖLLN, K. (2007): Bienen und Wespen (Hymenoptera Aculeata) im Naturschutzgebiet „Haard“ bei Düdelingen - Bestandserfassung und Pflegekonzept. Bembecia 1: Biotop- und Artenschutz im Erzbecken Luxemburgs. Administration des Eaux et Forêts, Luxembourg, 248 S.

INTERNET 1: <http://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Mineralienportrait/Goethit> (6/2010).

INTERNET 2: <http://www.cdmh.lu/> (8/2010).

MTC, MINISTÈRE DU TOURISME ET DES CLASSES MOYENNES (2009): SPURENSUCHE - Industrietourismus im Süden Luxemburgs. Fondation Bassin Minier (Hrsg.) Broschüre 68 S

NETGEN, G. (2010): Informationen zur Waldbewirtschaftung im heutigen Naturwaldreservat Haard. mündliche Mitteilungen.

SCHILTZ, P. (1933): Die südwestliche Ecke Luxemburgs mit Ausblick auf ihre Entstehung. http://www.sn1.lu/publications/bulletin/SNL_1933_043_002_036.pdf (12/2010), 35 S.

9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

9.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Naturwaldreservates Haard an der französischen Grenze zwischen Rumelange und Dudelange. 11

Abbildung 2: Buchenbestände auf dem Laangebiert mit alten, bergbaubedingten Wegtrassen. 12

Abbildung 3: Großer Bodenriss entstanden durch einbrechende Stollen. 12

Abbildung 4: Schnitt durch die Doggerlandschaft der Minette (nach AEF 1999, verändert). 13

Abbildung 5: Offene Felsbildung nahe Frankelaach, potentiell Habitat für seltene Pflanzen und Tierarten. 13

Abbildung 6: Vegetationskarte des Naturwaldreservates Haard (AEF 2002). 15

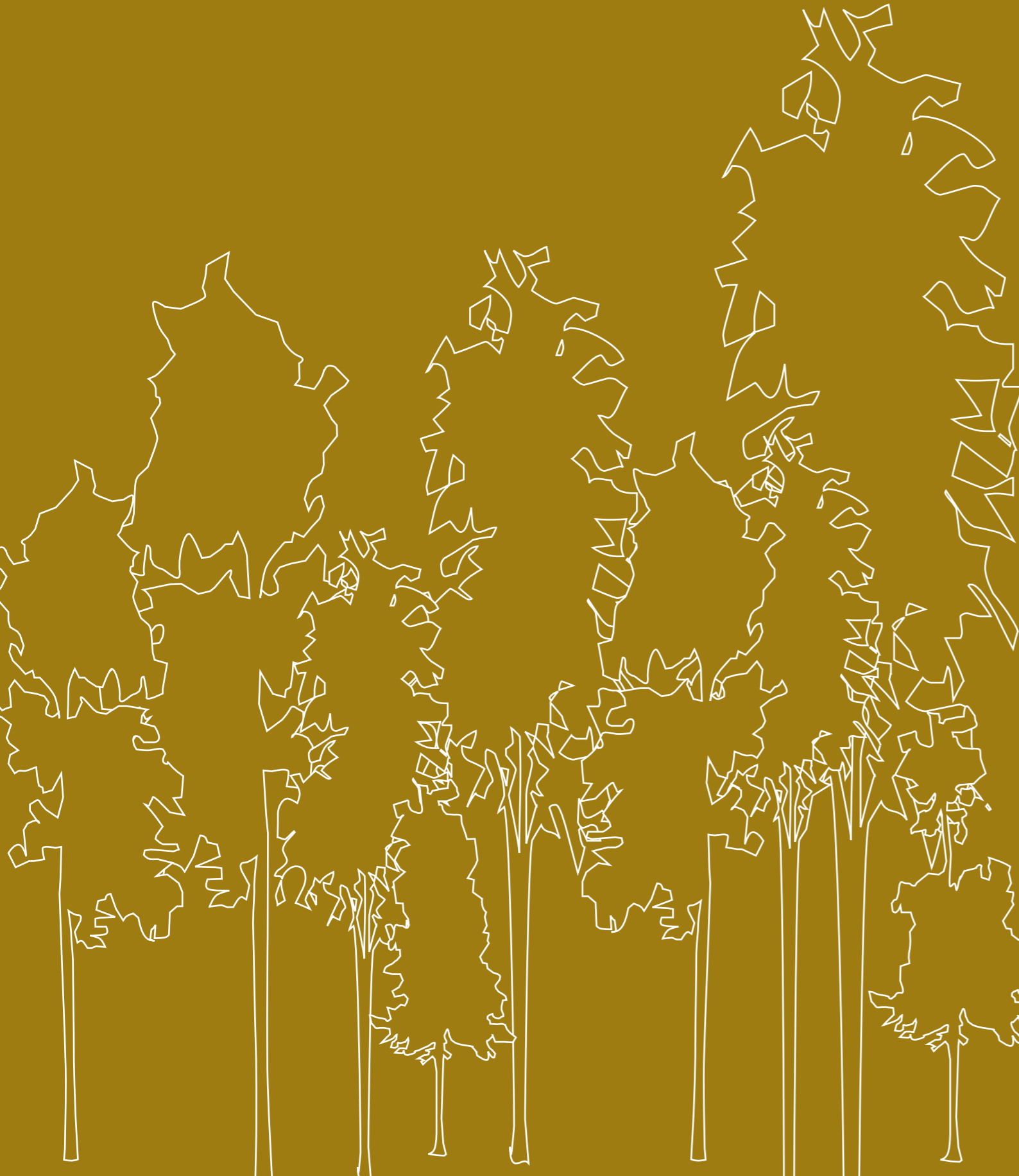
Abbildung 7: Geschlossene Stolleneingänge der Grube Laangebiert im Bereich Frankelaach im NWR Haard. 17

9.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vorkommende Arten der Anhänge FFH-Richtlinie EU 92/43/CEE und der EU-Vogelschutzrichtlinie 79/409/EWG im Natura-2000-Gebiet „Dudelange-Haard“ (AEF 2007A). 14

Waldstrukturaufnahme im Überblick

Auszug aus der Publikation: WEVELL VON KRÜGER A. & BROCKAMP U. (2011). Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd.7. Waldstrukturaufnahme „Haard“ 2009. Naturverwaltung Luxemburg: 73 S.



1. Methodik

Die Waldstrukturaufnahme (WSA) ist eine Erhebung von Strukturparametern an Stichprobenpunkten, die in einem regelmäßigen Raster von 100 x 100 m über die Kernzone eines Naturwaldreservates verteilt sind. In einer Pufferzone von 30 m Breite entlang der zugänglichen Wege sowie der Außengrenzen der Kernzone des Naturwaldreservates fehlen die Stichprobenpunkte, damit die von dort ausgehenden Störungen und Randeffekte die Ergebnisse der Waldstrukturaufnahme nicht verfälschen können. An jedem Rasterpunkt

werden an allen lebenden und abgestorbenen Bäumen Baumart, Durchmesser, Höhe sowie die Standpunktkoordinaten bestimmt. Gleichzeitig werden Informationen, z.B. über potentielle Habitatstrukturen wie Brüche, Rindenverletzungen und Baumhöhlen festgehalten. Auf einer Fläche von insgesamt 20 m² je Stichprobenpunkt wird zudem die Gehölzverjüngung in drei Höhenklassen detailliert aufgenommen. An Hand der erhobenen Daten können die vertikalen und horizontalen Strukturen des Waldökosystems genau beschrieben und Rückschlüsse auf die zukünftige Entwicklung gezogen werden.

Abbildung 1

Das NWR aus der Vogelperspektive mit der Lage der Probekreise

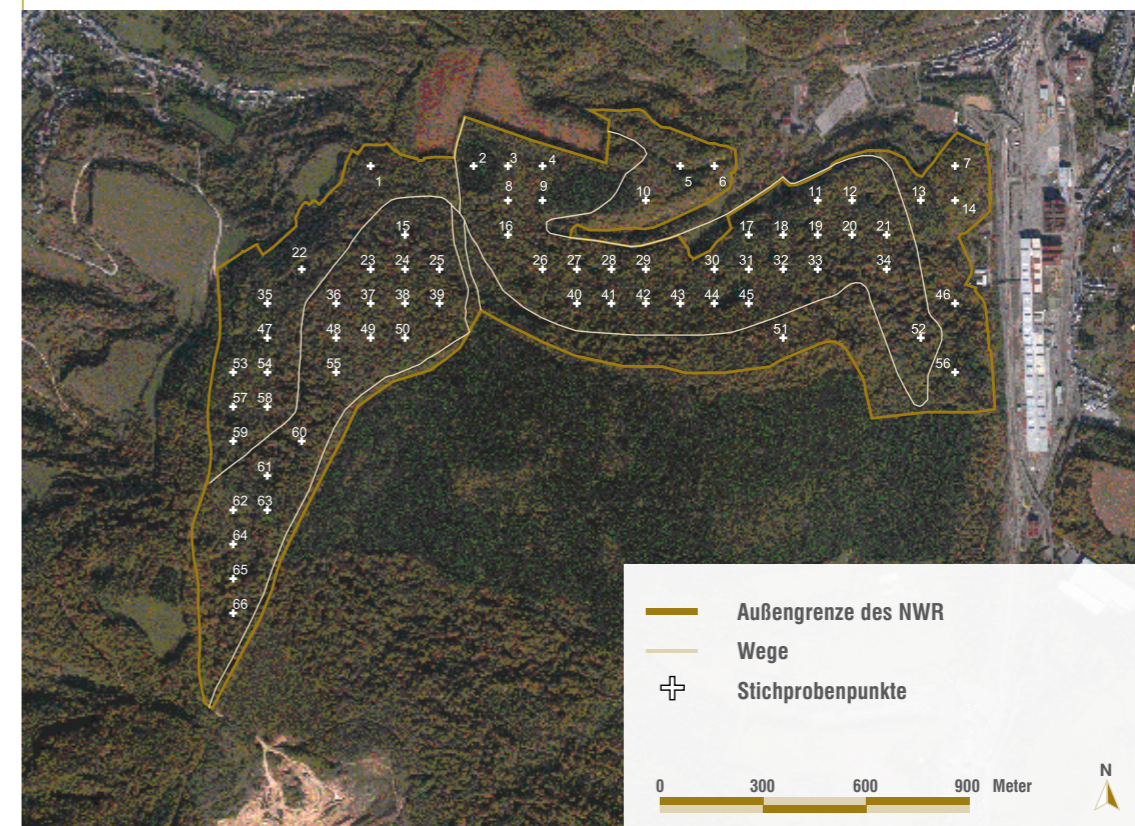
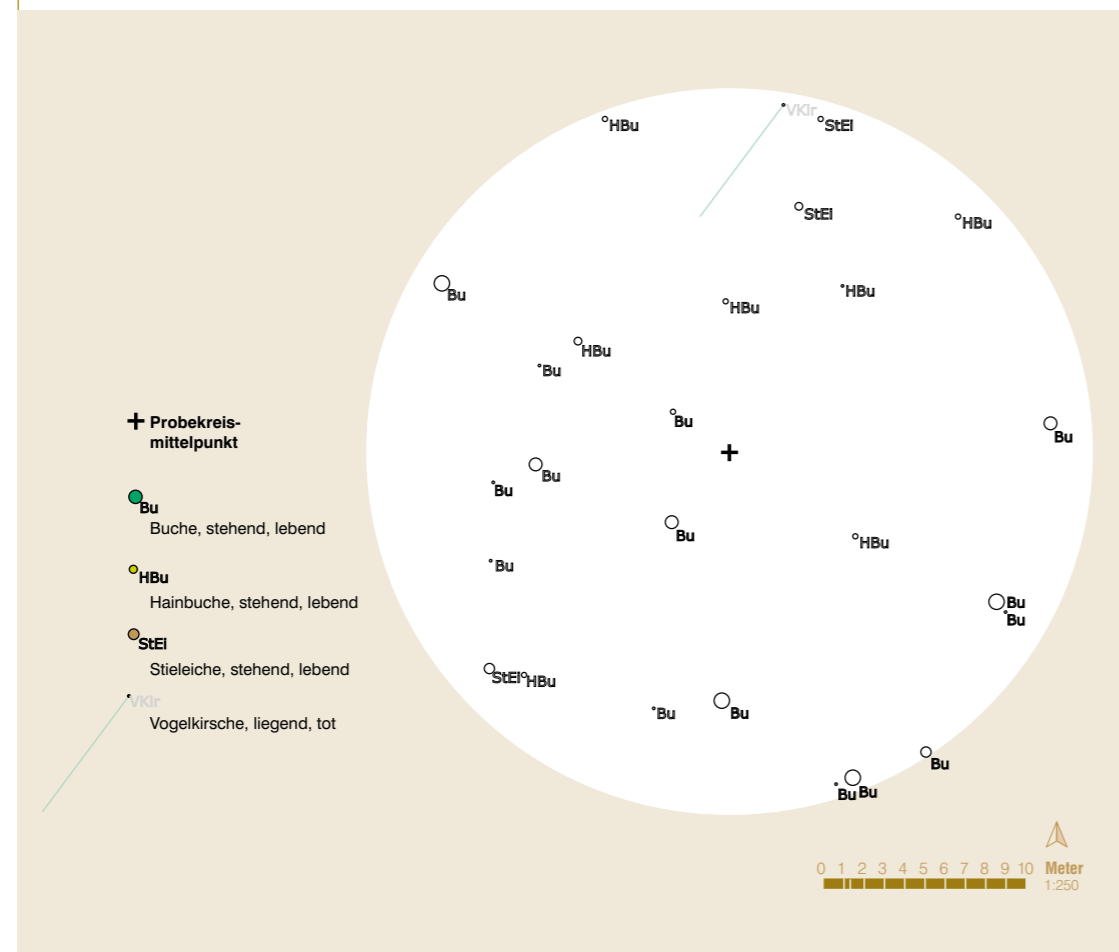


Photo aérienne: Administration du cadastre et de la topographie 2007

Außerdem können für jeden einzelnen Probekreis Stammverteilungspläne angefertigt werden aus denen die Standpunkte der Bäume im Probekreis, Baumart, Durchmesser sowie ihr Zustand (lebend/tot; stehend/liegend) hervorgeht (s. **Abbildung 2**). Sie dienen der Visualisierung der Baumverteilung und der Orientierung bei weiteren Aufnahmen.

Abbildung 2
Beispiel eines Stammverteilungsplan im Untersuchungsgebiet (Probekreis Nr. 55)



2. Zusammenfassung

Das 157 ha große Naturwaldreservat Haard liegt im Staatswald im äußersten Süden Luxemburgs im luxemburgisch-lothringischen Erzgebiet „Minette“, im gleichnamigen Forstlichen Wuchsgebiet und Wuchsbezirk. Das Gebiet befindet sich in einer Höhenlage zwischen 310 und 435 m ü. NN und wird durch z.T. kalkhaltige Ablagerungen des Mittleren Jura (Dogger) geprägt. Die Umgebung ist durch ein vergleichsweise kälteres und feuchteres Klima als im übrigen Luxemburg gekennzeichnet.

Verschiedene Ausbildungen der dort als potentiell natürlich geltenden Waldmeister/Perlgras-Buchenwälder (*Melico-Fagetum*), kommen im Gebiet auf großer Fläche in naturnaher Ausprägung vor. Eingestreut sind Reinbestände aus Nadelholz, Ahorn oder Esche. Die Geschichte des Naturwaldreservates Haard ist eng mit der Geschichte der Eisenindustrie verbunden, die bis in die 1970er Jahre das Landschaftsbild im Süden Luxemburgs durch Erzbergbau über und unter Tage nachhaltig veränderte. Auch im NWR sind Spuren des Bergbaus heute noch in Form von eingestürzten

Stollen, Rissen und Bergwerkseingängen sichtbar. Seit den 1970er Jahren wurden die Waldbestände des Haard forstlich nur noch extensiv genutzt.

In Zusammenhang mit der Waldstrukturaufnahme wurde das Gebiet flächendeckend an Hand von Color-Infrarot-Luftbildern (AHRENS et al. 2004) beschrieben. Im NWR Haard wurde im Rahmen der FSC-Zertifizierung des Luxemburger Staatswaldes ein modifiziertes Verfahren angewendet. Die Luftbildinterpretation ergab, dass das NWR Haard von alten und mittelalten, überwiegend einschichtigen Laubwaldbeständen dominiert wird. Meist mittelalte Nadelwaldbestände kommen kleinflächig vor. Das Kronendach ist größtenteils geschlossen bis gedrängt, lockere bis lichte Strukturen finden sich insbesondere an den Gebietsgrenzen.

Die Waldstrukturaufnahme (WSA) im Naturwaldreservat Haard wurde im Jahr 2009 an 65 Stichprobenpunkten durchgeführt. Von den 26 festgestellten Baum- und Straucharten ist die Buche die eindeutige Hauptbaumart, mit den Mischbaumarten Stieleiche, Fichte und Bergahorn. Derbholzvorrat (326 Vfm/ha) und Totholzanteil (5 %) im NWR Haard sind typisch für Wirtschaftswälder kurz nach der Nutzungseinstellung. Etwa 80 % des Totholzes liegen am Boden. Insgesamt überwiegen mittlere Zersetzungsgrade. Probekreise mit höherem Totholzanteil finden sich geklumpt im Osten und in der Mitte des Gebietes.

Die Buche ist in allen Höhengstufen und Durchmesserstufen gut vertreten, wobei sie Vorratsschwerpunkte über 25 m hat. Auch in der Naturverjüngung ist sie Hauptbaumart und kommt im gesamten Gebiet vor. Die Eichen fallen durch einzelne besonders starke Exemplare in der Oberschicht auf. Der Anteil kümmernder und absteigender Exemplare ist relativ hoch und in der Naturverjüngung spielen Eichen nur eine untergeordnete Rolle. Fichten besetzen vorwiegend mittlere Durchmesserstufen, kommen eher in der Oberschicht vor und wurden vorwiegend als herrschend bzw. vorherrschend angesprochen. In der Naturverjüngung des Gebietes spielen sie nur eine geringe Rolle. Der Bergahorn fällt durch hohe Stammzahlen in der Unterschicht und einen relativ hohen Anteil an kümmernden und absteigenden Individuen auf. In der Verjüngung kommt er in vielen Probekreisen zum Teil in hohen Dichten vor.

Neben den genannten Hauptbaumarten sind im NWR Haard Hainbuchen und Eschen wichtig, da sie insbesondere in der Naturverjüngung und im Unterstand äußerst zahlreich vorkommen.

Für die Haard wurde eine Waldstrukturdiversität H' (AVZ) von 2,34 und eine durchschnittliche Evenness E (AVZ) von 0,82 berechnet. Bei 146 kartierten potentiellen Habitatstrukturen pro Hektar kommen Zwiesel und Stockausschläge sowie Totäste am häufigsten vor. Auffällig ist zudem das häufige Auftreten von Buchenrindenkrebs.

In der Diskussion werden die Ergebnisse der Waldstrukturaufnahme mit Werten aus Wirtschaftswäldern und Naturwaldreservaten in Luxemburg und Deutschland verglichen und eine Prognose der weiteren Entwicklung abgegeben.

3. Literaturverzeichnis

AHRENS, W.; BROCKAMP, U.; PISOKE, T. (2004): Zur Erfassung von Waldstrukturen im Luftbild. Arbeitsanleitung für Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, Waldschutzgebiete Baden-Württemberg, Band 5, 55 S.

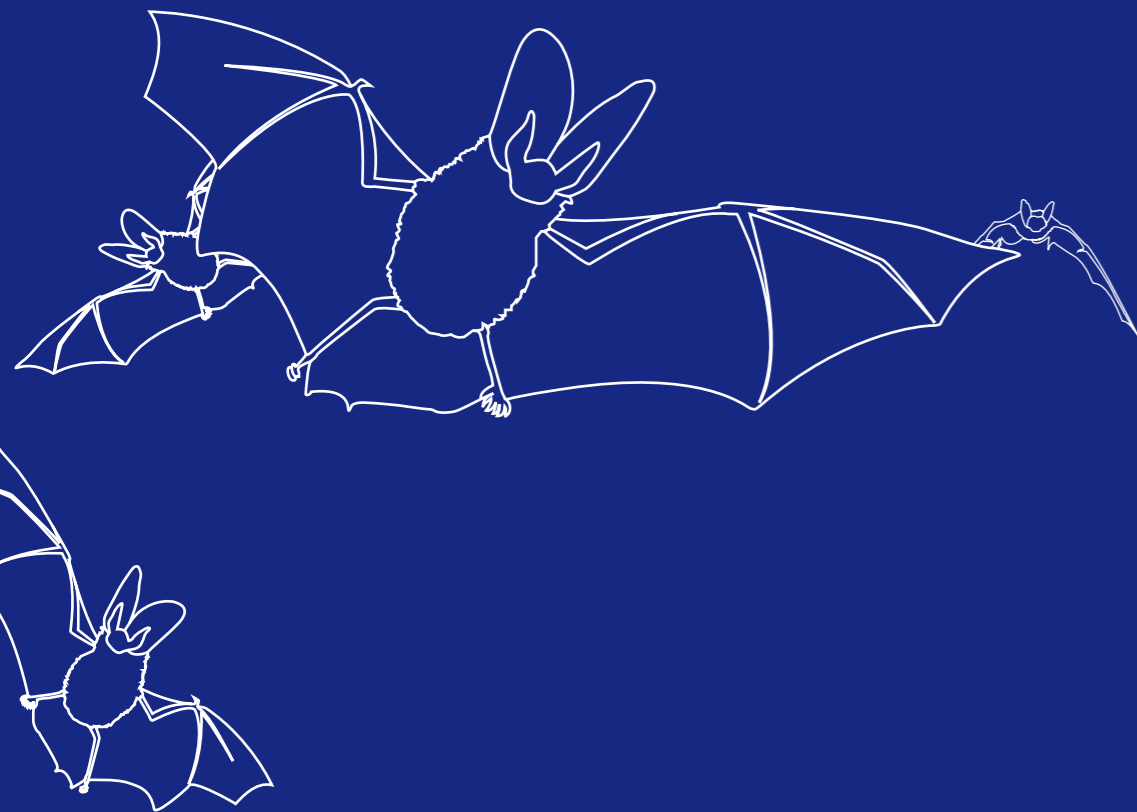
4. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das NWR aus der Vogelperspektive mit der Lage der Probekreise.21

Abbildung 2: Beispiel eines Stammverteilungsplan im Untersuchungsgebiet (Probekreis Nr. 55).22

Die Fledermäuse (Chiroptera) des Naturwaldreservates „Haard“ in Dudelange (2012)

Dr. Christine HARBUSCH



1. Einleitung

Das Naturwaldreservat Haard bei Dudelange befindet sich im Wuchsgebiet Minette und hat eine Gesamtgröße von 156 ha. Es ist Bestandteil des nationalen Naturschutzgebietes „Haard-Hesselsbiert-Staebiert“ sowie des Natura 2000 Gebietes (LU 0001031) und Vogelschutzgebietes (LU0001010) „Dudelange-Haard“. Im Standarddatenbogen des Habitatschutzgebietes sind jedoch noch keine Fledermausarten gelistet.

Kenntnisse über die Fledermausfauna der Minette-Region liegen bereits aus verschiedenen anderen Untersuchungen vor (z.B. Harbusch et al., 2002, Harbusch, 2006, 2008b, 2009b 2010b) und ließen eine hohe Diversität der Fledermausfauna erhoffen. Dieser Artenreichtum ist vor allem der hohen Dichte an Winter- und Schwarmquartieren in Form der ehemaligen Erzstollen zu verdanken, aber auch einer geschlossenen Bewaldung mit hohem Alt- und Totholzholzanteil. Die vorliegende Untersuchung sollte diese Kenntnisse vertiefen und speziell für das NWR Haard Anregungen für eine Förderung des Fledermausbestandes erarbeiten.

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 Struktursituationen 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. bechsteinii*) 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. alcaho*), 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 NWR Haard wurden zwischen Mai und September 2012 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.

Es wurden insgesamt vier Detektorbegehungen im Untersuchungsgebiet durchgeführt. Zusätzlich wurden bei den Netzfängen auch Detektoren zur Bestimmung der am Standort jagenden Tiere eingesetzt.

2.2 | Automatische Detektorerfassung

Automatische Detektoren, hier auch als Horchboxen bezeichnet, sind hochwertige Ultraschalldetektoren, die im Gelände über Nacht stationiert und deren aufgezeichnete Rufe später ausgewertet werden. In dieser Studie wurden Batcorder der Fa. ecoObs, Nürnberg, genutzt. Die Reichweite

der omnidirektionalen Mikrofone ist abhängig von der Rufintensität der Fledermäuse und reicht von ca. 10 m für kleine *Myotis*-Arten bis zu 30 m für die Zwergfledermaus oder 40 m für die *Eptesicus* und *Nyctalus* Arten. Dieses passive Monitoring hat den Vorteil, dass die Fledermausaktivität an einem Ort über einen längeren Zeitraum aufgezeichnet werden kann und somit ein besseres Bild der Raumnutzung an diesem Standort ermöglicht, als eine zufällig terminierte Passage mit einem Detektor. Der Batcorder arbeitet nach dem Echtzeit-Prinzip, bei dem durch einen speziellen Aufnahme-Chip mit einer Abtastfrequenz von 500kHz/sek die Rufe aller heimischen Fledermausarten in Echtzeit aufgezeichnet werden können. Die Rufe werden auf einer SDHC-Karte gespeichert und werden später mit verschiedenen spezifischen Programmen ausgewertet und mit statistischen Methoden den Arten zugeordnet. Der Batcorder zeichnet Rufe automatisch auf, wenn die Lautstärke eines Fledermausrufes im Aufnahmebereich des Mikrofons einen Schwellenwert überschreitet. Das Gerät kann so mehrere Nächte lang Uhrzeit gesteuert aufzeichnen, da über externe Akkus eine lange Stromversorgung gewährleistet ist.

Der Vorteil der Methode ist die Verringerung von Fehltaufnahmen, wie sie im Ultraschallbereich durch Heuschrecken bei herkömmlichen Geräten ausgelöst werden. Der Batcorder reduziert durch Rechenfilter solche Fehltaufnahmen, wenn deren Aufnahmeparameter nicht definierten Fledermausrufen entsprechen. Aufgrund der innerartlichen Rufvariabilität der einzelnen Arten sowie den Aufnahmebedingungen kann es bei der Auswertungssoftware „BatIdent“ gelegentlich zu Fehlbestimmungen kommen, die der Bearbeiter selbst kontrollieren und interpretieren muss. Insbesondere bei der Artengruppe *Nyctalus* – *Eptesiscus* und *Vespertilio* kommt es wegen ähnlicher Rufe oft zu Verwechslungen oder unzureichend genauen Bestimmungen. Deshalb müssen an verschiedenen Standorten die Bestimmungen dieser Arten mit einem Fragezeichen versehen werden, v.a. wenn das Vorkommen aller Arten der Gattungen in den Untersuchungsflächen möglich ist und nicht ausgeschlossen werden kann. Insofern wird diese Methode nicht als alleinige Nachweismethode zur Anerkennung neu im Gebiet nachgewiesener Arten anerkannt.

In dieser Studie wurden pro Begehung bis zu drei Batcorder eingesetzt, die an geeigneten Stellen im Untersuchungsgebiet ausgebracht und repräsentativ im Gebiet verteilt wurden.

Die Geräte wurden an insgesamt 27 Messstellen ausgebracht bis zu drei Nächten im Gelände belassen. Insgesamt wurden 46 Nächte bearbeitet.

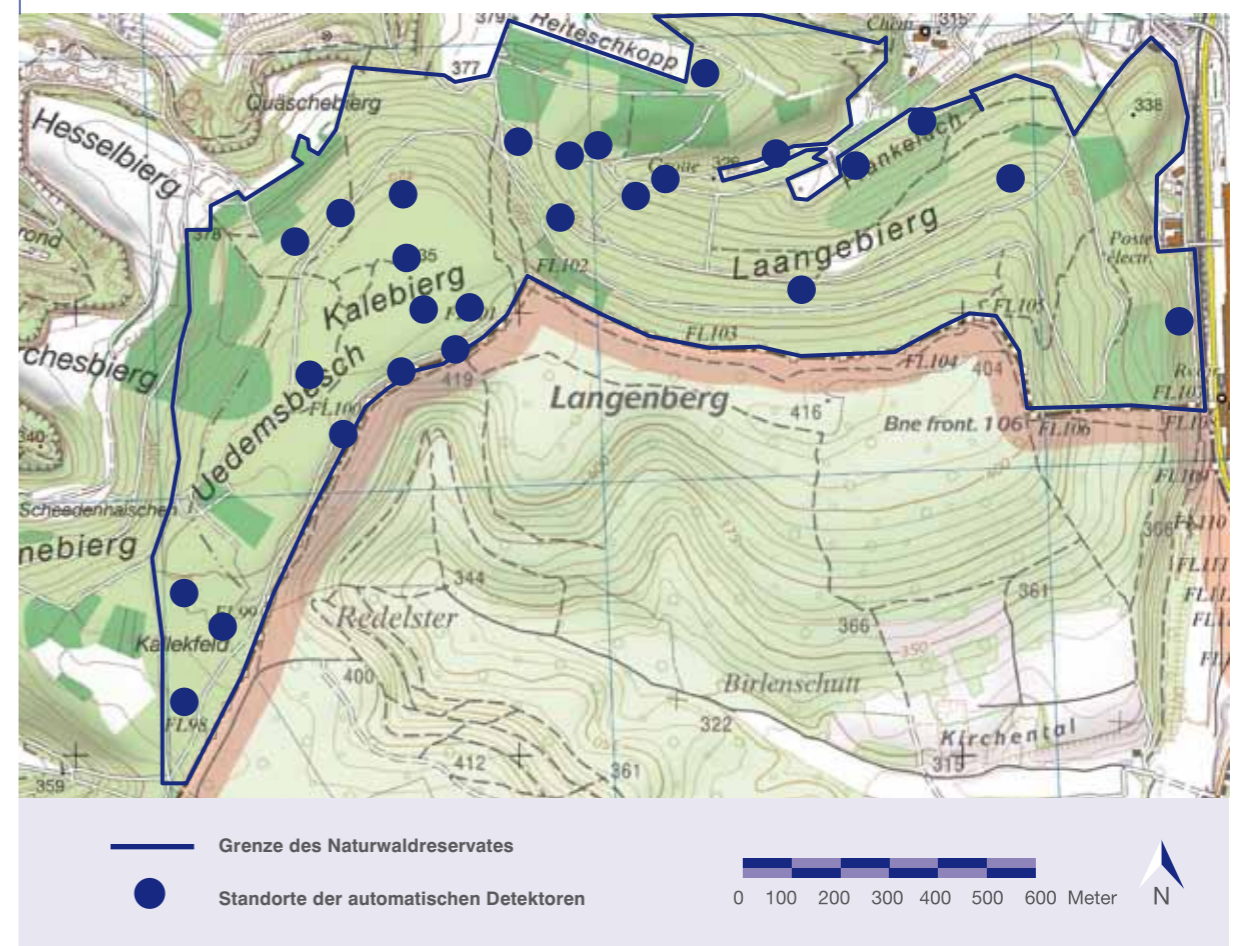
Die Standorte der automatischen Detektoren sind in **Abbildung 1** dargestellt.

2.3 | 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 lichte Wälder mit lichtem Unterwuchs, Waldwege oder -ränder und Schneisen als besonders geeignete Standorte herausgestellt. 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 verfangen. 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) sowie Puppenhaarnetze genutzt. Je nach Standort und den vorhandenen Möglichkeiten wurden zwischen 100 und 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.

Abbildung 1

Standorte der automatischen Detektoren im Naturwaldreservat Haard

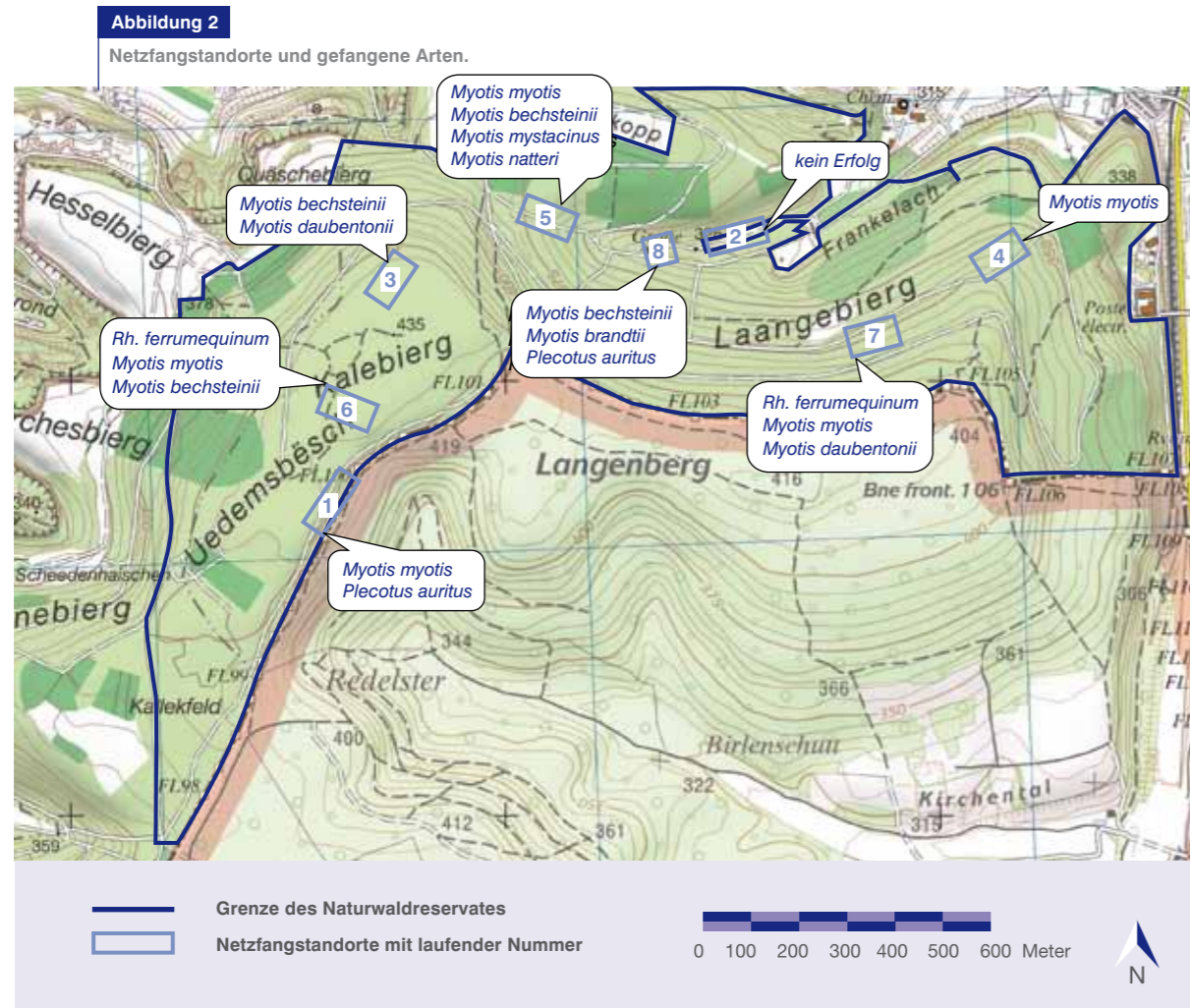


© Origine cadastre: Droits réservés à l'Etat du Grand Duché de Luxembourg (2008) - copie et reproduction interdites

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 Netzfänge wurden von Dr. Christine Harbusch und Dipl. Geogr. Markus Utesch durchgeführt und eine entsprechende Ausnahmegenehmigung des Umweltministeriums lag vor.

Die Standorte der Netzfänge sind in **Abbildung 2** dargestellt.

**Tabelle 1** Übersicht der Untersuchungstermine im Jahr 2012.

Nr.	Detektorgang	Horchboxen	Netzfang
1		22.05.	22.05.
2		30.05.	30.05.
3	29.06.		
4	05.07.	05.07.	
5		07.07.	07.07.
6		15.07.	15.07.
7		18.07.	
8		19.07.	
9	20.07.	20.07.	
10		25.07.	25.07.
11	10.08.		
12		21.08.	21.08.
13		22.08.	
14		23.08.	
15		24.08.	
16		25.08.	
17		26.08.	
18		27.08.	27.08.
19		03.09.	03.09.

3. Ergebnisse

3.1 | Nachgewiesene Fledermausarten

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden im Naturwaldreservat Haard im Laufe von Detektorbegehungen und Netzfängen von Mai bis September 2012 (Tabelle 1) insgesamt 13 Fledermausarten sicher nachgewiesen (Tabelle 2). Zusätzlich könnte eine weitere Art vorkommen, die

Nordfledermaus, von der jedoch nur Nachweise über die automatischen Detektoren gelangen und kein Handnachweis oder Sichtbeobachtung. Bei dieser Art liegt die Möglichkeit der Verwechslung mit der Breitflügelfledermaus und dem Kleinen Abendsegler nahe. Ein Vorkommen ist jedoch möglich, da die Nordfledermaus bereits zuvor im Minettegebiet bei Esch/Alzette mehrfach nachgewiesen wurde (HARBUSCH, 2006).

Tabelle 2 Fledermausarten im Naturwaldreservat Haard

Art	Deutscher Name	Nachweismethode	Rote Liste Luxemburg ¹	Rote Liste Deutschland ²	Anhang FFH-RL
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Große Hufeisennase	HB, N	1	1	II
<i>Myotis bechsteinii</i>	Bechsteinfledermaus	HB, N	2	2	II
<i>Myotis myotis</i>	Großes Mausohr	D, HB, N	2	V	II
<i>Myotis emarginatus</i>	Wimperfledermaus	HB	1	2	II
<i>Myotis nattereri</i>	Fransenfledermaus	HB, N	2	*	IV
<i>Myotis daubentonii</i>	Wasserfledermaus	HB, N	3	*	IV
<i>Myotis brandtii</i>	Große Bartfledermaus	HB, N	1	V	IV
<i>Myotis mystacinus</i>	Kleine Bartfledermaus	HB, N	2	V	IV
<i>Myotis alcathoe</i>	Nymphenfledermaus	HB	/	1	IV
<i>Nyctalus noctula</i>	Großer Abendsegler	D, HB	3	V	IV
<i>Eptesicus serotinus</i>	Breitflügelfledermaus	D, HB	3	G	IV
<i>Eptesicus nilssonii</i> *	Nordfledermaus	HB	D	G	IV
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Zwergfledermaus	D, N	V	*	IV
<i>Plecotus auritus</i>	Braunes Langohr	D, N	3	V	IV

* = unsicherer Nachweis

Nachweismethoden:

D = Detektor
HB = Horchbox, automatischer Detektor
N = Netzfang

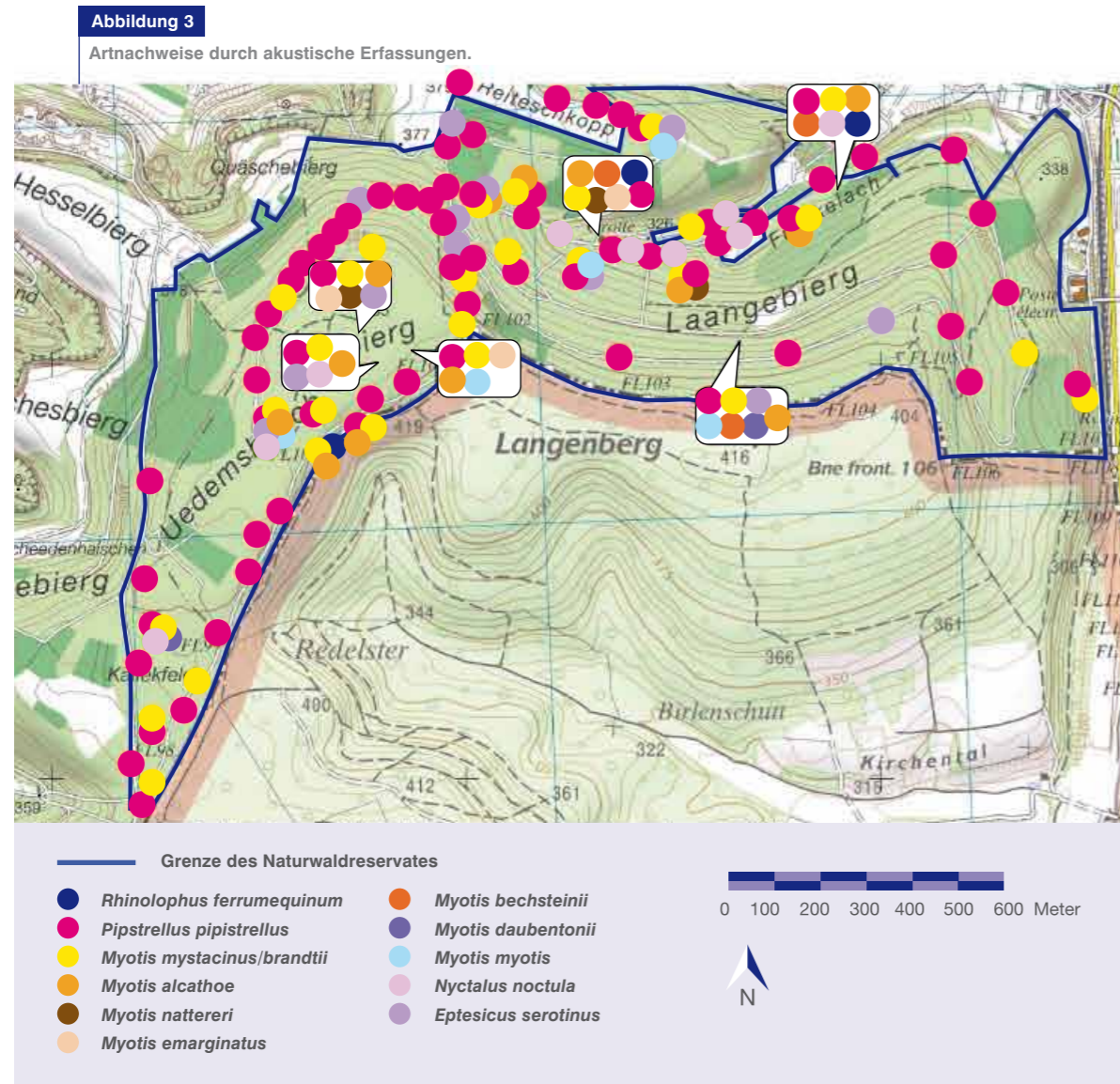
¹ Einstufungen des Rote Liste Status für Luxemburg nach HARBUSCH et AL., 2002:

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 unbekanntes Ausmaßes
R - Extrem selten
V - Vorwarnliste
* - Ungefährdet
D - Daten unzureichend



3.2 | Ergebnisse der akustischen Erfassungen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Detektorerfassungen durch Transektbegehungen und der automatischen Detektorerfassungen zusammengefasst. Die Begehungen mit dem Detektor wurden auf allen Hauptwegen sowie den wichtigsten Pfaden im NWR durchgeführt, teilweise auch mehrfach in der Saison.

Wie bereits in Kapitel 2.1 und 2.2 dargestellt, sind die Ergebnisse der akustischen Erfassungen nicht quantifizierbar. Eine hohe Anzahl von Kontakten mit einer Fledermausart ist in der Regel nicht gleich bedeutend mit einer hohen Individuendichte, sondern meist in der andauernden Jagd eines Individuums in Reichweite des Detektors begründet. Jedoch zeigte sich deutlich die Dominanz von zwei Arten im Gebiet, die bei allen Begehungen und an fast allen Standorten vorkamen, nämlich der **Zwergfledermaus** (*Pipistrellus pipistrellus* SCHREBER 1774) und der Gruppe der **Bartfledermäuse** (*Myotis mystacinus/brandtii* Komplex). Beide Arten kamen auch meist zusammen vor. Sichtbeobachtungen in der Dämmerung oder im Schein von Taschenlampen zeigten, dass beide Arten meist mit einem Individuum andauernd in einem relativ eng begrenzten Jagdgebiet flogen, zum Beispiel über einem Weg, in einer kleinen Lichtung oder innerhalb der tiefen Spalten. Beide Arten sind flächendeckend im NWR verbreitet und können hier als häufig bezeichnet werden.

Alle im Gebiet vorkommenden Fledermausarten wurden auch mittels der akustischen Erfassungen nachgewiesen. Dabei hat sich der Einsatz der automatischen Detektoren besonders bewährt, da dabei auch seltene Arten nachgewiesen wurden, die nur wenige Male aufgezeichnet wurden und sich einer Erfassung bei den Detektorgängen entzogen haben. Dies betrifft vor allem die Fransefledermaus, Wimperfledermaus und die Große Hufeisennase. Zum anderen wurde die Dominanz der Zwergfledermaus und des Bartfledermaus-Komplexes deutlich gemacht.

Andere regelmäßig nachgewiesene Fledermausarten des NWR sind die **Breitflügel-Fledermaus** (*Eptesicus serotinus*, SCHREBER 1774) und der **Große Abendsegler** (*Nyctalus noctula*, SCHREBER 1774). Die Breitflügel-Fledermaus bevorzugte zur Jagd die mehr halboffenen Biotope wie Wege, Waldränder und Lichtungen. Sie war auch häufiger anzutreffen als der Große Abendsegler.

Die Ergebnisse der akustischen Erfassung sind in **Abbildung 3** dargestellt.

3.3 | Ergebnisse der Netzfänge

Insgesamt wurden im NWR Haard zwischen Mai und September 2012 acht Netzfänge durchgeführt. Dabei wurden neun Fledermausarten mit 18 Individuen nachgewiesen (**Tabelle 3**). Die Ergebnisse der Netzfänge waren im Sommer 2012 geprägt durch das regnerische Wetter. Gerade zur Zeit der Jungenaufzucht im Juni und Juli gab es oftmals Tiefdruckgebiete mit viel Regen und relativ niedrigen Temperaturen. In dieser Zeit war die Aktivität der Fledermäuse deutlich geringer. Erst ab August stabilisierte sich die Wetterlage und auch die Fangergebnisse wurden besser.

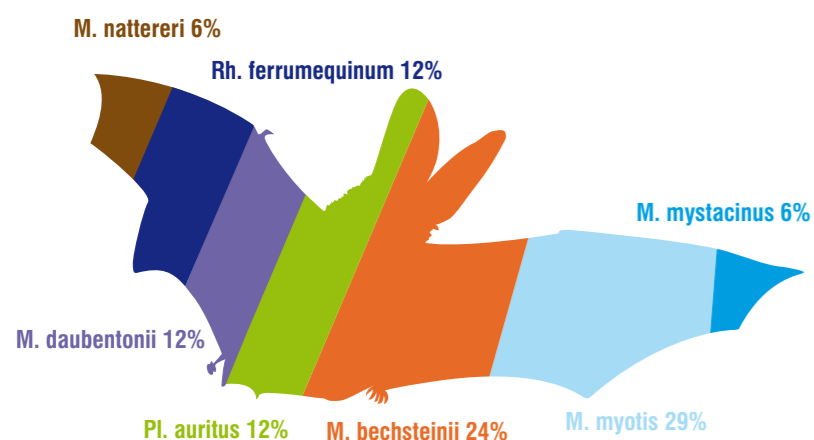
Bei den Netzfängen wurden **Mausohren** (*Myotis myotis*, BORKHAUSEN 1797) und **Bechsteinfledermäuse** (*Myotis bechsteinii*, KUHLE 1817) mit je vier Individuen am häufigsten gefangen. Während bei den Mausohren nur Weibchen ins Netz gingen, dominierten bei den Bechsteinfledermäusen die Männchen. Lediglich beim Mausohr gelang der Reproduktionsnachweis, wobei die Lage einer Wochenstube aus dem Umfeld von Dudelange nicht bekannt ist. Alle anderen Arten wurden nur in eins bis zwei Individuen nachgewiesen. Die pro Netzfangstandort nachgewiesenen Arten sind ebenfalls in **Abbildung 2** dargestellt.

Tabelle 3 Übersicht der gefangenen Fledermäuse und Reproduktionsnachweis (Fettdruck) im Naturwaldreservat Haard

Art	Standort Nummer							
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> , Große Hufeisennase						1 ♂	1 ♀ imm.	
<i>Myotis myotis</i> , Großes Mausohr	1 ♀ lact.			1 ♀	1 ♀	1 ♀ PL	1 ?	
<i>Myotis bechsteinii</i> , Bechsteinfledermaus			1 ♂		1 ♂	1 ♀ NP		1 ♂
<i>Myotis mystacinus</i> , Kleine Bartfledermaus					1 ♂			
<i>Myotis brandtii</i> , Große Bartfledermaus								1 ♀
<i>Myotis daubentonii</i> , Wasserfledermaus			1 ♂				1 ♂	
<i>Myotis nattereri</i> , Fransenfledermaus					1 ♂			
<i>Plecotus auritus</i> , Braunes Langohr	1 ♂							1 ♂
Summe	2	0	2	1	4	3	3	3

imm. = immatur
 PL = Postlaktierend
 NP = Nulliparus

Gefangene Fledermausarten



Die Netzfänge wurden an folgenden Terminen und Standorten durchgeführt (siehe auch **Abbildung 2**)

1/ 22.05.12
 Uedemsboesch, im Bestand in Nähe der Einbruchspalte
 110 m Netzlänge
 Beginn: 21:15h, 18°C, bedeckt, feucht
 Ende: 2:00h
 Tageshöchsttemperatur 24°C, schwül

2/ 30.05.12
 Frankelach, auf einer strukturreichen Lichtung
 100 m Netzlänge längs und quer zur Lichtung
 Beginn: 21:50h, 18°C, bedeckt
 Ende: 1:00h, einsetzender leichter Regen
 Tageshöchsttemperatur 22°C

3./ 07.07.12

Kalebiorg, im Eichenbestand
 110 m Netzlänge
 Beginn: 21:45h, 17°C, bedeckt
 Ende: 2:30h, später Regen
 Tageshöchsttemperatur 23°C, schwül

4/ 15.07.12

Laangebiorg, im Buchenbestand
 90 m Netzlänge
 Beginn: 21:30h, 14°C, bedeckt
 Ende: 1:45h
 Tageshöchsttemperatur 16°C, windiges Schauerwetter

5/ 25.07.12

Laangebiorg, im Buchenaltbestand westlich Stollen Frankelach
 120 m Netzlänge
 Beginn: 21:30h, 23°C, klar
 Ende: 2:10h
 Tageshöchsttemperatur 27°C

6/ 21.08.12

Kalebiorg/Uedemsboesch, im Buchenaltbestand Nähe Einbruchspalten
 100 m Netzlänge
 Beginn: 20:30h, 24°C
 Ende: 1:25h
 Tageshöchsttemperatur 29°C

7/ 27.08.12

Laangebiorg, im lichten Buchenbestand
 110 m Netzlänge
 Beginn: 20:30h, 18°C
 Ende: 1:30h
 Tageshöchsttemperatur 22°C

8/ 03.09.12

Stollen Frankelach
 Je 3 m Netz vor den beiden Eingängen, 9 m Netz ca. 50 m vor Stollen
 Beginn: 20:30h, 16°C
 Ende: 1:30h
 Tageshöchsttemperatur 22°C

4. Diskussion der nachgewiesenen Arten

Die Methodenkombination zum Nachweis der Fledermausfauna im NWR Haard erlaubte nicht nur einen Überblick der vorkommenden Arten, sondern auch eine Einschätzung ihrer Häufigkeiten und Nutzung der Waldfläche.

Große Hufeisennase – *Rhinolophus ferrumequinum* (SCHREBER, 1774)

Die Große Hufeisennase gehört zu den seltensten Arten in Luxemburg und die Vorkommen sind auf das Gutland, insbesondere hier die Moselregion, beschränkt. Vorkommen der Großen Hufeisennase in der Minette-Region sind bereits aus früheren Untersuchungen bekannt (HARBUSCH et al., 2002; HARBUSCH, 2006, HARBUSCH & WEBER, 2013) Nachweise gelangen dort sowohl im Sommer in den Jagdbiotopen, als auch im Winter in den verschiedenen Stollen. Wochenstubenquartiere sind allerdings aus dieser Region nicht bekannt, wobei sich diese auch im angrenzenden Lothringen befinden könnten. Die einzige Wochenstube in Luxemburg befindet sich in rund 20 km Entfernung im Moseltal.

Abbildung 4

Einbruchspalte im Uedemsboesch, Tagesquartier der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*).



Foto: C. HARBUSCH

Im Untersuchungsgebiet NWR Haard gelangen Nachweise der Großen Hufeisennase mittels automatischem Detektor und Netzfang. Insgesamt wurden zwei Individuen gefangen, ein adultes Männchen in Paarungsbereitschaft (Standort 6) und ein immatures Weibchen (Standort 7). Alle Nachweise gelangen in räumlicher Nähe zu den Relikten des Minetteabbaus wie Einbruchspalten oder Stollen. Die tieferen und halbhöhlenartigen Einbruchspalten im Uedemsboesch werden offensichtlich als Tagesquartier von einzelnen Individuen genutzt, da der Batcorder im Mai wenige Rufe zur abendlichen Ausflugszeit an diesen Strukturen registrierte (Abbildung 4). Am vergitterten Stollen Frankelach wurde die Große Hufeisennase Ende Mai nachgewiesen, vor dem verrohrten Stollen Frankelach gelang im Juli eine Batcorder Aufnahme.

Aus früheren Erfassungen am Stollen Laangebiert ist die Art ebenfalls bekannt (HARBUSCH, 2008b, 2009b). Aus den Ergebnissen ist zu folgern, dass die Großen Hufeisennasen, insbesondere die nicht reproduzierenden Weibchen und die Männchen, das NWR das ganze Jahr über als Jagdbiotop und als Standort für Sommerquartiere nutzen. Im Herbst und Winter werden die noch befliegbaren Stollen als Schwarm-, bzw. Winterquartier genutzt.

Großes Mausohr - *Myotis myotis* (BORKHAUSEN 1797)

Das Große Mausohr ist in ganz Luxemburg verbreitet mit einem Schwerpunkt im Gutland (HARBUSCH et al., 2002). Auch aus der Minette-Region liegen verschiedene Nachweise vor (GESSNER, schriftl. Mitt.; HARBUSCH, 2006; HARBUSCH & WEBER 2013). Im NWR Haard wurde das Große Mausohr bereits vor den verschiedenen Stollen nachgewiesen (HARBUSCH, 2008b, 2009b, 2010b). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden Mausohren stets im typischen Jagdbiotop nachgewiesen, dem unterwuchsarmen Buchenwald. Die Nachweise gelangen sowohl durch die akustische Erfassung als auch durch Netzfänge (Standorte 1, 4, 5, 6 und 7). Sie verteilten sich auf alle Bereiche des NWR, jedoch dort in Bereichen mit mittelalten bis alten, lichten Buchenbeständen (Melico-Fagetum). Dichter bewachsene Waldflächen, z.B. Jungwuchsflächen oder Waldgebiete mit einer zweiten Baumschicht sind für diese Art von geringerer Bedeutung, da sie auf dem offenen Waldboden nach ihrer Beute – meist Laufkäfern – jagt. Bei den

gefangenen Mausohren überwogen die Weibchen, die zumeist in Reproduktion waren. Die Lage einer Wochenstube in Luxemburg in Nähe des Gebietes ist jedoch nicht bekannt.

Bechsteinfledermaus - *Myotis bechsteinii* (KUHL 1817)

Vorkommen der Bechsteinfledermaus sind aus der Minette-Region bereits bekannt. Untersuchungen um Esch/Azette, Rumelange und Tétange erbrachten Nachweise von Bechsteinfledermäusen sowohl in den Jagdgebieten, als auch während der herbstlichen Schwarmperiode vor verschiedenen unterirdischen Anlagen. Dabei wurden auch Reproduktionsnachweise erbracht (DIETZ, 2007; GESSNER, schriftl. Mitt.; HARBUSCH, 2006). Winternachweise aus Stollen liegen ebenfalls vor (HARBUSCH & WEBER, 2013).

Im NWR Haard wurden Bechsteinfledermäuse regelmäßig vor den beiden Stollen am Laangebiert und im Frankelach gefangen (HARBUSCH, 2008b, 2009b, 2010b). Im Rahmen dieser Studie gelangen Nachweise der Bechsteinfledermaus sowohl durch die automatischen Erfassungen als auch durch Netzfänge (Standorte 3, 5, 6 und 8). Sind die Bestimmungen der akustischen Erfassungen wegen der hohen Verwechslungsgefahr mit anderen kleinen *Myotis*-Arten noch vorsichtig zu bewerten, so sind Netzfänge ein sicherer Nachweis. Jedoch konnten die Aufnahmen stets durch Netzfänge im nahen Umfeld erhärtet werden. Bei den Netzfängen überwogen die männlichen Tiere und bei dem einzigen gefangenen Weibchen konnte kein aktueller Reproduktionsnachweis erbracht werden. Die Vorkommen der Bechsteinfledermaus konzentrierten sich auf das Umfeld des Stollens im Frankelach und am Laangebiert, wo es auch geeignete Altholzbestände gibt. Auch am Kalebiert wurden zwei Tiere gefangen: in einem von Eichen geprägten unterwuchsreichen Waldgebiet sowie in einem Buchen-Altholzbestand in Nähe der Einbruchspalten. Alle Fundorte können als für die Art typische Jagdgebiete bezeichnet werden.

Wimperfledermaus – *Myotis emarginatus* (GEOFFROY, 1806)

Die Wimperfledermaus ist in Luxemburg eine seltene Art und kommt vorwiegend im Gutland vor. Aus der Minette-Region liegen Winternachweise vor (HARBUSCH et al., 2002), sowie rezente

Fangergebnisse aus dem Umfeld von Kayl und Rumelange (GESSNER, schriftl. Mitt.). Bei früheren Untersuchungen vor dem Stollen im Frankelach im NWR Haard wurden regelmäßig adulte und immature Wimperfledermäuse gefangen (HARBUSCH, 2009b, 2010b). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden Wimperfledermäuse nur über einige wenige Rufaufnahmen der Batcorder nachgewiesen. Auch für diese Art sind Bestimmungen der Rufaufnahmen schwierig und die Verwechslungsgefahr mit anderen *Myotis*-Arten wie der Bechsteinfledermaus ist gegeben. Somit wurde die Wimperfledermaus bei dieser Untersuchung zwar nicht vollkommen sicher nachgewiesen, die rezente anderen Studien belegen jedoch das Vorkommen im NWR Haard. Insgesamt betrachtet muss aber die Wimperfledermaus im Untersuchungsgebiet und darüber hinaus offensichtlich auch in der gesamten Minette-Region als seltene Art bezeichnet werden.

Fransenfledermaus – *Myotis nattereri* (KUHL, 1817)

Die Fransenfledermaus ist in Luxemburg eine eher seltene Art, die zwar landesweit verbreitet ist, aber nirgendwo häufig nachgewiesen wurde (DIETZ et al., 2008; HARBUSCH et al., 2002). In der Minette-Region wurde die Art bereits nachgewiesen, aber trotz sommerlicher Netzfänge in geeigneten Biotopen war sie nur im Herbst vor unterirdischen Anlagen schwärmend zu finden und nur Männchen (HARBUSCH, 2006). Während der Untersuchungen von HARBUSCH von 2008 bis 2010 wurden bei den Netzfängen vor den beiden Stollen des NWR Haard nur in 2008 zwei männliche Fransenfledermäuse vor dem nun verschlossenen Stollen Laangebiert nachgewiesen (HARBUSCH, 2008b). Im Vergleich zu den Bechsteinfledermäusen, die in ähnlichen Strukturen jagen und ebenfalls schwer nachweisbar sind, wird die Fransenfledermaus hier seltener gefunden.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde lediglich ein Männchen in einem Buchen-Altholzbestand westlich des Stollens im Frankelach (Standort 5) gefangen. Die Batcorder zeichneten zu anderen Terminen unweit dieser Stelle eine Fransenfledermaus auf, sowie weitere Rufe der Art am Kalebiert in der Nähe einer tiefen Einbruchspalte. Somit ist die Art im NWR Haard als selten vorkommend zu bezeichnen.

Wasserfledermaus – *Myotis daubentonii* (KUHL 1817)

Die Wasserfledermaus zählt in Luxemburg zu den häufigeren Arten mit landesweiter Verbreitung. Sie ist zur Jagd an das Vorkommen von geeigneten Wasserflächen gebunden, kann aber auch im Wald jagend angetroffen werden. Die Quartiere befinden sich oft in Baumhöhlen in Wassernähe. Wasserfledermäuse wurden bereits mehrfach in der Minette-Region nachgewiesen, meist im Spätsommer und Herbst vor unterirdischen Anlagen schwärmend. Dort können sie teilweise in größeren Zahlen gefangen werden (GESSNER, schriftl. Mitt.; HARBUSCH, 2006). Es liegen auch Winternachweise vor (HARBUSCH & WEBER, 2013). Im NWR Haard wurden Wasserfledermäuse im Herbst regelmäßig vor den Stollen am Laangebiert und im Frankelach nachgewiesen. Mehrfach wurden dabei juvenile Tiere gefangen, so dass ein Reproduktionsquartier in nicht allzu großer Entfernung liegen muss (HARBUSCH, 2008b, 2009b, 2010b). Auch die diesjährigen Studien erbrachten Nachweise der Wasserfledermaus, sowohl durch Netzfänge im Wald (Standorte 3 und 7), als auch im Bereich der Einbruchspalten mittels Batcorder-Aufzeichnungen. Die beiden gefangenen Tiere waren Männchen. Bei den akustischen Nachweisen kann jedoch eine Verwechslung mit Bechstein- oder Bartfledermäusen nicht ausgeschlossen werden.

Bartfledermaus-Komplex:

Die Ultraschallrufe der Kleinen (*Myotis mystacinus*) und der Großen Bartfledermaus (*Myotis brandtii*) sind durch akustische Erfassungen und anschließender Auswertungsmethoden mittels spezieller Software (z.B. BatSound von Pettersson Elektronik) kaum unterscheidbar. Auch das Auswertungsprogramm „BatIdent“ des Batcorders beschränkt sich auf eine Bestimmung als „Bartfledermaus“. Somit können die vielen Nachweise von „Bartfledermäusen“ im NWR Haard nicht einer Art zugeordnet werden. Jedoch sind sowohl Kleine und Große Bartfledermaus aus der Minette-Region bekannt und wurden auch in dieser Studie nachgewiesen. Die akustischen Erfassungen in der Haard verdeutlichen eine erstaunliche Individuendichte dieses Artkomplexes im gesamten Untersuchungsgebiet. Sowohl bei den Detektorgängen als auch bei den Batcorder Auswertungen waren Bartfledermäuse zu allen Jahreszeiten und an fast allen untersuchten Standorten immer nachweisbar. Sie sind

somit nach der Zwergfledermaus die häufigsten Fledermäuse im NWR.

Kleine Bartfledermaus – *Myotis mystacinus* (KUHLE 1817)

Vorkommen der Kleinen Bartfledermaus ist seit langem in der Minette-Region und im gesamten Land bekannt (HARBUSCH et al., 2002, HARBUSCH 2005-2010). Bei Fängen in Wäldern und vor unterirdischen Anlagen in der Minette gelangen immer wieder regelmäßige Nachweise der Art (DIETZ, 2007; GESSNER, schriftl. Mitt.; HARBUSCH, 2006), sowie Nachweise aus Winterquartieren (HARBUSCH & WEBER, 2013). Wochenstubenquartiere wurden bislang keine gefunden, jedoch sind diese sicher vorkommend, was auch an dem aktiven Reproduktionsstatus der gefangenen Weibchen abzulesen war. Im NWR wurden vor den Stollen am Laangebiert und im Frankelach regelmäßig Kleine Bartfledermäuse gefangen (HARBUSCH, 2008b, 2009b, 2010b). Im Rahmen dieser Studie wurde trotz der hohen Dichte nur eine männliche Kleine Bartfledermaus gefangen (Standort 5). Dies ist wahrscheinlich in der Jagdstrategie dieser Art begründet, die gerne in Kronenhöhe und entlang

von Strukturen wie Waldlichtungen, Waldrändern oder über Waldwegen jagt, wo mit den Netzfängen nur wenig Möglichkeit zum Fang besteht.

Große Bartfledermaus – *Myotis brandtii* (EVERSMANN 1845)

Auch die Große Bartfledermaus ist schon länger als Faunenelement der Minette-Region bekannt und in Dudelange gelang 1991 sogar der Erstnachweis dieser Art für Luxemburg (HARBUSCH et al., 2002). In Luxemburg wurde die Art verbreitet in Waldgebieten durch Netzfänge nachgewiesen, sie ist jedoch seltener als die Kleine Bartfledermaus (DIETZ et al., 2008; GESSNER, schriftl. Mitt.; HARBUSCH, 2006, 2005-2010). Im NWR Haard wurde bislang nur ein Mal eine männliche Große Bartfledermaus vor dem nun verschlossenen Stollen am Laangebiert gefangen (HARBUSCH, 2009). Während dieser Studie gelang der einzige Netzfang dieser Art im September vor dem Stollen im Frankelach (Standort 8); hier ging ein vor dem Stollen schwärmendes Weibchen ins Netz. Im Vergleich der beiden Arten vor dem Hintergrund der verschiedenen Studien erscheint die Große Bartfledermaus seltener als die Kleine Bartfledermaus.

Nymphenfledermaus – *Myotis alcaethoe* (HELVERSEN & HELLER, 2001)

Die Nymphenfledermaus wurde erst 2001 von den beiden anderen „Bartfledermaus“-Arten mit Hilfe genetischer Untersuchungen getrennt. Die Vorkommen der Art sind noch ungenügend bekannt. Bisherige Nachweise in Europa wurden überwiegend in alten, forstlich wenig beeinflussten Wäldern geführt, meist in Nähe von Gewässern (DIETZ et al., 2007). Für Luxemburg gelang B. GESSNER erstmals 2011 ein Nachweis eines Männchens, gefangen vor einem Stollen der Minette-Region bei Rumelange, der auch durch genetische Untersuchungen bestätigt wurde. Ihr gelangen in dieser Region noch weitere akustische Nachweise durch Einsatz der Batcorder (GESSNER, 2012). Im NWR Haard wurden mehrfach Ultraschallrufe, die der Batcorder als Nymphenfledermaus (*Myotis alcaethoe*) identifizierte, an verschiedenen Standorten aufgezeichnet und bei verschiedenen langen Rufsequenzen wurde die Nachweiswahrscheinlichkeit mit 95-100% angegeben (Abbildung 5). Nachweise der Art liegen somit von verschiedenen Standorten vor: bei den Einbruchspalten, entlang von Felswänden, vor den Stollen und in Altholzbeständen. Gemäß den bislang bekannten ökologischen Anforderungen der Art sind dies typische Lebensräume. Weitere Untersuchungen in Luxemburg müssen die weitere Verbreitung dieser kryptischen Art noch klären.

Großer Abendsegler – *Nyctalus noctula* (SCHREBER, 1774)

Der Große Abendsegler ist in Luxemburg eine weit verbreitete Art und kommt in allen Landesteilen vor (HARBUSCH et al., 2002). Auch in der Waldreichen Minette-Region wird der Abendsegler regelmäßig nachgewiesen (GESSNER, schriftl. Mitt.; HARBUSCH, 2006). Da der Abendsegler fast immer relativ hoch über Kronenhöhe fliegt, wird er vergleichsweise selten in Netzen gefangen. Durch seine lauten und typischen Ultraschallrufe kann er aber leicht bei den akustischen Erfassungen nachgewiesen werden. So wurde die Art auch in dieser Studie an verschiedenen Waldstandorten nachgewiesen, jedoch nicht sehr häufig. Zu den beliebten Jagdgebieten zählen vor allem Lichtungen, breite Wegeschneisen und Waldränder. Eine Bindung zu den Relikten des Bergbaus konnte nicht festgestellt werden, zumal die Art auch keine unterirdischen Quartiere aufsucht, sondern Baumhöhlen nutzt.

Breitflügel-Fledermaus – *Eptesicus serotinus* (SCHREBER, 1774)

Die Breitflügel-Fledermaus ist eine typische Siedlungsart, die ihre Quartiere stets in Gebäuden hat. Sie ist in Luxemburg landesweit verbreitet, mit einem Schwerpunkt im Gutland und südlichen Ösling (HARBUSCH et al., 2002; HARBUSCH, 2003). Auch in der Minette-Region ist sie weit verbreitet und häufig in den Siedlungen und siedlungsnahen Waldgebieten zu finden (HARBUSCH, 2006). Bei früheren Fängen vor Stollen des NWR Haard wurde die Breitflügel-Fledermaus mehrfach während der herbstlichen Schwarmflüge gefangen (HARBUSCH, 2009b, 2010b). Auch im Rahmen dieser Studie wurde diese Art nachgewiesen, jedoch nur durch die akustischen Erfassungen. Auch für diese Art gilt, dass sie bevorzugt im Kronenbereich fliegt, somit kaum in Netzen fangbar ist, aber gut über ihre typischen und lauten Ultraschallrufe kartierbar und bestimmbar ist. Im NWR Haard ist die Breitflügel-Fledermaus etwas häufiger anzutreffen als der Große Abendsegler. Vor allem über Waldwegen, Lichtungen und Waldrändern ist sie regelmäßig zu finden und jagt dort gut sichtbar unterhalb der Kronenhöhe. Die Existenz von Wochenstuben in den angrenzenden Ortschaften ist somit wahrscheinlich.

Nordfledermaus – *Eptesicus nilssonii* (KEYSERLING & BLASIUS, 1839)

Die Nordfledermaus wurde in Luxemburg bislang nur wenige Male nachgewiesen und ist sicher als seltene Art für das Land zu bezeichnen (HARBUSCH et al., 2002). In Lothringen ist die Art ebenfalls selten und die Vorkommen konzentrieren sich auf die submontanen Regionen (CPEPESC, 2009). Im Saarland hingegen kommt die Nordfledermaus verbreitet und unabhängig von der Höhenlage vor, ist aber beschränkt auf die großen Waldgebiete. Wochenstubennachweise aus verschiedenen Landesteilen liegen hier vor (HARBUSCH & UTECH, 2008). In Luxemburg konnte die Art auch während rezenter Untersuchungen verschiedener Gutachter nicht weiter nachgewiesen werden. Der einzige rezente Nachweis stammt aus der Minette-Region bei Esch/Alzette, dort im Naturschutzgebiet Ellergonn (HARBUSCH, 2006). Im NWR Haard wurde die Nordfledermaus nur mit Hilfe der akustischen Erfassungen des Batcorders nachgewiesen. Aufgrund der Verwechslungsgefahr mit anderen Arten der Gattungen *Eptesicus* und *Nyctalus* sind

Abbildung 5

Vom Batcorder als *Myotis alcaethoe* identifizierte Rufsequenz (Bestimmungswahrscheinlichkeit für die Sequenzen zwischen 95 und 99%). Aufgezeichnet am 25.08.12 am Kalebiert an einer Einbruchspalte.

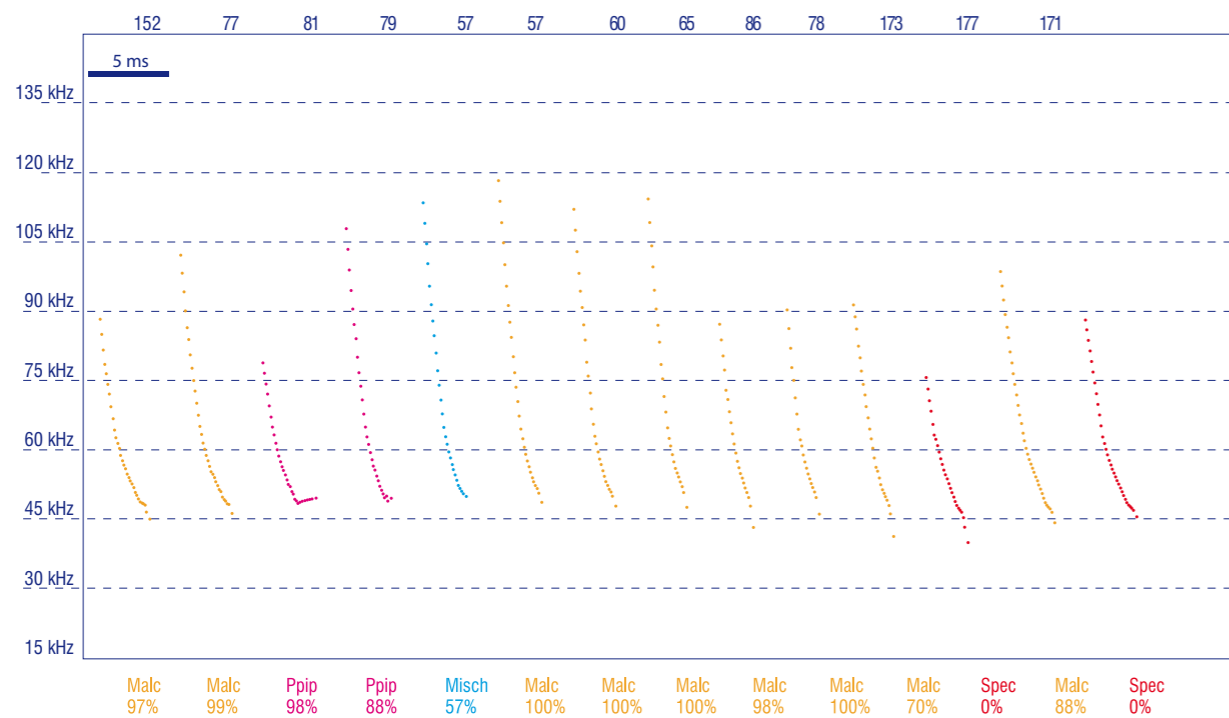


Abbildung 6

Tiefe Einbruchspalte im Uedemsboesch: Jagdbiotop für mehrere Fledermausarten.



Foto: C. HARBUSCH

diese Nachweise als unsicher zu betrachten. Es wurden nur die Nachweise aufgeführt, deren Frequenzgang dem der Nordfledermaus zuzuordnen ist. Somit liegen Hinweise auf das Vorkommen der Nordfledermaus aus dem lichten Buchenwald des Laangebierts und in Nähe der Einbruchspalten am Kalebiert vor.

Zwergfledermaus – *Pipistrellus pipistrellus* (SCHREBER, 1774)

In Luxemburg ist die Zwergfledermaus landesweit und flächendeckend verbreitet und ist die häufigste Fledermausart (HARBUSCH et al. 2002). Frühere Untersuchungen in der Minette-Region und im NWR Haard belegten ebenfalls die flächendeckende Verbreitung der Art (HARBUSCH, 2006; HARBUSCH, 2008b, 2009b, 2010b). Auch in der vorliegenden Studie ist sie die bei weitem häufigste Art. Die Zwergfledermaus nutzt alle Teillebensräume und Strukturen. Die Relikte des Bergbaus sind ebenso attraktiv wie andere Waldlebens-

räume. Interessanterweise nutzen Zwergfledermäuse, oft zusammen mit „Bartfledermäusen“, die tiefen Einbruchspalten zu verschiedenen Jahreszeiten als Jagdbiotop und fliegen innerhalb der Spalten stundenlang auf und ab. Auch die Stollen werden zur Schwarmzeit aufgesucht. Die Zwergfledermaus ist mit den „Bartfledermäusen“ die einzige Art, die die engen Betonröhren der gesicherten Stollen durchfliegen kann.

Braunes Langohr – *Plecotus auritus* (LINNAEUS, 1758)

Diese Waldbewohnende Art ist in entsprechenden Lebensräumen in ganz Luxemburg verbreitet und wahrscheinlich auch nicht selten (HARBUSCH et al. 2002). Aus der Minette-Region liegen verschiedene Nachweise vor, die diese Einschätzung belegen (DIETZ et al., 2007; GESSNER, schriftl. Mitt.; HARBUSCH, 2006). Das Braune Langohr nutzt nicht nur den Wald als Lebensraum, sondern auch die verschiedenen unterirdischen Anlagen zum herbstlichen Schwarmflug und später zum Winterschlaf (HARBUSCH, 2008b, 2009b, 2010b). Im Untersuchungsgebiet wurde das Braune Langohr im Sommerlebensraum vergleichsweise selten nachgewiesen. Dies ist wahrscheinlich zum einen in den sehr leisen Rufen und der somit schweren akustischen Nachweisbarkeit begründet – so gelang nur ein Nachweis mittels der Batcorder -, zum anderen auch in den guten Echoorientierungsfähigkeiten der Art, die Erfolge bei Netzfängen erschweren. Die einzigen beiden Nachweise gelangen im Bereich der tiefen Einbruchspalten und vor dem Stollen Frankelach, also beide Male in Zusammenhang mit Bergbaurelikten. Im Vergleich zu der ähnlich schwer nachweisbaren Bechsteinfledermaus wurde das Braune Langohr also seltener nachgewiesen.

Bedeutung der Einbruchspalten und Stollen des ehemaligen Minetteabbaus

Die vielfältigen Zeugnisse des ehemaligen Bergbaus in dieser Region sind inzwischen für die Fledermausfauna zu unverzichtbaren Elementen ihres Lebensraumes geworden und resultieren in einer hohen Artendiversität. So wurde erstmals die Bedeutung der tiefen Einbruchspalten durch den Einsatz der automatischen Detektoren zu verschiedenen Jahreszeiten und an unterschiedlichen Standorten belegt. Ihnen kommt große Bedeutung als Jagdbiotop und Zwischenquartier für

verschiedene Arten zu, darunter auch der Großen Hufeisennase. Letztere Art nutzt halbhöhlenartige Einbruchspalten als Tagesquartier, während die anderen hier nachgewiesenen Arten innerhalb der canyonartigen tiefen Spalten jagen. Hier herrscht ein geschütztes Mikroklima, das offensichtlich ein interessantes Beutespektrum bietet (Abbildung 6).

Die ehemaligen Erzabbau-Stollen der Minette-Region sind nach Einstellung des aktiven Bergbaus in kurzer Zeit zu wichtigen Schwarm- und Winterquartieren für Fledermäuse geworden. Die hier vorkommende Artendiversität ist sicher zum großen Teil auf die hohe Dichte dieser wichtigen Teillebensräume zurück zu führen. Umso schwerwiegender machen sich die in den letzten Jahren zunehmenden Verschlüsse genutzter Winterquartiere bemerkbar. Der Vollverschluss dieser Quartiere aus Sicherheitsgründen kann erhebliche Auswirkungen auf den Erhaltungszustand der hier vorkommenden Anhang II Fledermausarten haben. Auch ungeeignete Verschlüsse wie Stahlstore mit kleinem Einflugschlitz oder Zuschütten der Mundlöcher mit Einbau von kleinen Röhren sind ähnlich negativ zu bewerten. Zum einen weil so das Mikroklima der Stollen grundlegend verändert und somit auch weniger geeignet wird, zum anderen weil viele Arten diese Öffnungen nicht durchfliegen können.

Auch die ehemaligen Abbaustollen im NWR Haard sind seit wenigen Jahren gegen unbefugtes Betreten gesichert. Jedoch ist nur der Stollen im Frankelach mit zwei Eingängen für Fledermäuse nutzbar, da er durch ein massives Gitter gesichert wurde. Die beiden anderen Eingänge am östlichen Beginn des Frankelachs und an der Ostgrenze des Laangebierts wurden 2009 durch Einbau von jeweils zwei nebeneinander liegenden Betonröhren mit einem Durchmesser von 30 cm gesichert (Abbildung 7). Die Durchmesser der Röhren sind zu klein, um Arten mit größerer Spannweite, z.B. den Mausohren und Großen Hufeisennasen, den Durchflug zu ermöglichen. Dieser Verschluss ist für Fledermäuse somit ungeeignet und die vormals wertvollen Fledermauswinterquartiere wurden zerstört, mit nicht absehbaren Konsequenzen auf den Erhaltungszustand dieser Populationen, insbesondere auf die Große Hufeisennase. Gerade diese Art ist auf das Vorkommen von geeigneten Sommer- und Winterquartieren auf engem Raum angewiesen, da sie nicht wanderfähig ist. Die Nutzung als Schwarmquartier ist wegen dieser Verschlüsse ebenfalls nicht mehr möglich. Diese Sicherungsmaßnahmen sind somit nicht mit den Anforderungen des nationalen und europäischen Artenschutzrechtes vereinbar. Notwendige Sicherungsmaßnahmen sind auch unter Wahrung der Anforderungen des Fledermausschutzes durchführbar, so wie sie beispielhaft an den vergitterten Stollen des Frankelachs durchgeführt wurden. Bei

Abbildung 7

Ungeeignete Sicherung eines Stollenmundlochs: verrohrter Eingang des Stollens am Laangebiert.



Foto: C. HARBUSCH

Abbildung 8

Große Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) am Eingang des Stollens am Laangebiert im September 2008.



Foto: M. UTESCH

stark brüchigem Gestein kann auch durch das Verlegen von Rohren mit mindestens 50 cm Durchmesser (mit zwei horizontal verlegten Stahlstäben im Innern des Rohrs) den Sicherheitsanforderungen sowie den Anforderungen des Fledermauschutzes gerecht werden.

Als weiterer Verstoß gegen das Artenrecht ist festzuhalten, dass diese Sicherungsmaßnahmen im Oktober 2009 vorgenommen wurden, zu einer Zeit also, wo viele Fledermausarten, auch die Große Hufeisennase, ihre Winterquartiere schon aufgesucht haben. Es ist deshalb möglich, dass die großen Arten in diesem Stollen eingemauert wurden, falls kein weiterer Ausgang zur Verfügung stand. Die Nutzung des Stollens am Laangebiert durch die FFH Anhang II Arten Große Hufeisennase, Großes Mausohr und Bechsteinfledermaus ist mehrfach belegt (HARBUSCH, 2008b, 2009b, 2010b; **Abbildung 8**).

Diese Einschätzung der Zerstörung der Quartiere wurde durch den Einsatz der automatischen Detektoren belegt. Während an dem Stollen am Laangebiert vor der Verschlussmaßnahme bei verschiedenen Netzfängen in den Jahren 2008 und 2009 noch 10 Arten nachgewiesen wurden (HARBUSCH 2008b, 2009b), gelangten 2012 durch den

Batcorder, der tief in die Röhren platziert wurde, nur noch wenige Rufkontakte mit Zwerg- und unbestimmter Bartfledermaus. Schon im Jahr 2010 wurde ein automatischer Detektor in eine Röhre platziert, der ebenfalls nur wenige Rufe von Bartfledermäusen aufzeichnete. Diese kleinen Arten scheinen also als einzige in der Lage zu sein, die Röhren zu durchfliegen. Belegt wurde dies auch durch einige wenige Kotkrümel einer kleinen Art im Inneren der Röhre.

In den Röhren des Stollens am östlichen Beginn des Frankelachs hingegen wurden keine Rufkontakte aufgezeichnet. Jedoch herrschte vor dem Stollen reges Fluggeschehen. Ein hier an der Felswand vor den Röhren platzierter Batcorder zeichnete Rufe von 6 Arten, darunter auch der Großen Hufeisennase, auf. Dies zeigt, dass die Tiere sehr wohl den Stollen noch kennen und als Quartier aufsuchen möchten, durch die Verrohrung dies aber nicht mehr können.

Die Stollen im Frankelach mit ihren Gittern hingegen sind noch stets wichtiges Schwarm- und Winterquartier für mindestens acht Fledermausarten, darunter auch die seltene Nymphenfledermaus (HARBUSCH, 2009b, 2010b; diese Studie).

Bei zukünftigen Sicherungsmaßnahmen an Stollen der Minette-Region sollten wo immer möglich Vergitterungen gewählt werden. Ist dies wegen Verbruchgefahr nicht möglich, so sollten die Röhren einen Mindestdurchmesser von 50 cm aufweisen. Innen liegende horizontale Stahlstäbe verhindern ein Durchkriechen. Eine solche Vorgehensweise entspräche auch den Anforderungen nationaler und europäischer Naturschutzgesetze.

5. Zusammenfassende Bewertung der Lebensraumqualität im NWR Haard

Das 157 ha große NWR Haard ist mit mindestens 13 dort regelmäßig vorkommenden Fledermausarten ein sehr artenreicher Lebensraum, so wie er in Luxemburg auf diesem engen Raum nicht sehr häufig vorkommt. In diesem Waldgebiet dominiert der Waldtyp des Melico-Fagetums, der je nach Wasserversorgung und Bodentyp als Melico-Fagetum-caricetosum oder als Melico-Fagetum-aretosum ausgeprägt ist. Stellenweise gibt es größere Beimischungen anderer Baumarten, von denen die Eiche hohe Bedeutung für Fledermäuse hat, da sie im Alter oft Baumhöhlen oder Totholz ausbildet. Diese sind für die Baumhöhlenbewohner wie Bechstein- oder Fransenfledermaus von großer Bedeutung. Bedingt durch forstliche Aktivitäten der früheren Jahre und der Bergbauaktivitäten gibt es verschiedene Altersstufen. Jungbestände finden sich vor allem im Umfeld der Relikte des Bergbaus wie Spalten, Wegetrassen oder Tagebauflächen. Seit der Aufgabe des Bergbaus im Jahre 1972 wurde im heutigen NWR nur noch geringfügig in den Wald eingegriffen. So konnte sich dieser naturnah entwickeln und alte Bäume können heute in die Zerfallsphase übergehen und somit einen wichtigen Beitrag als Lebensstätte für Fledermäuse leisten (nach WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP, 2011).

Innerhalb des NWR sind noch vielfältige Zeugnisse des ehemaligen Eisenerzabbaus zu finden, unter denen die tiefen Einbruchspalten und die Stollen für die Fledermäuse am wichtigsten sind. Dort können sie sowohl jagen, als auch soziales Verhalten wie Schwarmflüge im Spätsommer und Herbst zeigen und schließlich auch in den unter-

dischen Anlagen überwintern. Die räumliche Nähe von geeigneten Sommer- und Winterquartieren sowie Jagdgebieten ist insbesondere für nicht wandernde Fledermausarten von Bedeutung. Das ganzjährige Vorkommen der Großen Hufeisennase ist dafür ein gutes Beispiel.

Diese Diversität der Lebensräume spiegelt sich auch im Arteninventar wider. Es kommen nebeneinander sowohl die siedlungsbewohnenden Arten wie Zwerg-, Breitflügel- und Große Mausohr vor, wie auch die rein baumbewohnenden Arten wie Bechsteinfledermaus oder Braunes Langohr. Durch die Nähe der umgebenden Ortschaften Dudelange, Tétange und Rumelange haben die dort lebenden gebäudebewohnenden Arten keine weiten Flugwege in geeignete Jagdbiotop und auch potenzielle Winterquartiere stehen in guter Auswahl zur Verfügung. Die baumbewohnenden Arten schließlich finden in den Altholzbeständen geeignete Quartiere. Große Buchenwaldflächen am Laangebiert sind jedoch noch nicht in einem Alter, in dem alte Bäume in der Zerfallsphase reichen Lebensraum bieten. Umso wichtiger ist es, dass im NWR abgestorbene Bäume im Bestand bleiben können. Diese relativ einförmigen Bestände sind aber überwiegend für Mausohren ein geeignetes Jagdgebiet, da diese auf dem offenen Waldboden unter einem geschlossenen Kronendach nach Laufkäfern jagen können. Die mehr strukturierten Waldgebiete mit verschiedenen Baumarten, insbesondere Eichen, und verschiedenen Altersstufen bis zu Altbäumen in der Zerfallsphase, sind hingegen wertvolle Jagdgebiete für Fransen- und Bechsteinfledermäuse. Auch die in Luxemburg erst wenige Male nachgewiesene Nymphenfledermaus ist hier gefunden worden. Ein solches Gebiet ist z.B. im westlichen Laangebiert zu finden, im Hang zwischen Frankelach und den Kuppenlagen. Aber auch das Waldgebiet im Uedemsboesch im Bereich der Staatsgrenze bietet solch vielfältigen Lebensraum (**Abbildung 9**).

Im NWR Haard ist die Dominanz der Zwerg- und der „Bart“fledermaus auffällig. Ist das häufige Vorkommen von Zwergfledermäusen auch noch verbreitet in anderen Gebieten zu finden, so ist das gleichzeitige Vorkommen von Bartfledermäusen in solcher Dichte ungewöhnlich. Beide Arten, die

Abbildung 9

Ein strukturreicher Buchenwald im Uedemsboesch, Lebensraum für mehrere spezialisierte Fledermausarten.



Foto: C. HARBUSCH

Kleine wie die Große Bartfledermaus, sind im NWR und seiner Umgebung verbreitet und als typische Waldfledermäuse finden sie offensichtlich optimalen Lebensraum. Dies ist nicht zuletzt den Relikten der Bergbauzeit zu verdanken, die wichtige Quartiere und Schwarmstellen darstellen.

Das NWR Haard ist Bestandteil des FFH-Gebietes LU 0001031 „Dudelange-Haard“. Im Standarddatenbogen dieses Gebietes sind noch keine Fledermausarten aufgeführt. Folgende Arten des Anhangs II sollten als Zielarten nachgemeldet werden, da sie ständiger Bestandteil des FFH-Gebietes sind und dort Quartiere besitzen:

Rhinolophus ferrumequinum, *Myotis myotis*, *Myotis bechsteinii*, *Myotis emarginatus*

Die übrigen nachgewiesenen Anhang IV Arten sollten auf die Liste der anderen bedeutenden Tierarten aufgenommen werden.

6. Literatur

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.

CPEPESC (2009): Connaître et Protéger les Chauves-Souris de Lorraine. Ciconia 33: 562 S.

DIETZ, C., O.V. HELVERSEN & D. NILL (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Biologie – Kennzeichen – Gefährdung. Frankh-Kosmos Verlag, Stuttgart. 399 S.

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. Bull. Soc. Nat. Lux.107: 111-117.

GESSNER, B. (2012): Teichfledermaus (*Myotis dasycneme* Boie, 1825) und Nymphenfledermaus (*Myotis alcaethoe* Helversen & Heller, 2001), zwei neue Fledermausarten für Luxemburg. Bull. Soc. Nat. Luxemb. 113: 137-140.

HARBUSCH, C., E. ENGEL, J.B. PIR, (2002): Die Fledermäuse Luxemburgs. Ferrantia 33. Musée National d'Histoire Naturelle. Luxembourg, 152 S.

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 S.

HARBUSCH, C. (2006): Fledermäuse in naturnahen Wäldern Luxemburgs: Verbreitung und Schutzvorschläge. Zwischenbericht für das Jahr 2005. Unveröff. Gutachten i.A. Musée National d'Histoire Naturelle Luxembourg, 20 S.

HARBUSCH, C. (2007): Fledermäuse in naturnahen Wäldern Luxemburgs: Verbreitung und Schutzvorschläge. Zwischenbericht für das Jahr 2006. Unveröff. Gutachten i.A. Musée National d'Histoire Naturelle Luxembourg, 22 S.

HARBUSCH, C. (2007B): Fledermäuse in naturnahen Wäldern Luxemburgs: Verbreitung und Schutzvorschläge. Zwischenbericht für das Jahr 2007. Unveröff. Gutachten i.A. Musée National d'Histoire Naturelle Luxembourg, 22 S.

HARBUSCH, C. (2008A): Fledermäuse in naturnahen Wäldern Luxemburgs: Verbreitung und Schutzvorschläge. Zwischenbericht für das Jahr 2008. Unveröff. Gutachten i.A. Musée National d'Histoire Naturelle Luxembourg, 22 S.

HARBUSCH, C. (2008B): Endbericht zu der Vorstudie über die aktive Surveillance von Fledermäusen zum Nachweis von Antikörpern des Europäischen Fledermaus-Tollwutvirus (EBLV) in Luxemburg, 2008. Unveröff. Gutachten i. A. Musée National d'Histoire Naturelle Luxembourg, 18 S.

HARBUSCH, C. & M. UTESCH (2008): Kommentierte Checkliste der Fledermäuse im Saarland. In: Rote Liste gefährdeter Pflanzen und Tiere des Saarlandes. Atlantenreihe des Ministeriums für Umwelt, Bd. 4. Ed: Delattinia und Ministerium für Umwelt, Saarbrücken, pp: 265 – 281.

HARBUSCH, C. (2009): Fledermäuse in naturnahen Wäldern Luxemburgs: Verbreitung und Schutzvorschläge. Zwischenbericht für das Jahr 2009. Unveröff. Gutachten i.A. Musée National d'Histoire Naturelle Luxembourg, 22 S.

HARBUSCH, C. (2009B): Endbericht zu der Vorstudie über die aktive Surveillance von Fledermäusen zum Nachweis von Antikörpern des Europäischen Fledermaus-Tollwutvirus (EBLV) in Luxemburg, 2009. Unveröff. Gutachten i.A. Musée National d'Histoire Naturelle Luxembourg, 14 S.

HARBUSCH, C. (2010): Fledermäuse in naturnahen Wäldern Luxemburgs: Verbreitung und Schutzvorschläge. Zwischenbericht für das Jahr 2010. Unveröff. Gutachten i.A. Musée National d'Histoire Naturelle Luxembourg, 22 S.

HARBUSCH, C. (2010B): Endbericht zu der Vorstudie über die aktive Surveillance von Fledermäusen zum Nachweis von Antikörpern des Europäischen Fledermaus-Tollwutvirus (EBLV) in Luxemburg, 2010. Unveröff. Gutachten i.A. Musée National d'Histoire Naturelle Luxembourg, 15 S.

HARBUSCH, C. & D. WEBER (2013): Fledermäuse (Mammalia, Chiroptera) aus Höhlen des Großherzogtums Luxemburg. Ferrantia 69: 397-408.

MEINIG, H., P. BOYE & R. HUTTERER (2009): Rote Liste und Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(1): 115-153. Bundesamt für Naturschutz; Bonn Bad-Godesberg.

WEVELL VON KRÜGER, A. U. BROCKAMP (2011): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 7. Waldstrukturaufnahme „Haard“ 2009. Naturverwaltung Luxemburg: 73 S.

7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

7.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Standorte der automatischen Detektoren im Naturwaldreservat Haard.27

Abbildung 2: Netzfangstandorte und gefangene Arten.28

Abbildung 3: Artnachweise durch akustische Erfassung.30

Abbildung 4: Einbruchspalte im Uedemsboesch, Tagesquartier der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*).33

Abbildung 5: Vom Batcorder als *Myotis alcaethoe* identifizierte Rufsequenz (Bestimmungswahrscheinlichkeit für die Sequenzen zwischen 95 und 99%). Aufgezeichnet am 25.08.12 am Kaleberg an einer Einbruchspalte.36

Abbildung 6: Tiefe Einbruchspalte im Uedemsboesch: Jagdbiotop für mehrere Fledermausarten.38

Abbildung 7: Ungeeignete Sicherung eines Stollenmundlochs: verrohrter Eingang des Stollens am Laangeberg.39

Abbildung 8: Große Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) am Eingang des Stollens am Laangeberg im September 2008.40

Abbildung 9: Ein strukturreicher Buchenwald im Uedemsboesch, Lebensraum für mehrere spezialisierte Fledermausarten.42

7.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Untersuchungstermine im Jahr 2012.28

Tabelle 2: Fledermausarten im Naturwaldreservat Haard.29

Tabelle 3: Übersicht der gefangenen Fledermäuse und Reproduktionsnachweis (Fettdruck) im Naturwaldreservat Haard.32

Die Vögel (Aves) des Naturwaldreservates „Haard“ (2013)

Thomas ULLRICH, Matthias KRUG, Uwe BROCKAMP

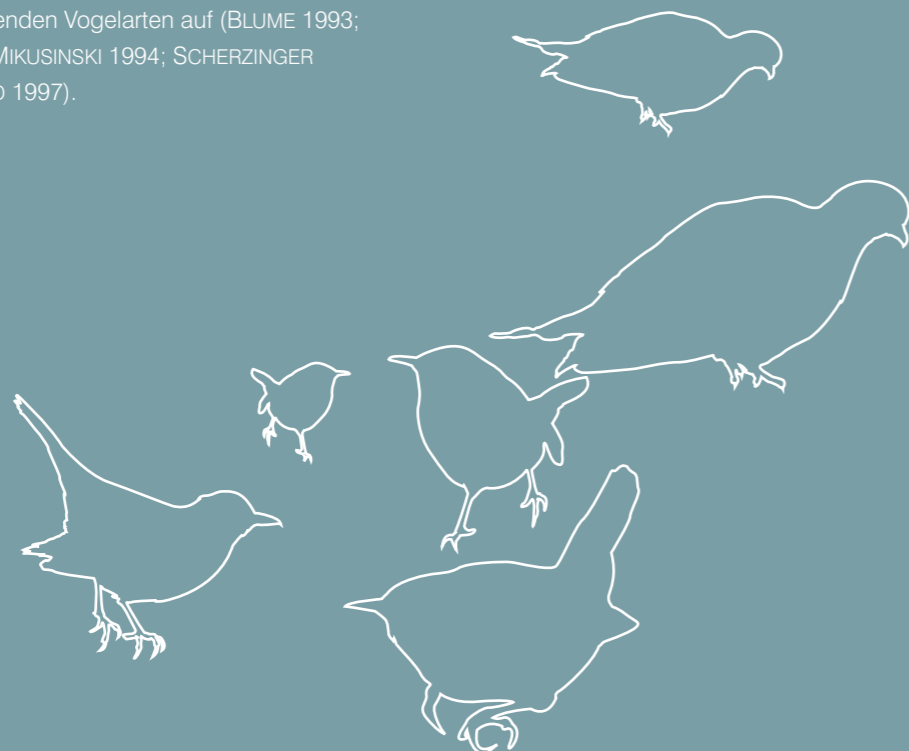
1. Einleitung

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. Im Rahmen ökologischer Bewertungen, beispielsweise von Eingriffen in die Natur und Landschaft, werden die Vögel sehr oft in das Untersuchungskonzept eingebunden. 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 ebenfalls 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 Avifaunazusammensetzung 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 1995, HOHLFELD 1997).

Die vorliegende Untersuchung im Naturwaldreservat (NWR) „Haard“ 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 2013 die avifaunistischen Kartierungen der Kernfläche im NWR „Haard“ im Auftrag der Luxemburgischen Naturverwaltung durch. Die Ergebnisse dieser Erstaufnahme werden in der vorliegenden Arbeit vorgestellt. Im NWR „Haard“ wurden bereits Aufnahmen zu den Waldstrukturen durchgeführt und in WEVELL, BROCKAMP (2011) veröffentlicht. Diese Waldstrukturanalyse wurde in Beziehung gebracht zu den Ergebnissen der Vogelkartierung mit der Frage, ob sich die Vorkommen bestimmter Vogelarten (Revierzentren) in bestimmten Waldstrukturen häufen, ob sich bestimmte Muster abzeichnen.

Desweiteren liegen bereits aus mehreren vergleichbaren Naturwaldreservaten Luxemburgs Vogelaufnahmen mit gleicher Erfassungsmethodik vor. Die Daten dieser Aufnahmen wurden mit den Ergebnissen im NWR „Haard“ verglichen.



2. Material und Methoden

Zwischen März und Juni 2013 führte der Mitarbeiter des VFS, Herr Thomas ULLRICH, die ornithologischen Untersuchungen im NWR „Haard“ durch. Die Erfassungsmethode – eine erweiterte Linienkartierung nach SÜDBECK et al. (2005), wurde bereits 2008 und 2010 in vier Naturwaldreservaten angewandt und hatte sich bewährt (ULLRICH, KRUG & BROCKAMP 2009/2010/2012). 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. 4 Stunden (7 km Länge) in Anspruch. Die Linie wurde je zwei Mal von den drei verschiedenen Startpunkten aus begangen (Abbildung 2).

Der Verlauf der Linie ist eindeutig und nachvollziehbar. Die Linie verläuft größtenteils auf vorhandenen Waldwegen, ganz im Norden und entlang der Südwestgrenze zu Frankreich auf einem Wanderpfad. Durch die Nutzung vorhandener Infrastrukturen konnten Störungen des Reservates durch die Aufnahmen minimiert werden.

Wichtige Zeigerarten unter den 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 für diese Arten vollständige Revierkarten vorliegen. Durch das gezielte Anwenden artspezifischer Untersuchungsmethoden (u.a. Klangattrappen bei Mittelspecht) wurden die Aufnahmen präzisiert. Diese Erhebungen erfolgten jeweils im Anschluss an die Linienkartierung ebenso wie die Erfassung aller wichtigen Besonderheiten, die während der morgendlichen Linienkartierung nicht erhoben werden konnten (z.B. Bruthöhlen, Horstbäume).

Abbildung 1

Geschlossener Buchenaltwald mit wenig Bodenvegetation im Kuppenbereich des Kalenbergers im Mai 2013.



Zur Auswertung wurden alle Beobachtungen zu sogenannten „Papierrevieren“ zusammengefügt (SÜDBECK et al. S.66f). Die daraus abgeleiteten Reviermitten wurden in die bearbeiteten Ortho-Luftbilder eingearbeitet und die Koordinaten (Rechts- und Hochwerte) des Luxemburger Netzes bestimmt (siehe Anhang). Zusätzlich zu den entlang der Linie festgestellten Revieren wurde für jede Art der gesamte Bestand in der Kernzone des NWR eingeschätzt bzw. hochgerechnet. Hierbei wurden die Strukturanforderungen der jeweiligen Arten und die vorhandenen Strukturen des NWR „Haard“ berücksichtigt. Die entsprechenden Waldstrukturen wurden anhand der Geländebegänge, aus dem Luftbild und in Zusammenarbeit mit der Luftbildanalyse eingeschätzt (WEVELL, BROCKAMP 2011).

An folgenden Tagen fanden in 2013 die Begänge statt:

- 26/27. März
- 9/10. und 21/22. April
- 2/3. Mai
- 4/5. und 12/13. Juni

Aufgrund anhaltender kalt-nasser Witterung in der zweiten Mai-Hälfte verschob sich der an sich geplante zweite Begang im Mai in den Juni (siehe 4.2). Der morgendliche Begang fand jeweils am 27.03, 10. und 22.04, 3. 05 sowie am 5. und 12.06 statt. An den jeweiligen Abenden zuvor fanden Übersichtsbegehungen auch abseits der Linienkartierung statt, die wegen der oft ungünstigen Witterungsbedingungen 2013, viele verwertbare Daten lieferten.

Die kombinierte Methode aus Linienkartierung und flächiger Erfassung liefert zusammenfassend:

- Eine vollständige Brutvogel-Artenliste für das Naturwaldreservat.
- Vergleichbare Dichtewerte für wichtige Waldstruktur-Zeigerarten wie alle Spechtarten.
- Eine einfach anwendbare Monitoringsgrundlage entlang der Linie.

3. Ergebnisse

Im NWR „Haard“ konnten im Jahr 2013 insgesamt 39 Brutvogelarten nachgewiesen werden (Tabelle 1).

Die Tabelle 1 stellt die Ergebnisse der in 2013 durchgeführten Kartierungen in Form der Anzahl der erfassten Vogelartenreviere im NWR „Haard“ dar. Die Reihenfolge der aufgeführten Vogelarten richtet sich in Spalte a etwa nach deren ermittelten Häufigkeit. Mit der Reihenfolge der Häufigkeit können erste Vergleiche zu anderen Gebieten und Jahren erstellt werden. Die Spalte c gibt jeweils die exakte Anzahl der Reviere wieder, 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 die gesamte Kernzone des Naturwaldreservat (157 ha) dar. Die Hochrechnung auf das Gesamtgebiet berücksichtigt die unterschiedlichen Waldstrukturen und Ansprüche der einzelnen Vogelarten.

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

Vogelarten, die in 2013 sicher nur Nahrungsgäste oder Durchzügler waren, sind nicht in der Ergebnistabelle (Tabelle 1) aufgeführt. Hierbei handelte es sich um Mauersegler, Mehl- und Rauchschwalbe, Dohle, Wintergoldhähnchen, Goldammer, Haubenmeise und Kuckuck.

Durch die zusätzlichen, gezielten Begänge im gesamten Schutzgebiet abseits der Linienkartierung konnten die Brutvogelarten Sperber, Baumfalke sowie der gesamte Mäusebussardbestand ermittelt werden. Dazu zählt auch die Verortung des Schwarzspecht- Brutbaumes.

Nach Abgleich mit dem Atlas der Brutvögel Luxemburgs (MELCHIOR et al. 1987) konnte Mittelspecht und die Waldschnepfe in mindestens einem Quadranten neu als Brutvogel nachgewiesen werden (siehe Diskussion).

Bei den Aufnahmen 2013 waren hohe Gesangsaktivitäten der Mönchsgrasmücke im Juni und eine zweite Gesangsaktivität von Drosseln und Rotkehlchen zu verzeichnen und bemerkenswert (was unmittelbar mit dem Witterungsverlauf des Frühjahres zusammenhängt). Stare waren im April noch in großen Nicht-Brüter-Trupps unterwegs. Ebenso konnten Anfang April sowohl singende/revieranzeigende Buchfinken, als auch noch Trupps von ziehenden Vögeln beobachtet werden. Eine weitere Besonderheit des Naturwaldreservates, die Auswirkungen auf die Vogelfauna hat, sind Hohлтаubennisthilfen im Osten des Gebietes im Bereich des Osthangs. Die Kästen waren von der Hohлтаube nicht besetzt, in diesem Bereich konnte ein Waldkauz verortet werden, der solche Nisthilfen für eigene Bruten nutzen kann.

2013 gelang es, den Schwarzspecht – Brutbaum 200m östlich des WSA- Aufnahme- Punktes Nr. 10 in einer Buche mit ca. 55cm Brusthöhendurchmesser zu finden. Der Höhleneingang ist südost-exponiert in ca. 8,5m Höhe. Die Lebensstätte des Schwarzspechtes geht weit über die Grenzen der Kernzone des Naturwaldreservates hinaus. Die Dohle konnte im März rufend auf dem Kalebierg festgestellt werden. Die Art ist in der Region Gebäudebrüter (z.B. in Kayl und Bettenburg). Baumbruten konnten im NWR „Haard“ in 2013 nicht festgestellt werden, sind aber aufgrund des zunehmenden Baumalters und des damit einhergehenden verbesserten Totholz- und Höhlenangebotes in Zukunft im Gebiet nicht ausgeschlossen (Siehe Diskussion).

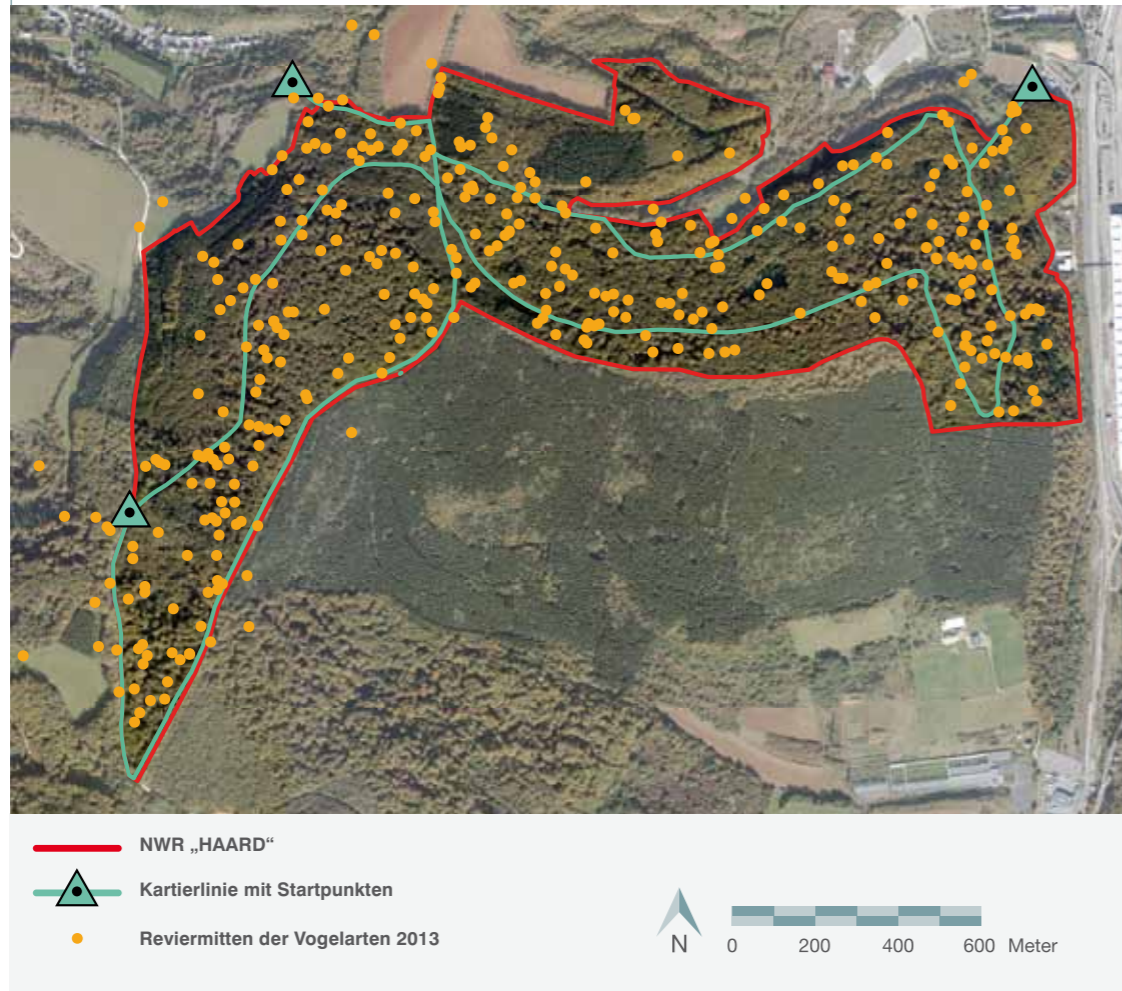
Tabelle 1 Ergebnisse der avifaunistischen Reviererhebungen in der Kernzone im NWR „Haard“ in 2013. Die Kernzone weist eine Waldfläche von 157 ha auf. Kartiertage 2013: 26/27. März; 9/10. und 21/22. April; 2/3. Mai; 4/5. und 12/13. Juni.

Nr.	Art	Anzahl erfasster Reviere per Linienkartierung 2013	Anzahl Reviere, hochgerechnet für das NWR, Kernzone (157 ha)	Anzahl Reviere/10 ha auf die NWR-Kernzone hochgerechnet
1	Buchfink	63	75	4,8
2	Amsel	51	55	3,5
3	Mönchsgrasmücke	32	45	2,9
4	Rotkehlchen	31	39	2,5
5	Ringeltaube	20	22	1,4
6	Kohlmeise	19	33	2,1
7	Zaunkönig	17	24	1,5
8	Kleiber	16	24	1,5
9	Singdrossel	16	17	1,1
10	Sommergoldhähnchen	9	15	1,0
11	Blaumeise	7	12	0,8
12	Mittelspecht	6	9	0,6
13	Zilpzalp	6	15	1,0
14	Buntspecht	6	9	0,6
15	Waldaubsänger	6	8	0,5
16	Eichelhäher	4	5	0,3
17	Waldbaumläufer	4	5	0,3
18	Sumpfmeise	4	7	0,4
19	Kernbeißer	3	3	0,2
20	Misteldrossel	3	3	0,2
21	Tannenmeise	3	4	0,3
22	Star	2	8	0,5
23	Gartenbaumläufer	2	4	0,3
24	Mäusebussard	2	2	0,1
25	Gartenrotschwanz	2	2	0,1
26	Waldkauz	2	3	0,2
27	Aaskrähe	1	2	0,1
28	Trauerschnäpper	1	5	0,3
29	Grünspecht	1	2	0,1
30	Heckenbraunelle	1	4	0,3
31	Waldschnepfe	1	1	
32	Stockente	1	2	0,1
33	Pirol	1	3	0,2
34	Schwanzmeise	1	2	0,1
35	Fitis	0,5	1	
36	Baumfalke	0,3	0,3	
37	Sperber	0,3	0,3	
38	Hohлтаube	0,3	2	0,1
39	Schwarzspecht	0,3	0,3	

3.1 | Kartierlinie und Reviermitten

Abbildung 2

Orthobild (CIR) des NWR „Haard“ mit allen in 2013 festgestellten Brutvogel-Revierzentren. Entlang der Kartierlinie häufen sich die Reviere, da dort durch die sechs Begänge alle Vogelarten stetig erfasst wurden. Auf der restlichen Waldfläche verteilen sich die Reviere, da hier die Erfassung mit Hilfe der erweiterten Flächen-Methode extensiver vorgenommen wurde. Dargestellt sind auch die drei unterschiedlichen Startpunkte, von denen aus je zwei Begänge durch das Naturwaldreservat erfolgten.



4. Diskussion

4.1 | Allgemein

Mit den ornithologischen Untersuchungen im NWR „Haard“ wurden in 2013 alle Brutvögel erfasst und die Grundlage für ein Monitoring geschaffen. Durch zukünftige Wiederholungsaufnahmen dieser Artengruppe nach dem exakt gleichen Vorgehen (Linienkartierung oder erweiterte Linienkartierung) können etwaige Veränderungen in der Avifauna präzise festgestellt und die unterschiedlichen Erfassungen sicher mit einander verglichen werden. Die vorab 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.

Sechs Durchgänge – beginnend im März und endend im Juni – gewährleisteten gute und sichere Ergebnisse in Bezug auf die Arten und deren Häufigkeit 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 Linienkartierung und der Kartierzeiten sind die Ergebnisse nachfolgender Untersuchungen untereinander gut zu vergleichen. Wiederholungen der Aufnahmen

sollten ca. alle 10 Jahre erfolgen. 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, denn Waldstrukturen ändern sich in zeitlich längeren Intervallen. Bei größeren Störungen (flächiger Windwurf, Eis- und Schneebruch) und sich dadurch plötzlich ändernden ökologischen Bedingungen sollte eine Wiederholungsaufnahme zeitnah erfolgen.

Das NWR ist Bestandteil des Natura 2000 Gebietes „Dudelange-Haard“. Für dieses Gebiet werden folgende Vogelarten der Vogelschutzrichtlinie angegeben (s. WEVELL und BROCKAMP 2011, Tabelle 2-1): Uhu, Mittelspecht, Buntspecht, Wanderfalke, Neuntöter und Wespenbussard. Mittelspecht und Buntspecht wurden mit deren Brutbeständen 2013 erfasst. Sichere Nachweise von Uhu und Wanderfalke konnten in 2013 im NWR „Haard“ nicht erbracht werden. Vereinzelt Vogelrufungen konnten diesen beiden Vogelarten nicht sicher zugeordnet werden. Beide Arten finden geeignete Brutplätze in den Felsbereichen außerhalb des Untersuchungsraumes. Der Wespenbussard ist potentieller Brutvogel im NWR „Haard“, ist aber in 2013 aufgrund des nassen und kalten Mai generell in seinen Brutgebieten nur selten zur Brut geschritten und daher in diesem Jahr im Allgemeinen unterrepräsentiert. Innerhalb des Naturwaldreservates fanden sich zwei geeignete Horste, die 2013 allerdings nicht von Greifvögeln besetzt waren. Der Neuntöter ist ein Offenlandbrüter und findet die notwendigen Habitats außerhalb der Waldflächen des NWR „Haard“.

4.2 | Witterung 2013

Das Frühjahr 2013 kann vom Witterungsverlauf her als außergewöhnlich und gleichzeitig für viele Brutvogelarten als ungünstig angesprochen werden.

Nach Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) wurde 2013 in Deutschland der fünftkälteste März seit 1881 verzeichnet. Der April startete relativ kühl und wies unterdurchschnittliche Sonnenscheindauern auf. Im Mai dominierten regenbringende Tiefdruckgebiete, die zum zweitnässesten Mai seit 1881 in Deutschland führten. Nach den Daten des DWD war der klimatologische Frühling 2013 von März bis Ende Mai im langjährigen Mittel insge-

samt sonnenscheinarm (- 40%), 1,9° C kälter und 64 % nasser als ein Durchschnittsjahr. Die Vegetationsentwicklung verzögerte sich insgesamt um drei Wochen.

Die Witterung hatte sicher negative Auswirkungen auf die Brutvögel, insbesondere auf die Brutvogeldichte, weniger auf die Gesamtartenzahl. Gerade die freibrütenden Vogelarten, die den ungünstigen Witterungsbedingungen stärker ausgesetzt sind, waren stark betroffen. Dies ist bei den weiteren Diskussionen und Interpretationen zu berücksichtigen.

Vor allem die spät im Mai heimkehrende Arten, die in der Regel zu den Gilden der Insektenfresser und/oder Freibrüter zählen, schritten 2013 nicht zur Brut oder sind gar nicht in ihre Brutgebiete heimgekehrt. Zu diesen Arten, die auch im Naturwaldreservat „Haard“ erwartet werden können zählen: Trauerschnäpper, Grauschnäpper, Wespenbussard, Pirol, Waldlaubsänger, Waldschnepfe, Nachtigall, Gartengrasmücke und Turteltaube. 2013 konnten davon der Pirol, der Trauerschnäpper und die Waldschnepfe mit nur je einem Revier festgestellt werden, sowie der Waldlaubsänger mit nur sechs Revieren.

4.3 | Diskussion der Kartierergebnisse

Das NWR „Haard“ zeichnet sich durch mehrere Struktur-Charakteristika aus, vor deren Hintergrund die Ergebnisse der Vogelerhebung zu betrachten sind. Ob und wie stark sie letztlich Einfluss nehmen auf die Verteilung der Revierzentren der Arten und auf die entsprechende Abundanz, kann mit Hilfe des Vergleiches mit den Erhebungen aus ähnlichen Naturwaldreservaten im Luxemburg erörtert werden (Kapitel 5).

Im Folgenden seien einige besonders auffällige Waldstrukturen im Haard 2013 zu nennen:

- Efeu berankte Altbäume und Totholzstümpfe (siehe Abbildung 3 und 10).
- Angrenzende Waldflächen mit unterschiedlichen Waldstrukturen:
 - Im Südwesten strukturreiche Laubbaumaltbestände, die sich von den Strukturen in der Naturwald- Kernzone her kaum unterscheiden
 - flächige Nadelbaum- Monokulturen auf französischer Seite
 - strukturreiche Waldflächen aus freier Sukzession im Norden.

Die Kernzone ist Teil eines größeren NATURA 2000 Schutzgebietskomplexes mit hochwertigen Flächen. Aus dieser Strukturanordnung hebt sich die Kernzone des Naturwaldreservates noch nicht besonders hervor, was sich auf die Revierverteilung der Vogelarten entsprechend auswirken kann.

- Die im Gebiet häufig anzutreffenden Geländestrukturen aus dem historischen Bergbau wie Stollen und Einbrüche spielen für die Vogelfauna kaum eine Rolle. Die außerhalb der untersuchten Kernzone liegenden vorwiegend durch den Bergbau entstandenen Felswände sind Brutstätte für Uhu und Wanderfalke. Beide Arten können Einfluss auf die Vogelbestände innerhalb der Kernzone nehmen. Insbesondere der Uhu kann als Spitzenprädatoren vergrämende Wirkung auf andere Eulen und Großvögel haben, die zu seinem Beutespektrum gehören.
- Einige feuchte Stellen, Quellhorizonte und kleine Tümpel sorgen für einzelne Bruthabitate der Stockente und der Waldschnepfe.
- Mehrere Nadelholzbestände aus Fichten und Lärchen.

Unter den 20 häufigsten Vögeln des Naturwaldreservates findet sich die erwartete Vogelgemeinschaft. Der Buchfink ist die häufigste Vogelart mit Dichtewerten nahe 5 Reviere/10 ha Waldfläche, was für mitteleuropäische Verhältnisse in allen Buchenwald-Lebensräumen nicht ungewöhnlich ist. Auffällig ist, dass der Star sich erst auf Platz 22 der Artenliste einsortiert. Offensichtlich ist das waldrandnahe Höhlenangebot der Kernzone zu gering. Insgesamt ist die Gilde der Höhlenbrüter aus Kohlmeise, Sumpfmeise, Kleiber, Trauerschnäpper und Blaumeise im Vergleich zu anderen Buchen- dominierten Naturwaldreservaten wie „Beetebuerger Bësch“ und „Laangmuer“ unterdurchschnittlich vertreten. Offensichtlich sind nicht genügend Baumhöhlen vorhanden.

Die Dichten von Drosseln, Spechten, Baumläufern und der Gebüschbrüter liegen in zu erwartenden Größenordnungen. Die Amsel – 2013 zweithäufigste Vogelart – zeigt dabei leicht überdurchschnittliche Dichten. Der Zaunkönig, der ein feiner Zeiger für Bodenstrukturen wie liegende Kronen oder Wurzelteller ist, tritt in durchschnittlichen Dichten auf. Allerdings fehlten diese Strukturen im Haard. Sie könnten aber in gewisser Weise durch

andere ungewöhnliche Bodenstrukturen wie z.B. die Grabeneinbrüche des ehemaligen Bergbaus ersetzt werden, die der Zaunkönig als einer der wenigen Vogelarten nutzen kann.

Die Vorkommen der Tannenmeise stehen in direktem Zusammenhang mit dem Vorkommen einiger dichter Nadelbaumbestände aus Fichten und Lärchen, die aus der forstlichen Bewirtschaftung her rühren. Die Art ist mehr oder weniger streng an diese Nadelbaumarten gebunden. Im NWR „Haard“ ist die Weißtanne teilweise im Unterwuchs zu finden, ein Potential, welches der Tannenmeise auch in Zukunft Habitatmöglichkeiten generiert.

Auffällig war die Brutdichte der Ringeltaube, die die fünf häufigste Vogelart im NWR „Haard“ 2013 darstellt. Es konnten mehrfach Brutnachweise der Ringeltaube in Efeustrukturen erbracht werden. Diese immergrüne Pflanze erlaubt verstecktes Brüten schon Anfang April vor dem Laubaustrieb der Buchen. Dies könnte ein Grund für die relativ hohe Ringeltaubendichte sein. Im Juni waren auch Ringeltauben beim Fressen von Efeufrüchten zu

Abbildung 3

Ringeltauben-Brutplatz 2013 im oberen Bereich des mit Efeu berankten Buchenstumpfes (Haard Osthang des Laangebierts). Bei WEVELL, BROCKAMP (2011) fällt der Efeu durch hohe Individuenzahlen in der Naturverjüngung auf, er ist aber auch bei den Baumarten über 7cm Brusthöhendurchmesser registriert.



beobachten. Vom hohen Efeu-Angebot im NWR „Haard“ profitiert auch das Sommergoldhähnchen, welches auf Platz 10 rangiert. In den beiden NWR „Beetebuerger Bësch“ und „Laangmuer“ war die Art in geringeren Dichten vertreten und auf den Plätzen 22 und 13 zu finden.

Abbildung 4

Die Ringeltaube ist überdurchschnittlich häufig in der Kernzone des NWR „Haard“ anzutreffen.



Abbildung 5

Bodenstrukturen in Form von liegendem Totholz, Kronen oder Wurzelteller finden sich noch selten im NWR „Haard“. Hier eine schon länger in Verrottung befindliche Buchenkrone am Kalebiert.



Abbildung 6

Die frischen Unterhangbereiche des Laangebierts sind teilweise gekennzeichnet durch das Immergrün (Vinca minor), welches im Winter und zeitigen Frühjahr besonders deutlich hervor tritt. Es ist vor allem in Eichen- Hainbuchenwäldern anzutreffen.



Die Waldvogelartendichte liegt im NWR „Haard“ in 2013 mit 29,4 Reviere / 10 ha auf einem, im Vergleich mit anderen NWR in Luxemburg, geringen Wert. Im NWR „Grouff“, einem NWR mit vielen Eichenstrukturen und überdurchschnittlichem Totholzanteil (siehe Kapitel 5), lag die Vogelartendichte 2008 mit 55 Revieren / 10 ha fast doppelt so hoch (ULLRICH, KRUG & BROCKAMP 2008). Die beiden mit dem NWR „Haard“ besser vergleichbaren Buchen-dominierten Naturwaldreservate „Laangmuer“ und „Beetebuerger Bësch“ zeigen mit 34 Reviere / 10 ha und 36 Revieren / 10 ha ebenfalls höhere Dichten (ULLRICH, KRUG & BROCKAMP 2009 U. 2010). Die ungünstigen Witterungsverhältnisse 2013 haben im NWR „Haard“ sicherlich wesentlich zur geringeren Revierdichte/ 10 ha beigetragen. Zahlreiche Vögel haben aufgrund der Kälte im April nicht mit dem Brutgeschäft begonnen oder haben im Mai bedingt durch die Nässe ihre Bruten aufgegeben oder die Brut früh verloren. Es können in Zukunft durchaus höhere Revierdichten erwartet werden, vor allem wenn sich im Naturwaldreservat weiter attraktive Strukturen wie Totholz und Sonderstrukturen anreichern. Weitergehende Auswertungen dazu in Kapitel 5.

Für die Brutvogelfauna relevante, externe Störungen waren während der Außenarbeiten im Frühjahr 2013 kaum festzustellen.

Ein Fahrrad- Trialweg verläuft zwar durch das NWR, er hat aber keine spürbaren Auswirkungen auf die Vogelfauna im NWR. Die Zufahrt zum Steinbruch auf französischer Seite, entlang der Westgrenze der Kernzone, ist hingegen etwas wahrnehmbarer in Form von Lärm- und Staubemissionen. Allerdings ist der Schwerlastverkehr zu selten, als dass direkte Auswirkungen auf die Brutvögel zu verzeichnen wären. Regelmäßig sind Freizeitsuchende und Sporttreibende im NWR anzutreffen. Diese verlassen aber nie die Wege. 2013 fanden wohl diesbezüglich Besucherzählungen statt. Die jagdlichen Einrichtungen und die Jagdausübung sind angepasst gestaltet.

4.4 | Kartierergebnisse in Bezug zu den Waldstrukturen

Anhand der bereits vorliegenden Waldstrukturauswertungen aus dem Luftbild (WEVELL, BROCKAMP 2011), ist es möglich, die dort ermittelten Waldstrukturen mit den Vorkommen von verschiedenen Vogelarten zu verschneiden und so Waldökologische weitere Zusammenhänge darzustellen.

Die Reviermitten der höhlenbrütenden Vogelarten (Abbildung 7) sind wie vermutet in dem starken Baumholz etwas häufiger, sie kommen aber auch

in dem geringen bis mittleren Baumholz vor. Der Grund liegt darin, dass in dem geringen bis mittleren Baumholz strukturreiche Einzelbäume vorkommen (sog. Habitatbäume), die von der Luftbilddauswertung nicht getrennt erfasst werden können, die aber den Höhlenbrütern geeignete Brutmöglichkeiten bieten (siehe Abbildung 8). Die Meidung der Stangenhölzer, die kaum ein Bruthöhlenangebot aufweisen, ist offensichtlich.

Abbildung 8

In Beständen der geringeren bis mittleren Baumhölzer (Abb. 7) finden sich einzelne überwachsene Altbuchen, die einst in einem freieren Umfeld aufgewachsen sind. Heute stehen diese unter Schirmdruck der umgebenden Bäume. Dadurch sterben Kronenteile ab. Dieses Angebot an Totästen nutzen die höhlenbrütenden Vogelarten, so dass selbst in den vom Alter her weniger geeigneten jungen Altersphasen auch Höhlenbrüter vorkommen.



Abbildung 7

Bestandesalter aus Luftbildanalyse (WEVELL, BROCKAMP 2011) und Reviermitten der höhlenbrütenden Vogelarten Kohl-, Blau-, Sumpfmeise, Trauerschnäpper, Star, Mittel- und Buntspecht. Die Vogelarten sind auf alte Waldstrukturen wie Baumspalten, stehendes Totholz und Totäste zur Brut angewiesen.



Photo aérienne IRC: Origine AEF (2006) Hansa Luftbild

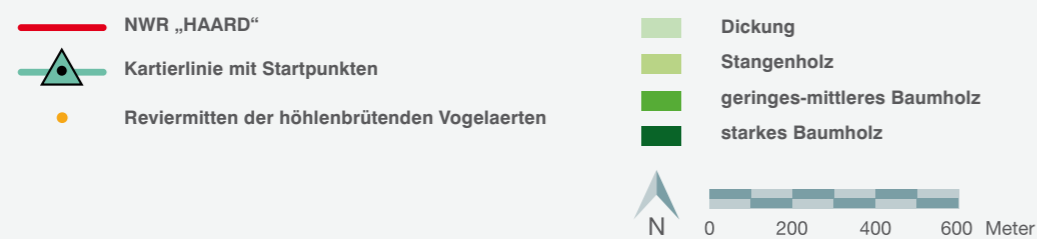


Abbildung 9

Bestandesalter und Verteilung der Reviermitten des Mittelspechtes, der als Eichen- oder Urwaldzeiger gilt. Der Mittelspecht orientiert sich offensichtlich an den alten Bestandteilen insbesondere im Ost- und Westteil. In der Gebietsmitte/ Norden finden sich einige Alteichen, die, neben den Buchen-Habitatbäumen von Abb. 8, das Vorkommen der Art in jüngeren Bestandteilen gut erklären.

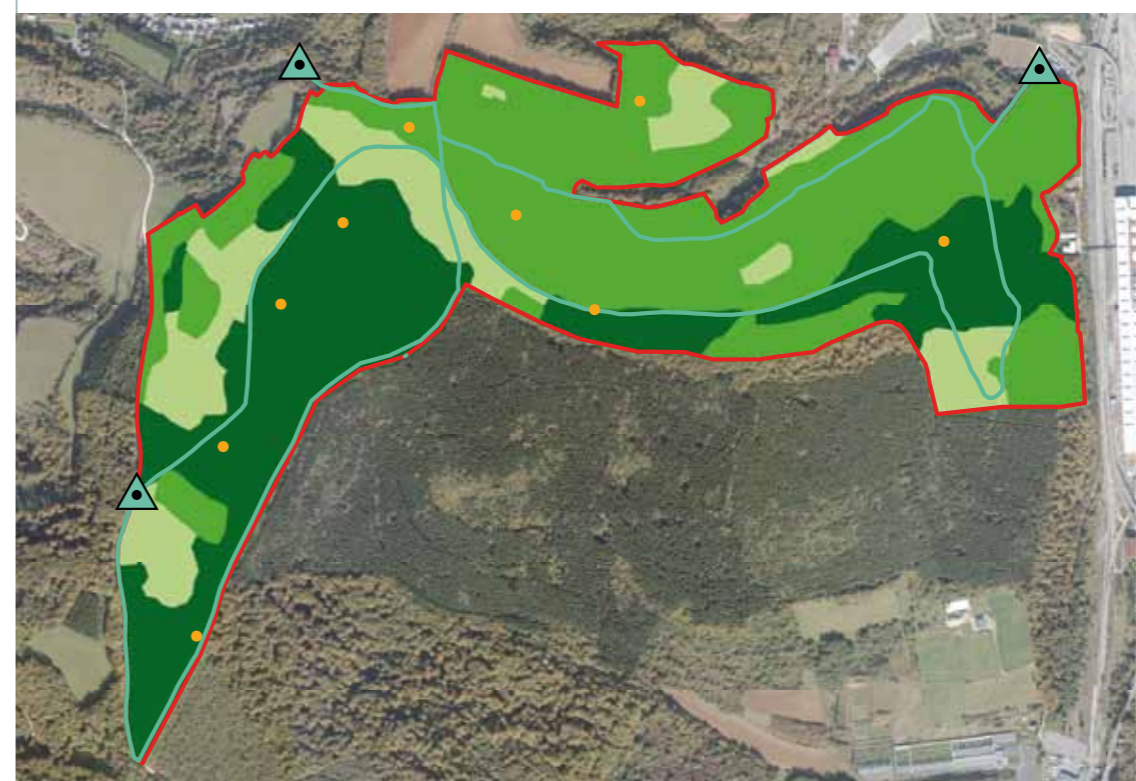
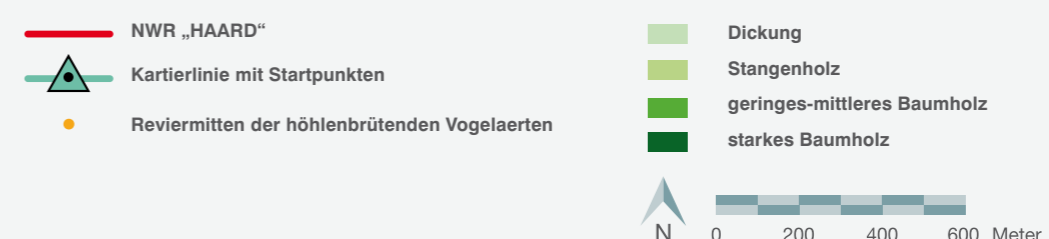


Photo aérienne IRC: Origine AEF (2006) Hansa Luftbild



5. Vergleich der Ergebnisse aus dem NWR „Haard“ mit denen aus anderen Naturwaldreservaten Luxemburgs

In den letzten Jahren sind mit dem NWR „Haard“ in insgesamt fünf Naturwaldreservaten Luxemburgs Kartierungen der Vogelfauna mit einer gleichen Aufnahmetechnik durchgeführt worden (ULLRICH et al. in MURAT 2009, 2011, 2012, und 2013). Auch die Waldstrukturen wurden in diesen NWR mit gleicher Methode erfasst. An dieser Stelle sollen die Ergebnisse des NWR „Haard“ mit denen der anderen NWR verglichen werden. Dies sind die Naturwaldreservate „Laangmuer“, „Beetebuenger Bësch“ und „Grouf“. Die beiden NWR „Laangmuer“ und „Beetebuenger Bësch“ sind von den Waldstrukturen her mit deren Buchendominanz gut mit dem NWR „Haard“ vergleichbar. Das NWR „Grouf“ unterscheidet sich durch seine Lage als Waldinsel, durch klimatisch wärmere Bedingungen im Moseltal, sowie dem hohen Eichen- und Totholzanteil deutlich. In **Tabelle 2** werden Ergebnisse der Waldstrukturen mit Grunddaten der Brutvogelerhebungen verglichen. Ein besonderes Augenmerk gilt dem Mittelspecht, einer Zeigerart für ältere Waldstrukturen.

Die drei Buchenwald-Reservate, „Laangmuer“, „Beetebuenger Bësch“ und „Haard“ (**Tabelle 2**) zeigen große Ähnlichkeiten bei der Brutvogel-

artenzahl. Bei der Brutvogel-Dichte fällt das NWR „Haard“ etwas ab, was einerseits mit dem geringeren Holzvorrat, viel wahrscheinlicher aber mit dem ungünstigen Witterungsverlauf 2013 zusammenhängt.

Mit ca. 342 fm/ha weist das NWR „Haard“ gegenüber den anderen Naturwaldreservaten gut 20 % weniger Holzvorrat auf. Die Bestände sind insgesamt etwas jünger. Damit auch nicht so attraktiv für die Höhlenbrüter-Gilde. Dies könnte die geringere Dichte der Höhlenbrüter im NWR „Haard“ erklären. Der Haard zeigt auch bei den freibrütenden Vogelarten, bis auf die Amsel, ebenfalls keine überdurchschnittlichen Werte, was mit den ungünstigen Witterungsverhältnissen 2013 in Zusammenhang gebracht werden kann, denn davon sind Freibrüter eben stärker betroffen. In der Summe sinkt somit die Vogelartenrevierdichte im Haard 2013.

Tabelle 2 verdeutlicht die Sonderstellung des NWR „Grouf“. Der hohe Eichenteil und die höheren Totholzanteile führen insgesamt zu einer deutlich höheren Artenzahl, Revierdichte und vor allem Mittelspechtdichte. Die Eiche wirkt sich insgesamt positiv auf die biologische Vielfalt bzw. auf die Biodiversität aus (AMMER, SCHUBERT 1999; DETSCH 1999; ZELLER 2003). Der Mittelspecht gilt als Urwaldart, er benötigt Waldstrukturen, die vor allem in alten Altersphasen auftreten. In vielen Wirtschaftswäldern werden die Buchen nicht alt ge-

nug, um für den Mittelspecht geeignete Habitate hervorzubringen. Mittelspechte sind deshalb bevorzugt in Eichenwäldern sowie von Erlen und Weiden geprägten Auwäldern zu finden. Die groben Rindenstrukturen dieser Bäume bieten ihm als „Suchspecht“ mehr Möglichkeiten zur Nahrungssuche. Zudem weisen Eichenbestände unter forstwirtschaftlicher Sicht längere Umtriebszeiten auf und bieten dadurch mehr Totäste zur Höhlenanlage. Das NWR „Haard“ zeigt gegenüber dem NWR „Laangmuer“, trotz vernachlässigbarer Eichenanteile, schon ein bemerkenswertes Mittelspechtvorkommen.

Abbildung 10

Brutplatz des Mittelspechtes im NWR „Haard“ in 2013 am Oberhang des Laangebierg in einem reinen Buchenbestand. Die Bruthöhle findet sich am oberen Ende des Stumpfes, wo sich das Holz bereits zersetzt, was an großen Zunderschwamm – Fruchtkörpern zu erkennen ist. Der Bruthöhleneingang ist rechts neben den beiden großen Fruchtkörpern und noch nicht vom Efeu überrankt.



6. Zusammenfassung

Im Rahmen der Naturwaldforschung der Luxemburgischen Naturverwaltung wurde der Verein für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung e.V., Freiburg (VFS) in 2013 beauftragt, in der

Kernzone des Naturwaldreservates „Haard“ eine erweiterte ornithologische Linientaxierung an sechs Geländeterminen vorzunehmen. Die Außenaufnahmen erfolgten in den Monaten März bis Juni 2013, die Auswertungen fanden anschließend statt. Beide Arbeiten wurden von Herrn Thomas Ullrich durchgeführt.

Im Naturwaldreservat „Haard“ konnten in 2013 im Rahmen der Linienhebung 39 Brutvogelarten kartiert werden. Vogelarten, die als Durchzügler und reine Nahrungsgäste zu werten sind, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Die Brutvogeldichte lag bei 30 Revieren je 10 ha. Überdurchschnittliche Dichten erreichte die Ringeltaube, die wahrscheinlich von den regelmäßigen Efeuvorkommen direkt profitiert. Ansonsten war die Gilde der Höhlenbrüter mit geringerer Dichte anzutreffen, da die entsprechenden Waldstrukturen (Holzvorrat und Totholz) noch im Aufbau begriffen sind. Dennoch ist bereits eine bemerkenswerte Mittelspechtpopulation vorhanden. Das Kartierjahr 2013 zeichnete sich durch ein zunächst sehr kaltes und dann regenreiches Frühjahr aus, was sich besonders negativ auf die spät ankommenden Zugvogelarten auswirkte, sie sind in der Auswertung deutlich unterrepräsentiert. Auch die Vogeldichte insgesamt fiel in 2013 recht gering aus.

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 (WEVELL und BROCKAMP 2011) interpretiert. Es werden erste Vergleiche zu drei anderen Naturwaldreservaten in Luxemburg angestellt, in denen ebenfalls vollständige Waldstruktur- und Brutvogeluntersuchungen vorliegen. Das NWR „Haard“ ist ein buchendominierter Wald mit einem geringen Eichenanteil. Waldstrukturen der alten Altersphasen (Holzvorrat und das stehendes Totholz) sind unterdurchschnittlich. Zusammen mit dem ungünstigen Witterungsverlauf 2013 führte das zu unterschiedlichen Revierdichtewerten bei den Brutvogelarten. Die Brutvogelartenzahl ist vergleichbar mit den anderen Buchen- dominierten Naturwaldreservaten.

Tabelle 2 Ausgewählte Ergebnisse von Vogelerfassungen in vier Naturwaldreservaten Luxemburgs, sowie Waldstruktur-Daten der einzelnen Naturwaldreservate. Die Jahreszahlen stellen das jeweilige Aufnahmejahr dar.

	NWR Laangmuer, 2009	NWR Beetebuenger Bësch, 2011	NWR Haard, 2013	NWR Grouf, 2009
Kernflächengröße in ha	102	155	157	154
Gesamt- Holzvorrat in fm/ ha	419	581	342	410
Buchenanteil	90%	74%	65%	39%
Eichenanteil	6 %	23 %	7 %	42 %
Totholz stehend	2 fm / ha	5 fm / ha	3 fm / ha	16 fm / ha
Brutvogelartendichte Reviere / 10 ha	34	36	30	55
Brutvogelartenzahl absolut	39	38	39	46
„Urwald und Eichenzeiger“ Mittelspechtdichte in Reviere / 10 ha	0,3	0,8	0,6	1,8

7. Literatur

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

DDA DACHVERBAND DEUTSCHER AVIOFAUNISTEN / BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ: Vögel in Deutschland: Statusreport 2009:

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 nord-östlichen 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.

LFU (2003): Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Handbuch zur Erstellung von Pflege und Entwicklungsplänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg. Version 1.0. 467 S.

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

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ETAL. (1995): Naturräumliche Gliederung Luxemburgs. Wuchsgebiete und Wuchsbezirke.

MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT ETAL. (2006): Der Luxemburger Wald in Zahlen. Ergebnisse der Luxemburger Landeswaldinventur 1998-2000.

MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT ETAL. (2006): Naturnaher Waldbau.

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

ORNITHOL. SCHNELLMITT. BAD.-WÜRTT. N.F. 102/103 (NOVEMBER 2013): Informationsbrief mit Witterungsverlauf 2013. Neue Folge 102/103 (November 2013).

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.

STATION BIOLOGIQUE SICONA, COMMUNE DE BERTRANGE (2008): Inventaire Ornithologique du Enneschte Bësch à Bertrange, 27 S.

SPITZNAGEL, A. (1990): The influence of forest management on wood-pecker 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.; ANDRETTZKE, 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.

TOBES, R.; WEVELL VON KRÜGER, A.; BROCKAMP, U. (2008): Naturwaldbericht 2008 Bd. 3. Resultate der Waldstrukturaufnahme Enneschte Bësch. 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. (2009): Die Vögel (Aves) des Naturwaldreservates „Laangmuer“. Untersuchungszeitraum 2008. In: MURAT, D. (Schriftl.) (2009): Naturwaldreservate in Luxemburg Bd.5. Zoologische und botanische Untersuchungen „Laangmuer“ 2006-2008. Naturverwaltung Luxemburg. 227 S.

ULLRICH, T.; KRUG, M & BROCKAMP, U. (2012): Die Vögel (Aves) des Naturwaldreservates „Beetebuerger Bësch“. In: MURAT, D. (Schriftl.) (2012): Naturwaldreservate in Luxemburg Bd.9. Zoologische und botanische Untersuchungen „Beetebuerger Bësch“ 2005-2011. Naturverwaltung Luxemburg. 324 S.

ULLRICH, T.; KRUG, M. & BROCKAMP U. (2009): Die Vögel (Aves) des Naturwaldreservates „Grouf“. In: MURAT, D. (Schriftl.) (2013): Naturwaldreservate in Luxemburg Bd.10. Zoologische und botanische Untersuchungen „Grouf“ 2007-2011. Naturverwaltung Luxemburg. 282 S.

ULLRICH, T.; KRUG, M. & BROCKAMP U. (2010): Die Vögel (Aves) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“. In: MURAT, D. (Schriftl.) (2011): Naturwaldreservate in Luxemburg Bd.8. Zoologische und botanische Untersuchungen „Enneschte Bësch“ 2007-2010. Naturverwaltung Luxemburg. 282 S.

WEVELL VON KRÜGER A., BROCKAMP U. (2011): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 7. Waldstrukturaufnahme „Haard“ 2009. Naturverwaltung Luxemburg: 73 S.

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 ein Biotopverbund anhand der Kronenkäfer. Diplomarbeit TU München, Lehrbereich: Angewandte Zoologie am Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz.

Tabellenanhang Alle 2013 ermittelten Reviermitten mit Rechts (x) - und Hochwerten (y). Mit dabei sind auch Reviermitten, die knapp außerhalb der Kernzone liegen.

Art	x	y
Amsel	71314	58119
Amsel	71156	58249
Amsel	71184	58399
Amsel	71184	58528
Amsel	71337	58337
Amsel	71451	58399
Amsel	71499	58548
Amsel	71293	58697
Amsel	71399	58857
Amsel	71451	59060
Amsel	71407	59188
Amsel	71554	58962
Amsel	71625	59053
Amsel	71544	58778
Amsel	71658	58852
Amsel	71761	58944
Amsel	71911	59045
Amsel	71967	59275
Amsel	71873	59292
Amsel	71641	59375
Amsel	71815	59447
Amsel	71687	59572
Amsel	71956	59445
Amsel	72095	59524
Amsel	72060	59348

Art	x	y
Amsel	72058	59118
Amsel	72261	59000
Amsel	72116	59213
Amsel	72282	59157
Amsel	72199	59391
Amsel	72284	59300
Amsel	72400	59056
Amsel	72501	59242
Amsel	72592	59037
Amsel	72686	59279
Amsel	72769	59122
Amsel	72941	59134
Amsel	72849	59259
Amsel	72978	59410
Amsel	73032	59041
Amsel	73363	59551
Amsel	73193	59530
Amsel	73175	59387
Amsel	73156	59211
Amsel	73249	58923
Amsel	73224	59082
Amsel	73409	58865
Amsel	73394	59051
Amsel	73365	59228
Amsel	73355	59348

Art	x	y
Baumfalke	73258	59179
Blaumeise	71514	58967
Blaumeise	71814	59187
Blaumeise	71661	59454
Blaumeise	72065	59241
Blaumeise	72301	59145
Blaumeise	72952	59137
Blaumeise	73234	59172
Buchfink	71242	58063
Buchfink	71200	58239
Buchfink	71403	58297
Buchfink	71440	58403
Buchfink	71448	58515
Buchfink	71454	58598
Buchfink	71539	58537
Buchfink	71298	58524
Buchfink	71175	58536
Buchfink	71314	58687
Buchfink	71527	58683
Buchfink	71460	58727
Buchfink	71536	58863
Buchfink	71657	58848
Buchfink	71734	58905
Buchfink	71841	58906
Buchfink	71402	58997
Buchfink	71442	59134
Buchfink	71544	59023
Buchfink	71616	59055
Buchfink	71596	59228
Buchfink	71708	59297
Buchfink	71706	59449
Buchfink	71794	59457
Buchfink	71924	59492
Buchfink	72027	59464
Buchfink	71998	59377
Buchfink	71920	59327
Buchfink	71872	59197
Buchfink	71918	59098
Buchfink	71961	59007
Buchfink	72012	59041
Buchfink	72060	59121
Buchfink	72102	59327
Buchfink	72208	59331
Buchfink	72357	59257
Buchfink	72505	59225
Buchfink	72638	59225
Buchfink	72747	59252
Buchfink	72810	59338

Art	x	y
Buchfink	73059	59411
Buchfink	73210	59422
Buchfink	73295	59412
Buchfink	73396	59499
Buchfink	73360	59212
Buchfink	73219	59187
Buchfink	73302	59169
Buchfink	73258	59099
Buchfink	73311	59021
Buchfink	73405	59064
Buchfink	73184	59007
Buchfink	73235	58881
Buchfink	73366	58817
Buchfink	73377	58937
Buchfink	73040	59231
Buchfink	72929	59145
Buchfink	72850	59051
Buchfink	72663	59066
Buchfink	72630	58954
Buchfink	72476	58996
Buchfink	72399	59096
Buchfink	72331	58986
Buchfink	72218	59030
Buntspecht	73307	58986
Buntspecht	72562	59048
Buntspecht	72251	59164
Buntspecht	72112	59476
Buntspecht	71740	59487
Buntspecht	71699	59200
Buntspecht	71879	59023
Buntspecht	71386	58640
Buntspecht	71358	58217
Eichelhäher	73319	58955
Eichelhäher	72653	59193
Eichelhäher	71945	59433
Eichelhäher	71470	58700
Fitis	73263	59628
Gartenbaumläufer	73263	59170
Gartenbaumläufer	72102	59201
Gartenrotschwanz	71628	59570
Gartenrotschwanz	73246	59610
Goldammer	71255	59259
Grünspecht	73057	59172
Haubenmeise	71768	59746
Heckenbraunelle	73244	59284
Kernbeisser	72966	59228
Kernbeisser	72139	59290
Kernbeisser	71839	59203

Art	x	y
Kleiber	71260	58249
Kleiber	71080	58560
Kleiber	71405	58705
Kleiber	71594	59016
Kleiber	71728	59294
Kleiber	71683	59464
Kleiber	71884	59447
Kleiber	71940	59085
Kleiber	72145	59246
Kleiber	72433	59041
Kleiber	72495	59302
Kleiber	72951	59273
Kleiber	73216	59412
Kleiber	73297	59263
Kleiber	73260	59132
Kleiber	73262	58962
Kleiber	73419	58842
Kohlmeise	71242	58144
Kohlmeise	71340	58229
Kohlmeise	71267	58381
Kohlmeise	71275	58683
Kohlmeise	71489	58596
Kohlmeise	71607	58793
Kohlmeise	71567	58942
Kohlmeise	71922	59164
Kohlmeise	71748	59313
Kohlmeise	71615	59348
Kohlmeise	71750	59568
Kohlmeise	71982	59620
Kohlmeise	72048	59357
Kohlmeise	72177	59270
Kohlmeise	72380	59094
Kohlmeise	72898	59365
Kohlmeise	73103	59083
Kohlmeise	73356	59046
Kohlmeise	73348	59446
Kuckuck	71820	59724
Mäusebussard	73120	59293
Mäusebussard	71458	58814
Misteldrossel	70973	58223
Misteldrossel	71443	58389
Misteldrossel	71646	59241
Misteldrossel	72425	59541
Misteldrossel	72272	59116
Misteldrossel	72515	59075
Mittelspecht	71382	58228
Mittelspecht	71444	58688
Mittelspecht	71584	59032

Art	x	y
Mittelspecht	71737	59228
Mittelspecht	71894	59460
Mittelspecht	72151	59248
Mittelspecht	72339	59022
Mittelspecht	72451	59522
Mittelspecht	73186	59183
Moenchsgrasmuecke	73213	58830
Moenchsgrasmuecke	73397	58942
Moenchsgrasmuecke	73250	58996
Moenchsgrasmuecke	73312	59108
Moenchsgrasmuecke	73033	59125
Moenchsgrasmuecke	73300	59313
Moenchsgrasmuecke	73360	59537
Moenchsgrasmuecke	73062	59487
Moenchsgrasmuecke	72718	59328
Moenchsgrasmuecke	72653	59162
Moenchsgrasmuecke	72668	58959
Moenchsgrasmuecke	72494	58957
Moenchsgrasmuecke	72334	58982
Moenchsgrasmuecke	72229	59042
Moenchsgrasmuecke	72160	59123
Moenchsgrasmuecke	72276	59311
Moenchsgrasmuecke	72210	59369
Moenchsgrasmuecke	72030	59400
Moenchsgrasmuecke	71978	59593
Moenchsgrasmuecke	71856	59342
Moenchsgrasmuecke	71814	59485
Moenchsgrasmuecke	71661	59514
Moenchsgrasmuecke	71949	59042
Moenchsgrasmuecke	71601	59000
Moenchsgrasmuecke	71534	59135
Moenchsgrasmuecke	71520	58781
Moenchsgrasmuecke	71395	58708
Moenchsgrasmuecke	71441	58468
Moenchsgrasmuecke	71238	58488
Moenchsgrasmuecke	71149	58559
Moenchsgrasmuecke	71228	58362
Moenchsgrasmuecke	71273	58223
Pirol	71485	58638
Ringeltaube	71206	58138
Ringeltaube	71370	58467
Ringeltaube	71301	58689
Ringeltaube	71589	58767
Ringeltaube	71596	58933
Ringeltaube	71701	59062
Ringeltaube	71596	59273
Ringeltaube	71768	59439
Ringeltaube	71962	59109

Art	x	y
Ringeltaube	72054	59456
Ringeltaube	72176	59358
Ringeltaube	72174	59128
Ringeltaube	72352	59099
Ringeltaube	72586	59263
Ringeltaube	72555	58966
Ringeltaube	73015	59118
Ringeltaube	72932	59323
Ringeltaube	73314	59443
Ringeltaube	73245	59124
Ringeltaube	73289	58942
Rotkehlchen	71281	58117
Rotkehlchen	71254	58247
Rotkehlchen	71419	58378
Rotkehlchen	71237	58459
Rotkehlchen	71461	58569
Rotkehlchen	71567	58772
Rotkehlchen	71506	59114
Rotkehlchen	71884	58991
Rotkehlchen	71647	59275
Rotkehlchen	71710	59551
Rotkehlchen	71877	59460
Rotkehlchen	71975	59586
Rotkehlchen	72041	59331
Rotkehlchen	72016	59147
Rotkehlchen	72284	59294
Rotkehlchen	72236	59058
Rotkehlchen	72352	59022
Rotkehlchen	72398	59196
Rotkehlchen	72609	59199
Rotkehlchen	72613	59053
Rotkehlchen	72690	58962
Rotkehlchen	72762	59304
Rotkehlchen	72951	59408
Rotkehlchen	72996	59080
Rotkehlchen	73208	59514
Rotkehlchen	73372	59540
Rotkehlchen	73253	59346
Rotkehlchen	73361	59257
Rotkehlchen	73328	58813
Rotkehlchen	73247	58975
Rotkehlchen	73428	59060
Aaskrähe	73267	59450
Aaskrähe	71310	59322
Aaskrähe	71014	58681
Aaskrähe	71147	58352
Aaskrähe	71961	59655
Schwanzmeise	73274	59217

Art	x	y
Schwarzspecht	72678	59438
Singdrossel	71254	58088
Singdrossel	71264	58208
Singdrossel	71268	58390
Singdrossel	71432	58556
Singdrossel	71544	58732
Singdrossel	71766	58765
Singdrossel	71753	59155
Singdrossel	71577	59397
Singdrossel	72091	59501
Singdrossel	72170	59329
Singdrossel	72259	59196
Singdrossel	72565	59099
Singdrossel	72752	59095
Singdrossel	73034	59429
Singdrossel	73185	59225
Singdrossel	73396	58933
Singdrossel	73372	59194
Sommergholdhähnchen	71323	58163
Sommergholdhähnchen	71441	58551
Sommergholdhähnchen	71696	59348
Sommergholdhähnchen	72059	59357
Sommergholdhähnchen	72515	59272
Sommergholdhähnchen	72336	59019
Sommergholdhähnchen	72637	59015
Sommergholdhähnchen	72807	59274
Sommergholdhähnchen	73163	59357
Sperber	71518	58296
Star	71598	59431
Star	71886	59509
Stockente	72960	59305
Sumpfmeise	73352	59467
Sumpfmeise	73089	59268
Sumpfmeise	72436	59083
Sumpfmeise	71851	59096
Tannenmeise	73122	59125
Tannenmeise	72154	59446
Tannenmeise	71514	58420
Trauerschnäpper	73449	58975
Waldbaumläufer	71427	58640
Waldbaumläufer	72166	59270
Waldbaumläufer	72647	59160
Waldbaumläufer	73169	59266
Waldkauz	73346	58944
Waldkauz	72554	59433
Waldlaubsänger	71414	58553
Waldlaubsänger	71476	59083
Waldlaubsänger	71827	59170

Art	x	y
Waldlaubsänger	72135	59407
Waldlaubsänger	72237	59102
Waldlaubsänger	72535	59075
Waldschnepfe	72009	59203
Zaunkönig	71260	58252
Zaunkönig	71492	58544
Zaunkönig	71544	58891
Zaunkönig	71576	59124
Zaunkönig	71493	59218
Zaunkönig	71786	59419
Zaunkönig	71965	59294
Zaunkönig	71947	59075
Zaunkönig	71859	58945
Zaunkönig	72031	59453
Zaunkönig	72332	59369
Zaunkönig	72363	59024
Zaunkönig	72636	59220
Zaunkönig	72927	59214
Zaunkönig	73338	59494
Zaunkönig	73215	59085
Zaunkönig	73420	59062
Zilpzalp	71428	58260
Zilpzalp	71419	58714
Zilpzalp	71434	59174
Zilpzalp	71829	59455
Zilpzalp	72018	59187
Zilpzalp	73239	59249

8. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

8.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geschlossener Buchenaltwald mit wenig Bodenvegetation im Kuppenbereich des Kalenbierts im Mai 2013.45

Abbildung 2: Orthobild (CIR) des NWR „Haard“ mit allen in 2013 festgestellten Brutvogel-Revierzentren. Entlang der Kartierlinie häufen sich die Reviere, da dort durch die sechs Begänge alle Vogelarten stetig erfasst wurden. Auf der restlichen Waldfläche verteilen sich die Reviere, da hier die Erfassung mit Hilfe der erweiterten Flächen-Methode extensiver vorgenommen wurde. Dargestellt sind auch die drei unterschiedlichen Startpunkte, von denen aus je zwei Begänge durch das Naturwaldreservat erfolgten.48

Abbildung 3: Ringeltauben-Brutplatz 2013 im oberen Bereich des mit Efeu berankten Buchenstumpfes (Haard Osthang des Laangebierts). Bei WEVELL, BROCKAMP (2011) fällt der Efeu durch hohe Individuenzahlen in der Naturverjüngung auf, er ist aber auch bei den Baumarten über 7cm Brusthöhendurchmesser registriert.50

Abbildung 4: Die Ringeltaube ist überdurchschnittlich häufig in der Kernzone des NWR „Haard“ anzutreffen.51

Abbildung 5: Bodenstrukturen in Form von liegendem Totholz, Kronen oder Wurzelteller finden sich noch selten im NWR „Haard“. Hier eine schon länger in Verrottung befindliche Buchenkrone am Kalebiert.51

Abbildung 6: Die frischen Unterhangbereiche des Laangebierts sind teilweise gekennzeichnet durch das Immergrün (*Vinca minor*), welches im Winter und zeitigen Frühjahr besonders deutlich hervor tritt. Es ist vor allem in Eichen- Hainbuchenwäldern anzutreffen.51

Abbildung 7: Bestandesalter aus Luftbildanalyse (WEVELL, BROCKAMP 2011) und Reviermitten der höhlen- brütenden Vogelarten Kohl-, Blau-, Sumpfmeise, Trauerschnäpper, Star, Mittel- und Buntspecht. Die Vogelarten sind auf alte Waldstrukturen wie Baumspalten, stehendes Totholz und Totäste zur Brut angewiesen.52

Abbildung 8: In Beständen der geringeren bis mittleren Baumhöhlen (Abbildung 7) finden sich einzelne überwachene Altbuchen, die einst in einem freieren Umfeld aufgewachsen sind. Heute stehen diese unter Schirmdruck der umgebenden Bäume. Dadurch sterben Kronenteile ab. Dieses Angebot an Totästen nutzen die höhlenbrütenden Vogelarten, so dass selbst in den vom Alter her weniger geeigneten jungen Altersphasen auch Höhlenbrüter vorkommen.53

Abbildung 9: Bestandesalter und Verteilung der Reviermitten des Mittelsprechtes, der als Eichen- oder Urwaldzeiger gilt. Der Mittelspecht orientiert sich offensichtlich an den alten Bestandesteilen insbesondere im Ost- und Westteil. In der Gebietsmitte/ Norden finden sich einige Alteichen, die, neben den Buchen-Habitatbäumen von Abbildung 8, das Vorkommen der Art in jüngeren Bestandesteilen gut erklären..53

Abbildung 10: Brutplatz des Mittelsprechtes im NWR „Haard“ in 2013 am Oberhang des Laangebierts in einem reinen Buchenbestand. Die Bruthöhle findet sich am oberen Ende des Stumpfes, wo sich das Holz bereits zersetzt, was an großen Zunderschwamm – Fruchtkörpern zu erkennen ist. Der Bruthöhleingang ist rechts neben den beiden großen Fruchtkörpern und noch nicht vom Efeu überrannt.55

8.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der avifaunistischen Reviererhebungen auf der Kernzone im NWR „Haard“ in 2013. Die Kernzone weist eine Waldfläche von 157 ha auf. Kartiertage 2013: 26/27. März; 9/10. und 21/22. April; 2/3. Mai; 4/5. und 12/13. Juni.47

Tabelle 2: Ausgewählte Ergebnisse von Vogelerfassungen in vier Naturwaldreservaten Luxemburgs, sowie Waldstruktur-Daten der einzelnen Naturwaldreservate. Die Jahreszahlen stellen das jeweilige Aufnahmejahr dar.54

Tabellenanhang: Alle 2013 ermittelten Reviermitten mit Rechts (x) - und Hochwerten (y). Mit dabei sind auch Reviermitten, die knapp außerhalb der Kernzone liegen.57

Die Nichtblätterpilze im Naturwaldreservat „Haard“ Dudelange - Rumelange (Mai 2012)

Ben SCHULTHEIS, G. TRICHIES, Dr. Julia ENGELS

1. Einleitung

Zum dritten Mal fanden umfangreiche Pilzkartierungen in einem von Luxemburg ausgewiesenen Naturwaldreservat statt. Erste systematische Untersuchungen zur Verbreitung und Häufigkeit der „Nichtblätterpilze“ und der „Blätterpilze“ erfolgten im Beetebuenger Bësch im Jahr 2007/2008 (SCHULTHEIS et al. 2011). In einer zweiten Phase wurde diese Form der Untersuchung auf Basis der „Nichtblätterpilze“ im Enneschte Bësch fortgesetzt (MURAT, D. (Schriftl.) 2011). Dabei wurden systematische Untersuchungen über die Verbreitung und die Häufigkeit der „Nichtblätterpilze“ auf einem Teil der ausgewiesenen Probekreise durchgeführt. Da nur ca. 10% - 20% der Pilzarten in der Natur makroskopisch zu bestimmen sind, war es für die Inventarisierung erforderlich, eine standardisierte Methode der Probengewinnung und Probenbearbeitung zu entwickeln. Die im Beetebuenger Bësch

gewonnenen Erfahrungen führten dazu, dass bei der Erfassung der „Nichtblätterpilze“ die Aufnahme fläche innerhalb eines Probekreises verkleinert wurde (**Kapitel 2**). Diese Maßnahme resultierte ursprünglich aus der Tatsache heraus, dass die intensive Kartierung von Pilzen auf größeren Flächeneinheiten die Grenzen der Belastbarkeit von ein oder zwei Mykologen übersteigt. Die Kartierungsergebnisse im Enneschte Bësch zeigten, dass die veränderte Kartiermethode nicht dazu geführt hat, wesentlich weniger Arten zu finden. Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Studie der Empfehlung gefolgt, nur auf einem Teil der 15 von 66 Probekreisen die „Nichtblätterpilze“ zu erfassen und darüber hinaus an mykologisch interessanten Stellen auf der Gebietsfläche des Naturwaldreservates Haard gezielt nach weiteren Pilzarten Ausschau zu halten. Diese 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.

2. Material und Methoden

Im Naturwaldreservat Haard wurde das bereits bestehende Netz an waldkundlichen Stichprobenkreisen (Größe des Rasters: 100 m x 50 m) genutzt (siehe Kapitel 3 von dieser Publikation). 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 durchmüsst und alle Holzstücke entnommen, auf denen Pilzstrukturen mit bloßem Auge erkennbar waren. Alle nicht im Gelände bestimmbar 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 (BS Lux).

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 (Makromyzeten) 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



Abbildung 1

Systematische Durchsichtung der Probekreise.



in diese Gruppe alle Pilze fallen, die mit bloßem Auge, einer Lupe oder dem Stereomikroskop beobachtet werden können. Die Kartierarbeiten sowohl im Enneschte Bësch, Beetebuerger Bësch als auch im Naturwaldreservat Haard orientierten sich strikt an dieser Definition, um gesammelte Daten in sich zyklisch wiederholenden Studien zu den einzelnen Pilzgruppen vergleichen zu können.

Die **Nichtblätterpilze** (Aphyllorphorales) 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 (unterirdische) 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 (Corticaceae) 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 im Innern von Röhren, die im Gegensatz zu den Röhrlingen (Steinpilz) fest mit dem Hutfleisch oder dem Untergrund verbunden sind, während sich bei Letzteren die Röhrenschicht vom Hutfleisch trennen lässt.

Die Rinden- oder Krustenpilze (Corticaceae, Stereales) formen spinnwebartige, weichhäutige oder krustenförmige, dem Substrat eng anliegende Fruchtkörper mit oder ohne Hutkanten, an Holz oder an pflanzlichen Überresten. Sie sind meist ausdauernd oder bilden mehrmals im Jahr eine neue Fruchtschicht und können fast 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 (Pflifferlinge, Totentrompete), Stachelpilze (Semmelstoppelpilz) und einige essbare Korallenpilze.

Nachstehende Bilder sollen exemplarisch verdeutlichen, wie unterschiedlich die Fruchtkörper der im Untersuchungsgebiet gefundenen Nichtblätterpilze aussehen. Darüber hinaus zeigen die **Abbildungen 6 & 7** Aufnahmen aus dem Mikroskop.

Abbildung 2

Orange-fleischfarbener Wachsporling
Ceriporia aurantiocar

Abbildung 3

Zitronengelber Filzporling
Fibroporia citrina

Abbildung 4

Gloeodontia columbiensis

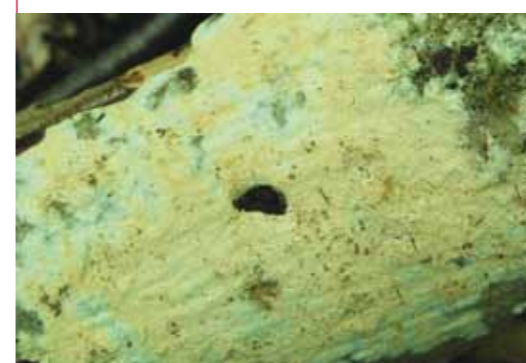


Abbildung 5

Becherförmiger Haargallertpilz
Guepiniopsis buccina

Abbildung 6

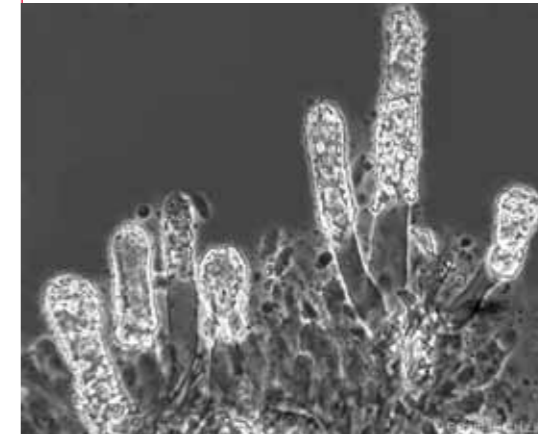
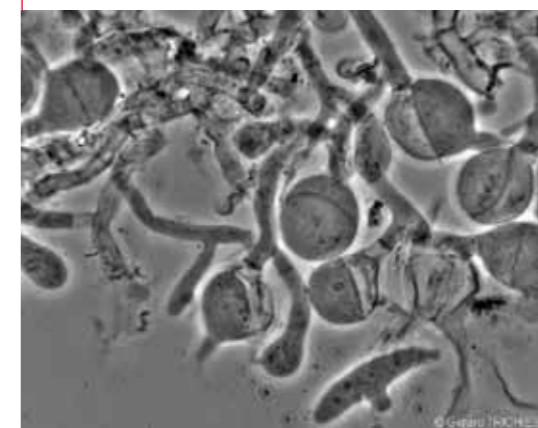
Tropfender Rindenpilz
Hyphoderma guttuliferum

Abbildung 7

Serendipita orliensis



Im Zeitraum von Mitte Juli 2011 bis Anfang Dezember 2011 wurden die Nichtblätterpilze in den Probepunkten 1, 4, 5, 7, 11, 13, 17, 20, 23, 33, 34, 51, 52, 57 und 64 mykologisch bearbeitet. Bei der Auswahl der Probekreise verfolgte man das Ziel, auf Probekreisen zu arbeiten, die mykologisch gesehen, ein interessantes Artenspektrum erwarten ließen und zudem gut zugänglich waren ohne starken Unterwuchs. Somit wurden bei den bislang durchgeführten Arbeiten systematisch sämtliche auffindbaren Nichtblätterpilze auf einer Fläche von insgesamt 1.695m² erfasst. Zusätzlich erfolgte eine intensive Aufnahme von Nichtblätterpilzen außerhalb der Probekreise auf der gesamten Gebietsfläche des Naturwaldreservates Haard. Diese Befunde fanden jedoch keinen Eingang in die vorliegende Datenauswertung des Berichts, 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 – Haard 2009“ (WEVELL & BROCKAMP, 2009) 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. 85% 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 oft nicht möglich 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. Eine Art wurde stets nur einmal pro Ast- oder Bruchstück notiert. Andererseits gibt es einige Pilze, die gruppenartig und verstreut 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 die Probekreise 1, 4, 5, 7, 11, 13, 17, 20, 23, 33, 34, 51, 52, 57 und 64 (siehe Kapitel 3 von dieser Publikation). Dabei nahm die Bearbeitung eines Probekreises im Gelände zwischen 1 und 5 Tage in Anspruch. Nachstehende Tabelle vermittelt eine Übersicht der bislang untersuchten Flächen, den dazu erforderlichen Zeitaufwand und die jeweils gefundenen Artenzahlen.

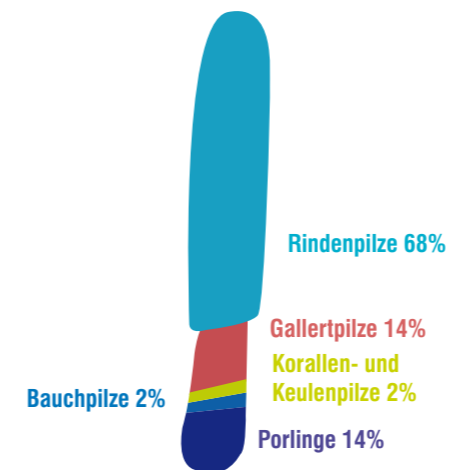
Tabelle 1 Zeiträume, in denen die Pilzkartierung in den einzelnen Probekreisen vorgenommen worden ist, sowie Anzahl der dabei inventarisierten Arten.

Probekreis Nr.	Zeitraum	Anzahl gefundene Arten
7	15.07. bis 16.07.2011 13.01. bis 15.01.2012	63
51	13.08. bis 17.08.2011	73
52	19.08. bis 24.08.2011	53
13	28.08. bis 29.08.2011	55
17	04.09. bis 06.09.2011	61
5	08.09. bis 10.09.2011	78
11	26.09. bis 28.09.2011	56
20	02.10. bis 05.10.2011	49
64	08.10. bis 12.10.2011	48
34	05.11. bis 06.11.2011	68
57	08.11. bis 11.11.2011	61
4	15.11. bis 16.11.2011	73
33	18.11. bis 19.11.2011	62
1	23.11. bis 25.11.2011	69
23	30.11. bis 01.12.2011	69

Bei der Kartierung der Nichtblätterpilze waren einzelne Gruppen unterschiedlich stark vertreten. Es dominierten die Rindenpilze eindeutig mit 68%, während auf Bauch- und Korallen- und Keulenpilze nur ca. 2% 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 Enneschten Bësch festgestellt werden, wobei der Anteil an Porlingen um 2% geringer war, hier fehlten die Arten, die obligato-

Abbildung 8

Die Abbildung stellt die prozentuale Verteilung der gefundenen Gruppen von Nichtblätterpilzen dar.



risch an Nadelholz gebunden sind, während der Anteil an Rindenpilzen um 2% höher lag.

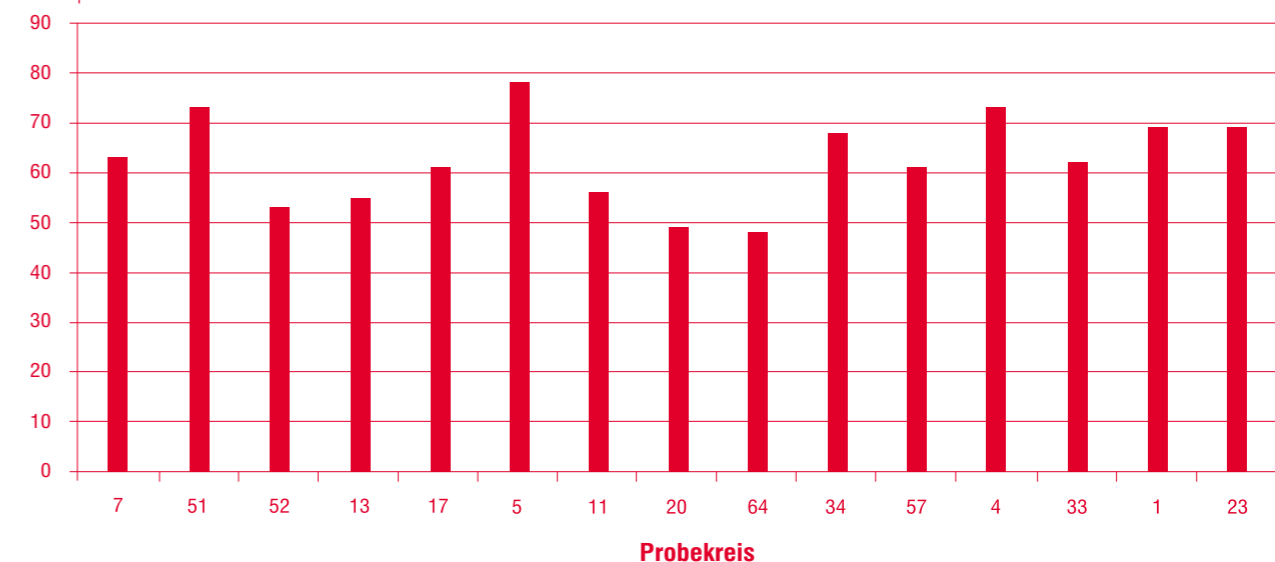
Insgesamt wurden in den 15 Probekreisen auf der 1.695 m² umfassenden Fläche 270 verschiedene Pilzarten nachgewiesen.

Im Vergleich der 15 Probekreise untereinander sollen die wichtigsten Ergebnisse dargestellt werden.

Das vielfältigste Spektrum wies Probekreis 5 mit insgesamt 78 Pilzarten auf, gefolgt von den Probekreisen 51 und 4 mit 73 Arten. Die geringste Zahl von 48 Arten wurde in Probekreis 64 beobachtet, gefolgt von Probekreis 20 mit 49 Arten.

Abbildung 9

Anzahl der Pilzarten, die in den 15 verschiedenen Probekreisen kartiert wurden.



Bei den übrigen Probekreisen schwankte die Zahl innerhalb relativ enger Grenzen zwischen 53 und 69 Arten. Der rechnerische Mittelwert aller 15 Probekreise liegt bei 62 Nichtblätterpilzen. Vergleicht man dieses Ergebnis mit den Daten aus dem Beeteburger Bësch und Enneschte Bësch, so fällt auf, dass im Durchschnitt 20% weniger Arten pro Probekreis als im Beeteburger Bësch gefunden wurden und 30% mehr als im Enneschten Bësch. Der Artenreichtum jedoch liegt im Naturwaldreservat Haard über dem der beiden anderen Naturwaldreservate, und zwar um 30% über dem vom Enneschten Bësch und um 9% über dem vom Beeteburger Bësch. Darüber hinaus ließ sich errechnen, dass die Frequenz, sprich die Häufigkeit mit der ein Pilz innerhalb eines Probekreises gefunden wurde, zwischen den Kartierergebnissen aus dem Beeteburger Bësch und dem Enneschten Bësch liegt. So konnte festgestellt werden, dass im Naturwaldreservat Haard 36% der Funde Einzelfunde waren, im Vergleich dazu waren dies im Enneschten Bësch 56% und im Beeteburger Bësch 20%. Damit kann man erneut feststellen, dass die Verkleinerung der bearbeiteten Fläche nicht dazu geführt hat, weniger verschiedene Arten insgesamt aufzuspüren, sondern, dass vor allem das Bearbeiten von Doppelfunden stark reduziert wurde. Der Grund für die höhere Anzahl von gefundenen Pilzarten liegt v.a. in der anderen und vielseitigeren Baumartenzusammensetzung und den Standortbedingungen im Vergleich mit den beiden anderen Waldflächen. So lagen im Naturwaldreservat Haard drei der zu bearbeitenden Flächen voll im Nadelwald und es konnten spezifische Nadelholzpilze erfasst werden.

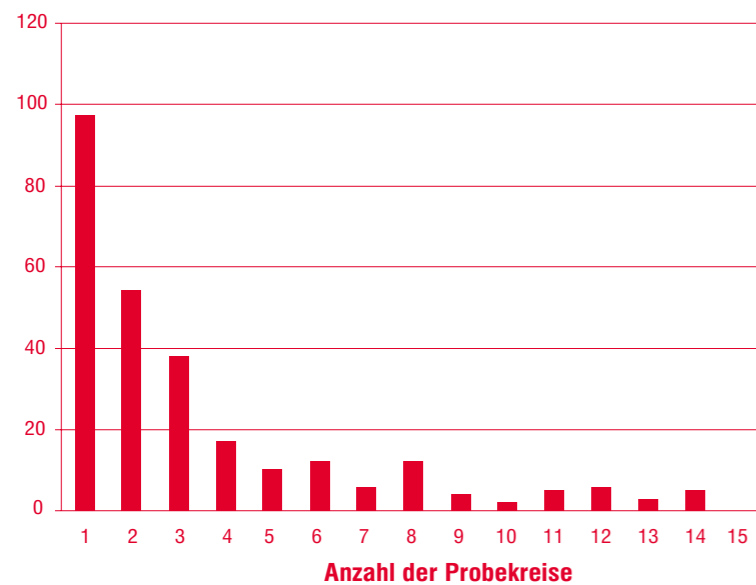
3.2 | Pilzvorkommen im Vergleich der Probekreise

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 10

Stetigkeit der gefundenen Arten in Bezug zur Anzahl der Probekreise.

Stetigkeit der gefundenen Arten (Anzahl)



Nicht ein Nichtblättermilz ist in allen 15 Probekreisen vertreten. Dagegen kommen ca. 36% 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 Beeteburger Bësch lag diese Zahl bei 34%, welche in allen 15 Probekreisen vorkamen und im Enneschten Bësch bei 45%.

3.3 | Vergleich von früheren Funddaten mit den Kartiererergebnissen

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.

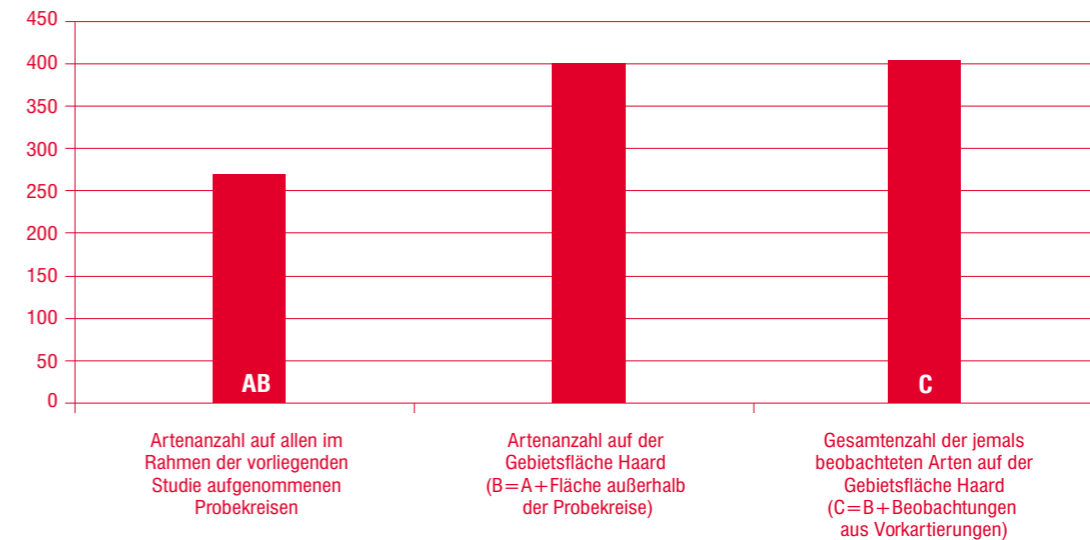
Um eine grobe Vorstellung von den Größenordnungen zu erhalten, wurden die aktuellen Funddaten mit solchen aus früheren, individuell organisierten Pilzkartierungen in Beziehung gesetzt. Dabei kann es jedoch nur darum gehen, grobe Näherungswerte zu erhalten. Als Grundlage dafür diente eine Datenbank für Nichtblättermilze, in der sämtliche Funde der letzten 21 Jahre vorgehalten werden.

Im gesamten Land Luxemburg konnten auf den verschiedensten Standorten und Substraten bis zum heutigen Zeitpunkt 819 Nichtblättermilze 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 270 Arten hinaus in der Untersuchungsfläche Naturwaldreservat Haard mindestens weitere 129 Arten zu erwarten. Diese Zahl setzt sich zusammen aus den Funden von 123 weiteren Pilzarten durch gezielte Aufnahmen auf der gesamten Gebietsfläche, die intensiver ausgeführt wurden als im Beeteburger Bësch und dem Enneschten Bësch und 6 Arten, die zu einem früheren Zeitpunkt dort gefunden werden konnten.

Abbildung 11

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.

Artenanzahl



Die **Abbildung 10** zeigt, dass bei den durchgeführten Kartierungen auf den Probekreisen ca. 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 Beeteburger Bësch und Enneschten Bësch ca. 100 Arten mehr ermittelt wurden, die man aufgrund von früheren Kartierungen auf dem entsprechenden Standort hätte erwarten können. Darüber hinaus zeigt auch diese Untersuchung, dass das systematische Durchsuchen des Waldbodens in Handarbeit innerhalb eines Sektors im Probekreis eine Methode zu sein scheint, mit der es in einem einzigen Kartiervorgang gelingt, schätzungsweise 70% der insgesamt vorkommenden Nichtblättermilze in einem ähnlich strukturierten Wald zu erfassen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen die Autoren bei den Kartierungen im Beeteburger Bësch und Enneschten Bësch, dort wurde geschätzt, dass 70 - 75% der zu erwartenden Arten gefunden worden sind. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass gleichartig qualifizierte Mykologen die Kartierung mit gleicher Suchintensität durchführen.

Auch bei dieser Kartierung hat sich gezeigt, dass eine Verkleinerung der bearbeiteten Flächeneinheiten nicht dazu führt, dass weniger Arten gefunden werden konnten, im Gegenteil, es wurden sogar mehr Arten als in den anderen beiden Naturwaldreservaten gefunden. Vielmehr zeigt sich, dass das Vorhandensein von vielen verschiedenen Baum-, Strauch- und Farnarten der ausschlaggebende Faktor ist, verschiedene Pilzarten zu finden. 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 und im Jahr 2010 14 Neufunde zu verzeichnen, konnten in dieser Studie 20 Pilze innerhalb der Probekreise und 4 außerhalb der Probekreise identifiziert werden. Nachstehende Tabelle listet die Neufunde in Luxemburg auf.

Tabelle 2 Neufunde in Luxemburg.**Nichtblätterpilze innerhalb der Probekreise**

<i>Brevicellicium exile</i> (H. S. JACKS.) K. H. LARSS. & HJORTSTAM
<i>Ceriporia aurantiocarescens</i> (HENN.) M. PIERI & B. RIVOIRE
<i>Fibroporia citrina</i> (BERNICCHIA & RYVARDEN) BERNICCHIA & RYVARDEN
<i>Gloeodontia columbiensis</i> BURT EX BURDS. & LOMBARD
<i>Hymenochaete fuliginosa</i> (PERS.) BRES.
<i>Hyphoderma definitum</i> (H. S. JACKS.) DONK
<i>Hyphoderma guttiferum</i> (P. KARST.) DONK
<i>Hyphodontia bugellensis</i> (CES.) J. ERIKSS.
<i>Phlebia nitidula</i> (P. KARST.) RYVARDEN
<i>Phlebiella ardosiaea</i> (BOURDOT & GALZIN) K. H. LARSS. & HJORTSTAM
<i>Sebacina helvelloides</i> (SCHWEIN.) FR.
<i>Serendipita orliensis</i> P. ROBERTS
<i>Sistotrema lagenosporum</i> BOURDOT & GALZIN
<i>Sistotrema porulosum</i> HALLENB.
<i>Stypella crystallina</i> (D. A. REID) P. ROBERTS
<i>Tomentella ochraceo-olivacea</i> LITSCH.
<i>Tomentella pilosa</i> (BURT) BOURDOT & GALZIN
<i>Tomentella cf. subcorticoides</i> S. S. RATTAN
<i>Trechispora minima</i> K. H. LARSS.
<i>Tubulicrinis strangulatus</i> K. H. LARSS. & HJORTSTAM
Nichtblätterpilze auf der Gebietsfläche Haard
<i>Tubulicrinis borealis</i> J. ERIKSS.
<i>Tubulicrinis thermometrus</i> (G. CUNN.) M. P. CHRIST.
<i>Typhula anceps</i> P. KARST.

Vergleicht man außerdem die gefundenen Pilzarten aus dem Beetebuerger Bësch und Enneschten Bësch mit denen aus dem Naturwaldreservat Haard, lässt sich feststellen, dass knapp 50% der gefundenen Pilze nur auf einer der drei Gebietsflächen innerhalb der Probekreise vorkommen und ca. 30% der Arten auf allen drei Flächen. Eine ähnliche Größenordnung konnte in den vorangegangenen Studien festgestellt werden. Auch hier war nur ein 1/3 der Arten in den Probekreisflächen beider Naturwaldreservate vertreten.

4. Diskussion

Der hier vorgelegte Teil der Studie über den Bestand der Nichtblätterpilze im Naturwaldreservat

Haard 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 Naturwaldreservat Haard selbst und zum anderen für vergleichende Studien mit den Kartierergebnissen im Beetebuerger Bësch und Enneschten Bësch herangezogen werden kann.

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 den untersuchten Probeflächen 270 verschiedene Pilzarten nachgewiesen worden sind sowie weitere 129 Arten auf der Gebietsfläche außerhalb der Probekreise. Die Verringerung der Probekreisfläche auf 10% der ursprünglichen Größe, wie bereits bei dem Objekt Enneschten Bësch praktiziert, hat vermutlich nicht dazu geführt, dass weniger Pilzarten in den Probekreisen gefunden wurden. Immerhin wurden 10% mehr Pilzarten als bei den Kartierungen im Beetebuerger Bësch und 30% mehr Pilzarten als im Enneschten Bësch gefunden. Es konnte gezeigt werden, dass durch dieses Verfahren die Arbeitsbelastung erneut stark reduziert wird.

Zieht man in die Auswertung auch die Pilzarten ein, die auf der Gebietsfläche außerhalb der Probekreise gefunden wurden, konnten im Naturwaldreservat Haard deutlich mehr Arten als im Beetebuerger Bësch oder Enneschten Bësch gefunden werden. Beträgt bei den beiden Letzteren die gefundene Artenzahl ca. 300, so stieg diese im Naturwaldreservat Haard auf 400 verschiedene Arten.

Interessanterweise kam nur 1/3 der Pilzarten konstant in allen drei Naturwäldern innerhalb der Probekreise vor. Wie bereits in den anderen Studien erwähnt, findet sich auch im Naturwaldreservat Haard auf früher intensiv forstwirtschaftlich genutzten Flächen ausreichend kleines Totholz für zahlreiche verschiedene Pilzarten. Die Ursache für den noch größeren Artenreichtum sehen die Autoren im Vorkommen wie Lärche, Fichte und Douglasie innerhalb der Probekreise, der größeren Diversität der Laubhölzer und außerdem dem Vorhandensein von kleinen Biotopen wie abgestorbenen Weiden und Pappeln, die im Beetebuerger Bësch und Enneschten Bësch fehlten.

Stellt man diesen Befund in einen Kontext zur Gesamtzahl der Arten, die Pilzkundler in den vergangenen 21 Jahren in Luxemburg gefunden haben, so ist die Artenvielfalt im Naturwaldreservat Haard hoch. 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 gefundenen Arten mit ein, liegt diese Zahl bei ca. 99%. Ferner wurden bei den Nichtblätterpilzen 20 Arten innerhalb der Probekreise erstmalig in Luxemburg beschrieben zuzüglich von 4 Arten auf der Gebietsfläche Haard. 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 manche 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 Waldbeständen 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 Nahrungsangebots nur im Verborgenen leben.

Beim Vergleich der Inventardaten mit dem Biodiversitätsfaktor der Waldstrukturaufnahme (WEVELL & BROCKAMP, 2009) konnten keine Zusammenhänge ermittelt werden; zwar wies die an Pilzen artenreichste Fläche auch den höchsten Biodiversitätsfaktor auf, jedoch wiesen im Gegenzug auch die artenärmsten Probekreise die zweithöchsten Biodiversitätsfaktoren auf. Interessant ist der Befund, dass in vorliegender Studie kein Nichtblätterpilz in allen 15 Probekreisen anzutreffen war, jedoch 36% der Arten in nur einem Probekreis gefunden werden konnten.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen der Naturwald-Reservatenerhebung zur Fauna und Flora wurden im Naturwaldreservat Haard in der Zeit von Mitte Juni 2011 bis Anfang Dezember 2011 die Nichtblätterpilze erfasst. Diese Pilze bilden innerhalb der Basidiomyzeten 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 8m - 10m 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 66 Probepunkten inventarisiert. Von den 66 Probekreisen wurden bislang die Probekreise 1, 4, 5, 7, 11, 13, 17, 20, 23, 33, 34, 51, 52, 57 und 64 untersucht (siehe Kapitel 3 von dieser Publikation). Dabei gelang es, insgesamt 270 verschiedene Pilzarten nachzuweisen und weitere 129 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. Keine Pilzart ist in allen 15 Probekreisen vertreten. Dagegen kommen 36% jeweils nur in einem der 15 Probekreise vor.

Als weiteres Ergebnis der Kartierung ist festzuhalten, dass 20 Pilzarten aus der Gruppe der Nichtblätterpilze innerhalb der Probekreise und weitere vier Arten auf der Gebietsfläche Haard erstmalig in Luxemburg nachgewiesen werden konnten.

Die Reduzierung der zeitintensiven Kartierarbeiten auf Teilbereiche des Probekreises hat dazu geführt, dass die Doppelbestimmung von Arten deutlich vermindert wurde, die Gesamtzahl der gefundenen Arten aber höher war als bei den Kartierungen im Beeteburger Bësch und Enneschten Bësch. Der große Artenreichtum liegt nach Ansicht der Autoren v.a. in den verschiedenen Baumarten begründet. 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 beim französischen Mykologen B. DUHEM, der 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

EGLI, S.; AYER, F.; CHÂTELAIN, F. (1997): Beschreibung der Diversität von Makromyzeten. Erfahrungen aus pilzökologischen 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 quéil. 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 RENEFOFOR - 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.

MURAT, D. (SCHRIFTL.) 2011: Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 8. Zoologische und botanische Untersuchungen „Enneschte Bësch“ 2007-2008. Naturverwaltung Luxemburg: 296 S.

SCHULTHEIS, B., GARNIER-DELCOURT, M., ENGELS, J. (2011): Die Nichtblätterpilze und Blätterpilze des Naturwaldreservates „Beeteburger Bësch“. In MURAT, D. (Schriftl.) in Veröffentlichung.: Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 9. Zoologische und botanische Untersuchungen „Beeteburger Bësch“. Naturverwaltung Luxemburg.

SENN-IRLET, B.; BIEREI, G.; EGLI, S. (2007): Liste rouge des champignons supérieurs menacés en Suisse. L'environnement pratique n° 0718. Office fédéral de l'environnement, Berne et WSL, Birmensdorf, 94pp.

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.

WEVELL VON KRÜGER, A. & BROCKAMP, U. (2009): Waldstrukturaufnahme „Haard“ 2009, Bd. 7. Naturwaldreservate in Luxemburg. Naturverwaltung Luxemburg, 72 S.

8. Datenanhang

Artenfundliste Nichtblätterpilze

Bauchpilze 7

Arcangeliella stephensii
(BERK.) ZELLER & C. W. DODGE

Cyathus striatus
(HUDS.) HOFFM.

Hymenogaster griseus
VITTAD.

Lycoperdon perlatum
PERS.

Lycoperdon pyriforme
SCHAEFF.

Mutinus caninus
(HUDS.) FR.

Tuber aestivum (Ascomyzet)
VITTAD.

Leistlinge, Korallen-, Keulen- und Stachelpilze 5

Clavariadelphus pistillaris
(L.) DONK

Clavulina coralloides
(L.) J. SCHRÖT.

Macrotyphula fistulosa
(HOLMSK.) R. H. PETERSEN

Macrotyphula fistulosa var.
contorta
(HOLMSK.) NANNF.

Macrotyphula juncea
(ALB. & SCHWEIN.) BERTHIER

Cyphelloide Pilze

Calathella eruciformis
(P. MICHELI EX BATSCH) D. A. REID

Cyphellopsis anomala
(PERS.) DONK

Henningsomyces candidus
(PERS.) KUNTZE

Resupinatus poriaeformis
(PERS.) THORN, MONCALVO & REDHEAD

Resupinatus urceolatum
(WALLR. EX FR.) THORN, MONCALVO & REDHEAD

Fundliste Gallertpilze (Heterobasidiomycetes) 37

Basidiodendron caesiocinereum
(HÖHN. & LITSCH.) LUCK - ALLEN

Basidiodendron cinereum

Basidiodendron eyrei
(WAKEF.) LUCK - ALLEN

Colacogloea peniophorae
(BOURDOT & GALZIN) WOJEWODA

Dacrymyces capitatus
SCHWEIN.

Dacrymyces minor

Dacrymyces stillatus
NEES

Eichleriella deglubens
(BERK. & BROOME) LLOYD

Exidia glandulosa
(BULL.) FR.

Exidia nucleata
(SCHWEIN.) BURT

Exidia thuretiana
LÉV.

Exidia truncata
FR.

Exidiopsis calcea
(PERS.) K. WELLS

Exidiopsis effusa
BREF.

Exidiopsis griseobrunnea
K. WELLS & RAITVIIR

Helicogloea farinacea
(HÖHN.) D. P. ROGERS

Helicogloea vestita
(BOURDOT & GALZIN) P. ROBERTS

Sebacina dimitica
OBERW.

Sebacina epigaea
(BERK. & BROOME) BOURDOT & GALZIN

Sebacina helvelloides
(SCHWEIN.) FR.

Sebacina incrustans
(PERS.: FR.) TUL. & C.TUL.

Serendipita orliensis
P. ROBERTS

Stypella crystallina
(D. A. REID) P. ROBERTS

Stypella dubia
(BOURDOT & GALZIN) P. ROBERTS

Stypella grilletii
(BOUD.) P. ROBERTS

Stypella subgelatinosa
(P. KARST.) P. ROBERTS

Stypella subhyalina
(A. PEARSON) P. ROBERTS

Stypella vermiformis
(BERK. & BROOME) D. A. REID

Thanatephorus fusisporus
(J. SCHRÖT.) HAUERSLEV & P. ROBERTS

Tremella obscura
(OLIVE) M. P. CHRIST.

Tremella polyporina
D. A. REID

Tremella versicolor
BERK.

Tulasnella calospora
(BOUD.) JUEL

Tulasnella eichleriana
BRES.

Tulasnella pinicola
BRES.

Tulasnella tomaculum
P. ROBERTS

Tulasnella violea
(JOHAN-OLSEN) JUEL

Fundliste Porlinge (Poriales) 37

<i>Antrodia albida</i> (FR.) DONK	<i>Datronia mollis</i> (SOMMERF.) DONK	<i>Phellinus punctatus</i> (FR.) PILÁT
<i>Antrodia ramentacea</i> (BERK. & BROOME) DONK	<i>Fibroporia citrina</i> (BERNICCHIA & RYVARDEN) BER- NICCHIA & RYVARDEN	<i>Polyporus tuberaster</i> JACQ.: FR.
<i>Antrodiella faginea</i> VAMPOLA & POUZAR	<i>Fomes fomentarius</i> (L.) KICKX	<i>Polyporus varius</i> PERS.
<i>Ceriporia aurantiocarneascens</i> (HENN.) M. PIERI & B. RIVOIRE	<i>Fomitopsis pinicola</i> (SW.) P. KARST.	<i>Postia alni</i> NIEMELÄ & VAMPOLA
<i>Ceriporia excelsa</i> (S. LUNDELL) PARMASTO	<i>Heterobasidion annosum</i> (FR.) BREF.	<i>Postia caesia</i> (SCHRAD.) P. KARST.
<i>Ceriporia mellita</i> (BOURDOT) BONDARTSEV & SINGER	<i>Inonotus nodulosus</i> (FR.) P. KARST.	<i>Postia tephroleuca</i> (FR.) JÜLICH
<i>Ceriporia purpurea</i> (FR.) DONK	<i>Junghuhnia lacera</i> (P. KARST.) NIEMELÄ & KINNUNEN	<i>Skeletocutis alutacea</i> (J. LOWE) JEAN KELLER
<i>Ceriporia reticulata</i> (HOFFM.) DOMAŃSKI	<i>Junghuhnia nitida</i> (PERS.) RYVARDEN	<i>Skeletocutis nivea</i> (JUNGH.) JEAN KELLER
<i>Ceriporia viridans</i> (BERK. & BROOME) DONK	<i>Meripilus giganteus</i> (PERS.) P. KARST.	<i>Skeletocutis vulgaris</i> (FR.) NIEMELÄ & Y. C. DAI
<i>Ceriporiopsis gilvescens</i> (BRES.) DOMAŃSKI	<i>Phellinus conchatus</i> (PERS.) QUÉL.	<i>Spiculogloea occulta</i>
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (BOLTON) J. SCHRÖT.	<i>Phellinus ferreus</i> (PERS.) BOURDOT & GALZIN	<i>Trametes ochracea</i> (PERS.) GILB. & RYVARDEN
<i>Daedaleopsis tricolor</i> (PERS.) BONDARTSEV & SINGER	<i>Phellinus ferruginosus</i> (SCHRAD.) PAT.	<i>Trametes pubescens</i> (SCHUMACH.) PILÁT
		<i>Trametes versicolor</i> (L.) LLOYD

Fundliste Rindenpilze (Stereales) 179

<i>Aleurodiscus aurantius</i> (PERS.) J. SCHRÖT.	<i>Athelia nivea</i> JÜLICH	<i>Botryobasidium aureum</i> PARMASTO
<i>Amaurodon viridis</i> (ALB. & SCHWEIN.) J. SCHRÖT.	<i>Athelia ovata</i> JÜLICH	<i>Botryobasidium conspersum</i> J. ERIKSS.
<i>Amphinema byssoides</i> (PERS.) J. ERIKSS.	<i>Athelia pyriformis</i> (M. P. CHRIST.) JÜLICH	<i>Botryobasidium laeve</i>
<i>Amylostereum chailletii</i> (PERS.) BOIDIN	<i>Athelia salicum</i> PERS.	<i>Botryobasidium pruinautum</i>
<i>Amyloxyasma allantoporum</i> (OBERW.) HJORTSTAM & RYVARDEN	<i>Athelopsis fusioidea</i> (JÜLICH) TELLERIA	<i>Brevicellicium exile</i> (H. S. JACKS.) K. H. LARSS. & HJORTSTAM
<i>Aphanobasidium bourdotii</i> (BOIDIN & GILLES) TELLERIA, MELO & DUEÑAS	<i>Athelopsis glaucina</i> (BOURDOT & GALZIN) OBERW. EX PARMASTO	<i>Brevicellicium olivascens</i> (BRES.) K. H. LARSS. & HJORTSTAM
<i>Athelia decipiens</i> PERS.	<i>Basidiaradulum radula</i> (FR.) NOBLES	<i>Byssocorticium atrovirens</i> (FR.) BONDARTSEV & SINGER
<i>Athelia epiphylla</i> PERS.	<i>Boidinia furfuracea</i> (BRES.) STALPERS & HJORTSTAM	<i>Byssocorticium efibulatum</i> HJORTSTAM & RYVARDEN

<i>Ceraceomyces eludens</i> K. H. LARSS., IN LARSSON & LARSSON	<i>Hyphoderma mutatum</i> (PECK) DONK	<i>Hypochnicium punctulatum</i> (COOKE) J. ERIKSS.
<i>Ceraceomyces serpens</i> (TODE) GINNS	<i>Hyphoderma pallidum</i> (BRES.) DONK	<i>Laxitextum bicolor</i> (PERS.) LENTZ
<i>Coniophora arida</i> (FR.) P. KARST.	<i>Hyphoderma praetermissum</i> (P. KARST.) J. ERIKSS. & Å. STRID	<i>Litschauerella clematitis</i> (BOURDOT & GALZIN) J. ERIKSS. & RYVARDEN
<i>Cristinia gallica</i> (PILÁT) JÜLICH	<i>Hyphoderma puberum</i> (FR.) WALLR.	<i>Megalocystidium leucoxanthum</i> (BRES.) JÜLICH
<i>Cristinia helvetica</i> (PERS.) PARMASTO	<i>Hyphoderma roseocreum</i> (BRES.) DONK	<i>Megalocystidium luridum</i> (BRES.) JÜLICH
<i>Crustomyces subabruptus</i> (BOURDOT & GALZIN) JÜLICH	<i>Hyphoderma subdefinitum</i> (Fr.) Donk	<i>Melzericium udicola</i> (BOURDOT) HAUERSLEV
<i>Cylindrobasidium laeve</i> (PERS.) CHAMURIS	<i>Hyphoderma tsugae</i> (BURT) J. ERIKSS. & Å. STRID	<i>Membranomyces delectabilis</i> H. S. JACKS.) KOTIR. & SAAREN.
<i>Dacryobolus sudans</i> (ALB. & SCHWEIN.) FR.	<i>Hyphodermella corrugata</i> (FR.) J. ERIKSS. & RYVARDEN	<i>Meruliopsis corium</i> (PERS.) GINNS
<i>Dendrothele acerina</i> (PERS.) P. A. LEMKE	<i>Hyphodontia alutaria</i> (BURT) J. ERIKSS.	<i>Mycoacia aurea</i> (FR.) J. ERIKSS. & RYVARDEN
<i>Dendrothele alliacea</i> (QUÉL.) P. A. LEMKE	<i>Hyphodontia aspera</i> (FR.) J. ERIKSS.	<i>Mycoacia fuscoatra</i> (FR.) DONK
<i>Galzinia pedicellata</i> BOURDOT	<i>Hyphodontia barba-jovis</i> (BULL.) J. ERIKSS.	<i>Mycoacia uda</i> (FR.) DONK
<i>Gloeocystidiellum clavuligerum</i> (HÖHN. & LITSCH.) SACC. & TROTTER	<i>Hyphodontia bugellensis</i> (CES.) J. ERIKSS.	<i>Oliveonia fibrillosa</i> (BURT) DONK
<i>Gloeocystidiellum porosum</i> (BERK. & M. A. CURTIS) DONK	<i>Hyphodontia crustosa</i> (PERS.: FR.) J. ERIKSS.	<i>Peniophora cinerea</i> (PERS.) COOKE
<i>Gloeodontia columbiensis</i> BURT EX BURDS. & LOMBARD	<i>Hyphodontia flavipora</i> (BERK. & M. A. CURTIS EX COOKE) SHENG H. WU	<i>Peniophora hydnoidea</i> (PERS.) DONK
<i>Gloiothele lactescens</i> (BERK.) HJORTSTAM	<i>Hyphodontia nespori</i> (Bres.) J. Erikss. & Hjortstam	<i>Peniophora incarnata</i> (PERS.) P. KARST.
<i>Haplotrichum aureum</i> (PERS.) HOL. - JECH.	<i>Hyphodontia pallidula</i> (BRES.) J. ERIKSS.	<i>Peniophora lilacea</i> BOURDOT & GALZIN
<i>Haplotrichum conspersum</i> (LINK) HOL. - JECH.	<i>Hyphodontia paradoxa</i> (SCHRAD.) E. LANGER & VESTERH.	<i>Peniophora limitata</i> (CHAILLET) COOKE
<i>Hymenochaete fuliginosa</i> (PERS.) BRES.	<i>Hyphodontia pruni</i> (PERS.) J. ERIKSS.	<i>Peniophora lycii</i> (PERS.) HÖHN. & LITSCH.
<i>Hymenochaete rubiginosa</i> (SCHRAD.) LÉV.	<i>Hyphodontia quercina</i> (P. KARST.) J. ERIKSS.	<i>Peniophora nuda</i>
<i>Hyphoderma argillaceum</i> (BRES.) DONK	<i>Hyphodontia rimosissima</i> (PECK) GILB.	<i>Peniophora polygonia</i> (PERS.) BOURDOT & GALZIN
<i>Hyphoderma definitum</i> (H. S. JACKS.) DONK	<i>Hyphodontia sambuci</i> (PERS.) J. ERIKSS.	<i>Peniophora quercina</i> (PERS.) COOKE
<i>Hyphoderma guttiferum</i> (P. KARST.) DONK	<i>Hyphodontia subalutacea</i> (P. KARST.) J. ERIKSS.	<i>Phanerochaete calotricha</i> (P. Karst.) J. Erikss. & Ryvarden
<i>Hyphoderma incrustatum</i> K. H. LARSS.	<i>Hypochnicium erikssonii</i> HALLENB. & HJORTSTAM	<i>Phanerochaete laevis</i> (PERS.) J. ERIKSS. & RYVARDEN

<i>Hymenochaete tabacina</i> (SOWERBY) LÉV.	<i>Physisporinus sanguinolentus</i> (ALB. & SCHWEIN.) PILÁT	<i>Sistotrema sernanderi</i> (LITSCH.) DONK
<i>Hyphodontia alutacea</i> (FR.) J. ERIKSS.	<i>Physisporinus vitreus</i> (PERS.) P. KARST.	<i>Skeletocutis carneogrisea</i> A. DAVID
<i>Hyphodontia arguta</i> (FR.) J. ERIKSS.	<i>Piloderma fallax</i> (LIBERTA) STALPERS	<i>Sphaerobolus stellatus</i> TODE
<i>Hyphodontia radula</i> (PERS.) E. LANGER & VESTERH.	<i>Piptoporus betulinus</i> (BULL.) P. KARST.	<i>Stereum gausapatum</i> (FR.) FR.
<i>Hypochnicium geogenium</i> (BRES.) J. ERIKSS.	<i>Polyporus badius</i> (PERS.) SCHWEIN.	<i>Stereum sanguinolentum</i> (ALB. & SCHWEIN.) FR.
<i>Inonotus radiatus</i> (SOWERBY) P. KARST.	<i>Polyporus ciliatus</i> FR.	<i>Stereum subtomentosum</i> POUZAR
<i>Inonotus rheades</i> (PERS.) P. KARST.	<i>Postia floriformis</i> (QUÉL.) JÜLICH	<i>Terana caerulea</i> (LAM.) KUNTZE
<i>Ischnoderma benzoinum</i> (WAHLENB.) P. KARST.	<i>Postia leucomallella</i> (MURRILL) JÜLICH	<i>Thelephora palmata</i> (SCOP.) FR.
<i>Lachnella alboviolascens</i> (ALB. & SCHWEIN.) FR.	<i>Postia ptychogaster</i> (FR.: LUDW.) VESTERH.	<i>Tomentella crinalis</i> (FR.) M. J. LARSEN
<i>Laetiporus sulphureus</i> (BULL.) BONDARTSEV & SINGER	<i>Postia rennyi</i> (BERK. & BROOME) RAJCHENB.	<i>Trametes gibbosa</i> (PERS.) FR.
<i>Lagarobasidium detriticum</i> (BOURDOT & GALZIN) JÜLICH	<i>Postia romellii</i> M. PIERI & B. RIVOIRE	<i>Trametes hirsuta</i> (WULFEN) PILÁT
<i>Lenzites betulinus</i> (L.: FR.) FR.	<i>Postia stiptica</i> (PERS.) JÜLICH	<i>Trechispora hymenocystis</i> (BERK. & BROOME) K. H. LARSS.
<i>Leptosporomyces roseus</i> JÜLICH	<i>Pseudotomentella mucidula</i> (P. KARST.) SVRČEK	<i>Tremella aurantia</i> SCHWEIN.
<i>Leucogyrophana mollusca</i> (FR.) POUZAR	<i>Pseudotomentella tristis</i> (P. KARST.) M. J. LARSEN	<i>Tremella mesenterica</i> RETZ.
<i>Lycoperdon umbrinum</i> PERS.	<i>Ptychogaster fuliginoides</i> (PERS.) DONK	<i>Trichaptum abietinum</i> (DICKS.) RYVARDEN
<i>Parmastomyces mollissimus</i> (MAIRE) POUZAR	<i>Pycnoporellus fulgens</i> (FR.) DONK	<i>Tubulicrinis borealis</i> J. ERIKSS.
<i>Phellinus igniarius</i> (L.) QUÉL.	<i>Radulomyces molaris</i> (CHAILLET) M. P. CHRIST.	<i>Tubulicrinis subulatus</i> (BOURDOT & GALZIN) DONK
<i>Phellinus robustus</i> (P. KARST.) BOURDOT & GALZIN	<i>Ramaria flaccida</i> (FR.) BOURDOT	<i>Tubulicrinis thermometrus</i> (G. CUNN.) M. P. CHRIST.
<i>Phellinus tuberculatus</i> (BAUMG.) NIEMELÄ	<i>Ramaria gracilis</i> (FR.) QUÉL.	<i>Tulasnella albida</i> BOURDOT & GALZIN
<i>Phlebia deflectens</i> (P. KARST.) RYVARDEN	<i>Ramaria stricta</i> (FR.) QUÉL.	<i>Tulasnella thelephorea</i> (JUEL) JUEL
<i>Phlebia livida</i> (PERS.) BRES.	<i>Ramariopsis tenuiramosa</i> CORNER	<i>Typhula anceps</i> P. KARST.
<i>Phlebia tuberculata</i> (HALLENB. & E. LARSS.) GHOBAD-NEJHAD	<i>Rigidoporus crocatus</i> (PAT.) RYVARDEN	<i>Typhula erythropus</i> PERS.
<i>Phlebiella fibrillosa</i> (HALLENB.) K. H. LARSS. & HJORTSTAM	<i>Schizophyllum commune</i> (L.) FR.	<i>Vuilleminia coryli</i> BOIDIN, LANQ. & GILLES
<i>Phlebiopsis ravenellii</i> (COOKE) HJORTSTAM	<i>Scleroderma bovista</i> FR.	<i>Vuilleminia cystidiata</i> PARMASTO
<i>Phleogena faginea</i> (FR.) LINK	<i>Serpula himantoides</i> (FR.) P. KARST.	<i>Xenasma pruinatum</i> (PAT.) DONK

7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

7.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Systematische Durchsichtung der Probekreise.	64
Abbildung 2: Orange-fleischfarbener Wachsporling <i>Ceriporia aurantiocar.</i>	65
Abbildung 3: Zitronengelber Filzporling <i>Fibroporia citrina.</i>	65
Abbildung 4: <i>Gloeodontia columbiensis.</i>	65
Abbildung 5: Becherförmiger Haargallertpilz <i>Guepinopsis buccina.</i>	65
Abbildung 6: Tropfender Rindenpilz, <i>Hyphoderma guttuliferum.</i>	65
Abbildung 7: <i>Serendipita orliensis.</i>	65
Abbildung 8: Die Abbildung stellt die prozentuale Verteilung der gefundenen Gruppen von Nichtblätterpilzen dar.	67
Abbildung 9: Anzahl der Pilzarten, die in den 15 verschiedenen Probekreisen kartiert wurden.	67
Abbildung 10: Stetigkeit der gefundenen Arten in Bezug zur Anzahl der Probekreise.	68
Abbildung 11: 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.	69

7.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeiträume, in denen die Pilzkartierung in den einzelnen Probekreisen vorgenommen worden ist, sowie Anzahl der dabei inventarisierten Arten.	66
Tabelle 2: Neufunde in Luxemburg.	70

Les champignons de la réserve forestière intégrale (RFI) Haard (basidiomycètes agaricoïdes s. / et macroascomycètes) (2013)

Marie GARNIER-DELCOURT

1. Introduction

Un inventaire des champignons de la Haard a été réalisé en 2013, dans le cadre du programme de suivi des réserves forestières intégrales mis en place par l'Administration de la nature et des forêts du Grand-Duché de Luxembourg.

Les groupes d'espèces qui ont été pris en compte sont les basidiomycètes agaricoïdes et les macroascomycètes. Autrement dit, il s'agit des espèces familières « à pied et chapeau » des prés et des bois que les anglo-saxons appellent *mushroom-forming fungi* et les francophones « champignons » au sens premier du terme (du bas latin *campinio*, qui vient de la campagne). C'est donc en ce sens que le mot champignon est utilisé ici (photo 1).



Photo 1

Le *Clitocybe nébuleux* (*Clitocybe nebularis*), un champignon des bois « classique » très commun.



Les champignons, au sens large cette fois (eumycètes), constituent le règne monophylétique des *Fungi*, dont le nombre estimé d'espèces dépasse le million et demi (BLACKWELL 2011) ; environ 75 000 sont connues en Europe (SENN-IRLET et al. 2007). Ils représentent une lignée majeure et très diversifiée d'organismes eucaryotes, uni- ou pluricellulaires, hétérotrophes et absorbotrophes ; la plupart sont composés d'hyphes (cellules tubulaires) et se reproduisent par spores. Ils sont présents dans tous les écosystèmes et essentiels à la survie de nombreux groupes d'organismes avec lesquels ils sont associés ; ils peuvent aussi se comporter en parasites ou en prédateurs. Ils comprennent entre autres les moisissures, les levures, les rouilles et les charbons, les champignons lichénisés (lichens) et les macromycètes (polypores, agarics, bolets, truffes, morilles...) (photo 2).

Photo 2

Boletus fechtneri, Dudelage – Wal, 20.9.2007. Le Bolet de Fechtner est un macromycète calcicole assez rare associé aux chênes ou aux hêtres. La Haard est un habitat qui lui convient mais il n'y a pas été observé en 2013.



Photo 3

Pézize écarlate (*Sarcoscypha coccinea*),
Laangebiërg N-O, 23.1.2010.



Les macromycètes (ou macrofungi) produisent des sporophores (ou sporomes) visibles à l'œil nu en phase de reproduction sexuée, appelés également « champignons » dans le langage courant. Environ 15 000 espèces de macrofungi ont été répertoriées en Europe jusqu'à présent (SENN-IRLET et al. 2007). Les basidiomycètes agaricoïdes et les macroascomycètes recensés à la Haard en 2013 en font partie.

La forme des macromycètes dépend de la position et de la structure de l'hyménophore (« qui porte la partie fertile »). Chez les basidiomycètes agaricoïdes, les spores méiotiques sont issues de basides qui tapissent des lamelles situées à la face inférieure d'un chapeau muni d'un pied (amanites, russules, lépiotes, mycènes, etc.). Au sens large, y sont compris les pleurotoïdes qui en diffèrent par l'absence de pied (pleurotes ou crépidotes, p. ex.) et les bolétoïdes dont l'hyménophore est composé de tubes au lieu de lamelles (cèpes, bolets).

Chez les macroascomycètes comme les morilles, les helvelles ou les pézizes, les spores sont produites dans des asques qui tapissent la surface de leurs alvéoles, de leur chapeau ou le creux de leur apothécie (photo 3).

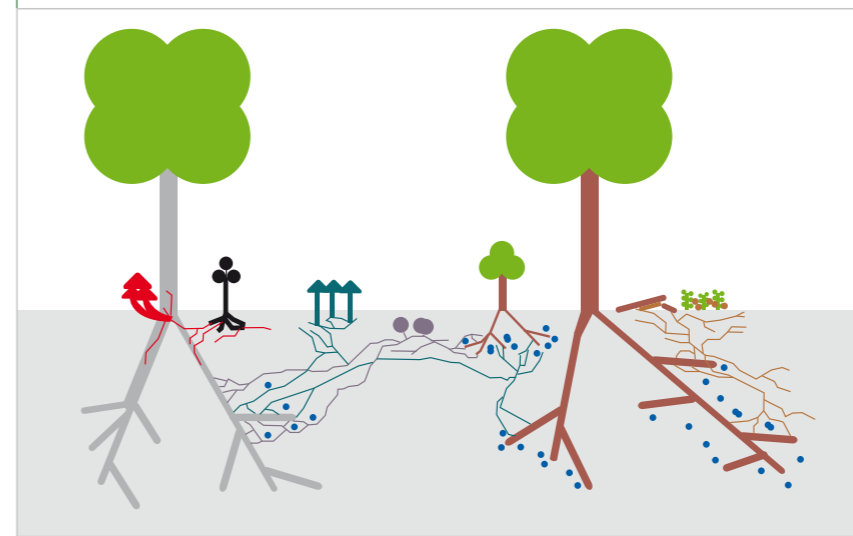
Les girolles, les chanterelles ou les pieds-de-moutons se distinguent par un hyménophore plissé, ridé (cantharelloïde) ou à aiguillons (hydnoïde). Ils sont de ce fait rattachés aux basidiomycètes aphylophoroïdes ou « champignons sans lames », qui comprennent entre autres les polypores, les cortices, ainsi que des champignons globuleux ou gélatineux (gastéroïdes, trémelloïdes). Les aphylophoromycètes de la Haard ont fait l'objet d'un inventaire à part en 2011 (SCHULTHEIS & ENGELS 2014).

Le rôle des champignons dans les écosystèmes forestiers est de mieux en mieux connu. Sous leur forme mycélienne, les espèces mutualistes à l'origine des réseaux mycorhiziens (*wood wide web*, figure 1) sont impliquées dans la nutrition des arbres (tous les arbres sont mycorhizés) ou dans des échanges de matières carbonées entre plantes (*Neottia*, p. ex.). Les champignons mycorhiziens garantissent annuellement l'assimilation de plus de 80% de l'azote et jusqu'à 75% du phosphore dans les forêts tempérées (DODELIN & ANDRÉ 2010). Les saprotrophes interviennent dans la minéralisation de la nécromasse. Les espèces lignicoles au sens large sont les agents principaux de la décomposition et du recyclage du bois ; ils ouvrent l'accès à cette ressource à la plupart des autres organismes qui vivent du bois mort (ÓDOR et al. 2004). La succession des communautés de spécialistes tout au long du processus de décomposition contribue à la dynamique du cycle du carbone (HALME et al. 2013). Cependant, en raison de leur dépendance vis-à-vis d'habitats ou de niches spécifiques devenus rares en forêts aménagées, les champignons saproxyliques font partie des groupes les plus concernés par l'érosion de la biodiversité (PAILLET & BERGÈS 2010).

Évaluer la diversité fongique permet notamment d'obtenir des informations sur la présence d'espèces ayant une certaine valeur indicative dans le contexte de la préservation de la biodiversité (COURTECUISSÉ 2005). Les champignons forestiers comptent des espèces ubiquistes, c'est-à-dire peu exigeantes quant aux caractéristiques du milieu, que l'on rencontre fréquemment dans tous les types de forêts. Il s'agit par exemple du Clitocybe nébuleux (*Clitocybe nebularis*), un saprotrophe humicole (photo 1), de l'Hypholome en touffe (*Hypholoma fasciculare*), un saprotrophe lignicole, des armillaires (*Armillaria* spp.), parasites nécro-

Figure 1

Illustration schématique du wood wide web



Source : Australian National Botanic Gardens and Australian National Herbarium, Canberra. <https://www.anbg.gov.au/fungi/mycorrhiza.html> retrieved 15.12.2013.

Photo 4

Rhizomorphes d'armillaire (*Armillaria* sp.),
Frankelach, 14.4.2013.



trophes (photo 4). Mais d'autres ont des préférences ou des exigences écologiques plus ou moins marquées vis-à-vis du substrat (pH et type de sol, stade particulier de décomposition du bois, etc.) ou des organismes auxquels ils sont associés (partenaire mycorhizien, p. ex.). L'indication par rapport à la qualité de l'habitat forestier (degré de naturalité) est celle qui est la mieux documentée en Europe (CHRISTENSEN et al. 2005, SENN-IRLET et al. 2007). Dans ce cas, ce sont principalement les polypores et les cortices inféodés au gros bois mort qui entrent en ligne de compte, mais aussi des champignons agaricoïdes (photo 5).

Photo 5

Le Plutée brun d'ombre (*Pluteus umbrosus*, Laangebiërg S-E, 27.9.2013) fait partie des indicateurs du degré de naturalité des hêtraies européennes ; il n'est pas rare au Luxembourg sur son substrat de prédilection, les troncs au sol en décomposition.



Photo 6

Les cortinaires du sous-genre *Phlegmacium* comme le Cortinaire bleu (*Cortinarius caeruleus*, Reiteschkopp E, 4.10.2013) sont des indicateurs valables, car beaucoup sont calciphiles ou limités à des habitats à longue continuité.



Les espèces associées exclusivement ou préférentiellement à certains types de forêts, en l'occurrence les hêtraies calcicoles (des cortinaires, p. ex.), peuvent également présenter une valeur indicative en terme qualitatif (richesse spécifique) ou conservatoire (JEPPESEN et al. 2012) (photo 6).

Enfin, la présence d'espèces potentiellement menacées au niveau régional ou européen ou pour lesquelles il y a consensus quant à leur rareté peuvent avoir une valeur patrimoniale intéressante aussi au point de vue de la biodiversité. À ce titre, on peut se référer aux listes rouges établies selon les critères de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature, <http://www.iucn.org/>).

2. Matériel et méthode

2.1 | Généralités

Les protocoles d'inventaires mycologiques dépendent des taxons pris en compte, du type de données voulues, de l'étendue du site et des moyens disponibles. Dans le cas des réserves forestières, l'idéal est de disposer d'un état des lieux (une liste d'espèces la plus exhaustive possible) sur lequel se baser lors d'une évaluation à terme (10-20 ans suivant les programmes). En général on recourt à un échantillonnage par placettes complété d'un relevé aléatoire en dehors de celles-ci et ce, sur une période de trois ans minimum à raison de quatre passages par an (VOIRY & GOSSELIN 2012). Cette période est justifiée par le fait que les champignons fructifient de manière irrégulière, avec parfois des éclipses de plusieurs années, bien que l'on ne puisse prétendre tout à fait à l'exhaustivité, même après des périodes plus longues de suivi (LODGE et al. 2004).

Compte-tenu des contraintes (étendue de 156 ha pour une personne pendant un temps court), il a été décidé de réaliser un inventaire extensif (« opportunistic sampling », O'DELL et al. 2004), pour obtenir ce qui forcément ne serait qu'un aperçu ponctuel de la diversité fongique de la Haard, mais le plus large possible. Par ailleurs,

il semble que les listes qui résultent de recensements aléatoires ne sont pas nécessairement moins fournies que celles de programmes d'échantillonnages structurés (CANNON 1997).

L'inconvénient des relevés « au hasard » est qu'ils ne sont pas reproductibles. Il fallait trouver le moyen de collecter les données de manière à pouvoir quand même les comparer dans le temps et obtenir des informations en termes de valeur indicative, sachant que :

- il n'était pas envisageable de relever les coordonnées géographiques à chaque observation d'espèce (des centaines d'observations, donc de coordonnées) ;
- la forêt de la Haard n'est pas homogène ; elle consiste en une mosaïque d'habitats forestiers différents en âge et en composition d'essences (WEVELL VON KRÜGER & BROKAMP 2011).

Par conséquent, la superficie a été virtuellement quadrillée en 11 secteurs correspondant plus ou moins à des habitats différents en fonction des arbres, des types de sols, de l'exposition, etc. Certaines zones explorées ne répondent pas nécessairement à une typologie précise ; ce sont plutôt, aux yeux du mycologue naturaliste, autant de milieux susceptibles d'abriter une mycoflore typique ou variée (tableau 1).

À chaque secteur a été attribuée une coordonnée géographique Gauss-Luxembourg correspondant approximativement à son centre (figure 2). Comme le quadrillage se superpose aux placettes dendrométriques, celles-ci ont parfois servi de repère sur le terrain, bien qu'il n'en ait pas été tenu compte pour effectuer les relevés, comme convenu au départ.

Lors de la saisie informatique des données, les noms des secteurs (qui correspondent d'ailleurs aux toponymes existants), leurs coordonnées et le type de milieu ont été indiqués pour chaque taxon observé.

Tableau 1 Caractéristiques des secteurs prospectés

Toponymes des secteurs (abrégé)	coord. GL ¹ / alt. moy.	Sols ² et géologie ³ (aperçu)	Habitats ciblés ⁴
Frankelach (Frank)	72850, 59300/350	sols bruns argileux en partie sur marnes micacées (transition Bajocien inf./Aalénien avec horizon de sources)	a) hêtraie d'âge moyen (MF ca/ar), b) conifères et feuillus divers mélangés ou non, c) aulnaie-frênaie
Kalebiorg Nord (Kal N)	71750, 59400/400	sols bruns limono-caillouteux à argileux (Bajocien inf.)	a) hêtraie jeune à âgée (MF ar), b) mardelle
Kalebiorg Ouest (Kal O)	71350, 59000/400	sols limono-caillouteux (Bajocien inf.)	a) hêtraie résiduelle âgée (MF ca) en mosaïque avec érablaies, b) lariçaiie avec noisetiers majoritaires dans la strate arbustive
Kalebiorg Plateau (Kal Pl)	71700, 59000/425	sols bruns argileux sur substrat calcaireux (Bajocien moy.)	a) hêtraie âgée (MF ar)
Laangebiorg Nord-Est (Laang NE)	73300, 59400/330	sols bruns argileux en partie gleyifiés (Bajocien inf./Aalénien, source)	a) hêtraie d'âge moyen, en partie sur front de taille (MF ca), lisières, b) parcelles à conifères (Douglas, épicéas)
Laangebiorg Nord-Ouest (Laang NO)	72300, 59200/360	sols bruns argileux sur substrat calcaireux (Aalénien)	a) hêtraie d'âge moyen (MF ar)
Laangebiorg Sud (Laang S)	72500, 59000/400	sols limono-caillouteux (Bajocien moy. à inf.)	a) hêtraie âgée p. p. (MF ca), b) lariçaiie avec strate arbustive
Laangebiorg Sud-Est (Laang SE)	73300, 59000/350	sols limono-caillouteux à argileux en partie en pentes fortes (du Bajocien moy. à l'Aalénien)	a) hêtraie âgée (MF ar), b) bois mixte d'âge moyen (feuillus divers avec épicéas dispersés)
Reiteschkopp Est (Reit E)	72600, 59450/350	sols sablo-limoneux à argileux sur substrat calcaireux (Aalénien)	a) hêtraie relique d'âge moyen sur front de taille (MF ca), b) reboisements spontanés divers
Reiteschkopp Ouest (Reit O)	72200, 59450/370	sols sablo-limoneux (Aalénien)	a) hêtraie d'âge moyen (MF ca), b) douglaseraie, pessière (p. p.), c) épicéas et bouleaux en mélange, d) laies et lisières avec divers feuillus et conifères
Uedembäsch (Uedem)	71300, 58400/420	sols bruns argileux sur substrat calcaireux (Bajocien moy.)	a) hêtraie âgée (MF ca/ar), b) bois mixte d'âge moyen

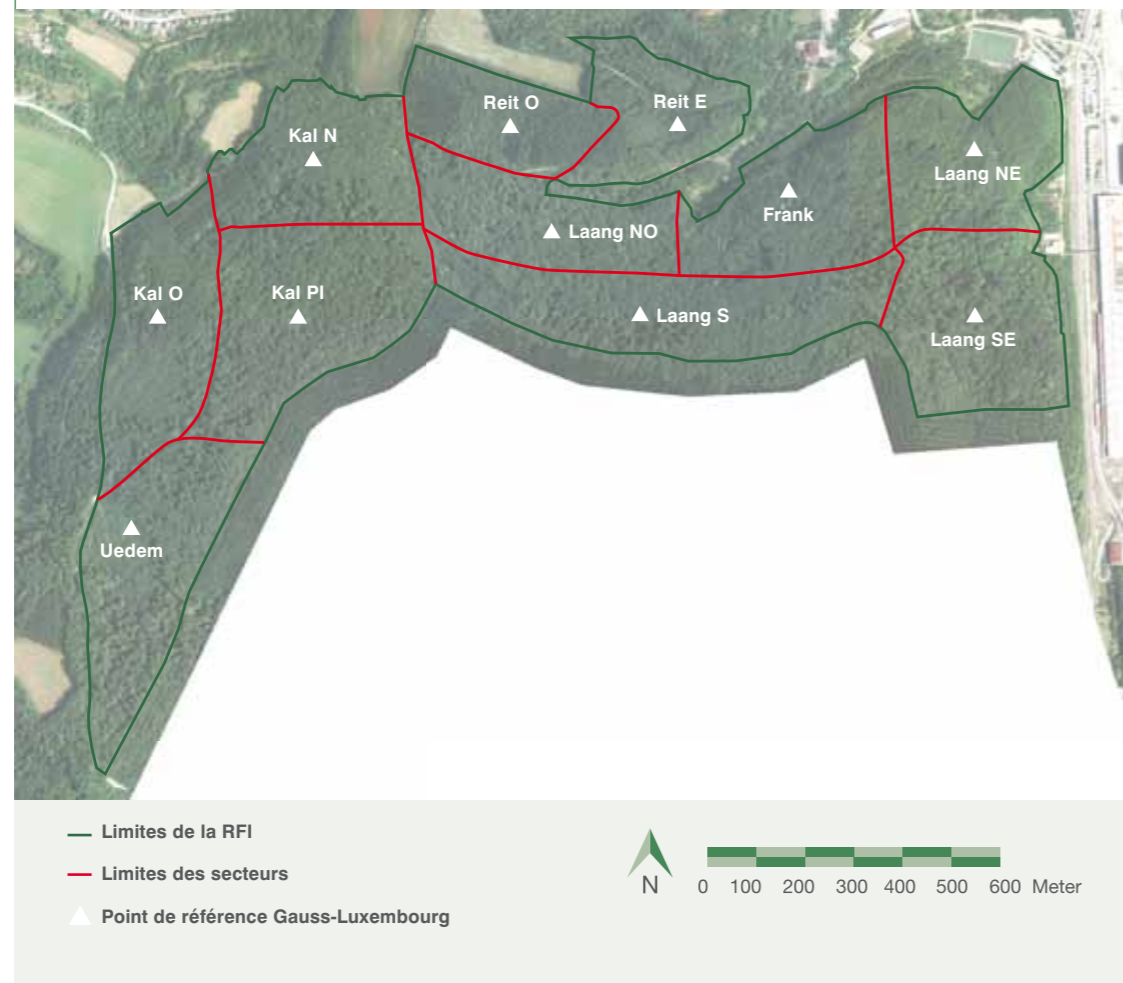
¹ coordonnées Gauss-Luxembourg centrales/altitude moyenne en mètres

² d'après WAGENER 1975

³ d'après www.geoportail.lu consulté le 15.9.2012

⁴ d'après WEVELL VON KRÜGER & BROKAMP 2011. MF ca = Melico-Fagetum caricetosum; MF ar = Melico-fagetum aretosum.

Figure 2
Délimitation des secteurs prospectés



BD-L-TC & BD-L-ORTHO: Droits réservés à l'état du Grand-Duché de Luxembourg (2010) - Copie et reproduction interdites

2.2 | En pratique

Il était prévu au départ de réaliser une douzaine de passages de quatre heures chacun au printemps – début été et en automne. Les premiers passages printaniers (à partir d'avril) ont consisté à la fois en reconnaissance des divers habitats à inventorier et en relevés. Finalement, il y aura eu 24 sorties pour un temps passé sur le terrain globalement similaire (de une à deux heures ou plus en fonction de l'abondance des fructifications). L'inventaire a été clôturé à la mi-novembre en raison du déclin manifeste des cortèges fongiques, accentué par du gel et des précipitations neigeuses. Le temps investi dans la recherche devenait réhibitoire pour quelques espèces de plus à noter.

Les champignons ont été identifiés *in situ* ou prélevés pour être déterminés. Les visites relativement courtes ont permis de ne pas accumuler les espèces nécessitant un examen microscopique ; les déterminations ont ainsi pu se faire dans la foulée sur matériel frais, une fois de retour à domicile. Des exsiccats ont été conservés en herbier dans le cas d'espèces nouvelles pour le Luxembourg notamment.

Les données ont été introduites au fur et à mesure dans un fichier informatique (taxon, lieu, coordonnées, date, habitat, substrat, espèces associées, abondance, remarques éventuelles), de manière à être transférées dans la base de données Recorder du Musée national d'histoire naturelle à Luxembourg (MNHN).

Une recherche de données préexistantes a été faite. À cet effet, des membres du Groupe de recherche mycologique de la Société des naturalistes luxembourgeois (GRMSNL) ont été contactés et la base de données du MNHN consultée, mais sans résultat.

Les déplacements à travers la réserve naturelle (sur les chemins en dolomie, dans les laies ou parfois à travers tout en fonction du terrain) ont été faits en vélo pliant à assistance électrique, un moyen de locomotion qui s'est révélé très pratique vu l'étendue à parcourir et le dénivelé non négligeable.

3. Résultats

Sur l'ensemble de la RFI, 282 taxons de rang spécifique ou variétal ont été recensés, dont 262 basidiomycètes et 20 ascomycètes (voir tableau synoptique au chapitre 7). Une vingtaine d'espèces communes récoltées les années antérieures (Garnier-Delcourt), dont 10 n'ont pas été vues en 2013, ont été intégrées aux résultats (tableau 2).

3.1 | Espèces nouvelles et nouvelles stations d'espèces pour le Luxembourg

Cet inventaire a été l'occasion de découvrir neuf espèces qui semblent bien n'avoir pas encore été observées ou répertoriées au Luxembourg, tandis que quatre ont été récoltées en une ou deux stations jusqu'à présent (M.-TH. THOLL et CH. RECKINGER, comm. pers.) (tableau 3). Certaines d'entre elles sont considérées comme rares tant au niveau régional qu'eupéen (voir tableau synoptique au chapitre 7).

Crepidotus crocophyllus (photo 7) est une espèce poussant sur bois décomposé de feuillus répandue en Europe et en Amérique du Nord (RIPKOVÁ et al. 2005). Commun en Europe centrale, il semble rare dans la Grande Région. Il est présent en Moselle (<http://champignons.moselle.free.fr/index.html>), dans les Vosges (LAURENT 2008), ainsi que dans la Sarre, où il a été observé pour la première fois en 2009 (W. SCHMITT, comm. pers.). A priori, il ne s'agit pas

Photo 7

Crépidote à lames safran (*Crepidotus crocophyllus*), Laangebiereg S-E, 23.9.2013.



Tableau 2 Espèces récoltées antérieurement non observées en 2013

Taxons	Secteur	Date
<i>Bulgaria inquinans</i>	Uedemsbësch	10.10.1999
<i>Flammulina velutipes</i>	Frankelach	07.12.2003
<i>Hygrocybe conica</i> var. <i>conica</i>	Reiteschkopp E	26.09.2010
<i>Hygrophorus nemoreus</i>	Uedemsbësch	16.12.2012
<i>Infundibulicybe geotropa</i> var. <i>maxima</i>	Uedemsbësch	16.12.2012
<i>Pholiota gummosa</i>	Uedemsbësch	10.10.1999
<i>Russula aurea</i>	Reiteschkopp E	30.06.2012
<i>Sarcoscypha coccinea</i>	Laangebiereg N-O	23.01.2010
<i>Tricholoma aurantium</i>	Laangebiereg N-E	26.09.2010
<i>Tubaria furfuracea</i> f. <i>hiemalis</i>	Uedemsbësch	26.02.2000
	Laangebiereg S-E	27.01.2003

d'une espèce menacée, mais sa rareté lui confère une valeur patrimoniale. Il a d'ailleurs été retenu comme candidat de liste rouge européenne (DAHLBERG & HEILMANN-CLAUSEN 2008), de même que *Cystoderma superbum* (photo 8).

La station de la Haard de *Tricholoma caligatum* (la deuxième à Dudelange, photo 9) est connue depuis 2010 (GARNIER-DELCOURT et al. 2012). *Camarophyllopsis atropuncta* avait déjà été observé à Dudelange également, au Dârebesch, et *Lepiota grangei* une fois en district lorrain et une fois en district ardennais (GARNIER-DELCOURT et al. 2010).

Photo 8

Cystoderma superbe (*Cystoderma superbum*), Laangebiert S-E, 27.9.2013.



Photo 9

Tricholome chaussé (*Tricholoma caligatum*), Laangebiert N-E, 21.10.2013.



Tableau 3 Espèces nouvelles et nouvelles stations d'espèces pour le Luxembourg

Taxons	Secteur ¹	Écologie ²	Fréquence ^{2, 3}	St./N GDL
<i>Camarophyllopsis atropuncta</i>	Kal O b	Sur sols riches sous feuillus (ici sous mélèzes et noisetiers)	Rare	2 ^e st.
<i>Clitopilus cystidiatus</i>	Laang N-E a, Reit E a	Humus forestier. Sosie du Meunier (<i>C. prunulus</i>)	Sans doute répandu mais méconnu	N
<i>Clitopilus melleopallens</i>	Reit O b, Uedem b	Humus ou litière, en forêts (tendance calcicole)	Rare ou méconnu	N
<i>Crepidotus crocophyllus</i>	Laang S-E a	Bois détrempé de feuillu (ici sur hêtre mort au sol en décomposition)	Rare	N
<i>Crepidotus subverrucisporus</i>	Laang N-E a, S-E a, S a	Branchettes de feuillus, spécialement dans les régions calcaires	Peu fréquent	N
<i>Cystoderma superbum</i>	Laang S-E a	Humus ou litière, en forêts (ici, sur hêtre mort au sol en décomposition)	Rare	2 ^e st.
<i>Echinoderma perplexum</i>	Laang S-E a	Forêts feuillues, sur sols riches, basiques	Rare	N
<i>Galerina camerina</i>	Reit O b	Sur bois dégradé de conifères, souvent en compagnie de mousses	Répandu	N
<i>Inocybe fulva</i>	Reit O c	Associé (myc.) aux bouleaux, saules, peupliers ou épicéas, sur sols riches (ici, épicéas et bouleaux)	Occasionnel	N
<i>Lepiota grangei</i>	Reit O d	Sous feuillus, taillis, sur sols riches (tendance rudérale)	Rare	3 ^e st.
<i>Pluteus luteovirens</i>	Laang S-E a	Sur bois pourrissant de feuillus, surtout orme, hêtre, frêne (ici sur hêtre mort au sol en décomposition)	Rare	N
<i>Psathyrella silvestris</i>	Laang S-E a	Sur bois pourrissant de feuillus, surtout peuplier (ici sur hêtre mort au sol en décomposition)	Rare	N
<i>Tricholoma caligatum</i>	Laang N-E a	Conifères ou feuillus (myc.), calcicole (ici sous hêtre)	Rare	3 ^e st.

¹ voir tableau 1 pour la signification des abréviations

² d'après la littérature, entre autres KNUDSEN & VESTERHOLT 2012

³ fréquence au niveau européen

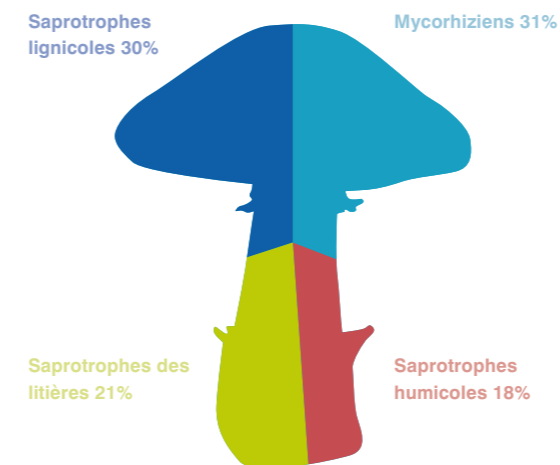
Mis à part les taxons nouveaux pour le Luxembourg signalés ici, il en existe un certain nombre qui n'ont pas nécessairement fait l'objet d'une publication ou qui ne figurent pas encore dans la base de données du MNHN. Ils n'ont cependant pas été repris comme nouveauté, sachant qu'ils ont déjà été répertoriés par des membres du GRMSNL et sont en instance de figurer à l'inventaire mycologique national.

3.2 | Répartition par mode de vie

Les décomposeurs du bois mort (30%) et des litières (21%) sont majoritaires. Les saprotrophes humicoles représentent 18% et les mutualistes mycorrhizogènes 31% (figure 3). La subdivision en catégories peu significatives a été évitée : les parasites nécrotrophes tels que les armillaires ou le pleurote (2% du nombre total d'espèces) ont été inclus dans le groupe trophique des saprotrophes lignicoles, car ils se comportent le plus souvent de cette manière (FRAITURE 2008). Les quelques muscicoles ou corticoles (mycènes, galères, e. a., 1,4% du total) ont été intégrés à la communauté des litières, tandis que deux hygrocybes très probablement biotrophes (HALBWACHS et al. 2013) ont été inclus aux symbiotes.

Figure 3

Répartition des groupes trophiques



Ces résultats sont donnés à titre indicatif car ils sont difficilement interprétables en raison des variables qui entrent en jeu. Les espèces mycorrhiziennes seraient en général moins nombreuses dans les forêts feuillues âgées (MOREAU et al. 2002), et ce serait l'inverse dans les forêts de conifères (AYER et al. 2003). Les trouées artificielles ou naturelles, la structure et la dynamique forestière changent également la donne (RICHARD et al. 2010). Néanmoins, cette répartition avec un tiers environ d'espèces mycorrhizogènes correspond à peu près à celle de la RFI Beetebuerger Bësch où un recensement similaire a eu lieu en 2008 (SCHULTHEIS et al. 2011). En Suisse, un des pays où l'inventaire mycologique est le plus abouti, les champignons mycorrhiziens (2000 espèces) représentent un tiers environ de tous les macromycètes forestiers (EGLI & BRUNNER 2002).

3.3 | Fréquence, abondance

Pour chaque espèce rencontrée sur le terrain, ont été notés à titre informatif le nombre estimé de sporomes, le mode de fructification (isolé, en groupe, en colonie), ainsi que le nombre de stations distinctes par secteur. Cependant c'est la notion de présence/absence (richesse spécifique) qui importe.

La fréquence et l'abondance ne sont pas significatives dans ce type d'étude étant donné la grande variabilité dans le temps des fructifications et leur caractère éphémère. Rencontrer un spécimen isolé ne signifie rien, puisqu'ailleurs ou à un autre moment il peut y en avoir un grand nombre. Un exemple démontre le contraire : les petits crépidotes blancs, qui comptent plusieurs taxons distincts, faisaient partie des champignons les plus abondants sur branchettes (des centaines). Ils ne sont pas identifiables au-delà du rang générique sans examen microscopique. Vu leur nombre, il n'y a eu que quelques prélèvements par secteur (échantillonnage). C'est ainsi que certaines espèces de crépidotes ont été comptabilisées comme uniques, alors que ce n'était certainement pas le cas. Par ailleurs, l'absence de sporomes ne signifie pas l'absence du mycète ; tous ces aspects ont d'ores et déjà été longuement discutés (FRAITURE 2008).

Plus de la moitié des espèces recensées (155 taxons, soit 54%) n'ont été observées qu'une fois en un seul endroit, que ce soit sous forme de sporome unique ou de groupes de sporomes. Une dizaine de taxons seulement se détache du lot en termes de fréquence (tableau 5). Les espèces les plus fréquentes sont aussi les plus abondantes ; ce sont des phénomènes récurrents (MOREAU & CORRIOL 2005, FRAITURE 2008).

À titre expérimental, un coefficient d'abondance (CA) inspiré de FRAITURE (2008) a été attribué à chaque espèce pour étayer les observations de terrain, à la différence que le nombre de sporomes ou leur mode de croissance n'a pas été pris en compte, pour les raisons évoquées ci-dessus (tableau 4).

La fréquence (CF) correspond au nombre de secteurs dans lesquels le taxon est présent. En multipliant le total des CA par CF, on obtient un score qui permet de mettre en évidence les occurrences d'espèces les plus importantes. Le tableau 5 ne présente que les dix têtes de liste. Ce sont des hôtes habituels des forêts feuillues européennes parmi les plus fréquemment rencontrés. Les résultats concordent avec ce qui est généralement observé lors d'inventaires mycologiques dans des habitats forestiers similaires (KRIEGLSTEINER 1999, MOREAU et al. 2002).

Tableau 4 Coefficients d'abondance

CA	Nombre de stations par secteur
1	1
2	2 – 5
3	5 – 10
4	> 10

Tableau 5 Espèces les plus répandues dans la RFI Haard (2013)

Taxons	Nom français	Écologie	CF	CA×CF
<i>Mycetinis alliaceus</i>	Marasme à odeur d'ail	Bois mort de hêtre (branches ou fragments)	9	279
<i>Mycena crocata</i>	Mycène à lait orangé	Litière ligneuse de hêtre	9	279
<i>Gymnopus peronatus</i>	Collybie brûlante	Litière de feuillus ou conifères	8	208
<i>Lactarius blennius</i>	Lactaire muqueux	Associé au hêtre (mycorhizes)	7	161
<i>Mycena galericulata</i>	Mycène en casque	Bois mort de feuillus (souches, branches, troncs)	7	154
<i>Mycena pura</i>	Mycène pure	Litière de feuillus ou conifères	6	138
<i>Inocybe geophylla</i>	Inocybe à lames terreuses	Associé à divers feuillus ou conifères sur sols riches (mycorhizes), tendance calcicole	7	119
<i>Hypholoma fasciculare</i>	Hypholome en touffes	Bois mort de feuillus (parfois conifères)	6	72
<i>Marasmiellus ramealis</i>	Marasme des rameaux	Rameaux, brindilles	6	66
<i>Galerina marginata f. unicolor</i>	Galère marginée	Bois mort, souvent en compagnie de mousses	6	48

3.4 | Richesse spécifique

Le nombre d'espèces différentes relevées par secteurs et le nombre de passages par secteurs ont été traduits en graphique (figure 4). Celui-ci révèle le caractère aléatoire ou opportuniste des prospections, mais témoigne également de la disparité des poussées de champignons. La diversité spécifique de chaque secteur est à relativiser en fonction des périodes et du nombre de passages.

Le Nord de Kaleberg et le Uedemsbësch ont fait les frais de l'extensivité des recherches : ce sont des zones qui ont été traversées à plusieurs reprises pour rejoindre d'autres endroits, mais il est vrai que leur apparente pauvreté en champignons n'a pas suscité l'intérêt d'aller voir de plus près. L'Ouest du Kaleberg aurait également dû mériter plus d'attention.

Le fait que l'Ouest du Reiteschkopp soit le plus riche s'explique par la présence de pessières ou d'épicéas et de bouleaux en mélange, des milieux d'une grande diversité fongique (AYER et al. 2003). Il faut ajouter à cela le caractère rudéral d'une partie de cette zone qui jouxte des terres cultivées, également facteur de diversité.

La relative pauvreté du plateau du Kaleberg est sans doute à mettre en relation avec l'âge du peuplement et un couvert forestier assez fermé (90% d'après WEVELL VON KRÜGER & BROKAMP 2011). Par contre, le Laangeberg dans son ensemble a livré une belle diversité d'espèces typiques des hêtraies calcicoles ou des milieux riches en nutriments, ainsi que quelques espèces associées aux aulnaies-frênaies dans les parties humides, ces dernières étant fort intéressantes en termes d'habitat spécifique peu fréquent au Luxembourg.

Le fait que six taxons nouveaux pour le pays et deux stations d'espèces rares aient été observés dans la seule partie Est du Laangeberg (voir tableau 3) peut s'expliquer par le nombre de visites. Il n'empêche que l'exposition et le couvert forestier moins dense à certains endroits (50 à 70% d'après WEVELL VON KRÜGER & BROKAMP 2011) joue certainement un rôle favorable, ainsi que la présence de hêtres morts au sol arrivés à un stade de décomposition avancé (stades 3 – 4 d'après MÜLLER-USING & BARTSCH 2009). Deux espèces thermophiles ont d'ailleurs été observées dans la partie N-E, au-dessus d'un ancien front de taille, *Tricholoma caligatum* et *T. squarulosum*.

Figure 4 Nombre d'espèces par secteur, périodes et nombre de passages



Légende : le nombre d'espèces différentes par secteur (voir toponymie abrégée au tableau 1) est indiqué au-dessus des colonnes. La ligne figure le nombre de passages. Les mois de l'année pendant lesquels les passages ont eu lieu sont indiqués en chiffres romains.

Enfin, la partie Est du Reiteschkopp est très hétérogène et n'a certainement pas livré tout son potentiel. C'est dans sa hêtraie relique qu'en 2012 il y eut une profusion de Russules dorées (*Russula aurea*), de Cèpes d'été (*Boletus reticulatus*), de girolles (*Cantharellus cibarius*) et de Pieds-de-moutons roux (*Hydnum rufescens*) quasi complètement au repos en 2013, mais pas de cortinaires, alors que ces derniers y ont fructifié cette année. Cet exemple démontre combien les poussées de champignons peuvent varier d'une année à l'autre.

Photo 10
Lentin tigré (*Lentinus tigrinus*), Kaleberg N, 1.5.2013.



Photo 12
Clitocybe en coupe (*Pseudoclitocybe cyathiformis*), Reiteschkopp O, 15.11.2013.



Le **tableau 6** reprend quelques exemples d'espèces particulières à chaque secteur, indépendamment des nouveautés (**tableau 3**). Ce ne sont pas nécessairement toutes des espèces rares ou spéciales, mais la plupart d'entre elles n'ont été observées qu'en un seul endroit, même s'agissant des plus communes (quoique d'autres stations aient pu passer inaperçues, vu l'étendue de la forêt). Elles sont typiques des différents habitats qui composent la réserve forestière, et d'une certaine manière, elles en soulignent ponctuellement l'originalité.

Photo 11
Pleurote pétaloïde (*Hohenbuehelia petaloides*), Laangeberg S-E, 27.9.2013.



Tableau 6 Quelques espèces caractéristiques des différents habitats de la Haard (2012-2013)

Secteurs ¹	Taxons	Substrat, milieu ou hôtes de prédilection ²	Fréquence ^{2,3}
Frank a	<i>Inocybe amethystina</i>	Feuillus ou conifères (myc.), calcicole	Peu fréquent (1)
	<i>Clitocybe phaeophthalma</i>	Litière de feuillus, sur sols riches (thermophile)	Assez fréquent (1)
Frank b	<i>Psathyrella lutensis</i>	Terre ou litière, en milieux humides	Rare (1)
	<i>Pholiotina brunnea</i>	Débris végétaux, lieux humides, tendance calcicole	Rare (1)
Frank c	<i>Cortinarius alnetorum</i>	Aulnaies humides (myc.)	Répandu en EU, peu fréquent au GDL (1)
	<i>Naucoria escharioides</i>	Aulnes (myc.)	Fréquent (1)
Kal N a	<i>Peziza anvernensis</i>	Humus des hêtraies	Répandu (2)
Kal N b	<i>Lentinus tigrinus</i> (photo 10)	Bois mort, lieux humides	Fréquent, dès le printemps (1)
Kal O a	<i>Lactarius pallidus</i>	Hêtres (myc.)	Répandu mais peu fréquent (1)
	<i>Tricholoma stiparophyllum</i>	Bouleaux (myc.), tendance calcicole	Assez fréquent mais méconnu (1)
Kal O b	<i>Hygrophorus lucorum</i>	Mélèze (myc.), calcicole	Rare, localisé (1)
	<i>Lactarius fulvissimus</i>	Feuillus et conifères (myc.), hêtre, chêne, noisetier e. a., sur sols riches (calcicole)	Assez rare à rare en EU mais bien présent au GDL (1)
Kal Pl a	<i>Psathyrella maculata</i>	Bois mort, surtout de feuillus	Rare (1)
	<i>Lactarius rubrocinctus</i>	Hêtre (myc.), calcicole	Assez rare, localisé (1)
	<i>Russula farinipes</i>	Feuillus, surtout hêtre (myc.), sols frais, alcalins	Peu fréquent (1)
Laang NE a	<i>Gymnopus aquosus</i>	Litière de feuillus, plutôt printanier	Répandu mais peu fréquent (1)
	<i>Marasmius wynneae</i>	Litière, surtout Melico-Fagetum	Répandu en EU (1)
Laang NE b	<i>Tricholoma aurantium</i>	Conifères et feuillus (myc), calcicole, thermophile	Assez rare (1)
	<i>Mycena laevigata</i>	Troncs pourris de conifères (ici sur brindilles de Douglas)	Peu fréquent (2)
Laang NO a	<i>Cortinarius barbatus</i>	Hêtre, chêne, charme (myc.)	Rare (1)
	<i>Lactarius ruginosus</i>	Hêtre, charme (myc.), sur sols riches	Assez rare (1)
Laang S a	<i>Mycena erubescens</i>	Bois mort de chêne (écorce)	Rare (1)
	<i>Coprinellus silvaticus</i>	Bois décomposé	Rare (2)
Laang S b	<i>Mycena cinerella</i>	Bois mort moussu, litières	Fréquent par endroits (1)
Laang SE a	<i>Hohenbuehelia petaloides</i> (photo 11)	Bois décomposé de feuillus	Peu fréquent (1)
	<i>Inocybe bongardii</i>	Hêtres, chênes (myc.), calcicole	Assez fréquent (1)
Laang SE b	<i>Hebeloma fragilipes</i>	Feuillus (myc.)	Assez fréquent (1)
Reit E a	<i>Russula aurea</i>	Forêts, surtout hêtres (myc), sols alcalins à neutres, thermophile	Répandu mais peu fréquent (1)
	<i>Boletus reticulatus</i>	Hêtre, chêne (myc.), calcicole, thermophile	Apparemment rare dans le sud du GDL (1)
Reit E b	<i>Rhodocybe gemina</i>	Forêts, lisières, sur sols riches	Peu fréquent (1)
Reit O a	<i>Pseudoclitocybe cyathiformis</i> (photo 12)	Forêts, humus, bois décomposé	Assez fréquent (2)
Reit O b	<i>Russula integra</i>	Épicéas, calcicole	Fréquent (1)
	<i>Pluteus pouzarianus</i>	Bois décomposé de conifère	Rare (1)
Reit O c	<i>Lactarius spinosulus</i>	Bouleaux (myc.)	Rare (1)
	<i>Xerocomus ferrugineus</i>	Feuillus et conifères (myc.), bouleau, hêtre, chêne, épicéa surtout.	Répandu (1)
Reit O d	<i>Leucoagaricus badhamii</i>	Forêts, lisières, tendance rudérale	Assez rare (1)
	<i>Lepiota subincarnata</i>	Taillis, lisières, sur sols riches (calciphile, nitrophile)	Peu fréquent (1)
Uedem a	<i>Hygrophorus nemoreus</i>	Surtout chênes (myc.), calcicole	Courant à assez rare (1)
Uedem b	<i>Echinoderma asperum</i>	Humus, sur sols riches (tendance rudérale), ici en lisière	Répandu à localement rare (2)

¹ voir **tableau 1** : caractéristiques des secteurs

² d'après la littérature, entre autres COURTECUISSÉ & DUHEM 2011

³ fréquence en Europe ainsi qu'au Luxembourg (GDL) si ce n'est pas précisé ; entre parenthèses, le nombre de stations observées à la Haard

3.5 | Espèces d'intérêt spécial

3.5.1 Champignons associés au bois mort

De nombreuses études ont démontré que, en forêts aménagées, la diminution du bois mort disponible sous toutes ses formes compromettrait la survie des champignons et d'autres organismes qui en dépendent, surtout le gros bois mort au sol à un stade de décomposition avancé, mais aussi les arbres sur pied sénescents. De ce fait, la présence d'espèces qui y sont inféodées constitue une indication par rapport à la qualité des forêts en tant qu'habitat ou par rapport à leur degré de naturalité corrélée au bois mort présent (ÓDOR et al. 2004, CHRISTENSEN et al. 2005, SENN-IRLET 2007).

Une liste de référence de 21 macromycètes lignicoles indicateurs dont 7 agaricoïdes s.l. a été établie par CHRISTENSEN et al. (2005) pour les hêtraies européennes. Celle-ci a été adaptée ou complétée par certains pays pour mieux correspondre à leur situation, notamment par la Belgique et les Pays-Bas (WALLEYN & VEERKAMP 2005) et l'Angleterre (AINSWORTH 2004). L'Allemagne dispose également d'une liste de référence de 68 espèces indicatrices, mais non strictement dédiée aux hêtraies ; une grande partie des « 21 » y sont inclus (BLASCHKE et al. 2009).

De la liste des « 21 », seul *Pluteus umbrosus* est présent à la Haard (photo 5), mais d'autres espèces considérées comme bons indicateurs par les pays énumérés ci-dessus, sont présents également (tableau 7). Ce sont notamment des plutées, comme *Pluteus thomsonii* (photo 13) ou *Pluteus salicinus* (photo 14). Pour compléter le tableau, les aphyllomycètes de ces listes observés à la Haard en 2011 ont été ajoutés (B. SCHULTHEIS,

comm. pers.), ainsi qu'un ascomycète (*Eutypa spinosa*). Il n'empêche que le résultat est faible, sachant que le « top » est une réserve forestière de Slovaquie (16 indicateurs), et que le bois de Kersselaerspleyn (forêt de Soignes, Bruxelles) en compte six (un des taux les plus bas). VANDEKERKHOVE et al. (2005) constatent par ailleurs combien cette hêtraie bicentenaire aménagée à l'origine a rapidement retrouvé un état similaire aux forêts naturelles en termes de biodiversité après 20 ans de non intervention.

Par ailleurs, près de la moitié des champignons observés dans la RFI (128 espèces, soit 45%) font partie d'une communauté de macromycètes communs aux hêtraies semi-naturelles européennes pour lesquelles le gros bois mort au sol à divers stades de décomposition représente un substrat indispensable ou favorable. On atteint le nombre de 199 si l'on y ajoute les aphyllomycètes recensés en 2011 qui en font partie également (B. SCHULTHEIS, comm. pers.).

Cette communauté (tous groupes morphologiques confondus) a été mise en évidence lors de relevés (uniquement sur troncs ou parties de troncs au sol) effectués dans des réserves forestières de cinq pays en 2000-2001 : Belgique, Pays-Bas, Hongrie, Slovaquie et Danemark (projet Nat-Man, *Nature-based Management of Beech in Europe*, ÓDOR et al. 2004). Elle comprend 456 espèces, dont 99 sont considérées comme rares ou menacées à des degrés variables en Europe (SSI, *species of special interest*). De ces SSI, 8 basidiomycètes agaricoïdes (colonne Nat-Man du tableau 7) et 14 aphyllomycètes sont présents dans la RFI. Ces derniers relèvent des catégories B ou C, sauf deux (repris dans le tableau) de la catégorie A. Là encore, le nombre est assez faible par rapport à

d'autres pays. Cette situation est proche de celle de la forêt de Soignes (Belgique) qui, à l'époque, abritait 24 SSI (le taux le plus bas de l'étude), tandis que le nombre le plus élevé (51) a été enregistré dans une réserve forestière de Hongrie (ÓDOR et al. 2004).

Tous ces chiffres sont à relativiser en fonction de l'histoire et de la situation biogéographique des forêts étudiées. Par ailleurs, les listes de référence mentionnées ci-dessus et le statut des espèces sont appelés à évoluer en fonction des connaissances.

Tableau 7 Espèces indicatrices de la naturalité des hêtraies et espèces lignicoles d'intérêt spécial en Europe présentes à la Haard (2013)

Taxons	EU « 21 »	BE-NL	GB	DE	Nat-Man SSI
	Christensen et al. 2004	Walley & Veerkamp 2005	Ainsworth 2004	Blaschke et al. 2009	Ódor et al. 2004
<i>Agrocybe erebia</i>					C
<i>Aleurodiscus disciformis</i> *				•	
<i>Botryobasidium aureum</i> *				•(1)	
<i>Ceriporiopsis gilvescens</i> *	•	•	•	•(1)	
<i>Ceriporiopsis pannocincta</i> *	•	•	•		A
<i>Coprinellus silvaticus</i>					B
<i>Crepidotus applanatus</i>					B
<i>Crepidotus cesatii</i>					C
<i>Eutypa spinosa</i>		•	•		
<i>Fomes fomentarius</i> *				•(1)	
<i>Henningsomyces candidus</i> *		•			
<i>Hyphoderma guttuliferum</i> *				•	
<i>Inonotus nodulosus</i> *		•	•		
<i>Mycena erubescens</i>					C
<i>Phellinus tremulae</i> *				•	
<i>Phleogena faginea</i> *		•	•		
<i>Pholiota tuberculosa</i>					B
<i>Pluteus luteovirens</i> (= <i>P. chrysophaeus</i>)		•	•		
<i>Pluteus hispidulus</i>			•	•(1)	
<i>Pluteus luctuosus</i>			•		
<i>Pluteus nanus</i>			•		
<i>Pluteus phlebophorus</i>			•		
<i>Pluteus salicinus</i>			•		
<i>Pluteus thomsonii</i>			•		
<i>Pluteus umbrosus</i>	•	•	•	•	B
<i>Polyporus badius</i> *				•(1)	
<i>Pseudoclitocybe cyathiformis</i>					B
<i>Pycnoporellus fulgens</i> *					A
<i>Rigidoporus crocatus</i> *				•(2)	

* aphyllomycètes ; (1) indicateurs en conjonction avec leur abondance et leur niche écologique ; (2) Bergmischwälder ; A : très rare et menacé partout en EU, B : rare partout en EU et menacé dans certains pays, C : localement rare et menacé.

Photo 13

Le Plutée cendré (*Pluteus thomsonii*) est considéré comme rare en Europe, mais relativement fréquent au Luxembourg sur bois décomposé.



Photo 14

Le Plutée du Saule (*Pluteus salicinus*) est assez commun. Contrairement à ce qu'indique son nom, il colonise toutes sortes de bois mort.



3.5.2 Espèces des hêtraies calcicoles

Une trentaine d'espèces calcicoles ont été recensées, ce qui témoigne d'une belle diversité pour un premier aperçu. Ce sont pour la plupart des champignons mycorrhiziens appartenant aux genres *Cortinarius*, *Hygrophorus*, *Inocybe*, *Lactarius*, *Russula* et *Tricholoma*. *Tricholoma squarrulosum* en fait partie (photo 15).

Les cortinaires du sous-genre *Phlegmacium*, par exemple, sont particulièrement ciblés quand il s'agit de prendre des mesures conservatoires car pas mal d'entre eux sont limités à des sols calcaires ou à des habitats à longue continuité (JEPPESEN et al. 2012). La RFI représente de ce fait un lieu idéal. *Cortinarius infractus*, *C. calochrous* (Laangebiërg N-E), *C. caeruleus* et *C. elegantissimus* (Reiteschkopp E) ne sont pas vraiment des raretés mais leur présence laisse présager un potentiel tout à fait intéressant.

Parmi les champignons saprotrophes typiques des hêtraies calcicoles, on peut par exemple citer *Gymnopus hariolorum*, *Mycena pelianthina* ou *Coprinopsis episcopalis*. Ce dernier figure parmi les candidats de la liste rouge européenne (DAHLBERG & HEILMANN-CLAUSEN 2008) ; il est assez abondant sur l'ensemble du Laangebiërg. D'autres, non particulièrement calcicoles mais nécessitant des sols riches sont présents également, tels que : *Coprinellus silvaticus*, *Lepiota grangei*, *Echinoderma perplexum*. Le tableau 8 résume l'écologie des espèces les plus représentatives.

Photo 15

Le tricholome à pied écaillé (*Tricholoma squarrulosum*), un champignon calcicole thermophile (Reiteschkopp E, 4.10.2013).



3.5.3 Espèces rares et listes rouges

Le Luxembourg ne dispose pas d'une liste rouge basée sur les critères de l'UICN, par contre un certain nombre de champignons (25) inféodés à des habitats plutôt rares dans le pays et ciblés par les directives européennes figurent en annexe du Plan national pour la protection de la nature (PNPN 2007). *Tricholoma caligatum* en fait partie (voir chapitre 3.1.).

Si l'on se réfère aux listes rouges des régions limitrophes (Lorraine, LAURENT-DARGENT 2009 ; Sarre, SCHMITT 2008 ; Rhénanie Palatinat, ZEH-FUß et al. 2000), la RFI abriterait pas moins de 78 espèces jugées rares ou menacées d'extinction dans ces régions, voire éteintes (tableau 8). On atteint le taux de 83 si l'on tient compte des listes européennes. Le statut de ces espèces dans les pays voisins n'est pas nécessairement similaire au Luxembourg, car la mycoflore peut être très disparate d'une région à l'autre (espèces manquantes naturellement ou d'occurrences variables...). Toutefois, ces données permettent de souligner tout l'intérêt de la Haard pour la diversité fongique au niveau régional. Par ailleurs ce type de liste reprend souvent des champignons rares et de ce fait emblématiques mais qui ne sont pas forcément menacés. À ce titre, il semble plus significatif de se référer à la liste rouge européenne (DAHLBERG & HEILMANN-CLAUSEN 2008), d'autant que la RFI fait partie intégrante du réseau Natura 2000.

Le projet de liste rouge européenne est une initiative de l'ECCF (European Council for Conservation of Fungi), destiné entre autres à attirer l'attention des pouvoirs publics et des institutions sur l'intérêt de prendre en compte les champignons dans le cadre de la protection de la biodiversité (ces derniers ne font pas – encore – partie des espèces concernées par les directives européennes). Ce projet se base sur une compilation de données en provenance de 29 pays (listes rouges nationales), épurées des taxons douteux ou qui ne répondent pas aux critères de l'UICN. Cette base de données, appelée à évoluer en fonction des connaissances, reprend plus de 1 600 taxons présumés extrêmement rares ou plus communs, le plus souvent associés à des habitats dégradés ou en régression (A. DAHLBERG, comm. pers.).

Au cours de l'inventaire réalisé en 2013, sept espèces rares à l'échelle européenne ont été recensées dans la RFI (tableau 8), ce qui est très valorisant pour la biodiversité à la fois locale et nationale et d'autant plus significatif que le temps consacré aux relevés a été relativement court.

4. Bilan et perspectives

Les champignons sont très nombreux et poussent à leur manière (que l'on qualifie d'irrégulière) d'une année à l'autre, avec de longues éclipses parfois. C'est dans leur nature. C'est pourquoi évaluer la diversité fongique d'un site requiert en principe plusieurs années et s'opère par échantillonnage.

Étant donné les contraintes (un seul relevé annuel) et s'agissant d'obtenir un premier aperçu, c'est la méthode extensive qui a été privilégiée. Les résultats n'ont pas démenti ce choix, car la RFI a révélé une belle diversité d'espèces, dont certaines sont assez rares au niveau national ou européen.

Toutefois, les relevés n'ont pas été guidés par le hasard. L'option a d'emblée été de parcourir autant que possible les différents habitats forestiers, chacun ayant ses caractéristiques propres. Les arbres morts au sol ont été particulièrement ciblés, puisqu'ils représentent un paramètre structurel important (photo 16). Cela a permis de dresser une liste préliminaire d'espèces qui y sont associées, dont certaines ont une valeur indicatrice du degré de naturalité des hêtraies en Europe. Leur nombre est faible jusqu'à présent, il faut bien le constater tout en tenant compte du caractère extensif et aléatoire des relevés. Bien que l'inventaire ait eu lieu en dehors des placettes dendrométriques, il semble qu'à terme une évaluation de l'évolution de la forêt soit possible, en ciblant ces niches écologiques.

Par ailleurs, la Haard représente un milieu favorable pour toute une communauté de champignons calciphiles ou limités aux hêtraies à longue continuité historique.

Les résultats obtenus suggèrent que le potentiel de la RFI est important pour la diversité fongique au niveau régional et européen ; il serait intéressant de voir si cela se confirme à l'avenir.

Photo 16

Les arbres au sol en décomposition représentent un substrat indispensable ou favorable pour toute une communauté de champignons et bien d'autres organismes (Laangebiërg S-E, 27.9.2013).



5. Résumé

Un premier inventaire de champignons basidiomycètes agaricoïdes et de macroascomycètes a été réalisé en 2013 dans la réserve forestière intégrale (RFI) Haard (Dudelange – Kayl), dans le cadre du programme de suivi des réserves forestières intégrales mis en place par l'Administration de la nature et des forêts du Grand-Duché de Luxembourg.

Les relevés ont été effectués de manière extensive (« opportunistic sampling ») afin d'obtenir un aperçu le plus large possible de la diversité fongique, compte tenu du temps imparti (une année) et de la superficie de la forêt (159 ha). Comme la plupart des champignons dépendent étroitement d'hôtes ou de milieux spécifiques, les différents habitats qui composent la RFI ont fait l'objet d'une reconnaissance préalable et ont été particulièrement ciblés.

Afin de pouvoir évaluer les données à terme, la superficie a été virtuellement découpée en onze secteurs géoréférencés (coordonnées Gauss-Luxembourg centrales).

Les données concernant les relevés ont été saisies au fur et à mesure dans un fichier informatique (taxon, toponyme et coordonnées du secteur, date, habitat, substrat, espèces associées, abondance, remarques éventuelles), de manière à être transférées dans la base de données Recorder du Musée national d'histoire naturelle à Luxembourg (MNHN).

D'avril à novembre 2013, 282 taxons de rang spécifique ou variétal ont été recensés, dont 262 basidiomycètes et 20 macroascomycètes ; ce nombre inclus une dizaine d'espèces récoltées antérieurement. Les champignons saprotrophes lignicoles et litiécoles sont majoritaires (30 et 21%). Les espèces humicoles représentent 18% et les mycorhiziennes près du tiers (31%).

Près de la moitié du nombre total (128, soit 45%) sont des espèces communes aux hêtraies semi-naturelles européennes pour lesquelles le gros bois mort au sol à divers stades de décomposition constitue un substrat indispensable ou favorable. Parmi les champignons strictement lignicoles, huit (plus 14 aphyllorphomycètes recensés séparément) présentent un intérêt spécial au niveau européen, car ils sont relativement rares ou considérés comme menacés à des degrés variables suivant les régions, en raison de la raréfaction de leurs niches écologiques.

Seules trois espèces lignicoles indicatrices du degré de naturalité des hêtraies en Europe sur 21 (tous groupes morphologiques confondus) sont présentes à la Haard : *Pluteus umbrosus* ainsi que deux aphyllorphomycètes recensés séparément (*Ceriporiopsis gilvescens* et *C. pannocincta*).

Une trentaine de champignons saprotrophes et mycorhiziens inféodés aux hêtraies calcicoles ou nécessitant des sols riches sont présents, dont certains remplissent les critères de l'UICN et figurent sur listes rouges, de même qu'un certain nombre de lignicoles.

Si l'on se réfère aux listes rouges des régions limitrophes (Lorraine, Sarre, Rhénanie Palatinat), la Haard abriterait pas moins de 78 taxons supposés rares ou menacés d'extinction dans ces régions, ce qui permet de souligner l'intérêt de la RFI pour la diversité fongique régionale. De manière plus significative, sept taxons retenus comme candidats pour une liste rouge européenne ont été recensés, ce qui est valorisant pour la biodiversité locale et nationale. Enfin, l'inventaire a permis de découvrir neuf espèces qui n'avaient pas encore été observées au Luxembourg, ainsi que quatre qui n'étaient connues que d'une ou deux stations jusqu'à présent.

Les résultats obtenus sur un laps de temps assez court suggèrent que la RFI Haard représente un site de grand intérêt pour la diversité fongique associée aux hêtraies calcicoles, tant au niveau régional qu'europpéen.

6. Références

AINSWORTH, M. (2004): Developing tools for assessing fungal interest in habitats. 1: beech woodlands saprotrophs. English Nature Research Report n° 597. English Nature Northminster House, Peterborough, 75 pp.

AYER, F., LÜSCHER, P. & EGLI, S. (2003) : Quelle est la place des champignons supérieurs dans les stations forestières ? Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen 154 : 149-160.

BLACKWELL, M. (2011): The Fungi: 1, 2, 3... 5.1 million species? American Journal of Botany 98: 426-438.

BLASCHKE, M., HELFER, W., OSTROW, H., HAHN, C., LOY, H., BUSSLER, H. & KRIEGLSTEINER, L. (2009): Naturnahezieger – Holz bewohnende Pilze als Indikatoren für Strukturqualität im Wald. Natur und Landschaft 84 : 560-566.

CANNON, P. F. (1997): Strategies for rapid assessment of fungal diversity. Biodiversity and conservation 6 : 669-680.

CHRISTENSEN, M., HEILMANN-CLAUSEN, J., WALLEYN, R. & ADAMCÍK, S. (2005): Wood-inhabiting fungi as indicators of nature value in European beech forests. In: MARCHETTI, M. (ed.): Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe – from ideas to operationality, European Forestry Institute Proceedings 51, Saarijärvi: 229-237.

COURTECUISSÉ, R., LÉCURU, C. & MOREAU, P.-A. (2005) : Les espèces « déterminantes » du Nord – Pas-de-Calais. Groupes d'espèces fongiques d'intérêt écologique par types de milieu. Bulletin de la Société mycologique du Nord de la France 78 (2) : 55-75.

COURTECUISSÉ R. & DUHEM, B. (2011) : Guide des champignons de France et d'Europe, 3^e éd. Delachaux et Niestlé SA, Paris, 544 pp.

DAHLBERG, A. & HEILMANN-CLAUSEN, J. (2008): European Red List of endangered macrofungi. ECCF (European Council for the Conservation of Fungi). En ligne <http://www.wsl.ch/eccf/activities-en.ehtml>

DODELIN, B. & ANDRÉ, J. (2010) : Écosystèmes forestiers, recyclages internes et naturalité. In : VALLAURI, D., ANDRÉ, J., GÉNOT, J.-C., DE PALMA J.-P. & EYNARD-MACHET, R. (coord.) : Biodiversité, naturalité, humanité : pour inspirer la gestion des forêts, Lavoisier Tec & Doc, Paris : 89-94.

EGLI, S. & BRUNNER, I. (2002) : Les mycorhizes – Une fascinante biocénose en forêt. Notice pour le praticien 35, Institut fédéral de recherche WSL, Birmensdorf : 1-8.

FRAITURE, A. (2008) : Mycocoenologie des forêts de Haute Belgique. I. Fondements et méthodes de la mycocoenologie. Bulletin de la Société mycologique de France 124 : 187-261.

GARNIER-DEL COURT, M., MARSON, G., RECKINGER, CH., SCHULTHEIS, B., THOLL, M.-T. & TURK, J. (2010) : Notes mycologiques luxembourgeoises. IV. Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 111 : 61-79.

GARNIER-DEL COURT, M., RECKINGER, CH., SCHULTHEIS, B., THOLL, M.-T. & THORN, J. (2012) : Notes mycologiques luxembourgeoises. VI. Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 113 : 117-135.

HALBWACHS, H., KARASCH, P. & GRIFFITH, G. W. (2013): The diverse habitats of *Hygrocybe* – peeking into an enigmatic lifestyle. Mycosphere 4: 773-792.

HALME, P., ÓDOR, P., CHRISTENSEN, M., PILTAVER, A., VEERKAMP, M., WALLEYN, R., SILLER, I. & HEILMANN-CLAUSEN, J. (2013): The effect of habitat degradation on metacommunity structure of wood-inhabiting fungi in European beech forests. Biological conservation 168: 24-30.

JEPPESEN, T. S., FRØSLEV, T. G. & BRANDRUD, T. E. (2012): Subgen. *Phlegmacium* (Fr.) Trog. In: KNUDSEN, H. & VESTERHOLT, J. (eds): Funga Nordica – Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gatroid genera. Nordsvamp, Copenhagen: 782-826.

KNUDSEN, H. & VESTERHOLT, J. (Eds) (2012): Funga Nordica – Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gatroid genera. Nordsvamp, Copenhagen, 1083 pp.

KRIEGLSTEINER, L. (1999): Pilze im Naturraum Mainfränkische Platten und ihre Einbindung in die Vegetation. Regensburger Mykologische Schriften, Bd. 9, Teil I: 464 S.

LAURENT-DARGENT, J. (2009) : La liste rouge des champignons (macrofunges) rares ou menacés de la Lorraine. Thèse de doctorat en pharmacie, université H. Poincaré, Nancy, 116 pp.

LAURENT, P. (2008) : Inventaire mycologique de la réserve naturelle du Frankenthal-Missheimle – Campagne 2004-2008. Station mycologique des Hautes Vosges, Wisembach, 69 pp.

LODGE, D. J., AMMIRATI, J. F., O'DELL, T. E. & MUELLER, G. M. (2004): Collecting and describing macrofungi. In: MUELLER, G. M., BILLS, G. F. & FOSTER, M. S.: Biodiversity of Fungi – Inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Press, Burlington, USA: 128-144.

MOREAU, P.-A., DAILLANT, O., CORRIOL, G., GUEIDAN, C. & COURTECUISSÉ, R. (2002) : Inventaire des champignons supérieurs et des lichens sur 12 placettes du réseau et dans un site atelier de l'INRA/GIP ECOFOR – Résultats d'un projet pilote (1996-1998). Office national des forêts, département recherche et développement, 142 pp.

MOREAU, P.-A. & CORRIOL, G. (2005) : Inventaires des champignons sur les placettes RENECOFOR – Année 2004. Observatoire mycologique, Laboratoire de botanique. Facultés 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, 13-15 mai.2005.

MÜLLER-USING, S. & BARTSCH, N. (2009): Decay dynamic of coarse and fine woody debris of a beech (*Fagus sylvatica* L.) forest in Central Germany. European Journal of Forest Research 128 : 287-296.

O'DELL, T. E., LODGE, D. J., & MUELLER, G. M. (2004): Approaches to sampling macrofungi. In: MUELLER, G. M., BILLS, G. F. & FOSTER, M. S.: Biodiversity of Fungi – Inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Press, Burlington, USA : 163-168.

ÓDOR, P., HEILMANN-CLAUSEN, J., CHRISTENSEN, M., AUDE, E., VAN DORT, K. W., PILTAVER, A., SILLER, I., VEERKAMP, M., WALLEYN, R., STANDOVÁR, T., VAN HEES, A. F. M., KOSEC, J., MATOCEC, N., KRAIGHER, H. & GREBENC, T. (2004): Diversity and composition of dead wood inhabiting fungal and bryophyte communities in semi-natural beech forests in Europe. Nat-Man working report 32, 60 pp.

PAILLET, Y. & BERGÈS, L. (2010) : Naturalité des forêts et biodiversité : une comparaison par méta-analyse de la richesse spécifique des forêts exploitées et des forêts non exploitées en Europe. In : VALLAURI, D., ANDRÉ, J., GÉNOT, J.-C., DE PALMA J.-P. & EYNARD-MACHET, R. (coord.) : Biodiversité, naturalité, humanité : pour inspirer la gestion des forêts, Lavoisier Tec & Doc, Paris : 41-49.

PNNP (2007) : Plan National pour la Protection de la Nature – Plan d'action et rapport final. Ministère de l'Environnement, Luxembourg, 113 pp.

RICHARD, F., VOIRY, H. & MOREAU, P.-A. (2010) : Naturalité et biodiversité fongique : complémentarité ou antagonismes ? Éléments de réflexion autour du cas des champignons filamenteux. In : VALLAURI, D., ANDRÉ, J., GÉNOT, J.-C., DE PALMA J.-P. & EYNARD-MACHET, R. (coord.) : Biodiversité, naturalité, humanité : pour inspirer la gestion des forêts, Lavoisier Tec & Doc, Paris : 59-65.

RIPKOVÁ, S., AIME, C. & LIZON, P. (2005) : *Crepidotus crocophyllus* includes *C. nephrodes*. Mycotaxon 91 : 397-403.

SCHMITT, J. A. (2008): Rote Liste der Pilze des Saarlandes. In: Ministerium für Umwelt und Delattina (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen und Tiere des Saarlandes – Atlantenreihe Band 4: 188-205.

SCHULTHEIS, B., GARNIER-DEL COURT, M. & ENGELS, J. (2012): Die Nichtblätterpilze und Blätterpilze des Naturwaldreservates „Beetebuerger Bësch“ (2007-2008). In: MURAT, D. (Schriftl.): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 9. Zoologische und botanische Untersuchung „Beetebuerger Bësch“ 2005-2011, Naturverwaltung Luxemburg, 324 S.

SCHULTHEIS, B. & ENGELS, J. (2014): Die Nichtblätterpilze des Naturwaldreservates „Haard“. In: MURAT, D. (Schriftl.): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 12. Zoologische und botanische Untersuchungen „Haard“ (2012-2013) Naturverwaltung Luxemburg: im Druck.

SENN-IRLET, B., HEILMANN-CLAUSEN, J. & DAHLBERG, A. (2007): Guidance for de conservation of mushrooms in Europe. T-PVS 13, Conseil de l'Europe, Strasbourg, 34 pp.

VANDEKERKHOVE, K., DE KEERSMAKER, L., BAETÉ, H. & WALLEYN, R. (2005): Spontaneous re-establishment of natural structure and related biodiversity in a previously managed beech forest in Belgium after 20 years of non intervention. Forest Snow and Landscape Research 79: 145-156.

VOIRY, H. & GOSSELIN, F. (2012) : Protocoles d'inventaires mycologiques en réserves forestières : retour d'expérience du réseau Mycologie de l'ONF dans les réserves biologiques. Rendez-vous techniques ONF 35 : 68-73.

WAGENER, J. (1975) : Carte des sols du Grand-Duché de Luxembourg (Feuille 12, Esch-sur-Alzette). Ministère de l'agriculture et de la viticulture, Administration des services techniques de l'agriculture.

WALLEYN, R. & VEERKAMP, M. (2005): Houtzwammen op Beuk: Kensoorten voor soortenrijke bossen in België en Nederland. *Natuur.focus* 4: 82-88.

WEVILL VON KRÜGER, A. & BROCKAMP, U. (2011): Naturwaldreservat in Luxemburg, Bd. 7. Waldstrukturaufnahme „Haard“ 2009. *Naturverwaltung Luxemburg*, 73 S.

ZEHFUSS, H. D., EBERT, H. J. & WINTERHOFF, W. (2000): Großpilze: Rote Liste der ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Großpilze in Rheinland-Pfalz, 2. Aufl. (Stand: Oktober 1999). Ministerium für Umwelt und Forsten, Mainz, 36 pp.

7. Liste des champignons recensés à la Haard en 2013

Le **tableau 8** présente les taxons recensés dans la RFI en 2013 (y compris une dizaine d'espèces communes récoltées auparavant, voir **tableau 2**), ainsi que l'écologie de quelques espèces représentatives. Le statut des champignons repris sur les listes rouges européennes et régionales est mentionné également, de même qu'une estimation de la fréquence de certains d'entre eux au Luxembourg. Lorsque rien n'est indiqué, c'est qu'il s'agit d'hôtes relativement fréquents ou habituels des milieux forestiers.

Légende du tableau 8.

Taxons

Nomenclature d'après **KNUDSEN & VESTERHOLT 2012** et les bases de données *Index Fungorum* (www.indexfungorum.org) et *Mycobank* (www.mycobank.org), entre autres.

Groupes d'appartenance (colonne CL) :

A = Ascomycota
B = Basidiomycota

Modes de vie

(groupes trophiques, colonne GT) :

Bio = biotrophe
M = mycorhizien
P = parasite
Sh = saprotrophe humicole
Sl = saprotrophe des litières
Sx = saprotrophe lignicole

Préférences écologiques (colonne écologie) :

Substrats :

Bm = bois mort
Ca = calcicole ou calciphile
Ri = sols riches en nutriments
Ru = tendance rudérale

Partenaires mycorhiziens :

C = divers conifères
F = divers feuillus
AIn = *Alnus*
Bet = *Betula*
Car = *Carpinus*
Cor = *Corylus*
Fag = *Fagus*
Lar = *Larix*
Pic = *Picea*
Quer = *Quercus*

Espèces d'intérêt spécial :

Nat-Man : espèces des hêtraies semi-naturelles européennes associées de manière obligatoire ou opportuniste au gros bois mort au sol (•), d'après **ÓDOR et al. 2004**
A = très rare et menacé partout en EU
B = rare partout en EU et menacé dans certains pays
C = localement rare et menacé

EU RL : candidats pour une liste rouge européenne (Y), d'après **DAHLBERG & HEILMANN-CLAUSEN 2008**

Lorraine : espèces reprises dans la liste rouge de Lorraine (**LAURENT-DARGENT 2009**)

CR = en danger critique

EN = en danger

VU = vulnérable

NT = quasi menacé

LC = low concern

Sarre : espèces reprises dans la liste rouge de la Sarre (**SCHMITT 2008**), voir codes ci-dessous

Rhein. Pfalz : espèces reprises dans la liste rouge de Rhénanie Palatinat (**ZEHFUB et al. 2000**)

0 = ausgestorben oder verschollen

1 = vom Aussterben bedroht

2 = stark gefährdet

3 = gefährdet

G = wahrscheinlich gefährdet

R = extrem selten (latent gefährdet)

V = Vorwarnliste

LUX : estimation de la fréquence au Luxembourg

L = localisé

N = taxon nouveau pour le Luxembourg

P = repris en annexe du PNP 2007

PF = peu fréquent

R = rare

Tableau 8 Tableau synoptique des basidiomycètes agaricoïdes et des macroascomycètes recensés à la Haard en 2013.

Taxons	CL	GT	Écologie	Nat-Man	EU RL	Lorraine	Sarre	Rhein. Pfalz	LUX
<i>Agaricus silvicola</i> (Vittad.) Peck	B	Sh							
<i>Agaricus sylvaticus</i> Schaeff.	B	Sh							
<i>Agaricus sylvaticus</i> Schaeff. « f. alba »	B	Sh							
<i>Agrocybe erebia</i> (Fr.) Kühner ex Singer	B	Sx	Ri (F)	C					PF
<i>Amanita phalloides</i> (Vaill. ex Fr.) Link	B	M							
<i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm.	B	Sx/P		•					
<i>Armillaria ostoyae</i> (Romagn.) Herink	B	Sx/P		•					
<i>Ascocoryne sarcoides</i> (Jacq.) J.W. Groves & D.E. Wilson	A	Sx		•					
<i>Baeospora myosura</i> (Fr.) Singer	B	Sl							
<i>Bisporella citrina</i> (Batsch) Korf & S.E. Carp.	A	Sx							
<i>Boletus reticulatus</i> Schaeff.	B	M							
<i>Bulgaria inquinans</i> (Pers.) Fr.	A	Sx		•					
<i>Calocybe gambosa</i> (Fr.) Donk	B	Sh				VU			
<i>Camarophyllopsis atropuncta</i> (Pers.) Arnolds	B	Sh	Ca (F)		Y	CR	0		R
<i>Chlorophyllum rachodes</i> (Vittad.) Vellinga	B	Sh		•					
<i>Clitocybe candicans</i> (Pers.) P. Kumm.	B	Sh		•			R		
<i>Clitocybe fragrans</i> (With.) P. Kumm.	B	Sh		•					
<i>Clitocybe metachroa</i> (Fr.) P. Kumm. var. <i>metachroa</i>	B	Sh		•			3		
<i>Clitocybe nebularis</i> (Batsch) P. Kumm.	B	Sh		•					
<i>Clitocybe odora</i> (Bull.) P. Kumm.	B	Sh		•					
<i>Clitocybe phaeophthalma</i> (Pers.) Kuyper	B	Sh		•					
<i>Clitocybe vibecina</i> (Fr.) Quéf.	B	Sh							
<i>Clitopilus cystidiatus</i> Hauskn. & Noordel.	B	Sh							N
<i>Clitopilus melleopallens</i> (PD. Orton) Noordel. & Co-David	B	Sh							N
<i>Clitopilus prunulus</i> (Scop.) P. Kumm.	B	Sh		•					
<i>Collybia cirrhata</i> (Schumach.) Quéf.	B	Sl							
<i>Collybia cookei</i> (Bres.) J.D. Arnold	B	Sl		•					
<i>Conocybe tenera</i> (Schaeff.) Fayod	B	Sl		•					
<i>Coprinellus disseminatus</i> (Pers.) J.E. Lange	B	Sx		•					
<i>Coprinellus impatiens</i> (Fr.) J.E. Lange	B	Sh							
<i>Coprinellus micaceus</i> (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	B	Sx		•					
<i>Coprinellus radians</i> (Desm.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	B	Sx		•					
<i>Coprinellus silvaticus</i> (Peck) Gminder	B	Sx	Ri (F)	B					PF
<i>Coprinopsis episcopalis</i> (PD. Orton) Redhead, Vilgalys & Moncalvo	B	Sl	Ca (Fag)		Y	CR		3	L
<i>Coprinopsis lagopus</i> (Fr.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo	B	Sl		•					
<i>Coprinopsis picacea</i> (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo	B	Sh				LC			
<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	B	Sh							
<i>Cortinarius alnetorum</i> (Velen.) M.M. Moser	B	M	AIn			CR	3	3	PF
<i>Cortinarius anomalus</i> (Fr.) Fr.	B	M		•					
<i>Cortinarius barbatus</i> (Batsch) Melot	B	M	Fag, Quer, Car				3	2	PF
<i>Cortinarius caeruleus</i> (Schaeff.) Fr.	B	M	Ca (Fag)				2	2	L
<i>Cortinarius calochrous</i> (Pers.) Gray	B	M	Ca (Fag)				2	2	L
<i>Cortinarius casimiri</i> var. <i>casimiri</i> (Velen.) Huijsman	B	M		•			2	3	
<i>Cortinarius</i> cf. <i>obtusus</i> (Fr.) Fr.	B	M							
<i>Cortinarius cinnamomeus</i> (L.) Gray	B	M							

Taxons	CL	GT	Écologie	Nat-Man	EU RL	Lorraine	Sarre	Rhein. Pfalz	LUX
<i>Cortinarius elegantissimus</i> Rob. Henry	B	M	Ca (Fag)			EN	1	1	L
<i>Cortinarius infractus</i> (Pers.) Fr.	B	M	Ca (F)						
<i>Cortinarius olivaceofuscus</i> Kühner	B	M	Ca (F)	•			2	2	
<i>Cortinarius safranopes</i> Rob. Henry	B	M	Ri (F)				R		
<i>Cortinarius turgidus</i> Fr.	B	M	Ri (F)						
<i>Crepidotus appianatus</i> (Pers.) P. Kumm.	B	Sx		B			1		
<i>Crepidotus caspari</i> Velen.	B	Sx		•					
<i>Crepidotus cesatii</i> var. <i>cesatii</i> (Rabenh.) Sacc.	B	Sx		C					
<i>Crepidotus crocophyllus</i> (Berk.) Sacc.	B	Sx	Bm (F, C)		Y				N
<i>Crepidotus luteolus</i> (Lambotte) Sacc.	B	Sx							
<i>Crepidotus mollis</i> (Schaeff.) Staude	B	Sx	Ri (F)	•					
<i>Crepidotus subverrucisporus</i> Pilát	B	Sx							N
<i>Cystoderma superbum</i> Huijsman	B	Sh	Ri (F,C)		Y	EN	1	3	R
<i>Cystolepiota bucknallii</i> (Berk. & Broome) Singer & Cléménçon	B	Sl	Ru				3		
<i>Cystolepiota seminuda</i> (Lasch) Bon	B	Sl	Ca, Ru	•					
<i>Discina perlata</i> (Fr.) Fr.	A	Sx	Bm (C)			EN			
<i>Echinoderma asperum</i> (Pers.) Bon	B	Sh		•					
<i>Echinoderma echinaceum</i> (J.E. Lange) Bon	B	Sh	Ri				2		
<i>Echinoderma perplexum</i> (Knudsen) Bon	B	Sh	Ri (F)						N
<i>Entoloma</i> cf. <i>cestratum</i> (Fr.) M.M. Moser	B	Sh		•					
<i>Entoloma</i> cf. <i>resutum</i> s.l. sensu Ludwig 2001	B	Sh							
<i>Entoloma hirtipes</i> (Schumach.) M.M. Moser	B	Sl					R		
<i>Entoloma rhodopolium</i> (Fr.) P. Kumm.	B	Sh		•					
<i>Entoloma rhodopolium</i> f. <i>nidorosum</i> (Fr.) Noordel.	B	Sh		•					
<i>Entoloma sericatum</i> (Britzelm.) Sacc.	B	Sh							
<i>Entoloma sordidulum</i> (Kühner & Romagn.) P.D. Orton	B	Sh							
<i>Flammulaster carpophilus</i> (Fr.) Earle	B	Sl		•					
<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer	B	Sx		•					
<i>Galerina camerina</i> (Fr.) Kühner	B	Sx	Bm (C)	•					N
<i>Galerina hypnorum</i> (Schrank) Kühner	B	Sm		•					
<i>Galerina marginata</i> (Batsch) Kühner f. <i>marginata</i>	B	Sx		•					
<i>Galerina marginata</i> (Batsch) Kühner f. <i>unicolor</i>	B	Sx		•					
<i>Gymnopilus penetrans</i> (Fr.) Murrill	B	Sx							
<i>Gymnopus aquosus</i> (Bull.) Antonín & Noordel.	B	Sl							
<i>Gymnopus brassicolens</i> (Romagn.) Antonín & Noordeloos	B	Sl		•		CR	3		
<i>Gymnopus confluens</i> (Pers.) Antonín, Halling & Noordel.	B	Sl		•					
<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill	B	Sl		•					
<i>Gymnopus erythropus</i> (Pers.) Antonín, Halling & Noordel.	B	Sx		•					
<i>Gymnopus foetidus</i> (Sowerby) J.L. Mata & R.H. Petersen	B	Sx	Ri (F)	•					
<i>Gymnopus fusipes</i> (Bull.) Gray	B	Sx/P							
<i>Gymnopus hariolorum</i> (Bull.) Antonín, Halling & Noordel.	B	Sl	Ca (Fag)	•		CR		3	
<i>Gymnopus peronatus</i> (Bolton) Gray	B	Sl		•					
<i>Hebeloma fragilipes</i> Romagn.	B	M							
<i>Hebeloma hiemale</i> Bres.	B	M							
<i>Hebeloma sinapizans</i> (Paulet) Gillet	B	M							
<i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr.	A	M							
<i>Helvella lacunosa</i> Afzel.	A	M		•					
<i>Hemimycena lactea</i> (Pers.) Singer	B	Sl							

Taxons	CL	GT	Écologie	Nat-Man	EU RL	Lorraine	Sarre	Rhein. Pfalz	LUX
<i>Hohenbuehelia petaloides</i> (Bull.) Schulzer	B	Sx	Bm (F)				3		PF
<i>Hygrocybe conica</i> (Schaeff.) P. Kumm. var. <i>conica</i>	B	Bio				VU			
<i>Hygrocybe virginea</i> (Wulfen) P.D. Orton & Watling var. <i>virginea</i>	B	Bio				VU			
<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr.	B	M	Ca (F)						
<i>Hygrophorus discoxanthus</i> (Fr.) Rea	B	M	Ca (Fag)						
<i>Hygrophorus ebumeus</i> (Bull.) Fr.	B	M							
<i>Hygrophorus lucorum</i> Kalchbr.	B	M	Ca (Lar)						
<i>Hygrophorus nemoreus</i> (Pers.) Fr.	B	M	Ca (Quer)			NT	3	3	
<i>Hygrophorus unicolor</i> Gröger	B	M	Ca (Fag)						
<i>Hymenopellis radicata</i> (Relhan) R.H. Petersen	B	Sx		•					
<i>Hymenoscyphus</i> cf. <i>calyculus</i> (Fr.) W. Phillips	A	Sl							
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.) P. Kumm.	B	Sx		•					
<i>Hypholoma fasciculare</i> var. <i>pusillum</i> J.E. Lange	B	Sx		•					
<i>Hypholoma lateritium</i> (Schaeff.) P. Kumm.	B	Sx		•					
<i>Hypocrea</i> cf. <i>alutacea</i> (Pers.) Ces. & De Not.	A	Sx							
<i>Infundibulicybe geotropa</i> var. <i>maxima</i> (P. Gaertn. & G. Mey.) Konrad & Maubl.	B	Sh						3	
<i>Infundibulicybe gibba</i> (Pers.) Harmaja	B	Sh		•					
<i>Inocybe amethystina</i> Kuyper	B	M	Ca (F,C)						
<i>Inocybe asterospora</i> Quéf.	B	M	Ri (F)					3	
<i>Inocybe bongardii</i> (Weinm.) Quéf. var. <i>bongardii</i>	B	M	Ca (Fag, Quer)				G	2	
<i>Inocybe</i> cf. " <i>subflocculosa</i> " Bon ad interim	B	M							
<i>Inocybe</i> cf. <i>brevicystis</i> Métrod ex Kuyper	B	M							
<i>Inocybe</i> cf. <i>subnudipes</i> Kühner	B	M							
<i>Inocybe cincinnata</i> (Fr.) Quéf. var. <i>cincinnata</i>	B	M		•					
<i>Inocybe corydalina</i> Quéf.	B	M	Ca (F)					3	
<i>Inocybe flocculosa</i> Sacc.	B	M							
<i>Inocybe fraudans</i> (Britzelm.) Sacc.	B	M						3	
<i>Inocybe fulva</i> (Bon) Jacobsson & E. Larss.	B	M	Ri (Pic, Bet)						N
<i>Inocybe fuscidula</i> Velen. var. <i>fuscidula</i>	B	M					V		
<i>Inocybe geophylla</i> (Bull.) P. Kumm.	B	M							
<i>Inocybe griseolilacina</i> J.E. Lange	B	M	Ca (Fag, Cor)						
<i>Inocybe hirtella</i> Bres.	B	M	Ri (F)				3	3	
<i>Inocybe hirtella</i> var. <i>bispora</i> Kuyper	B	M	Ri (F)					3	
<i>Inocybe lilacina</i> (Peck) Kauffman	B	M	Ca (F, C)						
<i>Inocybe phaeodisca</i> Kühner	B	M					3		
<i>Inocybe phaeoleuca</i> Kühner	B	M	Ca (F)				G	3	
<i>Inocybe sindonia</i> (Fr.) P. Karst.	B	M							
<i>Kretzschmaria deusta</i> (Hoffm.) P.M.D. Martin (ANA)	A	Sx/P		•					
<i>Kuehneromyces mutabilis</i> (Schaeff.) Singer & A.H. Sm.	B	Sx		•					
<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	B	M		•					
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke cf. var. <i>laccata</i>	B	M		•					
<i>Laccaria laccata</i> var. <i>pallidifolia</i> (Peck) Peck	B	M		•					
<i>Lactarius blennius</i> (Fr.) Fr.	B	M		•					
<i>Lactarius circellatus</i> Fr.	B	M							
<i>Lactarius deterrimus</i> Gröger	B	M							
<i>Lactarius fluens</i> Boud.	B	M					LC		
<i>Lactarius fulvissimus</i> Romagn.	B	M							

Taxons	CL	GT	Écologie	Nat-Man	EU RL	Lorraine	Sarre	Rhein. Pfalz	LUX
<i>Lactarius glyciosmus</i> (Fr.) Fr.	B	M				LC			
<i>Lactarius pallidus</i> Pers.	B	M	Ca (Fag)						PF
<i>Lactarius pyrogalus</i> (Bull.) Fr.	B	M							
<i>Lactarius rubrocinctus</i> Fr.	B	M	Ca (Fag)			EN			
<i>Lactarius ruginosus</i> Romagn.	B	M				VU			
<i>Lactarius spinosulus</i> Quéél., Bull.	B	M	Ri (Bet)		Y	EN	2	3	
<i>Lactarius subdulcis</i> (Pers.) Gray	B	M		•					
<i>Lentinus tigrinus</i> (Bull.) Fr.	B	Sx							
<i>Leotia lubrica</i> (Scop.) Pers.	A	Sh		•			G		
<i>Lepiota castanea</i> Quéél.	B	Sh		•					
<i>Lepiota clypeolaria</i> (Bull.) P. Kumm.	B	Sh		•					
<i>Lepiota cristata</i> (Bolton) P. Kumm.	B	Sh		•					
<i>Lepiota grangei</i> (Eyre) Kühner	B	Sh	Ri (F)		Y	CR	2	2	R
<i>Lepiota ignipes</i> Locq. ex Bon	B	Sh							
<i>Lepiota subalba</i> Kühner ex P.D. Orton	B	Sh					R	R	PF
<i>Lepiota subincarnata</i> J.E. Lange	B	Sh	Ri, Ca (Ru)				2	2	
<i>Lepista flaccida</i> (Sowerby) Pat.	B	Sh		•					
<i>Lepista irina</i> (Fr.) H.E. Bigelow	B	Sh					G		
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	B	Sh		•					
<i>Leratiomyces squamosus</i> (Pers.) Bridge & Spooner var. <i>squamosus</i>	B	SI							
<i>Leratiomyces squamosus</i> var. <i>thraustus</i> (Kalchbr.) Bridge & Spooner	B	SI							
<i>Leucoagaricus badhamii</i> (Berk. & Broome) Singer	B	Sh					R		
<i>Macrocystidia cucumis</i> (Pers.) Joss.	B	Sh							
<i>Marasmiellus ramealis</i> (Bull.) Singer	B	SI		•					
<i>Marasmius bulliardii</i> Quéél.	B	SI		•					
<i>Marasmius cohaerens</i> (Pers.) Cooke & Quéél.	B	SI		•			3	3	
<i>Marasmius setosus</i> (Sowerby) Noordel.	B	SI							
<i>Marasmius wynneae</i> Berk. & Broome	B	SI		•				3	
<i>Megacollybia platyphylla</i> (Pers.) Kotl. & Pouzar	B	Sx		•					
<i>Melanoleuca</i> cf. <i>polioleuca</i> (Fr.) Kühner & Maire	B	Sh		•					
<i>Melanophyllum haematospermum</i> (Bull.) Kreisel	B	SI		•					
<i>Morchella semilibera</i> DC.	A	Sh/M?				NT			
<i>Mycena abramsii</i> (Murrill) Murrill	B	Sx		•					
<i>Mycena acicula</i> (Schaeff.) P. Kumm.	B	Sm		•					
<i>Mycena capillaris</i> (Schumach.) P. Kumm.	B	SI							
<i>Mycena</i> cf. <i>algeriensis</i> Maire	B	Sx							
<i>Mycena</i> cf. <i>stipata</i> Maas Geest. & Schwöbel	B	Sx							
<i>Mycena cinerella</i> (P. Karst.) P. Karst.	B	Sx		•					
<i>Mycena crocata</i> (Schrad.) P. Kumm.	B	Sx		•					
<i>Mycena epipterygia</i> (Scop.) Gray	B	SI							
<i>Mycena erubescens</i> Höhn.	B	Sx		C			R	3	
<i>Mycena filopes</i> (Bull.) P. Kumm.	B	Sx		•					
<i>Mycena flavoalba</i> (Fr.) Quéél.	B	SI		•					
<i>Mycena galericulata</i> (Scop.) Gray	B	Sx							
<i>Mycena galopus</i> (Pers.) P. Kumm.	B	SI		•					
<i>Mycena haematopus</i> (Pers.) P. Kumm.	B	Sx		•					

Taxons	CL	GT	Écologie	Nat-Man	EU RL	Lorraine	Sarre	Rhein. Pfalz	LUX
<i>Mycena hiemalis</i> (Osbeck) Quéél.	B	Sx		•			3		
<i>Mycena laevigata</i> Gillet	B	Sx							
<i>Mycena leptcephala</i> (Pers.) Gillet	B	SI		•					
<i>Mycena maculata</i> P. Karst.	B	Sx							
<i>Mycena metata</i> (Secr. ex Fr.) P. Kumm.	B	SI							
<i>Mycena olida</i> Bres.	B	Sm				CR	1		
<i>Mycena pelianthina</i> (Fr.) Quéél.	B	SI	Ca (Fag)	•				3	
<i>Mycena polygramma</i> (Bull.) Gray	B	Sx		•					
<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm.	B	SI		•					
<i>Mycena pura</i> f. <i>ianthina</i> (Gillet) Maas Geest.	B	SI		•					
<i>Mycena rosea</i> (Bull.) Gramberg	B	SI		•					
<i>Mycena sanguinolenta</i> (Alb. & Schwein.) P. Kumm.	B	SI		•					
<i>Mycena speirea</i> (Fr.) Gillet	B	SI		•			2		
<i>Mycena stylobates</i> (Pers.) P. Kumm.	B	SI							
<i>Mycena vitilis</i> (Fr.) Quéél.	B	SI		•					
<i>Mycetinis alliaceus</i> (Jacq.) Earle ex A.W. Wilson & Desjardin	B	Sx		•					
<i>Mycetinis scorodonius</i> (Fr.) A.W. Wilson & Desjardin	B	SI							
<i>Naucoria escharioides</i> (Fr.) P. Kumm.	B	M				VU			
<i>Neobulgaria pura</i> (Pers.) Petr.	A	Sx		•					
<i>Otidea alutacea</i> (Pers.) Massee	A	M?						2	
<i>Oudemansiella mucida</i> (Schrad.) Höhn.	B	Sx		•					
<i>Panellus stipticus</i> (Bull.) P. Karst.	B	Sx		•					
<i>Parasola conopilus</i> (Fr.) Örstadius & E. Larss.	B	SI							
<i>Parasola plicatilis</i> (Curtis) Redhead, Vilgalys & Hopple	B	Sh							
<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	B	M		•					
<i>Peziza avernensis</i> Roze & Boud.	A	M		•					
<i>Pholiota gummosa</i> (Lasch) Singer	B	Sx		•					
<i>Pholiota tuberculosa</i> (Schaeff.) P. Kumm.	B	Sx		B					
<i>Pholiotina brunnea</i> (J.E. Lange & Kühner) Singer	B	SI	Ca	•			R		PF
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	B	Sx/P		•					
<i>Pluteus cervinus</i> P. Kumm.	B	Sx		•					
<i>Pluteus hispidulus</i> (Fr.) Gillet	B	Sx		•			3		
<i>Pluteus luctuosus</i> Boud.	B	Sx		•			R		
<i>Pluteus luteovirens</i> Rea	B	Sx	Bm (F)	•			1		N
<i>Pluteus nanus</i> (Pers.) P. Kumm.	B	Sx		•					
<i>Pluteus phlebophorus</i> (Ditmar) P. Kumm.	B	Sx		•					
<i>Pluteus pouzarianus</i> Singer	B	Sx	Bm (C)						PF
<i>Pluteus salicinus</i> (Pers.) P. Kumm.	B	Sx		•					
<i>Pluteus thomsonii</i> (Berk. & Broome) Dennis	B	Sx		•			1		
<i>Pluteus umbrosus</i> (Pers.) P. Kumm.	B	Sx	Bm (F)	B		CR	2	R	
<i>Psathyrella candolleana</i> (Fr.) G. Bertrand	B	Sx		•					
<i>Psathyrella</i> cf. <i>pseudogordonii</i> Kits van Wav.	B	Sx							
<i>Psathyrella corrugis</i> (Pers.) Konrad & Maubl.	B	SI							
<i>Psathyrella lutensis</i> (Romagn.) Bon	B	SI		•			2		
<i>Psathyrella maculata</i> (C.S. Parker) A.H. Sm.	B	Sx				CR	3		
<i>Psathyrella microrhiza</i> (Lasch) Konrad & Maubl.	B	SI					3		
<i>Psathyrella multipedata</i> (Peck) A.H. Sm.	B	Sx							
<i>Psathyrella obtusata</i> (Pers.) A.H. Sm.	B	SI		•					

Taxons	CL	GT	Écologie	Nat-Man	EU RL	Lorraine	Sarre	Rhein. Pfalz	LUX
<i>Psathyrella piluliformis</i> (Bull.) PD. Orton	B	Sx		•					
<i>Psathyrella prona</i> (Fr.) Gillet	B	SI							
<i>Psathyrella silvestris</i> (Gillet) Konrad & Maubl.	B	Sx	Bm (F)	A	Y		R		N
<i>Psathyrella spadiceogrisea</i> (Schaeff.) Maire	B	SI							
<i>Pseudoclitocybe cyathiformis</i> (Bull.) Singer	B	Sx		B					
<i>Rhodocollybia butyracea</i> (Bull.) Lennox f. asema	B	SI							
<i>Rhodocybe gemina</i> (Paulet) Kuyper & Noordel.	B	Sh						3	
<i>Rickenella fibula</i> (Bull.) Raitelh.	B	Sm		•					
<i>Ripartites tricholoma</i> (Alb. & Schwein.) P. Karst.	B	SI		•					
<i>Roridomyces roridus</i> (Fr.) Rexer	B	Sx							
<i>Russula albonigra</i> (Krombh.) Fr.	B	M					G		
<i>Russula aurea</i> Pers.	B	M						2	
<i>Russula delicata</i> Fr.	B	M	Ca (F)						
<i>Russula farinipes</i> Romell	B	M	Ca (F)			NT	V	2	
<i>Russula integra</i> (L.) Fr.	B	M	Ca (Pic)						
<i>Russula mairei</i> Singer	B	M	Ri (Fag)						
<i>Russula olivacea</i> (Schaeff.) Fr.	B	M							
<i>Russula queletii</i> Fr.	B	M	Ri (Pic)						
<i>Russula violeipes</i> Quéf.	B	M							
<i>Sarcomyxa serotina</i> (Pers.) P. Karst.	B	Sx		•					
<i>Sarcoscypha coccinea</i> (Gray) Boud.	A	Sx					0		
<i>Scutellinia crinita</i> (Bull.) Lambotte	A	Sx							
<i>Simocybe centunculus</i> (Fr.) P. Karst.	B	Sx							
<i>Strobilurus esculentus</i> (Wulfen) Singer	B	SI							
<i>Stropharia aeruginosa</i> (Curtis) Quéf.	B	Sh		•					
<i>Stropharia caerulea</i> Kreisel	B	Sh							
<i>Tapinella panuoides</i> (Fr.) E.-J. Gilbert	B	Sx							
<i>Tarzetta catinus</i> (Holmsk.) Korf & J.K. Rogers	A	M							
<i>Tephrocybe boudieri</i> (Kühner & Romagn.) Derbsch	B	SI							
<i>Tricholoma argyraceum</i> (Bull.) Gillet	B	M	Ri (F)			VU	R		
<i>Tricholoma aurantium</i> (Schaeff.) Ricken	B	M	Ca (F, C)			LC	1	3	L
<i>Tricholoma caligatum</i> (Viv.) Ricken	B	M	Ca (F, C)			CR			P
<i>Tricholoma lascivum</i> (Fr.) Gillet	B	M	Ri (Fag)	•					
<i>Tricholoma saponaceum</i> (Fr.) P. Kumm.	B	M							
<i>Tricholoma sculpturatum</i> (Fr.) Quéf.	B	M	Ri (F)						
<i>Tricholoma squarrulosum</i> Bres.	B	M	Ca (Fag)			VU	R		
<i>Tricholoma stiparophyllum</i> (S. Lundell) P. Karst.	B	M	Ca (Bet)	•					
<i>Tricholoma sulphureum</i> (Bull.) P. Kumm.	B	M	Ca (F, C)						
<i>Tubaria « pallidispota »</i> J.E. Lange	B	Sx					3	3	
<i>Tubaria conspersa</i> (Pers.) Fayod	B	Sx		•					
<i>Tubaria furfuracea</i> (Pers.) Gillet	B	Sx		•					
<i>Tubaria furfuracea</i> (Pers.) Gillet « f. hiemalis »	B	Sx		•					
<i>Xerocomellus chrysenteron</i> (Bull.) Šutara	B	M							
<i>Xerocomellus pruinatus</i> (Fr.) Šutara	B	M		•					
<i>Xerocomus ferrugineus</i> (Schaeff.) Bon	B	M					3		
<i>Xylaria carpophila</i> (Pers.) Fr.	A	SI							
<i>Xylaria hypoxylon</i> (L.) Grev.	A	Sx		•					
<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev.	A	Sx		•					

8. Illustrations

8.1 | Figures

Figure 1 : Illustration schématique du wood wide web 83

Figure 2 : Délimitation des secteurs prospectés 86

Figure 3 : Répartition des groupes trophiques 89

Figure 4 : Nombre d'espèces par secteur, périodes et nombre de passages 91

8.2 | Photos

Photo 1 : Le Clitocybe nébuleux (*Clitocybe nebularis*), un champignon des bois « classique » très commun. 81

Photo 2 : *Boletus fechtneri*, Dudelonge – Wal, 20.9.2007. Le Bolet de Fechtner est un macromycète calcicole assez rare associé aux chênes ou aux hêtres. La Haard est un habitat qui lui convient mais il n'y a pas été observé en 2013. 81

Photo 3 : Pézize écarlate (*Sarcoscypha coccinea*), Laangebiert N-O, 23.1.2010. 82

Photo 4 : Rhizomorphes d'armillaire (*Armillaria* sp.), Frankelach, 14.4.2013. 83

Photo 5 : Le Plutée brun d'ombre (*Pluteus umbrosus*, Laangebiert S-E, 27.9.2013) fait partie des indicateurs du degré de naturalité des hêtraies européennes; il n'est pas rare au Luxembourg sur son substrat de prédilection, les troncs au sol en décomposition. 83

Photo 6 : Les cortinaires du sous-genre *Phlegmacium* comme le Cortinaire bleu (*Cortinarius caeruleus*, Reiteschkopp E, 4.10.2013) sont des indicateurs valables, car beaucoup sont calciphiles ou limités à des habitats à longue continuité. 83

Photo 7 : Crépidote à lames safran (*Crepidotus crocophyllus*), Laangebiert S-E, 23.9.2013. 87

Photo 8 : Cystoderme superbe (*Cystoderma superbum*), Laangebiert S-E, 27.9.2013. 88

Photo 9 : Tricholome chaussé (*Tricholoma caligatum*), Laangebiert N-E, 21.10.2013. 88

Photo 10 : Lentin tigré (*Lentinus tigrinus*), Kalebiert N, 1.5.2013. 92

Photo 11 : Pleurote pétaoloïde (*Hohenbuehelia petaloides*), Laangebiert S-E, 27.9.2013. 92

Photo 12 : Clitocybe en coupe (*Pseudoclitocybe cyathiformis*), Reiteschkopp O, 15.11.2013. 92

Photo 13 : Le Plutée cendré (*Pluteus thomsonii*) est considéré comme rare en Europe, mais relativement fréquent au Luxembourg sur bois décomposé. 94

Photo 14 : Le Plutée du Saule (*Pluteus salicinus*) est assez commun. Contrairement à ce qu'indique son nom, il colonise toutes sortes de bois mort. 94

Photo 15 : Le tricholome à pied écaillé (*Tricholoma squarrulosum*), un champignon calcicole thermophile (Reiteschkopp E, 4.10.2013). 96

Photo 16 : Les arbres au sol en décomposition représentent un substrat indispensable ou favorable pour toute une communauté de champignons et bien d'autres organismes (Laangebiert S-E, 27.9.2013). 97

8.3 | Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des secteurs prospectés 85

Tableau 2 : Espèces récoltées antérieurement non observées en 2013 87

Tableau 3 : Espèces nouvelles et nouvelles stations d'espèces pour le Luxembourg 88

Tableau 4 : Coefficients d'abondance 90

Tableau 5 : Espèces les plus répandues dans la RFI Haard (2013) 90

Tableau 6 : Quelques espèces caractéristiques des différents habitats de la Haard (2012-2013) 93

Tableau 7 : Espèces indicatrices de la naturalité des hêtraies et espèces lignicoles d'intérêt spécial en Europe présentes à la Haard (2013) 95

Tableau 8 : Tableau synoptique des basidiomycètes agaricoïdes et des macroascomycètes recensés à la Haard en 2013. 101

Gefäßpflanzenflora und Waldgesellschaften im Naturwaldreservat „Haard“ (2013)

Dr. Thomas KOMPA

1. Einleitung

Die Einstellung der forstlichen Nutzung in Naturwaldreservaten eröffnet einzigartige Chancen, unser lückenhaftes Wissen über die natürliche Dynamik in den ansonsten von menschlichen Eingriffen geprägten europäischen Wäldern zu erweitern. Für das Verständnis dieser Prozesse spielt die Waldbodenvegetation eine große Rolle. Sie ist nicht nur wichtiger Bestandteil des Waldökosystems, sondern auch ein hervorragender Bioindikator. Aufgrund ihrer leichten Erfassbarkeit, ihrer überschaubaren Artenzahl, ihrer gut erforschten Standortansprüche und ihrer relativ schnellen Reaktion auf veränderte Umweltbedingungen eignen sich besonders die Gefäßpflanzenarten für die Erfassung von Fluktuationen und Sukzessionen in der Pflanzendecke von Waldökosystemen (THOMAS et al. 1995). Eine Grundvoraussetzung

für einen solchen Forschungsansatz ist das langfristige Vegetationsmonitoring mit definierten Aufnahmeverfahren auf reproduzierbaren Flächen. Die unter dieser Maßgabe erfolgte Ersterfassung der Vegetation im Naturwaldreservat Haard im Jahr 2013 stellt den Auftakt für eine vegetationskundliche Zeitreihe dar und ermöglicht zukünftig einen überregionalen Vergleich mit anderen Naturwaldreservaten. Auch hier wurde das in mehreren luxemburgischen Naturwaldreservaten erprobte Konzept „Biomonitoring Vegetation, Version 1.0“ (WEVELL VON KRÜGER 2010) angewandt. Die vorliegende vegetationskundliche Studie ergänzt die im Jahr 2009 im Reservat durchgeführte Waldstrukturaufnahme (WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2011).



Eine Besonderheit dieses in der luxemburgisch-lothringischen Minette-Region liegenden Gebietes ist seine Jahrhunderte andauernde Prägung durch Bergbauaktivitäten, die auch lange nach Einstellung des Erzbergbaus heute noch deutlich sichtbar ist. Oberirdisch fallen bergbaubedingte Wegetrasen sowie Einsturztrichter und -rinnen ins Auge. Unter Tage wirkten die Stollen und Galerien wie natürliche Karsthöhlen, die das Gebiet entwässerten und zum Versiegen vorhandener Quellen führten. Entsprechend gewässerarm ist das Gebiet. Die Einstellung der forstlichen Nutzung im heutigen Naturwaldreservat erfolgte 2003/2004 (WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2011).

2. Material und Methoden

Bei den Geländeaufnahmen verwendete Materialien

- Übersichtskarte im Maßstab 1 : 10.000 mit den eingezeichneten Probekreisen der WSA-L sowie dem Wege- und Gewässernetz;
- Stammverteilungspläne der Probekreise der WSA-L;
- Bambusstäbe zum Markieren der Aufnahmequadrate;

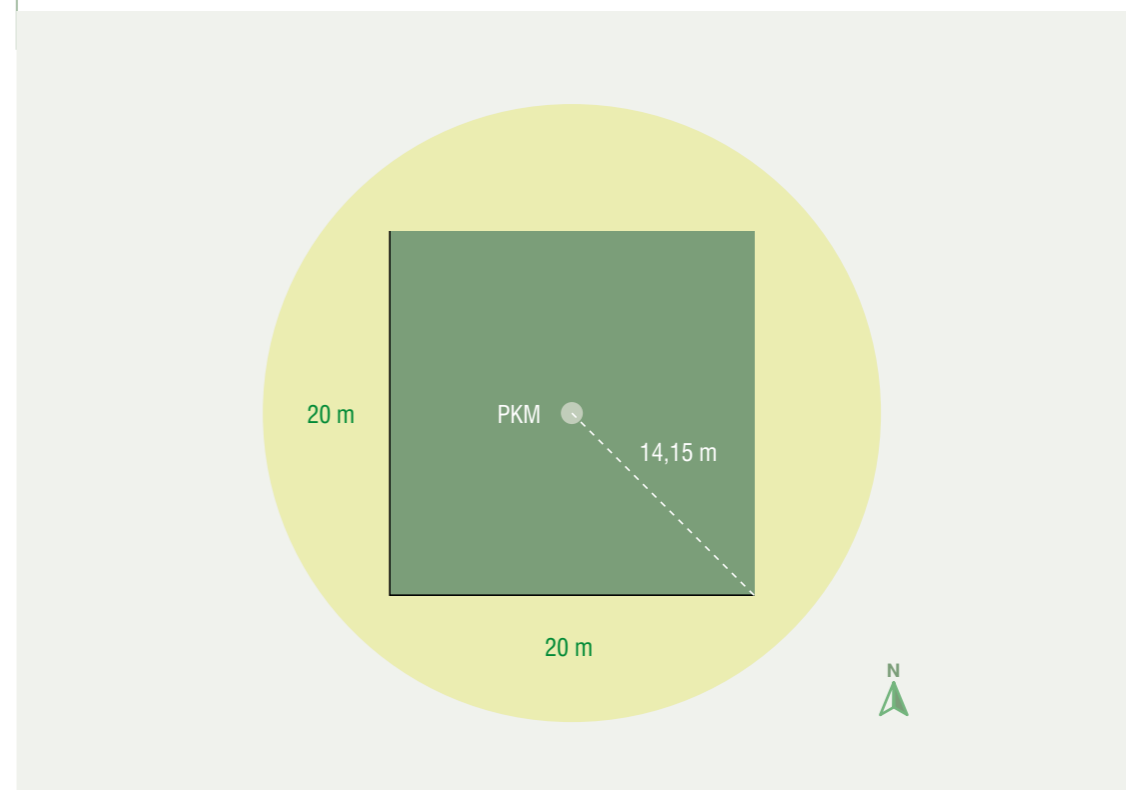
- Taschenbussole, Maßband, Magnetsuchgerät;
- Bestimmungsliteratur (ROTHMALER 2005).

Einrichtung der Untersuchungsflächen

Die Vegetationsaufnahmen wurden auf 400 m² großen quadratischen Flächen durchgeführt, die in das Stichprobennetz der WSA-L eingehängt sind. Zum Auffinden der Probekreismittelpunkte war eine Kombination aus Magnetsuchgerät, Stammverteilungsplan und Peilen mit der Taschenbussole hilfreich. Ausgehend vom Probekreismittelpunkt wurde das Aufnahmequadrat mittels Taschenbussole und Maßband entsprechend **Abbildung 1** ausgemessen und mit Bambusstäben markiert (Diagonalen in NW/SE- bzw. NE/SW-Richtung aufgespannt). Die Vegetationsaufnahmeflächen im NWR Haard bilden einen kleineren Ausschnitt aus den 1000 m²-Probekreisen der WSA-L ab. Sie sind nicht identisch mit denen des Monitoring der Moose, welche auf dem gesamten Probekreis aufgenommen wurden. Die mit Vegetationsaufnahmen erfasste Gesamtfläche beträgt im vorliegenden Fall 2,60 ha (das entspricht 1,7 % der Reservatsfläche).

Abbildung 1

Lageschema der 400 m² großen Vegetationsaufnahmefläche (Kantenlänge 20 m) innerhalb des 1000 m²-Probekreises der WSA-L; PKM = Probekreismittelpunkt.



Vegetationsaufnahmen

Die Vegetationsaufnahmen wurden in 2 Durchgängen im April und im Juli 2013 an insgesamt 65 WSA-Punkten im Reservat erstellt. Auf den 400 m² großen Aufnahmeflächen (Abbildung 1) wurden zunächst die Schichtdeckungsgrade der 4 Vegetationsschichten geschätzt. Anschließend erfolgte die Deckungsgradschätzung für alle Arten einer jeden Schicht mittels einer abgestuften, prozentgenauen Schätzskala.

Die 4 Schichten sind folgendermaßen definiert:

- Baumschicht 1 (B1): obere Baumschicht;
- Baumschicht 2 (B2): untere Baumschicht; bis zu zwei Dritteln der mittleren Höhe der B1, jedoch Mindestwuchshöhe 5 m;
- Strauchschicht (S): Gehölze mit Wuchshöhe 1,5 - 5 m;
- Krautschicht (K): krautige Arten unabhängig von der Wuchshöhe und Gehölze bis maximal 1,5 m Wuchshöhe.

Die abgestufte Schätzskala der Deckungsgrade ist im unteren Bereich etwas feingliedriger und enthält folgende Elemente:

- r (nur 1 Exemplar in der Fläche; <1 % Deckung);
- + (2-5 Exemplare in der Fläche; <1 % Deckung);
- 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 15 %, weiter in 5 %-Schritten bis 100 % Deckung.

Für eine bessere Auswertbarkeit der Vegetationsaufnahmen wurden neben den Angaben zur Vegetation weitere markante Charakteristika einer Aufnahmefläche und ihrer Umgebung notiert. Von Interesse sind v. a. Windwurflicken und -verhaue, Totholz, anthropogene Störungen (alte Fahrwege und Rückegassen, Trampelpfade, bergbaubedingte Einsturztrichter und -rinnen), eingeschlossene Gewässerläufe, Geländekanten, auffällig starke Störzeigerpräsenz sowie Bestandeswechsel.

Floristische Erfassung in den übrigen Teilen des Reservates

Das Arteninventar außerhalb der Vegetationsaufnahmeflächen wurde einerseits beim Zurücklegen des Weges zwischen den WSA-Punkten erfasst, andererseits durch gezieltes Ablaufen von Sonderstandorten wie z.B. Wegen, Gewässerläufen, bergbaubedingten Einsturztrichtern und -rinnen, anthropogenen Kleingewässern und Mardellen. An den Waldaußenkanten wurde der Waldaußenrand mit erfasst. Der Bearbeitungszeitraum für die floristische Erfassung erstreckte sich ebenfalls von April bis Juli 2013.

Dateneingabe und Auswertungsverfahren

Die Dateneingabe in die Vegetationstabellen und die Erstellung eines Teiles der Grafiken erfolgte mit MS Excel, die GIS-Bearbeitung mit ArcView 3.3. Beim Zusammenführen der Vegetationstabellen der Frühjahrs- und der Sommeraufnahme wurde der jeweils höhere Deckungsgrad einer Art akzeptiert.

Für Berechnungen des mittleren Deckungsgrades (z.B. in Kapitel 3.5.2) wurden Deckungsgrade <1 % folgendermaßen transformiert: r = 0,1 %; + = 0,5 %.

Der Roten Liste Luxemburgs (COLLING 2005) entstammen die wissenschaftlichen Namen der Gefäßpflanzenarten, die Angaben zu deren Gefäßbildungs- und Verbreitungsstatus sowie zum Habitat-typ (Tabelle 1 Anhang). Die deutschen Artnamen orientieren sich an WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998). Die Angaben zur Waldbindung der Arten im Berg- und Hügelland wurden SCHMIDT et al. (2011) entnommen (Tabelle 1 Anhang).

Die ökologischen Zeigerwerte gehen auf ELLENBERG et al. (2001) zurück, welche ebenso in SCHMIDT et al. (2011) enthalten sind (Tabelle 1 Anhang).

Die Unterteilung in Wuchsformengruppen wurde nach eigenem Ermessen unter Anlehnung an die in der forstlichen Literatur gebräuchlichen Kategorien vorgenommen (Tabelle 1 Anhang).

Die pflanzensoziologische Einordnung der Vegetationsaufnahmen (Tabelle 2-5 Anhang) richtet sich nach VANESSE (1993).

3. Ergebnisse

3.1 | Gesamtarteninventar

Nach der Erhebung im Jahr 2013 kommen im Naturwaldreservat Haard insgesamt 194 Gefäßpflanzenarten vor. Davon wurden 132 Arten auch auf den Vegetationsaufnahmeflächen an WSA-Punkten gefunden, 62 nur außerhalb davon (Tabelle 1 Anhang). Das bedeutet, dass 68 % des vorgefundenen Gesamtarteninventars durch die systematisch angeordneten Vegetationsaufnahmen abgebildet werden. Bezogen auf die gesamte Gebietsfläche von 156 ha (einschließlich Pufferflächen) lassen sich demnach 1,2 Gefäßpflanzenarten je ha finden. Bezogen auf die an den WSA-Punkten mit Vegetationsaufnahmen erfasste Fläche (2,60 ha) ergeben sich 50,8 Gefäßpflanzenarten je ha.

Die Unterteilung in Wuchsformengruppen ist in Tabelle 1 sowie in Tabelle 1 Anhang dargestellt. Insgesamt konnten im Naturwaldreservat 28 Baumarten, 27 Straucharten (einschließlich verholzter Lianen), 9 Arten der Farne und Schachtelhalme, 26 Grasarten (Süß- und Sauergräser, Binsengewächse) sowie 104 sonstige krautige Arten ermittelt werden.

Ein Vergleich des Arteninventars der 65 Vegetationsaufnahmeflächen im NWR Haard mit dem der bereits früher aufgenommenen Naturwaldreservate Laangmuer (WEVELL VON KRÜGER 2009), Enneschte Bësch (WEVELL VON KRÜGER 2011) und Beetebuerger Bësch (KOMPA 2012) zeigt, dass die basiphilen Laubwaldstandorte des NWR Haard mit rund 51 Arten je ha aufgenommener Fläche ein ähnlich hohes Artenzahlniveau erreichen wie im NWR Enneschte Bësch (meist basenreiche Standorte; dort 47 Arten je ha). Die überwiegend

Abbildung 2

Selten im NWR Haard zu finden und Art der luxemburgischen Roten Liste: Gewöhnlicher Seidelbast (*Daphne mezereum*) zur Blütezeit.



mesophilen bzw. sauer-armen Standorte von Beetebuerger Bësch bzw. Laangmuer liegen mit 30 bzw. 26 Arten je ha deutlich darunter.

Das NWR Haard (156 ha) ist in den Südtel des luxemburgischen Naturschutzgebietes Haard-Hesselsberg-Staebierg (590 ha) integriert und macht somit gut ein Viertel davon aus. Bei einer früheren Erhebung im gesamten Naturschutzgebiet (AEF 1992), welches u. a. viele bergbaubedingte, xerotherme Offenlandstandorte enthält, wurden 436 Gefäßpflanzenarten aufgelistet. Nach der vorliegenden Erhebung aus dem Jahr 2013 kommen im NWR Haard also etwa 44 % des damals ermittelten Arteninventars des gesamten Naturschutzgebietes vor (grobe Orientierung - ohne Ermittlung von Wiederfundraten u. ä.).

Tabelle 1 Gesamtarteninventar des Naturwaldreservates, unterteilt nach Wuchsformen und nach dem Vorkommen der Arten auf den Vegetationsaufnahmeflächen bzw. außerhalb davon.

	an WSA-Punkten	nur außerhalb der WSA-Punkte	Summe
Bäume	26	2	28
Sträucher und verholzte Lianen	24	3	27
Farne und Schachtelhalme	6	3	9
Süß- und Sauergräser sowie Binsengewächse	16	10	26
sonstige Krautige	60	44	104
Summe	132	62	194

3.2 | Rote-Liste-Arten

Im Naturwaldreservat kommen insgesamt 17 Arten der luxemburgischen Roten Liste (COLLING 2005) vor. Sie lassen sich fünf Gefährdungskategorien zuordnen (Tabelle 2). Dabei ist die Kategorie „Critically Endangered (Vom Aussterben bedroht)“ mit zwei Arten vertreten, die Kategorie „Endangered

(Stark gefährdet)“ mit einer Art, die Kategorien „Vulnerable (Gefährdet)“ und „Near Threatened (potenziell gefährdet/Vorwarnliste)“ mit jeweils sechs Arten und die Kategorie „Extremely Rare (Extrem selten)“ mit zwei Arten. Neun der 17 Arten kommen auch auf den Vegetationsaufnahme-flächen an WSA-Punkten vor, die übrigen nur außerhalb davon (Tab. 1 Anhang).

Tabelle 2 Rote-Liste-Arten im NWR Haard.

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Gefährdungsstatus
Gewöhnliche Kiefer	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Critically Endangered
Felsen-Kirsche	<i>Prunus mahaleb</i> L.	Critically Endangered
Wimper-Segge	<i>Carex pilosa</i> SCOP.	Endangered
Berle	<i>Berula erecta</i> (HUDS.) COVILLE	Vulnerable
Rotes Waldvöglein	<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) L. C. M. RICH.	Vulnerable
Braunrote Stendelwurz	<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm.) BESSER	Vulnerable
Violette Stendelwurz	<i>Epipactis purpurata</i> SMITH	Vulnerable
Weißer Waldhyazinthe	<i>Platanthera bifolia</i> (L.) L. C. M. RICH.	Vulnerable
Grünliche Waldhyazinthe	<i>Platanthera chlorantha</i> (Cust.) REICHENB.	Vulnerable
Gewöhnliche Akelei	<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	Near Threatened
Hirschzunge	<i>Asplenium scolopendrium</i> L.	Near Threatened
Maiglöckchen	<i>Convallaria majalis</i> L.	Near Threatened
Gewöhnlicher Seidelbast	<i>Daphne mezereum</i> L.	Near Threatened
Gelber Fingerhut	<i>Digitalis lutea</i> L.	Near Threatened
Kleinblütige Königskerze	<i>Verbascum thapsus</i> L.	Near Threatened
Zittergras-Segge	<i>Carex brizoides</i> L.	Extremely Rare
Vielwurzlige Teichlinse	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) SCHLEID.	Extremely Rare

Abbildung 3

Bergbaubedingte Einsturzrinnen und -trichter wie hier sind Wuchsorte der seltenen Hirschzunge (*Asplenium scolopendrium*) im Reservat. Die tieferen Strukturen verfügen über ein eigenes Lokalklima und sind teilweise mit kleinflächigen Schluchtwäldern bestockt.



Abbildung 4

Der Gelbe Fingerhut (*Digitalis lutea*) steht ebenfalls auf der Roten Liste Luxemburgs und kommt im NWR Haard nur selten vor; hier am Rand einer Einsturzrinne im Norden des Reservates.



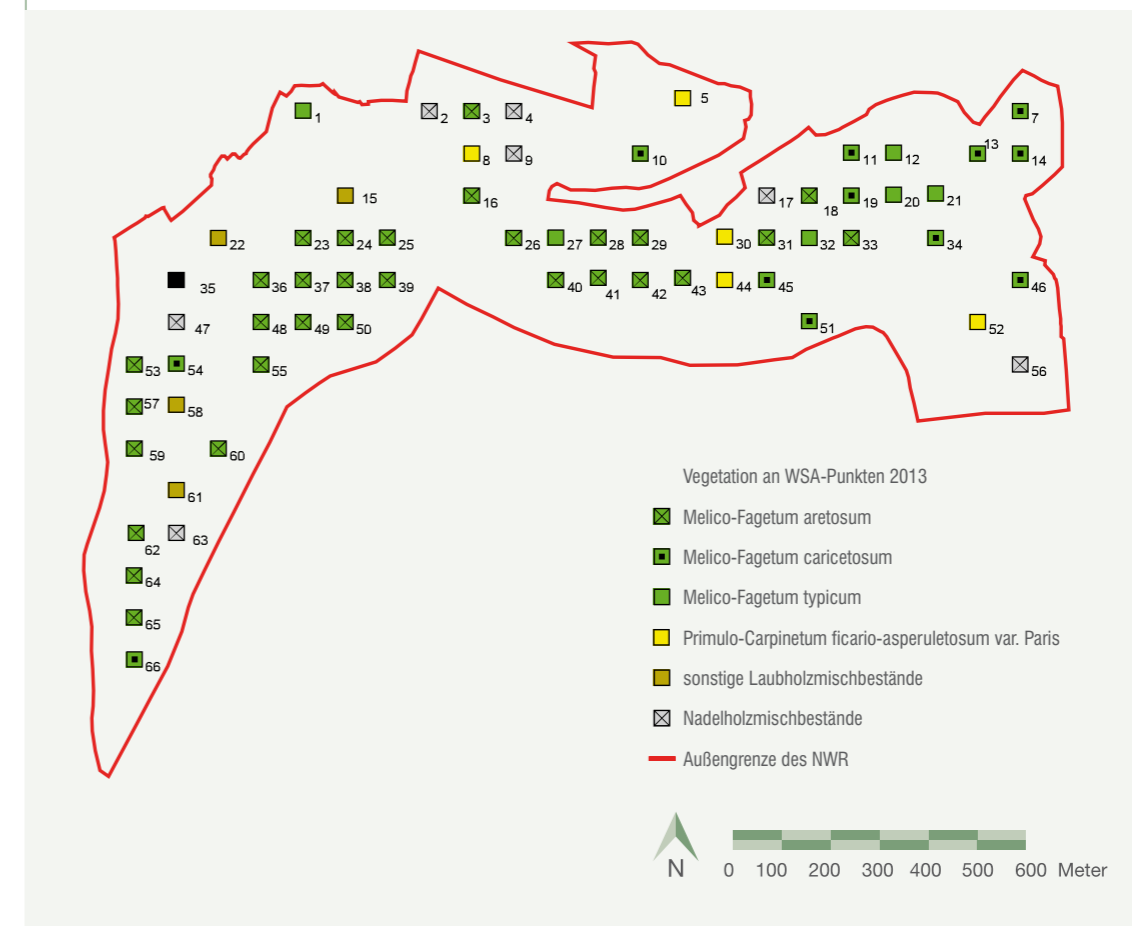
3.3 | Waldgesellschaften im Naturwaldreservat

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich ausschließlich auf die Vegetationsaufnahmen, die im Jahr 2013 auf den 400 m² großen Flächen an 65 WSA-Punkten im Reservat erstellt wurden. Im Gegensatz zur großflächigen pflanzensoziologischen Kartierung Luxemburgs (1992-2002) werden hiermit sehr detaillierte Angaben aus einem relativ kompakten Landschaftsausschnitt zur Verfügung gestellt. Durch die systematische Anordnung des Gitternetzes (Abstand zwischen den Punkten

jeweils 100 m) werden häufige Bestandestypen überrepräsentiert, seltene dagegen unterrepräsentiert bzw. nicht erfasst. So werden z.B. in tieferen Einsturztrichtern stockende Schluchtwälder aufgrund ihrer Kleinflächigkeit nicht oder nur randlich durch die WSA-Punkte abgebildet. Ebenso wird Vegetation an Gewässerufren (Bachläufe, anthropogene Kleingewässer, Mardellen) kaum erfasst. Der Vorteil dieses Aufnahmedesigns ist, dass damit die für ein Untersuchungsgebiet besonders charakteristischen Waldbilder herausgestellt werden können.

Abbildung 5

Verteilung der Vegetationsaufnahme-flächen im Reservat und ihre pflanzensoziologische Zuordnung (Symbole der Aufnahmequadrare nicht maßstabsgerecht).



3.3.1 Melico-Fagetum typicum – Typischer Perigras-Buchenwald (Tabelle 2 Anhang)

Das Melico-Fagetum typicum ist im Reservat nur selten vertreten. Es wurde an 6 WSA-Punkten aufgenommen und kommt v. a. an den nordexponierten Hängen des Laangebierrig vor (Abb. 5).

Die obere Baumschicht (B1) deckt durchschnittlich 83 % und enthält im Mittel 2,7 Baumarten je Aufnahme. Sie wird überall von der Buche beherrscht, die hier Deckungsgrade zwischen 30 und 95 % erreicht. Selten ist Traubeneiche, Bergahorn oder Vogelkirsche mit geringen Deckungsgraden von maximal 20 % beigemischt. Der Efeu erreicht in jeder Aufnahme die Höhe der B1.

Die untere Baumschicht (B2) deckt durchschnittlich 14 % und enthält im Mittel 2,2 Baumarten je Aufnahme. In fast allen Aufnahmen dominiert die Buche, die hier Deckungsgrade zwischen 2 und 30 % entfaltet. Die Traubeneiche fällt in der B2 vollständig aus. Hainbuche bzw. Bergahorn treten mit mittleren Stetigkeiten (Klasse III bzw. II) hinzu, erreichen aber nur geringe Deckungsgrade von maximal 5 %.

Abbildung 6

Typisches Bestandesbild vom Nordhang des Laangebierrig im Frühjahr: in dem hallenartigen Buchen-Altbestand (Melico-Fagetum typicum und aretosum im engräumigen Wechsel) finden sich gelegentlich unterständige Weißtannen sowie einzelne angeschobene Bäume und Windwurf-Wurzelteller; im Hintergrund ein Eschen-Jungbestand.



Durch die dicht schließende obere und die spärlich ausgebildete untere Baumschicht haben die Bestände des Melico-Fagetum typicum den Charakter eines Hallenbuchenwaldes.

Die Strauchschicht erreicht einen mittleren Deckungsgrad von 33 % und enthält im Mittel 1,5 Gehölzarten je Aufnahme. Sie wird meistens von Buche beherrscht, lediglich in einer Aufnahme tritt Bergahorn hinzu. Bezüglich der Deckungsgrade zeigen sich große Unterschiede zwischen Verjüngungshorsten, in denen die Buche bis zu 70 % erreicht, und anderen Standorten mit weniger als 1 % Strauchschichtdeckung.

Die Krautschicht ist mit durchschnittlich 39 % Deckungsgrad mäßig dicht ausgebildet und erreicht mit einer mittleren Artenzahl von 13,0 je Aufnahme das geringste Artenzahlniveau aller Subassoziationen des Melico-Fagetum im Reservat.

Nach VANESSE (1993) ist das Melico-Fagetum typicum nur durch diejenigen ökologischen Artengruppen bestimmt, die für das Melico-Fagetum insgesamt (d.h. übergreifend über alle Subassoziationen) charakteristisch sind. Weitere Differentialartengruppen, die für die Ausweisung bestimmter Subassoziationen notwendig wären, fallen hier vollständig oder weitestgehend aus. Diese für das Melico-Fagetum charakteristischen ökologischen Artengruppen sind:

- die Buschwindröschen-Gruppe (groupe de l'anémone) mit höchster *Anemone nemorosa*, ferner (mit Stetigkeitsklasse II-IV) auch *Dryopteris filix-mas*, *Milium effusum* und *Polygonatum multiflorum* (weitere Vertreter der Gruppe fehlen im vorliegenden Fall); nennenswerte Deckungen bildet keine der Arten aus, lediglich das Buschwindröschen erreicht in einer einzigen Aufnahme 15 %;
- die Waldmeister-Gruppe (groupe de l'aspérule) mit höchstem *Galium odoratum*; ferner (mit Stetigkeitsklasse I-II) auch *Melica uniflora*, *Convallaria majalis* und *Neottia nidus-avis* (weitere Vertreter der Gruppe fehlen im vorliegenden Fall); nennenswerte Deckungen bildet nur der Waldmeister mit maximal 25 % aus;

- die Goldnessel-Gruppe (groupe du lamier) mit höchster *Hedera helix*; ferner (mit Stetigkeitsklasse III-IV) auch *Lamium galeobdolon*, *Carex sylvatica* und *Vicia sepium*; selten treten mit Stetigkeitsklasse I *Viola reichenbachiana* und *Fragaria vesca* hinzu; nennenswerte Deckungen bilden nur der Efeu (maximal 25 %) und die Goldnessel (maximal 3 %) aus.

Abbildung 7

Das Melico-Fagetum typicum verfügt über keine eigenen Differentialartengruppen und ist durch allgemein im Melico-Fagetum verbreitete Arten charakterisiert; hier der im gesamten Reservat höchst auftretende Waldmeister (*Galium odoratum*).



Abbildung 8

Eine Besonderheit am Nordhang des Laangebierrig sind großflächige Dominanzbestände des Kleinen Immergrüns (*Vinca minor*), hier im Melico-Fagetum typicum.



Vertreter weiterer Differentialartengruppen finden sich kaum (selten *Primula elatior* aus der Aronstab-Gruppe bzw. *Luzula pilosa* aus der Säurezeiger-Gruppe). Auf die Ausweisung einer Feuchtezeiger-Ausprägung wurde ebenfalls verzichtet, da im hier beschriebenen Melico-Fagetum typicum lediglich *Circaea lutetiana* mit Stetigkeitsklasse II etwas häufiger auftritt. Eine Besonderheit sind die Dominanzbestände von *Vinca minor*, die in Form großflächiger Teppiche auch in dieser Subassoziation auftreten. Am Nordhang des Laangebierrig erreicht das Kleine Immergrün in einzelnen Aufnahmen bis zu 99 % Deckung.

In der niedrig wüchsigen Gehölzartenverjüngung (bis 1,5 m Wuchshöhe) sind Buche und Bergahorn in jeder Aufnahme vertreten, wobei die Buche maximal 20 % Deckung erreicht, der Bergahorn maximal 3 %. Ferner kommen mit geringen Stetigkeiten Hainbuche, Gewöhnliche Esche, Eingrifflicher Weißdorn, Gewöhnlicher Schneeball und Vogelkirsche vor, welche aber immer nur Deckungsgrade von unter 1 % erreichen. Jungpflanzen von Stiel- und Traubeneiche waren nicht zu finden.

Abbildung 9

Typisches Bestandesbild vom Nordhang des Laangebierrig im Sommer (Melico-Fagetum typicum).



3.3.2 Melico-Fagetum aretosum – Perlgras-

Buchenwald mit Aronstab (Tabelle 2 Anhang)

Das Melico-Fagetum aretosum wurde an 30 WSA-Punkten aufgenommen und ist damit der häufigste Waldtyp im Reservat. Es hat keinen ausgeprägten Verbreitungsschwerpunkt im Untersuchungsgebiet. Man findet die Bestände sowohl am Nordhang des Laangebiereg als auch auf dem Plateau von Kalebiereg und Uedembäsch (Abbildung 5).

Die obere Bauschicht (B1) deckt durchschnittlich 76 % und enthält im Mittel 3,1 Baumarten. Die Buche kommt in fast jeder Aufnahme im Oberstand vor und dominiert dort meist mit Deckungsgraden zwischen 65 und 95 %. Häufigste Mischbaumarten in dieser Schicht sind Bergahorn (Stetigkeitsklasse III), Traubeneiche, Hainbuche und Vogelkirsche (jeweils Stetigkeitsklasse II). Seltener sind Gewöhnliche Esche, Stieleiche und Spitzahorn in der B1 vertreten. Meist bleiben die Mischbaumarten vom Deckungsgrad her weit hinter der Buche zurück, nur in einigen wenigen Fällen entfalten Traubeneiche, Hainbuche oder Bergahorn gleichwertige oder höhere Deckungsgrade als die Buche. Auffällig ist, dass die Stieleiche im Reservat nur in der B1 zu finden ist, nicht jedoch in den unteren drei Vegetationsschichten. In etwa der Hälfte der Aufnahmen erreicht der Efeu die Höhe der B1.

Die untere Baumschicht (B2) ist mit durchschnittlich 36 % Deckung dichter ausgebildet als im Melico-Fagetum typicum. Sie enthält im Mittel 2,6 Baumarten je Aufnahme. Die Buche ist die dominierende Baumart auch in der B2, meist mit Deckungsgraden zwischen 5 und 30 %. In einigen Jungbeständen wie z.B. in Aufnahme Nr. 53 und 57 erreicht sie sogar 65-98 %. Häufigste Mischbaumarten sind wiederum Bergahorn und Hainbuche (jeweils mit Stetigkeitsklasse III), die in dieser Schicht die Buche bezüglich des Deckungsgrades gelegentlich übertreffen können. Seltener und vom Deckungsgrad her weitestgehend bedeutungslos kommen Gewöhnliche Esche, Traubeneiche, Feldahorn, Bergulme, Vogelkirsche, Elsbeere und Hasel in der B2 vor.

Die Strauchschicht ist mit durchschnittlich 28 % Deckung ähnlich locker ausgebildet wie in der Subassoziation typicum, ist aber mit 3,1 Gehölzarten je Aufnahme artenreicher. Neben der hochsteten und dominierenden Buche (Stetigkeitsklasse V; Deckungsgrad meist 20-30 %, in Verjüngungshorsten bis zu 90 %) erreicht auch der Bergahorn hohe Stetigkeit (Klasse IV) und hohe Deckungsgrade (meist 5-20 %, in Einzelfällen 40-60 %). Weißdorn-Arten sind mit Stetigkeitsklasse II vertreten, bleiben aber meist gering deckend. Weitere 15 Gehölzarten kommen mit geringer Stetigkeit (Klasse r, + und I) in der Strauchschicht des Melico-Fagetum aretosum vor, bleiben vom Deckungsgrad her aber bis auf wenige Ausnahmen bedeutungslos.

Die Krautschicht deckt durchschnittlich 45 % und enthält im Mittel 21,5 Arten je Aufnahme, womit diese Subassoziation deutlich artenreicher ist als das Melico-Fagetum typicum. Nach VANESSE (1993) ist die Subassoziation aretosum v. a. durch das Vorhandensein der Aronstab-Gruppe (groupe du gouet) charakterisiert, die im Untersuchungsgebiet mit insgesamt 16 Arten vertreten ist. Eine Vegetationsaufnahme wurde der Subassoziation aretosum immer dann zugeordnet, wenn 3-4 (in insgesamt artenarmen Aufnahmen auch nur 1-2) Arten der kennzeichnenden Differentialartengruppe (groupe du gouet) vorhanden sind und die Aufnahme durch keine andere Gruppe noch stärker charakterisiert wird.

Abbildung 10

Der Gefleckte Aronstab (*Arum maculatum*) ist Namensgebend für die charakteristische Differentialartengruppe des Melico-Fagetum aretosum.



Von den Arten dieser Differentialartengruppe erreicht nur *Mercurialis perennis* höhere Stetigkeiten (Klasse IV) und Deckungsgrade (meist 10-30 %, vereinzelt bis zu 60 %). Der für die Gruppe Namensgebende Aronstab ist vergleichsweise selten vertreten (Stetigkeitsklasse II) und erscheint immer nur mit Einzelexemplaren. Mit vergleichbarer Häufigkeit und Deckung treten *Primula elatior*, *Ranunculus auricomus*, *Geum urbanum* und *Hordelymus europaeus* auf. Ebenfalls zu dieser ökologischen Gruppe gehören *Ranunculus ficaria* und *Adoxa moschatellina*, die zwar ebenfalls nur Stetigkeitsklasse II erreichen, aber lokal höhere Deckungen ausbilden. Das Scharbockskraut wächst in Form großflächiger Blütenteppiche v. a. auf alten, bergbaubedingten Wegetrassen am Nordhang des Laangebiereg. Das Moschuskraut bildet v. a. auf dem Plateau des Kalebiereg lockere Herden aus, die bis zu 5 % Deckung erreichen können. Die übrigen Arten der Gruppe sind seltener (Stetigkeitsklasse r, + und I) und in jedem Fall deckungsschwach zu finden.

Charakteristisch ist ferner, dass die für das Melico-Fagetum (über alle Subassoziationen hinweg) typischen 3 Artengruppen in der Subassoziation aretosum artenreicher vertreten sind als im Melico-Fagetum typicum und einzelne Arten auch höhere Stetigkeiten erreichen (vergleiche Kapitel 3.3.1). Im NWR Haard betrifft das:

- die Buschwindröschen-Gruppe (groupe de l'anémone) mit höchster *Anemone nemorosa*; ferner (mit Stetigkeitsklasse II-IV) auch *Milium effusum*, *Dryopteris filix-mas*, *Polygonatum multiflorum*, *Phyteuma spicatum* und *Oxalis acetosella*; selten treten *Poa nemoralis*, *Stellaria holostea*, *Epilobium montanum* und *Scrophularia nodosa* hinzu (Stetigkeitsklasse r, + oder I); nennenswerte Deckungen erreicht nur das Buschwindröschen mit meist 5-35 %;
- die Waldmeister-Gruppe (groupe de l'aspérule) mit höchstem *Galium odoratum*; ferner (mit Stetigkeitsklasse II-IV) auch *Melica uniflora* und *Convallaria majalis*; selten treten *Neottia nidus-avis*, *Epipactis atrorubens* und *Mycelis muralis* hinzu (Stetigkeitsklasse r, + oder I); nennenswerte Deckungen erreichen der Waldmeister mit meist 5-25 % und vereinzelt auch das Einblütige Perlgras mit maximal 25 %.

- die Goldnessel-Gruppe (groupe du lamier) mit höchster *Lamium galeobdolon* und *Hedera helix*; ferner (mit Stetigkeitsklasse III-IV) auch *Carex sylvatica*, *Vicia sepium* und *Viola reichenbachiana*; selten tritt *Fragaria vesca* hinzu (Stetigkeitsklasse +); nennenswerte Deckungen erreichen die Goldnessel mit meist 5-20 % und der Efeu mit meist 5-35 %.

Abbildung 11

Typischer Sommeraspekt eines Melico-Fagetum aretosum auf dem Kalebiereg; im Vordergrund Dominanzbestände des Ausdauernden Bingelkrautes (*Mercurialis perennis*), im Hintergrund verjüngungsreichere Partien.



In der niedrig wüchsigen Gehölzartenverjüngung (bis 1,5 m Wuchshöhe) dominiert die in fast jeder Aufnahme zu findende Buche mit Deckungsgraden von meist 5-35 %. Der Bergahorn zeigt sich ebenfalls sehr verjüngungsfreudig (Stetigkeitsklasse IV; Deckungsgrade meist 5-25 %). Mit etwas Abstand folgt die Gewöhnliche Esche (Stetigkeitsklasse III, maximal 10 % Deckung, meist aber weniger). Mit Stetigkeitsklasse II sind ferner Hainbuche, Eingrifflicher Weißdorn, Gewöhnlicher Schneeball und Rote Heckenkirsche in der Verjüngung vertreten, ohne jedoch nennenswerte Deckungsgrade auszubilden. Weitere 13 Gehölzarten kommen noch seltener (Klasse r, + oder I) und in jedem Fall deckungsschwach vor. Jungpflanzen von Stiel- und Traubeneiche waren nicht zu finden.

Edellaubhölzer und einige anspruchsvolle Straucharten werden von VANESSE (1993) zur Feldahorn-Gruppe (groupe de l'érable champêtre) zusammengefasst, die u. a. auch für das Melico-Fagetum aretosum charakteristisch ist und die im gesamten Reservat recht artenreich und über mehrere Vegetationsschichten verteilt vorkommt. Allerdings sind die Stetigkeiten und Deckungsgrade bis auf wenige Ausnahmen eher gering. Lediglich die Gewöhnliche Esche, die Weißdorn-Arten, der Gewöhnliche Schneeball und die Vogelkirsche sind in wenigstens einer Schicht mit mindestens Stetigkeitsklasse II vertreten.

Die eher für das Melico-Fagetum caricetosum (siehe Kapitel 3.3.3) typische Heckenkirschen-Gruppe (groupe du camérisier) kommt mit den selten auftretenden Straucharten *Lonicera xylosteum* und *Ligustrum vulgare* auch in der Subassoziation aretosum vor.

Abbildung 12

Charakteristische Art im Melico-Fagetum aretosum: Nesselblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*).



Die Feuchte zeigende Differentialartengruppe (differentielles hydriques) ist insgesamt schwach im Melico-Fagetum aretosum repräsentiert, eine Feuchtezeiger-Ausprägung wurde deshalb nicht ausgewiesen. *Circaea lutetiana* tritt als einzige Art dieser Gruppe mit Stetigkeitsklasse III auf, wobei die Art meist weniger als 1 % deckt, in Einzelfällen aber durchaus 5-10 % erreichen kann. Sporadisch tritt *Deschampsia cespitosa* (Stetigkeitsklasse II)

hinzu, weitere Feuchtezeiger kommen noch seltener vor. Die überwiegende Mehrheit der Aufnahmen enthält keine oder nur 1-2 Arten dieser ökologischen Gruppe. Seltene Ausnahmen bilden Bereiche mit Bodenverdichtungen (alte Wege) oder Ränder von größeren Bestandeslücken.

3.3.3 Melico-Fagetum caricetosum – Perlgras-Buchenwald mit Fingersegge (Tabelle 2 Anhang)

Das Melico-Fagetum caricetosum wurde an 12 WSA-Punkten aufgenommen. Es hat seinen Verbreitungsschwerpunkt im Bereich Frankelach und östlicher Laangeberg, vereinzelt auch im Uedembäsch (Abbildung 5).

Die obere Bauschicht (B1) deckt durchschnittlich 76 % und enthält im Mittel 2,5 Baumarten. Die Buche kommt höchstet vor und dominiert den Oberstand meist mit Deckungsgraden zwischen 60 und 95 %. Als Mischbaumarten in dieser Schicht kommen Traubeneiche und Hainbuche jeweils mit Stetigkeitsklasse II vor. Sie entfalten dabei maximal 25 % Deckung. Seltener (mit Stetigkeitsklasse r, + oder I) sind Gewöhnliche Esche, Vogelkirsche, Speierling, Salweide, Fichte und Kiefer in der B1 vertreten. Diese Baumarten erreichen vereinzelt Deckungsgrade bis maximal 10 %. In knapp der Hälfte der Aufnahmen erreicht der Efeu die Höhe der B1.

Die untere Bauschicht (B2) ist mit durchschnittlich 31 % Deckung dichter ausgebildet als im Melico-Fagetum typicum. Sie enthält im Mittel 2,5 Baumarten je Aufnahme. Die Buche ist auch hier mit Abstand die häufigste Baumart, sie kommt in fast jeder Aufnahme in der B2 vor und dominiert dort meist mit Deckungsgraden zwischen 10 und 30 %, in Jungbeständen (bei fehlender B1) mit bis zu 85 %. Häufigste Mischbaumarten sind Bergahorn und Hainbuche (jeweils mit Stetigkeitsklasse II), die mit Deckungsgraden von meist 10-20 %, seltener bis 40 % die Buche in dieser Schicht gelegentlich übertreffen können. Seltener (mit Stetigkeitsklasse r, + oder I) und vom Deckungsgrad her weitestgehend bedeutungslos kommen Gewöhnliche Esche, Traubeneiche, Feldahorn, Vogelkirsche, Bergahorn, Speierling, Hasel und Salweide in der B2 vor. Lediglich die Hasel bildet in Einzelfällen einen sehr dichten Unterstand unter älteren Buchen und Hainbuchen aus.

Die Strauchschicht ist mit durchschnittlich 24 % Deckung von allen Subassoziationen des Melico-Fagetum im Reservat am lückigsten ausgebildet. Mit 3,4 Gehölzarten je Aufnahme hat sie ein ähnliches Artenzahlniveau wie das Melico-Fagetum aretosum. Die höchstet auftretende Buche ist mit Abstand die häufigste Gehölzart in der Strauchschicht (Stetigkeitsklasse V). Sie dominiert mit Deckungsgraden von meist 3-15 %, in Verjüngungshorsten mit 40-75 %. Mit Stetigkeitsklasse II-III erreichen Hainbuche, Weißdorn-Arten, Feldahorn und Hasel die höchsten Mischungsanteile, wobei nur die Hasel in Einzelfällen höhere Deckungsgrade entfaltet (maximal 25 %). Acht weitere Gehölzarten kommen selten (Stetigkeitsklassen r, + und I) und gering deckend in der Strauchschicht des Melico-Fagetum caricetosum vor.

Die Krautschicht deckt im Mittel 22 % und ist damit deutlich lückiger ausgebildet als in den beiden anderen Subassoziationen des Melico-Fagetum. Mit durchschnittlich 23,4 Arten je Aufnahme wird ein ähnliches Artenzahlniveau wie in der Subassoziation aretosum erreicht. Nach VANESSE (1993) ist das Melico-Fagetum caricetosum v. a. durch das Vorhandensein der Fingerseggen-Gruppe (groupe du carex digité) charakterisiert, die im Reservat mit 5 Arten vertreten ist. Mit Stetigkeitsklasse IV kommt *Carex digitata* vor, mit Stetigkeitsklasse III jeweils *Cephalanthera rubra* und *Epipactis helleborine*, mit Stetigkeitsklasse II *Actaea spicata*. Nur selten tritt *Clematis vitalba* hinzu. Diese diagnostisch wichtige Artengruppe, die bezüglich der Deckungsgrade nicht stärker in Erscheinung tritt, ist mit deutlich geringeren Stetigkeiten auch in der Subassoziation aretosum vertreten. Andererseits gehört die für das Melico-Fagetum aretosum charakteristische Aronstab-Gruppe (groupe du gouet) teilweise zum Grundartenstock der Subassoziation caricetosum. Ihre häufigsten Vertreter im Reservat sind *Mercurialis perennis* und *Euphorbia amygdaloides* (jeweils mit Stetigkeitsklasse III), ferner *Primula elatior* (Stetigkeitsklasse II) sowie *Campanula trachelium* und *Sanicula europaea* (jeweils Stetigkeitsklasse I). Im Gegensatz zur Subassoziation aretosum bildet das Ausdauernde Binkelkraut hier keine großflächigen Bestände aus.

Eine Vegetationsaufnahme wurde der Subassoziation caricetosum immer dann zugeordnet, wenn mindestens 2-3 (in insgesamt artenarmen Aufnah-

men auch nur 1-2) Arten der kennzeichnenden Differentialartengruppe (groupe du carex digité) vorhanden sind - unabhängig davon, ob und wie stark die ebenfalls typische Aronstab-Gruppe (groupe du gouet) ausgebildet ist.

Charakteristisch ist ferner, dass die für das Melico-Fagetum (über alle Subassoziationen hinweg) typischen 3 Artengruppen in der Subassoziation caricetosum artenreicher vertreten sind als im Melico-Fagetum typicum und die einzelnen Arten teilweise auch höhere Stetigkeiten erreichen (vergleiche Kapitel 3.3.1). Im NWR Haard betrifft das:

- die Buschwindröschen-Gruppe (groupe de l'anémone) mit höchsteter *Anemone nemorosa*; ferner (mit Stetigkeitsklasse II-IV) auch *Milium effusum*, *Dryopteris filix-mas*, *Polygonatum multiflorum* und *Poa nemoralis*; selten tritt *Epilobium montanum* hinzu (Stetigkeitsklasse +); nennenswerte Deckungen erreicht nur das Buschwindröschen mit maximal 15 %;
- die Waldmeister-Gruppe (groupe de l'aspérule) mit höchstem *Galium odoratum*; ferner (mit Stetigkeitsklasse III-IV) auch *Melica uniflora*, *Convallaria majalis*, *Neottia nidus-avis* und *Epipactis atrorubens*; selten tritt *Mycelis muralis* hinzu (Stetigkeitsklasse I); nennenswerte Deckungen erreicht nur der Waldmeister mit meist 5-10 %;
- die Goldnessel-Gruppe (groupe du lamier) mit höchstem *Hedera helix*; ferner (mit Stetigkeitsklasse III-IV) auch *Lamium galeobdolon*, *Carex sylvatica*, *Vicia sepium* und *Viola reichenbachiana*; selten tritt *Fragaria vesca* hinzu (Stetigkeitsklasse +); nennenswerte Deckungen erreichen der Efeu mit meist 5-20 %, die Goldnessel mit meist 1-5 % und selten auch das Waldveilchen mit maximal 5 %.

Abbildung 13

Blühende Finger-Segge (*Carex digitata*); charakteristisch und Namens gebend für das Carici-Fagetum caricetosum, mit geringerer Stetigkeit auch in weiteren Waldgesellschaften vorkommend.



In der niedrig wüchsigen Gehölzartenverjüngung (bis 1,5 m Wuchshöhe) dominiert die in jeder Aufnahme zu findende Buche mit Deckungsgraden von meist 3-15 %, vereinzelt auch mit 20-40 %. Weitere 21 Gehölzarten kommen in der Krautschicht vor, bleiben im Deckungsgrad aber allesamt unter 1 %. Mit Stetigkeitsklasse IV sind Feldahorn und Eingrifflicher Weißdorn noch recht häufig zu finden. Es folgen Bergahorn, Hainbuche, Gewöhnliche Esche und Hundrose mit Stetigkeitsklasse III. Weiterhin kommen mit Stetigkeitsklasse II Hasel, Wolliger und Gewöhnlicher Schneeball sowie Blutroter Hartriegel vor. Weitere 10 Gehölzarten sind noch seltener (Klasse r, + oder l) zu finden. Jungpflanzen der Traubeneiche wurden nur in einer einzigen Aufnahme gefunden, die Stieleiche ist nicht vertreten.

Ein weiteres Charakteristikum der Subassoziation *caricetosum* ist das stete Auftreten der Feldahorn-Gruppe (groupe de l'érable champêtre), in der nach VANESSE (1993) Edellaubhölzer und anspruchsvolle Straucharten zusammengefasst werden. Diese kommt im Reservat mit 12 Gehölzarten recht artenreich und über mehrere Vegeta-

Abbildung 14

Ebenfalls charakteristisch für das Melico-Fagetum *caricetosum*: Breitblättrige Stendelwurz (*Epipactis helleborine*).



tionsschichten verteilt vor. Ihre häufigsten Vertreter sind Eingrifflicher Weißdorn und Feldahorn (jeweils mit Stetigkeitsklasse IV), ferner Gewöhnliche Esche und Hasel (jeweils mit Stetigkeitsklasse III) sowie Zweigriffliger Weißdorn, Gewöhnlicher Schneeball und Blutroter Hartriegel (jeweils Stetigkeitsklasse II). Die für das Melico-Fagetum *caricetosum* ebenfalls charakteristische Heckenkirschen-Gruppe (groupe du camérisier), die u. a. mäßig wärmegetönte Standorte anzeigt, ist im Reservat durch drei relativ selten auftretende Straucharten nur schwach repräsentiert. Jeweils mit Stetigkeitsklasse II kommen Rote Heckenkirsche, Wolliger Schneeball und Europäisches Pfaffenhütchen vor.

Die Feuchte zeigende Differentialartengruppe (différentielles hydriques) ist im Melico-Fagetum *caricetosum* insgesamt schwach repräsentiert, eine Feuchtezeiger-Ausprägung wurde deshalb nicht ausgewiesen. *Circaea lutetiana* tritt als einzige Art dieser Gruppe mit Stetigkeitsklasse III auf, entfaltet aber keine nennenswerten Deckungsgrade. Sporadisch treten *Deschampsia cespitosa* und *Ajuga reptans* hinzu. Es gibt keine Aufnahme, in der mehr als 2 Feuchtezeiger gleichzeitig auftreten.

Abbildung 15

Die Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*) im Melico-Fagetum *caricetosum*.



3.3.4 Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum var. Paris – Eichen-Hainbuchenwald mit Scharbockskraut und Waldmeister; Variante mit Einbeere (Tabelle 3 Anhang)

Das Primulo-Carpinetum *ficario-asperuletosum* var. Paris wurde an 5 WSA-Punkten aufgenommen. Es tritt kleinflächig am östlichen Laangebiert sowie im Bereich zwischen Reiteschkopp und Frankelach auf (Abbildung 5).

Eine Aufnahme wurde dann zum Primulo-Carpinetum gestellt, wenn die gesellschaftstypischen Baumarten Hainbuche, Stieleiche und Gewöhnliche Esche dominierende Deckungsgrade gegenüber der Baumartenkombination anderer Gesellschaften entfalten. Die Zuordnung erfolgte unter zusammenfassender Betrachtung von B1 und B2 (in verjüngungsreichen bzw. Jungbeständen auch der Strauchschicht), da die typischen Baumarten des Primulo-Carpinetum im NWR Haard nur selten im Oberstand dominieren. Hier wurden z.B. auch Vegetationsaufnahmen eingeordnet, bei denen oberständige Buchen, Bergahorne oder andere Baumarten einen lockeren Schirm ausbilden und die Dominanz von Hainbuche und/oder Gewöhnlicher Esche in den niederen Gehölzschichten (d.h. in B2 und Strauchschicht) besonders ausgeprägt ist. Die nächste Waldgeneration wird hier nicht Buchen-dominiert sein.

Die obere Baumschicht (B1) erreicht im Mittel 53 % Deckung und enthält durchschnittlich 4,0 Baumarten je Aufnahme. Häufigste Baumarten sind in dieser Schicht Buche und Bergahorn mit Stetigkeitsklasse III, die jeweils Deckungsgrade von 3-30 % entfalten. Mit Stetigkeitsklasse II folgen Stieleiche, Hainbuche, Gewöhnliche Esche und Hängebirke. Diese bleiben mit maximal 30 % Deckungsgrad in den meisten Fällen subdominant, lediglich die Gewöhnliche Esche ist in einer Aufnahme mit 75 % die dominierende Baumart. Ferner sind Zitterpappel, Vogelkirsche und Traubeneiche mit geringen Deckungsgraden in je einer Aufnahme in der B1 vertreten. Auffällig ist, dass die Stieleiche im Reservat nur in der B1 zu finden ist, nicht jedoch in den unteren drei Vegetationsschichten. In drei der fünf Aufnahmen erreicht der Efeu die Höhe der B1.

Die untere Baumschicht (B2) erreicht im Mittel 63 % Deckung und enthält durchschnittlich 4,2 Baumarten je Aufnahme. Häufigste Baumart ist hier die in jeder Aufnahme vorhandene Hainbuche, die Deckungsgrade von meist 10-20 % erreicht, in einer Aufnahme mit 70 % auch dominiert. Es folgt die Buche mit Stetigkeitsklasse IV und Deckungsgraden von 5-20 %. Mit einigem Abstand sind Gewöhnliche Esche bzw. Hasel mit Stetigkeitsklasse II vertreten. Diese erreichen in jeweils einer Aufnahme dominierende Deckungsgrade von 80 bzw. 60 %, während sie ansonsten deckungsschwach bleiben. Seltener (mit Stetigkeitsklasse I) und deckungsschwach kommen Traubeneiche, Spitzahorn, Hängebirke, Salweide, Fichte und Douglasie in der B2 vor.

Im Vergleich zum Melico-Fagetum sind die beiden Baumschichten des Primulo-Carpinetum artenreicher ausgebildet. Die B1 erscheint vergleichsweise lückig, die B2 jedoch relativ dicht.

Die Strauchschicht erreicht im Mittel 20 % Deckung und enthält durchschnittlich 3,2 Arten je Aufnahme. Die häufigste Art ist die Buche, die in jeder Aufnahme vorkommt und Deckungsgrade von 2-25 % ausbildet. Sie ist aber nur in einer einzigen Aufnahme die dominierende Art in der Strauchschicht. Hasel und Bergahorn folgen mit Stetigkeitsklasse III, wobei nur die Hasel höhere Deckungsgrade (5-20 %) erreicht. In zwei von drei Aufnahmen ist sie die dominierende Art dieser Schicht. Gewöhnliche Esche und Hainbuche sind nur mit Stetigkeitsklasse II vertreten. Die Gewöhnliche Esche deckt in nur einer Aufnahme 25 % (gleich stark mit Buche), während die Hainbuche keine nennenswerten Deckungen ausbildet. Der Spitzahorn ist in nur einer Aufnahme mit geringer Deckung vertreten. Stiel- und Traubeneiche kommen in der Strauchschicht nicht vor.

Die Krautschicht erreicht im Mittel 54 % Deckung und enthält durchschnittlich 24,0 Arten je Aufnahme. Damit ist die Krautschicht deckungsstärker ausgebildet als im Melico-Fagetum, das Artenzahlniveau ist vergleichbar mit dem des Melico-Fagetum *caricetosum*.

Nach VANESSE (1993) bilden vier ökologische Artengruppen das Grundinventar des Primulo-Carpinetum, welche auch im NWR Haard überwiegend artenreich und mit hohen Stetigkeiten vertreten sind.

Dies sind:

- die Buschwindröschen-Gruppe (groupe de l'anémone) mit häufig vorkommender *Anemone nemorosa*, *Carex sylvatica* und *Milium effusum* (jeweils Stetigkeitsklasse IV); ferner *Dryopteris filix-mas* (Stetigkeitsklasse III); in nur einer Aufnahme sind *Polygonatum multiflorum*, *Oxalis acetosella* und *Poa nemoralis* vertreten; lediglich das Buschwindröschen bildet in zwei von vier Aufnahmen höhere Deckungsgrade von 5-10 % aus;
- die Goldnessel-Gruppe (groupe du lamier) mit der hochsteten *Hedera helix*; ferner mit *Lamium galeobdolon* (Stetigkeitsklasse IV), *Viola reichenbachiana* (III) und *Vicia sepium* (II); in nur einer Aufnahme kommt *Scrophularia nodosa* vor; der Efeu dominiert meist mit Deckungsgraden von 10-40 %, auch die Goldnessel erreicht in drei von vier Aufnahmen 5-30 %;
- die Sternmieren-Gruppe (groupe de la stellaire), die hier nur schwach repräsentiert ist; neben *Brachypodium sylvaticum* (Stetigkeitsklasse II) treten *Stellaria holostea* und *Fragaria vesca* jeweils mit Stetigkeitsklasse I auf; ihre Deckungsgrade sind gering;
- die Schlüsselblumen-Gruppe (groupe de la primèvre) mit hochsteter *Circaea lutetiana*; ferner kommen *Arum maculatum* und *Convallaria majalis* (jeweils Stetigkeitsklasse II) vor; nur in jeweils einer Aufnahme sind *Primula elatior*, *Geum urbanum* und *Festuca gigantea* vertreten; ihre Deckungsgrade sind gering, lediglich das Mai-glöckchen erreicht in einer Aufnahme 5 %.

Abbildung 16

Die Einbeere ist Namens gebend für die kleinflächig im NWR Haard verbreitete Variante von *Paris quadrifolia* des Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum.



Das engere Charakteristikum der hier beschriebenen Subassoziation ficario-asperuletosum var. Paris sind jedoch drei weitere ökologische Artengruppen, die im Reservat unterschiedlich präsent sind. Das betrifft:

- die Waldmeister-Gruppe (groupe de l'aspérule) mit höchstem *Galium odoratum* und ferner auch mit *Melica uniflora* (Stetigkeitsklasse III); nennenswerte Deckungsgrade erreicht nur der Waldmeister mit 10-20 %;
- die Scharbockskraut-Gruppe (groupe de la ficaire), die im Reservat nur schwach vertreten ist; *Ranunculus ficaria* und *Adoxa moschatellina* kommen jeweils mit Stetigkeitsklasse II vor, *Dactylis glomerata* nur in einer Aufnahme; das Scharbockskraut erreicht als einzige Art in einer Aufnahme mit 15 % einen höheren Deckungsgrad;
- die Einbeeren-Gruppe (groupe de la parisette), in der *Mercurialis perennis* mit Stetigkeitsklasse IV sowie *Paris quadrifolia* und *Stachys sylvatica* jeweils mit Stetigkeitsklasse II vertreten sind; als einzige Art erreicht das Ausdauernde Bingelkraut in lediglich einer Aufnahme mit 40 % einen höheren Deckungsgrad, während es ansonsten keine Dominanzbestände ausbildet; gegenüber den Angaben in VANESSE (1993) sind der Waldziest und die Namens gebende Einbeere unterrepräsentiert, das Ausdauernde Bingelkraut dagegen überrepräsentiert.

Frische- und Feuchtezeiger der entsprechenden Differentialartengruppe (différentielles hydriques) kommen nur selten und deckungsschwach vor. Am häufigsten tritt *Deschampsia cespitosa* mit Stetigkeitsklasse III auf. In einer Aufnahme (Nr. 30) wird ein Eschen-Mischbestand von einem der im Gebiet seltenen Bachläufe durchflossen, wodurch hier noch weitere Feuchtezeiger (*Carex remota*, *Angelica sylvestris*, *Athyrium filix-femina*) hinzutreten.

In der niedrig wüchsigen Gehölzartenverjüngung (bis 1,5 m Wuchshöhe) sind Gewöhnliche Esche und Buche mit Stetigkeitsklasse IV am häufigsten vertreten. Beide Baumarten entfalten jeweils bis zu 10 % Deckung in der Krautschicht. Es folgen mit Stetigkeitsklasse III der Bergahorn (maximal 5 % Deckung) und die Hasel (nur gering deckend). Mit Stetigkeitsklasse II kommen Hainbuche, Eingriffli-ger Weißdorn, Blutroter Hartriegel und Spitzahorn vor. Von ihnen erreicht aber lediglich der Spitzahorn in nur einer Aufnahme 10 % Deckung, die anderen Arten bleiben unter 1 %. Weitere vier

Gehölzarten kommen jeweils nur in einer Aufnahme und ausnahmslos gering deckend in der Krautschicht vor. Trauben- und Stieleiche sind nicht vertreten.

3.3.5 Nicht näher zuordenbare Nadel- und

Laubholzmischbestände (Tabelle 4 Anhang)

Insgesamt zwölf der 65 Vegetationsaufnahmen konnten keiner in der pflanzensoziologischen Literatur beschriebenen Vegetationseinheit zugeordnet werden (Abbildung 5). Sieben von ihnen sind von Nadelgehölzen dominiert, fünf weitere sind entweder Laubholz-Jungbestände oder Schlagfluren oder eine Mischung aus verschiedenen Vegetationseinheiten. Bei fünf der zwölf Bestände treten innerhalb der 400 m²-Aufnahmefläche abrupte Bestandeswechsel auf, in einem Fall sogar zweifach.

In Tabelle 3 erfolgt zunächst eine kurze Verbalbeschreibung der zwölf nicht näher zuordenbaren Vegetationsaufnahmen, bevor im Folgenden überblicksartig auf deren floristisches Inventar eingegangen wird.

Unter den **sieben Nadelholzmischbeständen** finden sich drei gering geschichtete Fichten-Altbestände, bei denen weder im Oberstand noch in den unteren Vegetationsschichten Mischbaumarten nennenswert vertreten sind (einer davon mit großer Bestandeslücke). Bei einem weiteren Fichten-Altbestand ergeben sich durch einen abrupten Bestandeswechsel innerhalb der 400 m²-Aufnahmefläche höhere Laubbaumanteile (Melico-Fagetum aretosum auf dem kleineren Teil der Fläche). Ein weiterer Fichten/Douglasien-Altbestand enthält in allen vier Vegetationsschichten höhere Mischungsanteile diverser Laubbaumarten. Die beiden übrigen Bestände haben einen lockeren Schirm aus alten Japanlärchen (tlw. auch Fichten), unter dem Laubgehölze sehr hohe Deckungsgrade in der B2 sowie in der Strauch- und Krautschicht ausbilden.

Tabelle 3 Pflanzensoziologisch nicht näher zuordenbare Nadel- und Laubholzmischbestände im NWR Haard.

Aufnahme-Nr.	Kurzbeschreibung der Vegetationseinheit	Bestandeswechsel innerhalb der 400 m ² -Aufnahmefläche?
Nadelholzmischbestände		
2	einschichtiger Fichten-Altbestand; mit Wechsel zu großer Bestandeslücke	Ja
4	ca. 2/3 Fichten-Altbestand; ca. 1/3 Laubholzmischbestand (Buche/Stieleiche/Bergahorn/Esche – Melico Fagetum aretosum)	Ja
9	einschichtiger Fichten-Altbestand	Nein
17	hallenartiger Nadelholz/Laubholz-Altbestand (Fichte/Douglasie/Bergahorn/Buche/Traubeneiche)	Nein
47	aufgelichteter Japanlärchen-Altbestand mit unterständigen Laubbaumarten sowie dichter Strauchschicht aus Hasel	Nein
56	gering geschichteter Fichten-Altbestand	Nein
63	Japanlärchen/Fichten-Altbestand mit unterständiger Buche und Bergahorn; starke Strauchschicht aus Bergahorn-Verjüngung	Nein
Laubholzmischbestände		
15	Kahlfäche mit Schlagflur; randlich gering überschirmt von einem Buchen-Altbestand	Nein
22	Rand eines großen Bestandeslochs mit Schlagflur im NW der Fläche; großer Einsturztrichter mit Schluchtwald (Tilio-Acerion) im SW der Fläche; ansonsten Buchen-dominiertes Laubholzmischbestand (Melico-Fagetum caricetosum)	Ja (zweifach)
35	ca. 2/3 Buchen-Bestand mittleren Alters (Melico-Fagetum caricetosum); ca. 1/3 Japanlärchen-Altbestand	Ja
58	Bergahorn-Jungbestand	Ja
61	Bergahorn/(Eschen)-Jungbestand, randlich mit Buchen-Überhätern	Nein

Für die Krautschicht dieser Bestände ist charakteristisch, dass die mesophilen und anspruchsvollen Laubwaldarten der umliegenden Buchen- und Buchenmischbestände entweder dominieren oder unter einer dichten Strauchschicht aus Brombeere und Himbeere überdauern. Auf den basenreichen Standorten des Reservates zeichnen sich keine Baumarteneffekte (etwa durch saure Nadelstreu) ab. Bei einem langfristigen Verschwinden der Nadelholzbestockung ließen sich die Nachfolgebstände den umliegenden Laubwaldgesellschaften angliedern.

Die häufigsten Arten der Krautschicht sind mit Stetigkeitsklasse V *Melica uniflora*, *Circaea lutetiana*, *Galium odoratum*, *Hedera helix*, *Milium effusum*, *Dryopteris filix-mas* und *Vicia sepium*, von denen die vier erstgenannten auch höhere Deckungsgrade von 5-30 % ausbilden. Es folgen mit Stetigkeitsklasse IV *Brachypodium sylvaticum* (bis 5 % Deckung) und *Viola reichenbachiana* (gering deckend). Mit Stetigkeitsklasse III kommen *Carex sylvatica*, *Anemone nemorosa*, *Lamium galeobdolon*, *Mercurialis perennis*, *Geranium robertianum*, *Geum urbanum*, *Polygonatum multiflorum*, *Actaea spicata*, *Scrophularia nodosa* und *Hordelymus europaeus* vor. Die vier erstgenannten erreichen höhere Deckungsgrade von 3-30 %.

Abbildung 17

In aufgelichteten Nadelholzbeständen wird die Bodenvegetation häufig von Brombeere und Himbeere dominiert; darunter findet man jedoch die für die Krautschicht der angrenzenden (ungestörten) Buchenwaldgesellschaften typischen Laubwaldarten - wenn auch nur mit geringen Deckungsgraden.



Säurezeiger (mit ELLENBERG-Zeigerwerten R1-R3) kommen mit Ausnahme von *Lonicera periclymenum* (Stetigkeitsklasse II; gering deckend) nicht vor. Stör- und Verlichtungszeiger wie *Rubus fruticosus* agg., *Rubus idaeus*, *Atropa belladonna*, *Senecio ovatus*, *Urtica dioica* und *Galium aparine* treten in zwei der sieben Aufnahmen gehäuft und teilweise auch mit hohen Deckungen auf (die Brombeere in einem Fall sogar mit 90 %). Das betrifft einerseits einen Fichten-Altbestand mit großer Bestandeslücke und andererseits einen geschlossenen Fichten-Altbestand, bei dem die Ursache des gehäuften Auftretens dieser Artengruppe nicht (mehr) zu erkennen war.

Feuchtezeiger spielen wie bei den allermeisten Aufnahmen im Reservat keine Rolle.

Unter den **fünf Laubholz-mischbeständen** finden sich zwei Bergahorn-Jungbestände, die Mischungsanteile an Gewöhnlicher Esche, Buche und Bergulme enthalten. Ferner zeigen sich bei einem Buchen-Bestand mittleren Alters (Melico-Fagetum caricetosum) durch einen abrupten Bestandeswechsel innerhalb der 400 m²-Aufnahmefläche höhere Nadelholzanteile (Japanlärchen-Altbestand auf dem kleineren Teil der Fläche). Eine weitere Aufnahme kennzeichnet eine Schlagflur nach Windwurf/Kahlschlag, die am Rand noch geringfügig durch Alt-Buchen überschirmt wird. Die fünfte Aufnahme zeigt den seltenen Fall einer dreigeteilten 400 m²-Aufnahmefläche: ein Teil der Fläche wird von einer Schlagflur nach Windwurf/Kahlschlag eingenommen; ein weiterer Teil besteht aus einem Schluchtwald (Tilo-Acerion), der in einem tiefen Einsturztrichter stockt; der dritte Teil besteht aus einem Buchen-dominierten Laubholz-mischbestand, der dem Melico-Fagetum caricetosum zugeordnet wurde.

Für die Krautschicht dieser Bestände ist charakteristisch, dass – ähnlich wie bei den oben beschriebenen Nadelholz-mischbeständen – die mesophilen und anspruchsvolleren Laubwaldarten der umliegenden Buchen- und Buchenmischbestände dominieren. Das Arteninventar ist hinsichtlich der häufig auftretenden Arten mit dem der Nadelholz-mischbestände nahezu identisch - ungeachtet der überschirmenden Baumarten (Artenauflistung siehe oben). Dies spricht für die Stabilität und Resilienz der typischen Bodenvegetation v. a. des Melico-Fagetum auf den basenreichen Standorten des Reservates. Unterschiede zum Arteninventar der Nadelholz-mischbestände

ergeben sich etwa bei folgenden Arten (aufgeführt sind nur Beispiele mit mindestens Stetigkeitsklasse III in einer der beiden Bestandestypen – dabei mindestens 2 Stetigkeitsklassen Unterschied bzw. ausschließliches Auftreten in einer der beiden Bestandestypen):

- deutlich häufiger in den Laubholz-mischbeständen sind vertreten: *Carex sylvatica*, *Anemone nemorosa*, *Lamium galeobdolon*, *Mercurialis perennis*, *Carex digitata* und *Phyteuma spicatum*;
- ausschließlich in den Laubholz-mischbeständen kommen vor: *Campanula trachelium* und *Fragaria vesca*;
- deutlich häufiger in den Nadelholz-mischbeständen ist *Scrophularia nodosa* vertreten;
- ausschließlich in den Nadelholz-mischbeständen ist *Hordelymus europaeus* zu finden.

Säurezeiger (mit ELLENBERG-Zeigerwerten R1-R3) kommen kaum vor. Nur sehr selten (Stetigkeitsklasse I) und gering deckend treten *Cytisus scoparius*, *Hypericum maculatum* und *Luzula luzuloides* auf.

Stör- und Verlichtungszeiger sowie Feuchtezeiger sind erwartungsgemäß nur in den beiden Aufnahmen mit Schlagflur bzw. Schlagfluranteil in größerem Umfang zu finden. Die deckungsstärksten Arten (mit maximal 20 %) sind dabei *Eupatorium cannabinum*, *Atropa belladonna*, *Urtica dioica*, *Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus* agg., *Galium aparine* und *Cirsium arvense*. Allerdings weist auch der

Abbildung 18

Aus Pflanzung stammende Jungbestände mit Bergahorn, Esche, Buche und anderen Mischbaumarten sind in mehreren Teilen des Reservates zu finden.



Mischbestand mit kleinflächigem Japanlärchen-Anteil Brombeer-Deckungen von 5 % auf, ohne von Windwurf betroffen zu sein.

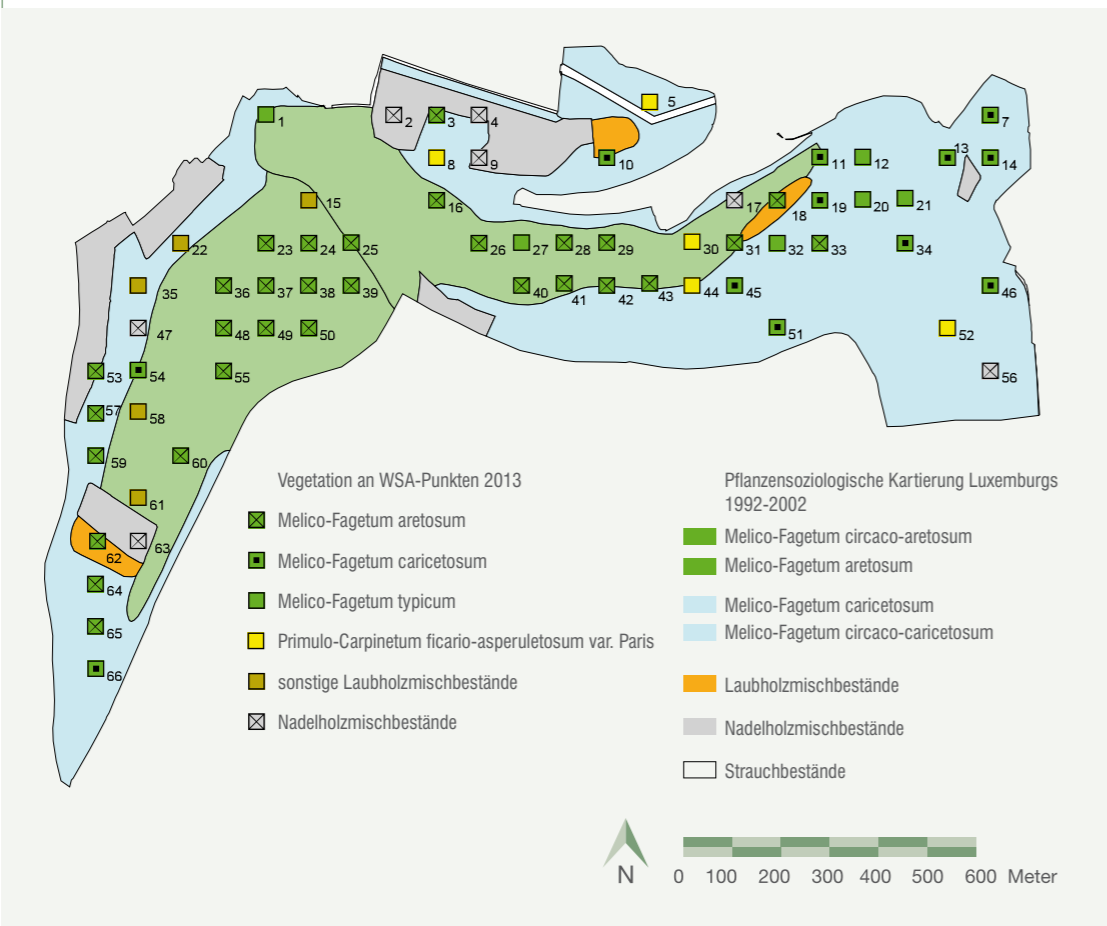
3.3.6 Vergleich der punktuellen Vegetationsaufnahmen (2013) mit der großflächigen pflanzensoziologischen Kartierung Luxemburgs (1992-2002)

In **Abbildung 19** sind die Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen (2013) und der großflächigen pflanzensoziologischen Kartierung Luxemburgs (1992-2002) gegenübergestellt. An 27 von 65 WSA-Punkten (d.h. in 41 % aller Fälle) zeigen sich in 2013 abweichende Einstufungen zur Vorkartierung aus den 1990er Jahren. So sind z.B. das Melico-Fagetum typicum und das Primulo-Carpinetum in der großflächigen pflanzensoziologischen Kartierung nicht ausgewiesen. Im Schutzwürdigkeitsgutachten für das Naturschutzgebiet Haard-Hesselsbiert-Staebiert (AEF 1992) wird aber zumindest das Primulo-Carpinetum für das Untersuchungsgebiet beschrieben. Derartige Abweichungen ergeben sich in der Regel durch den Kartiermaßstab, durch die generell unterschiedliche Aufgabenstellung (punktuelle Aufnahme vs. großflächige Kartierung), durch Untergrenzen zu erfassender bzw. zu subsummierender Vegetationseinheiten und eventuell durch die im Lauf der Jahre revidierten Kartierschlüssel.

Unabhängig von den Unterschieden in Erfassungsmethodik und pflanzensoziologischer Einstufung wird in beiden Fällen deutlich, dass das Melico-Fagetum aretosum und das Melico-Fagetum caricetosum die dominierenden Waldtypen im NWR Haard sind.

Abbildung 19

Vergleich der punktuellen Vegetationsaufnahmen im Jahr 2013 an systematisch angeordneten WSA-Punkten (nicht maßstabsgerechte Quadrate) und der großflächigen pflanzensoziologischen Kartierung Luxemburgs 1992–2002 (Polygone).



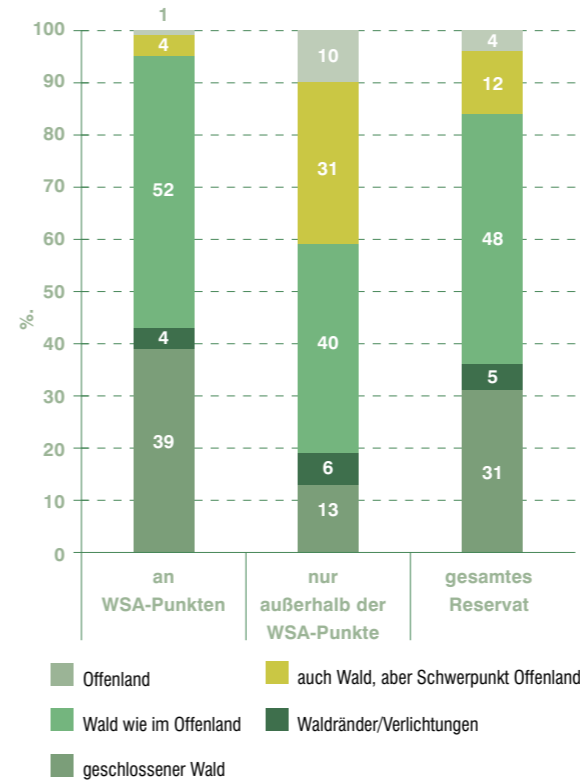
3.4 | Waldbindung und ökologische Zeigerfunktion der Gefäßpflanzenarten

Im Folgenden werden die Gefäßpflanzenarten des Naturwaldreservates in Form von qualitativen Artengruppenspektren (Artenzahlanteile ohne Berücksichtigung von Deckungsgraden) im Hinblick auf ihre Waldbindung und einige ihrer ökologischen Zeigerwerte dargestellt, wobei das Gesamtarteninventar, das Arteninventar der Vegetationsaufnahmeflächen (an WSA-Punkten) und das nur außerhalb dieser Flächen vorkommende Arteninventar miteinander verglichen werden.

In **Abbildung 20** wurden die Gefäßpflanzenarten des Naturwaldreservates entsprechend ihrer Waldbindung nach SCHMIDT et al. (2011) dargestellt. Demnach sind die Arten zu 48 % gleichermaßen Wald- wie Offenlandarten, zu 31 % an geschlossene Bestände gebunden und zu 5 % Arten der Waldränder und Waldverlichtungen. Neben diesen „Waldarten“ im weiteren Sinne sind die übrigen Arten schwerpunktmäßig (12 %) oder ausschließlich (4 %) im Offenland zu finden (**Abbildung 20**, rechte Kolumne).

Abbildung 20

Qualitatives Artengruppenspektrum der Waldbindung der Gefäßpflanzen im NWR Haard (Anteile an der Gesamtartenzahl in % ohne Berücksichtigung von Deckungsgraden); nach SCHMIDT et al. (2011); Arten unterteilt nach ihrem Vorkommen auf den 65 Vegetationsaufnahmeflächen (n = 132), nur außerhalb dieser Flächen (n = 62) und bezogen auf das gesamte Reservat (n = 194).



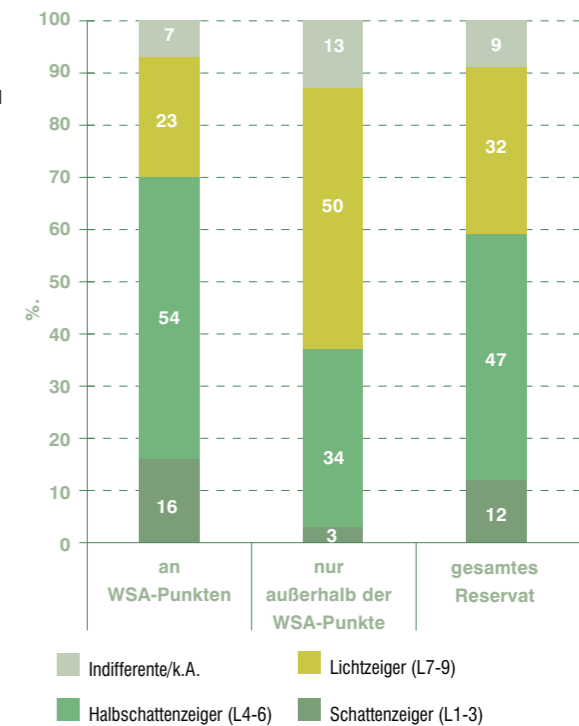
Die Unterteilung des Gesamtarteninventars nach dessen Vorkommen auf bzw. außerhalb der Vegetationsaufnahmeflächen zeigt den Einfluss von Rand- und Sonderstandorten im Gegensatz zum geschlossenen Bestand (**Abbildung 20**, linke und mittlere Kolumne). Während die Arten, die nur an den WSA-Punkten (d.h. im Bestandesinnern) vorkommen, zu 95 % mehr oder weniger strikt an Wälder gebunden sind, liegt der Anteil dieser Gruppe außerhalb der Vegetationsaufnahmeflächen nur noch bei 59 %. Besonders groß ist der Unterschied bei den Arten, die nur im geschlossenen Wald vorkommen (39 % an den WSA-Punkten, nur 13 % außerhalb davon).

In **Abbildung 21** wurden die Arten des Naturwaldreservates entsprechend ihres Lichtzeigerwertes nach ELLENBERG et al. (2001) grob in Schatten-, Halbschatten- und Lichtzeiger gruppiert. Das Gesamtarteninventar (**Abbildung 21**, rechte Kolumne) besteht zu 12 % aus Schattenzeigern, zu 47 % aus Halbschattenzeigern und zu 32 % aus Lichtzeigern.

Bei Unterteilung der Arten entsprechend ihres Vorkommens auf Vegetationsaufnahmeflächen bzw. nur außerhalb davon zeigen sich deutliche Unterschiede zu diesen Werten (**Abbildung 21**, mittlere und linke Kolumne). Im Bestandesinnern, d.h. an den WSA-Punkten, liegt der Anteil der Schattenzeiger bei 16 %, der Halbschattenzeiger bei 54 % und der Lichtzeiger bei nur 23 %. Unter Einbeziehung von Rand- und Sonderstandorten (außerhalb der Vegetationsaufnahmeflächen) sinkt der Anteil der waldtypischen Schattenzeiger auf 3 % und der Anteil der Halbschattenzeiger auf 34 %, wohingegen Lichtzeiger 50 % Anteil erreichen.

Abbildung 21

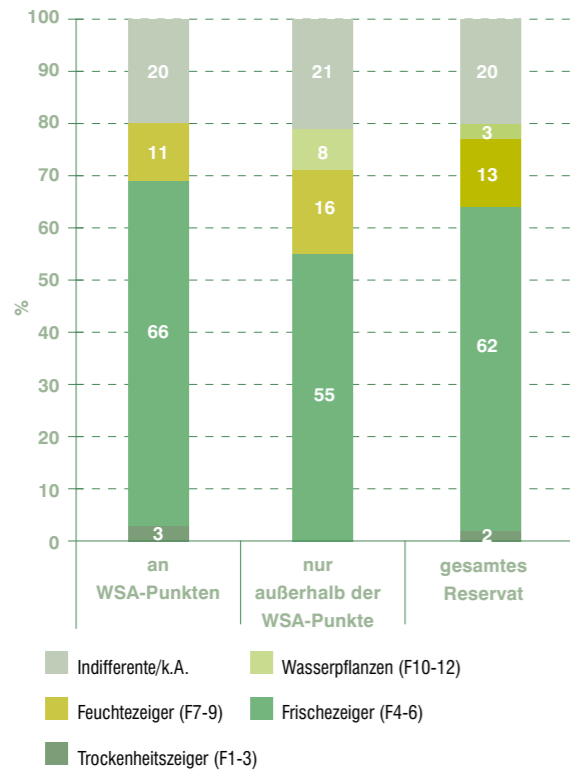
Qualitatives Artengruppenspektrum des Licht-Zeigerwertes der Gefäßpflanzen im NWR Haard (Anteile an der Gesamtartenzahl in % ohne Berücksichtigung von Deckungsgraden); nach ELLENBERG et al. (2001); Arten unterteilt nach ihrem Vorkommen auf den 65 Vegetationsaufnahmeflächen (n = 132), nur außerhalb dieser Flächen (n = 62) und bezogen auf das gesamte Reservat (n = 194); k.A. = keine Angabe.



In **Abbildung 22** wurden die Arten des Naturwaldreservates entsprechend ihres Feuchtezeigerwertes nach ELLENBERG et al. (2001) grob in Trockenheits-, Frische- und Feuchtezeiger sowie Wasserpflanzen gruppiert.

Abbildung 22

Qualitatives Artengruppenspektrum des Feuchtezeigerwertes der Gefäßpflanzen im NWR Haard (Anteile an der Gesamtartenzahl in % ohne Berücksichtigung von Deckungsgraden); nach ELLENBERG et al. (2001); Arten unterteilt nach ihrem Vorkommen auf den 65 Vegetationsaufnahmeeflächen (n = 132), nur außerhalb dieser Flächen (n = 62) und bezogen auf das gesamte Reservat (n = 194); k.A. = keine Angabe.



Das Gesamtarteninventar (Abbildung 22, rechte Kolumne) wird zu 62 % deutlich von Frischezeigern dominiert, während Feuchtezeiger mit 13 % eine untergeordnete Rolle spielen. Trockenheitszeiger und Wasserpflanzen sind bei Betrachtung der gesamten Reservatsfläche mit nur 2 % bzw. 3 % Anteil nahezu bedeutungslos. Auf den Vegetationsaufnahmeeflächen (Abbildung 22, linke Kolumne) sind die Anteile der Frische- bzw. Feuchtezeiger mit 66 % bzw. 11 % Anteil ähnlich ausgeprägt wie im gesamten Reservat, Trockenheitszeiger erreichen geringe 3 %. Wasserpflanzen kommen an den WSA-Punkten nicht vor.

Abbildung 23

Mardellen und Bachläufe sind im NWR Haard aufgrund seiner bergbaulichen Vergangenheit relativ selten; gelegentlich findet man anthropogene Kleingewässer mit charakteristischer Ufervegetation.



Abbildung 24

Einer der seltenen Gewässerläufe am Laangebiert.

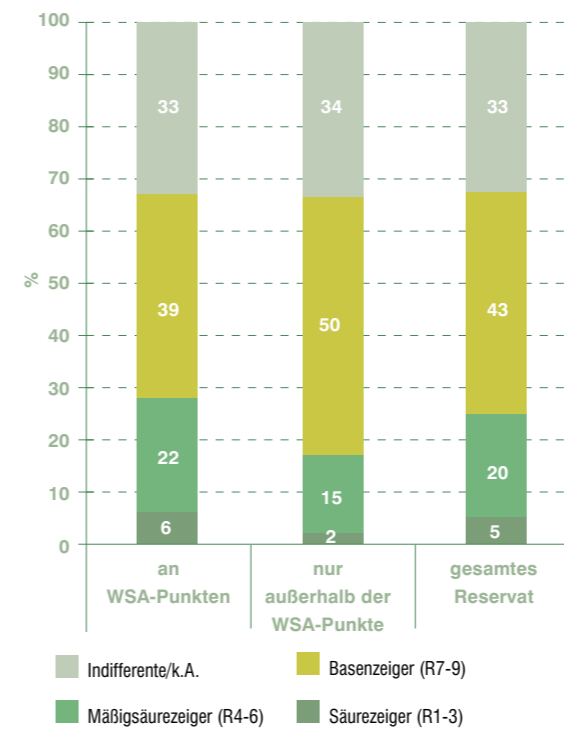


Außerhalb der Vegetationsaufnahmeeflächen (Abb. 22, mittlere Kolumne) treten die Arten von Sonderstandorten wie Bachläufe und anthropogene Kleingewässer deutlich hervor, was sich in dem Wasserpflanzen-Anteil von 8 % ausdrückt. Die dominierenden Frischezeiger sind mit 55 % Anteil etwas schwächer vertreten als auf den Vegetationsaufnahmeeflächen, die Feuchtezeiger mit 16 % etwas stärker. Trockenheitszeiger kommen außerhalb der WSA-Punkte nicht vor.

In Abbildung 25 wurden die Arten des Naturwaldreservates entsprechend ihres Reaktionszeigerwertes nach ELLENBERG et al. (2001) grob in Säure-, Mäßigsäure- und Basenzeiger gruppiert.

Abbildung 25

Qualitatives Artengruppenspektrum des Reaktionszeigerwertes der Gefäßpflanzen im NWR Haard (Anteile an der Gesamtartenzahl in % ohne Berücksichtigung von Deckungsgraden); nach ELLENBERG et al. (2001); Arten unterteilt nach ihrem Vorkommen auf den 65 Vegetationsaufnahmeeflächen (n = 132), nur außerhalb dieser Flächen (n = 62) und bezogen auf das gesamte Reservat (n = 194); k.A. = keine Angabe.

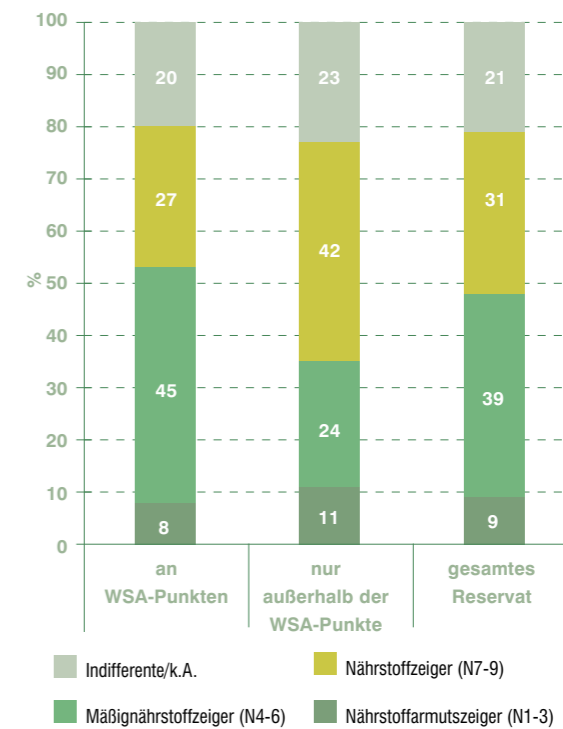


Das Gesamtarteninventar (Abbildung 25, rechte Kolumne) ist von Basenzeigern (43 % Anteil) dominiert. Mäßigsäurezeiger erreichen 20 % und Säurezeiger 5 % Anteil. Zwischen dem Arteninventar der Vegetationsaufnahmeeflächen und den nur außerhalb davon vorkommenden Arten ergeben sich nur geringfügige Unterschiede. An den WSA-Punkten sind die Anteile der Säure- und Mäßigsäurezeiger mit 6 bzw. 22 % etwas höher als außerhalb davon (dort 2 % bzw. 15 %), dagegen ist der Anteil der dominierenden Basenzeiger mit 39 % etwas geringer (außerhalb 50 %).

In Abbildung 26 wurden die Arten des Naturwaldreservates entsprechend ihres Nährstoffzeigerwertes nach ELLENBERG et al. (2001) grob in Nährstoffarmuts-, Mäßig-nährstoff- und (stärkere) Nährstoffzeiger gruppiert.

Abbildung 26

Qualitatives Artengruppenspektrum des Nährstoffzeigerwertes der Gefäßpflanzen im NWR Haard (Anteile an der Gesamtartenzahl in % ohne Berücksichtigung von Deckungsgraden); nach ELLENBERG et al. (2001); Arten unterteilt nach ihrem Vorkommen auf den 65 Vegetationsaufnahmeeflächen (n = 132), nur außerhalb dieser Flächen (n = 62) und bezogen auf das gesamte Reservat (n = 194); k.A. = keine Angabe.



Das Gesamtarteninventar (Abbildung 26, rechte Kolumne) ist in etwa gleichen Anteilen durch Mäßig-nährstoffzeiger und Nährstoffzeiger (39 bzw. 31 %) geprägt. Nährstoffarmutszeiger sind im gesamten Reservat mit 9 % Anteil nur gering vertreten. Das Arteninventar der Vegetationsaufnahmeeflächen ist gegenüber dem der umgebenden Fläche durch geringere Anteile an Nährstoffzeigern (27 % vs. 42 %) und höhere Anteile an Mäßig-nährstoffzeigern (45 % vs. 24 %) charakterisiert. Die Nährstoffarmutszeiger sind dagegen in beiden Varianten ähnlich gering vertreten (8 bzw. 11 % Anteil).

3.5 | Anmerkungen zu einzelnen Strukturen und Artengruppen

Ergänzend zur pflanzensoziologischen und ökologischen Charakterisierung der Bestände soll hier auf einige spezielle Artengruppen eingegangen werden.

3.5.1 Frühlingsaspekt (Tabelle 2-4 Anhang)

Ein Frühlingsaspekt lässt sich in allen beschriebenen Vegetationseinheiten im Naturwaldreservat beobachten. Unterschiede ergeben sich v. a. hinsichtlich der Deckungsgrade. Während im Melico-Fagetum aretosum (Tabelle 2 Anhang) und in den sonstigen Laubholzmischbeständen (Tabelle 4 Anhang) im April fast durchweg großflächige Blütenteppiche ausgebildet sind, trifft das auf die übrigen Bestände nur in geringerem Umfang zu. Dort finden sich meist Einzelexemplare oder kleine Gruppen von früh blühenden Geophyten und Hemikryptophyten (selten auch der Seidelbast).

Insgesamt lassen sich im Reservat 14 früh blühende Arten finden, von denen zehn auf den Vegetationsaufnahmeflächen der WSA-Punkte und vier nur außerhalb davon vorkommen.

Abbildung 27

Der Frühlingsaspekt im NWR Haard; hier mit Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*) und Hoher Schlüsselblume (*Primula elatior*); Aufnahme vom Plateau des Kalebiorg.



Abbildung 28

Das Moschuskraut (*Adoxa moschatellina*) ist charakteristisch für den Frühlingsaspekt im Melico-Fagetum aretosum und besonders häufig auf dem Plateau des Kalebiorg zu finden; hier im Bild mit *Lamium galeobdolon* und *Anemone nemorosa*.



- *Anemone nemorosa* ist mit Abstand die häufigste Art dieser Gruppe. Mit Stetigkeitsklasse V kommt sie in fast jeder Aufnahme vor und bildet abschnittsweise Deckungsgrade von 10-30 % (vereinzelt auch bis zu 50 %) aus.
- *Mercurialis perennis* folgt mit einigem Abstand mit Stetigkeitsklasse III; die Art tritt abschnittsweise mit Deckungsgraden von 20-40 % (vereinzelt bis zu 60 %) stark in Erscheinung. Auch in einigen Nadelholzmischbeständen ist die Art Aspekt bestimmend, wohingegen sie im Melico-Fagetum typicum fehlt.
- *Viola reichenbachiana* erreicht ebenfalls Stetigkeitsklasse III und ist mit geringen Deckungsgraden in allen beschriebenen Vegetationseinheiten präsent.
- *Arum maculatum* erreicht Stetigkeitsklasse II und ist mit Einzelexemplaren in allen beschriebenen Vegetationseinheiten außer dem Melico-Fagetum typicum vertreten.
- *Ranunculus ficaria* kommt mit Stetigkeitsklasse II vor; die Art entfaltet v. a. auf alten Wegetrassen höhere Deckungsgrade (bis zu 25 %), außerhalb davon nur geringe; das Scharbockskraut tritt in allen beschriebenen Vegetationseinheiten außer dem Melico-Fagetum typicum et caricetosum auf.

- *Primula elatior* erreicht Stetigkeitsklasse II und ist mit Einzelexemplaren in allen beschriebenen Vegetationseinheiten außer den Nadelholzmischbeständen vertreten.
- *Ranunculus auricomus* tritt mit Stetigkeitsklasse II und geringen Deckungsgraden auf und ist schwerpunktmäßig im Melico-Fagetum aretosum verbreitet.
- *Adoxa moschatellina* erreicht nur Stetigkeitsklasse I und hat seinen Verbreitungsschwerpunkt ebenfalls im Melico-Fagetum aretosum; es kann lokal kleine Herden mit Deckungsgraden von bis zu 5 % ausbilden.

Abbildung 29

Frühlingsaspekt im NWR Haard; hier mit Dunklen Lungenkraut (*Pulmonaria obscura*), Waldmeister (*Galium odoratum*) und gerade erst austreibendem Ausdauerndem Bingelkraut (*Mercurialis perennis*).



- *Daphne mezereum* und *Pulmonaria obscura* kommen jeweils nur mit wenigen Einzelexemplaren auf den Vegetationsaufnahmeflächen vor (Stetigkeitsklasse r).

Nur außerhalb der Vegetationsaufnahmeflächen wurden gefunden: *Anemone ranunculoides*, *Cardamine pratensis*, *Corydalis solida* und *Galanthus nivalis*. Die beiden letztgenannten Arten sind möglicherweise ausgewildert.

Abbildung 30

Geschlossene Blütenteppiche des Scharbockskrautes (*Ranunculus ficaria*) finden sich vor allem auf alten bergbaubedingten Wegetrassen.



3.5.2 Stör- und Verlichtungszeiger

Um die Präsenz von Stör- und Verlichtungszeigern im Zusammenhang mit bestimmten Störungssituationen zu dokumentieren, wurden die 65 Vegetationsaufnahmeflächen in folgende vier Gruppen eingeteilt:

- 22 weitestgehend ungestörte und homogene Flächen (unabhängig von der Baumartenzusammensetzung)
- 18 Laubholzbestände mit alten bergbaubedingten Wegetrassen, Einsturzrinnen und -trichtern
- 16 Laubholzbestände mit kleinflächigem Windwurf (Kronenlücken, Wurzelteller, Windwurfverhaue – auch randlich angrenzend)
- 9 Nadelholz- und Laubholzmischbestände mit abrupten Bestandeswechseln, lückigem Kronendach und/oder großflächigem Windwurf.

Bei mehrfachen Störungen wurde gutachterlich nach dem überwiegenden Störfaktor entschieden. Der Einschluss der genannten Strukturen in die Vegetationsaufnahme ist der systematischen Anordnung der WSA-Punkte im Gitternetz geschuldet. Bei klassisch-vegetationskundlicher Vorgehensweise würde man inhomogene Flächen nicht aufnehmen. Jedoch hat die systematische Anordnung den Vorteil, dass nicht nur typische Waldbestände abgebildet werden, sondern dass sich auch die bergbauliche und forstliche Nutzungsgeschichte sowie natürliche Störungsereignisse in den Vegetationsaufnahmen widerspiegeln.

Abbildung 31

Beispiel für moderate Störungssituationen: kleinere Kronenlücken treten über das gesamte Reservat verteilt auf.



Abbildung 32

Windwurf mit Wurzeltellern und Verhaue tritt im Reservat ebenfalls meist in Form kleinflächiger Lücken im Bereich 1-2 Baumkronen auf; ausgedehnte Kahlflächen sind eher selten.



Im oberen Teil von **Tabelle 4** sind Stetigkeitsklassen und mittlere Deckungsgrade von Stör- und Verlichtungszeigern im Gefälle der unterschiedlich intensiven Störungssituationen angegeben.

Dabei wird zunächst deutlich, dass diese Artengruppe bei mäßiger Störungsintensität (d.h. bei kleinflächigem Windwurf oder bergbaubedingten Bodenveränderungen – siehe mittlere 2 Spalten) zwar häufiger und artenreicher vorkommt als in den ungestörten Beständen, aber keine nennenswerten mittleren Deckungsgrade ausbildet (immer <0,1 %). Erst bei stärkerer Auflichtung (rechte Spalte), wie sie für großflächigen Windwurf mit Schlagfluren oder auch für einige der lückigen Nadelholztaltbestände im Reservat typisch ist, tritt die Artengruppe massiv hervor. Im Vergleich zu den übrigen Varianten steigt dabei auch die Artenzahl noch einmal an. Die häufigsten und deckungsstärksten Stör- und Verlichtungszeiger sind unter diesen Bedingungen *Rubus fruticosus* agg., *Urtica dioica*, *Senecio ovatus*, *Atropa belladonna*, *Rubus idaeus* und *Eupatorium cannabinum*.

Im unteren Teil von **Tabelle 4** sind die häufigsten und/oder deckungsstärksten Waldarten in der Krautschicht im Gefälle der Störungsintensität aufgeführt, sofern sich stärkere Unterschiede zwischen den Varianten ergeben. Nicht wenige Arten lassen sich als Gewinner oder Verlierer der stärkeren Auflichtung benennen.

Tabelle 4 Stetigkeit (in Klassen) und mittlere Deckungsgrade (in %; in Klammern) von charakteristischen Stör- und Verlichtungszeigern sowie von häufigen Waldarten in der Krautschicht der 65 Vegetationsaufnahmeflächen unterteilt nach verschiedenen Störungssituationen.

	weitestgehend ungestörte und homogene Bestände n = 22	Laubholzbestände mit alten bergbaubedingten Wegetrassen, Einsturztrichtern und -rinnen n = 18	Laubholzbestände mit kleinflächigem Windwurf (Kronenlücken, Wurzelteller, Verhaue) n = 16	Nadel- und Laubholzmischbestände mit Bestandeswechsel, lückigem Kronendach und/oder großflächigem Windwurf n = 9
Charakteristische Stör- und Verlichtungszeiger				
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	r (<0,1)	II (0,2)	III (0,4)	V (11,9)
<i>Urtica dioica</i>	+ (<0,1)	+ (0,2)	I (0,1)	V (4,2)
<i>Senecio ovatus</i>	I (0,1)	II (0,1)	II (0,2)	III (0,3)
<i>Atropa belladonna</i>	...	+ (0,1)	I (0,1)	III (1,6)
<i>Rubus idaeus</i>	...	I (0,1)	+ (<0,1)	III (6,1)
<i>Eupatorium cannabinum</i>	...	...	+ (<0,1)	III (2,4)
<i>Chaerophyllum temulum</i>	...	+ (<0,1)	...	II (0,1)
<i>Galium aparine</i>	...	...	...	II (0,2)
<i>Cirsium arvense</i>	...	...	...	I (0,1)
<i>Cytisus scoparius</i>	...	...	...	I (0,1)
<i>Hypericum maculatum</i>	...	...	...	I (0,1)
<i>Juncus effusus</i>	...	...	...	I (0,1)
<i>Dactylis glomerata</i>	r (<0,1)	...	...	...
<i>Veronica chamaedrys</i>	...	+ (<0,1)	...	...
<i>Heracleum sphondylium</i>	...	...	+ (<0,1)	...
<i>Hypericum hirsutum</i>	...	+ (<0,1)	...	...
Häufige Waldarten				
Nur Arten mit Stetigkeitsklasse II und häufiger; dabei Unterschiede von mindestens 2 Stetigkeitsklassen und/oder Verdoppelung bzw. Halbierung des mittleren Deckungsgrades zwischen den Varianten				
<i>Ranunculus ficaria</i>	II (1,0)	II (3,2)	I (0,3)	I (0,2)
<i>Fagus sylvatica</i>	V (8,5)	V (10,0)	V (6,3)	IV (1,7)
<i>Anemone nemorosa</i>	V (11,2)	V (10,9)	V (15,5)	III (2,4)
<i>Acer pseudoplatanus</i>	IV (2,8)	V (3,9)	IV (1,3)	IV (0,4)
<i>Convallaria majalis</i>	III (0,5)	II (0,2)	III (0,2)	I (0,1)
<i>Arum maculatum</i>	II (0,2)	I (0,1)	III (0,2)	...
<i>Primula elatior</i>	II (0,1)	II (0,1)	I (0,1)	...
<i>Melica uniflora</i>	IV (0,7)	III (0,4)	IV (2,1)	V (4,4)
<i>Circaea lutetiana</i>	III (0,8)	III (1,6)	IV (0,5)	V (1,3)
<i>Mercurialis perennis</i>	III (6,3)	III (4,4)	IV (9,9)	IV (19,4)
<i>Dryopteris filix-mas</i>	III (0,3)	IV (0,3)	II (0,2)	V (0,6)
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	II (0,2)	II (0,2)	III (0,5)	V (1,6)
<i>Carpinus betulus</i>	II (0,2)	II (0,1)	III (0,2)	IV (0,3)
<i>Geranium robertianum</i>	I (0,1)	II (0,1)	II (0,1)	IV (0,3)
<i>Geum urbanum</i>	+ (<0,1)	I (0,1)	II (0,2)	IV (0,3)
<i>Lonicera xylosteum</i>	I (0,1)	II (0,1)	II (0,8)	III (0,2)

Abbildung 33

Die Tollkirsche (*Atropa belladonna*) als typische Schlagflurart basenreicher Standorte kommt stellenweise auch im NWR Haard vor, wie hier auf einem der wenigen größeren Kahlflächen am Nordhang des Kaleberg.



Ranunculus ficaria bildet v. a. auf den alten bergbaubedingten Wegetrassen am Laangebiert großflächige Blütenteppiche aus und profitiert somit von den alten bergbaubedingten Strukturen. Bei großflächiger Auflichtung ist die Art jedoch nur schwach vertreten. Ebenso sind Buchen- und Bergahorn-Verjüngung, *Anemone nemorosa* und *Convallaria majalis* bei hoher Störungsintensität (Tabelle 4, rechte Spalte) deutlich schwächer vertreten als in den übrigen Varianten. *Arum maculatum* und *Primula elatior* fallen unter diesen Bedingungen ganz aus.

Einige Waldarten profitieren von großflächiger Auflichtung und treten hier häufiger und/oder deckungsstärker auf als bei geringerer Störungsintensität oder im ungestörten Bestand (Tabelle 4, rechte Spalte). Das betrifft *Melica uniflora*, *Circaea lutetiana*, *Mercurialis perennis*, *Dryopteris filix-mas*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carpinus betulus*, *Geranium robertianum*, *Geum urbanum* und *Lonicera xylosteum*.

Viele typische Waldarten zeigen jedoch keine oder nur undeutliche Reaktionsmuster auf die auftretenden Störungen und sind deshalb in Tabelle 4 nicht vertreten. Das betrifft *Galium odoratum*, *Hedera helix*, *Milium effusum*, *Lamium galeobdolon*, *Carex sylvatica*, *Carex digitata*, *Vicia sepium*, *Viola reichenbachiana*, *Fraxinus excelsior*, *Polygonatum multiflorum*, *Acer campestre*, *Ranunculus auricomus* und *Viburnum opulus*.

Trotz der Zunahme von Stör- und Verlichtungszeigern in bestimmten Störungssituationen und des moderaten Rückganges einiger typischer Waldarten kommt es auf den basenreichen Waldstandorten des NWR Haard nicht zu einem generellen Artenwechsel in der Bodenvegetation. Das kann als Hinweis für die Stabilität und die Resilienz der gebietstypischen Buchenwaldgesellschaften gewertet werden.

3.5.3 Neophyten

Im Naturwaldreservat Haard kommen acht neophytische Gefäßpflanzenarten vor. Die Angaben entstammen teils der Roten Liste Luxemburgs (COLLING 2005), teils (v. a. bei den Forstbaumarten) wurden sie nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) ergänzt. Mit Ausnahme einiger abteilungsweise angebaute Nadelholzbestände spielen diese Arten quantitativ keine Rolle. Im Einzelnen betrifft das:

- *Picea abies* – in neun Vegetationsaufnahmen erfasst; teilweise den Bestand dominierend, teilweise gering deckende Mischbaumart; in allen vier Vegetationsschichten vorkommend;
- *Larix kaempferi* – in drei Vegetationsaufnahmen nur in der B1 erfasst und dort einen lockeren Schirm ausbildend;
- *Pseudotsuga menziesii* – in drei Vegetationsaufnahmen erfasst; gering deckende Mischbaumart; in B1, B2 und Strauchschicht vorkommend;
- *Quercus rubra* – in zwei Vegetationsaufnahmen erfasst; teils gering deckende Mischbaumart in der B1, teils mit Einzelexemplaren in der niedrig wüchsigen Verjüngung vorkommend;
- *Juglans regia* – in nur einer Vegetationsaufnahme erfasst; nur Einzelexemplare in der niedrig wüchsigen Verjüngung.

Nur außerhalb der Vegetationsaufnahmeflächen und mit geringen Deckungen bzw. mit Einzelexemplaren kommen ferner vor:

- *Epilobium ciliatum*,
- *Aesculus hippocastanum*,
- *Symphoricarpos albus*.

4. Zusammenfassung

Im Frühjahr und im Sommer 2013 wurden im Naturwaldreservat Haard Vegetationsaufnahmen auf 400 m² Grundfläche an 65 systematisch angeordneten Stichprobenpunkten der WSA-L sowie eine floristische Erfassung auf der Gesamtfläche des Reservates (156 ha) durchgeführt.

Arteninventar: Im Naturwaldreservat kommen insgesamt 194 Gefäßpflanzenarten vor, von denen 132 Arten (= 68 %) auch auf den Vegetationsaufnahmeflächen zu finden waren. Auf der Roten Liste Luxemburgs stehen 17 Arten.

Waldgesellschaften: Die Vegetationsaufnahmen wurden nach VANESSE (1993) pflanzensoziologisch eingeordnet. Im Reservat kommen das Melico-Fagetum typicum, das Melico-Fagetum aretosum, das Melico-Fagetum caricetosum und ferner auch das Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum (Variante von *Paris quadrifolia*) vor. Mit 30 Aufnahmen hat das Melico-Fagetum aretosum den größten Anteil. Sieben Nadelholz-mischbestände und fünf Laubholz-mischbestände (teilweise mit Bestandeswechseln in der Aufnahmefläche) konnten keiner in der Literatur beschriebenen Pflanzengesellschaft zugeordnet werden. Auch in Beständen mit „fremder“ Überschirmung (z.B. Nadelgehölze) entspricht das Arteninventar der Bodenvegetation im Wesentlichen dem der umliegenden Buchenwaldgesellschaften, die im Reservat dominieren.

Waldbindung und ökologische Zeigerfunktion: Das Gesamtarteninventar des Naturwaldreservates ist - ohne Berücksichtigung der Deckungsgrade - durch folgende Artengruppen maßgeblich geprägt: Arten des geschlossenen Waldes (31 %) sowie Arten, die gleichermaßen in Wäldern wie im Offenland vorkommen (48 %); Halbschatten- (47 %) und Lichtzeiger (32 %); Frischezeiger (62 %); Basenzeiger (43 %) sowie Mäßig-nährstoff- (39 %) und stärkere Nährstoffzeiger (31 %). Bei Unterteilung des Gesamtarteninventars in die Arten der 65 Vegetationsaufnahmeflächen und in diejenigen Arten, die nur außerhalb dieser Flächen vorkommen, zeigen sich bei den Parametern Nährstoff- und Reaktionszeigerwert nur geringe Unterschiede zwischen den beiden Vergleichsgruppen, dagegen bei den Parametern Waldbindung sowie Licht- und Feuchtezeigerwert teilweise deutliche. Die waldtypischen Artengruppen (d.h. Arten mit strikter Waldbindung, Schatten- und Frischezeiger) sind

auf den Vegetationsaufnahmeflächen stärker vertreten als außerhalb davon und repräsentieren das Bestandesinnere. Außerhalb der Vegetationsaufnahmeflächen sind dagegen die für Rand- und Sonderstandorte (Wegränder, Gewässerläufe, Mardellen, anthropogene Kleingewässer und Waldaußenkanten) typischen Artengruppen präsenter - also Arten, die schwerpunktmäßig oder ausschließlich im Offenland vorkommen, Lichtzeiger, Wasserpflanzen sowie auch stärkere Nährstoffzeiger.

Frühjahrsaspekt: Ein Frühjahrsaspekt ist in allen beschriebenen Vegetationseinheiten im Reservat zu beobachten. Besonders im Melico-Fagetum aretosum und in den nicht näher zugeordneten Laubholz-mischbeständen ist er fast durchweg in Form großflächiger Blütenteppiche ausgebildet, in den übrigen Beständen finden sich meist Einzelexemplare oder kleine Gruppen von früh blühenden Geophyten und Hemikryptophyten. Die häufigsten Frühblüher im Reservat sind *Anemone nemorosa*, *Mercurialis perennis*, *Viola reichenbachiana*, *Arum maculatum*, *Ranunculus ficaria*, *Primula elatior* und *Adoxa moschatellina*.

Vergleich mit früheren Kartierungen: An 27 von 65 WSA-Punkten (d.h. in 41 % aller Fälle) zeigten sich in 2013 abweichende Einstufungen zur großflächigen (nicht punktuellen) pflanzensoziologischen Kartierung Luxemburgs aus den 1990er Jahren. Neu erfasst wurden das Melico-Fagetum typicum und das Primulo-Carpinetum. Derartige Abweichungen ergeben sich in der Regel durch die unterschiedlichen Aufnahmemethodiken und -maßstäbe.

Störung; Stör- und Verlichtungszeiger: Nur 34 % der Vegetationsaufnahmeflächen wurden als weitestgehend ungestört und „homogen“ klassifiziert, die übrigen 66 % weisen anthropogene und/oder natürliche Störungen auf. In relativ moderaten Störungssituationen wie kleinflächigem Windwurf bzw. bergbaubedingten Wegetrassen, Einsturztrichtern und -rinnen treten Stör- und Verlichtungszeiger zwar häufiger und artenreicher auf als im ungestörten Bestand, erreichen aber keine hohen Deckungsgrade (im Mittel immer <1 %). Erst bei großflächiger Auflichtung, wie sie für größere Bestandeslöcher bzw. für alte Nadelholzbestände mit lückigem Kronendach typisch sind, treten Stör- und Verlichtungszeiger massiver - d.h. häufiger, artenreicher und deckungsstärker - auf. Ein kleiner

Teil der typischen Waldarten reagiert mit Einbrüchen von Stetigkeit und/oder Deckungsgrad auf diese extremeren Situationen, einige Waldarten profitieren sogar davon. Ein Großteil der häufigen und deckungsstarken Waldarten reagiert jedoch nicht oder nur undeutlich.

Neophyten: von den acht neophytischen Gefäßpflanzenarten im Reservat spielen nur die forstlich eingebrachten Bestände von Fichte, Japanlärche und Douglasie eine quantitative Rolle. Die übrigen Arten treten nur vereinzelt und mit geringen Deckungen in Erscheinung.

5. Literatur

ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS (1992): La Reserve Naturelle Haard-Hesselsbiert-Staebiert. – Dossier de Classement, réalisé par Jeannot Jacobs, Luxembourg, 47 pp.

COLLING, G. (2005): Red List of the Vascular Plants of Luxembourg. – Ferrantia 42: 1-80, Luxembourg.

ELLENBERG, H.; WEBER, H.; DÜLL, R.; WIRTH, V. & WERNER, W. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Aufl. – Scripta Geobotanica 18: 1-262, Göttingen.

KOMPA, T. (2012): Gefäßpflanzenflora und Waldgesellschaften im Naturwaldreservat „Beetebuerger Bësch“ (2011). – in MURAT, D. (Red.): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 9. Zoologische und botanische Untersuchungen „Beetebuerger Bësch“ 2005-2011. Naturverwaltung Luxemburg: 212-241.

ROTHMALER, W. (2005): Exkursionsflora von Deutschland. Band 4: Gefäßpflanzen. Kritischer Band. 10. Aufl. – Elsevier Spektrum, München, 980 S.

SCHMIDT, M.; KRIEBITZSCH, W.-U. & JÖRG EWALD (RED.) (2011): Waldartenlisten der Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands. – BfN-Skripten 299: 1-116, Bonn.

THOMAS, A.; MROTZEK, R. & SCHMIDT, W. (1995): Biomonitoring in Buchenwäldern. Aufgaben, Methoden und Organisation eines koordinierten Biomonitoringsystems in naturnahen Waldökosystemen der Bundesrepublik Deutschland. – Angewandte Landschaftsökologie 6: 1-150, Bonn.

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): Die Gefäßpflanzenflora und Waldgesellschaften des Naturwaldreservates „Langmuer“. – in: MURAT, D. (Red.): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 5. Zoologische und botanische Untersuchungen „Langmuer“ 2007-2008. Naturverwaltung Luxemburg: 140-159.

WEVELL VON KRÜGER, A. (2010): Untersuchungen in Naturwaldreservaten Luxemburgs. Konzept „Biomonitoring Vegetation“ Version 1.0 – unveröff. Methodenleitfaden, FVA Baden-Württemberg, 10 S.

WEVELL VON KRÜGER, A. (2011): Die Gefäßpflanzenflora und Waldgesellschaften des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“. – in: MURAT, D. (Red.): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 8. Zoologische und botanische Untersuchungen „Enneschte Bësch“ 2007-2010. Naturverwaltung Luxemburg: 204-223.

WEVELL VON KRÜGER, A. & BROCKAMP, U. (2011): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 7. Waldstrukturaufnahme „Haard“ 2009. Naturverwaltung Luxemburg: 73 S.

WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Stuttgart, 765 S.

6. Abbildung- und Tabellenverzeichnis

6.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lageschema der 400 m² großen Vegetationsaufnahmefläche (Kantenlänge 20 m) innerhalb des 1000 m²-Probekreises der WSA-L 109

Abbildung 2: Selten im NWR Haard zu finden und Art der luxemburgischen Roten Liste: Gewöhnlicher Seidelbast (*Daphne mezereum*) zur Blütezeit 111

Abbildung 3: Bergbaubedingte Einsturzrinnen und –trichter wie hier sind Wuchsorte der seltenen Hirschwurze (*Asplenium scolopendrium*) im Reservat. Die tieferen Strukturen verfügen über ein eigenes Lokalklima und sind teilweise mit kleinflächigen Schluchtwäldern bestockt 112

Abbildung 4: Der Gelbe Fingerhut (*Digitalis lutea*) steht ebenfalls auf der Roten Liste Luxemburgs und kommt im NWR Haard nur selten vor; hier am Rand einer Einsturzrinne im Norden des Reservates 112

Abbildung 5: Verteilung der Vegetationsaufnahmeflächen im Reservat und ihre pflanzensoziologische Zuordnung ... 113

Abbildung 6: Typisches Bestandesbild vom Nordhang des Laangebiert im Frühjahr: in dem hallenartigen Buchen-Altbestand (Melico-Fagetum typicum et aretosum im engräumigen Wechsel) finden sich gelegentlich unterständige Weißtannen sowie einzelne angeschobene Bäume und Windwurf-Wurzelteller; im Hintergrund ein Eschen-Jungbestand 114

Abbildung 7: Das Melico-Fagetum typicum verfügt über keine eigenen Differentialartengruppen und ist durch allgemein im Melico-Fagetum verbreitete Arten charakterisiert; hier der im gesamten Reservat höchst auftretende Waldmeister (*Galium odoratum*) 115

Abbildung 8: Eine Besonderheit am Nordhang des Laangebiert sind großflächige Dominanzbestände des Kleinen Immergrüns (*Vinca minor*), hier im Melico-Fagetum typicum 115

Abbildung 9: Typisches Bestandesbild vom Nordhang des Laangebiert im Sommer (Melico-Fagetum typicum) .. 115

Abbildung 10: Der Gefleckter Aronstab (*Arum maculatum*) ist Namens gebend für die charakteristische Differentialartengruppe des Melico-Fagetum aretosum 116

Abbildung 11: Typischer Sommeraspekt eines Melico-Fagetum aretosum auf dem Kalebiert; im Vordergrund Dominanzbestände des Ausdauernden Bingelkrautes (*Mercurialis perennis*), im Hintergrund verjüngungsreichere Partien. 117

Abbildung 12: Charakteristische Art im Melico-Faegtum aretosum: Nesselblättrige Glockenblume (*Campanula trachelium*) 118

Abbildung 13: Blühende Finger-Segge (*Carex digitata*); charakteristisch und Namens gebend für das Carico-Fagetum caricetosum, mit geringerer Stetigkeit auch in weiteren Waldgesellschaften vorkommend 119

Abbildung 14: Ebenfalls typisch das Melico-Fagetum caricetosum: Breitblättrige Stendelwurz (*Epipactis helleborine*) 120

Abbildung 15: Die Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*) im Melico-Fagetum caricetosum 120

Abbildung 16: Die Einbeere ist Namens gebend für die kleinflächig im NWR Haard verbreitete Variante von *Paris quadrifolia* des Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum 122

Abbildung 17: In aufgelichteten Nadelholzbeständen wird die Bodenvegetation häufig von Brombeere und Himbeere dominiert 124

Abbildung 18: Aus Pflanzung stammende Jungbestände mit Bergahorn, Esche, Buche und anderen Mischbaumarten sind in mehreren Teilen des Reservates zu finden 125

Abbildung 19: Vergleich der punktuellen Vegetationsaufnahmen im Jahr 2013 an systematisch angeordneten WSA-Punkten (nicht maßstabsgerechte Quadrate) und der großflächigen pflanzensoziologischen Kartierung Luxemburgs 1992–2002 (Polygone) 126

Abbildung 20: Qualitatives Artengruppenspektrum der Waldbindung der Gefäßpflanzen im NWR Haard 127

Abbildung 21: Qualitatives Artengruppenspektrum des Licht-Zeigerwertes der Gefäßpflanzen im NWR Haard 127

Abbildung 22: Qualitatives Artengruppenspektrum des Feuchte-Zeigerwertes der Gefäßpflanzen im NWR Haard 128

Abbildung 23: Mardellen und Bachläufe sind im NWR Haard aufgrund seiner bergbaulichen Vergangenheit relativ selten; gelegentlich findet man anthropogene Kleingewässer mit charakteristischer Ufervegetation 128

Abbildung 24: Einer der seltenen Gewässerläufe am Laangebiert 128

Abbildung 25: Qualitatives Artengruppenspektrum des Reaktions-Zeigerwertes der Gefäßpflanzen im NWR Haard 129

Abbildung 26: Qualitatives Artengruppenspektrum des Nährstoff-Zeigerwertes der Gefäßpflanzen im NWR Haard 129

Abbildung 27: Der Frühjahrsaspekt im NWR Haard; hier mit Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*) und Hoher Schlüsselblume (*Primula elatior*); Aufnahme vom Plateau des Kalebiert 130

Abbildung 28: Das Moschuskraut (*Adoxa moschatellina*) ist charakteristisch für den Frühjahrsaspekt im Melico-Fagetum aretosum besonders häufig auf dem Plateau des Kalebiert zu finden; hier im Bild mit *Lamium galeobdolon* und *Anemone nemorosa* 130

Abbildung 29: Frühjahrsaspekt im NWR Haard; hier mit Dunklen Lungenkraut (*Pulmonaria obscura*), Waldmeister (*Galium odoratum*) und gerade erst austreibendem Ausdauerndem Bingelkraut (*Mercurialis perennis*) 131

Abbildung 30: Geschlossene Blütenesselpeppe des Scharbockkrautes (*Ranunculus ficaria*) finden sich vor allem auf alten bergbaubedingten Wegetrassen 131

Abbildung 31: Beispiel für moderate Störungssituationen: kleinere Kronenlücken treten über das gesamte Reservat verteilt auf 132

Abbildung 32: Windwurf mit Wurzeltellern und Verhauen tritt im Reservat ebenfalls meist in Form kleinflächiger Lücken im Bereich 1-2 Baumkronen auf; ausgedehnte Kahlfächen sind eher selten 132

Abbildung 33: Die Tollkirsche (*Atropa belladonna*) als typische Schlagflurart basenreicher Standorte kommt stellenweise auch im NWR Haard vor, wie hier auf einem der wenigen größeren Kahlfächen am Nordhang des Kalebiert 134

6.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gesamtarteninventar des Naturwaldreservates, unterteilt nach Wuchsformen und nach dem Vorkommen der Arten auf den Vegetationsaufnahmeflächen bzw. außerhalb davon 111

Tabelle 2: Rote-Liste-Arten im NWR Haard 112

Tabelle 3: Pflanzensoziologisch nicht näher zuordenbare Nadel- und Laubholzmischbestände im NWR Haard 123

Tabelle 4: Stetigkeit (in Klassen) und mittlere Deckungsgrade (in %; in Klammern) von charakteristischen Stör- und Verlichtungszeigern sowie von häufigen Waldarten in der Krautschicht der 65 Vegetationsaufnahmeflächen, unterteilt nach verschiedenen Störungssituationen 133

6.3 | Anhangstabellen

Tabelle 1 Anhang: Gesamtartenliste mit Zusatzangaben (Gefährdungskategorie, Status, Waldbindung, Zeigerwerte) 138

Tabelle 2 Anhang: Stetigkeitstabelle Melico-Fagetum 143

Tabelle 3 Anhang: Stetigkeitstabelle Primulo-Carpinetum 146

Tabelle 4 Anhang: Stetigkeitstabelle der nicht näher zuordenbaren Nadel- und Laubholzmischbestände 148

Tabelle 1 Anhang Gesamtartenliste der Gefäßpflanzen im Naturwaldreservat Haard (mit Zusatzangaben)

Taxon	Threat category	Status	Habitat type	HB	L	F	R	N	Wuchsform	VA
<i>Abies alba</i> MILL.	k.A.	k.A.	k.A.	B1.1	3				B	x
<i>Acer campestre</i> L.	LC	N	FOR	B2.1	5	5	7	6	B	x
<i>Acer platanoides</i> L.	LC	N	FOR	B2.1	4				B	x
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	LC	N	FOR	B2.1	4	6		7	B	x
<i>Actaea spicata</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	3	5	6	7	K	x
<i>Adoxa moschatellina</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	5	6	7	8	K	x
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	5	6	7	8	K	
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	k.A.	k.A.	k.A.	B2.2					B	
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	LC	N	DRY	K2.2	7	4	8	4	K	
<i>Ajuga reptans</i> L.	LC	N	MAR	K2.1	6	6	6	6	K	x
<i>Alliaria petiolata</i> (BIEB.) CAVARA et GRANDE	LC	N	FOR	K2.1	5	5	7	9	K	
<i>Anemone nemorosa</i> L.	LC	N	FOR	K2.1		5			K	x
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	3	6	8	8	K	
<i>Angelica sylvestris</i> L.	LC	N	MAR	K2.1	7	8		4	K	x
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	NT	N	FOR	K1.1	6	4	7	4	K	
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) SCOP.	LC	N	DRY	K2.1	7	4	8		K	
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) BEAUV. ex J. et C. PRESL	LC	N	GRA	K2.2	8		7	7	G	
<i>Arum maculatum</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	3	7	7	8	K	x
<i>Asplenium scolopendrium</i> L.	NT	N	FOR	K1.1	4	5	8	4	F	
<i>Asplenium trichomanes</i> L.	LC	N	ROC	K2.1	5	5		3	F	
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) ROTH	LC	N	FOR	K2.1	3	7		6	F	x
<i>Atropa bella-donna</i> L.	LC	N	FOR	K1.2	6	5	8	8	K	x
<i>Berula erecta</i> (HUDS.) COVILLE	VU	N	FRE	K2.1	8	10	8	6	K	
<i>Betula pendula</i> ROTH	LC	N	FOR	B2.1	7				B	x
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (HUDS.) BEAUV.	LC	N	FOR	K1.1	3	5	6	6	G	x
<i>Bromus benekenii</i> (LANGE) TRIMEN (zu: BROMUS RAMOSUS HUDS.)	LC	N	FOR	K1.1	5	5	7	5	G	
<i>Campanula persicifolia</i> L.	LC	N	FOR	K1.2	5	4	8	3	K	
<i>Campanula trachelium</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	6	8	8	K	x
<i>Cardamine impatiens</i> L.	LC	N	FOR	K1.2	5	6	7	8	K	
<i>Cardamine pratensis</i> L.	LC	N	GRA	K2.1	4	6			K	
<i>Carex brizoides</i> L.	R	N	FOR	K2.1	6	6	4	3	G	
<i>Carex digitata</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	3	5		4	G	x
<i>Carex muricata</i> AGG.	k.A.	k.A.	k.A.	K2.1					G	x
<i>Carex pilosa</i> SCOP.	EN	N	FOR	K1.1	4	5	5	5	G	x
<i>Carex remota</i> JUSSL. ex L.	LC	N	FOR	K1.1	3	8			G	x
<i>Carex sylvatica</i> HUDS.	LC	N	FOR	K1.1	2	5	6	5	G	x
<i>Carpinus betulus</i> L.	LC	N	FOR	B1.1	4				B	x
<i>Castanea sativa</i> MILL.	k.A.	k.A.	k.A.	B1.1	5		4		B	x
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) L. C. M. RICH.	VU	N	FOR	K1.1	4	3	8	4	K	x
<i>Chaerophyllum temulum</i> L.	LC	N	FOR	K1.2	5	5		8	K	x
<i>Circaea lutetiana</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	6	7	7	K	x
<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	LC	N	RUD	K2.2	8			7	K	x
<i>Cirsium palustre</i> (L.) SCOP.	LC	N	MAR	K2.1	7	8	4	3	K	
<i>Cirsium vulgare</i> (SAVI) TEN.	LC	N	RUD	K2.2	8	5	7	8	K	
<i>Clematis vitalba</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	7	5	7	7	S	x

Taxon	Threat category	Status	Habitat type	HB	L	F	R	N	Wuchsform	VA
<i>Convallaria majalis</i> L.	NT	N	FOR	K2.1	5	4		4	K	x
<i>Cornus sanguinea</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	7	5	7		S	x
<i>Corydalis solida</i> (L.) CLAIRV.	LC	N	FOR	K1.1	3	5	7	7	K	
<i>Corylus avellana</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	6			5	S	x
<i>Crataegus laevigata</i> (POIRET) DC.	LC	N	FOR	S2.1	6	5	7	5	S	x
<i>Crataegus monogyna</i> JACQ.	LC	N	FOR	S2.1	7	4	8	4	S	x
<i>Crataegus rhipidophylla</i> GANDOGGER VAR. <i>lindmanii</i> (Hrab tová-Uhrová) K. I. Christens.	LC	N	FOR	S1.1					S	
<i>Cytisus scoparius</i> (L.) LINK	LC	N	DRY	S2.2	8	4	3	4	S	x
<i>Dactylis glomerata</i> L.	LC	N	GRA	K2.2	7	5		6	G	x
<i>Daphne mezereum</i> L.	NT	N	FOR	S1.1	4	5	7	5	S	x
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) BEAUV.	LC	N	MAR	K2.1	6	7		3	G	x
<i>Digitalis lutea</i> L.	NT	N	FOR	K1.2	7	5	7	5	K	
<i>Dryopteris carthusiana</i> (VILL.) H. P. FUCHS	LC	N	FOR	K2.1	5		4	3	F	x
<i>Dryopteris dilatata</i> (HOFFM.) A. GRAY	LC	N	FOR	K2.1	4	6		7	F	x
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) SCHOTT	LC	N	FOR	K1.1	3	5	5	6	F	x
<i>Elymus repens</i> (L.) GOULD	LC	N	RUD	O	7			7	G	
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	LC	N	FOR	K1.2	8	5	5	8	K	
<i>Epilobium ciliatum</i> RAFIN.	LC	EA	RUD	K2.2	7	5	7	8	K	
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	LC	N	MAR	O	7	8	8	8	K	
<i>Epilobium montanum</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	4	5	6	6	K	x
<i>Epipactis atrorubens</i> (HOFFM.) BESSER	VU	N	DRY	K2.1	6	3	8	2	K	x
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) CRANTZ	LC	N	FOR	K1.1	3	5	7	5	K	x
<i>Epipactis purpurata</i> SMITH	VU	N	FOR	K1.1	2	6	8	6	K	x
<i>Equisetum palustre</i> L.	LC	N	MAR	K2.1	7	8		3	F	x
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	LC	N	FRE	K2.1	7	7	7	8	K	x
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	5	8	5	K	x
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	LC	N	DRY	K2.1	8	3		3	K	x
<i>Evonymus europaeus</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	6	5	8	5	S	x
<i>Fagus sylvatica</i> L.	LC	N	FOR	B1.1	3	5			B	x
<i>Festuca gigantea</i> (L.) VILL.	LC	N	FOR	K1.1	4	7	6	6	G	x
<i>Fragaria vesca</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	7	5		6	K	x
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	LC	N	FOR	B2.1	4		7	7	B	x
<i>Galanthus nivalis</i> L.	k.A.	k.A.	k.A.	K1.1	5	6	7	7	K	
<i>Galium aparine</i> L.	LC	N	RUD	K2.1	7		6	8	K	x
<i>Galium mollugo</i> L.	LC	N	GRA	K2.2					K	
<i>Galium odoratum</i> (L.) SCOP.	LC	N	FOR	K1.1	2	5	6	5	K	x
<i>Galium sylvaticum</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	5	5	6	5	K	x
<i>Geranium robertianum</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	5			7	K	x
<i>Geum urbanum</i> L.	LC	N	MAR	K2.1	4	5		7	K	x
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. BROWN	LC	N	FRE	K2.1	7	9		7	G	
<i>Gymnocarpium robertianum</i> (HOFFMANN) NEWM.	LC	N	ROC	K2.1	7	5	8	3	F	
<i>Hedera helix</i> L.	LC	N	FOR	S1.1	4	5			S	x
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	LC	N	GRA	K2.2	7	5		8	K	x
<i>Hieracium murorum</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	4	5	5	4	K	x
<i>Holcus mollis</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	5	5	2	3	G	
<i>Hordelymus europaeus</i> (L.) HARZ	LC	N	FOR	K1.1	4	5	7	6	G	x

Taxon	Threat category	Status	Habitat type	HB	L	F	R	N	Wuchsform	VA
<i>Hypericum hirsutum</i> L.	LC	N	FOR	K1.2	7	5	8	7	K	x
<i>Hypericum maculatum</i> CRANTZ	LC	N	MAR	O	8	6	3	2	K	x
<i>Ilex aquifolium</i> L.	LC	N	FOR	B1.1	4	5	4	5	B	x
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	7	7	6	K	x
<i>Juglans regia</i> L.	LC	EA	FOR	B2.1	6	6	7	7	B	x
<i>Juncus effusus</i> L.	LC	N	MAR	K2.1	8	7	3	4	G	x
<i>Knautia arvensis</i> (L.) COULTER	LC	N	DRY	K2.2	7	4		4	K	
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.	LC	N	FOR	K1.1	3	5	7	5	K	x
<i>Lapsana communis</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	5	5		7	K	
<i>Larix kaempferi</i> (LAMB.) CARRIERE	k.A.	k.A.	k.A.	B1.1					B	x
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	LC	N	GRA	K2.2	7	6	7	6	K	x
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	7	4	8	3	S	x
<i>Lonicera periclymenum</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	6		3	4	S	x
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	LC	N	FOR	S1.1	5	5	7	6	S	x
<i>Luzula luzuloides</i> (LAM.) DANDY et WILMOTT	LC	N	FOR	K2.1	4	5	3	4	G	x
<i>Luzula pilosa</i> (L.) WILLD.	LC	N	FOR	K1.1	2	5	5	4	G	x
<i>Lycopus europaeus</i> L.	LC	N	MAR	K2.1					K	
<i>Lythrum salicaria</i> L.	LC	N	MAR	K2.1	7	8	6		K	
<i>Melica uniflora</i> RETZ.	LC	N	FOR	K1.1	3	5	6	6	G	x
<i>Mentha aquatica</i> L.	LC	N	MAR	K2.1	7	9	7	5	K	
<i>Mercurialis perennis</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	2		8	7	K	x
<i>Milium effusum</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	5	5	5	G	x
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) CLAIRV.	LC	N	FOR	K1.1	4	5	6	7	K	
<i>Monotropa hypopitys</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	5	3	2	K	x
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dum.	LC	N	FOR	K2.1	4	5		6	K	x
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) L. C. M. RICH.	LC	N	FOR	K1.1	2	5	7	5	K	x
<i>Origanum vulgare</i> L.	LC	N	FOR	K2.1					K	
<i>Oxalis acetosella</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	1	5	4	6	K	x
<i>Paris quadrifolia</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	3	6	7	7	K	x
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	LC	N	MAR	K2.1	7	8	7	7	G	
<i>Phragmites australis</i> (CAV.) STEUD.	LC	N	MAR	K2.2	7	10	7	7	G	
<i>Phyteuma spicatum</i> L.	LC	N	FOR	K2.1		5	6	5	K	x
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	LC	EA	FOR	B2.1	5				B	x
<i>Picris hieracioides</i> L.	LC	N	RUD	O	8	4	8	4	K	
<i>Pinus sylvestris</i> L.	CR	N	FOR	B2.1	7				B	x
<i>Plantago major</i> L.	LC	N	RUD	O					K	
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) L. C. M. RICH.	VU	N	FOR	K2.1	6	5	7		K	
<i>Platanthera chlorantha</i> (CUST.) REICHENB.	VU	N	FOR	K2.1	6	7	7		K	x
<i>Poa angustifolia</i> L.	k.A.	k.A.	k.A.	K2.2	7			3	G	
<i>Poa nemoralis</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	5	5	5	4	G	x
<i>Poa pratensis</i> L.	LC	N	GRA	K2.2	6	5		6	G	
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) ALL.	LC	N	FOR	K1.1	2	5	6	5	K	x
<i>Populus tremula</i> L.	LC	N	FOR	B2.1	6	5			B	x
<i>Potentilla anserina</i> L.	LC	N	RUD	O	7	6		7	K	
<i>Primula elatior</i> (L.) HILL	LC	N	FOR	K2.1	6	6	7	7	K	x
<i>Prunus avium</i> (L.) L.	LC	N	FOR	B2.1	4	5	7	5	B	x
<i>Prunus mahaleb</i> L.	CR	N	FOR	S2.1	7	3	8	2	S	x
<i>Prunus spinosa</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	7	4	7		S	x

Taxon	Threat category	Status	Habitat type	HB	L	F	R	N	Wuchsform	VA
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (MIRB.) FRANCO	k.A.	k.A.	k.A.	B1.1					B	x
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) KUHN	LC	N	FOR	K2.1	6	5	3	3	F	x
<i>Pulmonaria obscura</i> DUM.	LC	N	FOR	K1.1	4	6	8	7	K	x
<i>Quercus petraea</i> (MATTUSCHKA) LIEBLEIN	LC	N	FOR	B2.1	6	5			B	x
<i>Quercus robur</i> L.	LC	N	FOR	B2.1	7				B	x
<i>Quercus rubra</i> L.	k.A.	k.A.	k.A.	B1.1					B	x
<i>Ranunculus acris</i> L.	LC	N	GRA	K2.2	7	6			K	
<i>Ranunculus auricomus</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	5		7		K	x
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	4	6	7	7	K	x
<i>Ranunculus repens</i> L.	LC	N	MAR	K2.1	6	7		7	K	
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	7	4	8	4	S	x
<i>Ribes rubrum</i> L.	LC	N	FOR	S1.1	4	8	6	6	S	x
<i>Ribes uva-crispa</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	4			6	S	x
<i>Rosa canina</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	8	4			S	x
<i>Rubus caesius</i> L.	NE	N	FOR	S2.1	6		8	7	S	
<i>Rubus fruticosus</i> AGG.	k.A.	k.A.	k.A.	S2.1					S	x
<i>Rubus idaeus</i> L.	NE	N	FOR	S2.1	7			6	S	x
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	LC	N	GRA	K2.2	7	6		9	K	
<i>Rumex sanguineus</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	8	7	7	K	x
<i>Salix caprea</i> L.	LC	N	FOR	B2.1	7	6	7	7	B	x
<i>Salix x RUBENS</i> SCHRANK	k.A.	k.A.	k.A.	B2.1	5	8	6	6	B	
<i>Sambucus ebulus</i> L.	LC	N	FOR	K1.2	8	5	8	7	K	x
<i>Sambucus nigra</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	7	5		9	S	x
<i>Sambucus racemosa</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	6	5	5	8	S	x
<i>Sanicula europaea</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	5	8	6	K	x
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	4	6	6	7	K	x
<i>Senecio ovatus</i> (GAERTN., B. MEY. et SCHERB.) WILLD.	LC	N	FOR	K1.2	7	5		8	K	x
<i>Solidago virgaurea</i> L.	LC	N	FOR	K2.1					K	
<i>Sonchus asper</i> (L.) HILL	LC	N	RUD	O	7	6	7	7	K	
<i>Sorbus aria</i> (L.) CRANTZ	LC	N	FOR	B2.1	6	4	7	3	B	x
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	LC	N	FOR	B2.1	6		4		B	x
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) CRANTZ	LC	N	FOR	B2.1	4	4	7	4	B	x
<i>Sparganium erectum</i> L.	LC	N	AQU	K2.2	7	10	7	7	K	
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) SCHLEID.	R	N	AQU	K2.2	7	11	6	6	K	
<i>Stachys sylvatica</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	7	7	7	K	x
<i>Stellaria alsine</i> GRIMM	LC	N	MAR	K2.1	5	8	4	4	K	
<i>Stellaria holostea</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	5	5	6	5	K	x
<i>Stellaria media</i> (L.) VILL.	LC	N	RUD	K2.2	6		7	8	K	
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S. F. BLAKE	k.A.	k.A.	k.A.	S2.2					S	
<i>Taraxacum sect. RUDERALIA</i> KIRSCHNER, H. OLLG. & STEPANEK	k.A.	k.A.	k.A.	K2.1	7	5		8	K	
<i>Tilia platyphyllos</i> SCOP.	LC	N	FOR	B1.1	4	6		7	B	x
<i>Tussilago farfara</i> L.	LC	N	RUD	K2.2	8	6	8		K	
<i>Ulmus glabra</i> HUDS.	LC	N	FOR	B1.1	4	6	7	7	B	x
<i>Urtica dioica</i> L.	LC	N	RUD	K2.1		6	7	9	K	x
<i>Valeriana repens</i> HOST	LC	N	MAR	K2.1	7	8	6	6	K	
<i>Verbascum thapsus</i> L.	NT	N	RUD	K2.2	8	4	7	7	K	
<i>Veronica beccabunga</i> L.	LC	N	FRE	K2.2	7	10	7	6	K	

Taxon	Threat category	Status	Habitat type	HB	L	F	R	N	Wuchsform	VA
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	LC	N	DRY	K2.1	6	5			K	x
<i>Veronica montana</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	7	5	6	K	x
<i>Veronica officinalis</i> L.	LC	N	FOR	K2.1	6	4	3	4	K	x
<i>Viburnum lantana</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	7	4	8	4	S	x
<i>Viburnum opulus</i> L.	LC	N	FOR	S2.1	6		7	6	S	x
<i>Vicia sepium</i> L.	LC	N	FOR	K2.1		5	6	5	K	x
<i>Vinca minor</i> L.	LC	N	FOR	K1.1	4	5	7	6	K	x
<i>Viola reichenbachiana</i> JORD. ex BOREAU	LC	N	FOR	K1.1	4	5	7	6	K	x

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
 k.A. - keine Angabe

Status

N Native
 EA Established alien

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

Guy Colling (2005):

Red List of the Vascular Plants of Luxembourg.
 Ferrantia 42, Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg

HB - Waldbindung im Hügelland; aus Schmidt et al. (2011)

1.1 - geschlossener Wald
 1.2 - Waldränder und -verlichtungen
 2.1 - Wald wie im Offenland
 2.2 - auch Wald, aber Schwerpunkt Offenland
 O - Offenland
 B - Bäume,
 S - Sträucher
 K - Kräuter
 fehlende Angaben wurden gutachterlich ergänzt

L - ökologischer Licht-Zeigerwert nach Ellenberg et al. (2001)

F - ökologischer Feuchte-Zeigerwert nach Ellenberg et al. (2001)

R - ökologischer Reaktions-Zeigerwert nach Ellenberg et al. (2001)

N - ökologischer Nährstoff-Zeigerwert nach Ellenberg et al. (2001)

leeres Feld - indifferente Art

Wuchsform (eigene Zusammenstellung)

B - Bäume
 S - Sträucher und verholzte Lianen
 F - Farne und Schachtelhalme
 G - Süß- und Sauergräser sowie Binsengewächse
 K - sonstige Krautige

VA

x - auf Vegetationsaufnahmeflächen vorkommend
 leeres Feld - nur außerhalb von Vegetationsaufnahmeflächen vorkommend

194 Arten insgesamt im Reservat
 davon 132 Arten an WSA-Punkten
 68 % des Arteninventars werden durch die WSA-Punkte abgebildet

Tabelle 2 Anhang Stetigkeitstabelle des Melico-Fagetum im NWR Haard

	MF (alle) n = 48	MF typ n = 6	MF aret n = 30	MF car n = 12
Deckung Baumschicht 1 (%)	77	83	76	75
Deckung Baumschicht 2 (%)	32	14	36	31
Deckung Strauchschicht (%)	27	33	28	24
Deckung Krautschicht (%)	38	39	45	22
Artenzahl Baumschicht 1	2,9	2,7	3,1	2,5
Artenzahl Baumschicht 2	2,5	2,2	2,6	2,5
Artenzahl Strauchschicht	3,2	1,5	3,5	3,4
Artenzahl Krautschicht	20,9	13,0	21,5	23,4
Gesamtartenzahl	23,1	14,3	23,8	26,0

ORDNUNGSKRITERIEN FÜR DAS MELICO-FAGETUM IM WUCHSBEZIRK GUTLAND**BAUM- UND STRAUCHSCHICHT SOWIE VERJÜNGUNG IN DER KRAUTSCHICHT (Gehölze bis 1,5 m Wuchshöhe)**

für die gesamte Assoziation oder für eine Subassoziations charakteristische Baumarten nach VANESSE (1993)

Fagus sylvatica B1	V	V	V	V
Fagus sylvatica B2	V	V	V	V
Fagus sylvatica S	V	V	V	V
Fagus sylvatica	V	V	V	V
Acer pseudoplatanus B1	II	I	III	...
Acer pseudoplatanus B2	III	II	III	II
Acer pseudoplatanus S	III	I	IV	I
Acer pseudoplatanus	IV	V	IV	III
Hedera helix B1	III	V	III	III
Hedera helix B2	I	III	+	+
Hedera helix S	r	...	...	+
Carpinus betulus B1	II	...	II	II
Carpinus betulus B2	III	III	III	II
Carpinus betulus S	I	...	I	II
Carpinus betulus	II	II	II	III
Quercus petraea B1	II	I	II	II
Quercus petraea B2	r	...	r	+
Quercus petraea S	r	...	r	...
Quercus petraea	r	...	...	+
Quercus robur B1	r	...	+	...
groupe de l'éérable champêtre (Feldahorn-Gruppe)				
Fraxinus excelsior B1	I	...	I	+
Fraxinus excelsior B2	I	...	I	I
Fraxinus excelsior S	+	...	+	+
Fraxinus excelsior	III	II	III	III
Crataegus monogyna S	II	II	II	III
Crataegus monogyna	III	II	II	IV
Crataegus laevigata S	II	I	II	II
Crataegus laevigata	I	...	+	I
Corylus avellana B2	+	...	r	I

	MF (alle) n = 48	MF typ n = 6	MF aret n = 30	MF car n = 12
<i>Corylus avellana</i> S	II	...	I	III
<i>Corylus avellana</i>	II	II	I	II
<i>Acer campestre</i> B2	+	...	r	I
<i>Acer campestre</i> S	I	...	+	II
<i>Acer campestre</i>	II	...	I	IV
<i>Viburnum opulus</i> S	r	...	r	...
<i>Viburnum opulus</i>	II	I	II	II
<i>Prunus avium</i> B1	I	I	II	+
<i>Prunus avium</i> B2	+	...	+	+
<i>Prunus avium</i>	I	I	I	I
<i>Ulmus glabra</i> B1	r	...	+	...
<i>Ulmus glabra</i> B2	I	...	I	+
<i>Ulmus glabra</i> S	+	...	I	...
<i>Ulmus glabra</i>	+	...	I	...
<i>Cornus sanguinea</i> S	r	...	...	I
<i>Cornus sanguinea</i>	+	...	...	II
<i>Sorbus torminalis</i> B1	r	...	...	+
<i>Sorbus torminalis</i> B2	+	...	r	I
<i>Sorbus torminalis</i>	r	...	r	...
<i>Acer platanoides</i> B1	r	...	r	...
<i>Acer platanoides</i>	+	...	r	+
<i>Clematis vitalba</i> S	r	...	r	...
<i>Tilia platyphyllos</i> S	r	...	r	...
<i>Tilia platyphyllos</i>	r	...	r	...
<i>Sorbus aria</i> B2	r	...	r	...
<i>Sorbus aria</i> S	r	...	r	...
<i>Sorbus aria</i>	r	...	...	+
<i>Sambucus nigra</i>	r	...	r	...
groupe du camésier (Heckenkirschen-Gruppe)				
<i>Lonicera xylosteum</i> S	+	...	I	...
<i>Lonicera xylosteum</i>	II	I	II	I
<i>Viburnum lantana</i>	+	...	...	II
<i>Ligustrum vulgare</i> S	r	...	r	...
<i>Ligustrum vulgare</i>	r	...	r	...
<i>Euonymus europaeus</i> S	r	...	...	+
sonstige Gehölze				
<i>Rosa canina</i>	II	I	I	III
<i>Salix caprea</i> B1	r	...	...	I
<i>Salix caprea</i> B2	r	...	...	+
<i>Salix caprea</i> S	r	...	...	+
<i>Betula pendula</i> B1	r	I	...	...
<i>Castanea sativa</i>	r	...	...	+
<i>Cytisus scoparius</i> S	r	...	r	...
<i>Ilex aquifolium</i> S	r	...	...	+
<i>Ilex aquifolium</i>	r	...	...	+

	MF (alle) n = 48	MF typ n = 6	MF aret n = 30	MF car n = 12
Juglans regia	r	...	...	+
Populus tremula	r	...	r	...
Prunus spinosa	r	...	...	+
Rhamnus cathartica S	r	...	r	...
Rhamnus cathartica	r	...	r	...
Sambucus racemosa S	r	...	r	...
Sorbus aucuparia	r	l	...	...
Abies alba B2	r	...	+	...
Abies alba S	r	...	r	...
Picea abies B1	r	...	...	+
Picea abies	r	...	...	+
Pinus sylvestris B1	r	...	...	+
Pseudotsuga menziesii S	r	...	...	+

KRAUTSCHICHT

für die gesamte Assoziation charakteristische Artengruppen nach VANESSE (1993)

groupe de l'anémone (Buschwindröschen-Gruppe)

	V	V	V	V
Anemone nemorosa	V	V	V	V
Milium effusum	IV	III	IV	IV
Dryopteris filix-mas	III	IV	III	II
Polygonatum multiflorum	III	II	III	II
Phyteuma spicatum	I	...	II	...
Poa nemoralis	I	...	+	III
Oxalis acetosella	I	...	II	...
Stellaria holostea	I	...	I	...
Epilobium montanum	r	...	r	+
Scrophularia nodosa	r	...	r	...

groupe de l'aspérule (Waldmeister-Gruppe)

	V	V	V	V
Galium odoratum	V	V	V	V
Melica uniflora	III	II	IV	III
Convallaria majalis	III	II	II	IV
Neottia nidus-avis	II	I	I	III
Epipactis atrorubens	I	...	r	III
Mycelis muralis	+	...	+	I

groupe du lamier (Goldnessel-Gruppe)

	V	V	V	V
Hedera helix	V	V	V	V
Lamium galeobdolon	IV	III	V	III
Carex sylvatica	IV	IV	IV	IV
Vicia sepium	III	IV	III	IV
Viola reichenbachiana	III	I	III	IV
Fragaria vesca	+	I	+	+

especies differentielles (Trennarten)**groupe de la féтуque (Waldschwingel-Gruppe)**

-				
---	--	--	--	--

	MF (alle) n = 48	MF typ n = 6	MF aret n = 30	MF car n = 12
--	------------------------	--------------------	----------------------	---------------------

groupe du gouet (Aronstab-Gruppe)

Mercurialis perennis	III	...	IV	III
Arum maculatum	II	...	II	+
Primula elatior	II	I	II	II
Ranunculus auricomus	II	...	II	+
Ranunculus ficaria	II	...	II	...
Euphorbia amygdaloides	II	...	I	III
Geum urbanum	I	...	II	+
Hordelymus europaeus	I	...	II	...
Adoxa moschatellina	I	...	II	...
Campanula trachelium	I	...	I	I
Paris quadrifolia	I	...	I	...
Sanicula europaea	+	...	r	I
Daphne mezereum	r	...	+	...
Ribes uva-crispa	r	...	r	...
Heracleum sphondyleum	r	...	r	...
Pulmonaria obscura	r	...	r	...
Ribes rubrum	r	...	...	+

groupe du carex digité syn. groupe de l'actée en épi (Fingerseggen-Gruppe syn. Christophskraut-Gruppe)

Carex digitata	II	...	II	IV
Epipactis helleborine	I	...	+	III
Cephalanthera rubra	I	...	r	III
Actaea spicata	+	...	r	II
Clematis vitalba	+	...	+	+

groupe de la luzule + groupe de la canche flexueuse (Säurezeiger der Hainsimsen-Gruppe und der Drahtschmielen-Gruppe)

Luzula pilosa	+	I	r	+
Luzula luzuloides	r	...	r	...
Pteridium aquilinum	r	...	r	...
Veronica officinalis	r	...	...	+

differentielles hydriques: Feuchte zeigende Trennarten nach VANESSE (1993) sowie weitere Feuchtezeiger mit Zeigerwerten F7-F9

Circaea lutetiana	III	II	III	III
Deschampsia cespitosa	II	I	II	II
Ajuga reptans	I	...	I	II
Athyrium filix-femina	I	I	I	...
Urtica dioica	+	...	+	...
Veronica montana	+	...	+	...
Dryopteris carthusiana	r	...	r	+
Stachys sylvatica	r	...	r	...
Carex remota	r	...	r	...
Impatiens noli-tangere	r	...	r	...
Eupatorium cannabinum	r	...	r	...

	MF (alle) n = 48	MF typ n = 6	MF aret n = 30	MF car n = 12
--	------------------------	--------------------	----------------------	---------------------

Stör- und Verlichtungszeiger

Rubus fruticosus agg.	II	...	II	III
Senecio ovatus	II	...	II	I
Atropa belladonna	+	I	+	...
Rubus idaeus	+	I	+	...
Festuca gigantea	+	...	r	I
Carex muricata agg.	r	...	...	I
Chaerophyllum temulum	r	...	r	...
Veronica chamaedrys	r	...	...	+

sonstige Arten

Brachypodium sylvaticum	II	...	II	III
Geranium robertianum	I	...	II	...
Vinca minor	+	I	+	...
Monotropa hypopitys	r	...	...	I
Platanthera chlorantha	r	...	r	+
Carex pilosa	r	...	r	...
Dryopteris dilatata	r	...	...	+
Epipactis purpurata	r	...	r	...
Hieracium murorum	r	...	...	+
Hypericum hirsutum	r	...	r	...
Lathyrus pratensis	r	...	r	...

Abkürzungen**MF (alle)** Melico-Fagetum (alle Subassoziationen)**MF typ** Melico-Fagetum typicum**MF aret** Melico-Fagetum aretosum**MF car** Melico-Fagetum caricetosum**Stetigkeitsklassen**

r <1 - 5 %

+ 6 - 10 %

I 11 - 20 %

II 21 - 40 %

III 41 - 60 %

IV 61 - 80 %

V 81 - 100 %

Tabelle 3 Anhang Stetigkeitstabelle des Primulo-Carpinetum im NWR Haard

	PC fic-asp (Paris) n = 5
Deckung Baumschicht 1 (%)	53
Deckung Baumschicht 2 (%)	63
Deckung Strauchschicht (%)	20
Deckung Krautschicht (%)	54
Artenzahl Baumschicht 1	4,0
Artenzahl Baumschicht 2	4,2
Artenzahl Strauchschicht	3,2
Artenzahl Krautschicht	24,0
Gesamtartenzahl	27,2

ORDNUNGSKRITERIEN FÜR DAS PRIMULO-CARPINETUM IM WUCHSBEZIRK GUTLAND
BAUM- UND STRAUCHSCHICHT SOWIE VERJÜNGUNG IN DER KRAUTSCHICHT (Gehölze bis 1,5 m Wuchshöhe)

für die gesamte Assoziation oder für eine Subassoziation charakteristische Baumarten nach VANESSE (1993)

Carpinus betulus B1	II
Carpinus betulus B2	V
Carpinus betulus S	II
Carpinus betulus	II
Quercus robur B1	II
Fraxinus excelsior B1	II
Fraxinus excelsior B2	II
Fraxinus excelsior S	II
Fraxinus excelsior	IV
Fagus sylvatica B1	III
Fagus sylvatica B2	IV
Fagus sylvatica S	V
Fagus sylvatica	IV
Quercus petraea B1	I
Quercus petraea B2	I
Acer pseudoplatanus B1	III
Acer pseudoplatanus B2	I
Acer pseudoplatanus S	III
Acer pseudoplatanus	III
Prunus avium B1	I
Hedera helix B1	III
Hedera helix B2	I
Lonicera xylosteum	I
Crataegus laevigata	I
Corylus avellana B2	II
Corylus avellana S	III
Corylus avellana	III
Crataegus monogyna	II
Cornus sanguinea	II

	PC fic-asp (Paris) n = 5
sonstige Gehölze	
Acer platanoides B2	I
Acer platanoides S	I
Acer platanoides	II
Betula pendula B1	II
Betula pendula B2	I
Picea abies B2	I
Pseudotsuga menziesii B2	I
Populus tremula B1	I
Populus tremula	I
Rosa canina	I
Salix caprea B2	I

KRAUTSCHICHT

für die gesamte Assoziation charakteristische Artengruppen nach VANESSE (1993)

groupe de l'anémone (Buschwindröschen-Gruppe)

Anemone nemorosa	IV
Carex sylvatica	IV
Milium effusum	IV
Dryopteris filix-mas	III
Polygonatum multiflorum	I
Poa nemoralis	I
Oxalis acetosella	I

groupe du lamier (Goldnessel-Gruppe)

Hedera helix	V
Lamium galeobdolon	IV
Viola reichenbachiana	III
Vicia sepium	II
Scrophularia nodosa	I

groupe de la stellaire (Sternmieren-Gruppe)

Brachypodium sylvaticum	II
Stellaria holostea	I
Fragaria vesca	I

groupe de la primevère (Schlüsselblumen-Gruppe)

Circaea lutetiana	V
Arum maculatum	II
Convallaria majalis	II
Festuca gigantea	I
Geum urbanum	I
Primula elatior	I

especies differentielles (Trennarten)
groupe de l'aspérule (Waldmeister-Gruppe)

Galium odoratum	V
Melica uniflora	III

	PC fic-asp (Paris) n = 5
groupe de la ficaria (Scharbockskraut-Gruppe)	
Ranunculus ficaria	II
Adoxa moschatellina	II
Dactylis glomerata	I
groupe de l'ail (Bärlauch-Gruppe)	
-	
groupe de la parisette (Einbeeren-Gruppe)	
Mercurialis perennis	IV
Paris quadrifolia	II
Stachys sylvatica	II
groupe de la corydale (Lerchensporen-Gruppe)	
-	
Stör- und Verlichtungszeiger	
Senecio ovatus	II
Urtica dioica	II
Carex muricata agg.	I
Rubus fruticosus agg.	I
differentielles hydriques: Feuchte zeigende Trennarten nach VANESSE (1993)	
Deschampsia cespitosa	III
Ajuga reptans	I
Athyrium filix-femina	I
Carex remota	I
Angelica sylvestris	I
sonstige Arten	
Geranium robertianum	III
Carex digitata	II
Epipactis helleborine	I
Equisetum palustre	I
Euphorbia amygdaloides	I
Hieracium murorum	I
Luzula luzuloides	I
Rumex sanguineus	I

Abkürzungen

PC fic-asp (Paris) MF (alle) Primulo-Carpinetum ficario-asperuletosum;
Variante von Paris quadrifolia

Stetigkeitsklassen

r	< 1 - 5 %
+	6 - 10 %
I	11 - 20 %
II	21 - 40 %
III	41 - 60 %
IV	61 - 80 %
V	81 - 100 %

Tabelle 4 Anhang Stetigkeitstabelle der nicht näher zuordenbaren Nadel- und Laubholzmischbestände im NWR Haard

	NadelM n = 7	LaubM n = 5
Deckung Baumschicht 1 (%)	67	36
Deckung Baumschicht 2 (%)	14	51
Deckung Strauchschicht (%)	25	14
Deckung Krautschicht (%)	58	64
Artenzahl Baumschicht 1	4,1	3,0
Artenzahl Baumschicht 2	3,1	4,6
Artenzahl Strauchschicht	5,4	4,0
Artenzahl Krautschicht	27,6	36,4
Gesamtartenzahl	32,7	40,4
BAUM- UND STRAUCHSCHICHT SOWIE VERJÜNGUNG IN DER KRAUTSCHICHT (Gehölze bis 1,5 m Wuchshöhe)		
Nadelgehölze		
Picea abies B1	V	I
Picea abies B2	III	I
Picea abies S	II	...
Larix kaempferi B1	II	I
Pseudotsuga menziesii B1	I	...
Pseudotsuga menziesii B2	I	...
Laubgehölze		
Fagus sylvatica B1	III	IV
Fagus sylvatica B2	III	III
Fagus sylvatica S	V	III
Fagus sylvatica	IV	V
Acer pseudoplatanus B1	III	I
Acer pseudoplatanus B2	III	V
Acer pseudoplatanus S	III	III
Acer pseudoplatanus	IV	IV
Fraxinus excelsior B1	III	...
Fraxinus excelsior B2	I	I
Fraxinus excelsior S	II	I
Fraxinus excelsior	III	IV
Hedera helix B1	III	III
Hedera helix B2	...	II
Hedera helix S	II	...
Carpinus betulus B1	I	...
Carpinus betulus B2	II	II
Carpinus betulus S	II	I
Carpinus betulus	III	II
Corylus avellana S	III	I
Corylus avellana	III	II
Lonicera xylosteum S	III	...
Lonicera xylosteum	II	III
Clematis vitalba S	...	I
Clematis vitalba	II	II
Cornus sanguinea S	II	...
Cornus sanguinea	III	I
Crataegus monogyna S	I	II
Crataegus monogyna	I	III
Rosa canina	II	II
Sambucus nigra S	III	I

	NadelM n = 7	LaubM n = 5
Sambucus nigra	II	...
Acer campestre B2	II	I
Acer campestre	I	I
Prunus avium B1	II	I
Prunus avium B2	II	I
Prunus avium S	I	I
Prunus avium	III	I
Sambucus racemosa S	I	II
Sambucus racemosa	I	...
Ulmus glabra B1	...	I
Ulmus glabra B2	...	III
Ulmus glabra S	II	...
Ulmus glabra	I	I
Betula pendula B1	I	I
Betula pendula B2	II	...
Betula pendula	I	...
Crataegus laevigata S	I	I
Crataegus laevigata	I	...
Quercus petraea B1	I	I
Quercus petraea B2	I	...
Quercus rubra B1	I	...
Quercus rubra	II	...
Sorbus aucuparia B2	I	I
Sorbus aucuparia	I	...
Viburnum opulus	I	I
Acer platanooides S	I	...
Acer platanooides	I	...
Populus tremula B1	...	I
Prunus mahaleb B2	...	I
Quercus robur B1	I	...
Salix caprea B2	...	I
Sambucus ebulus S	...	I
Sorbus aria B2	...	I
Sorbus aria	I	...
Sorbus torminalis B2	I	...
Sorbus torminalis S	I	...
KRAUTSCHICHT		
mesophile und anspruchsvollere Laubwaldarten		
Melica uniflora	V	V
Milium effusum	V	V
Circaea lutetiana	V	V
Dryopteris filix-mas	V	IV
Galium odoratum	V	IV
Hedera helix	V	IV
Brachypodium sylvaticum	IV	V
Vicia sepium	V	IV
Carex sylvatica	III	V
Viola reichenbachiana	IV	IV
Anemone nemorosa	III	V
Lamium galeobdolon	III	V
Mercurialis perennis	III	V

	NadelM n = 7	LaubM n = 5
Geranium robertianum	III	IV
Geum urbanum	III	III
Polygonatum multiflorum	III	III
Actaea spicata	III	II
Campanula trachelium	...	V
Carex digitata	I	IV
Euphorbia amygdaloides	II	II
Phyteuma spicatum	I	III
Scrophularia nodosa	III	I
Stellaria holostea	II	II
Fragaria vesca	...	III
Hordelymus europaeus	III	...
Paris quadrifolia	II	I
Ranunculus auricomus	II	I
Adoxa moschatellina	I	I
Ajuga reptans	I	I
Dryopteris carthusiana	II	...
Dryopteris dilatata	II	...
Epipactis helleborine	II	...
Euphorbia cyparissias	...	II
Galium sylvaticum	I	I
Mycelis muralis	I	I
Poa nemoralis	I	I
Primula elatior	...	II
Ranunculus ficaria	I	I
Convallaria majalis	...	I
Daphne mezereum	...	I
Luzula pilosa	...	I
Oxalis acetosella	I	...
Pulmonaria obscura	...	I
Ribes uva-crispa	...	I
Säurezeiger mit ELLENBERG-Zeigerwerten R1 - R3		
Lonicera periclymenum	II	...
Cytisus scoparius	...	I
Hypericum maculatum	...	I
Luzula luzuloides	...	I
Feuchtezeiger mit ELLENBERG-Zeigerwerten F7 - F9		
Deschampsia cespitosa	II	V
Eupatorium cannabinum	I	III
Stachys sylvatica	II	II
Arum maculatum	I	II
Festuca gigantea	I	II
Angelica sylvestris	II	...
Athyrium filix-femina	I	I
Carex remota	...	II
Juncus effusus	...	I
Rumex sanguineus	...	I
Veronica montana	...	I
Stör- und Verlichtungszeiger		
Rubus fruticosus agg.	V	IV
Urtica dioica	V	III
Senecio ovatus	III	II
Atropa belladonna	II	III

	NadelM n = 7	LaubM n = 5
Rubus idaeus S	...	I
Rubus idaeus	II	II
Galium aparine	I	II
Chaerophyllum temulum	I	I
Cirsium arvense	...	I

Abkürzungen

NadelM Nadelholzmischbestände (Japanlärche, Fichte, Douglasie, tlw. Laubgehölze)***

LaubM Laubholzmischbestände***
Bergahorn-Jungbestände mit weiteren Mischbaumarten
Melico-Fagetum aretosum***
Melico-Fagetum caricetosum***
Schlagfluren nach Windwurf und Räumung***
Schluchtwald in Einsturztrichter (Tilio-Acerion)***

***mit Bestandeswechseln innerhalb der 400 m²-Fläche

Stetigkeitsklassen

r	<1 - 5 %
+	6 - 10 %
I	11 - 20 %
II	21 - 40 %
III	41 - 60 %
IV	61 - 80 %
V	81 - 100 %

Die Moose (Bryophyta) des Naturwaldreservates „Haard“ (2013)

Dr. Martin WECKESSER

1. Einleitung

Moose sind eine für Daueruntersuchungen sehr interessante und gut geeignete Artengruppe, die kurzfristig auf Umweltveränderungen reagiert. Da Moose Wasser und Nährstoffe über ihre gesamte Oberfläche aufnehmen, werden epiphytische Arten seit mehreren Jahrzehnten als Indikatoren für die Luftqualität herangezogen (FRAHM 1998, FRAHM et al. 2007). Für Wälder haben epiphytische Moose insbesondere eine Weiserfunktion in Bezug auf das Bestandesklima, die Strukturdiversität und die Biotopkontinuität. Anthropogene Veränderungen (z.B. durch forstliche Eingriffe), natürliche Störeinflüsse

(z.B. Windwurf) und eigendynamische Prozesse (Phasen der Waldentwicklung) drücken sich stets auch in der Zusammensetzung der Moosgemeinschaften aus. Auf dem Boden lebende Moose können dagegen als Indikatoren für die standortschemischen Bedingungen verwendet werden. Unbewirtschaftete Wälder wie das Naturwaldreservat „Haard“ stellen aus Sicht des Naturschutzes häufig wichtige Refugien für Moose dar, die in forstwirtschaftlich genutzten Beständen keine geeigneten Bedingungen vorfinden. Dies gilt vor allem für Waldmoose, die ein dauerhaft konstantes Bestandesklima bevorzugen und insbesondere auch für Arten, die an bestimmte Strukturelemente wie beispielsweise sehr alte Bäume oder dickstämmiges Totholz gebunden sind. Unbewirtschaftete Wälder und forstwirtschaftlich genutzte Bestände können sich daher sehr deutlich in ihrer Moosflora unterscheiden (z.B. MÜLLER 1993, SCHUMACHER 2000, VELLAK & INGERPUU 2005).

Das Naturwaldreservat „Haard“ steht jedoch erst am Anfang seiner Geschichte als Totalreservat. Zur Grundausstattung des Gebiets gehören zwar bereits heute naturnahe Laubmischwälder, aber manche Bereiche werden auch noch von Fichten- und Lärchen-Altersklassenforsten sowie von jüngeren Anpflanzungen (Esche, Berg-Ahorn) eingenommen. Ferner sind die Totholzvorräte im Gebiet noch vergleichsweise niedrig und sehr alte Bäume haben nur geringen Anteil am Aufbau der Bestände (WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2011).

Durch die vorliegende Untersuchung wird somit der Zustand der Moosflora des Naturwaldreservates „Haard“ wenige Jahre nach der Einstellung der forstlichen Nutzung beschrieben. Da die Erhebungen an dauerhaft markierten Aufnahmepunkten und mit einer leicht reproduzierbaren Methodik stattfanden, sind in Zukunft Wiederholungen möglich, die es erlauben, Veränderungen der Moosgemeinschaften in unmittelbarem Bezug zur natürlichen Dynamik der Bestände zu analysieren. Vor diesem Hintergrund lassen sich die Ziele der bryologischen Untersuchungen im Untersuchungsgebiet wie folgt zusammenfassen:

- Erstmalige Inventarisierung der Moosflora des Naturwaldreservats; Aussagen zur Häufigkeit und kleinstandörtlichen Verbreitung der Arten im Gebiet
- Charakterisierung der Moosflora anhand von Zeigerwerten und weiteren ökologischen Merkmalen (Hemerobiestufen, Immissionsempfindlichkeit)
- Dokumentation naturschutzfachlich bedeutsamer Moosvorkommen; Aussagen zur Bedeutung des Untersuchungsgebiets für den Arten- und Biotopschutz.

2. Methoden

2.1 | Probekreis-Untersuchungen und Artenerfassung im Gesamtgebiet

Die Untersuchungen der Moosflora im Naturwaldreservat „Haard“ erfolgten in drei Durchgängen im Jahr 2013 (April, Juli, Oktober). Den methodischen Ausgangspunkt bilden die 65 im Gelände markierten Stichprobepunkte der Waldstrukturaufnahme (vgl. gleichnamiges Kapitel), die in ein Gitternetz mit einem Rasterabstand von 100 x 100 m eingehängt sind (WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2011). Die grundlegenden bryologischen Untersuchungsflächen sind die 1000 m² großen Probekreise um die Gitternetzpunkte. Acht Kreise in dichten Jungbeständen sind lediglich 500 m² groß. Das Probekreis-Verfahren soll Daueruntersuchungen auf leicht reproduzierbaren Flächen ermöglichen und bildet die Grundlage für ein längerfristiges Monitoring im Gebiet.

Für jeden Probekreis wurde eine Artenliste erstellt, in der das Vorkommen der Moose getrennt nach den Haupt-Substrattypen Borke (epiphytische Standorte auf lebenden Gehölzen) Totholz (im Gebiet meist liegend), Boden und Gestein (kleine Steinblöcke, Felsen) notiert wurde. Die Erfassung der epiphytischen Arten musste sich dabei zwangsläufig auf die unteren Bereiche der Baumstämme beschränken. Eine gezielte Erfassung von Arten in den Baumkronen und in den höheren Stammbereichen war nicht Gegenstand der Untersuchungen. Zufallsfunde von Moosen aus dem Kronenbereich sind jedoch in den Listen der Probekreise enthalten. Im Untersuchungsgebiet bot sich darüber hinaus die Möglichkeit, die Baumkronen von vier Windwurf-Buchen auf ihren Moosbewuchs hin zu untersuchen, so dass weiterreichende Aussagen über die Epiphytenvorkommen möglich wurden.

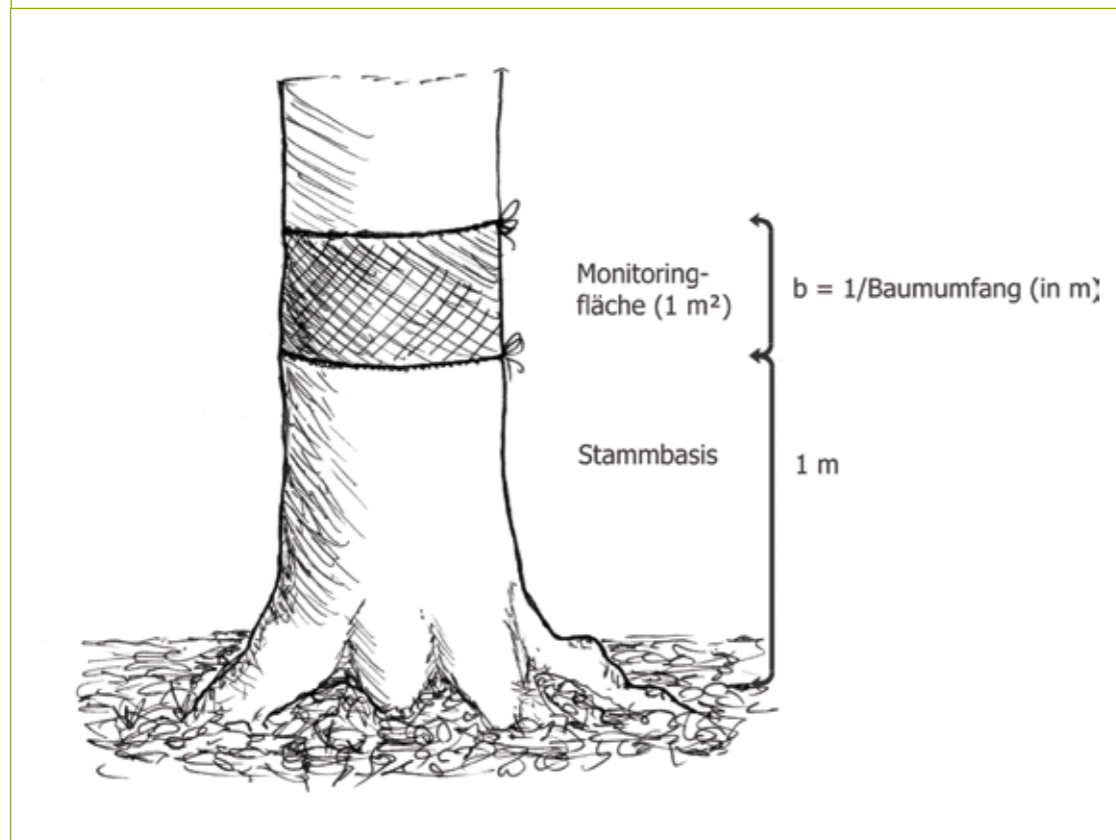
Da die Moosflora des Naturwaldreservats möglichst vollständig dokumentiert werden sollte, wurden die Bereiche außerhalb der Probekreise im Rahmen einer freien Begehung untersucht. Dabei lag das Augenmerk insbesondere auf Sonderstandorten wie Felsen, Stollen-Einbrüchen und Wurzeltellern, die durch das Probekreis-Raster nicht ausreichend abgedeckt werden. Felsen und Stollen-Einbrüche wurden nur soweit untersucht, wie dies gefahrlos möglich war. Darüber hinaus wurden auch Wege und Pfade mit einbezogen, wobei sich die Erfassungen hier auf stichprobenartige Untersuchungen artenreicherer Stellen beschränkten.

2.2 | Monitoringbaum-Untersuchungen

Als Basis für ein Monitoring der epiphytischen Moosgemeinschaften wurden in den Probekreisen insgesamt 39 „Monitoringbäume“ untersucht. Bei diesen handelt es sich um für den jeweiligen Bestand repräsentative, gutachterlich ausgewählte Exemplare, die im Baumverteilungsplan des jeweiligen Probekreises markiert wurden und somit für zukünftige Aufnahmen wieder auffindbar sind. Es wurden ausschließlich Bäume mit einem Durchmesser über 25 cm und einem senkrechten bis wenig geneigten Stamm untersucht. Die Stämme durften keine Unregelmäßigkeiten (z.B. Faulstellen, Risse, starken Efeu- oder Pilzbewuchs) aufweisen. An Bäumen, die im Bereich von 1 m über dem Boden keinen Moosbewuchs aufwiesen, erfolgten keine Aufnahmen.

Abbildung 1

Abgrenzung der Epiphyten-Aufnahmenflächen an den Monitoringbäumen.



Für die Dokumentation der Moose an den Monitoringbäumen wurde in 1 m Höhe über dem Wurzelansatz eine 1 m² große ringförmige Aufnahmefläche angelegt (Abbildung 1). Auf diesen Monitoringflächen und an den Stammbasen der Bäume wurden sämtliche Moose erfasst und ihr Deckungsgrad in Prozent der Oberfläche des jeweiligen Stammabschnittes geschätzt. Die Deckungsgradschätzung erfolgte für die 1 m²-Flächen mit Hilfe einer Klarsichtfolie mit aufgezeichnetem Dezimeter-Raster.

2.3 | Nomenklatur und Art-Definitionen

Die Nomenklatur der Arten orientiert sich im folgenden an MEINUNGER & SCHRÖDER (2007). Alle Moose, für die im Gelände keine hundertprozentige Einstufung erfolgen konnte, wurden anhand mikroskopischer Merkmale nachbestimmt.

Artbelege sind im Privatherbarium des Verfassers aufbewahrt. An Bäumen in geschlossenen Waldflächen traten oftmals sterile Exemplare der Gattung *Orthotrichum* (ohne Glashaar, ohne Brutkörper) auf. Dabei dürfte es sich vorwiegend um *O. affine* und *O. stramineum* handeln. Weiterhin kamen regelmäßig *Ulota*- und selten auch *Schistidium*-Pflänzchen ohne Sporogone vor. In den Probekreis-Listen und Monitoringbaum-Aufnahmen wurden diese nur dokumentiert, wenn ansonsten keine bestimmbar Exemplare der Gattungen vorhanden waren. Bei den weiteren Auswertungen wurden die jeweiligen sterilen Nachweise mit *Ulota bruchii*, *Schistidium crassipilum* und *Orthotrichum affine* zusammengefasst. Die Bestimmung von *Schistidium crassipilum* erfolgte nach dem Schlüssel bei NEBEL & PHILIPPI (2000).

3. Ergebnisse

3.1 | Artenausstattung des Gesamtgebiets

Im Naturwaldreservat „Haard“ konnten im Jahr 2013 insgesamt 125 Moose nachgewiesen werden. Dies sind etwa 21 % der nach WERNER (2013) aktuell in Luxemburg bekannten Arten. Sämtliche im Untersuchungsgebiet vorkommenden Moose sind mit Angaben zu Standorten und Verbreitung in einem kommentierten Artenverzeichnis im Anhang aufgeführt.

Auf epiphytischen Standorten wurden 66, auf Totholz 28, auf Boden 60 und auf Gestein 30 Arten gefunden. Unter den im Gebiet auf lebenden Gehölzen wachsenden Moosen haben 35 Arten ihren allgemeinen ökologischen Schwerpunkt auf epiphytischen Standorten (obligate Epiphyten); darunter beispielsweise alle 12 nachgewiesenen *Orthotrichum*-Arten. Bei den weiteren Arten handelt es sich um „Gelegenheitsepiphyten“. In den mehr oder weniger geschlossenen Waldbereichen kommen insgesamt 120 Moose vor, während 5 Arten ausschließlich auf Waldwegen oder anderen anthropogenen Standorten (Beton, Grenzsteine) angetroffen wurden (Tabelle 1).

3.2 | Probekreis-Untersuchungen

3.2.1 Häufigkeit und kleinstandörtliche Verteilung der Arten

Als einziges Moos wurde *Orthotrichum affine* in allen 65 Stichprobeflächen gefunden (Tabelle 2). In mehr als 90 % der Probekreise wurden außerdem *Brachythecium rutabulum* und *Hypnum cupressiforme* sowie die epiphytischen Lebermoose

Metzgeria furcata, *Frullania dilatata* und *Radula complanata* (Foto 1) nachgewiesen. Der größte Teil der Arten kommt jedoch nur vereinzelt bis selten in den Aufnahmeflächen vor: Lediglich 17 Moose sind in mehr als der Hälfte der Probekreise vorhanden. Dagegen wurde nahezu die Hälfte aller Arten in weniger als 10 % aller Probekreise festgestellt und davon sogar 24 Moose nur in einer einzigen Fläche.

Der überwiegende Teil der Moose im Naturwaldreservat „Haard“ hat seinen Vorkommensschwerpunkt auf Borke (Tabelle 3), wobei für 19 Arten mehr als 90 % der Nachweise von epiphytischen Standorten stammen. Zu dieser Gruppe gehören überwiegend obligate Epiphyten (z.B. die *Orthotrichum*-Arten). Bei *Homalothecium lutescens* und *Totula ruralis* handelt es sich um allgemein überwiegend auf Boden oder über Gestein wachsende Arten, die im Gebiet aber schwerpunktmäßig an Stammbasen auftreten.

Zu den Moosen, die gleichermaßen häufig (liegendes) Totholz und die Borke lebender Gehölze besiedeln, gehören mit *Brachythecium rutabulum* und *Hypnum cupressiforme* zwei der häufigsten Arten im Gebiet überhaupt. Als einzige Art beschränkt sich dagegen *Hezogiella seligeri* ausschließlich auf Totholz. Bei den im Naturwaldreservat „Haard“ vor allem auf Boden und/oder Steinen auftretenden Moosen handelt es sich überwiegend um Arten, die allgemein in Wäldern auf Standorten mit günstiger Basen- und Stickstoffversorgung auftreten.

Tabelle 1 Übersicht zu den Artenzahlen der Moose im Naturwaldreservat „Haard“.

	Artenzahlen		
	gesamt	Laubmoose	Lebermoose
Gesamtgebiet (ca. 156 ha)	125	112	13
Probekreise (insgesamt 6,5 ha)	101	90	11
ausschließlich außerhalb der Probekreise			
davon vor allem im Wald	19	18	1
davon ausschließlich auf Waldwegen und anderen anthropogenen Standorten	5	4	1

Tabelle 2 Häufigkeit der in den 65 Probekreisen nachgewiesenen Moose. N = Anzahl der Probekreise mit Artnachweis.

Art	N	Art	N	Art	N
<i>Orthotrichum affine</i>	65	<i>Leskea polycarpa</i>	13	<i>Encalypta streptocarpa</i>	2
<i>Brachythecium rutabulum</i>	63	<i>Dicranoweisia cirrata</i>	12	<i>Grimmia pulvinata</i>	2
<i>Hypnum cupressiforme</i>	63	<i>Leucodon sciuroides</i>	12	<i>Orthotrichum speciosum</i>	2
<i>Metzgeria furcata</i>	62	<i>Rhizomnium punctatum</i>	12	<i>Plagiochila asplenioides</i>	2
<i>Radula complanata</i>	62	<i>Mnium hornum</i>	11	<i>Plagiothecium cavifolium</i>	2
<i>Frullania dilatata</i>	60	<i>Porella platyphylla</i>	11	<i>Pterigynandrum filiforme</i>	2
<i>Homalia trichomanoides</i>	57	<i>Tortula ruralis</i>	9	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	2
<i>Amblystegium serpens</i>	55	<i>Cryphaea heteromalla</i>	9	<i>Taxiphyllum wissgrillii</i>	2
<i>Homalothecium lutescens</i>	55	<i>Herzogiella seligeri</i>	9	<i>Brachythecium glareosum</i>	1
<i>Isothecium alopecuroides</i>	54	<i>Orthotrichum diaphanum</i>	9	<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i>	1
<i>Ulota bruchii*</i>	54	<i>Rhynchostegium murale</i>	9	<i>Bryum spec.</i>	1
<i>Homalothecium sericeum</i>	52	<i>Eurhynchium hians</i>	8	<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	1
<i>Brachythecium velutinum</i>	49	<i>Lophocolea bidentata</i>	8	<i>Cirriphyllum crassinervium</i>	1
<i>Pylaisia polyantha</i>	49	<i>Zygodon rupestris</i>	8	<i>Dicranum montanum</i>	1
<i>Orthotrichum lyellii</i>	45	<i>Isothecium myosuroides</i>	7	<i>Didymodon fallax</i>	1
<i>Lophocolea heterophylla</i>	44	<i>Plagiothecium denticulatum</i>	7	<i>Eurhynchium pumilum</i>	1
<i>Eurhynchium praelongum</i>	42	<i>Schistidium crassipilum*</i>	7	<i>Fissidens exilis</i>	1
<i>Bryum flaccidum</i>	32	<i>Orthotrichum obtusifolium</i>	6	<i>Hypnum andoi</i>	1
<i>Neckera pumila</i>	32	<i>Polytrichum formosum</i>	6	<i>Lophocolea minor</i>	1
<i>Eurhynchium striatum</i>	30	<i>Rhynchostegium confertum</i>	6	<i>Neckera crispa</i>	1
<i>Atrichum undulatum</i>	28	<i>Thamnobryum alopecurum</i>	6	<i>Orthotrichum patens</i>	1
<i>Brachythecium salebrosum</i>	28	<i>Campylium calcareum</i>	5	<i>Orthotrichum pulchellum</i>	1
<i>Plagiomnium undulatum</i>	26	<i>Ceratodon purpureus</i>	5	<i>Orthotrichum pumilum</i>	1
<i>Bryum capillare</i>	24	<i>Fissidens gracillifolius</i>	5	<i>Orthotrichum tenellum</i>	1
<i>Ulota crispa</i>	24	<i>Anomodon viticulosus</i>	4	<i>Pellia endiviifolia</i>	1
<i>Orthotrichum stramineum</i>	23	<i>Cirriphyllum piliferum</i>	4	<i>Plagiochila porelloides</i>	1
<i>Fissidens taxifolius</i>	22	<i>Fissidens bryoides</i>	4	<i>Rhynchostegiella tenella</i>	1
<i>Orthotrichum striatum</i>	18	<i>Orthotrichum pallens</i>	4	<i>Scleropodium purum</i>	1
<i>Eurhynchium schleicheri</i>	17	<i>Plagiomnium affine</i>	4	<i>Tortula muralis</i>	1
<i>Plagiothecium nemorale</i>	17	<i>Thuidium tamariscinum</i>	4	<i>Tortula papillosa</i>	1
<i>Mnium stellare</i>	15	<i>Amblystegium confervoides</i>	3	<i>Tortula subulata</i>	1
<i>Platygyrium repens</i>	15	<i>Fissidens viridulus</i>	3	<i>Tortula virescens</i>	1
<i>Dicranum scoparium</i>	14	<i>Plagiothecium laetum</i>	3	<i>Zygodon viridissimus</i>	1
<i>Brachythecium populeum</i>	13	<i>Tortula laevipila</i>	3		

*inklusive steriler Nachweise

Tabelle 3 Verteilung der Moose auf die drei Haupt-Substrattypen: Vergleich anhand der relativen Nachweishäufigkeit (%) der Arten. Bezugsgröße: Summe (Σ) der Nachweise je Substrat und Probekreis (Beispiel: eine Art, die in einem Probekreis auf allen drei Substraten vorkommt, gilt als dreimal nachgewiesen). Es sind nur Arten mit mindestens 7 Nachweisen aufgeführt. Die Prozentwerte sind gerundet.

	Σ	Borke	Totholz	Boden/ Gestein
überwiegend epiphytisch				
nie oder selten auf anderen Substraten				
<i>Pylaisia polyantha</i>	49	100	.	.
<i>Porella platyphylla</i>	11	100	.	.
<i>Tortula ruralis</i>	9	100	.	.
<i>Cryphaea heteromalla</i>	9	100	.	.
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	9	100	.	.
<i>Zygodon rupestris</i>	8	100	.	.
<i>Isothecium myosuroides</i>	7	100	.	.
<i>Leskea polycarpa</i>	13	100	.	.
<i>Leucodon sciuroides</i>	13	100	.	.
<i>Orthotrichum stramineum</i>	23	100	.	.
<i>Orthotrichum striatum</i>	17	100	.	.
<i>Neckera pumila</i>	33	97	3	.
<i>Radula complanata</i>	64	97	3	.
<i>Ulota crispa</i>	24	96	4	.
<i>Orthotrichum lyellii</i>	46	93	7	.
<i>Platygyrium repens</i>	15	93	7	.
<i>Frullania dilatata</i>	65	92	8	.
<i>Ulota bruchii</i>	49	92	8	.
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	12	92	8	.
<i>Bryum flaccidum</i>	34	88	12	.
<i>Metzgeria furcata</i>	71	87	10	3
<i>Homalothecium sericeum</i>	60	87	10	3
<i>Orthotrichum affine</i>	77	84	16	.
<i>Amblystegium serpens</i>	66	80	8	12
regelmäßig auf anderen Substraten				
<i>Homalia trichomanoides</i>	73	18	10	.
<i>Isothecium alopecuroides</i>	67	72	24	4
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	7	71	29	.
<i>Brachythecium populeum</i>	17	71	18	12
<i>Homalothecium lutescens</i>	72	67	18	15
<i>Brachythecium velutinum</i>	66	65	14	21
<i>Bryum capillare</i>	24	58	13	29
epiphytisch und auf Totholz				
<i>Brachythecium rutabulum</i>	137	43	40	17
<i>Hypnum cupressiforme</i>	107	55	42	3
<i>Brachythecium salebrosum</i>	32	59	31	9
<i>Plagiothecium nemorale</i>	18	44	50	6
<i>Dicranum scoparium</i>	15	53	40	7

	Σ	Borke	Totholz	Boden/ Gestein
überwiegend auf Totholz				
<i>Herzogiella seligeri</i>	9	.	100	.
<i>Lophocolea heterophylla</i>	52	21	73	6
<i>Rhizomnium punctatum</i>	13	8	62	31
überwiegend auf Boden/ Gestein				
<i>Fissidens taxifolius</i>	22	.	.	100
<i>Rhynchostegium murale</i>	9	.	.	100
<i>Eurhynchium schleicheri</i>	18	.	6	94
<i>Atrichum undulatum</i>	29	3	10	86
<i>Mnium stellare</i>	18	17	6	78
<i>Eurhynchium hians</i>	8	25	.	75
<i>Lophocolea bidentata</i>	8	13	13	75
<i>Eurhynchium striatum</i>	42	12	36	52
<i>Plagiomnium undulatum</i>	33	15	33	52
ohne deutlichen Schwerpunkt				
<i>Eurhynchium praelongum</i>	57	32	39	30
<i>Mnium hornum</i>	11	36	27	36

Foto 1

Radula complanata, ein Lebermoos, ist eines der häufigsten epiphytischen Moose im Gebiet.



(Foto: 24.04.2013, M. WECKESSER)

3.2.2 Artenzahlen

In den 65 Probekreisen im Naturwaldreservat „Haard“ konnten insgesamt 101 Moose nachgewiesen werden (Tabelle 4). Epiphytische Standorte weisen einen weitaus höheren mittleren Artenreichtum auf als Totholz und Boden/Gestein. Probekreise mit einer hohen Gesamtartenzahl (> 30 Arten) konzentrieren sich im östlichen Gebietsteil (Ostteil des Laangebiergs) sowie am Westhang des Kalebierrg und lassen sich in drei Typen gliedern (Abbildung 2; zu den Probekreis-Nummern vgl. Kapitel 3 „Waldstrukturaufnahme“):

- 1) Flächen in jüngeren bis mittelalten Waldbeständen mit einer hohen Diversität an Gehölzarten, darunter insbesondere auch Schwarzer Holunder, Hybrid-Pappel, Esche und Ahorn-Arten (Probekreise 13, 30, 35, 47). Diese Probekreise weisen hohe Artenzahlen an epiphytischen Moosen auf (vgl. Abbildung 3).
- 2) Flächen, in denen Felsen, Stollen-Einbrüche oder alte Terrassenböschungen liegen oder die von Wegen durchzogen werden (Probekreise 7, 10, 11, 14, 19). Hier wurde in Probekreis Nr. 10 mit 39 Moosen die höchste Artenzahl im Gebiet erreicht. Die betreffenden Flächen weisen im Vergleich zu den anderen Probekreisen die höchsten Zahlen an Boden- und Gesteinsmoosen auf.
- 3) Von Buche und Berg-Ahorn geprägte alte Waldbestände am Westhang des Kalebierrgs mit einer hohen Epiphyten-Diversität.

Probekreise mit bezogen auf das Gesamtgebiet niedrigen Artenzahlen (< 15) liegen in Laubholzbeständen jeglicher Altersstufe, die meist eine niedrige Anzahl an Gehölzarten aufweisen und in denen größere Bodenstörungen fehlen. Die niedrigste Artenzahl wurde jedoch in einem reinen Nadelholzbestand ermittelt (Probekreis Nr. 2).

Tabelle 4 Übersicht zu den Artenzahlen in den Stichprobekreisen. Bei den Angaben muss berücksichtigt werden, dass viele Arten auf mehreren Substraten vorkommen.

Substrat	Artenzahl	Artenzahl je Probekreis	
		Mittelwert	Min.-Max.
Borke	69	18,0	1
Totholz	42	5,5	2-13
Boden/ Gestein	58	4,9	0-24
gesamt	101	24,4	11-39

Abbildung 2

Absolute Artenzahlen der Moose in den Stichprobekreisen.

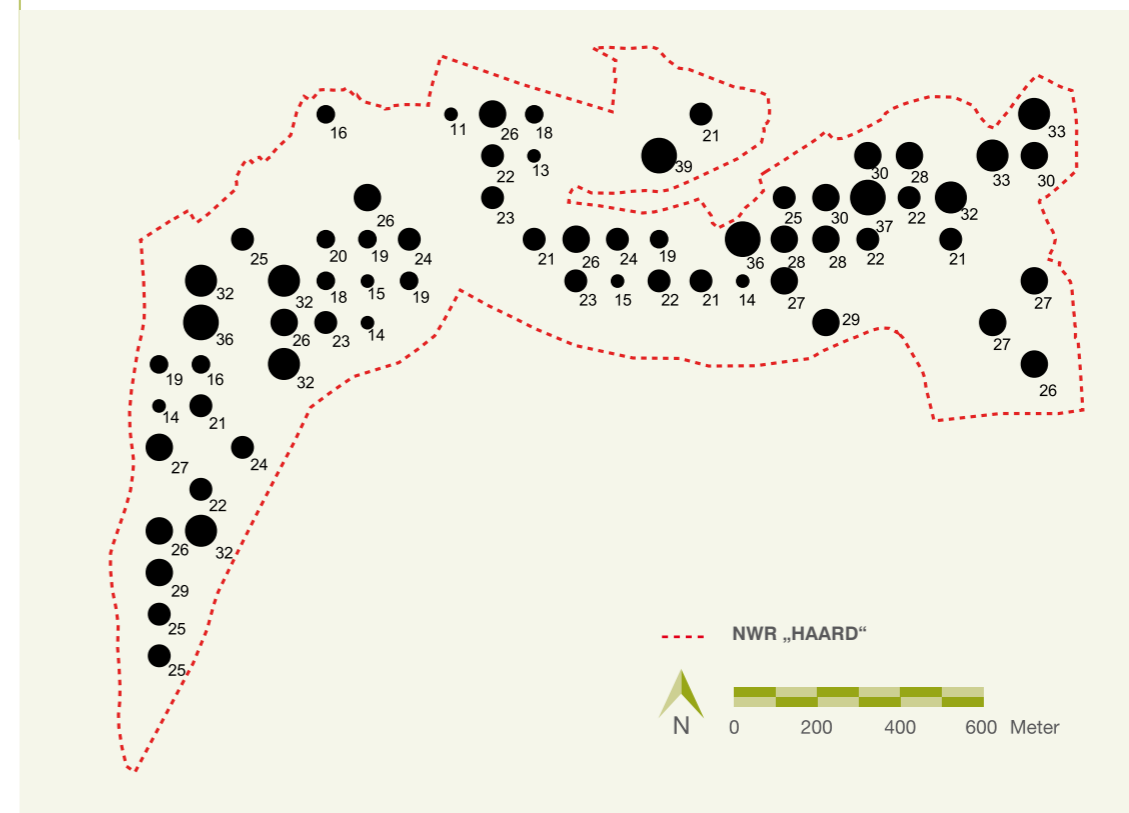
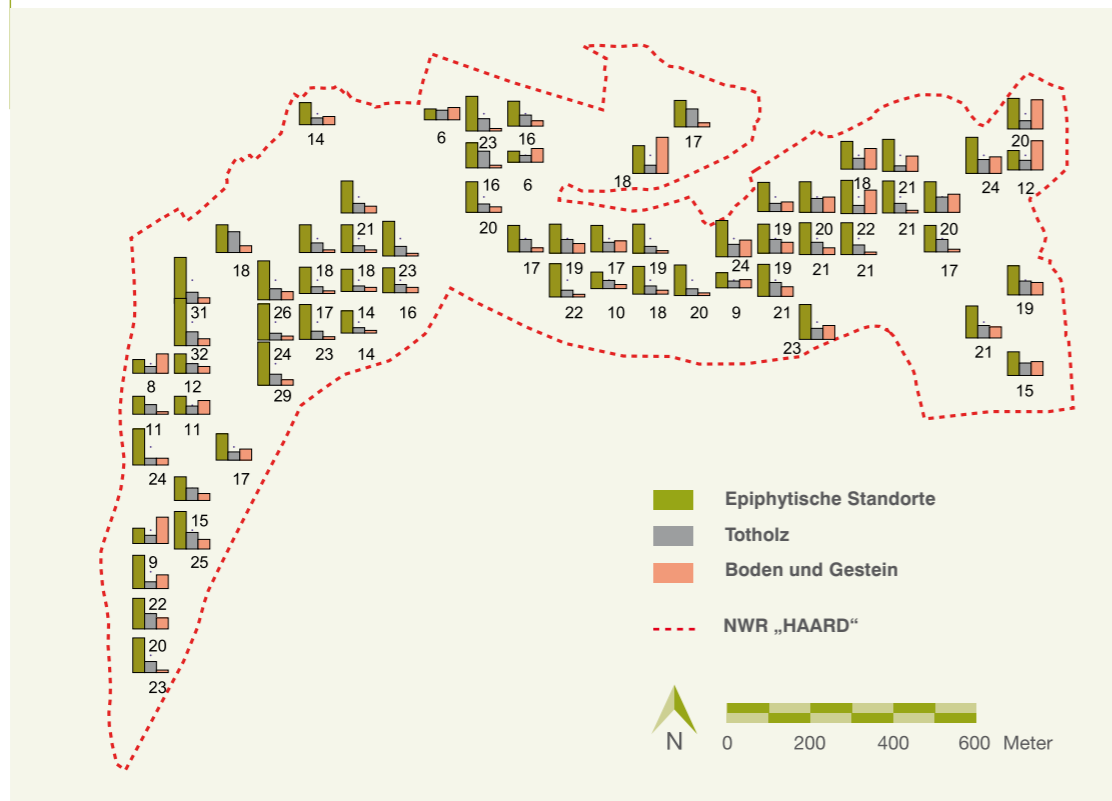


Abbildung 3

Verhältnisse der Artenzahlen der Moose auf den drei Haupt-Substrattypen in den Probekreisen. Als Anhaltspunkt sind für jede Fläche die absoluten Artenzahlen der epiphytischen Moose angegeben.



3.2.3 Zeigerwertspektren

Die standörtlich-ökologische Charakterisierung der Moosflora des Naturwaldreservats „Haard“ wird im Folgenden anhand der Zeigerwerte nach DÜLL (2001) und FRAHM et al. (2007) durchgeführt. Die hier verwendeten Datenquellen enthalten größtenteils Einstufungen, die nicht auf systematischen oder experimentellen Untersuchungen beruhen, sondern von den jeweiligen Autoren aufgrund von Feldbeobachtungen, Erfahrungswerten und umfassenden Literaturrecherchen zur standörtlichen Verbreitung der Moose zusammengestellt wurden.

Licht-Zeigerwerte beschreiben das Vorkommen der Arten im Gradienten der relativen Beleuchtungsstärke vom Tiefschatten bis hin zum vollen Licht (DÜLL 2001). Die Moosflora in den Probekreisen wird von Halbschattenpflanzen bestimmt (Abbildung 4). Dazu gehören mit *Metzgeria furcata*, *Hypnum cupressiforme* und *Brachythecium rutabulum* mehrere der häufigsten Moose im Gebiet. Die zweithäufigste Gruppe bilden Arten, die vorzugsweise an lichtreichen Standorten vorkommen. Unter den Epiphyten sind hier beispielsweise sämtliche im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten der Gattung *Orthotrichum* einzuordnen, darunter *O. affine* als das häufigste Moos. Moose mit Schwerpunkt an schattigen Standorten sind im Naturwaldreservat „Haard“ selten und wurden mit Ausnahme von *Rhizomnium punctatum* nur in wenigen Flächen gefunden.

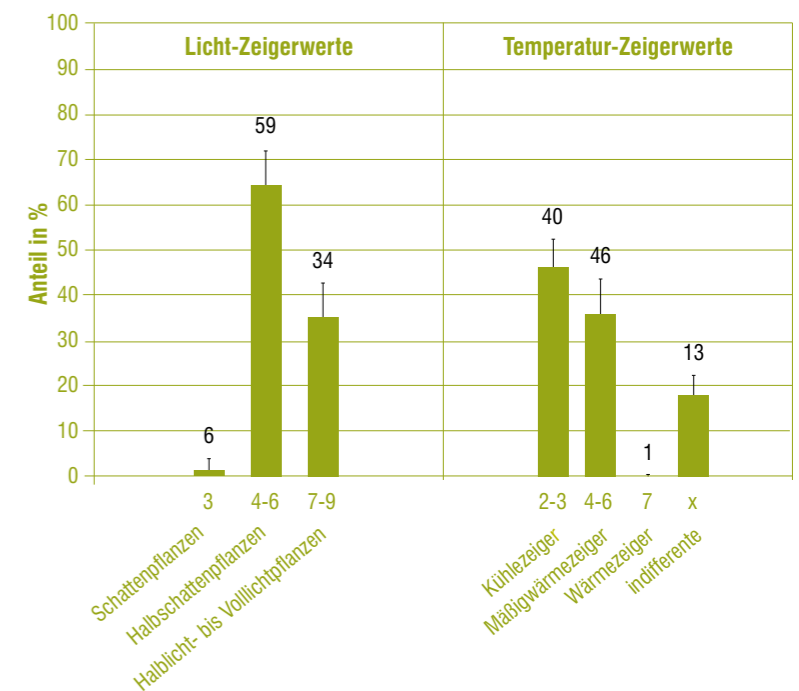
Temperatur-Zeigerwerte kennzeichnen die Arten anhand ihres Vorkommens im Wärmegefälle der Höhenstufen beziehungsweise der Klimazonen. Im Gebiet dominieren temperat-boreal verbreitete Arten im weiteren Sinne („Kühlezeiger“). Hierher gehören z.B. die Lebermoose *Metzgeria furcata*, *Radula complanata* und *Frullania dilatata*. Mäßigwärmezeiger (Schwerpunkt im submontan-temperaten Bereich) sind beispielsweise durch *Orthotrichum affine* und *O. lyellii* und vertreten. Als einziger „echter“ Wärmezeiger wurde *Eurhynchium pumilum* einmal nachgewiesen.

In Bezug auf den Schwerpunkt der Arten im Kontinentalitätsgefälle von der Atlantikküste bis ins Innere Eurasiens (Kontinentalitäts-Zeigerwerte) wird die Moosflora des Naturwaldreservats „Haard“ nahezu hundertprozentig durch subozeanisch bis subkontinental verbreitete Arten beherrscht (Zeigerwerte 4 bis 6). Eine Darstellung erfolgt daher nicht. Moose mit stärkerer ozeanischer Verbreitungstendenz sind die im Gebiet seltenen Arten *Zygodon viridissimus*, *Orthotrichum pulchellum* und *Hypnum andoi*.

Feuchte-Zeigerwerte beschreiben das Vorkommen der Moose im Gefälle der Boden- bzw. Standortsfeuchtigkeit von trocken bis nass. Die Zeigerwertspektren für epiphytische Standorte, Totholz und Boden/Gestein werden getrennt betrachtet (Abbildung 5), da die Standortsfeuchte sehr stark vom jeweiligen Substrat abhängt. Für epiphytische Standorte und Totholz ergeben sich jedoch ähnliche Zeigerwertspektren. Auf beiden Substrattypen dominieren die Arten mit der F-Zahl 4, die zwischen den Trocken- und Frischezeigern vermitteln und zu denen insbesondere an Tau- und Nebelfeuchte angepasste Arten gehören. Unter den obligaten Epiphyten im Gebiet werden *Metzgeria furcata*, *Frullania dilatata*, *Orthotrichum affine* und *O. lyellii* in dieser Kategorie geführt. Die F-Zahl 5 kennzeichnet insbesondere Moose, die luftfeuchte Standorte bevorzugen und wird beispielsweise für die im Naturwaldreservat „Haard“ häufigen Moose *Neckera pumila*, *Radula complanata* und *Ulota bruchii* angegeben. *Homalia*

Abbildung 4

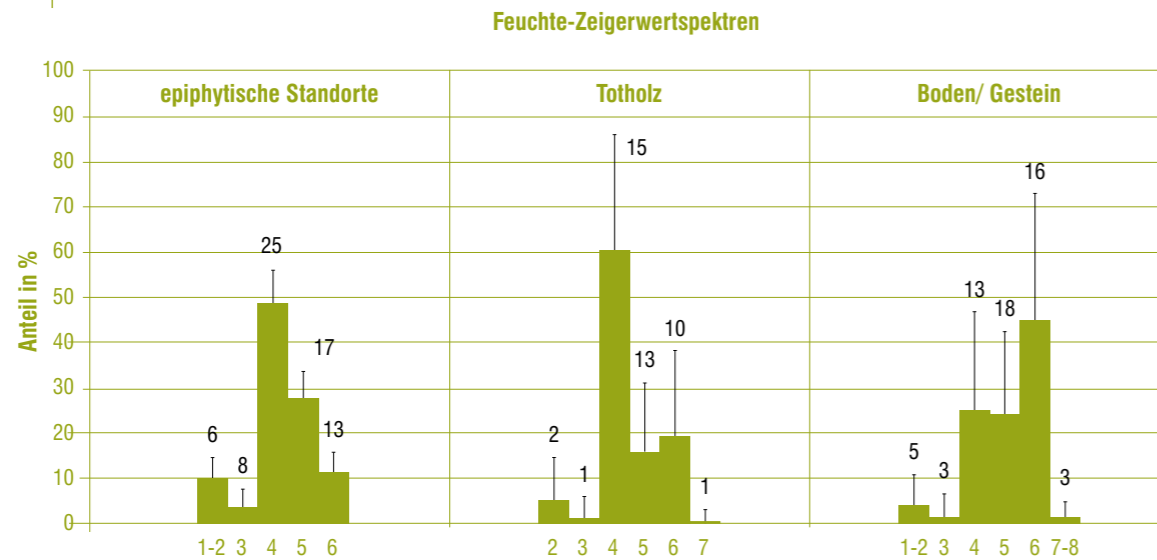
Qualitative Anteile der Licht- und Temperaturzeigerwertklassen der Moose in den Probekreisen (Mittelwert und Standardabweichung; Zeigerwerte nach DÜLL 2001). Die Zeigerwerte wurden zu übergeordneten Klassen zusammengefasst. Die Zahlen über den Balken bezeichnen die absoluten Artenzahlen je Klasse. Arten ohne Angabe wurden weggelassen.



trichomanoides und *Ulota crispa* (F-Zahl 6) besiedeln dagegen dauerhaft feuchte Bereiche. Bei den Bodenmoosen überwiegen dagegen anteilsmäßig die Arten mit der F-Zahl 6 (z.B. *Fissidens taxifolius*, *Atrichum undulatum* und *Plagiomnium undulatum*). Moose mit Schwerpunkten auf trockenen Standorten (F-Zahlen 1 bis 3) erreichen auf allen Substrattypen nur geringe Anteile und Artenzahlen. Hierzu gehören beispielsweise *Homalothecium sericeum* und *H. lutescens*. Feuchtezeiger (F-Zahlen 7 und 8) sind auf Totholz und Boden nur sehr untergeordnet vorhanden (*Thuidium tamariscii*, *Pellia endiviifolia*, *Chiloscyphus pallascens*) und fehlen auf epiphytischen Standorten völlig.

Abbildung 5

Qualitative Feuchte-Zeigerwertspektren der Moose in den Probekreisen getrennt nach den drei Haupt-Substrattypen (Mittelwert und Standardabweichung; Zeigerwerte nach DÜLL 2001). Die Zahlen über den Balken bezeichnen die absoluten Artenzahlen je Zeigerwert. Arten ohne Angabe sind weggelassen.

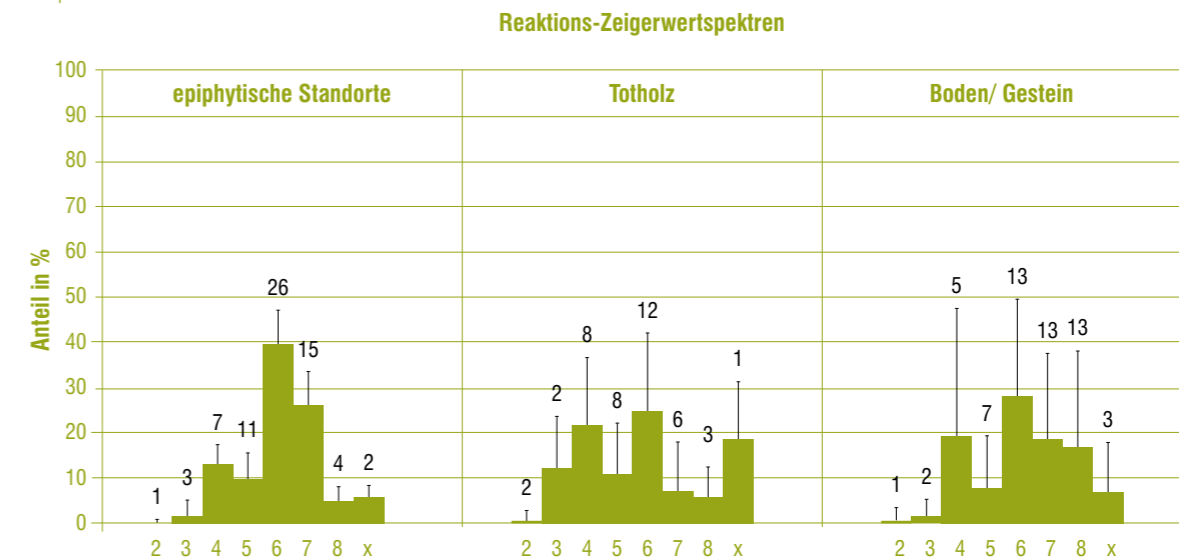


Reaktions-Zeigerwerte beziehen sich auf den ökologischen Schwerpunkt einer Art im Gradienten von sauren bis basischen bzw. kalkreichen Standorten. Auf allen drei Substrattypen dominieren die Mäßigsäurezeiger im weiteren Sinn (R-Zahlen 4 bis 6). Säurezeiger (R-Zahlen 2 und 3) sind in Bezug auf die Artenzahl unbedeutend, erreichen aber auf Totholz deutlich höhere Anteile am Zeigerwertspektrum als auf Rinde und Boden (Abbildung 6). Dies begründet sich allein durch die Häufigkeit von *Lophocolea heterophylla* auf liegendem Totholz. Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger

(R-Zahlen 7) sind auf Borke und auf Boden/ Gestein stark vertreten, erreichen auf Totholz aber nur geringe Anteile. Unter den im Gebiet häufigen Epiphyten gehören *Radula complanata*, *Frullania dilatata* und *Homalothecium sericeum* in diese Kategorie, unter den epigäischen Moosen beispielsweise *Mnium stellare*. Die zu den Kalk-Zeigern vermittelnden Arten der Kategorie 8 kommen allein auf Boden und Gestein in nennenswertem Umfang vor (z.B. *Campylium calcareum*, *Homalothecium lutescens*, *Encalypta streptocarpa*).

Abbildung 6

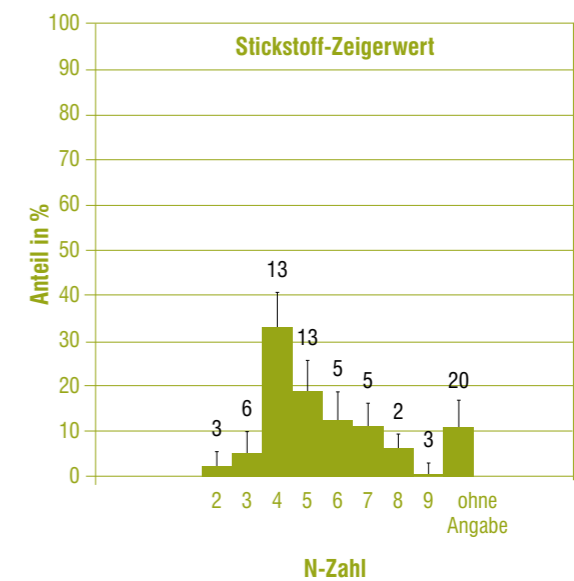
Qualitative Reaktions-Zeigerwertspektren der Moose in den Probekreisen getrennt nach den drei Haupt-Substrattypen (Mittelwert und Standardabweichung; Zeigerwerte nach DÜLL 2001). Die Zahlen über den Balken bezeichnen die absoluten Artenzahlen je Zeigerwert. Arten ohne Angabe sind weggelassen.



Stickstoff-Zeigerwerte (nach FRAHM et al. 2007) beschreiben das Vorkommen der Arten im Gefälle der Mineralstickstoffversorgung. Die epiphytische Moosflora des Naturwaldreservats „Haard“ wird von Arten geprägt, die mäßigen beziehungsweise mittleren Stickstoffreichtum der Standorte anzeigen (Abbildung 7, N-Zahlen 4 bis 6). Dazu gehören viele der häufigeren Moose wie beispielsweise *Metzgeria furcata*, *Radula complanata* und *Frullania dilatata*. Stickstoffzeiger im weiteren Sinn (N-Zahlen 7 bis 9) sind jedoch mit zusammengefasst rund 20 % vertreten. Hier sind insbesondere die an stärker eutrophierten Standorten vorkommenden obligaten Epiphyten *Leskea polycarpa* und *Orthotrichum diaphanum* sowie die epiphytischen Nachweise von *Grimmia pulvinata* und *Ceratodon purpureus* zu nennen. Für diese Arten ist davon auszugehen, dass sie aufgrund anthropogener Stickstoff-Einträge gefördert werden. Insgesamt neun der in den Probekreisen gefundenen Arten haben ihren allgemeinen ökologischen Schwerpunkt dagegen auf stickstoffarmen Standorten (R-Zahlen 2 und 3). Dazu gehören beispielsweise *Lophocolea heterophylla*, *Dicranum scoparium* und *Dicranoweisia cirrata*.

Abbildung 7

Stickstoff-Zeigerwertspektrum der epiphytischen Moose in den Probekreisen (Mittelwert und Standardabweichung; Stickstoffzahlen nach FRAHM et al. 2007). Die Zahlen über den Balken geben die absoluten Artenzahlen für jede Zeigerwertkategorie an.



3.2.4 Hemerobiestufen

Die Summe aller menschlichen Einflusses auf Ökosysteme (beabsichtigt oder zufällig) kann nach BLUME & SUKOPP (1976) unter dem Begriff der Hemerobie zusammengefasst werden. Je nach Stärke der anthropogenen Einwirkung lassen sich dabei verschiedene Hemerobiestufen unterscheiden. Die Moosflora des Untersuchungsgebiets wird von Arten geprägt, deren ökologische Amplitude von ahemeroben bis mesohemeroben Standorten reicht (Tabelle 5). Moose, die auf ahemerobe bis oligohemerobe Standorte beschränkt bleiben und somit auch als Zeiger für naturnahe Wälder gewertet werden können, kommen nur mit geringen Prozentanteilen vor. Nach DIERSSEN (2001) sind dies unter den vorwiegend auf Borke (inklusive Stammfüße) wachsenden Arten: *Isothecium alopecuroides*, *Plagiothecium laetum*, *Pterigynandrum filiforme* und *Radula complanata*. Mit *Amblystegium confervoides* und *Rhynchostegiella tenella* gehören auch zwei im Gebiet seltene Felsmoose hierher. Ein weiteres, im Gebiet häufigeres Moos, das vielfach als Indikatorart für „alte, ökologisch wertvolle Wälder“ angesehen wird, ist *Neckera pumila* (vgl. Literaturzusammenstellung bei MEINUNGER & SCHRÖDER 2007 und Anmerkungen bei HANS 2011). DIERSSEN (2001) siedelt den Schwerpunkt dieser Art mit Bezug auf Gesamt Europa jedoch im oligo- bis mesohemeroben Bereich an. Dies dürfte eher zutreffen, da die Art auch im Naturwaldreservat „Haard“ keine eindeutige Präferenz für besonders naturnahe Bestände zeigt (vgl. Kapitel 3.5.4).

Tabelle 5 Verteilung der Moose in den Probekreisen auf die Hemerobiestufen nach DIERSSEN (2001). Arten ohne Einstufung und Kategorien mit einem Anteil von ≤ 1 % sind weggelassen.

Menschlicher Einfluss	Hemerobiestufe	Anteil in % (Mittelwert, Standardabw.)	Artenzahl absolut
fehlend bis schwach	ahemerob bis oligohemerob	8,1 ± 2,9	6
fehlend bis mäßig	ahemerob bis mesohemerob	39,1 ± 6,7	33
schwach bis mäßig	oligo- bis mesohemerob	6,7 ± 3,9	8
mäßig bis stark	meso- bis poly- oder euhemerob	17,2 ± 4,4	19
fehlend bis stark	indifferent (ahemerob/ oligohemerob bis euhemerob)	27,9 ± 7,3	29

Moose, die ihren Vorkommensschwerpunkt auf mäßig bis stark anthropogen beeinflussten Standorten haben, sind im Gebiet regelmäßig vertreten. Unter den Epiphyten sind hier insbesondere *Brachythecium rutabulum* und *Amblystegium serpens* als häufige Moose zu nennen. Weiterhin werden beispielsweise *Grimmia pulvinata* und *Ceratodon purpureus*, die im Gebiet vereinzelt auf Borke vorkommen, in diese Gruppe eingeordnet (vgl. Kapitel 3.2.3).

3.2.5 Immissions-Empfindlichkeitswerte der Epiphyten

Die Moosflora im Gebiet wird von Arten bestimmt, die eine mäßige Empfindlichkeit gegenüber Immissionen aufweisen (Abbildung 8). Dazu gehören mit *Metzgeria furcata*, *Ulota bruchii*, *Isothecium alopecuroides*, *Radula complanata* und *Frullania dilatata* einige der häufigsten Epiphyten im Gebiet. *Orthotrichum affine* als das in den Probekreisen am häufigsten gefundene Moos gilt als wenig empfindlich. Als unempfindlich werden beispielsweise *Hypnum cupressiforme*, *Dicranoweisia cirrata* und *Amblystegium serpens* eingestuft. Bei den Arten, die als „sehr empfindlich“ bewertet werden handelt es sich um *Leucodon sciuroides*, *Neckera pumila*, *Porella platyphylla*, *Pterigynandrum filiforme*, *Neckera crispa* und *Anomodon viticulosus*. Die drei letztgenannten Arten sind im Gebiet jedoch selten und wurden nur an Stammbasen gefunden (vgl. Tabelle 2). Bei den „Störzeigern“ handelt es sich um Moose, deren Vorkommen auf epiphytischen Standorten im Allgemeinen auf Eutrophierung

hinweist. Diese Gruppe enthält mit *Orthotrichum diaphanum* jedoch nur einen einzigen obligaten Epiphyt. Weiterhin werden alle vier im Gebiet vorhandenen *Brachythecium*-Arten sowie *Ceratodon purpureus* dieser Gruppe subsumiert, deren Häufigkeit jedoch sicher weit überschätzt wird, da bei der vorliegenden Auswertung auch die Stammbasen mit einbezogen sind. Strenggenommen können die Empfindlichkeitswerte nach FRAHM et al. (2007) ausschließlich für die Stammabschnitte oberhalb der Stammbasen verwendet werden.

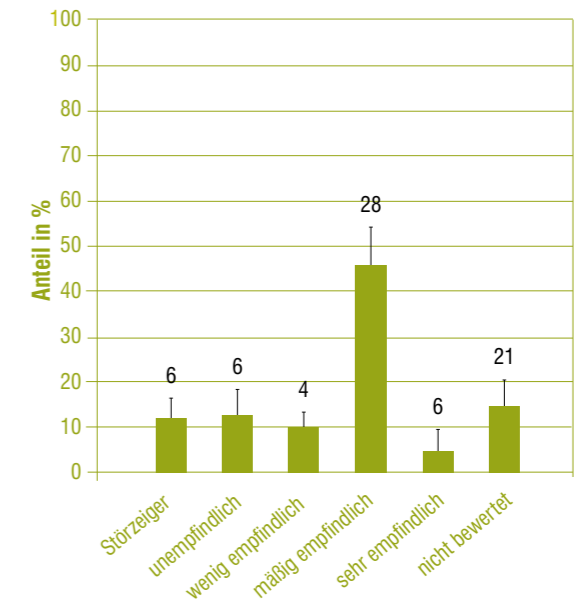
3.3 | Die Moosgemeinschaften an den Monitoringbäumen

An den Monitoringbäumen wurden insgesamt 39 Moose nachgewiesen (Tabelle 6). In den 1m²-Aufnahmeflächen kommen 30 und an den Stammbasen 33 Arten vor. Die sechs häufigsten Moose in den 1m²-Flächen sind identisch mit den häufigsten Epiphyten in den Probekreisflächen (Tabelle 2). Die Aufnahmen machen deutlich, dass *Brachythecium rutabulum* und *Homalia trichomanoides* als im Gebiet häufige Rindenbewohner überwiegend an den Stammbasen auftreten. Weitere neun Moose wurden ausschließlich an den Stammbasen gefunden. Dabei handelt es sich oft um Arten, die vom Waldboden aus auf die Bäume übergehen (z.B. *Mnium stellare*, *Plagiomnium undulatum*, *Mnium hornum*).

Die höchsten Artenzahlen in den 1m²-Aufnahmeflächen wurden an Eschen und dickstämmigen Altbuchen ermittelt (Tabelle 7), an denen am gesamten Stamm (inklusive Stammbasis) bis zu 20 Moose auftreten können. Die Aufnahmeflächen an Eichen und Buchen mit geringerem Stammdurchmesser sind deutlich artenärmer. Der hohe Artenreichtum an Eschen und dickstämmigen Altbuchen erklärt sich einerseits dadurch, dass hier mehrere obligate Epiphyten ihren Vorkommensschwerpunkt haben (*Pylaisia polyantha*, *Radula complanata*, *Orthotrichum affine*). Andererseits wird die Artenzahl auch

Abbildung 8

Immissions-Empfindlichkeiten der epiphytischen Moose nach FRAHM et al. (2007) in den Probekreisen. Balken: Mittelwerte, Fehlerbalken: Standardabweichung. Die Zahlen über den Balken geben absolute Artenzahlen je Empfindlichkeitsklasse an.



durch substratvage Arten erhöht, die ausgehend von der Stammbasis auch in höher gelegene Stammbereiche einwachsen (*Brachythecium rutabulum*, *Homalothecium lutescens*, *Brachythecium velutinum*). Ferner fällt auf, dass mehrere obligate Epiphyten in ihrem Auftreten an eine bestimmte Baumart gebunden sind: *Zygodon rupestris* wurde im Gebiet auch allgemein fast immer an Eichen gefunden. *Neckera pumila* und *Bryum flaccidum* wurden im Rahmen der Monitoringbaum-Untersuchungen ausschließlich an alten Buchen nachgewiesen.

Tabelle 6 Absolute Häufigkeit der an den 39 Monitoringbäumen bis in ca. 2 m Stammhöhe nachgewiesenen Moose (Reihenfolge nach der Anzahl der Artnachweise in den 1 m²-Flächen; StB = Stammbasis).

Art	1m ²	StB	Art	1m ²	StB
<i>Metzgeria furcata</i>	37	31	<i>Leucodon sciuroides</i>	2	1
<i>Hypnum cupressiforme</i>	33	36	<i>Leskea polycarpa</i>	2	.
<i>Orthotrichum affine</i>	28	19	<i>Platygyrium repens</i>	2	.
<i>Frullania dilatata</i>	22	20	<i>Brachythecium salebrosum</i>	1	5
<i>Radula complanata</i>	21	14	<i>Brachythecium populeum</i>	1	2
<i>Brachythecium rutabulum</i>	13	38	<i>Eurhynchium praelongum</i>	1	2
<i>Homalothecium sericeum</i>	12	16	<i>Orthotrichum striatum</i>	1	1
<i>Pylaisia polyantha</i>	12	9	<i>Bryum capillare</i>	1	.
<i>Orthotrichum lyellii</i>	10	2	<i>Orthotrichum diaphanum</i>	1	.
<i>Homalia trichomanoides</i>	9	24	<i>Ulota crispa</i>	1	.
<i>Ulota bruchii</i>	9	6	<i>Zygodon viridissimus</i>	1	.
<i>Amblystegium serpens</i>	8	13	<i>Mnium hornum</i>	.	2
<i>Homalothecium lutescens</i>	5	11	<i>Cryphaea heteromalla</i>	.	1
<i>Brachythecium velutinum</i>	5	10	<i>Dicranum scoparium</i>	.	1
<i>Neckera pumila</i>	5	1	<i>Eurhynchium hians</i>	.	1
<i>Ulota spec. (steril)</i>	5	.	<i>Isothecium myosuroides</i>	.	1
<i>Bryum flaccidum</i>	4	7	<i>Mnium stellare</i>	.	1
<i>Isothecium alopecuroides</i>	3	14	<i>Plagiomnium undulatum</i>	.	1
<i>Zygodon rupestris</i>	3	3	<i>Rhynchostegium confertum</i>	.	1
<i>Orthotrichum stramineum</i>	3	1	<i>Thamnobryum alopecurum</i>	.	1
<i>Orthotrichum spec. (steril)</i>	3	.			

Tabelle 7 Übersichtstabelle zu den Artengemeinschaften der Moose in den 1m²-Flächen der Monitoringbäume. Die Werte bezeichnen die relative Häufigkeiten der Arten in den vier abgegrenzten Einheiten (gerundete Prozentwerte). Bu = Buche, Es = Esche, Ei = Eiche. Die Einheit Bu1 umfasst artenärmere Epiphytenvorkommen an mittelalten Buchen. Einheit Bu2 enthält Aufnahmen von meist dickstämmigen Altbuchen. In der Tabelle sind nur Arten enthalten, die in mindestens einer Einheit mit einer Häufigkeit von 20 % vertreten sind. Als signifikant wurden Unterschiede von mindestens 20 % zwischen den Einheiten gewertet.

Baumart/ Einheit	Bu1	Bu2	Es	Ei
Anzahl Aufnahmen	15	10	5	7
mittlerer BHD (cm)	54	70	40	49
mittlerer DG Moose (%)	3	32	18	30
mittlere Artenzahl Moose	4,1	9,8	9,6	6,1
Schwerpunkt an Esche				
<i>Orthotrichum affine</i>	60	80	100	57
<i>Radula complanata</i>	27	80	100	29
<i>Pylaisia polyantha</i>	.	60	80	29
<i>Brachythecium rutabulum</i>	13	80	60	.
<i>Homalothecium lutescens</i>	.	30	40	.
Schwerpunkt in Einheit Bu 2				
<i>Bryum flaccidum</i>	.	40	.	.
<i>Neckera pumila</i>	.	40	.	.
in Einheit Bu1 seltener als in Bu2				
<i>Amblystegium serpens</i>	.	50	40	14
<i>Homalia trichomanoides</i>	7	40	20	43
<i>Homalothecium sericeum</i>	13	60	20	43
<i>Brachythecium velutinum</i>	.	30	.	29

Baumart/ Einheit	Bu1	Bu2	Es	Ei
Schwerpunkt an Esche				
<i>Orthotrichum lyellii</i>	13	30	60	14
<i>Isothecium alopecuroides</i>	.	.	40	14
Schwerpunkt an Eiche				
<i>Zygodon rupestris</i>	.	.	.	43
Sonstige Arten				
<i>Metzgeria furcata</i>	100	100	80	86
<i>Hypnum cupressiforme</i>	67	90	100	100
<i>Frullania dilatata</i>	53	70	60	29
<i>Ulota bruchii*</i>	40	20	40	14
<i>Orthotrichum stramineum</i>	.	10	20	14
<i>Platygyrium repens</i>	.	.	20	14
<i>Bryum capillare s.str.</i>	.	.	20	.
<i>Orthotrichum striatum</i>	.	.	20	.

* inklusive steriler Nachweise

3.4 | Ein Blick in die Baumkronen

Im Naturwaldreservat „Haard“ bot sich die Gelegenheit, gleich mehrere in jüngster Zeit (vor höchstens ca. 18 Monaten) durch den Wind abgebrochene oder umgeworfene Buchenkronen (mittelalte bis alte Bäume) auf ihren Moosbewuchs hin zu untersuchen (Tabelle 8, Foto 2). In den Kronenbereichen herrscht ein überraschend hoher Reichtum an Epiphyten und es kommen Arten vor, die man hier zunächst gar nicht vermuten würde. Die Artenzusammensetzung enthält zum einen zahlreiche obligate Epiphyten, die aus bryosoziologischer Sicht in für die Klasse der Orthotrichetalia (Steifblattmoos-Gesellschaften) kennzeichnend sind (Zuordnung nach DIERSEN 2001). Diese Moosgesellschaften sind insbesondere an lichtreichen und sonnigen Stellen verbreitet (freistehende Bäume, lichte Wälder) und waren durch den Einfluss von Schwefel-Immissionen Ende des zwanzigsten Jahrhunderts selten geworden. Dieses Arten-Grundgerüst wird durch mehrere Moose erweitert, die allgemein durch Eutrophierung (Stickstoffeinträge) gefördert werden. Dabei ist insbesondere das Auftreten von *Leskea polycarpa* und

Tortula latifolia bemerkenswert. Beide Moose sind in den Kronen v.a. an den Ansatzpunkten Ästen oder an den Basen von Gabelungen zu finden, in denen sich der Ablauf des Niederschlagswassers sammelt. Besonders überraschend ist die Tatsache, dass selbst auf den Kronen Moose vorkommen, die ihren allgemeinen standörtlichen Schwerpunkt auf Boden oder Gestein haben. Insbesondere *Schistidium crassipilum* konnte an den Kronen mehrmals in Gestalt vitaler, reich fruchtender Polster nachgewiesen werden. Die Vorkommen von *Tortula ruralis* und *Homalothecium lutescens* waren dagegen nur sehr klein. Das Auftreten dieser Arten steht möglicherweise im Zusammenhang mit Staubeinträgen aus dem benachbarten Kalksteinbruch (nähere Ausführungen vgl. Kapitel 3.5.3). Die Artenlisten in Tabelle 8 machen somit deutlich, dass der Kronenbereich von Wäldern einen bedeutenden Standort für Moose darstellen kann. Die Ergebnisse zur Häufigkeit und Verbreitung der Epiphyten in den Luxemburgischen Naturwaldreservaten, die meist nur „vom Boden aus“ gewonnen wurden, geben daher stets nur einen Ausschnitt der tatsächlichen Verhältnisse wieder.

Tabelle 8 Liste der an vier untersuchten Buchenkronen nachgewiesenen Moose mit ökologisch-soziologischer Charakterisierung der Arten. L = Lichtzahl (DÜLL 2001), N = Stickstoffzahl (FRAHM et al. 2007)

Spalten-Nr.	1	2	3	4	L	N
Artenzahl	22	20	17	11	L	N
Orthotrichetalia-Arten						
<i>Orthotrichum affine</i>	v	v	v	v	8	6
<i>Pylaisia polyantha</i>	v	v	v	v	8	5
<i>Homalothecium sericeum</i>	v	v	v	.	7	4
<i>Neckera pumila</i>	v	v	v	.	5	4
<i>Metzgeria furcata</i>	v	.	v	v	5	4
<i>Orthotrichum lyellii</i>	v	v	v	v	7	5
<i>Orthotrichum stramineum</i>	v	v	v	v	7	5
<i>Ulota bruchii</i>	.	v	v	v	4	4
<i>Ulota crispa</i>	v	v	v	v	4	3
<i>Leucodon sciuroides</i>	v	.	.	.	8	3
<i>Tortula laevipila</i>	v	v	.	.	8	5
<i>Orthotrichum striatum</i>	v	.	.	.	8	4
<i>Bryum flaccidum</i>	v	.	.	.	5	5
Stickstoff-Zeiger						
<i>Brachythecium rutabulum</i>	v	v	v	.	5	8
<i>Leskea polycarpa</i>	.	v	v	.	7	8
<i>Tortula latifolia</i>	v	v	.	.	7	8
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	v	v	.	.	8	9

Spalten-Nr.	1	2	3	4	L	N
Artenzahl	22	20	17	11	L	N
Boden- und Gesteinsmoose						
<i>Grimmia pulvinata</i>	v	v	v	.	8	9
<i>Schistidium crassipilum</i>	.	v	v	.	7	-
<i>Tortula ruralis</i>	.	v	.	.	9	-
<i>Homalothecium lutescens</i>	v	v	.	.	9	4
Sonstige Arten						
<i>Isothecium alopecuroides</i>	v	.	.	.	5	5
<i>Radula complanata</i>	v	.	v	v	7	4
<i>Frullania dilatata</i>	v	v	v	v	8	4
<i>Hypnum cupressiforme</i>	v	v	v	v	5	6
<i>Platygyrium repens</i>	.	v	.	v	6	7
<i>Amblystegium serpens</i>	.	.	v	.	5	-
<i>Cryphaea heteromalla</i>	v	.	.	.	7	4
<i>Bryum capillare</i>	.	v	v	.	5	5

Foto 2

Vom Wind abgebrochene Krone zwischen den Stichprobepunkten 65 und 66. Die auf diesem Baum wachsenden Moose sind in Spalte 1 der Tabelle 8 aufgeführt



Foto: 24.04.2013, M. WECKESSER

3.5 | Bemerkenswerte und interessante Moosvorkommen

3.5.1 Moose der Roten Liste

Im Naturwaldreservat „Haard“ wurden drei Moose der Roten Liste beziehungsweise der Vorwarnliste für Luxemburg gefunden (Tabelle 9, Abbildung 9). Bei allen drei Arten handelt es sich um Epiphyten. *Pterigynandrum filiforme* gilt als empfindlich gegenüber Luftverunreinigungen (FRAHM et al. 2007). Das Moos kann in Luxemburg als selten gelten, wird in jüngerer Zeit aber wieder häufiger nachgewiesen (WERNER 2011). Die beiden Vorkommen im östlichen Bereich des Laangebierts sind allerdings sehr klein und umfassen nur wenige Sprösschen auf mittelalten Laubbäumen mit reichem Epiphytenbewuchs.

Von *Orthotrichum patens* liegen aus Luxemburg nur wenige Nachweise vor (WERNER 2011). Das Moos wurde einmal an einem mittelalten Berg-Ahorn in einem lichten, epiphytenreichen Mischbestand nachgewiesen. *Orthotrichum pallens*, ein weiterer obligater Epiphyt wird in der Vorwarnliste („near threatened“) geführt. Die Art wurde an Buche, Berg-Ahorn und Berg-Ulme gefunden, wobei sich die Vorkommen im Südwesten des Untersuchungsgebiets zu häufen scheinen. Auch

für diese Art ist in jüngerer Zeit eine Zunahme der Nachweise festzustellen (HANS 2004). Neben Klimaveränderungen und dem Einfluss von Stickstoffemissionen (FRAHM 1998) dürfte auch die vielerorts intensivierte und gezieltere bryologische Kartiertätigkeit einen wesentlichen Faktor für diese Zunahme darstellen (HANS 2004).

3.5.2 Stickstoffzeigende Epiphyten

In den Kapiteln 3.2.3 und 3.4 wurde bereits auf die Vorkommen von obligaten Epiphyten eingegangen, die als Zeiger für erhöhte Stickstoffeinträge gelten können. Von diesen kann insbesondere *Leskea polycarpa* im Naturwaldreservat „Haard“ als verbreitet gelten. Zusammen mit der im Gebiet vereinzelt vorkommenden *Tortula latifolia* hatte dieses Moos seinen natürlichen Verbreitungsschwerpunkt einst auf epiphytischen Standorten im Überschwemmungsbereich von Fließgewässern (vgl. BARKMAN 1958 und DIERSSEN 2001), wird mittlerweile aber regelmäßig auch aus gewässerfernen Bereichen nachgewiesen (z.B. HANS 2009, FRAHM et al. 2007, WECKESSER 2012 und 2013).

Tabelle 9 Im Naturwaldreservat „Haard“ nachgewiesene Moose der aktuellen Roten Liste (WERNER 2013). PK = Probekreis.

Art	Gefährdungskategorie	Anzahl
<i>Pterigynandrum filiforme</i>	vulnerable	2 (nur in PK)
<i>Orthotrichum patens</i>	vulnerable	1 (in PK)
<i>Orthotrichum pallens</i>	near threatened	6 (davon 4 in PK)

Im Untersuchungsgebiet wurde diese Art sowohl an Stammbasen und Stämmen von Laubbäumen und selbst noch in den Kronenbereichen nachgewiesen (Abbildung 10). Die Vorkommen sind vital und Sporogone wurden regelmäßig gefunden. Dabei ist vor allem bemerkenswert, dass diese Art auch in naturnahen buchendominierten Laubwäldern auftritt (Probekreise 29, 33, 34, 36, 43, 48). Zwei weitere eutraphente obligate Epiphyten, die zerstreut im Gebiet vorkommen, sind *Orthotrichum diaphanum* und *O. obtusifolium*. Die meisten Nachweise dieser Arten gelangen im westlichen Gebietsteil (dort auch regelmäßig außerhalb der Probekreise).

Abbildung 9

Vorkommen der in Tabelle 9 aufgeführten Arten in den Probekreisen.

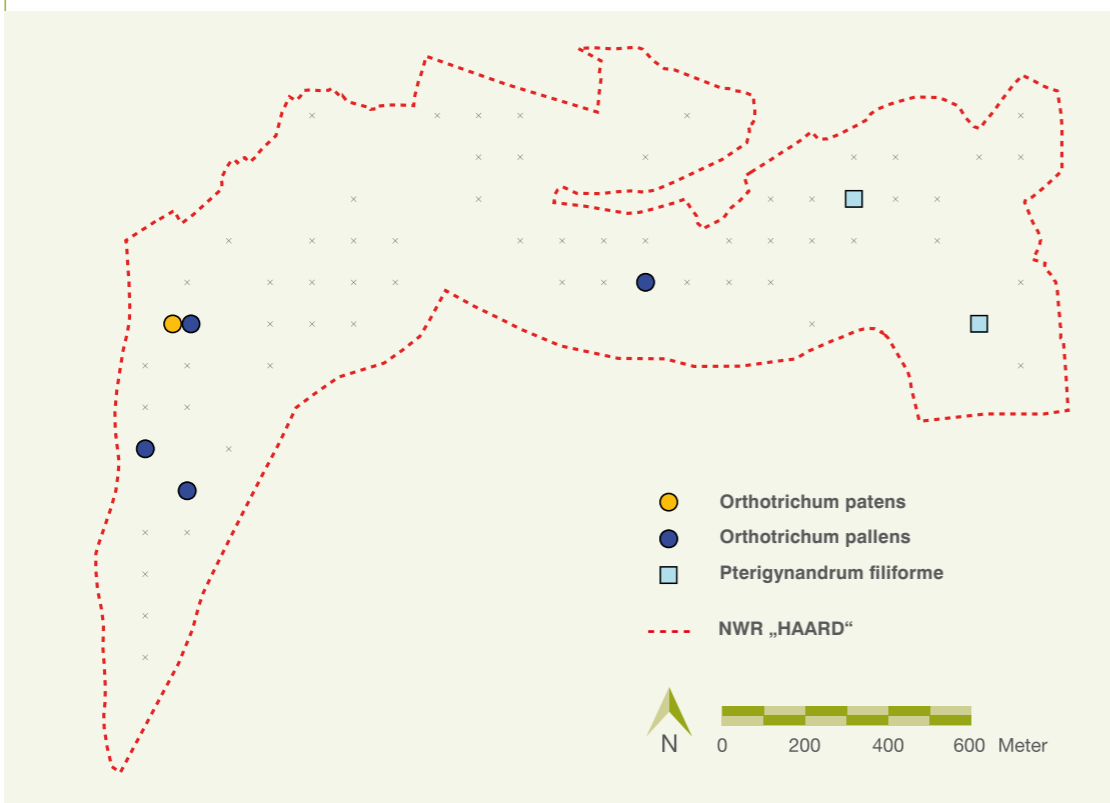
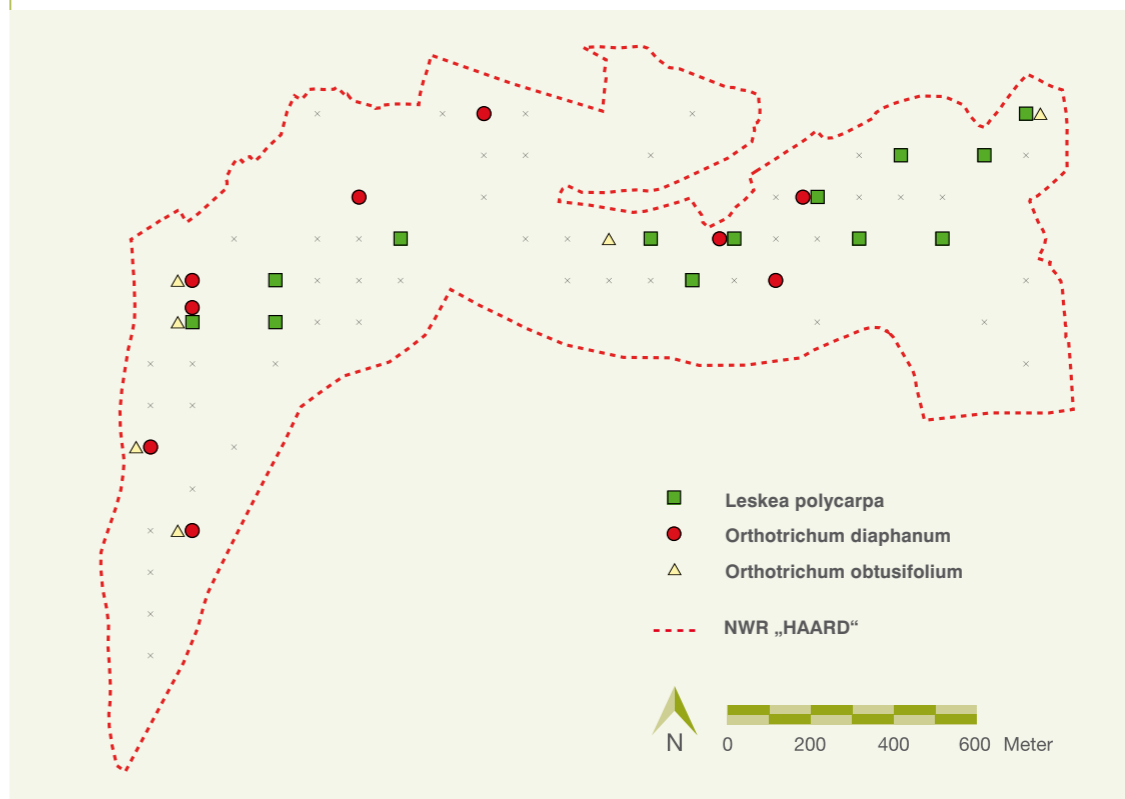


Abbildung 10

Vorkommen von obligaten Epiphyten, die als Stickstoff-Zeiger gelten, in den Probekreisen.



3.5.3 Epiphytische Vorkommen von Fels- und Erdmoosen

Im Naturwaldreservat „Haard“ kommen mehrere Moose vereinzelt bis regelmäßig epiphytisch vor, die allgemein für Standorte auf offenem Boden oder Gestein typisch sind (Abbildung 11). *Rhynchostegium confertum* wurde vereinzelt an Schwarzem Holunder gefunden und kommt selten auch an Stammbasen von Altbäumen vor. *Tortula ruralis* wächst ebenfalls zerstreut an Stammbasen. *Schistidium crassipilum* (Foto 3) und *Grimmia pulvinata* treten dagegen sowohl an Stämmen als auch in den Kronen älterer Buchen auf. Mit Ausnahme von *Grimmia pulvinata*, die ausschließlich epiphytisch nachgewiesen wurde, sind die genannten Arten im Gebiet auch zerstreut auf Felsen und kleinen Steinblöcken zu finden. Eine Häufung dieser oder standortsökologisch vergleichbarer Arten wurde bisher in keinem der bisher in Luxemburg bryologisch untersuchten Naturwaldreservate beobachtet. Das Vorkommen dieser Moose hängt mit großer Wahrscheinlichkeit mit dem Eintrag von Kalkstäuben aus dem unmittelbar südlich benachbarten Kalksteinbruch und dem dorthin führenden Fahrweg zusammen. Dieser Weg bildet gleichzeitig die südwestliche Gebietsgrenze. An trockenen

Foto 3

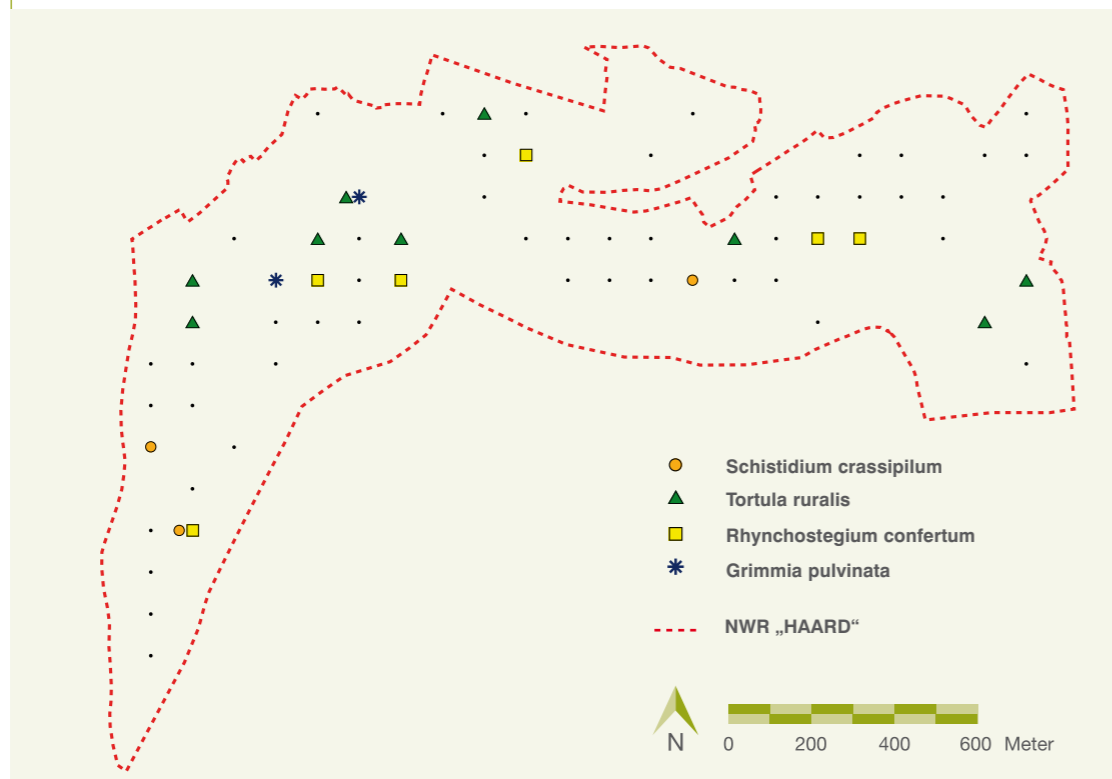
Polster von *Schistidium crassipilum* an der Stammbasis einer alten Buche im südwestlichen Gebietsteil.



(Foto: 24.04.2013, M. WECKESSER)

Abbildung 11

Vorkommen epiphytischer Moose in den Probekreisen, deren allgemeiner ökologischer Schwerpunkt auf Felsen und/oder Erde liegt.



Frühlingstagen wurden von diesem nicht asphaltierten Weg bei jeder Durchfahrt eines Lastwagens große Mengen an Staub in die östlich gelegenen Waldbereiche eingetragen, so dass Baumstämme und Waldboden von einer dünnen Staubschicht bedeckt wurden. Diese „Staubfahne“ war im unbelebten Zustand der Bäume noch bis in ca. 100 m Entfernung vom Weg deutlich bemerkbar. Ähnliche Staubemissionen gehen wahrscheinlich auch vom Steinbruch selbst aus.

3.5.4 Weitere Arten

Cryphaea heteromalla (Foto 4) ist im Gutland mittlerweile verbreitet (WERNER 2011). Dieser Epiphyt hat sich jedoch erst in den letzten Jahrzehnten im küstenfernen Gebieten West- und Mitteleuropas ausgebreitet (z.B. CASPARI et al. 2000, FRAHM et al. 2007). In Wäldern scheint die Art mittlerweile regelmäßig aufzutreten, wobei die bisher aus Naturwaldreservaten dokumentierten Vorkommen in naturfernen Beständen liegen (vgl. HANS 2011, WECKESSER 2013). Es scheint daher bemerkenswert, dass dieses Moos im Naturwaldreservat „Haard“ in 3 Probekreisen (29, 43, 48) auch in geschlossenen, naturnahen Buchenbeständen vorkommt (vgl. Abbildung 12) und somit eine Parallele

zum Auftreten von *Leskea polycarpa* (s. Kapitel 3.5.2) besteht. Ähnliches gilt für *Orthotrichum striatum*, das im Naturwaldreservat „Haard“ regelmäßig auch in geschlossenen, von der Buche dominierten Beständen angetroffen wurde.

Die im Gebiet häufige *Neckera pumila* (Foto 5) wird von manchen Autoren als Zeiger für naturnahe, alte Wälder gewertet (HANS 2011 und Literaturzusammenstellung bei MEINUNGER & SCHRÖDER 2007). In Luxemburg hat dieses Moos seinen Verbreitungsschwerpunkt im Minette-Gebiet (HANS 2011, WERNER 2011). Im Naturwaldreservat „Haard“ wurde diese Art (wie auch im Naturwaldreservat „Grouff“, WECKESSER 2013) jedoch auch in keineswegs naturnahen, gepflanzten Laubholz-Jungbeständen oder in Beständen mit Nadelholz-Beimischung gefunden. Daraus lässt sich schließen, dass die Bedingungen für diese Art v.a. aufgrund der naturräumlichen Gegebenheiten (niederschlagsreiches Klima mit generell höherer Luftfeuchte, vgl. WEVELL & BROCKAMP 2011) so günstig sind, dass sie auch auf Standorten vorkommen kann, die sie am Rand ihres aktuellen Areals (z.B. Nord- und Ostdeutschland: MÜLLER 1993, FICHTNER & LÜDERITZ 2013) nicht besiedeln würde.

Abbildung 12

Verbreitung von *Neckera pumila*, *Orthotrichum striatum* und *Cryphaea heteromalla* in den Probekreisen.

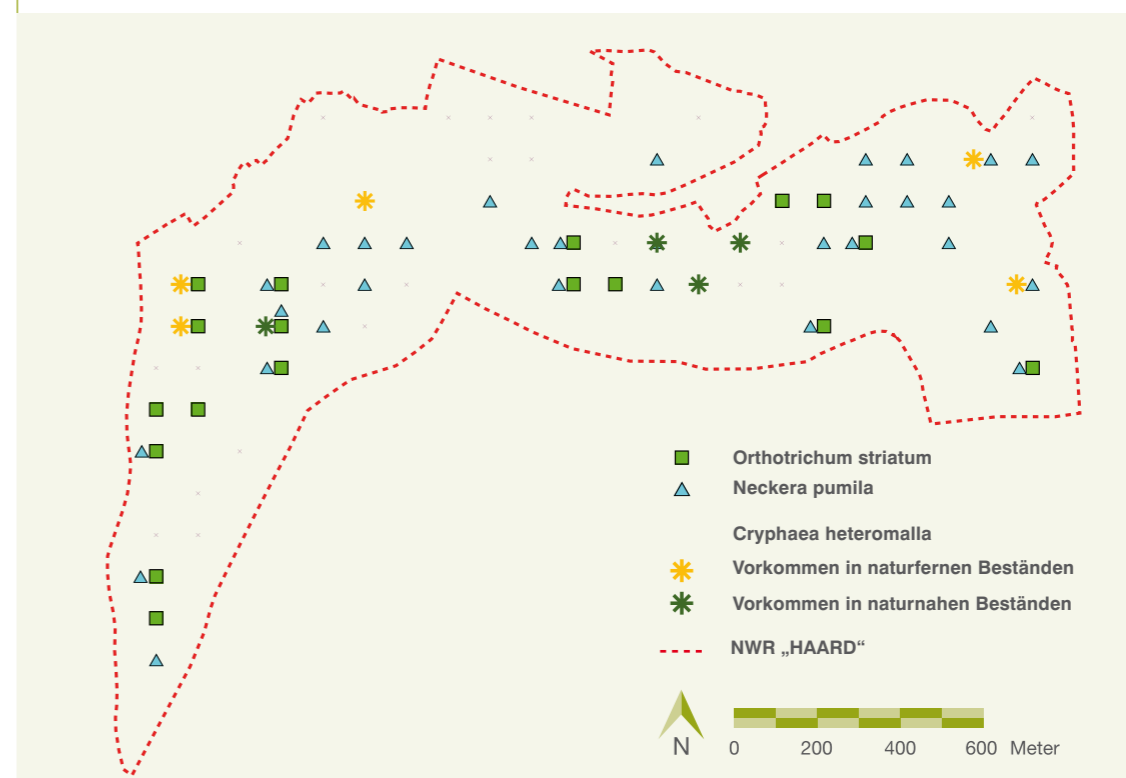


Foto 4

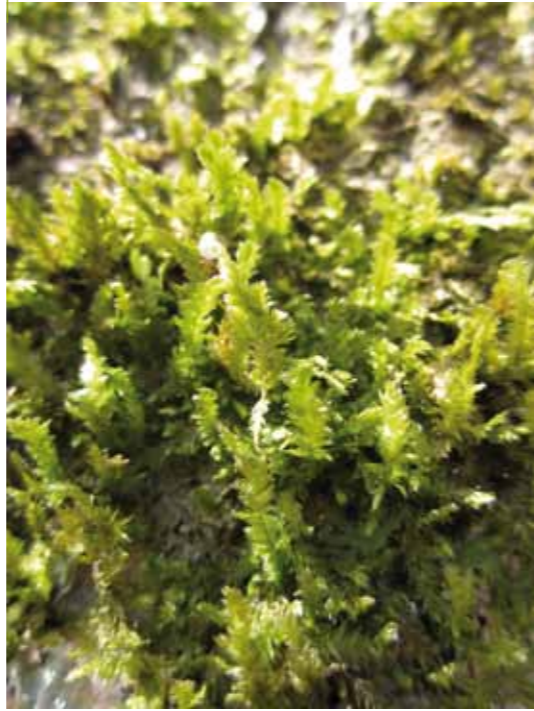
Cryphaea heteromalla hat sich erst in den letzten beiden Jahrzehnten in Luxemburg ausgebreitet.



(Foto: 24.04.2013, M. WECKESSER)

Foto 5

Neckera pumila wird von manchen Autoren als Zeiger für naturnahe Wälder angesehen. Im Untersuchungsgebiet kommt dieses Moos aber auch in naturfernen Beständen vor.



(Foto: 24.04.2013, M. WECKESSER)

3.6 | Moos-Sonderstandorte im Gebiet

Den bedeutendsten Sonderstandort für Moose im Naturwaldreservat „Haard“ bilden die zahlreichen, überwiegend aus Dolomit, teilweise auch aus Minette-Sandstein bestehenden Felsen im Bereich Frankelaach und am Ostabhang des Laangebiargs. Die Felsvorkommen gehen fast ausschließlich auf menschliche Aktivitäten zurück (Bergbau, Gesteinsabbau; vgl. WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2011) und werden immer von Bäumen überschirmt. Die Moosflora der Felsen im Gebiet wurde zwar nicht systematisch untersucht, soll der Vollständigkeit halber aber kurz umrissen werden. Häufige Moose auf leicht mit Erde bedeckten Gesteinsflächen sind *Encalypta streptocarpa*, *Bryoerythrophyllum recurvirostrum* und *Campylium calcaireum*. An den wenigen, etwas lichtoffeneren und oft dünn mit Erde bedeckten Felsen (nördlich Probekreis 7 und südlich Probekreis 10) hat *Lophocolea minor* seinen Schwerpunkt und vereinzelt treten auch *Didymodon rigidulus*, *Tortula crinita*, *T. ruralis* sowie *Thuidium abietinum* auf. Als typisches Moos kleiner regengeschützter Felsnischen in schattiger luftfeuchter Lage kommt sehr vereinzelt *Rhyncho-*

stegiella tenella vor. Auf meist kleineren Steinen in der Umgebung von Felsen wurde *Fissidens gracilifolius* gefunden und auf lehmbedecktem Gestein im Bereich einer Stollenöffnung konnte einmal *Eurhynchium pumilum* nachgewiesen werden.

4. Gebietsvergleich

Im Vergleich mit den vier anderen bisher mooskundlich untersuchten Wald-Totalreservaten weist das Naturwaldreservat „Haard“ eine verhältnismäßig hohe Gesamtartenzahl auf und wird nur vom Naturwaldreservat „Laangmuer“ übertroffen (Tabelle 10). Die Artenzahl von 125 Moosen liegt noch über dem von WERNER (2011) für die IFBL-Raster (4 x 4 km) ermittelten Mittelwert von 114 Arten. Unter den im Naturwaldreservat „Haard“ in über 90 % aller Probekreise gefundenen Moosen gehören fünf (außer *Radula complanata*) mit zu den häufigsten Arten in Luxemburg (WERNER 2011). Allerdings kommen nur die substratvagen Arten *Brachythecium rutabulum* und *Hypnum cupressiforme* in allen Gebieten häufig vor. Ein Vergleich der fünf Gebiete ist allerdings nur unter Vorbehalt

möglich, da die Aufnahmen in den Reservaten „Laangmuer“ und „Enneschte Bësch“ an den Gitternetzpunkten auf lediglich 400 m² großen Probeflächen erfolgten und die Moose dabei nicht nach Kleinstandorten getrennt worden sind.

Das Naturwaldreservat „Haard“ ist durch das Auftreten mehrerer epiphytischer Moose gekennzeichnet, die in den anderen Gebieten oft weitaus seltener vorkommen. Wichtige Faktoren, welche die Zusammensetzung und Diversität der Epiphytenflora allgemein beeinflussen, sind die klimatischen Verhältnisse und die Beleuchtungsstärke am Standort sowie Stoffeinträge aus der Atmosphäre. Weiterhin sind Art und Alter der Trägergehölze sowie der pH-Wert der Borke (Pufferung von Säureinträgen) von Bedeutung. Nach SAUER (2000) reagieren in kalkarmen Gebieten viele Epiphyten empfindlicher gegen Luftverschmutzung als in kalkreicheren. Das Naturwaldreservat „Haard“ ist in standörtlicher Hinsicht gegenüber den anderen Naturwäldern insbesondere durch hohe Niederschlagsmengen und zahlreiche Regentage positiv charakterisiert. Aufgrund des geologischen Ausgangssubstrats dürften die Borken der Bäume im Gebiet kaum zur Versauerung neigen. So verwundert es nicht, dass es sich bei den gebietstypischen Arten vorwiegend um Subneutrophyten bis Schwachbasenzeiger handelt, unter denen sich mehrere Arten finden, die (nach DÜLL 2001) luftfeuchte bis dauerfeuchte Standorte bevorzugen (*Neckera pumila*, *Radula complanata*, *Orthotrichum striatum*, *Pylaisia polyantha*). Die niedrigeren Artenzahlen der Epiphyten im „Laangmuer“ begründen sich dagegen durch die weitaus ungünstigere Basenversorgung der Standorte. Dort sind beispielsweise die in der „Haard“ häufigen Schwachbasenzeiger *Pylaisia polyantha* und *Radula complanata* selten.

Zumindest für die Artenzahl der in den Stichprobenflächen nachgewiesenen epiphytischen Moose deutet sich auch ein Zusammenhang mit der Baumartenvielfalt an, sofern die buchendominierten Naturwaldreservate separat betrachtet werden (Abbildung 13). Diese Korrelation wurde auch beim Vergleich der Probekreise in Kapitel 3.2.2 deutlich. Die Wasserkapazität und die Textur der Borke haben einen entscheidenden Einfluss auf das Vorkommen epiphytischer Moose (FRAHM 1998). Mit Zunahme der Baumarten in einem Bestand steigt daher die Substratdiversität an und mit dieser in der Regel auch die Diversität der Moose. Die ver-

hältnismäßig niedrigen Artenzahlen im „Enneschte Bësch“ begründen sich wahrscheinlich durch den hohen Eichenanteil der Wälder in diesem Gebiet, denn an Eichen (Monitoringbäume) wurden im Vergleich zu anderen Baumarten niedrigere Artenzahlen nachgewiesen (Kapitel 3.3; WECKESSER 2012 und 2013). Bei den Vergleichen der Diversität und Artenzusammensetzung der epiphytischen Moose muss jedoch immer berücksichtigt werden, dass in allen drei Naturwaldreservaten ausschließlich die Moose der unteren Stammbereiche erfasst worden sind. Die Artenlisten der Windwurfkronen (Kapitel 3.4) und die Studien von FRITZ (2009) weisen darauf hin, dass durch die alleinige Untersuchung der unteren Stammabschnitte die Artenzahlen und Populationsgrößen bestimmter Moose wohl nur unzureichend eingeschätzt werden.

Bei den epigäischen Moosen grenzt sich das Naturwaldreservat „Haard“ sehr deutlich durch das Auftreten von Kalk- bzw. Basenzeigern ab, die in den anderen Naturwäldern entweder fehlen oder selten sind (Tabelle 10). Dies gilt insbesondere für *Homalothecium lutescens*, das in der „Haard“ zu den häufigsten Arten gehört. Umgekehrt sind allgemein häufige Zeiger für (zumindest oberflächliche) Bodenversauerung wie beispielsweise *Dicranella heteromalla* oder *Polytrichum formosum* im Gebiet selten oder fehlen. Unter den meist epiphytisch oder auf Totholz auftretenden Arten gilt dies für *Dicranum montanum* und *Dicranum tauricum*, die im Naturwaldreservat „Haard“ fast ausschließlich auf trockenen, stark morschen Eichenstümpfen gefunden wurden. Im Naturwaldreservat „Laangmuer“ über basenarmen Ausgangssubstrat gehören diese beiden Arten zu den häufigsten Moosen überhaupt. Insgesamt schlägt sich somit das überwiegend kalkreiche, auch oberflächennah wohl kaum zu stärkerer Versauerung neigende Ausgangssubstrat sehr deutlich in der Zusammensetzung der epigäischen Moosflora nieder.

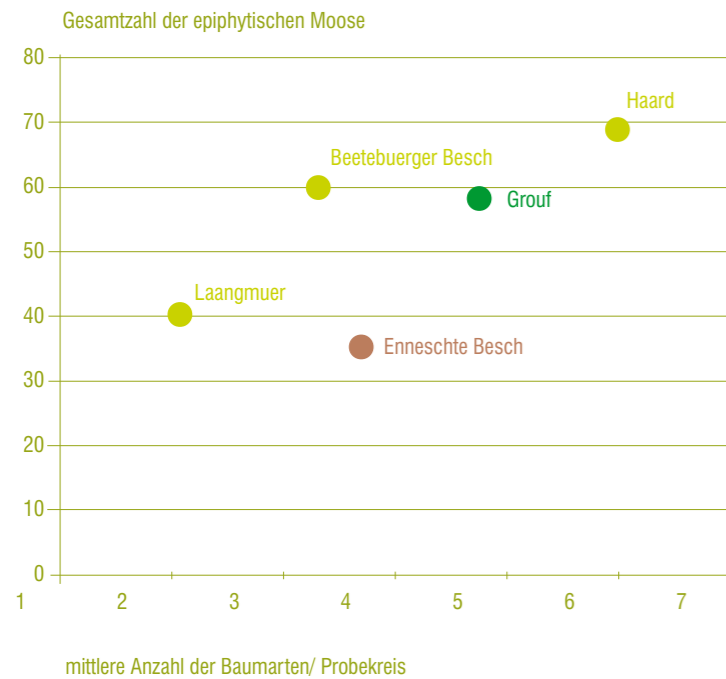
Zusammenfassend wird bei den Auswertungen zu den Probekreisen und beim Vergleich zwischen den Naturwaldreservaten deutlich, dass die Zusammensetzung und Diversität der Moosflora im Naturwaldreservat „Haard“ noch stark von anthropogenen Einflüssen geprägt wird. Unter natürlichen Bedingungen wäre mit einer weitaus geringeren Baumartenvielfalt pro Aufnahme- fläche zu rechnen, da die Buche allgemein dominieren würde (WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2011). Auch die zahlreichen auf bergbauliche Tätigkeit

zurückgehenden Strukturen würden fehlen, aufgrund derer das Auftreten vieler Bodenmoose begünstigt wird (Kapitel 3.2.2). Außerdem werden einige epiphytische Moosvorkommen aktuell wahrscheinlich durch Staub- und Stickstoffeinträge gefördert (Kapitel 3.5.3). Aus naturschutzfachlicher Sicht wertgebende Arten wie *Pterigynandrum filiforme* und *Orthotrichum patens* unter den Epiphyten sind im Naturwaldreservat „Haard“ bisher selten (Kapitel 3.5.1). Ob die häufige *Neckera pumila* sich als Weiserart für hohe Naturnähe eignet, ist zu bezweifeln (Kapitel 3.5.4). Die Seltenheit an echten

„Qualitätszeigern“ liegt sicher daran, dass sich die bezüglich der Baumartenzusammensetzung naturnahen Buchenbestände im Gebiet noch in der Optimalphase befinden und für Moose bedeutende Strukturelemente wie Alt- und Totholz bisher fehlen oder unterrepräsentiert sind. Somit zeigt sich einmal mehr, dass eine hohe Artenvielfalt an Moosen in Wäldern allgemein nicht zwangsläufig mit einer hohen Naturnähe oder naturschutzfachlichen „Qualität“ der Bestände gleichgesetzt werden kann (vgl. GRANKE et al. 2004).

Abbildung 13

Charakterisierung luxemburgischer Naturwaldreservate anhand der Artenzahlen der epiphytischen Moose in Beziehung zur mittleren Anzahl der Baumarten in den Probekreisen. Die Angaben zur Baumartenverteilung beziehen sich auf das jeweilige Gesamtgebiet. Bei den Artenzahlen handelt es sich um die Werte für alle Aufnahmeflächen an den Gitternetzpunkten (Quellen vgl. Angaben bei Tabelle 12). Für die Gebiete „Laangmuer“ und „Enneschte Bësch“ wurden die Artenzahlen der Moose nach den Angaben von HANS (2009 und 2011) geschätzt.



- Baumartenverteilung
- Buche > Eiche
 - Buche = Eiche
 - Eiche > Buche

Foto 6

Orthotrichum stramineum, ein typisches epiphytisches Waldmoos, ist im Gebiet häufiger als in anderen luxemburgischen Naturwaldreservaten.



Foto: 24.04.2013, M. WECKESSER

Tabelle 10 Vergleich des Naturwaldreservats „Haard“ mit den anderen bisher mooskundlich untersuchten Naturwaldreservaten in Luxemburg: HA = Haard, BB = Beetebuenger Bësch, GR = Grouf, LA = Laangmuer, EB = Enneschte Bësch. Daten zu den Moosen nach HANS (2009 und 2011) und WECKESSER (2012 und 2013), Bestandes-, Klima- und Standortdaten nach TOBES et al. (2008), TOBES & BROCKAMP (2008) und WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP (2009 und 2011). Die Zahlen geben die prozentuale Häufigkeit der Arten bezogen auf die Gesamtzahl der Aufnahmeflächen (Probekreise/ Raster) an. v = Art kommt im Gebiet vor, fehlt aber in den Flächen an den Stichprobepunkten. NWR = Naturwaldreservat. Bu = Buche, Ei = Eiche.

	HA	BB	GR	EB	LA
Anzahl Probekreise oder Raster (EB, LA)	65	78	58	216	248
dominierende Baumart	Bu	Bu	Ei/Bu	Ei	Bu
mittlerer Jahresniederschlag (gerundet)	950	800	800	800	900
mittlere Jahrestemperatur	8,3	9,1	9,8	9,1	9,4
geologisches Ausgangssubstrat	kalkreich	basisch/ wechselnde Kalkanteile			basenarm
Artenzahl Moose Gesamtgebiet	125	116	122	106	132
Artenzahl Moose in den Stichprobeflächen	101	88	96	63	81
die häufigsten Moose im NWR "Haard"					
<i>Orthotrichum affine</i>	100	94	88	34	17
<i>Brachythecium rutabulum</i>	97	100	95	73	49
<i>Hypnum cupressiforme</i>	97	100	98	94	93
<i>Metzgeria furcata</i>	95	100	100	67	25
<i>Radula complanata</i>	95	69	69	13	8
<i>Frullania dilatata</i>	92	83	79	23	4
für das NWR „Haard“ typische Epiphyten					
<i>Pylaisia polyantha</i>	75	46	24	5	2
<i>Neckera pumila</i>	49	33	7	3	-
<i>Orthotrichum stramineum</i>	35	4	5	-	1
<i>Orthotrichum striatum</i>	28	-	3	1	-
<i>Leskea polycarpa</i>	20	3	7	v	1
<i>Cryphaea heteromalla</i>	14	-	12	<1	1
<i>Pterigynandrum filiforme</i>	3	v	-	-	-
basenzeigende Bodenmoose					
<i>Homalothecium lutescens</i>	85	4	5	v	v
<i>Eurhynchium schleicheri</i>	26	-	10	-	v
<i>Mnium stellare</i>	23	-	-	-	v
<i>Campylium calcareum</i>	8	-	v	-	v
Säurezeiger					
<i>Dicranum montanum</i>	2	18	14	5	46
<i>Dicranum tauricum</i>	v	28	9	7	46
<i>Dicranum scoparium</i>	22	50	38	10	47
<i>Polytrichum formosum</i>	9	36	19	1	48
<i>Dicranella heteromalla</i>	-	14	29	<1	31

5. Ausblick

Die Ergebnisse der mooskundlichen Grundlagenerhebungen beschreiben den Zustand im Naturwaldreservat „Haard“ rund neun Jahre nach dessen Ausweisung als Totalreservat. Das Gebiet wird bereits gegenwärtig durch naturnahe, von der Buche dominierte Bestände in der Optimalphase geprägt. Einige Bereiche weisen dagegen noch eine naturferne Gehölzbestockung mit kleinflächigen Nadelbaumbeständen und Laubholzanpflanzungen auf. Außerdem zeichnet sich das Naturwaldreservat insgesamt durch niedrige Tot- und Altholzanteile aus (WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2011). Durch äußere Einflüsse verursachte Störungen im Bestandaufbau spielen bisher keine Rolle, da selbst kleinere Windwurflecken selten sind.

Die langfristige Entwicklung der Wälder im Gebiet wird zum einen sicher zu einer Veränderung der Anteile und der Diversität der Gehölzarten führen. Dies betrifft vor allem die Tatsache, dass die Buchenanteile langfristig weiter zunehmen werden. Zum anderen ist davon auszugehen, dass mit dem Eintritt in die Plenterphase die Totholzanteile kontinuierlich ansteigen (WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2011). Zu weit stärkeren standörtlichen Veränderungen für die Moose dürften v.a. Windwurfereignisse führen, selbst wenn sie räumlich nur begrenzt auftreten. All diese Entwicklungen werden auch Veränderungen der Moosflora und -vegetation nach sich ziehen. In dieser Hinsicht wird es sehr interessant sein, die weitere Entwicklung im Gebiet weiter zu verfolgen.

6. Zusammenfassung

Im 156 ha umfassenden Naturwaldreservat „Haard“ wurden im Jahr 2013 erstmalig mooskundliche Erhebungen durchgeführt. Die methodische Grundlage dieser Untersuchungen bilden 65 dauerhaft markierte Stichprobepunkte, die in einem Gitternetz mit einem Rasterabstand von 100 x 100 m angeordnet sind. Die systematische Erfassung der Moose erfolgte auf Probekreisen (1000 m²), in denen die Moose nach Substraten bzw. Kleinstandorten getrennt erfasst wurden (epiphytische Standorte, Totholz, Boden, Gestein). Als Basis für ein Monitoring der Moosgemeinschaften wurden außerdem die Epiphyten an repräsentativen Einzelbäumen aufgenommen und der

Moosbewuchs an mehreren vom Wind umgeworfene Buchenkronen untersucht. Die ökologische Charakterisierung der Moosflora erfolgte anhand von Zeigerwertspektren, Immissions-Empfindlichkeitswerten und durch die Zuordnung zu Hemerobiestufen. Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Artenzahlen:** Im Gebiet wurden insgesamt 125 Moose (112 Laub- und 13 Lebermoose) gefunden. In den Probekreisen kommen 101 Arten vor. Im Mittel sind rund 24 Arten je Probekreis vorhanden. Die höchsten Artenzahlen wurden in Probekreisen mit hoher kleinstandörtlicher Heterogenität (Stolleneinbrüche, Felsen) und hoher Baumartenzahl festgestellt. Vergleichsweise niedrige Artenzahlen sind dagegen charakteristisch für homogene Bereiche in buchenreichen Beständen und strukturarme Nadelholzforste.
- **Zeigerwertspektren:** In der Moosflora des Gebiets dominieren Halbschattenpflanzen. Bei den Temperaturzahlen sind Mäßigwärmezeiger im weiteren Sinne am häufigsten. Die Feuchte-Zeigerwerte deuten an, dass im Gebiet viele Epiphyten auftreten, die luft- und nebelfeuchte Lagen bevorzugen. Die Reaktions-Zeigerwertspektren zeichnen sich durch hohe Anteile an Mäßigsäure- bis Schwachbasenzeigern aus. Im Hinblick auf die Stickstoff-Zeigerwerte der Epiphyten fällt auf, dass im Gebiet Eutrophierungszeiger regelmäßig vertreten sind.
- **Hemerobiestufen:** Die Moosflora des Naturwaldreservats „Haard“ besteht überwiegend aus Arten, deren ökologische Amplitude von ahemeroben bis mesohemeroben Standorten reicht. Moose, die allgemein auf ahemerobe bis oligohemerobe Standorte beschränkt bleiben und somit als Zeiger naturnaher Waldökosysteme gewertet werden können, sind nur sehr untergeordnet vorhanden.
- **Immissionsempfindlichkeit:** Die Epiphytenflora in den Probekreisen wird bei weitem von Arten dominiert, die eine mäßige Empfindlichkeit gegenüber Immissionen aufweisen. Moose, die eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Stoffeinträgen aufweisen, erreichen nur geringe Anteile.
- **Monitoringbäume:** An den Monitoringbäumen wurden 39 Moose gefunden. Die höchsten Artenzahlen wurden an Eschen und an durchmesserstarken Altbuchen ermittelt.
- **Moose der Buchenkronen:** An den untersuchten Baumkronen wurden teilweise hohe Artenzahlen gefunden (bis 22 Moose).

- **Rote-Liste-Arten:** Im Gebiet kommen Pterigynandrum filiforme und Orthotrichum patens vor („vulnerable“). Als Art der Vorwarnliste („near threatened“) ist *Orthotrichum pallens* vorhanden.

Auf Basis eines Vergleichs mit den vier anderen bisher bryologisch untersuchten luxemburgischen Naturwaldreservaten werden die hohen Artenzahlen der Epiphyten, darunter mehrere Luftfeuchte- und Schwachbasenzeiger, sowie die hohe Stetigkeit basen- bzw. kalkzeigender Bodenmoose als die besonderen Merkmale des Gebiets dargestellt. Weiterhin werden Diversität und Zusammensetzung insbesondere der Moosflora im Zusammenhang mit Standorts- und Bestandesmerkmalen diskutiert.

7. Literatur

- BARKMAN, J.J. (1958):** Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Assen. 628 S.
- BLUME, H.-P. & SUKOPP, H. (1976):** Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. Schriftenreihe für Vegetationskunde 10: 75-89.
- CASPARI, S., MUES, R., SAUER, E., HANS, F., HESELER, U., HOLZ, I., LAUER, H., SCHNEIDER, C., SCHNEIDER, T., WOLFF, P. (2000):** Liste der Moose des Saarlandes und angrenzender Gebiete mit Bemerkungen zu kritischen Taxa, 2. Fassung. Abhandlungen der Delattinia 26: 189-266, Saarbrücken.
- DIERSSEN, K. (2001):** Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterization of European bryophytes. Bryophytorum Bibliotheca, Band 56. Verlag J. Cramer, Berlin, Stuttgart. 289 S.
- DÜLL, R. (2001):** Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. – In: ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Auflage. Scripta Geobotanica 18, Göttingen: 175-220.
- FICHTNER, A. & LÜDERITZ, M. (2013):** Signalarten – ein praxisnaher Beitrag zur Erfassung der Naturnähe und Biodiversität von Wäldern. Natur und Landschaft 88, Heft 9/10 : 392-399.
- FRAHM, J.-P. (1998):** Moose als Bioindikatoren. Biologische Arbeitsbücher 57. Quelle & Meyer, Wiesbaden. 187 S.
- GRANKE, O., SCHMIEDINGER, A., WALENTOWSKI, H. (2004):** Konzept und Schlüsselkriterien für die Bewertung der Biodiversität von Wald-Lebensräumen in Deutschland. Waldoekologie online, Heft 1 : 25-28.
- FRAHM, J.-P., STAPPER, N.J., FRANZEN-REUTER, I. (2007):** Epiphytische Moose als Umweltgütezeiger. Ein illustrierter Bestimmungsschlüssel. KRdL (Kommission Reinhaltung der Luft) Schriftenreihe 40, 1. Auflage, Düsseldorf.

FRITZ, Ö. (2009): Vertical distribution of epiphytic bryophytes and lichens emphasizes the importance of old beeches in conservation. Biodiversity and Conservation 18 : 289-234.

HANS, F. (2004): Neue und seltene Arten aus der Familie der Orthotrichaceae (Musc) für Luxemburg – Mögliche Indikatoren für einen Klimawechsel? Bull. Soc. Nat. luxemb. 105: 15-25.

HANS, F. (2009): Die Moose (Bryophyta) des Naturwaldreservats „Laangmuer“. In Murat, D. (Schriftl.): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 5:160-192.

HANS, F. (2011): Die Moose (Bryophyta) des Naturwaldreservats „Enneschte Bësch“ (2007). In Murat, D. (Schriftl.): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 8: 224-233.

MEINUNGER, L. & SCHRÖDER, W. (2007): Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. 3 Bände. Herausgegeben von O. Dürhammer für die Regensburgische Botanische Gesellschaft 1790 e.V.; Verlag der Gesellschaft, Regensburg.

MÜLLER, F. (1993): Moose und Flechten in zwei Naturwaldreservaten (Totalreservaten) im östlichen Deutschland. Herzogia 9: 543-572.

NEBEL, M. & PHILIPPI, G. (HRSG.) (2000): Die Moose Baden-Württembergs, Band 1. 512 S.; Ulmer, Stuttgart.

SAUER, M. (2000): Moose als Bioindikatoren. In: Nebel, M. & Philippi, G. (Hrsg.) (2000): Die Moose Baden-Württembergs, Band 1. – 512 S.; Ulmer, Stuttgart.

SCHUMACHER, A. (2000): Die Ökologie der Moose in mitteleuropäischen Buchenwäldern unter dem Einfluss der Forstwirtschaft. Dissertationes Botanicae 331. 176 S.

TOBES, A. & BROCKAMP, U. (2008): Naturwaldbericht 2008. Resultate der Waldstrukturaufnahme „Beetebuerg Bësch“. Forstverwaltung Luxemburg: 75 S.

TOBES, A., WEVELL VON KRUEGER, A., BROCKAMP, U. (2008): Naturwaldbericht 2008. Resultate der Waldstrukturaufnahme „Laangmuer“. Forstverwaltung Luxemburg: 63 S.

VELLAK, K. & INGERPUU, N. (2005): Management effects on bryophytes in Estonian forests. Biodiversity and Conservation 14 : 3255-3263.

WECKESSER, M. (2012): Die Moose (Bryophyta) des Naturwaldreservats „Beetebuerg Bësch“. In Murat, D. (Schriftl.): Naturwaldreservate in Luxemburg, Band 09: 242-281.

WECKESSER, M. (2013): Die Moose (Bryophyta) des Naturwaldreservats „Grouf“. In Murat, D. (Schriftl.): Naturwaldreservate in Luxemburg, Band 10: 204-243.

WERNER, J. (2011): Les bryophytes du Luxembourg – Liste annotée et atlas. The bryophytes of Luxembourg – Annotated list and atlas. Ferrantia 65, Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg, 144 p.

WERNER, J. (2013): Check-list et liste rouge des bryophytes du Luxembourg. Mise à jour au 31.12.2012. Online: <http://old.mnhn.lu/colsci/weje/pdf/HP%20JW%20CHECK%20LIS%20ROU%202013.pdf>. Zugriff am 25.10.2013.

WEVELL VON KRÜGER, A. & BROCKAMP, U. (2009): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 4 : Waldstrukturaufnahme „Grouf“ 2008. Naturverwaltung Luxemburg : 75 S.

WEVELL VON KRÜGER, A. & BROCKAMP, U. (2011): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 7 : Waldstrukturaufnahme „Haard“ 2009. Naturverwaltung Luxemburg : 73 S.

8. Kommentiertes Artenverzeichnis

Laubmoose (Musci)

Amblystegium confervoides (Brid.) Schimp.
Selten auf kleinen kalkhaltigen Steinblöcken im Bereich von Stolleneinbrüchen und im Umkreis von Felsen. Meist in jüngeren Waldbeständen.

Amblystegium serpens (Hedw.) Schimp.
Verbreitet an Stammbasen und auf morschem Holz. Von hier auch auf Waldboden übergehend. Außerdem zerstreut auf Gestein und offener Erde (Wurzelteller). Regelmäßig mit Sporogonen.

Anomodon attenuatus (Hedw.) Huebener
Wenige Nachweise an Stammbasen von Laubbäumen.

Anomodon viticulosus (Hedw.) Hook & Taylor
Sehr vereinzelt an Stammbasen meist älterer Eichen und Buchen sowie selten auch auf Feld-Ahorn und Esche nachgewiesen. Darüber hinaus vereinzelt auf alten Mauerresten und Steinhaufen wachsend.

Atrichum undulatum (Hedw.) P. Beauv.
Zerstreut auf offenem Boden an Wurzeltellern, Stollen-Einbrüchen und Böschungen aufgegebener Wege.

Barbula convoluta Hedw.
Wenige Nachweise auf leicht gestörten, mit Erde bedeckten Felsen und auf offenem Lehmboden an Bestandesrändern.

Barbula unguiculata Hedw.
Einzelnachweis auf einem mit Erde bedeckten Stein an einem Wurzelteller bei Stichprobe-punkt 56.

Brachythecium glareosum (Spruce) Schimp.
Im östlichen Bereich des Laangebierts auf offener, kalkreicher Erde (z.B. an der Oberkante der Abbruchfläche eines alten Steinbruchs).

Brachythecium populeum (Hedw.) Schimp.
Zerstret an Gestein und an den Stammbasen älterer Bäume (v.a. Buche). Meistens mit Sporogonen.

Brachythecium rutabulum (Hedw.) Schimp.
Verbreitet und häufig auf Totholz und an Stammbasen. Außerdem auf nährstoffreichem Boden auf Lichtungen und in Nadelholzbeständen. Häufig mit Sporogonen.

Brachythecium salebrosum (F. Weber & D. Mohr) Schimp.
Zerstret an den Stammbasen meist älterer Bäume und auf Totholz. Vereinzelt mit Sporogonen.

Brachythecium velutinum (Hedw.) Schimp.
Zerstret aber regelmäßig an den Stammbasen älterer Bäume. Außerdem auf offenem Lehmboden und auf kleinen Steinen. Häufig mit Sporogonen.

Bryoerythrophyllum recurvirostrum (Hedw.) P.C. Chen
Zerstret aber regelmäßig an nicht allzu schattig gelegenen Felsen und auf offenem Boden beiderseits des Taleinschnitts im Bereich Frankelaach und am Ostabhang des Laangebierts.

Bryum capillare Hedw.
Zerstret aber regelmäßig als Epiphyt an meist älteren Laubbäumen (bis in die Kronenbereiche) nachgewiesen. Ferner zerstreut auf Gestein und offener Erde vorkommend.

Bryum flaccidum Brid.
Verbreiteter Epiphyt an meist älteren Laubbäumen (v.a. Buche und Berg-Ahorn) und dort bis in die Baumkronen vorkommend. Selten auch auf schattigen Felsen nachgewiesen.

Bryum rubens Mitt.
Wenige Funde auf offener Erde zwischen anderen Moosen an felsigen Stellen im Osten des Gebiets.

Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske
Vereinzelt an Waldwegen auftretend (Ränder und Mittelstreifen). Im geschlossenen Wald ausschließlich um künstliche Tümpel und an lichten Stellen in Quellbereichen nachgewiesen.

Campylium calcareum Crundw. & Nyholm
Regelmäßig an beschatteten Felsen im Taleinschnitt im Bereich Frankelaach und am Ostabhang des Laangebierts. Im restlichen Gebiet zerstreut

an kleinen Steinblöcken. Selten auch als Epiphyt zwischen anderen Moosen an den Stammbasen alter Bäume.

Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.
Selten als Epiphyt im Bereich des Stammablaufs alter Buchen an Waldrändern oder am Rand kleiner Lichtungen. Außerdem selten auf Totholz und an heruntergefallenen Kronenästen. Auf Boden ausschließlich am Fuß alter Buchen (Regenwasserablauf).

Cirriphyllum crassinervium (Wilson) Loeske & M. Fleisch.
Selten auf Gestein an schattigen Stellen im Taleinschnitt nördlich des Laangebierts und im Südwesten des Gebiets.

Cirriphyllum piliferum (Hedw.) Grout
Sehr zerstreut auf offenem Boden an nährstoffreichen Stellen; insbesondere auf kleinen Lichtungen mit viel Brennesselbewuchs, über stark zerstückten Totholzansammlungen und in Nadelholzbeständen.

Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce
Selten auf befestigten Waldwegen, sofern diese etwas lichtoffen sind und nicht zu stark von Fallaub bedeckt werden.

Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.
Wenige Nachweise auf Steinen und dann stets nur kleine Vorkommen.

Cryphaea heteromalla (Hedw.) D.Mohr
Zerstret auf Sommer-Linde, Feld-Ahorn, Berg-Ahorn, Hain-Buche, Esche, Schwarzem Holunder und Hybrid-Pappel. Der Vorkommensschwerpunkt der Art scheint in jüngeren Beständen zu liegen. Darüber hinaus auch an alten Buchen und an Feld-Ahorn in geschlossenen Beständen im Bereich des Laangebierts vorkommend (vgl. Kapitel 3.5.4). Dort u.a. vergesellschaftet mit *Frullania dilatata*, *Radula complanata*, *Orthotrichum affine* und *O. lyellii*. Außerdem Nachweise auf Kronenästen älterer Buchen und Hainbuchen.

Dicranella schreberiana (Hedw.) Hiif. ex H.A. Crum & L.E. Anderson
Einzelnachweise auf offener Erde am Wurzelteller einer vom Wind geworfenen Buche bei Probe-kreis 56.

Dicranoweisia cirrata (Hedw.) Lindb. ex Milde
Im Gebiet sehr zerstreut an den Stämmen von Buche, Fichte, Lärche, Vogelkirsche und Birke. Selten auch an Eichen. Größere Vorkommen sind an den licht- und regenexponierten Stämmen alter Buchen an Lichtungsrändern zu finden.

Dicranum montanum Hedw.
Selten an Eichen-Totholz (alte, trockene Stümpfe).

Dicranum scoparium Hedw.
Zerstret auf Borke in den unteren Stammbe-reichen alter Buchen und Eichen. Außerdem an Lärche, Vogelkirsche und selten auch auf Totholz nachgewiesen. Sporogone fehlend.

Dicranum tauricum Sapjegin
Fast ausschließlich auf entrindeten, trockenen Eichenstümpfen in geschlossenen Wäldern. Außerdem selten als Epiphyt an Birke.

Didymodon fallax (Hedw.) R. H. Zander
Einzelfund auf offenem Boden in geschlossenem Waldbestand.

Didymodon luridus Hornsch. Ex Spreng.
Zwei Nachweise auf halbschattigen, leicht mit Erde bedeckten Felsen am Ostabhang des Laangebierts und am Hang südlich Punkt 10. Jeweils sehr kleine Vorkommen zwischen anderen Moosen.

Didymodon rigidulus Hedw.
Wenige Nachweise auf meist mit Erde bedeckten Felsen und Steinen am Ostabhang des Laangebierts und an den Hängen im Bereich Frankelaach.

Encalypta streptocarpa Hedw.
Regelmäßig an nicht allzu schattig gelegenen Felsen im Taleinschnitt nördlich des Laangebierts.

Eurhynchium hians (Hedw.) Sande Lac.
Sehr zerstreut bis selten auf Waldboden und auf Totholz. Außerdem vereinzelt auch auf und an den befestigten Wegen wachsend.

Eurhynchium praelongum (Hedw.) Schimp.
Zerstret aber regelmäßig auf stärker zersetztem Totholz, offener Erde (Stolleneinbrüche, Dachsbau), Waldboden (meist unter Fichte) und an Stammbasen meist älterer Laub- und Nadelbäume.

Eurhynchium pumilum (Wilson) Schimp.
Einzelner Nachweis auf offenem, schattigem Lehmboden im Bereich der Öffnungen einer kleinen Stollenspalte bei Punkt 10.

Eurhynchium schleicheri (R. Hedw.) Jur.
Zerstreut aber regelmäßig auf offenem Lehmboden entlang aufgegebener Wege und an alten Terrassenböschungen insbesondere im nördlichen Gebietsteil; außerdem an alten Wurzeltellern.

Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp.
Regelmäßig auf offenem Waldboden an nährstoffreichen Stellen. Insbesondere in den Nadelholzbeständen größere Decken bildend. Zerstreut auch auf Totholz.

Fissidens bryoides Hedw.
Zerstreut auf offenem, frischem Lehmboden (Wurzelteller, Böschungen alter Wege). Sporogone sind regelmäßig vorhanden.

Fissidens exilis Hedw.
Einzelnachweis auf offener lehmiger Erde über einer Steinansammlung im südlichen Gebietsteil.

Fissidens gracilifolius Brugg.-Nann. & Nyholm.
Sehr zerstreut auf kleinen Kalksteinen an luftfeuchten, schattigen Stellen (z.B. in kleinen Stolleneinbrüchen).

Fissidens taxifolius Hedw.
Häufigste Art der Gattung im Gebiet: auf offenem nährstoffreichem Lehmboden in meist halbschattiger bis schattiger Lage (Wurzelteller, Stolleneinbrüche, Wegböschungen, mit Erde bedeckte Felsen).

Fissidens viridulus (SW.) Wahlenb.
Zerstreut bis selten auf offenem Erdboden an meist lichter Stellen an Fels-Abhängen, im Bereich von Stollen-Einbrüchen und auf kleinen, dünn mit Erde bedeckten kalkhaltigen Steinchen im Wald.

Funaria hygrometrica Hedw.
Zweimal an ehemaligen Feuerstellen in einer Schneise im nördlichen Gebietsteil.

Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.
Insbesondere im südlichen Gebietsteil zerstreut als Epiphyt an Altbuchen und hier bis in die Baumkronen zu finden. Außerdem an Feld-Ahorn und Berg-Ahorn nachgewiesen.

Herzogiella seligeri (Brid.) Z. Iwats.
Sehr zerstreut auf Totholz. Häufig mit Sporogonen.

Homalia trichomanoides (Hedw.) Schimp.
Häufig an den Stammbasen älterer Bäume. Darüber hinaus auch regelmäßig auf schattigem Lehmboden und Steinen.

Homalothecium lutescens (Hedw.) H. Rob.
Regelmäßig in größeren Beständen über nur locker von Bäumen überschirmtem Gestein und auf Mauerresten. Außerdem auch immer wieder an Stammbasen meist älterer Laubbäume mit rauher Borke und zerstreut auch auf stark zersetztem Totholz.

Homalothecium sericeum (Hedw.) Schimp.
Verbreiteter Epiphyt an Laubbäumen mit Schwerpunkt an Arten mit rauer Borke (Eiche, Esche). An Buche, Berg-Ahorn, Hainbuche und Holunder etwas seltener auftretend. Darüber hinaus auch zerstreut an Felsen.

Hylocomium splendens (Hedw.) Schimp.
Selten auf Gestein und Erde an Wald-Außenrändern.

Hypnum andoi A. J. E. Sm.
Eine Bestimmung dieses Moores ist nur möglich, wenn reife Sporangien mit Deckeln vorhanden sind. Die Art konnte nur einmal in Probekreis 15 sicher an einer alten Hainbuche nachgewiesen werden, kommt aber mit großer Wahrscheinlichkeit noch an anderen Stellen vor.

Hypnum cupressiforme Hedw.
Eines der häufigsten Moose im Gebiet. Auf epiphytischen Standorten und auf Totholz gleichermaßen verbreitet und auch noch in den Kronenbereichen der Bäume vorkommend. Eine der wenigen Arten, die regelmäßig in größerer Menge auch die Stämme und Kronenbereiche lebender Nadelbäume besiedelt (Fichte, Lärche). Sporogone werden v.a. von Pflanzen, die auf liegendem Totholz wachsen, zahlreich gebildet. Polster auf lebenden Bäumen scheinen seltener zu fruchten.

Isothecium alopecuroides (Dubois) Isov.
Im Gebiet häufig und meist an den Stammbasen von Laubbäumen vorkommend (insbesondere an alten Buchen und Eichen). Sporogone waren nur selten zu beobachten.

Isothecium myosuroides Brid.
Zerstreut bis selten an den Stammbasen älterer Buchen und Eichen. Vereinzelt auch an Esche nachgewiesen.

Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwägr.
Vor allem an den Stämmen alter Eichen mit deutlicher Häufung am südexponierten Hang bei Punkt 10. Ferner auch vereinzelt an Feld-Ahorn, Esche und Buche (alte Bäume) gefunden. Kleine Pflänzchen kamen vereinzelt auch an abgebrochenen Kronenästen vor.

Leskea polycarpa Hedw.
Im südwestlichen Gebietsteil (Uedemsbäsch) und auf dem östlichen Plateau des Laangebierts zerstreut aber regelmäßig an Stämmen von Buche, Esche, Berg-Ahorn, Feld-Ahorn und Schwarzem Holunder. Dort insbesondere in moosreichen Streifen im Ablaufbereich des Regenwassers und an schräg stehenden Bäumen. Auch im Kronenbereich alter Buchen und Hainbuchen auftretend (vgl. Kapitel 3.5.2). Die Art ist u.a. vergesellschaftet mit *Orthotrichum*-Arten, *Amblystegium serpens*, *Metzgeria furcata*, *Radula complanata*, *Schistidium crassipilum* und *Grimmia pulvinata*.

Mnium hornum Hedw.
Vor allem an den Stammbasen älterer Laubbäume. Seltener auf Waldboden und auf Totholz (v.a. auf Stümpfen).

Mnium stellare Hedw.
Insbesondere im östlichen Bereich des Laangebierts regelmäßig auf Waldboden (Böschungen an Wegen und alten Terrassenstufen), an den Stammbasen älterer Bäume und auf dünn mit Erde bedecktem Gestein.

Neckera complanata (Hedw.) Huebener
Selten an den Stammbasen älterer Bäume (meist Eichen), an schattigen Felsen und auf alten Mauern zu finden. Die Verbreitung dieser Art im Gebiet entspricht weitgehend derjenigen von *Leucodon sciuroides*.

Neckera crispa Hedw.
Einzelnachweis in Probekreis 17: Kleines Vorkommen an der Stammbasis einer jungen Eiche.

Neckera pumila Hedw.
Im Gebiet die häufigste Neckera-Art. Das Moos

kommt in den an Nord und Westhängen gelegenen Waldbeständen regelmäßig als Epiphyt an den Stämmen von Laubbäumen verschiedener Altersstadien vor (Nachweise an Buche, Eiche, Feld-Ahorn, Berg-Ahorn und Elsbeere). Vereinzelt wurde dieses Moos noch bis in die Kronenbereiche alter Buchen nachgewiesen (vgl. 3.4, 3.5.4).

Orthotrichum affine Schrad. Ex Brid.
Wahrscheinlich das häufigste Moos im Gebiet. Als Epiphyt an allen vorhandenen Laubgehölzen vorkommend. Besonders vitale Polster kommen auf lichtexponierten Kronenästen alter Bäume vor. Darüber hinaus zerstreut auch an Nadelbäumen nachgewiesen.

Orthotrichum diaphanum Hedw.
Sehr zerstreut bis selten an Berg-Ahorn, Buche (meist schräge Stämme), Esche, Hybridpappel und Schwarzem Holunder nachgewiesen. Die Vorkommen häufen sich im Südwesten des Gebiets.

Orthotrichum lyellii Hook. & Taylor
Häufiger Epiphyt an Laubbäumen und hier von den Stammbereichen bis in die Baumkronen auftretend. Das Moos scheint schwerpunktmäßig an Buche, Ahorn-Arten und Esche vorzukommen. An Eiche ist die Art seltener und wurde nur sehr vereinzelt auch an Vogel-Kirsche und Hain-Buche gefunden.

Orthotrichum obtusifolium Brid.
Sehr zerstreut bis selten an Laubholzstämmen.

Orthotrichum pallens Bruch. ex Brid.
Seltener Epiphyt an Berg-Ahorn, Berg-Ulme und Buche. Die Vorkommen dieses Moores liegen überwiegend im südwestlichen Gebietsteil (vgl. Kapitel 3.5.1).

Orthotrichum patens Bruch ex Brid.
Einzelnd an mittelaltem Berg-Ahorn mit reichem Epiphytenbewuchs in Probekreis 47.

Orthotrichum pulchellum Brunt.
Wenige Nachweise an Schwarzem Holunder und Feld-Ahorn im südlichen Gebietsteil.

Orthotrichum pumilum SW.
Zweimal an den Stammbasen von Altbuchen gefunden und einmal auch auf einem Kronenast nachgewiesen; stets nur kleine Vorkommen.

Orthotrichum speciosum Nees

Selten im südwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes mit Vorkommen an Schwarzem Holunder, Esche und Berg-Ahorn. Stets vitale Pflanzen mit vielen Sporogonen.

Orthotrichum stramineum Hornsch. ex Brid.

Dieses Moos kommt im Gebiet verbreitet an Berg-Ahorn, Feld-Ahorn, Trauben-Eiche und Buche vor und besiedelt sowohl die Stamm- als auch die Kronenbereiche. Vereinzelt wächst es auch an Schwarzem Holunder.

Orthotrichum striatum Hornsch. ex Brid.

Vor allem im südwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes regelmäßig an Laubbäumen in geschlossenen, überwiegend jüngeren Beständen: Nachweise an Vogel-Kirsche, Esche, Buche, Hybridpappel, Feld-Ahorn, Berg-Ahorn und Lärche (Kronenäste).

Orthotrichum tenellum Bruch ex Brid.

Das Moos wurde ausschließlich an alten Buchen nachgewiesen (drei Funde), bei denen es sich in zwei Fällen um Bäume in Randlage handelte (Lichtung, Waldrand).

Plagiomnium affine (Blandow) T.J. Kop.

Im Gebiet ausschließlich auf Waldboden in Nadelholzbeständen. Selten auch auf Totholz.

Plagiomnium cuspidatum (Hedw.) T.J. Kop.

Einmal auf Felsblock in einem Steinbruch am Ostabhang des Laangebierts.

Plagiomnium undulatum (Hedw.) T.J. Kop.

Auf nährstoffreichem Boden und feuchtem, stark zersetztem Totholz regelmäßig zu finden. Vereinzelt auch an den Stammbasen älterer Bäume (Buche, Eiche, Esche) emporwachsend.

Plagiomnium rostratum (anon.) T.J. Kop.

Sehr zerstreut auf den Mittelstreifen befestigter Waldwege.

Plagiothecium cavifolium (Brid.) Z. Iwats.

Selten auf offener Erde an den Böschungen alter aufgegebener Wege am Laangebiert.

Plagiothecium denticulatum (Hedw.) Schimp.

Sehr zerstreut an den Stammbasen alter Laubbäume (vorwiegend Eiche und Buche). Selten auch auf Waldboden.

Plagiothecium laetum Schimp.

Sehr zerstreut an den Stammbasen alter Buchen und Eichen sowie vereinzelt an Nadelbäumen (Douglasie, Lärche).

Plagiothecium nemorale (Mitt.) A. Jaeger

Häufigste Plagiothecium-Art im Gebiet: Regelmäßig an den Stammbasen alter Bäume (v.a. Eiche) und auf Totholz. Außerdem auch an schattigen Erdböschungen und über Gestein.

Platygyrium repens (Brid.) Schimp.

Zerstreut vorkommender Epiphyt an Laubbäumen (v.a. an Buche, Esche und Vogel-Kirsche; selten auch an Feld- und Berg-Ahorn).

Pohlia spec.

Aufgrund fehlender Sporogone nicht sicher einstuftbarer Fund auf oberflächlich versauerter Erde am Fuß eines Buchenstammes am Osthang des Laangebierts.

Pohlia wahlenbergii (F. Weber & D. Mohr) A. L. Andrews

Ausschließlich auf befestigten Waldwegen beobachtet (insbesondere auf dem Mittelstreifen).

Polytrichum formosum Hedw.

Selten auf Waldboden und auf stark zersetzten Baumstümpfen.

Pterigynandrum filiforme Hedw.

Zwei kleine Vorkommen zwischen anderen Moosen an den Stammbasen einer Buche und einer Esche am Laangebiert.

Pylaisia polyantha (Hedw.) Schimp.

Regelmäßig auftretender Epiphyt an Laubgehölzen (Berg-Ahorn, Buche, Esche, Berg-Ulme, Hybridpappel, Hainbuche, Schwarzer Holunder). Darüber hinaus auch an Lärchen-Kronenästen gefunden.

Auch an Buchen und Hainbuchen kommt dieses Moos noch bis in die Baumkronen vor. Die vitalsten Pflanzen wurden jedoch an lichtoffenen Stämmen an Wald- und Lichtungsrändern gefunden.

Rhynchostegiella tenella (Dicks.) Limpr.

Wenige Nachweise in kleinen Felsnischen im Taleinschnitt am nördlichen Fuß des Laangebierts und im Bereich um Punkt 11.

Rhynchostegium confertum (Dicks.) Schimp.

Sehr vereinzelt als Epiphyt an Holunder (ältere,

dicke Stämme) vorkommend. Darüber hinaus auch selten an den Stammbasen älterer Bäume (v.a. Buche) und an kleinen Steinchen. Häufig mit Sporogonen.

Rhynchostegium murale (Hedw.) Schimp.

Insbesondere im südlichen Gebietsteil regelmäßig auf kleinen Steinen in lichten Waldbeständen zu finden und meistens mit Sporogonen.

Rhizomnium punctatum (Hedw.) T.J. Kop.

Über das gesamte Gebiet zerstreut und vor allem an feuchtem, stärker zersetztem Totholz.

Rhytidiadelphus squarrosus (Hedw.) Warnst.

An einer Stelle unter Sträuchern am Waldrand östlich der Stolleneingänge im Bereich Frankelaach.

Rhytidiadelphus triquetrus (Hedw.) Warnst.

Sehr zerstreut in der Mooschicht der Nadelholzbestände und an Böschungskanten in Laubwäldern.

Schistidium crassipilum H.H. Blom

Dieses Moos hat seinen allgemeinen Schwerpunkt auf Gestein, wurde im Gebiet aber fast ausschließlich als Epiphyt nachgewiesen: Im südlichen Gebietsteil tritt die Art immer wieder an Baumstämmen auf (Buche, Berg-Ahorn, Eiche), wurde sogar noch an Kronenästen gefunden und kommt vereinzelt an Schwarzem Holunder vor (vgl. Kapitel 3.4, 3.5.3).

Scleropodium purum Hedw. (Limpr.)

Zerstreut auf nährstoffreichem Boden unter Nadelholz.

Taxiphyllum wissgrillii (Garov.) Wijk & Margad.

Selten auf Steinen im geschlossenen Wald (v.a. an den Hängen im Bereich Frankelaach).

Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Nieuwl. ex Gangulee

Zerstreut auf dauerfeuchten Standorten an Stammbasen (Regenwasserablauf) und Wurzeln alter Bäume (meist Buchen) sowie auf Gestein an schattigen Standorten.

Thuidium abietinum (Hedw.) Schimp.

Vereinzelt auf übererdetem Gestein in den südexponierten Felsbereichen im Taleinschnitt nördlich des Laangebierts.

Thuidium delicatulum (Hedw.) Schimp.

Einzelfund auf übererdetem Felsblock am Ostabhang des Laangebierts.

Thuidium tamariscinum (Hedw.) Schimp.

Zerstreut auf nährstoffreichem Boden in den Nadelholzbeständen und auf kleinen Lichtungen.

Tortula crinita (De Not.) De Not.

Einzelfund auf einem dünn mit Feinboden bedeckten lichtoffenen Felsen am Waldrand nördlich von Punkt 7.

Tortula laevipila (Brid.) Schwägr.

Sehr zerstreut als Epiphyt an Laubbäumen (Buche, Esche) und Sträuchern. Vereinzelt mit Sporogonen. In den Kronenbereichen möglicherweise häufiger als in den unteren Stammabschnitten.

Tortula muralis Hedw.

Selten auf Mauer- und Grenzsteinen.

Tortula papillosa Wilson

Sehr selten und nur in geringer Menge an Laubbaum-Stämmen.

Tortula latifolia Bruch ex Hartm.

Ausschließlich an mittelalten bis alten Buchen nachgewiesen (insgesamt 3 Funde). Das Moos kommt ausschließlich in Kronenverzweigungen oder an den Ansatzstellen von Kronenästen vor, in denen sich bei Regen das Ablaufwasser sammelt.

Tortula ruralis (Hedw.) P. Gaertn., E. Mey. & Scherb.

Dieses typischerweise Boden und Gestein besiedelnde Moos wurde im Gebiet zerstreut aber regelmäßig auch als Epiphyt an den Stammbasen von Laubbäumen (Buche, Esche, Berg-Ahorn, Hainbuche) gefunden (vgl. Kapitel 3.5.3). Nur im Talbereich nördlich des Laangebierts und am nordöstlichen Gebietsrand tritt dieses Moos vereinzelt auch auf mit Erde bedecktem Gestein auf.

Tortula subulata Hedw.

Zerstreut, aber punktuell häufig an leicht übererdeten Stellen an felsigen Abhängen im Taleinschnitt nördlich des Laangebierts und an dessen Ostabhang. Standorte meist in südlicher Exposition und nur locker von Wald überschirmt. Sehr selten auch an den Stammbasen alter Laubbäume nachgewiesen.

Tortula virescens (De Not.) De Not.
Im Gebiet seltener Epiphyt mit wenigen Nachweisen an Feld-Ahorn und Efeu.

Ulota bruchii Hornsch. ex Brid.
Häufiger Epiphyt an Laubbäumen und hier bis in die Kronen vorkommend. Außerdem auch an Hasel und Holunder.

Ulota crispa (Hedw.) Brid.
Regelmäßig an Laubbäumen, aber seltener als die vorige Art. Möglicherweise in den Kronenbereichen häufiger.

Zygodon rupestris Schimp. ex Lorentz
Zerstreut aber regelmäßig an den Stämmen älterer Eichen vorkommend, insbesondere am Südhang um Punkt 10. Selten auch an den Stammbasen von Buche, Esche, Feld- und Berg-Ahorn nachgewiesen.

Zygodon viridissimus (Dicks.) Brid.
Sehr selten und immer in geringer Menge an Laubbaum-Stämmen.

Lebermoose (Hepaticae)

Cephaloziella divaricata (Sm.) Schiffn.
Einzelfund auf Erde am Fuß einer mittelalten Buche am Osthang des Laangebierts nördlich von Punkt 46.

Chiloscyphus pallescens (Hoffm.) Dumort.
Nur an zwei Stellen an einem künstlichen Tümpel und in einem benachbart gelegenen Quellbereich bei Punkt 18 nachgewiesen. Die Art bildet dort lockere Decken auf dauerhaft feuchter Erde und Totholz

Frullania dilatata (L.) Dumort.
Häufiger Epiphyt an Laubbäumen und Sträuchern; oft mit Sporogonen.

Leiocolea badensis (Gottsche) Jörg.
Einzelnachweis auf befestigtem Waldweg westlich von Punkt 16.

Lophocolea bidentata (L.) Dumort.
Sehr zerstreut auf Waldboden an nährstoffreichen Stellen (z.B. kleine Lichtungen). Selten auch auf liegendem Totholz zu finden.

Lophocolea heterophylla (Schrad.) Dumort.
Schwerpunkt auf meist stärker zersetztem Totholz. Seltener auch auf Rinde an den Stammbasen lebender Bäume (v.a. Buche, Fichte, Birke).

Lophocolea minor Nees
Diese Art wurde überwiegend im Bereich des Taleinschnitts am nördlichen Fuß des Langebierts (Frankelaach) und an dessen östlichem Abhang gefunden und wächst dort an schattigen bis halbschattigen Stellen auf übererdeten Felsen oder in feinerdereichen Felsspalten.

Metzgeria furcata (L.) Dumort
Häufigstes Lebermoos im Untersuchungsgebiet. Diese Art wächst fast ausschließlich auf Borke. Vorkommen auf Totholz sind als Relikte der ehemaligen Epiphytenvegetation anzusehen. Das Moos kommt stellenweise auch auf offenem Mineralboden an schattig-feuchten Stellen und in den Polstern anderer auf dem Boden wachsender Moose vor.

Pellia endiviifolia (Dicks.) Dumort
Fast ausschließlich auf den Mittelstreifen der Waldwege.

Plagiochila asplenioides (L.) Dumort.
Zerstreut auf nährstoffreichem Lehmboden entlang der Waldwege und auf Blöcken in schattigen Steinbrüchen, insbesondere am Laangebiert.

Plagiochila porelloides (Nees) Lindenb.
Sehr zerstreut auf Gestein und an Stammbasen älterer Bäume.

Porella platyphylla (L.) Pfeiff.
Sehr zerstreut an den Stammbasen von Laubbäumen unterschiedlicher Altersstadien. Größere Bestände wachsen v.a. an alten Eichen und Buchen.

Radula complanata (L.) Dumort.
Häufiger Epiphyt an allen Laubgehölzen. Lediglich an Eichen etwas seltener gefunden. Sporogone wurden häufig beobachtet.

9. Tabellen, Abbildungen und Fotos

9.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abgrenzung der Epiphyten-Aufnahmeflächen an den Monitoringbäumen. 152

Abbildung 2: Absolute Artenzahlen der Moose in den Stichprobekreisen. 157

Abbildung 3: Verhältnisse der Artenzahlen der Moose auf den drei Haupt-Substrattypen in den Probekreisen. Als Anhaltspunkt sind für jede Fläche die absoluten Artenzahlen der epiphytischen Moose angegeben. 158

Abbildung 4: Qualitative Anteile der Licht- und Temperaturzeigerwertklassen der Moose in den Probekreisen (Mittelwert und Standardabweichung; Zeigerwerte nach DÜLL 2001). Die Zeigerwerte wurden zu übergeordneten Klassen zusammengefasst. Die Zahlen über den Balken bezeichnen die absoluten Artenzahlen je Klasse. Arten ohne Angabe wurden weggelassen. 159

Abbildung 5: Qualitative Feuchte-Zeigerwertspektren der Moose in den Probekreisen getrennt nach den drei Haupt-Substrattypen (Mittelwert und Standardabweichung; Zeigerwerte nach DÜLL 2001). Die Zahlen über den Balken bezeichnen die absoluten Artenzahlen je Zeigerwert. Arten ohne Angabe sind weggelassen. 160

Abbildung 6: Qualitative Reaktions-Zeigerwertspektren der Moose in den Probekreisen getrennt nach den drei Haupt-Substrattypen (Mittelwert und Standardabweichung; Zeigerwerte nach DÜLL 2001). Die Zahlen über den Balken bezeichnen die absoluten Artenzahlen je Zeigerwert. Arten ohne Angabe sind weggelassen. 161

Abbildung 7: Stickstoff-Zeigerwertspektrum der epiphytischen Moose in den Probekreisen (Mittelwert und Standardabweichung; Stickstoffzahlen nach FRAHM et al. 2007). Die Zahlen über den Balken geben die absoluten Artenzahlen für jede Zeigerwertkategorie an. 161

Abbildung 8: Immissions-Empfindlichkeiten der epiphytischen Moose nach FRAHM et al. (2007) in den Probekreisen. Balken: Mittelwerte, Fehlerbalken: Standardabweichung. Die Zahlen über den Balken geben absolute Artenzahlen je Empfindlichkeitsklasse an. 163

Abbildung 9: Vorkommen der in Tabelle 9 aufgeführten Arten in den Probekreisen. 166

Abbildung 10: Vorkommen von obligaten Epiphyten, die als Stickstoff-Zeiger gelten, in den Probekreisen. 167

Abbildung 11: Vorkommen epiphytischer Moose in den Probekreisen, deren allgemeiner ökologischer Schwerpunkt auf Felsen und/oder Erde liegt. 168

Abbildung 12: Verbreitung von Neckera pumila, Orthotrichum striatum und Cryphaea heteromalla in den Probekreisen. 169

Abbildung 13: Charakterisierung luxemburgischer Naturwaldreservate anhand der Artenzahlen der epiphytischen Moose in Beziehung zur mittleren Anzahl der Baumarten in den Probekreisen. Die Angaben zur Baumartenverteilung beziehen sich auf das jeweilige Gesamtgebiet. Bei den Artenzahlen handelt es sich um die Werte für alle Aufnahmeflächen an den Gitternetzpunkten (Quellen vgl. Angaben

bei Tab. 12). Für die Gebiete „Laangmuer“ und „Enneschte Bësch“ wurden die Artenzahlen der Moose nach den Angaben von HANS (2009 und 2011) geschätzt. 172

9.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu den Artenzahlen der Moose im Naturwaldreservat „Haard“. 153

Tabelle 2: Häufigkeit der in den 65 Probekreisen nachgewiesenen Moose. N = Anzahl der Probekreise mit Artnachweis. 154

Tabelle 3: Verteilung der Moose auf die drei Haupt-Substrattypen: Vergleich anhand der relativen Nachweishäufigkeit (%) der Arten. Bezugsgröße: Summe (Σ) der Nachweise je Substrat und Probekreis (Beispiel: eine Art, die in einem Probekreis auf allen drei Substraten vorkommt, gilt als dreimal nachgewiesen). Es sind nur Arten mit mindestens 7 Nachweisen aufgeführt. Die Prozentwerte sind gerundet. 155

Tabelle 4: Übersicht zu den Artenzahlen in den Stichprobekreisen. Bei den Angaben muss berücksichtigt werden, dass viele Arten auf mehreren Substraten vorkommen. 157

Tabelle 5: Verteilung der Moose in den Probekreisen auf die Hemerobiestufen nach DIERSSEN (2001). Arten ohne Einstufung und Kategorien mit einem Anteil von $\leq 1\%$ sind weggelassen. 162

Tabelle 6: Absolute Häufigkeit der an den 39 Monitoringbäumen bis in ca. 2 m Stammhöhe nachgewiesenen Moose (Reihenfolge nach der Anzahl der Artnachweise in den 1 m²-Flächen; StB = Stammbasis). 164

Tabelle 7: Übersichtstabelle zu den Artengemeinschaften der Moose in den 1m²-Flächen der Monitoringbäume. Die Werte bezeichnen die relative Häufigkeiten der Arten in den vier abgegrenzten Einheiten (gerundete Prozentwerte). Bu = Buche, Es = Esche, Ei = Eiche. Die Einheit Bu1 umfasst artenärmere Epiphytenvorkommen an mittelalten Buchen. Einheit Bu2 enthält Aufnahmen von meist dickstämmigen Altbuchen. In der Tabelle sind nur Arten enthalten, die in mindestens einer Einheit mit einer Häufigkeit von 20 % vertreten sind. Als signifikant wurden Unterschiede von mindestens 20 % zwischen den Einheiten gewertet. 164

Tabelle 8: Liste der an vier untersuchten Buchenkronen nachgewiesenen Moose mit ökologisch-soziologischer Charakterisierung der Arten. L = Lichtzahl (DÜLL 2001), N = Stickstoffzahl (FRAHM et al. 2007) 165

Tabelle 9: Im Naturwaldreservat „Haard“ nachgewiesene Moose der aktuellen Roten Liste (WERNER 2013). PK = Probekreis. 167

Tabelle 10: Vergleich des Naturwaldreservats „Haard“ mit den anderen bisher mooskundlich untersuchten Naturwaldreservaten in Luxemburg: HA = Haard, BB = Beetebuenger Bësch, GR = Grouf, LA = Laangmuer, EB = Enneschte Bësch. Daten zu den Moosen nach HANS (2009 und 2011) und WECKESSER (2012 und 2013), Bestandes-, Klima- und Standortdaten nach TÖBES et al. (2008), TÖBES & BROCKAMP (2008) und WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP (2009 und 2011). Die Zahlen geben die prozentuale Häufigkeit der Arten bezogen auf die Gesamtzahl der Aufnahmeflächen (Probekreise/Raster) an. v = Art kommt im Gebiet vor, fehlt aber in den Flächen an den Stichprobepunkten. NWR = Naturwaldreservat. Bu = Buche, Ei = Eiche. 173

9.3 | Fotosverzeichnis

Foto 1: *Radula complanata*, ein Lebermoos, ist eines der häufigsten epiphytischen Moose im Gebiet. 156

Foto 2: Vom Wind abgebrochene Krone zwischen den Stichprobepunkten 65 und 66. Die auf diesem Baum wachsenden Moose sind in Spalte 1 der Tabelle 8 aufgeführt. 166

Foto 3: Polster von *Schistidium crassipilum* an der Stammbasis einer alten Buche im südwestlichen Gebietsteil. .. 168

Foto 4: *Cryphaea heteromalla* hat sich erst in den letzten beiden Jahrzehnten in Luxemburg ausgebreitet. 170

Foto 5: *Neckera pumila* wird von manchen Autoren als Zeiger für naturnahe Wälder angesehen. Im Untersuchungsgebiet kommt dieses Moos aber auch in naturfernen Beständen vor. 170

Foto 6: *Orthotrichum stramineum*, ein typisches epiphytisches Waldmoos, ist im Gebiet häufiger als in anderen luxemburgischen Naturwaldreservaten. 172

Flechtenkundliche Erhebungen im Naturwaldreservat „Haard“ (2012)

Rainer CEZANNE, Marion EICHLER

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Seit mehreren Jahren wird im Rahmen von wissenschaftlichen Begleituntersuchungen in luxemburger Naturwaldreservaten auch die Artengruppe der Flechten untersucht. Flechten sind „Lebensgemeinschaften“ aus einem für die jeweilige „Flechtenart“ spezifischen Pilz und zumindest einer Algenart, die in einer wechselseitigen Beziehung (Symbiose) miteinander leben. Aufgrund dieser besonderen Lebensform vermögen Flechten selbst extreme Lebensräume zu besiedeln. Zugleich ist

die zwischen den Symbiosepartnern bestehende Beziehung leicht aus dem Gleichgewicht zu bringen 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. In jüngerer Zeit werden auch die Veränderungen der Flechtenflora hinsichtlich des klimatischen Wandels ausgewertet.



Foto 1

Buchenwald im Nordwesten des Naturwaldreservates „Haard“; 13.08.2012



Die Bürogemeinschaft Angewandte Ökologie (Darmstadt) wurde im Januar 2012 mit der flechtenkundlichen Erfassung des südwestlich von Dudelange gelegenen Naturwaldreservates „Haard“ beauftragt. Die vorliegende flechtenkundliche Untersuchung beschreibt die Flechtenflora des Naturwaldreservates acht Jahre nach seiner Ausweisung im Jahr 2004 und stellt eine „Erstaufnahme“ dar. Die flechtenfloristischen Erhebungen erfolgten im gesamten Naturwaldreservat und orientierten sich an dem bestehenden Netz der Waldstrukturaufnahme-Stichprobenkreise.

Das Untersuchungsprogramm wurde so gestaltet, dass neben der Arteninventarisierung auch eine Grundlage für ein mögliches Monitoring gelegt wird, mit dem die Weiterentwicklung der Bestände („Entwicklungsdynamik“) unter natürlichen Bedingungen beobachtet werden kann.

2. Methodik der Bestandserhebung

Am 20. März 2012 erfolgte eine Einweisung in das Gebiet durch den Auftraggeber in Vertretung durch Frau D. Murat. Unmittelbar danach fand eine erste orientierende Gesamtbegehung des Gebietes statt, die dazu diente, einen Überblick über die unterschiedlichen im Gebiet vorkommenden, flechtenrelevanten Substrate und Wuchsorte zu erhalten. Im Laufe der Untersuchung wurden sämtliche im Gebiet beobachteten Flechtenarten und die von ihnen besiedelten Substrate festgehalten. Ziel war es, unabhängig von den in den Probekreisen vorkommenden Flechtenarten eine möglichst vollständige Artenliste des Naturwaldreservates zu erhalten.

Bei der Erfassung der Flechtenarten des Gebietes wurden insgesamt 34 Substrate unterschieden; siehe **Gesamtartenliste** in Kapitel 8. Dabei handelt es sich vor allem um die Rinde bzw. Borke der nachfolgend aufgeführten 41 Baum- und Straucharten. Die zu einer Gattung gehörigen Arten werden bei den Betrachtungen in der Regel zu einem Substrat zusammengefasst.

Substrat	Gehölzart(en)
Buche	<i>Fagus sylvatica</i>
Eiche	<i>Quercus robur</i> , <i>Quercus rubra</i>
Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>
Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>
Ahorn	<i>Acer platanoides</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i>
Feldahorn	<i>Acer campestre</i>
Kirsche	<i>Prunus avium</i>
Bergulme	<i>Ulmus glabra</i>
Pappel	<i>Populus x canadensis</i> , <i>Populus tremula</i>
Salweide	<i>Salix caprea</i>
Hängebirke	<i>Betula pendula</i>
Holunder	<i>Sambucus nigra</i> , <i>Sambucus racemosa</i>
Erle	<i>Alnus glutinosa</i> , <i>Alnus incana</i>
Robinie	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Linde	<i>Tilia cordata</i> , <i>Tilia platyphyllos</i>
Walnuss	<i>Juglans regia</i>
Lärche	<i>Larix decidua</i> , <i>Larix japonica</i>
Douglasie	<i>Pseudotsuga menziesii</i>

Substrat	Gehölzart(en)
Fichte	<i>Picea abies</i>
Tanne	<i>Abies spec.</i>
Waldkiefer	<i>Pinus sylvestris</i>
Hasel	<i>Corylus avellana</i>
Weißdorn	<i>Crataegus laevigata</i> , <i>Crataegus monogyna</i>
Roter Hartriegel	<i>Cornus sanguinea</i>
Sorbus (Mehlbeere, Vogelbeere, Elsbeere)	<i>Sorbus aria</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Sorbus torminalis</i>
Rote Heckenkirsche	<i>Lonicera xylosteum</i>
Liguster	<i>Ligustrum vulgare</i>
Schneeball	<i>Viburnum lantana</i> , <i>Viburnum opulus</i>
Efeu	<i>Hedera helix</i>
Waldrebe	<i>Clematis vitalba</i>

Zusätzlich wurden noch unterschieden:
Steine
Boden
liegendes und stehendes Totholz

Die Ansprache der Flechtenarten erfolgte in der Regel bereits im Gelände. Die Untersuchungen im Gelände wurden unter Verwendung einer 10x Leuchtlupe mit aplanater achromater Triplet-Optik durchgeführt. In kritischen Fällen bzw. zur Überprüfung von Bestimmungen wurden Proben entnommen. Die Bestimmung der Belege erfolgte im Labor mithilfe der gängigen Bestimmungsliteratur (WIRTH 1995, SMITH et al. 2009) und unter Verwendung von Mikroskop, Binokular und einiger Chemikalien (Tüpfelreaktionen). Für diverse kritische Belege war eine Analyse der Inhaltsstoffe mittels TLC (thin layer chromatography – Dünnschichtchromatographie) erforderlich. Diese Untersuchungen wurden von Frau Dr. Birgit Kanz (Frankfurt) in unserem Auftrag durchgeführt. Sämtliche auf ihre Inhaltsstoffe überprüften Proben sowie die besonders seltenen und kritischen Arten, die auch für eventuelle spätere Recherchen von Bedeutung sein könnten, wurden in Papierkapseln herbarisiert und etikettiert. Die nummerierten und detailliert beschrifteten Belege wurden Dr. Paul Diederich (Luxemburg) übergeben. Herr Dr. Paul Diederich hat die Bestimmung dieser Proben dankenswerterweise auch noch einmal kritisch überprüft.

Sämtliche Arten-Datensätze wurden zur Übernahme in die luxemburgische Arten-Datenbank „Recorder“ an das „Musée National d'Histoire Naturelle“ (Luxemburg-Stadt) weitergegeben.

Der Flechtenbewuchs im Kronenbereich von Waldbäumen kann im Rahmen einer Untersuchung der Flechtenflora eines Gebietes weder standardisiert noch vollständig erfasst werden. Dies gilt insbesondere in einem Naturwaldreservat, in dem keine forstlichen Maßnahmen mehr durchgeführt werden. Nach Sturm-, Gewitter- oder Schneebruchereignissen ergibt sich jedoch die Möglichkeit, dass Flechten auf Ästen oder vom Substrat isolierte Flechtenlager am Boden liegend gefunden werden können. Der günstigste Zeitraum für entsprechende Beobachtungen ist das zeitige Frühjahr, wenn kein Schnee mehr liegt und die Zersetzung der Flechtenlager infolge niedriger Temperaturen vergleichsweise langsam vorstangeht.

Im Gebiet des Naturwaldreservates „Haard“ wurden außerdem einige während bzw. im Winter vor Beginn der Kartierungszeit umgestürzte Bäume angetroffen, deren Flechtenbewuchs im Kronenbereich studiert werden konnte. Da vom Substrat abgelöste Flechtenlager ebenso wie Flechten auf toten Bäumen bereits nach vergleichsweise kurzer Zeit abzusterben beginnen, sind entsprechende Beobachtungen nur in zeitlicher Nähe zu solchen stochastischen Ereignissen möglich. Ein ausschließliches Vorkommen von Arten im Kronenbereich ist in der Gesamtartenliste jeweils entsprechend („K“) gekennzeichnet.

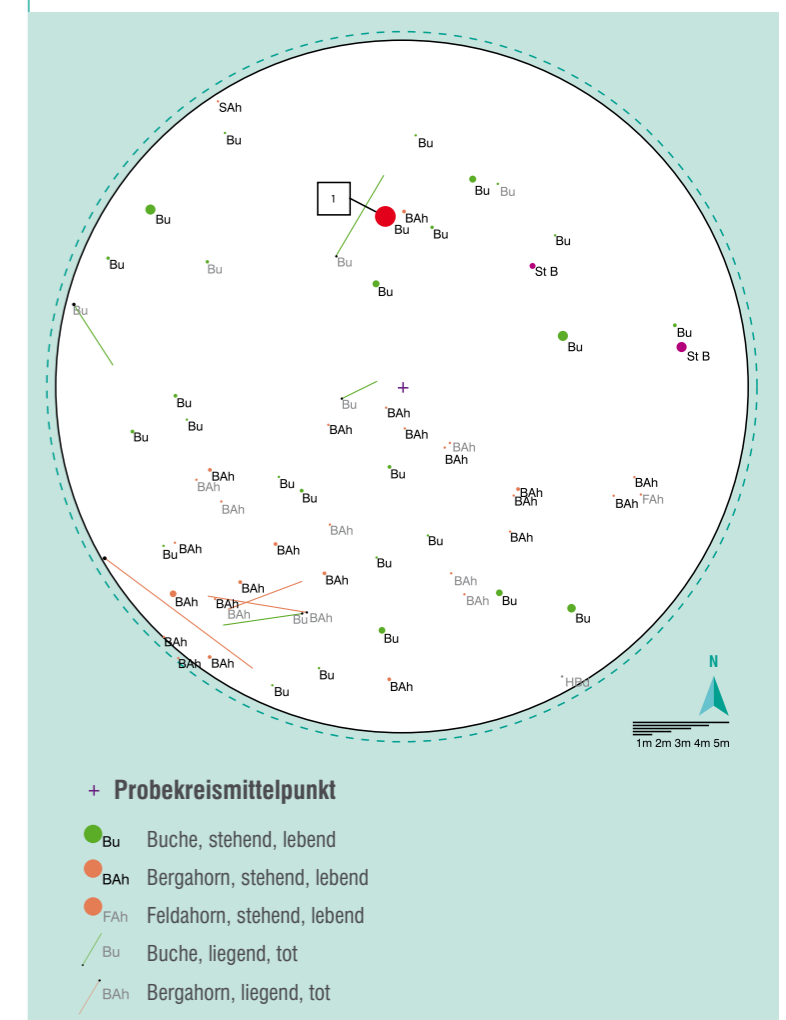
Für ein mögliches zukünftiges Monitoring der Entwicklung der Flechtenvegetation des Naturwaldreservates war es nötig, die Flechtenvegetation an als Daueruntersuchungsflächen nutzbaren, wieder auffindbaren Standorten zu erfassen. Hierzu wurde das bereits bestehende Netz an forstlichen Stichprobenkreisen (Größe des Rasters: 100 m x 100 m) genutzt. Insgesamt wurden 65 Stichprobenkreise à 0,1 ha untersucht. Im Falle von acht aus forstlichen Gründen kleiner angelegten Probekreisen (Nrn. 44, 53, 54, 57, 58, 59, 61, 62) wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit die flechtenfloristische Erfassung auf eine Fläche von 0,1 ha erweitert.

Die graphische Dokumentation der forstlichen Aufnahme der Stichprobenkreise wurde ebenso wie die Koordinaten der Probekreis-Mittelpunkte als Erfassungsgrundlage vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

Innerhalb der Stichprobenkreise wurden von Mitte Mai – Mitte August 2012 folgende Erfassungsmethoden angewendet:

- Erstellen einer Gesamtartenliste je Probekreis mit Angabe der besiedelten Substrate
- Standardisierte Erfassung von einer Buche als Monitoringbaum, sofern eine geeignete Buche innerhalb des Probekreises angetroffen wurde. Die ausgewählten Bäume wurden in den zugehörigen Waldstrukturaufnahmen gekennzeichnet (vergl. **Abbildung 1**). Daher konnte auf eine dauerhafte Vermarkung der untersuchten Bäume verzichtet werden.

Abbildung 1
Beispiel zur Dokumentation des erfassten Monitoringbaumes in einem Stichprobenkreis



Insgesamt wurden 54 Buchen als Monitoringbäume untersucht. Die Auswahl der Bäume erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Stammumfang mindestens 80 cm, möglichst > 100 cm
- Wuchs möglichst gerade; Neigung des Stammes maximal 15°
- Stammabschnitte ohne nennenswerte Verletzungen der Rinde bzw. Borke
- Keine unmittelbare Beschattung durch tiefe Beastung, Stockausschlag oder sehr nahe-stehende, benachbarte Bäume
- Position des Baumes möglichst nahe am Mittelpunkt des Probekreises.

Innerhalb von 11 Stichprobenkreisen (Nrn. 2, 9, 30, 47, 53, 54, 57, 58, 61, 62 und 63) wurden keine für eine vergleichende Untersuchung geeigneten Buchen angetroffen.

Für die Erfassung der Flechtenvegetation der Monitoringbäume innerhalb der Stichprobenkreise wurden folgende Verfahren angewendet:

- Erstellung einer Gesamtartenliste der an den ohne Hilfsmittel einsehbaren Ästen und Stammabschnitten (bis 2 m Höhe) vorkommenden Flechtenarten 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 (Haupt-Himmelsrichtungen, jeweils in Nord-, Ost-, Süd- und West-Exposition). Das Aufnahmegitter ist 50 cm x 20 cm groß (Länge x Breite) und besteht aus 10 je ein Quadratdezimeter großen Teilflächen (siehe Foto 2).
- Die Frequenz jeder festgestellten Flechtenart wurde notiert.
- Die kurzzeitig zur Aufnahme am Stamm befestigten Gitter wurden fotografiert, so dass bei einer Folgeuntersuchung die möglichen Veränderungen des Bewuchses auch optisch belegt werden können. Sämtliche 216 Fotos der Gitteraufnahmen im Naturwaldreservat „Haard“ wurden flächenspezifisch benannt nach dem Muster „RFI_Haard_Stichprobenpunktnummer-

Baumnummer-Himmelsrichtung.JPG“ (Beispiel: „RFI_Haard_7-1-N.JPG“) und auf einer CD gespeichert.

- Ermittlung des Stammumfangs und der Stammneigung mit Exposition des Baumes.

Foto 2

Aufnahmegitter am Stamm einer Buche, Stichprobenkreis 56, 12.05.2012



Neben der standardisierten Erfassung der Monitoringbäume (ausschließlich Buchen) wurden gezielt bestimmte Sonderstandorte (z. B. alte Bäume, Totbäume, liegendes oder stehendes Totholz) auf ihren Flechtenbewuchs untersucht („Erstellung separater Artenlisten“). Zur Lage der insgesamt 14 zusätzlich untersuchten Sonderstandorte siehe

Abbildung 19 in Kapitel 3.3.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 | Ergebnisse der flechtenfloristischen Untersuchungen

Im Naturwaldreservat „Haard“ wurden im Rahmen der 2012er Untersuchungen insgesamt 173 Taxa nachgewiesen. Neben den 157 Flechten (lichenisierte Pilze – einschließlich vier fakultativ lichenisierte Pilze) befinden sich darunter auch 13 lichenicole (flechtenbewohnende) Pilze sowie drei nicht lichenisierte, traditionell von den Flechtenkundlern mit bearbeitete Pilze; vergleiche auch die Gesamtartenliste in Kapitel 8. Durch die Aufnahme der Stichprobenkreise wurden 121 Sippen erfasst; die Nachweise der übrigen Arten erfolgten im Rahmen der Geländebegehungen.

3.1.1 Wuchsformen der Flechten

Flechten lassen sich hinsichtlich ihrer Wuchsform in drei Gruppen einteilen

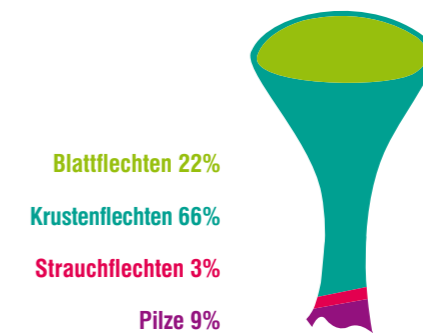
- Blattflechten
- Strauchflechten
- Krustenflechten

wobei die Krustenflechten insgesamt die größte Gruppe darstellen. Eine Sonderstellung nehmen die flechtenbewohnenden Pilze ein, die heutzutage von Flechtenkundlern vielfach mit bearbeitet werden.

Eine Einordnung der im Naturwaldreservat „Haard“ nachgewiesenen Arten hinsichtlich ihrer Wuchsformen ergibt folgende Verteilung:

Abbildung 2

Anteil der Arten an den verschiedenen Wuchsformengruppen

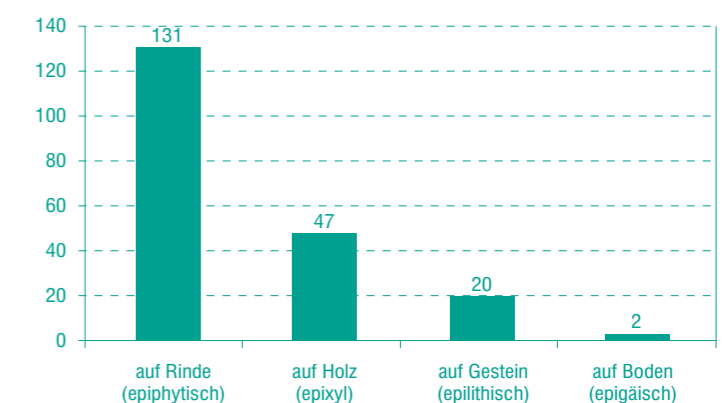


3.1.2 Von Flechten besiedelte Substrate

Mehr als vier Fünftel aller Flechtenarten (ohne flechtenbewohnende Pilze) wurden epiphytisch am Stamm oder auf Ästen von Bäumen und Sträuchern angetroffen. Von den 47 Totholzbewohnern wurden 14 Arten ausschließlich auf diesem Substrattyp beobachtet. Auf anstehenden Felsen und kleinen, am Boden liegenden Steinen wachsend (epilithisch) wurden 20 Arten nachgewiesen. Auf dem Waldboden wachsend (epigäisch) wurden lediglich zwei Flechtenarten beobachtet – ein eindeutiges Indiz für das weitgehende Fehlen konkurrenzarmer Standorte (wie z.B. durch Wind dauerhaft laubfrei gehaltene, ausgehagerte Stellen) innerhalb der Waldbestände.

Abbildung 3

Anzahl der Flechtenarten auf verschiedenen Substrattypen



Die **Buche** (*Fagus sylvatica*), Hauptbaumart des Gebietes und in nahezu allen untersuchten Probenkreisen vertreten, wird von insgesamt 91 Flechtenarten besiedelt. Dies entspricht knapp 70 % der im Gebiet nachgewiesenen epiphytischen Arten. 68 Flechtenarten wurden am Stamm (soweit einsehbar) beobachtet, hinzu kommen 23 ausschließlich im Kronenbereich wachsende Arten. Einen Neufund für Luxemburg stellt die einmal an Buche gefundene *Biatora efflorescens* (Gelbliche Stäbchenflechte) dar; zwei Arten gelten in Lorraine als sehr selten.

Abbildung 4
Artenzahl an Buche in den Stichprobenkreisen

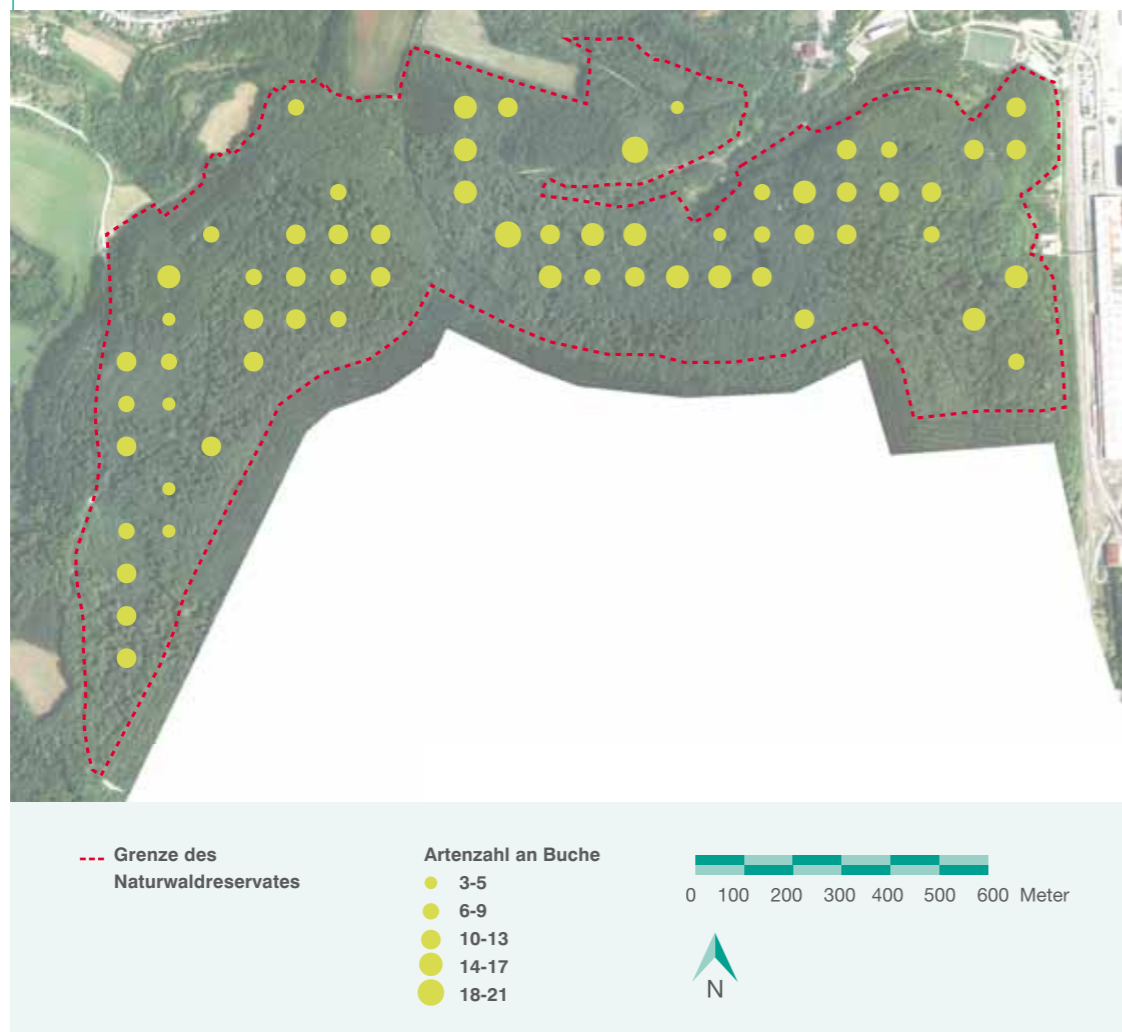


Tabelle 1 Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Buche vorkommende Arten

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	T	S	A	Häufigkeit in Lorraine *
<i>Agonimia allobata</i>	Gelappte Tönnchenflechte		I		RR
<i>Arthonia didyma</i>	Zweizellige Fleckflechte	I	I		R
<i>Bacidia arceutina</i>	Wacholder-Stäbchenflechte		I		RRR
<i>Bacidina sulphurella</i>	Schwefelgelbe Stäbchenflechte		I		RR
<i>Biatora efflorescens</i>	Gelbliche Stäbchenflechte		I	I	neu Luxemburg
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	Anliegende Schwielenflechte		I	I	RR
<i>Lecanora subcarpineae</i>	Hain-Kuchenflechte		I	I	R
<i>Lecanora symmicta</i>	Randlose Kuchenflechte			I	AR
<i>Lecidella flavosorediata</i>	Gelbmehlige Schwarznapfflechte		I	I	R
<i>Lepraria incana</i>	Graue Lepraflechte	I			CC
<i>Lepraria lobificans</i>	Lappige Lepraflechte	I			C
<i>Micarea prasina s.l.</i>	Lauchgrüne Krümflechte	I			C
<i>Micarea viridileprosa</i>	Grünmehlige Krümflechte		I		RR
<i>Mycoblastus fucatus</i>	Verkannte Körnchenflechte			I	C
<i>Normandina pulchella</i>	Schönes Muschelschüppchen		I		RR
<i>Parmelia submontana</i>	Verdrehte Schüsselflechte		I	I	RR
<i>Parmelia sulcata</i>	Furchen-Schüsselflechte	I			CC
<i>Parmelina quercina</i>	Eichen-Schüsselflechte		I	I	neu Luxemburg
<i>Peltigera hymenina</i>	Salat-Schildflechte		I	I	R
<i>Phaeophyscia endophaenicea</i>	Rotmarkige Schwielenflechte		I		RRR
<i>Phlyctis argena</i>	Weißer Blatterflechte	I			CC
<i>Physcia caesia</i>	Blaugraue Schwielenflechte			I	AC
<i>Physcia tenella</i>	Zarte Schwielenflechte	I			C
<i>Physconia enteroxantha</i>	Gelbmarkige Schwielenflechte			I	AR
<i>Physconia grisea</i>	Graue Schwielenflechte			I	AC
<i>Porina aenea</i>	Kupferfarbige Kernflechte	I			AC
<i>Ropalospora viridis</i>	Grüne Keulensporflechte			I	AC

* Zur Bedeutung der Häufigkeitskürzel vergleiche Kapitel 8

Eichen (*Quercus* spp.) spielen in den Waldbeständen des Naturwaldreservates „Haard“ eine vergleichsweise geringe Rolle. Eine gewisse Häufung von älteren Eichen ist im Osten des Naturwaldreservates festzustellen (mittelwaldartiger Bestand). An Eichen wurden 64 Flechtenarten beobachtet, wobei 14 Arten ausschließlich auf Ästen aus dem Kronenbereich gefunden wurden.

Damit ist die Eiche nach der Buche zwar die Baumart(en)gruppe mit den meisten Flechtenarten, ihre Bedeutung als Trägerbaum für essentiell auf Eichen als Substrat angewiesene Arten wie die sogenannten „Stecknadelflechten“ – Arten mit passiver Sporenausbreitung, deren Fruchtkörper oft an Stecknadeln erinnern – ist jedoch verglichen mit anderen Luxemburger Naturwaldreservaten eher gering.

Tabelle 2 Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Eiche vorkommende Arten

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	T	S	A	Häufigkeit in Lorraine *
<i>Acrocordia gemmata</i>	Perlen-Herzflechte		I	I	R
<i>Agonimia allobata</i>	Gelappte Tönnchenflechte		I		RR
<i>Anisomeridium polypori</i>	Spitzkegel-Schiefkernflechte	I			AR
<i>Arthonia didyma</i>	Zweizellige Fleckflechte		I		R
<i>Bacidia subincompta</i>	Einfache Stäbchenflechte		I		RR
<i>Bacidina sulphurella</i>	Schwefelgelbe Stäbchenflechte		I		RR
<i>Catillaria nigroclavata</i>	Schwarzkeulige Kesselflechte		I		R
<i>Lepraria incana</i>	Graue Lepraflechte	I			CC
<i>Lepraria lobifigans</i>	Lappige Lepraflechte	I			C
<i>Micarea micrococca</i>	Kleinfrüchtige Krümflechte		I		R
<i>Micarea prasina s.l.</i>	Lauchgrüne Krümflechte	I			C
<i>Micarea viridileprosa</i>	Grünmehlige Krümflechte		I		RR
<i>Opegrapha rufescens</i>	Fuchsrote Zeichenflechte		I		R
<i>Parmelia sulcata</i>	Furchen-Schüsselflechte	I			CC
<i>Pertusaria amara</i>	Bittere Porenflechte			I	C
<i>Phaeophyscia endophoenicea</i>	Rotmarkige Schwielenflechte		I		RRR
<i>Phlyctis argena</i>	Weißer Blatternflechte	I			CC
<i>Porina leptalea</i>	Zarte Kernflechte		I		R
<i>Strigula jamesii</i>	James' Furchenflechte		I	I	RR

* Zur Bedeutung der Häufigkeitskürzel vergleiche Kapitel 8

Die **Hainbuche** (*Carpinus betulus*) kommt in großen Teilen des Untersuchungsgebietes als Begleitart vor allem in Buchenwäldern vor. Insgesamt wurden an Hainbuche 42 Flechtenarten nachgewiesen, wobei es sich vielfach um charakteristische Arten glatter bis flachrissiger Rinden (pflanzensoziologischer Verband Graphidion) handelt. Mit *Strangospora deplanata* (Flache Rundsporflechte) gelang an Rinde von Hainbuche auch ein Neufund für Luxemburg.

Foto 3
Alte Hainbuche (Sonderstandort 111); 21.03.2012



Tabelle 3 Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Hainbuche vorkommende Arten

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	T	S	A	Häufigkeit in Lorraine *
<i>Arthonia didyma</i>	Zweizellige Fleckflechte		I		R
<i>Bacidia arceutina</i>	Wacholder-Stäbchenflechte		I		RRR
<i>Bacidina sulphurella</i>	Schwefelgelbe Stäbchenflechte		I		RR
<i>Lecanora argentata</i>	Silbrige Kuchenflechte	I			AC
<i>Lecanora intumescens</i>	Geschwollene Kuchenflechte		I		R
<i>Lecanora subrugosa</i>	Runzelige Kuchenflechte			I	nicht bewertet
<i>Lepraria incana</i>	Graue Lepraflechte	I			CC
<i>Opegrapha rufescens</i>	Fuchsrote Zeichenflechte		I		R
<i>Phlyctis argena</i>	Weißer Blatternflechte	I			CC
<i>Porina aenea</i>	Kupferfarbige Kernflechte	I			AC
<i>Porina leptalea</i>	Zarte Kernflechte	I	I		R
<i>Strangospora deplanata</i>	Flache Rundsporflechte		I		neu Luxemburg

* Zur Bedeutung der Häufigkeitskürzel vergleiche Kapitel 8

Die **Esche** (*Fraxinus excelsior*) spielt im Untersuchungsgebiet nur eine untergeordnete Rolle. Trotzdem wurden an Eschen immerhin 48 Arten nachgewiesen und sie zählen damit zu den zu den an epiphytischen Arten reichsten Trägerbäumen im Naturwaldreservat „Haard“. So wurde auf Eschenrinde auch die im Naturwaldreservat erstmals für Mitteleuropa nachgewiesene Art *Sclerophora amabilis* (Liebliche Staubkopfflechte) gefunden.

Tabelle 4 Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Esche vorkommende Arten

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	T	S	A	Häufigkeit in Lorraine *
<i>Arthonia didyma</i>	Zweizellige Fleckflechte		I		R
<i>Arthopyrenia salicis</i>	Fakultativ lichensierter Pilz			I	RR
<i>Bacidia arceutina</i>	Wacholder-Stäbchenflechte		I		RRR
<i>Bacidina delicata</i>	Zarte Stäbchenflechte		I		R
<i>Bacidina sulphurella</i>	Schwefelgelbe Stäbchenflechte		I		RR
<i>Caloplaca cerinella</i>	Kleiner Wachs-Schönfleck		I		RR
<i>Catillaria nigroclavata</i>	Schwarzkeulige Kesselflechte		I		R
<i>Lecania cyrtella</i>	Holunder Lecanie		I		R
<i>Lecanora compallens</i>	Fahlgrüne Kuchenflechte			I	R
<i>Lecidella elaeochroma</i>	Olivgrüne Schwarznapfflechte	I			C
<i>Lepraria lobifigans</i>	Lappige Lepraflechte	I			C
<i>Melanohalea exasperata</i>	Rauhe Schüsselflechte		I		R
<i>Opegrapha rufescens</i>	Fuchsrote Zeichenflechte	I			R
<i>Porina leptalea</i>	Zarte Kernflechte		I		R
<i>Sclerophora amabilis</i>	Liebliche Staubkopfflechte		I		neu Luxemburg

* Zur Bedeutung der Häufigkeitskürzel vergleiche Kapitel 8

Tabelle 5 Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Ahorn vorkommende Arten

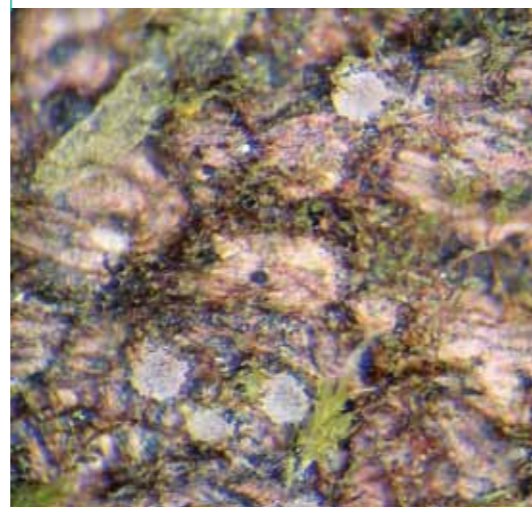
Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	T	S	A	Häufigkeit in Lorraine *
<i>Arthonia didyma</i>	Zweizellige Fleckflechte		I		R
<i>Arthonia radiata</i>	Strahlige Fleckflechte	I			AR-AC
<i>Arthopyrenia analepta</i>	Fakultativ lichensierter Pilz		I		RRR
<i>Bacidia arceutina</i>	Wacholder-Stäbchenflechte		I		RRR
<i>Bacidia subincompta</i>	Einfache Stäbchenflechte		I		RR
<i>Bacidina sulphurella</i>	Schwefelgelbe Stäbchenflechte		I		RR
<i>Jamesiella anastomosans</i>	Dorn-Firnisflechte		I		R
<i>Lecanora intumescens</i>	Geschwollene Kuchenflechte		I		R
<i>Lecidella elaeochroma</i>	Olivgrüne Schwarznapfflechte	I			C
<i>Lepraria incana</i>	Graue Lepraflechte	I			CC
<i>Melanohalea exasperata</i>	Raue Schüsselflechte		I		R
<i>Normandina pulchella</i>	Schönes Muschelschüppchen		I		RR
<i>Opegrapha rufescens</i>	Fuchsrote Zeichenflechte	I	I		R
<i>Parmotrema perlatum</i>	Breitlappige Schüsselflechte		I		R
<i>Phlyctis argena</i>	Weißer Blatternflechte	I			CC
<i>Physcia tenella</i>	Zarte Schwielenflechte	I			C
<i>Porina aenea</i>	Kupferfarbige Kernflechte	I			AC
<i>Porina leptalea</i>	Zarte Kernflechte		I		R
<i>Veizdaea retigera</i>	Netz-Igelflechte		I	I	RR

* Zur Bedeutung der Häufigkeitskürzel vergleiche Kapitel 8

Berg- und Spitzahorn (*Acer* spp.) sind innerhalb des Naturwaldreservates sehr unterschiedlich verbreitet. Während der Bergahorn mit einem Baumartenanteil von 7 % einen für Luxemburger Naturwaldreservate außergewöhnlich hohen Anteil am Bestandsaufbau besitzt, finden sich die anspruchsvolleren Spitzahorne nur sehr vereinzelt, v. a. im Nordwesten des Gebietes.

Foto 4

Veizdaea retigera (Netz-Igelflechte) wurde nur einmal im Gebiet beobachtet; 25.03.2012



Die **Lärche** (*Larix* spp.) weist von Natur aus eine acidophytische Flechtenflora auf. Entsprechende Arten, wie *Hypocenomyce scalaris* (Aufsteigende Schuppenflechte), *Hypogymnia physodes* (Gewöhnliche Blasenflechte), *Hypogymnia tubulosa* (Röhrige Blasenflechte), *Lecanora conizaeoides* (Staubige Kuchenflechte) oder *Pseudevernia furfuracea* (Gabelflechte), finden sich auch immer wieder an Lärche. Außerdem kommen – vor allem in der Krone – aber auch basi- bzw. nitrophytische Arten vor, so z. B. *Caloplaca cerinella* (Kleiner Wachs-Schönfleck), *C. flavocitrina* (Zitrongelber Schönfleck), *C. pyracea* (Feuerroter Schönfleck), *Phaeophyscia nigricans* (Schwärzliche Schwielenflechte), *P. orbicularis* (Dunkelflechte), *Physcia adscendens* (Helm-Schwielenflechte), *Pistellaris* (Sternflechte), *Xanthoria parietina* (Wand-Gelbflechte) oder *X. polycarpa* (Vielfrüchtige Gelbflechte). Hierfür dürften die Kalkstäube (durch den LKW-Verkehr) am Westrand des Gebietes, wo die meisten Lärchen stehen, verantwortlich sein.

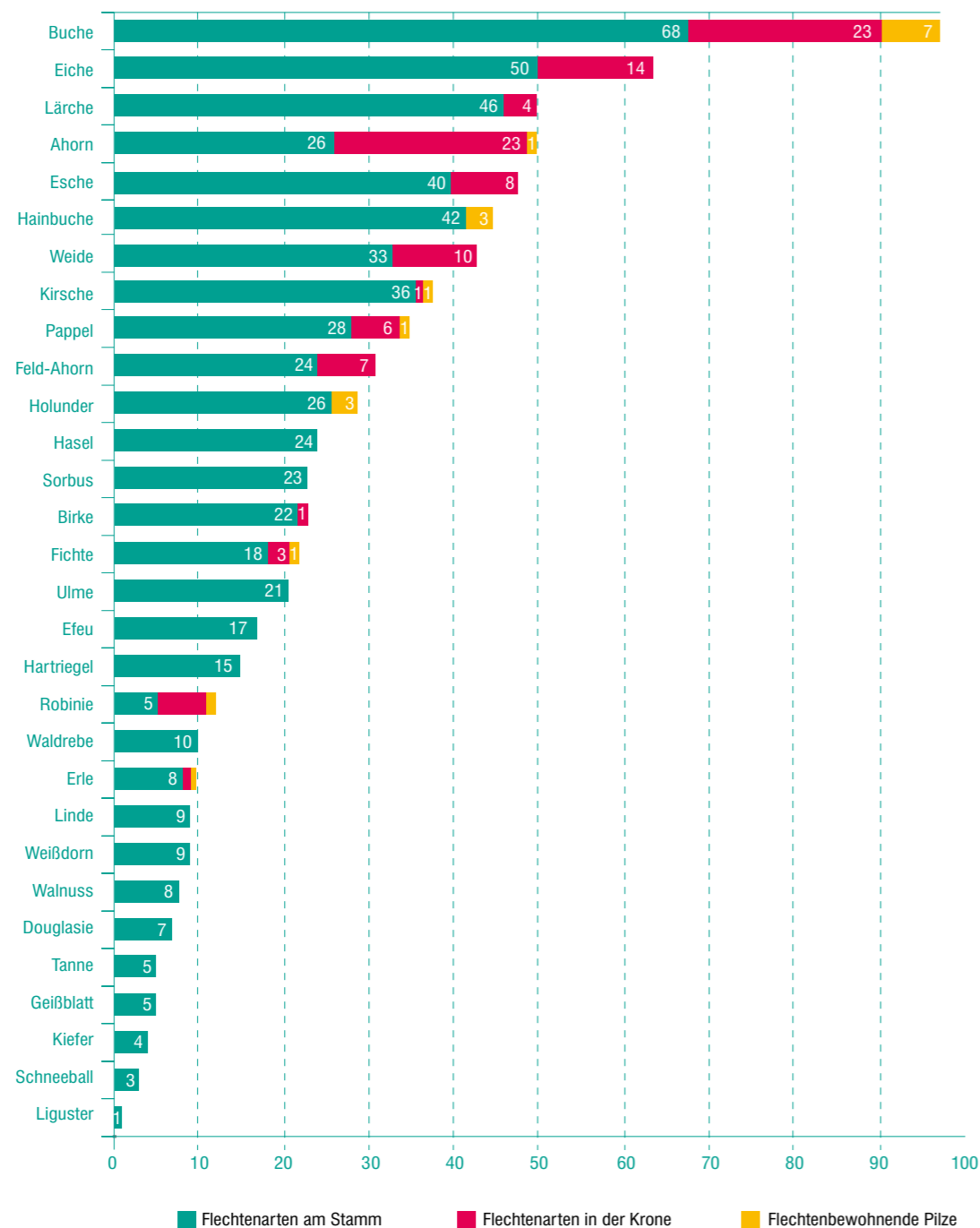
In **Abbildung 5** ist die unterschiedliche Artendiversität aller untersuchten Baum- und Strauchsubstrate im Naturwaldreservat „Haard“ noch einmal im Überblick dargestellt. Hier wird die schon erwähnte Tatsache deutlich, dass die Buche die bei Weitem meisten Flechtenarten aufweist.

Tabelle 6 Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Lärche vorkommende Arten

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	T	S	A	Häufigkeit in Lorraine *
<i>Arthonia muscigena</i>	Moos-Fleckflechte		I		RRR
<i>Bacidina neosquamulosa</i>	Sprossende Stäbchenflechte		I	I	RR
<i>Caloplaca cerinella</i>	Kleiner Wachs-Schönfleck		I		RR
<i>Caloplaca pyracea</i>	Feuerroter Schönfleck		I		RR
<i>Cladonia chlorophaea</i>	Gewöhnliche Becherflechte	I			AC
<i>Coenogonium pineti</i>	Kiefern-Krügleinflechte	I			AR
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	Aufsteigende Schuppenflechte	I		I	AR
<i>Hypogymnia physodes</i>	Gewöhnliche Blasenflechte	I			CC
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	Röhrige Blasenflechte	I			C
<i>Lecania cyrtella</i>	Holunder Lecanie		I		R
<i>Lecanora conizaeoides</i>	Staubige Kuchenflechte	I			CC
<i>Lecanora hagenii</i>	Hagens Kuchenflechte			I	AR
<i>Lepraria incana</i>	Graue Lepraflechte	I			CC
<i>Melaspilea proximella</i>	Fakultativ lichensierter Pilz		I	I	neu Luxemburg
<i>Micarea prasina</i> s.l.	Lauchgrüne Krümflechte	I			C
<i>Parmelia saxatilis</i>	Felsen-Schüsselflechte	I			C
<i>Parmotrema perlatum</i>	Breitlappige Schüsselflechte		I		R
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Gabelflechte	I		I	C

* Zur Bedeutung der Häufigkeitskürzel vergleiche Kapitel 8

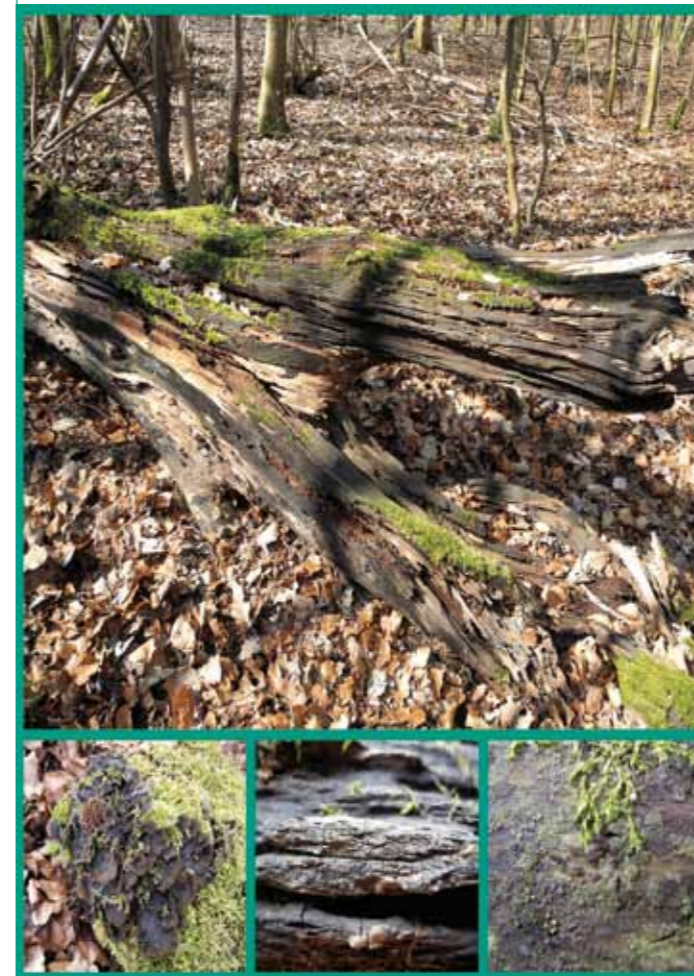
Abbildung 5
Anzahl der Arten an den Gehölzarten des Gebietes



Totholz ist ein wichtiges Strukturelement in Wäldern. Verglichen mit natürlichen bzw. naturnahen Wäldern ist der Anteil des stehenden und liegenden Totholzes im Naturwaldreservat „Haard“ mit ca. 4,7 % bzw. 16 Vfm/ha (WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2011) noch relativ gering. Insgesamt

wurden auf Totholz 47 Arten festgestellt. Die Mehrzahl der auf Totholz beobachteten Arten hat jedoch im Gebiet ihren Verbreitungsschwerpunkt vor allem auf anderen Substraten. Wie aus Tabelle 7 zu ersehen ist, wurden 14 Arten ausschließlich auf Totholz beobachtet.

Foto 5
Liegendes Totholz mit *Peltigera praetextata* (links), *Coenogonium pineti* (Mitte) und fruchtendes *Jamesiella anastomosans* (rechts); 20.03.2012



Stehendes und liegendes Totholz unterscheiden sich hinsichtlich der Anzahl der jeweils festgestellten Flechtenarten zwar kaum (36 Arten : 32 Arten), die Bedeutung beider Totholztypen für die Flechten ist im Naturwaldreservat „Haard“ aber sehr unterschiedlich.

Während auf liegendem Totholz vor allem im Großherzogtum Luxemburg bislang äußerst selten gefundene Krustenflechten wie *Absconditella delutata* (Unscheinbare Wachsflechte), *A. lignicola* (Holz-Wachsflechte), *Thelocarpon epibolum* (Gallerartige Zitzenfruchtflechte), *T. intermediellum* (Mittlere Zitzenfruchtflechte) oder *T. lichenicola* vorkommen, sind es auf entrindeten Stämmen oder Stümpfen

insbesondere coniocarpe Arten – Arten mit passiver Sporenausbreitung, deren Fruchtkörper oft an Stecknadeln erinnern („Stecknadelflechten“) – wie *Chaenotheca brachypoda* (Schwefelgelbe Stecknadelflechte), *C. brunneola* (Bräunliche Stecknadelflechte), *C. xyloxena* (Holz-Stecknadelflechte), die erstmals in Mitteleuropa gefundene *Sclerophora amabilis* (Liebliche Staubkopfflechte) oder der nicht lichenisierte Pilz *Mycocalicium subtile*. Einen deutlichen Schwerpunkt der Verbreitung auf liegendem Totholz besitzen auch die teilweise in Luxemburg nicht seltenen Blattflechten *Peltigera horizontalis* (Flache Schildflechte) und *P. praetextata* (Verzierte Hundsflechte).

Tabelle 7 Ausschließlich auf Totholz angetroffene Arten

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Totholz stehend	Totholz liegend
<i>Absconditella lignicola</i>	Holz-Wachsflechte		☐
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	Schwefelgelbe Stecknadelflechte	☐	
<i>Chaenotheca brunneola</i>	Bräunliche Stecknadelflechte	☐	☐
<i>Chaenotheca xyloxena</i>	Holz-Stecknadelflechte	☐	
<i>Lecanora saligna</i>	Weiden-Kuchenflechte	☐	☐
<i>Leptogium subtile</i>	Zarte Gallertflechte	☐	☐
<i>Micarea misella</i>	Armselige Krümflechte	☐	☐
<i>Mycocalicium subtile</i>	Nicht lichenisierter Pilz	☐	
<i>Peltigera horizontalis</i>	Flache Schildflechte		☐
<i>Placynthiella dasaea</i>	Feine Schwarznapfflechte	☐	☐
<i>Thelocarpon epibolum</i>	Gallertige Zitzenfruchtflechte		☐
<i>Thelocarpon intermediellum</i>	Mittlere Zitzenfruchtflechte	☐	☐
<i>Thelocarpon lichenicola</i>	Nicht lichenisierter Pilz		☐
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	Veränderliche Trapelie		☐

Foto 6

Peltigera praetextata auf stark bemoostem, liegendem Totholz; 20.03.2012



Tabelle 8 Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten auf Totholz

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Häufigkeit Lorraine
<i>Absconditella delutula</i>	Unscheinbare Wachsflechte	RR
<i>Absconditella lignicola</i>	Holz-Wachsflechte	RR
<i>Bacidina sulphurella</i>	Schwefelgelbe Stäbchenflechte	RR
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	Schwefelgelbe Stecknadelflechte	neu Lorraine
<i>Chaenotheca brunneola</i>	Bräunliche Stecknadelflechte	RRR
<i>Chaenotheca xyloxena</i>	Holz-Stecknadelflechte	RRR
<i>Leptogium subtile</i>	Zarte Gallertflechte	RR
<i>Micarea misella</i>	Armselige Krümflechte	RR
<i>Micarea viridileprosa</i>	Grünmehlige Krümflechte	RR
<i>Mycocalicium subtile</i>	Nicht lichensierter Pilz	neu Luxemburg
<i>Sclerophora amabilis</i>	Liebliche Staubkopfflechte	neu Luxemburg
<i>Thelocarpon epibolum</i>	Gallertige Zitzenfruchtflechte	RR
<i>Thelocarpon intermediellum</i>	Mittlere Zitzenfruchtflechte	neu Lorraine
<i>Thelocarpon lichenicola</i>	Nicht lichensierter Pilz	neu Lorraine

Innerhalb der Waldbestände des Naturwaldreservates „Haard“ konnten keinerlei bodenbewohnende Flechtenarten festgestellt werden. Dies ist einerseits auf die geringe Belichtung in den Beständen infolge des überwiegend dichten Kronendaches, andererseits auf die weithin den Waldboden bedeckende Laubstreu zurückzuführen. Es fehlen konkurrenzschwache Standorte wie durch Windverblasung ausgehagerte Stellen, flachgründige Böden oder ehemalige Bodenverwundungen (z.B. alte Fahrspuren), wodurch den gegenüber den konkurrenzstärkeren Gefäßpflanzen unterlegenen epigäischen Flechtenarten kleinflächig Wuchsmöglichkeiten eingeräumt würden. Entsprechende Stellen gibt es ausschließlich am steil nach Nordwesten abfallenden Gebietsrand im Nordostteil des Naturwaldreservates, wo *Peltigera hymenina* (Salat-Schildflechte) und *P. praetextata* (Verzierte Hundsflechte) vorkommen. Durch umgefallene Bäume entstandene Wurzelteller sind zwar stellenweise vorhanden, doch konnten auch dort keine bodenbewohnenden Flechtenarten festgestellt werden.

Etwas günstiger stellen sich demgegenüber die Wuchsbedingungen für gesteinsbewohnende (epilithische) Flechtenarten dar. Auf kleinen, am Boden liegenden Steinen und im Bereich der Felswände am Nordostrand des Gebietes wurden insgesamt 20 Arten nachgewiesen. Auf kalkbeeinflussten Gesteinen kommen Arten wie *Bacidina arnoldiana* (Arnolds Stäbchenflechte), *Bilimbia sabuletorum* (Sand-Stäbchenflechte), *Caloplaca chrysodeta* (Staubiger Schönfleck), *Protoblastenia rupestris* (Felsen-Triebflechte) oder *Verrucaria nigrescens* (Schwärzliche Warzenflechte) vor. Auf den zahlreichen kleinen Steinen innerhalb des Waldes bzw. im Bereich von Wurzeltellern wurden neben selten gefundenen Arten wie *Absconditella delutula* (Unscheinbare Wachsflechte) oder *Thelocarpon magnussonii* (Magnussons Zitzenfruchtflechte) insbesondere pyrenocarpe Flechtenarten (mit Perithezien als Fruchtkörpern) festgestellt, wie z. B. *Thelidium minutulum* (Winzige Zitzenflechte), *Verrucaria dolosa* (Trägerische Warzenflechte) oder *V. muralis* (Übersehene Warzenflechte).

Foto 7

Wurzelteller mit kleinen Steinen; 13.08.2012



Foto 8

Pleurosticta acetabulum (Essigflechte); 14.08.2012



3.1.3 Flechtenarten im Kronenbereich der Bäume

Der Kenntnisstand zum Vorkommen von Flechten im Kronenraum mitteleuropäischer Laubwälder ist sehr gering, da es nur vergleichsweise wenige wissenschaftliche Untersuchungen zu diesem Thema gibt (z. B. JOHN & SCHRÖCK 2001, CEZANNE & EICHLER 2012). Anders als am Mittelstamm kann die Erfassung des Flechtenbewuchses der Baumkronen in einem Naturwaldreservat nicht standardisiert durchgeführt werden, da – im Gegensatz zu Wirtschaftswäldern – keine Baumfällungen durchgeführt werden. Im Verlauf der Geländebegehungen fanden sich jedoch gelegentlich umgestürzte Bäume oder am Boden liegende, aus dem Kronenbereich stammende Äste, die auf ihren Flechtenbewuchs hin untersucht werden konnten. 14 Flechtenarten wurden im Naturwaldreservat „Haard“ ausschließlich im Kronenbereich beobachtet, wobei die meisten Nennungen auf die Hauptbaumart Buche entfallen.

Auffallend ist der deutlich höhere Anteil an Blatt- und Strauchflechten unter den überwiegend im Kronenbereich wachsenden Flechtenarten gegenüber der Gesamtheit der an den Stämmen wachsenden Arten. Dies ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf das im Bestandesinneren der Wälder geringere Lichtangebot zurückzuführen. Demgegenüber sind die Lichtverhältnisse im Kronenbereich wesentlich günstiger für das Wachstum von Blatt- und Strauchflechten; entsprechendes gilt für die Versorgung mit Nährstoffen, die bei epiphytischen Flechten ausschließlich über die umgebende Luft erfolgt.

Tabelle 9 Überwiegend auf Ästen aus dem Kronenbereich gefundene Blatt- und Strauchflechten

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Buche	Eiche	Weide	Lärche	Esche	Ahorn	Feldahorn	Kirsche	Fichte	Robinie
<i>Evernia prunastri</i>	Eichenmoos, Pflaumenflechte	|	|	|		|		|		|	
<i>Flavoparmelia caperata</i>	Caperatflechte	|	|	|							
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	Anliegende Schwielenflechte	|									
<i>Hypogymnia physodes</i>	Gewöhnliche Blasenflechte	|	|	|	|			|	|		
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	Röhrige Blasenflechte	|		|	|		|				
<i>Hypotrachyna afrorevoluta</i>	Afrikanische Schüsselflechte	|	|	|	|				|		
<i>Melanelixia subaurifera</i>	Gold-Schüsselflechte	|	|	|							
<i>Melanohalea exasperata</i>	Raue Schüsselflechte	|				|	|	|			
<i>Melanohalea exasperatula</i>	Spatel-Schüsselflechte	|	|		|	|	|			|	
<i>Parmelia submontana</i>	Verdrehte Schüsselflechte	|									
<i>Parmelina pastillifera</i>	Kügelchen-Schüsselflechte	|	|	|							
<i>Parmelina quercina</i>	Eichen-Schüsselflechte	|									
<i>Parmotrema perlatum</i>	Breitlappige Schüsselflechte				|		|				
<i>Physcia aipolia</i>	Ziegen-Schwielenflechte	|	|	|		|					
<i>Physcia stellaris</i>	Sternflechte	|	|	|	|	|	|	|			|
<i>Platismatia glauca</i>	Blaugraue Tartschenflechte	|	|								
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	Essigflechte	|				|					
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Gabelflechte	|			|						
<i>Punctelia jeckeri</i>	Krausblättrige Schüsselflechte			|							
<i>Punctelia subrudecta</i>	Punktierte Schüsselflechte	|		|	|			|			
<i>Xanthoria parietina</i>	Wand-Gelbflechte	|	|		|	|	|	|	|	|	|
<i>Xanthoria polycarpa</i>	Vielfrüchtige Gelbflechte	|	|		|	|			|		|

Als flechtenfloristische Besonderheiten sind aus dieser Liste zu nennen die im Großherzogtum Luxemburg selten beobachteten Arten *Hyperphyscia adglutinata* (Anliegende Schwielenflechte), *Melanohalea exasperata* (Raue Schüsselflechte), *Parmelia submontana* (Verdrehte Schüsselflechte) und *Parmelina quercina* var. *quercina* (Eichen-Schüsselflechte). Die Blattflechte *Parmelina quercina*, eine charakteristische Art wintermilder Gebiete, wurde erst vor wenigen Jahren in Luxemburg wiedergefunden und besitzt nach den aktuellen Befunden eine bedeutende, individuenreiche Population in den Buchenkronen im Ostteil des Naturwaldreservates.

Foto 9

Parmelia submontana (Verdrehte Schüsselflechte); 14.08.2012

3.1.4 Häufigkeit der Arten im Gebiet

Die Häufigkeit der Arten im Gebiet wird in der Gesamtartenliste mittels einer 5-stufigen Skala dargestellt (vergl. Tabelle 10). Hierzu wurden sowohl die Beobachtungen im Gesamtgebiet als auch die Ergebnisse aus den Stichprobenkreisen berücksichtigt. Die vorgenommenen artbezogenen Einstufungen für das Gesamtgebiet sowie für die besiedelten Substrate sind in der Gesamtartenliste in Kapitel 8 aufgeführt.

Abbildung 6
Häufigkeit der Arten im Gebiet

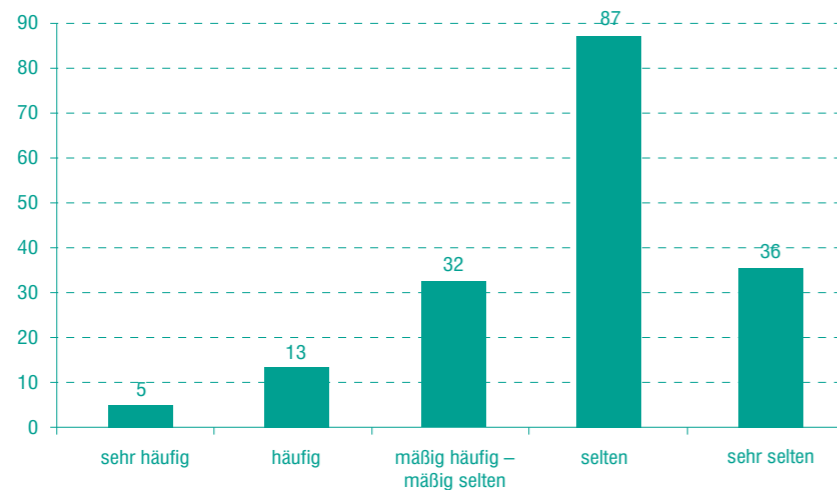


Tabelle 10 Häufigkeit der Arten im Gebiet

Häufigkeit im Gebiet	Anzahl der Wuchsorte	Anzahl der Arten	Anteil [%]
sehr häufig	in 55 – 65 Probekreisen	5	2,9
häufig	in 34 – 54 Probekreisen	13	7,5
mäßig selten – mäßig häufig	in 7 – 33 Probekreisen	32	18,5
selten	in 2 – 6 Probekreisen	87	50,3
sehr selten	1 Wuchsort	36	20,8
		173	100,0

Gut 70 % der Arten im Naturwaldreservat „Haard“ sind nach den Ergebnissen der aktuellen Untersuchungen als „sehr selten“ mit nur einem Wuchsort im Gebiet bzw. „selten“ mit nur wenigen Vorkommen im Gebiet zu bezeichnen und nur bei gezielter Nachsuche an potenziellen Wuchsorten zu finden. Dieses Ergebnis korrespondiert mit dem Eindruck, den Besucher des Naturwaldreservates erhalten – auf den ersten Blick sind die Flechten im Natur-

waldreservat „Haard“ nicht besonders augenfällig. Am auffälligsten sind graue Überzüge oder helle Flecken an den Baumstämmen, die in den meisten Fällen durch die Besiedlung mit *Lepraria incana* (Graue Lepraflèche), *L. lobifigans* (Lappige Lepraflèche) oder *Phlyctis argena* (Weiße Blatternflechte) hervorgerufen werden. Die für das Gebiet ermittelte Verteilung der Häufigkeiten der Flechtenarten zeigt zudem, dass nur wenige Arten regelmäßig

Tabelle 11 Die 10 häufigsten Arten im Gebiet – alphabetisch geordnet

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name
<i>Anisomeridium polypori</i>	Spitzkegel-Schiefkernflechte
<i>Arthonia didyma</i>	Zweizellige Fleckflechte
<i>Lepraria incana</i>	Graue Lepraflèche
<i>Lepraria lobifigans</i>	Lappige Lepraflèche
<i>Melanelixia glabratula</i>	Glatte Schüsselflechte
<i>Micarea prasina s.l.</i>	Lauchgrüne Krümel flechte
<i>Parmelia sulcata</i>	Furchen-Schüsselflechte
<i>Phlyctis argena</i>	Weiße Blatternflechte
<i>Physcia tenella</i>	Zarte Schwielenflechte
<i>Porina aenea</i>	Kupferfarbige Kernflechte

im Gebiet anzutreffen sind. Lediglich gut 10 % der Arten (18 von 173) können als „häufig“ bis „sehr häufig“ gelten.

Unter den zehn häufigsten Arten befinden sich mit *Melanelixia glabratula* (Glatte Schüsselflechte), *Parmelia sulcata* (Furchen-Schüsselflechte) und *Physcia tenella* (Zarte Schwielenflechte) auch drei Blattflechten.

3.1.5 Häufigkeit der Arten in der Luxemburger Region Lorraine

Für Luxemburg liegt bislang keine Rote Liste zur Einstufung der Gefährdung von Flechtenarten vor. Im Internet existiert jedoch für Luxemburg, Belgien und Nordfrankreich eine Checkliste der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze (DIEDERICH, ERTZ, STAPPER, SÉRUSIAUX, VAN DEN BROECK, VAN DEN BOOM & RIES: The lichens and lichenicolous fungi of Belgium, Luxembourg and northern France), deren Inhalte von Paul Diederich regelmäßig an den aktuellen Kenntnisstand angepasst werden. (Die in dieser Arbeit zitierten Angaben wurden am 15. November 2012 entnommen.) Diese Internetseite enthält auch artbezogene Häufigkeitsangaben für die jeweiligen pflanzengeographischen

Tabelle 12 Erläuterung der von DIEDERICH et al. (2012) 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 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
CC	sehr häufig	von 75 – 100 % der IFBL-Rasterflächen bekannt

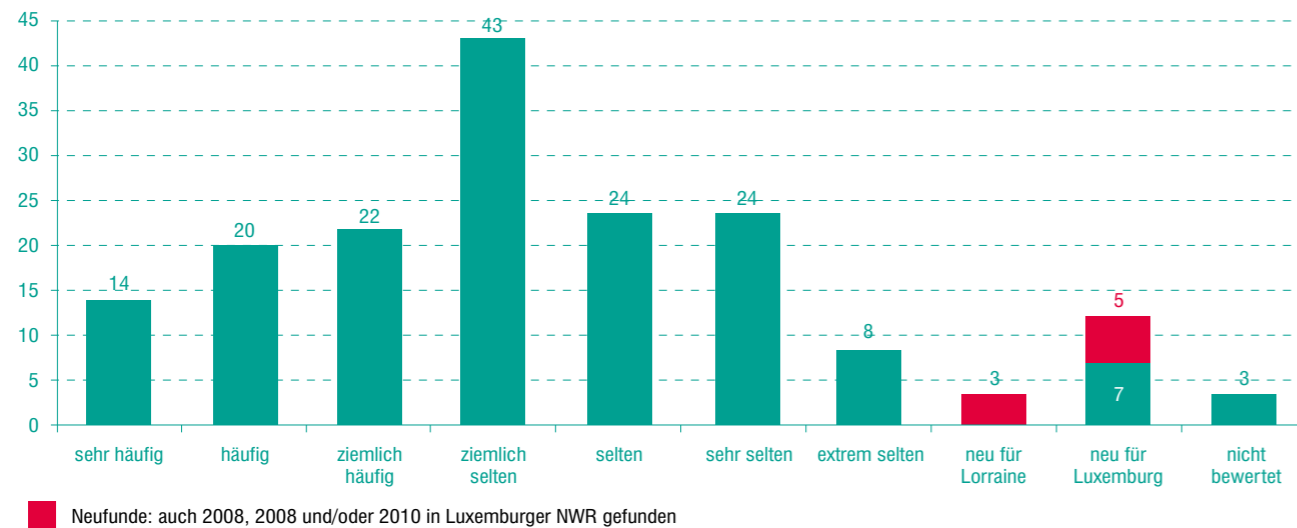
Regionen. Innerhalb von Luxemburg werden zwei Räume unterschieden: im Norden die Ardennen und im Süden die Region Lorraine. Das Naturwaldreservat „Haard“ liegt in der Region Lorraine.

Hierdurch ist es möglich, die Häufigkeitsangaben für die innerhalb des Naturwaldreservates nachgewiesenen Arten in Beziehung zu ihrer derzeit bekannten Verbreitung innerhalb der Luxemburger Region Lorraine zu setzen. Dementsprechend werden die Häufigkeitseinschätzungen für Lorraine auch in der Gesamtartenliste sowie in einigen substratspezifischen Artenlisten im Text angeführt.

Das folgende Diagramm zeigt für die im Naturwaldreservat „Haard“ festgestellten Arten die Verteilung der Häufigkeiten für die Region Lorraine nach DIEDERICH et al. (2012). Es zeigt sich, dass bezogen auf die Luxemburger Region Lorraine relativ wenige Arten im Naturwaldreservat „Haard“ als „extrem selten“ oder „sehr häufig“ gelten und die größte Artensumme auf die mittlere Häufigkeitskategorie „ziemlich selten“ entfällt.

Abbildung 7

Verteilung der Häufigkeit der Arten in Lorraine (nach DIEDERICH et al. 2012)



Nach DIEDERICH et al. (2012) stellen sieben der 173 im Naturwaldreservat „Haard“ beobachteten Arten Neufunde für das Großherzogtum Luxemburg dar; ein flechtenbewohnender Pilz (*Telogalla olivieri*) wurde erstmals seit der Mitte des 19. Jahrhunderts in Luxemburg wieder nachgewiesen (siehe Tabelle 13).

Der bemerkenswerteste Fund ist die auf stehendem (Buchen-)Totholz sowie am Stamm von Esche beobachtete „Stecknadelflechte“ *Sclerophora amabilis* (Liebliche Staubkopfflechte). Diese Art kommt nach TIBELL (1999) in Europa nur in Dänemark, im südlichen Schweden und in Norwegen vor und war bislang aus Mitteleuropa noch nicht bekannt.

Foto 10

Sclerophora amabilis (Liebliche Staubkopfflechte); 19.03.2012



Hinzu kommen noch neun Arten, die formal ebenfalls Neu- oder Wiederfunde für Luxemburg bzw. die Region Lorraine darstellen, aber bereits 2008 im Naturwaldreservat „Laangmuer“ (EICHLER & CEZANNE 2009), 2009 in den NWR „Beeteburger Bësch“ (CEZANNE & EICHLER 2009) und „Enneschte Bësch“ (EICHLER & CEZANNE 2011) oder 2010 im NWR „Grouf“ (CEZANNE & EICHLER 2010) nachgewiesen wurden.

Tabelle 13 Neu- und Wiederfunde im Naturwaldreservat „Haard“

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Neu- / Wiederfund
<i>Actinocladium rhodosporum</i>	Flechtenbewohnender Pilz	Neufund für Luxemburg
<i>Biatora efflorescens</i>	Gelbliche Stäbchenflechte	Neufund für Luxemburg
<i>Caloplaca cerinelloides</i>	Achtsporiger Wachs-Schönfleck	Neufund für Luxemburg
<i>Melaspilea bagliettoana</i>	Fakultativ lichenisierter Pilz	Neufund für Luxemburg
<i>Sclerophora amabilis</i>	Liebliche Staubkopfflechte	Neufund für Luxemburg
<i>Strangospora deplanata</i>	Flache Rundsporflechte	Neufund für Luxemburg
<i>Telogalla olivieri</i>	Flechtenbewohnender Pilz	Wiederfund für Luxemburg
<i>Usnea glabrescens</i> var. <i>glabrescens</i>	Kahle Bartflechte	Neufund für Luxemburg
2008, 2009 bzw. 2010 in den NWR „Laangmuer“, „Enneschte Bësch“, „Beeteburger Bësch“ und „Grouf“ nachgewiesene Arten		
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	Schwefelgelbe Stecknadelflechte	Neufund für Lorraine
<i>Chaenotheca xyloxena</i>	Holz-Stecknadelflechte	Wiederfund für Lorraine
<i>Lecania croatica</i>	Kroatische Lecanie	Neufund für Luxemburg
<i>Melaspilea proximella</i>	Fakultativ lichenisierter Pilz	Neufund für Luxemburg
<i>Mycocalicium subtile</i>	Nicht lichenisierter Pilz	Neufund für Luxemburg
<i>Parmelina quercina</i> var. <i>quercina</i>	Eichen-Schüsselflechte	Neufund für Luxemburg
<i>Thelocarpon intermediellum</i>	Mittlere Zitzenfruchtflechte	Neufund für Lorraine
<i>Thelocarpon lichenicola</i>	Nicht lichenisierter Pilz	Neufund für Lorraine
<i>Thelocarpon magnussonii</i>	Magnussons Zitzenfruchtflechte	Neufund für Luxemburg

Graphis betulina (Birken-Schriftflechte) und *G. pulverulenta* (Bereifte Schriftflechte), die erst seit der Arbeit von NEUWIRTH & APTROOT (2011) von *Graphis scripta* unterschieden werden, sind in DIEDERICH et al. (2012) noch nicht berücksichtigt, kommen aber beide innerhalb Luxemburgs vor. Ähnlich verhält es sich mit *Lecanora subrugosa* (Runzelige Kuchenflechte), die in Luxemburg bislang nicht von *Lecanora argentata* (Silbrige Kuchenflechte) getrennt wurde.

3.1.6 Gesetzlich geschützte Flechtenarten

Nach Artikel 1 und 2 der großherzoglichen Verordnung vom 8. Januar 2010 (LE MINISTRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES INFRASTRUCTURES 2010) zum gesetzlichen Schutz wildlebender Pflanzenarten unterliegen sämtliche gesteinsbewohnenden Flechtenarten des Luxemburger Sandsteins sowie alle Arten des Anhangs A einem gesetzlichen Schutz. Im Naturwaldreservat „Haard“ betrifft dies die nachfolgend aufgeführten acht Flechtenarten, deren festgestellte Vorkommen im Gebiet in **Abbildung 8** dargestellt sind.

Foto 11

Graphis betulina (Birken-Schriftflechte); 13.05.2012

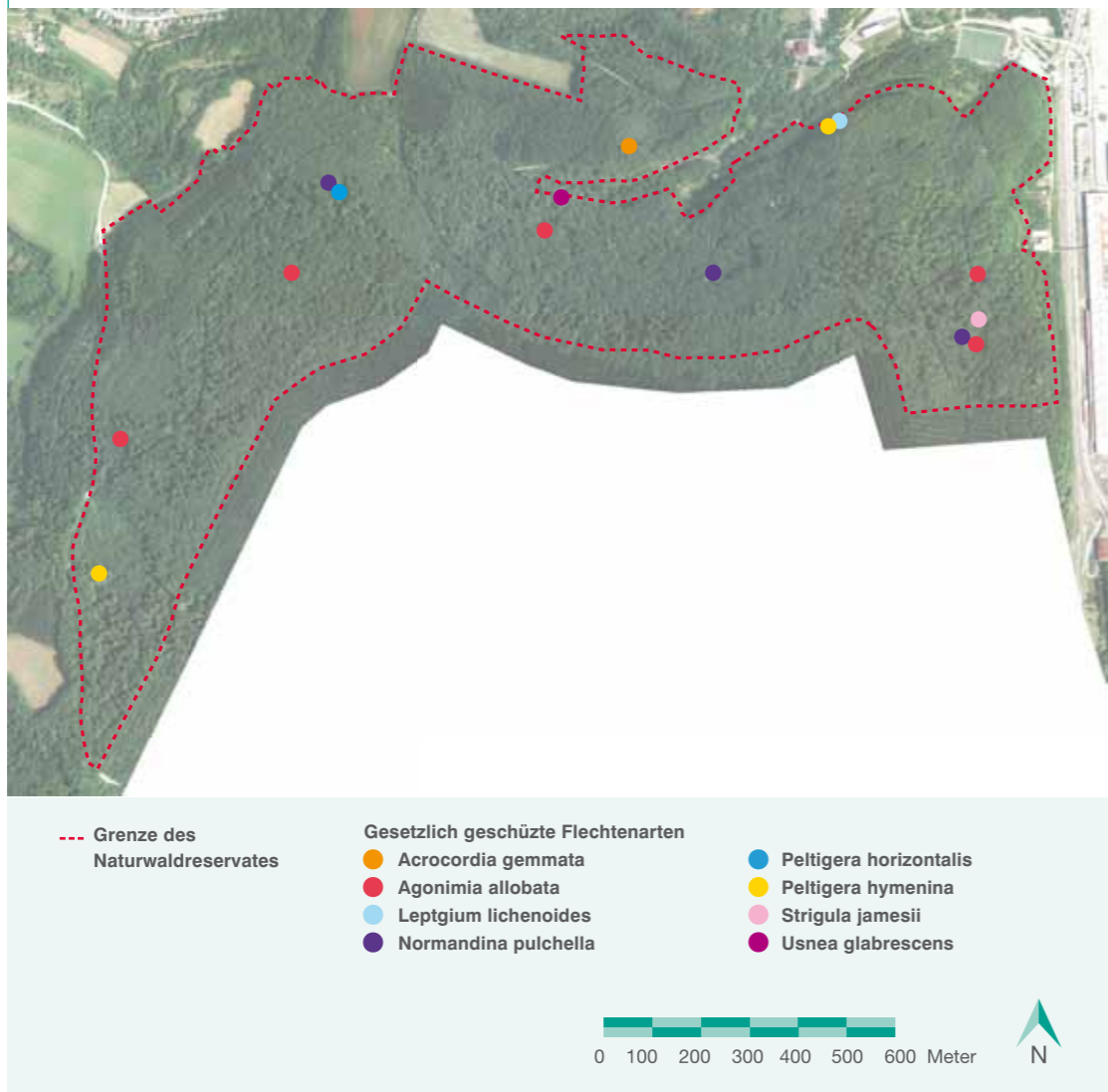


Tabelle 14 Gesetzlich geschützte Flechtenarten im Naturwaldreservat „Haard“

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Häufigkeit in Lorraine
<i>Acrocordia gemmata</i>	Perlen-Herzflechte	R
<i>Agonimia allobata</i>	Gelappte Tönnchenflechte	RR
<i>Leptogium lichenoides</i>	Gefranste Gallertflechte	R
<i>Normandina pulchella</i>	Schönes Muschelschüppchen	RR
<i>Peltigera horizontalis</i>	Flache Schildflechte	AR
<i>Peltigera hymenina</i>	Salat-Schildflechte	R
<i>Strigula jamesii</i>	James' Furchenflechte	RR
<i>Usnea glabrescens</i> var. <i>glabrescens</i>	Kahle Bartflechte	neu Luxemburg

Abbildung 8

Vorkommen von gesetzlich geschützten Flechtenarten im Naturwaldreservat „Haard“



BD-L-TC & BD-L-ORTHO: Origine Cadastre: Droits réservés à l'état du Grand Duché de Luxembourg (2010) - Copie et reproduction interdites

Sechs der acht gesetzlich geschützten Flechtenarten sind im Großherzogtum Luxemburg als „selten“ oder „sehr selten“ eingestuft; eine Sippe (*Usnea glabrescens* var. *glabrescens*) war bislang aus Luxemburg noch nicht bekannt. Lediglich *Peltigera horizontalis* (Flache Schildflechte) ist vergleichsweise weit verbreitet und gilt in der Luxemburger Region Lorraine als „ziemlich selten“. Innerhalb des Naturwaldreservates „Haard“ wurden die Arten nur an einigen wenigen Stellen oder sogar nur einmal beobachtet (überwiegend an Buche und Eiche).

3.2 | Ergebnisse der Untersuchungen in den Stichprobenkreisen

3.2.1 Artendiversität

Der Vergleich der Artenzahlen pro Probekreis – ohne Einbeziehung der zufälligen Funde aus dem Kronenbereich – zeigt, dass diese Zahl stark schwankt. Die Gesamtartenzahlen liegen zwischen 10 und 36 Flechtenarten (vergl. **Abbildung 9**), die mittlere Artenzahl beträgt 21. Die Unterschiede stellen sich noch größer dar, wenn man die jeweiligen zufälligen Funde aus dem Kronenbereich mit berücksichtigt; die höchste Artenzahl pro Stichprobenkreis liegt dann bei 48 (ohne flechtenbewohnende Pilze) im Stichprobenkreis 30.

Abbildung 9

Artenzahl (ohne Kronenraum) in den Stichprobenkreisen



BD-L-TC & BD-L-ORTHO: Origine Cadastre: Droits réservés à l'état du Grand Duché de Luxembourg (2010) - Copie et reproduction interdites

Ein deutliches räumliches Verteilungsmuster bezüglich der Artenzahlen ist nicht erkennbar. Allerdings scheinen die Flächen im zentralen Bereich etwas artenärmer zu sein. Die Ursache des variablen Arteninventars ist sicherlich

in verschiedenen Dinge zu suchen, wie der unterschiedlichen Gehölzartenausstattung, der Diversität der Wuchsorte, dem jeweiligen Bestandalter oder den im Bestand vorherrschenden Lichtverhältnissen.

Abbildung 10
Artenzahlen in den Probekreisen

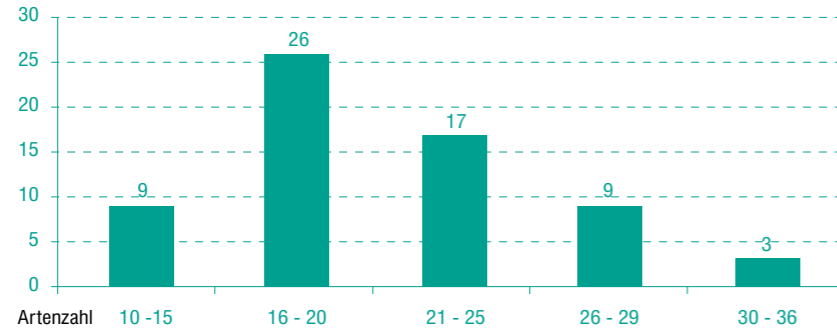
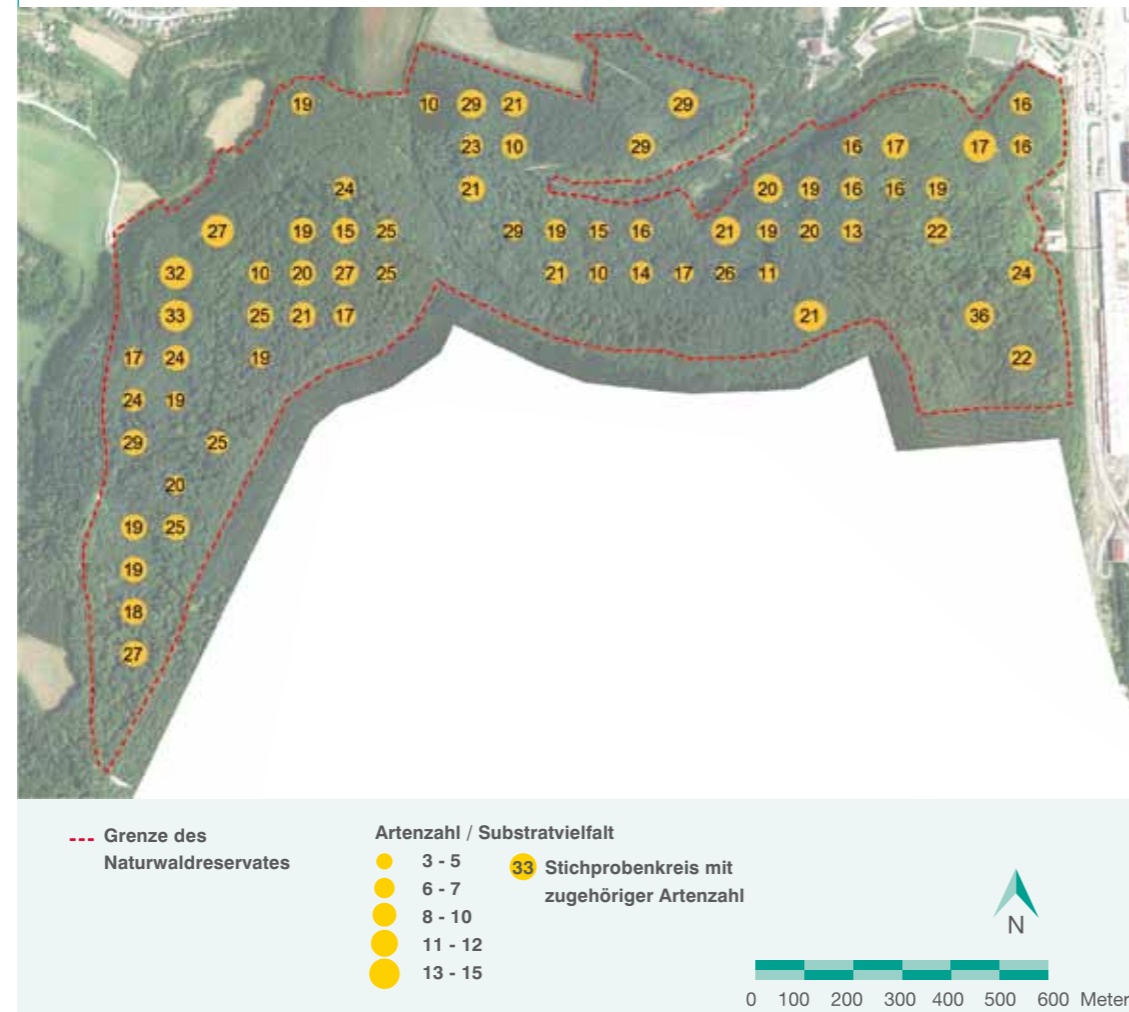
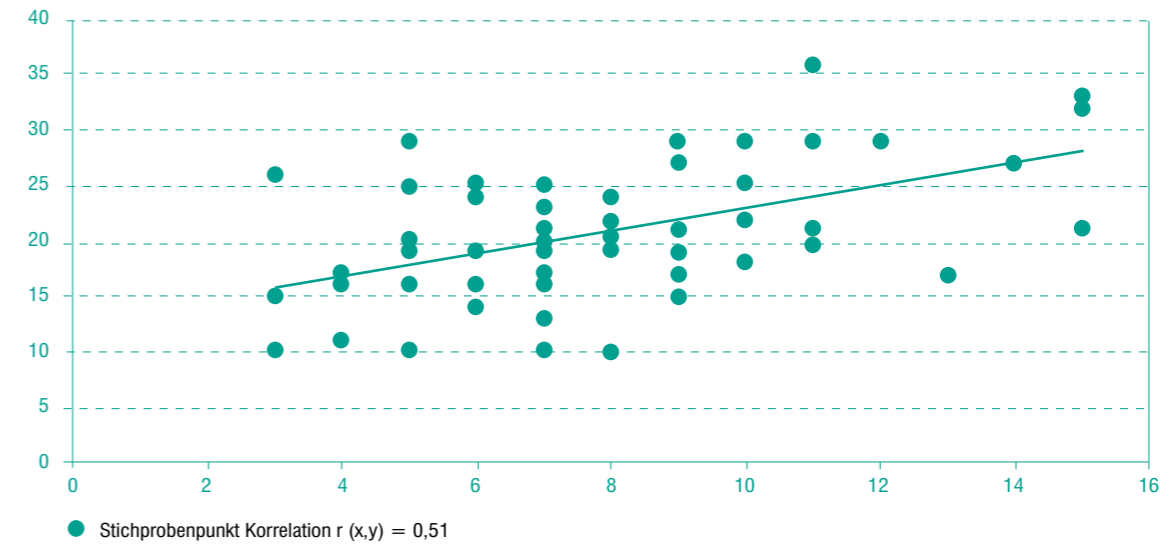


Abbildung 11
Artenzahl und Anzahl der von Flechten besiedelten Substrate in den Stichprobenkreisen



Innerhalb der Stichprobenkreise wurden unterschiedlich viele Substrate (Gehölzarten, stehendes und liegendes Totholz etc.) festgestellt. Die Anzahl der Substrate schwankt zwischen dem Minimalwert 3 und dem höchsten Wert 15. Im Mittel wurden 8 von Flechten besiedelte Substrate registriert. Die hinsichtlich der Substrate vielfältigsten Probekreise sind die Nrn. 35, 47 und 51 im Nordwesten. Diese Stichprobenkreise weisen auch hohe Gesamtartenzahlen auf. Eine signifikante positive Korrelation ($r > 0,5$) zwischen Substratdiversität und Gesamtartenzahl kann für das Gebiet ebenso wie schon für die Luxemburger Naturwaldreservate „Laangmuer“ (EICHLER & CEZANNE 2009) und „Beetebueger Bësch“ (CEZANNE & EICHLER 2009) festgestellt werden.

Abbildung 12
Korrelation: Anzahl der Substrate - Anzahl der Arten



3.2.2 Arteninventar der Monitoringbäume

In 54 Stichprobenkreisen konnte eine Buche als Monitoringbaum aufgenommen werden. Die Erfassung des Flechtenarteninventars der im jeweiligen Stammverteilungsplan markierten Buchen soll als Grundlage für zukünftige Untersuchungen zur Entwicklung der Flechtenvegetation dienen. Insgesamt wurden an den ausgewählten Bäumen 44 Flechtenarten festgestellt. Das ist etwas mehr als ein Viertel aller im Gebiet gefundenen Flechtenarten. Im Mittel wurden 9 Arten pro Baum gefunden (Spanne 3–18).

Unter den 10 häufigsten an den Monitoringbäumen festgestellten Arten befinden sich zwar auch vier Blattflechtenarten, jedoch sind die drei ersten Arten der Rangliste in Tabelle 15 Krustenflechten. Interessanterweise standen diese drei Arten auch im Naturwaldreservat Grouf an erster Stelle, wenn auch in einer anderen Reihenfolge.

Tabelle 15 Die zehn häufigsten Flechtenarten an Buchenstämmen bis 2 m Höhe

Wissenschaftlicher Artname	Rang	Deutscher Name
<i>Porina aenea</i>	1	Kupferfarbige Kernflechte
<i>Phlyctis argena</i>	2	Weißer Blätterflechte
<i>Lepraria incana</i>	3	Graue Lepraflechte
<i>Micarea prasina s.l.</i>	4	Lauchgrüne Krümflechte
<i>Physcia tenella</i>	5	Zarte Schwielflechte
<i>Melanelixia glabrata</i>	6	Glatte Schüsselflechte
<i>Arthonia didyma</i>	7	Zweizellige Fleckflechte
<i>Scoliciosporum umbrinum</i>	8	Braune Krümmsporflechte
<i>Candelariella reflexa</i>	9	Sorediöse Dotterflechte
<i>Parmelia sulcata</i>	10	Furchen-Schüsselflechte

Für die Buche wurde bereits in anderen Buchenwaldgebieten festgestellt, dass die mittlere Artenzahl des Flechtenbewuchses an Buchenstämmen mit zunehmendem Alter (größerem Stammumfang bzw. Brusthöhendurchmesser = BHD) zunimmt. Diese Aussage konnte auch durch die Aufnahmen an den Monitoringbäumen im Naturwaldreservat „Haard“ – zumindest bis zu einem Stammumfang von 250 cm – bestätigt werden. Die dicksten unter-

suchten Buchenstämmen waren dagegen durch keinen auffälligen Artenreichtum gekennzeichnet. Diese Beobachtung sollte bei Folgestudien weiter untersucht werden. Um sicher zu gehen, dass es sich nicht nur um ein zufälliges Ergebnis aufgrund einer zu geringen Stichprobenzahl handelt, müssten gezielt weitere Bäume mit einem sehr großen Stammumfang untersucht werden.

Tabelle 16 Mittlere Artenzahl an Buchenstämmen (bis ca. 2 m Höhe)

Umfang [cm]	BHD [cm]	Anzahl der Bäume	Mittlere Artenzahl	Min. Artenzahl	Max. Artenzahl
(80) 100 – 150	32,0 – 47,8	24	8,3	3	16
151 – 200	47,9 – 63,0	13	8,8	5	14
201 – 250	64,0 – 79,0	12	10,9	7	18
251 – 300 (322)	80,0 – 99,0	5	7,8	6	11
80 – 303	32,0 – 95,0	54	9,0	3	18

Tabelle 17 Mittlere Artenzahl an Buchenstämmen (bis ca. 2 m Höhe) in Bezug zur Stammneigung

Gebiet	Anzahl der geraden Bäume	Mittlere Artenzahl	Anzahl der 1 – 10° geneigten Bäume	Mittlere Artenzahl	Anzahl der > 10° geneigten Bäume	Mittlere Artenzahl
„Haard“	37	8,8	15	8,5	2	14,5
„Beetebuenger Bäsch“	31	8,5	28	7,9	18	9,6

An den als Monitoringbäume ausgewählten Buchen wurde neben dem Gesamtarteninventar bis in 2 m Stammhöhe auch für vier Stammexpositionen (Haupt-Himmelsrichtungen) die

Frequenz (= Anzahl der besiedelten Gitterteilflächen) sämtlicher Flechtenarten mittels eines Frequenzrahmens in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3957 aufgenommen. Beispielhaft zeigen dies die folgenden vier Fotos des Monitoringbaumes von Stichprobenkreis 65.

Foto 12

Fotos der Aufnahmen am Monitoringbaum des Stichprobenkreises 65; 13.05.2012

Nord-Exposition**Ost-Exposition****Süd-Exposition****West-Exposition**

Auf der Basis dieser Erhebungen lassen sich z. B. die mittleren Artenzahlen in Bezug zu den vier Himmelsrichtungen auswerten und es lässt sich ermitteln, wie viele Flechtenarten in den verschiedenen Expositionen vorkommen.

Tabelle 18 Mittlere Flechtenartenzahlen der untersuchten Buchen in vier Expositionen

Exposition	Nord	Ost	Süd	West
	4,9	4,9	5,8	5,3

Foto 13

Lecidella scabra (Raue Schwarznapfflechte); 21.03.2012



Im Mittelstammbereich der Buche wurden die meisten Flechtenarten in Süd-Exposition angetroffen. Als Beispiel für eine im Naturwaldreservat „Haard“ bevorzugt in Südexposition wachsende Flechtenart sei hier *Lecidella scabra* (Raue Schwarznapfflechte) genannt (siehe Foto 13). In Nord- und Ostexposition liegen die errechneten mittleren Artenzahlen mit 4,9 am niedrigsten. In Nordexposition kommen 18 Arten (44 %) jener insgesamt 41 Flechtenarten, die innerhalb der Frequenzgitter beobachtet wurden, überhaupt nicht vor. Ebenso viele Arten sind in allen Expositionen wenigstens einmal gefunden worden.

3.2.3 Standortökologische Auswertungen

Für eine große Zahl der Flechtenarten liegen ökologische Zeigerwerte von WIRTH (2010) vor. Mittels der Zeigerwerte können Aussagen über die ökologischen Bedingungen am jeweiligen Standort getroffen werden. Die standardisierte Erfassung des Flechtenbewuchses an den Monitoringbäumen bietet eine gute Grundlage zur Ermittlung der mittleren (ungewichtete) Zeigerwerte nach WIRTH (2010). Das Ergebnis dieser Berechnung für die Standortfaktoren „Feuchte“, „Reaktion“ und „Nährstoff“ für die Stichprobenkreise, in denen Monitoringbäume aufgenommen wurden, ist in den Abbildung 13 – 15 wiedergegeben.

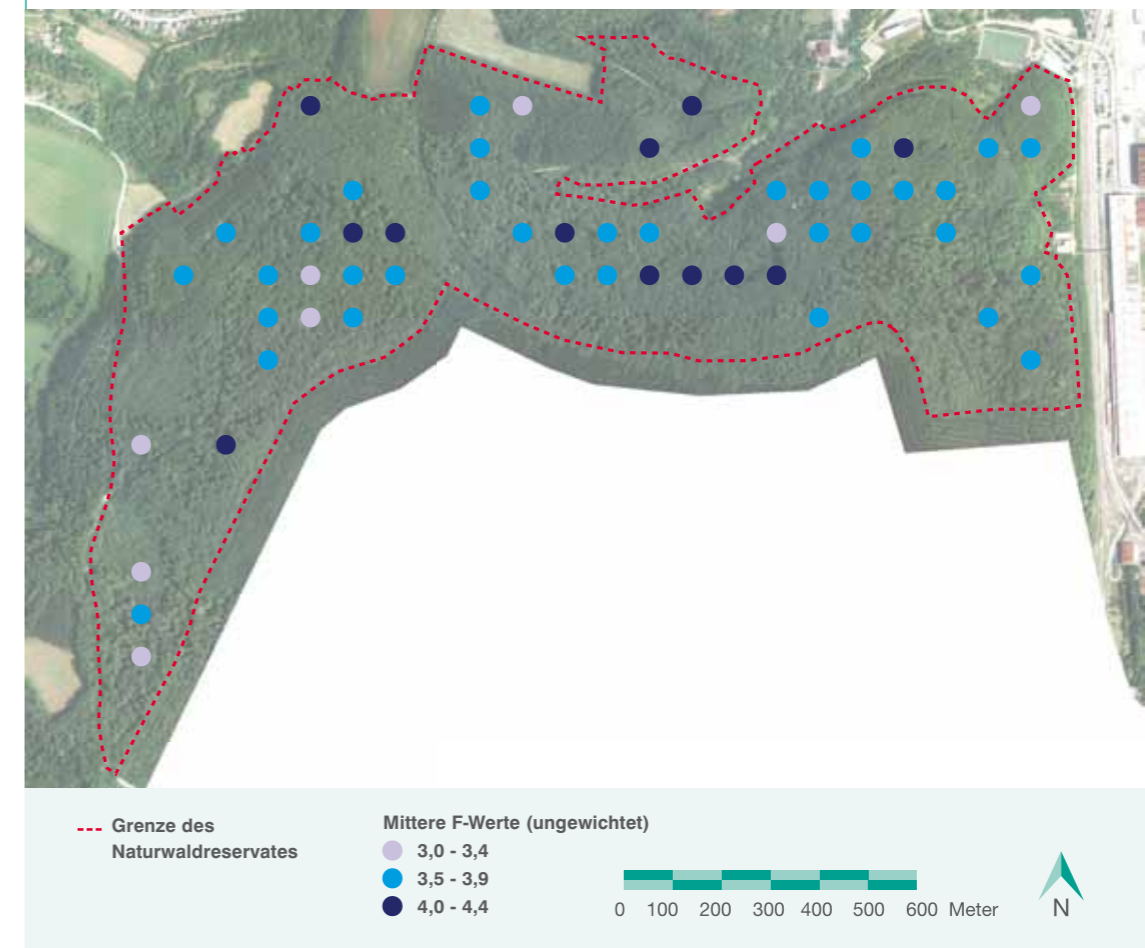
Die errechneten mittleren (ungewichteten) Zeigerwerte für den Standortfaktor „Feuchte“ liegen in einer Spanne von 3,3 – 4,4. Die dreistufig differenzierte Darstellung zeigt, dass die Feuchtwerte an den nordexponierten Hangbereichen des Gebietes zum Teil höher liegen als in den Kuppenlagen. Die niedrigsten Feuchtwerte – also die trockensten Standortverhältnisse – wurden für die exponierten, höher liegenden Bereiche ermittelt. Hierbei kommen nicht unterschiedliche Niederschlagsmengen zum Tragen sondern vermutlich die Tatsache, dass die Baumstämme in exponierten Lagen schneller abtrocknen als in windgeschützten Hanglagen.

Für die meisten Stichprobenkreise wurden Werte zwischen 3,5 und 3,9 errechnet. Um Vergleiche mit anderen Gebieten ziehen zu können, wurde zusätzlich ein Feuchte-Index für das Gesamtgebiet ermittelt. In diesen Wert werden alle im Gebiet angetroffenen Arten eingerechnet. Der Index kann als Vergleichswert zu anderen Gebieten herangezogen werden kann.

Feuchte-Index: 4,06

Abbildung 13

Mittlere ungewichtete F-Werte in den Stichprobenkreisen



BD-L-TC & BD-L-ORTH: Origine Cadastre. Droits réservés à l'état du Grand Duché de Luxembourg (2010) - Copie et reproduction interdites

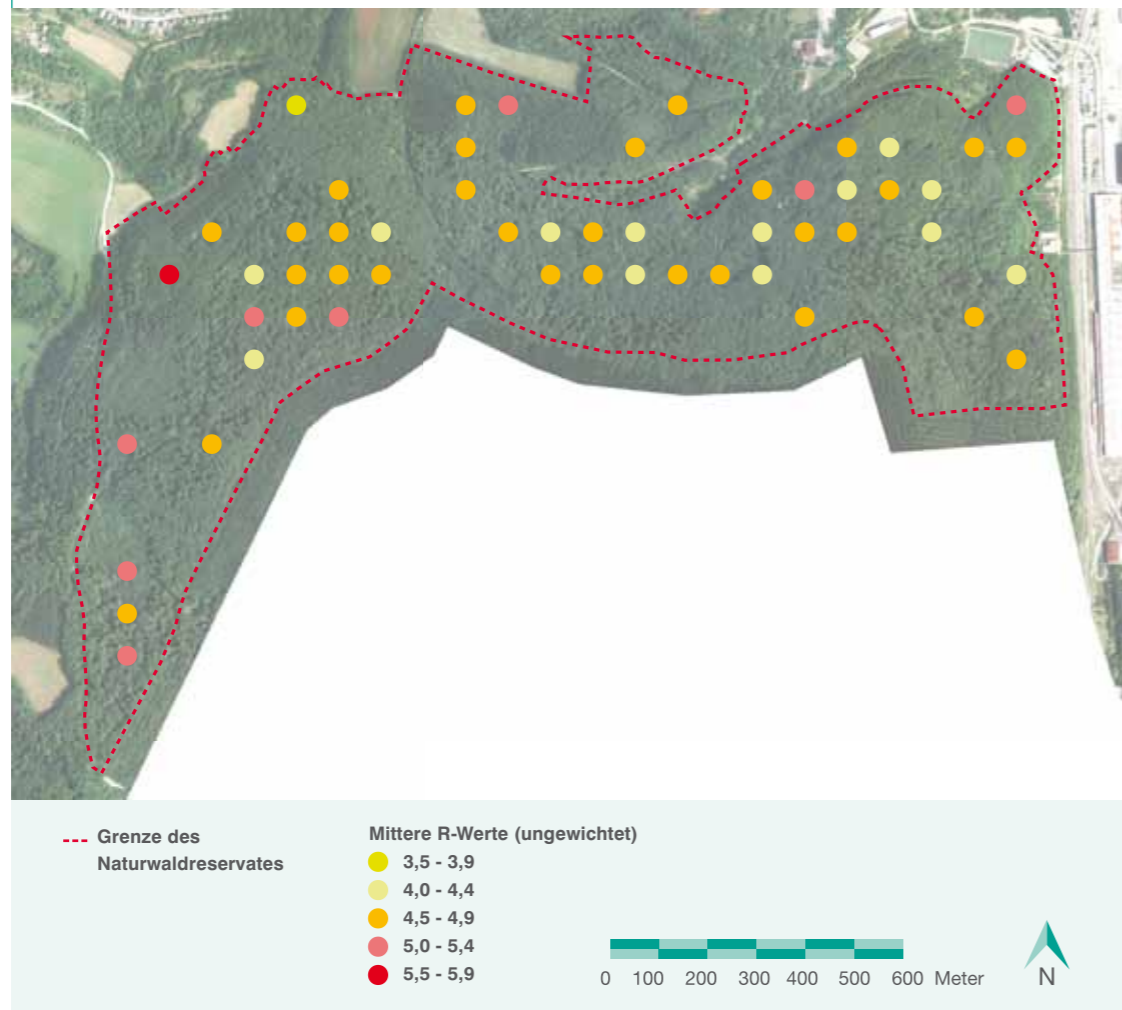
Die errechneten mittleren (ungewichteten) Zeigerwerte für den Standortfaktor „**Reaktion**“ weisen eine relativ große Spanne auf. Die Werte liegen zwischen 3,8 und 5,5 und wurden mittels einer fünfstufigen Skala dargestellt. In den Rand- und Höhenlagen sind die Werte tendenziell etwas höher als in den windgeschützten, nord- und ost-exponierten Hanglagen. Der höchste Wert wird im Nordwesten erreicht. Hier wirken sich sicherlich die Kalkstäube aus, die von dem von LKW befahrenen westlichen Randweg stammen. Entsprechendes gilt für sämtliche am Westrand des Gebietes liegende Punkte. Einen zusätzlichen Eintrag von basischen Stäuben durch landwirtschaftliche Nutzung könnte man im Westen des Gebietes vermuten. Im Nordosten könnten basische Stäube durch die benachbarte Siedlung in das Gebiet getragen werden.

Für vergleichende Betrachtungen mit anderen Waldbeständen kann man den für das gesamte Arteninventar des Gebietes errechneten Reaktions-Index heranziehen.

Reaktions-Index: 5,34

Der Index für das Naturwaldreservat „Haard“ liegt z.B. deutlich höher als der im Jahr 2010 ermittelte Wert von „Grouf“, der bei 5,06 lag.

Abbildung 14
Mittlere ungewichtete R-Werte in den Stichprobenkreisen



BD-L-TC & BD-L-ORTHO: Origine Cadastre: Droits réservés à l'état du Grand Duché de Luxembourg (2010) - Copie et reproduction interdites

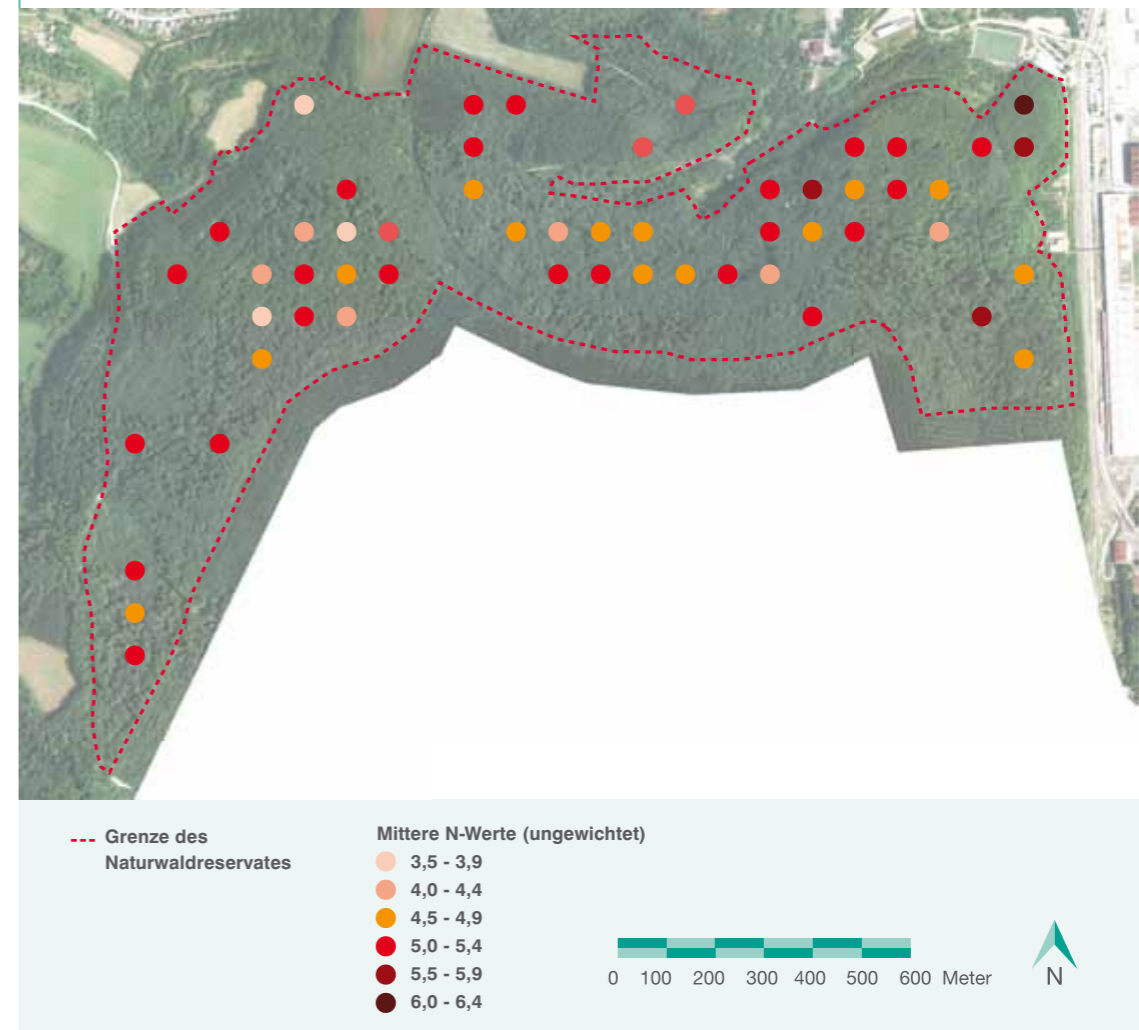
Die mittleren N- (Eutrophierungs-) Werte als Maß für die Düngungstoleranz schwanken zwischen 3,7 und 6,3. Den höchsten Wert erreicht der Stichprobenkreis 35 im Nordosten. Vermutlich erfolgt hier ein höherer Nährstoffeintrag durch die benachbarten Siedlungsflächen. Niedrigere Werte findet man überwiegend im zentralen Bereich des Waldes, insbesondere am „Kaleberg“. Offenbar wirken sich die eutrophierenden Einflüsse durch die Siedlung, landwirtschaftliche Flächen im Westen oder das

weiter südlich gelegene Steinbruchgelände hier nicht mehr so stark aus.

Eutrophierungs-Index: 4,76

Der für das Flechtenarteninventar des Naturwaldreservates errechnete Eutrophierungsindex liegt deutlich höher als der 2010 für das Gebiet „Grouf“ errechnete Wert (4,48).

Abbildung 15
Mittlere ungewichtete N-Werte in den Stichprobenkreisen



BD-L-TC & BD-L-ORTHO: Origine Cadastre: Droits réservés à l'état du Grand Duché de Luxembourg (2010) - Copie et reproduction interdites

Für 117 der im Naturwaldreservat „Haard“ vorgefundenen Flechtenarten liegen ökologische Zeigerwerte WIRTH (2010) vor. Die folgenden Diagramme stellen die jeweilige Anzahl der Arten mit einem zugewiesenen Wert (zwischen 1 und 9) dar.

Die Diagramme zeigen, dass Extreme anzeigende Arten für die Temperatur und Feuchte weitgehend fehlen. Die meisten Arten weisen für die Temperatur einen Wert zwischen 4 und 7 auf, mit einem deutlichen Schwerpunkt auf dem Wert 5. Eine bemerkenswerte Ausnahme ist das Vorkommen einer Art mit dem Zeigerwert 9. Es handelt sich um *Hyperphyscia adglutinata* (Anliegende Schwielenflechte), eine wärmeliebende, in Südeuropa häufig anzutreffende Art, die aktuell in Mitteleuropa in Ausbreitung begriffen ist. Im Naturwaldreservat wurde sie nur einmal im Kronenbereich einer Buche gefunden. Kältezeiger (Zeigerwerte 1 und 2) fehlen dagegen vollständig. Von den als Kühlezeiger eingestuft Arten (3) ist mit *Melanohalea exasperata* (Raue Schüsselflechte) lediglich eine Art im Gebiet vertreten.

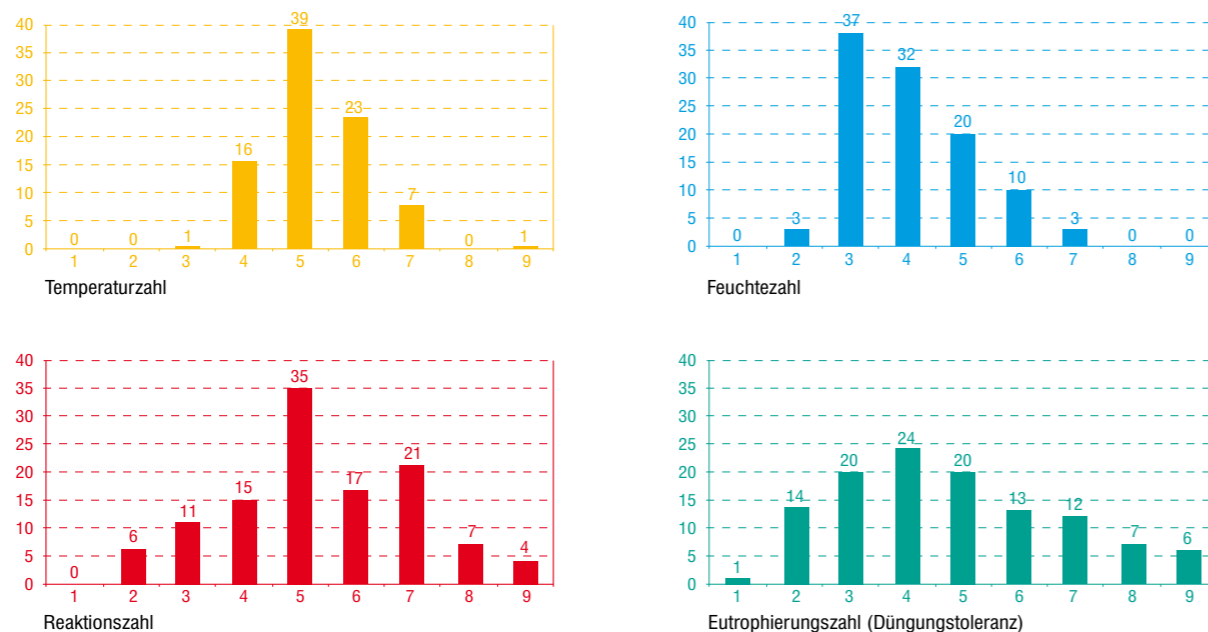
Flechtenarten mit einer Feuchtezahl 8 oder 9, die in Gebieten mit Niederschlagsmengen über 1400 mm vorkommen, sowie solche mit der Feuchtezahl 1,

die auf trockenste Standorte beschränkt sind, kommen im Gebiet nicht vor. Immerhin wurden 13 Arten gefunden, die für Gebiete mit über 800 mm Niederschlag typisch sind (6 und 7).

Flechtenarten mit dem Zeigerwert 1 für Reaktion, die vor allem extrem saure Standorte besiedeln, kommen im Gebiet nicht vor. Sechs Flechtenarten haben die Reaktionszahl 2, die für sehr saure Standortsverhältnisse steht. Als Zeiger für basische Verhältnisse (R-Wert 9) gelten vier der auf den Kalksteinen wachsenden Krustenflechten.

Die Spanne der Werte für die Eutrophierungszahl, die das „Maß der Eutrophierung von außen“ wichten soll, ist im Vergleich zu den übrigen Standortfaktoren am größten. Es kommen 15 Flechtenarten vor, die entsprechend ihrer Eutrophierungszahl (1 und 2) keine bzw. kaum Eutrophierung an ihrem Wuchsort tolerieren. 13 Flechtenarten können dagegen stark bis sehr stark eutrophierte Habitate besiedeln (8 und 9) und daher als sehr düngungstolerant gelten. Diese breite Varianz ist durch die im Gebiet vorliegende große Standortvielfalt von exponierten Waldrändern und Kronenbereichen bis zu vor Nährstoffeintrag relativ geschützten Waldinnenbereichen zu erklären.

Abbildung 16
Anzahl der Arten mit verschiedenen ökologischen Zeigerwerten



3.2.3.1 Klimawerte

Klimaökologische Ozeanität und Klimawert

Im Rahmen der Aktualisierung der ökologischen Zeigerwerte von Flechten hat WIRTH (2010) einen weiteren für Flechten bedeutsamen Standortfaktor definiert – die „Klimaökologische Ozeanität“ (KO). Dieser Wert kann ebenso wie der von KIRSCHBAUM & WIRTH (2012) neu eingeführte Klimawert (KW) unter Verwendung der für zahlreiche Flechtenarten vorliegenden Zeigerwerte für Ozeanität bzw. Kontinentalität sowie der Feuchte- und Temperaturwerte errechnet werden.

Die Ozeanität im klimaökologischen Sinn hat für die Verbreitung der Flechtenarten eine große Bedeutung. Ozeanische Arten benötigen durch hohe Feuchte (Niederschlag, Luftfeuchte) und geringe Temperaturschwankungen charakterisierte Habitate und können in Lebensräumen mit kontinentalem Klima (geringere Niederschläge, hohe Temperaturschwankungen) nicht wachsen. Demnach hat die klimaökologisch definierte Ozeanität „eine thermische und eine hygrische Komponente“ (WIRTH 2010). Das in **Abbildung 17** wiedergegebene Diagramm zur Verteilung der Klimaökologischen Ozeanität zeigt, dass die meisten Flechtenarten Werte zwischen 3,5 und 6 aufweisen, also vor allem „mäßig kontinental getönte Standorte“ bis „ziemlich ozeanisch getönte Standorte“ besiedeln. Typisch für mehr oder weniger stark ozeanische Standorte sind lediglich die folgenden neun Arten:

Abbildung 17
Anzahl der Arten mit verschiedenen ökologischen Klimawerten

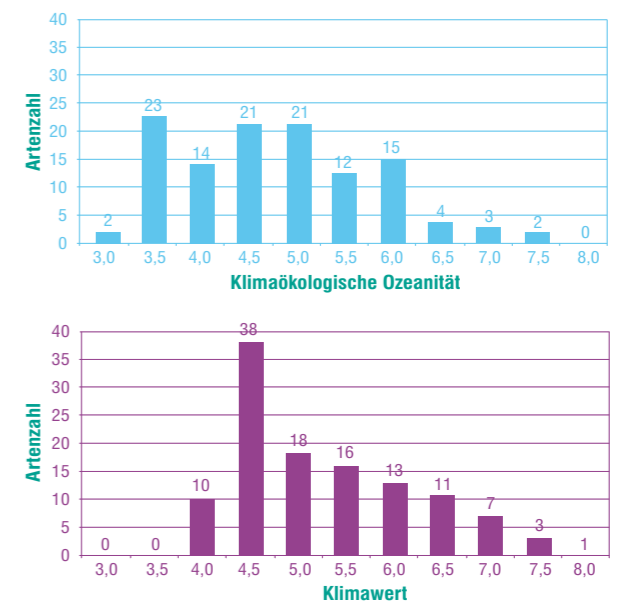
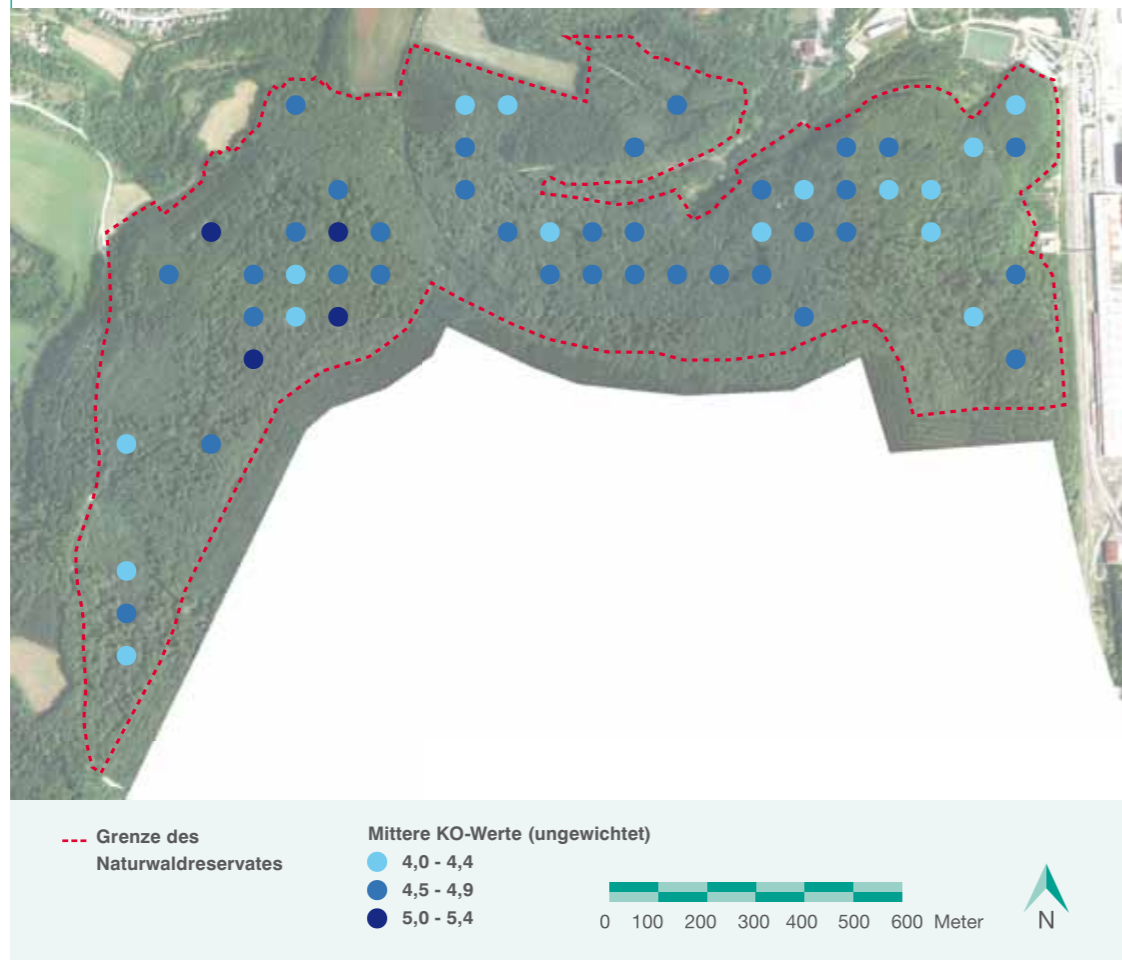


Tabelle 19 Typische Arten mehr oder weniger stark ozeanischer Standorte

Wissenschaftlicher Artname	Deutscher Name	Häufigkeit im Gebiet
<i>Acrocordia gemmata</i>	Perlen-Herzflechte	sehr selten
<i>Bacidia subincompta</i>	Einfache Stäbchenflechte	selten
<i>Bacidina neosquamulosa</i>	Sprossende Stäbchenflechte	sehr selten
<i>Hypotrachyna afrorevoluta</i>	Afrikanische Schüsselflechte	selten
<i>Parmotrema perlatum</i>	Breitlappige Schüsselflechte	selten
<i>Peltigera hymenina</i>	Salat-Schildflechte	selten
<i>Ropalospora viridis</i>	Grüne Keulensporflechte	sehr selten
<i>Parmelia submontana</i>	Verdrehte Schüsselflechte	sehr selten
<i>Parmelina pastillifera</i>	Kügelchen-Schüsselflechte	selten

Die an Hand der beobachteten Flechtenarten errechnete mittlere Klimaökologische Ozeanität (KO) an den Monitoringbuchen schwankt zwischen 4,1 und 5,0. Die höchsten KO-Werte und demzufolge die am stärksten ozeanisch getönten Bereiche finden sich am „Kaleberg“ im Nordwesten (siehe **Abbildung 18**).

Abbildung 18
Mittlere ungewichtete KO-Werte in den Stichprobenkreisen



BD-L-TC & BD-L-ORTHO: Origine Cadastre: Droits réservés à l'état du Grand Duché de Luxembourg (2010) - Copie et reproduction interdites

Aus den Klimawerten lässt sich durch Mittelwertbildung ein Klima-Index (KI) für das Naturwaldreservat „Haard“ errechnen. Durch Vergleich der Klima-Indizes verschiedener Jahre lassen sich in Zukunft Rückschlüsse auf eventuelle Veränderungen in der Artenzusammensetzung als Folge klimatischer Veränderungen ziehen.

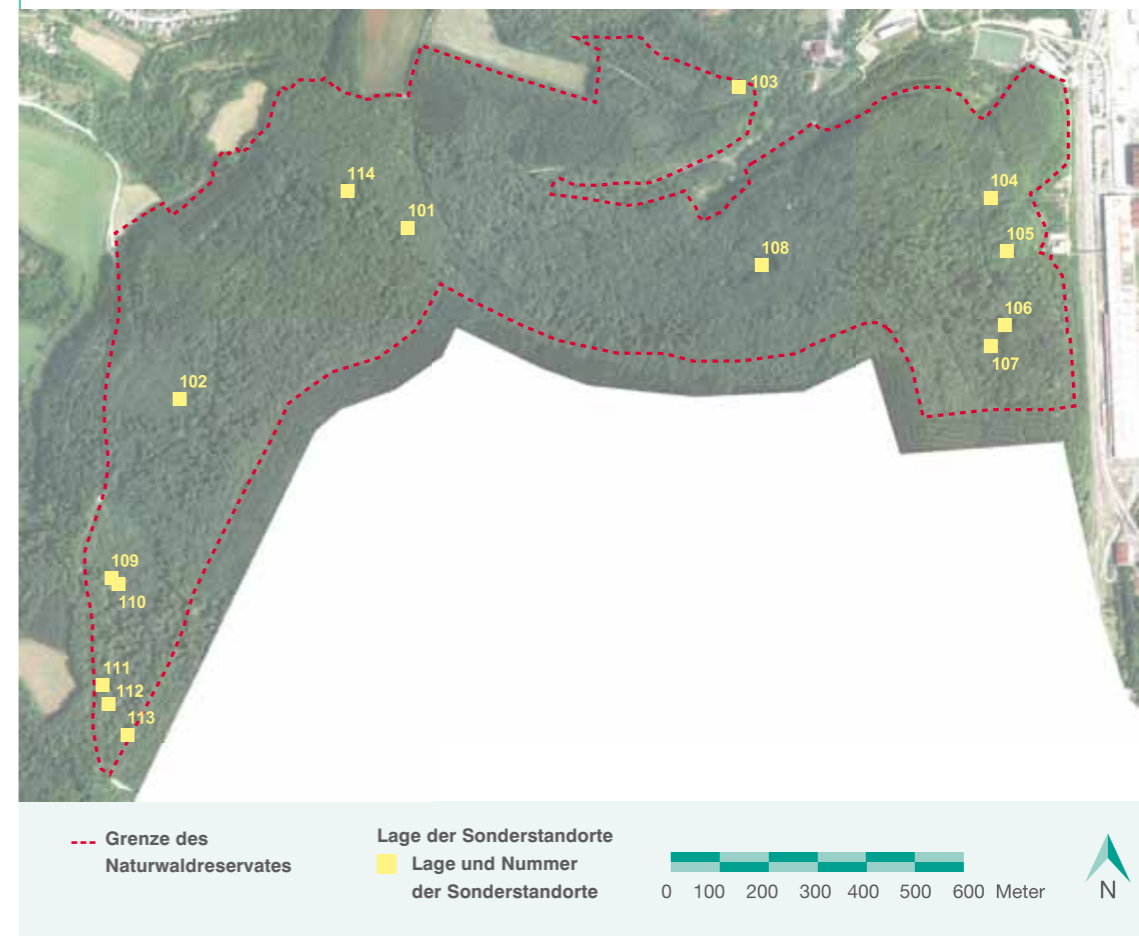
Für das Naturwaldreservat „Haard“ ergab sich auf der Basis der 2012er Erhebungen ein Klima-Index von 5,28. Für das Naturwaldreservat „Grouf“ im Moseltal, das deutlich niedriger als die „Haard“ liegt, wurde 2010 ein Wert von 5,35 ermittelt. Da die Definition des Klimawertes erst im Jahr 2010 veröffentlicht wurde, gibt es bislang kaum Vergleichswerte.

3.3 | Ergebnisse der Untersuchungen an Sonderstandorten

Neben der standardisierten Aufnahme von 54 Buchen innerhalb der Stichprobenkreise wurde auch der Flechtenbewuchs verschiedener bemerkenswerter (alter) Einzelbäume sowie bestimmter Sonderstandorte (Totbäume, stehendes oder liegendes Totholz) untersucht. Hierbei wurden 14 weitere, sogenannte „Sonderstandorte“ dokumentiert.

Durch die Erfassung bestimmter walddispersiver, in den Stichprobenkreisen oftmals nicht hinreichend vorhandener Strukturen sollen zum einen weitere Informationen zur Charakterisierung des Waldes gesammelt werden, andererseits soll die Basis für ein mögliches Monitoring solcher Sonderstandorte gelegt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich jedoch nicht standardisiert auswerten.

Abbildung 19
Lage der untersuchten Sonderstandorte



BD-L-TC & BD-L-ORTHO: Origine Cadastre: Droits réservés à l'état du Grand Duché de Luxembourg (2010) - Copie et reproduction interdites

Tabelle 20 Untersuchte Sonderstandorte

Nummer	Sonderstandort	Umfang [cm]
101	stehender Totbaum (Buche, z.T. noch mit Borke)	118
102	alter Bergahorn	245
103	dreistämmige, alte Eiche	191
104	alte Buche	297
105	stehender Totbaum (Buche, z.T. noch mit Borke)	221
106	stehendes Totholz (Fichtenstubben)	70
107	alte, dicke Eiche	292
108	alte Esche	169
109	alte Buche	218
110	liegender Fichtenstamm	90
111	alte Hainbuche	99
112	alte Buche	197
113	stehender Totbaum (Buche, z.T. noch mit Borke)	293
114	alte, dicke Buche	330

Als Monitoringbäume wurden innerhalb der Stichprobenkreise ausschließlich Buchen aufgenommen. Wie sich bei der Gebietsbegehung zeigte, sind im Gebiet auch noch weitere markante Buchen mit bemerkenswertem Flechtenbewuchs vertreten. Zur weiteren Beobachtung der Dynamik des Flechtenarteninventars wurden vier deutlich überdurchschnittlich dimensionierte **Buchen** (Stammdurchmesser von knapp 200 cm bis deutlich über 300 cm) mit unterschiedlich reichem Flechtenbewuchs erfasst (Nrn. 104, 109, 112, 114). Von besonderem flechtenfloristischem Interesse waren auch drei bereits seit längerem abgestorbene Buchen (z. T. noch mit Borkenresten oder vollständig entrindet), die als stehende Totbäume (Nrn. 101, 105, 113) mit Vorkommen von „Stecknadelflechten“ dokumentiert wurden, darunter auch die erstmals für Mitteleuropa nachgewiesene *Sclerophora amabilis* (Liebliche Staubkopfflechte).

Foto 14 Stehender Buchen-Totbaum (Sonderstandort 113); 21.03.2012



Tabelle 21 Besonderheiten der ausgewählten Buchen-Sonderstandorte

Nr.	Strukturmerkmal	Flechtenfloristische Besonderheiten	Artenzahl
101	stehender Totbaum	Chaenotheca brachypoda, C. trichialis, C. xyloxena	8
104	alter, dicker Baum	–	4
105	stehender Totbaum	Leptogium subtile, Sclerophora amabilis	7
109	alter Baum	–	10
112	alter Baum	Lecidella flavosorediata	18
113	stehender Totbaum	Chaenotheca brachypoda, C. xyloxena	7
114	alter, dicker Baum	–	9

Tabelle 22 Besonderheiten der Fichten-Totholz-Sonderstandorte

Nr.	Strukturmerkmal	Flechtenfloristische Besonderheiten	Artenzahl
106	stehendes Totholz	Micarea misella, Thelocarpon intermediellum	5
110	liegendes Totholz	Absconditella lignicola, Thelocarpon lichenicola	3

Foto 15 Stehendes Fichten-Totholz (Sonderstandort 106); 20.03.2012



Die **Fichte** kommt im Naturwaldreservat „Haard“ von Natur aus nicht vor, wurde aber im Zuge der Forstwirtschaft an mehreren Stellen eingebracht. Es ist damit zu rechnen, dass der Anteil der Fichte zukünftig sukzessive abnehmen wird, was zweifelsohne Auswirkungen auf solche Arten haben wird, die bevorzugt auf Fichtentotholz wachsen.

Mit dem Ziel, auch den Flechtenbewuchs ausgewählter weiterer Baumarten zu dokumentieren, wurden folgende sechs Einzelbäume aufgenommen: zwei alte **Eichen** (Nrn. 103, 107), eine **Esche** (Nr. 108), ein **Bergahorn** (Nr. 102) und eine **Hainbuche** (Nr. 111).

Tabelle 23 Besonderheiten der ausgewählten Sonderstandorte sonstiger Baumarten

Nr.	Strukturmerkmal	Flechtenfloristische Besonderheiten	Artenzahl
102	alter, dicker Baum	–	9
103	drei-stämmiger alter Baum	Bacidia subincompta, Phaeophyscia endophoenicea	11
107	alter, dicker Baum	Agonimia allobata, Bacidia subincompta	12
108	alter Baum	Sclerophora amabilis	15
111	alter Baum	Bacidia arceutina	14
112	alter Baum	Lecidella flavosorediata	18

3.4 | Arten alter Wälder

Europa war vor den großen Rodungsperioden im Mittelalter großflächig von Wald bedeckt. 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“). Dagegen dürften die Mehrzahl der heutigen Wälder auf zumindest zeitweilig nicht mit Wald bestandenen Standorten stocken und aus (jüngeren) Aufforstungen hervorgegangen sein. („Neuzeitliche Wälder“). Der Begriff „Historisch alte Wälder“ zielt somit auf eine langzeitige Bestockungskontinuität.

Schon 1976 wurde in Großbritannien für die Organismengruppe der Flechten ein „Index of age and environmental continuity“ aufgestellt (ROSE 1976). DIEDERICH (1991) hat diese Methode an die Luxemburger Verhältnisse angepasst, da einige Arten der Liste von ROSE (1976) in Luxemburg seinerzeit nicht vorkamen und auch keine historischen Angaben vorlagen, während andere Arten innerhalb von Luxemburg keine Bindung an alte Wälder erkennen ließen. Stattdessen ergänzte er die Liste um weitere für Luxemburg aussagekräftige Arten, wodurch sich eine (Luxemburger) Liste von insgesamt 22 Flechtenarten ergab.

Aus dieser Liste wurden innerhalb des Naturwaldreservates „Haard“ insgesamt drei Flechtenarten gefunden. Eine jener Arten, die auf glatten Rinden wachsende Krustenflechte *Porina leptalea*, ist nicht nur im Naturwaldreservat „Haard“, sondern auch im übrigen Luxemburg inzwischen so häufig geworden, dass sie nicht (mehr) als Zeiger für eine historische Kontinuität von Waldstandorten gewertet werden kann.

Foto 16

Alte, dreistämmige Eiche (Sonderstandort 103);
24.07.2012

**Tabelle 24** Zeigerarten „Historisch alter Wälder“ im Naturwaldreservat „Haard“ – nach DIEDERICH (1991)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	festgestellte Wuchsorte
<i>Normandina pulchella</i>	Schönes Muschelschüppchen	3
<i>Peltigera horizontalis</i>	Flache Schildflechte	1
<i>Porina leptalea</i>	Zarte Kernflechte	über 100

In der Zusammenstellung von DIEDERICH (1991) erwiesen sich mit 10 bis 12 Indikatorarten die Waldgebiete „Aesbaach“ (Echternach), „Ernz Noire“ (Berdorf) und „Halerbaach et Haupesbaach“ (Beaufort) am besten ausgestattet und auch nur für diese Wälder belegen die Ergebnisse eine historische Kontinuität.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die angeführten Untersuchungen bereits vor längerer Zeit durchgeführt wurden und sich nahezu alle untersuchten Waldgebiete zumindest teilweise in mikroklimatisch begünstigten Tal-Situationen befinden. Die meisten Indikatorarten für historisch alte Wälder sind gleichzeitig Zeiger milder ozeanischer Lagen, deren Standortansprüche eher in luftfeuchten Tallagen erfüllt werden.

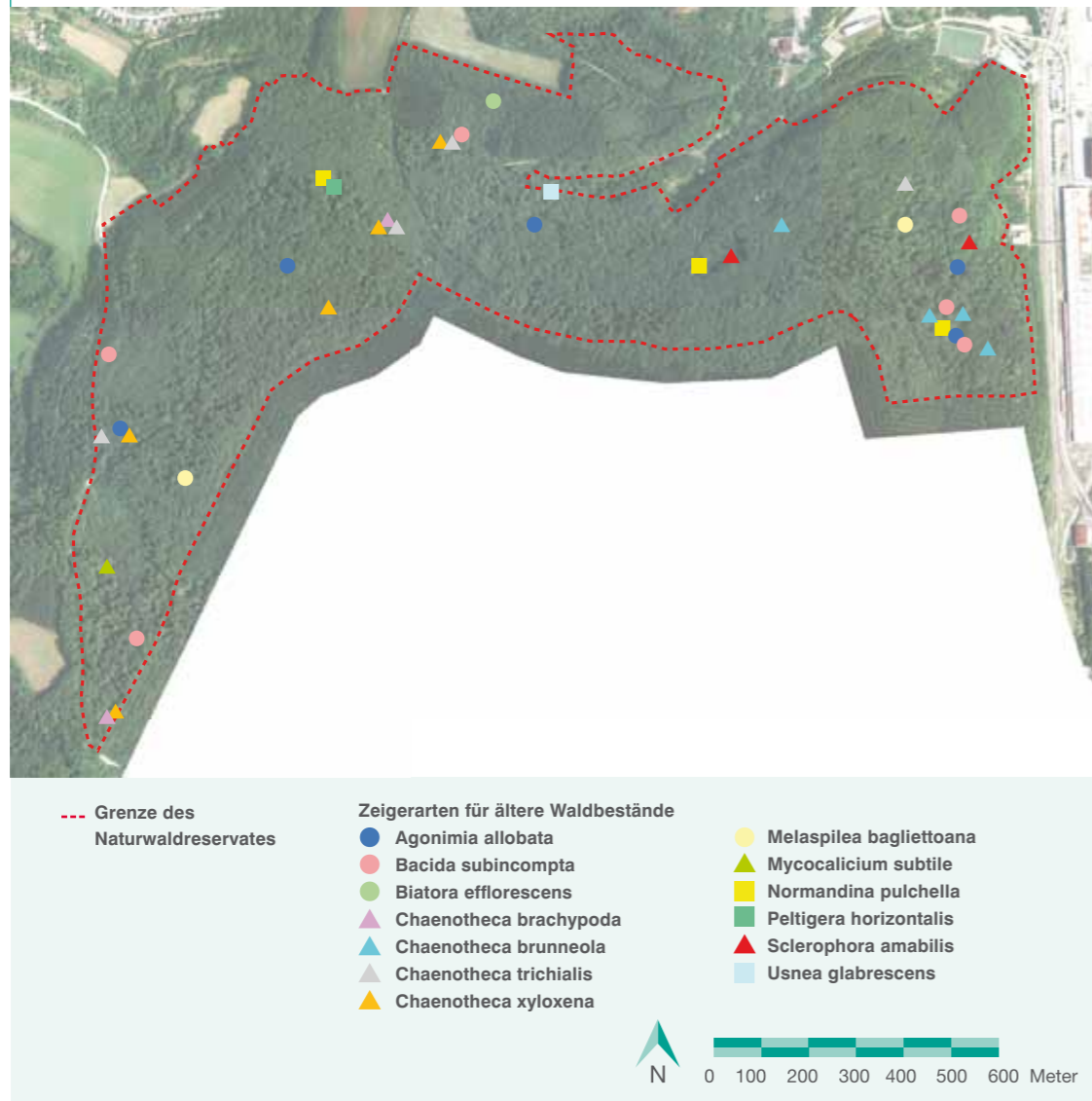
Für das Naturwaldreservat „Haard“ lassen sich mittels der Flechtenflora somit keine hinreichenden Indizien für eine historische Kontinuität des Waldstandortes finden.

In Ihrer „Liste der Flechten aus Deutschland mit einem Verbreitungsschwerpunkt im Wald“ haben WIRTH et al. (2009) ebenfalls Arten gekennzeichnet, die eine mehr oder minder starke Bindung an historisch alte Wälder haben. Auch in dieser Liste finden sich für die „Haard“ lediglich drei Arten, die als ausgesprochene Arten historisch alter Wälder gelten, sowie vier weitere Arten, denen eine schwache Bindung zugeschrieben wird. Berücksichtigt man daneben noch vor allem auf Totholz und alten Eichen wachsende „Stecknadelflechten“, so ergibt sich eine Liste von 13 Arten, die als Indikatoren für relativ naturnahe Verhältnisse in älteren Waldbeständen fungieren können.

Tabelle 25 Zeigerarten für relativ naturnahe Verhältnisse in älteren Waldbeständen

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Zahl der Wuchsorte
<i>Agonimia allobata</i>	Gelappte Tönchenflechte	5
<i>Bacidia subincompta</i>	Einfache Stäbchenflechte	6
<i>Biatora efflorescens</i>	Gelbliche Stäbchenflechte	1
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	Schwefelgelbe Stecknadelflechte	2
<i>Chaenotheca brunneola</i>	Bräunliche Stecknadelflechte	4
<i>Chaenotheca trichialis</i>	Haarförmige Stecknadelflechte	4
<i>Chaenotheca xyloxena</i>	Holz-Stecknadelflechte	5
<i>Melaspilea bagliettoana</i>	Fakultativ lichenisierter Pilz	2
<i>Mycocalicium subtile</i>	Nicht lichenisierter Pilz	1
<i>Normandina pulchella</i>	Schönes Muschelschüppchen	3
<i>Peltigera horizontalis</i>	Flache Schildflechte	1
<i>Sclerophora amabilis</i>	Liebliche Staubkopfflechte	2
<i>Usnea glabrescens</i> var. <i>glabrescens</i>	Kahle Bartflechte	1

Abbildung 20
Vorkommen von Zeigerarten für relativ naturnahe Verhältnisse in älteren Waldbeständen



Die Zeigerarten für naturnahe Verhältnisse in älteren Waldbeständen sind im Naturwaldreservat durchweg selten oder sogar nur sehr selten angetroffen worden. Sechs der 13 Arten wurden an stehendem Totholz gefunden. An Buche, der Hauptbaumart des Gebietes, ebenso wie an Eiche fanden sich jeweils drei der Zeigerarten für ältere Waldbestände. Eine gewisse Häufung solcher Arten dokumentiert die Verbreitungskarte (Abbildung 20) im Südosten des Gebietes – einem Bereich, der durch relativ locker stehende alte Bäume mit zahlreichen unterständigen Hainbuchen und Haseln („mittelwaldartige Waldstruktur“) gekennzeichnet ist.

4. Vergleich mit anderen Erhebungen

Die vorliegenden Ergebnisse stellen eine Erstdokumentation des Flechteninventars im Naturwaldreservat „Haard“ wenige Jahre nach dessen Ausweisung dar. Erst in vielen Jahren wird es im Rahmen erneuter Untersuchungen möglich sein, die Auswirkungen der durch die Aufgabe der forstlichen Nutzung ausgelösten dynamischen Prozesse auf die Flechtenvegetation zu analysieren und zu bewerten. Um die flechtenkundlichen Ergebnisse besser einordnen zu können, werden sie nachfolgend den Befunden aus anderen Erhebungen in Naturwaldreservaten Luxemburgs vergleichend gegenübergestellt.

Historische Daten aus dem Gebiet des heutigen Naturwaldreservates „Haard“ existieren nicht.

4.1 | Untersuchungen in Luxemburger Naturwaldreservaten

Im Jahr 2008 wurden in einem Luxemburger Naturwaldreservat erstmals Untersuchungen zu Flechten durchgeführt. Für das nordöstlich von Luxemburg-Stadt gelegene Naturwaldreservat „Laangmuer“ wurde eine Untersuchungsmethodik konzipiert (EICHLER & CEZANNE 2009), die es erlaubt, den Zustand der Waldbestände zum Zeitpunkt der Aufgabe der forstlichen Nutzung zu dokumentieren und damit die Grundlage für eine Langzeitbeobachtung der Entwicklung der Bestände unter natürlichen Bedingungen zu legen („Monitoring“). Nachdem sich die Methodik bewährt hatte, wurde sie in den folgenden Jahren auch in vier weiteren Luxemburger Naturwaldreservaten erfolgreich angewendet. Damit ergibt sich nun die Möglichkeit, ausgewählte Ergebnisse der fünf Luxemburger Naturwaldreservate „Laangmuer“ (EICHLER & CEZANNE 2009), „Beetebuerger Bësch“ (CEZANNE & EICHLER 2009), „Enneschte Bësch“ (EICHLER & CEZANNE 2011), „Grouf“ (CEZANNE & EICHLER 2010) und „Haard“ vergleichend darzustellen.

Tabelle 26 Flechtenfloristische Daten aus fünf Luxemburger Naturwaldreservaten

	Haard	Grouf	Beetebuerger Bësch	Enneschte Bësch	Laangmuer
Quelle	CEZANNE & EICHLER (2012)	CEZANNE & EICHLER (2010)	CEZANNE & EICHLER (2009)	EICHLER & CEZANNE (2011)	EICHLER & CEZANNE (2009)
Untersuchungsjahr	2012	2010	2009	2009	2008
Untersuchungsfläche [ha]	156	99	155	86	103
Höhenlage [m ü. NN]	310 – 435	180 – 285	275 – 326	280 – 315	370 – 424
Mittlere jährliche Niederschläge [mm]	900 – 1000	785	750 – 800	860	884
Artenzahl an Buche [Flechten]	91	86	81	58	90
Artenzahl an Eiche [Flechten]	64	108	66	99	48
Artenzahl an Hainbuche [Flechten]	42	50	30	67	18
Artenzahl an Esche [Flechten]	48	61	45	64	0
Artenzahl gesamt	173	195	145	159	183
Artenzahl Flechten	157	169	132	141	171
Artenzahl flechtenbewohnende Pilze	13	18	8	17	9
Artenzahl Pilze	3	8	5	1	3
Artenzahl an Gehölzen [Flechten]	131	146	119	133	118
Artenzahl an Totholz [Flechten]	47	59	42	49	36
Artenzahl auf Gestein [Flechten]	20	14	5	1	53
Artenzahl auf Boden [Flechten]	2	4	1	0	17
Anzahl der Arten historisch alter Wälder *	3	4	4	2	3
Anzahl der Arten alter Waldbestände	13	21	20	14	10

* einschließlich *Porina leptalea* (vergl. Kapitel 3.4)

Das Naturwaldreservat „Haard“ weist im Vergleich eine mittlere Flechtenartendiversität auf; entsprechendes gilt auch für die Anzahl an epiphytischen Flechtenarten.

Die Buche ist in sämtlichen Naturwaldreservaten als Hauptbaumart vertreten, wobei sie in den Wäldern des Naturwaldreservates „Haard“ mit 65 % Anteil (WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2011) eine dominierende Rolle spielt. Die Eiche ist mit einem „Baumartenanteil im lebenden, stehenden Bestand“ von 7 % dagegen relativ wenig vertreten, was sich auch in der vergleichsweise niedrigen Zahl von an Eiche festgestellten Flechtenarten widerspiegelt. Angesichts des Umstandes, dass viele der für alte Waldbestände charakteristischen Arten (auch) auf Eiche wachsen, ist es nicht verwunderlich, dass die Anzahl entsprechender Flechtenarten im Naturwaldreservat „Haard“ im Vergleich nicht sonderlich hoch ist. Eine entscheidende Rolle spielt hierbei aber zweifelsohne auch, dass die Wälder der „Haard“ im Zuge des Erntebaus durch Nieder- bzw. Mittelwaldwirtschaft stark verändert wurden.

Infolge der unterschiedlichen Baumartenzusammensetzung in den fünf Naturwaldreservaten variiert die Anzahl der als Monitoringbäume untersuchten Buchen von Gebiet zu Gebiet sehr stark. Daher sind die in der folgenden Tabelle vorgenommenen Vergleiche mittels der am Mittelstamm von Buchen erhobenen Daten der fünf Luxemburger Naturwaldreservate „Laangmuer“, „Beetebuerger Bësch“, „Enneschte Bësch“, „Grouf“ und „Haard“ nur eingeschränkt als repräsentativ zu bewerten. Dargestellt werden die mittels der Gittermethode im Mittelstammbereich von Buchen erfassten Steigtigkeiten (Anzahl der Gitteraufnahmen mit Vorkommen der jeweiligen Art).

Die Flechtenvegetation im Mittelstammbereich von Buchen ist in den Naturwaldreservaten „Beetebuerger Bësch“, „Enneschte Bësch“, „Grouf“ und „Haard“ relativ ähnlich entwickelt. Insbesondere das Auftreten einiger Arten luftfeuchter Standorte und Arten mittlerer Standorte kann als verbindend betrachtet werden. Die für feuchtere Wälder so bezeichnende Krustenflechte *Arthonia spadicea* (Rotbraune Fleckflechte) wurde im Naturwaldreservat „Haard“ weder am Mittelstamm noch sonst an

Buche beobachtet und kommt im Gebiet überhaupt nur äußerst selten vor.

Deutliche Differenzen bestehen gegenüber den 2008 in „Laangmuer“ aufgenommenen Beständen. Die in „Laangmuer“ als Monitoringbäume aufgenommenen Buchen sind insbesondere durch das Vorkommen von an saure Substrate gebundenen Arten gekennzeichnet – Arten, die am Mittelstamm von Buche in den übrigen bislang untersuchten Waldgebieten weitestgehend fehlen.

Gemeinsam ist allen vier Luxemburger Naturwaldreservaten das Auftreten von Arten wie *Candelariella reflexa* (Sorediöse Dotterflechte), *Physcia tenella* (Zarte Schwielenflechte) und *Xanthoria polycarpa* (Vielfrüchtige Gelbflechte), die von WIRTH (1995) als typisch für mineralreiche Borken charakterisiert werden. Das Auftreten dieser Arten im Mittelstammbereich lässt auf eine gewisse Nährstoffanreicherung der Buchenstämme in den untersuchten Luxemburger Naturwaldreservaten schließen, wobei das Auftreten von *Physcia tenella* (Zarte Schwielenflechte) an etwa jedem dritten untersuchten Mittelstamm von Buche erstaunlich ist.

5. Ausblick

Die 2012 festgestellten hohen Artenzahlen und das Vorkommen von einigen sehr seltenen oder gar für Luxemburg „neuen“ Arten dokumentieren u. a. die derzeit generell zu beobachtende Dynamik in der Entwicklung der Flechtenvegetation. Es ist zu erwarten, dass dieser auch überregional zu beobachtende Prozess der Veränderungen der Flechtenartendiversität weiter voranschreitet. Ursachen für die sowohl quantitativen als auch qualitativen Veränderungen in der Artenzusammensetzung sind die deutlich verbesserte Luftgütesituation sowie die global feststellbaren Klimaveränderungen (v.a. mildere Winter).

Tabelle 27 Vergleich des Flechtenbewuchses am Mittelstamm von Buchen in fünf Luxemburger NWR

	Haard	Grouf	Beetebuerger Bësch	Enneschte Bësch	Laangmuer
Quelle	CEZANNE & EICHLER (2012)	CEZANNE & EICHLER (2010)	CEZANNE & EICHLER (2009)	EICHLER & CEZANNE (2011)	EICHLER & CEZANNE (2009)
Untersuchungsjahr	2012	2010	2009	2009	2008
Anzahl der untersuchten Buchen	54	31	77	20	103
Anzahl der Aufnahmen am Mittelstamm	216	124	308	80	412
Mittlerer Stammumfang [cm]	164	180	202	174	205
Artenzahl innerhalb der Aufnahmen am Mittelstamm von Buche	41	40	42	30	58
In mehreren Gebieten ± typisch	Frequenzen an den Monitoringbäumen				
<i>Lepraria incana</i>	85,2	62,0	100,0	100,0	95,6
<i>Porina aenea</i>	100,0	45,0	98,7	73,8	18,4
<i>Micarea prasina s.l.</i>	66,7	13,0	75,3	48,8	63,1
<i>Lepraria lobifigans</i>	20,4	25,0	45,5	8,8	7,0
<i>Cladonia coniocraea</i>	1,9	5,7	46,8	11,3	25,0
<i>Melanelixia glabratula</i>	42,6	2,4	13,0	11,3	3,6
Nährstoffzeiger					
<i>Candelariella reflexa</i>	42,6	8,1	44,2	22,5	22,8
<i>Physcia tenella</i>	75,9	6,5	20,8	13,8	6,3
<i>Xanthoria polycarpa</i>	18,5	1,6	14,3	5,0	2,4
Typisch für Buchenwälder mittlerer Standorte					
<i>Lecanora argentata</i>	3,7	8,9	32,5	6,3	-
<i>Lecanora expallens</i>	16,7	8,9	11,7	3,8	-
<i>Lecanora intumescens</i>	5,6	3,3	6,5	1,3	-
<i>Anisomeridium polypori</i>	5,6	3,3	6,5	1,3	-
<i>Cladonia chlorophaea</i>	1,9	2,4	11,7	-	-
<i>Opegrapha rufescens</i>	7,4	-	5,2	1,3	-
<i>Pertusaria pertusa</i>	-	0,8	5,2	-	-
Säurezeiger					
<i>Mycoblastus fucatus</i>	-	-	-	2,5	16,0
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	-	-	-	-	5,8
<i>Placynthiella icmalea</i>	-	-	-	-	4,4
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	-	-	-	-	0,7
<i>Lecanora conizaeoides</i>	-	-	-	-	0,7
„Arten luftfeuchter Wälder“					
<i>Phlyctis argena</i>	94,4	45,0	84,4	51,3	4,9
<i>Porina leptalea</i>	21,4	28,0	57,1	25,0	18,4
<i>Coenogonium pineti</i>	7,4	15,0	31,2	8,8	4,6
<i>Graphis scripta agg.</i>	5,6	15,0	27,3	1,3	1,9
<i>Arthonia didyma</i>	33,3	24,0	35,1	8,8	-
<i>Pertusaria leioplaca</i>	1,9	5,7	1,3	-	0,2
<i>Arthonia spadicea</i>	-	11,0	-	5,0	-

Die 2012 im Naturwaldreservat „Haard“ vorgenommene Erstaufnahme von Daueruntersuchungsflächen bietet bei regelmäßiger Kontrolle eine gute Möglichkeit, die derzeit ablaufenden Prozesse der Veränderung der Flechtenvegetation zu beobachten und (halb-) quantitativ zu belegen. Zu erwarten ist, dass einige der im Laufe der Untersuchung von 2012 nur sehr selten beobachteten Arten zukünftig in höheren Individuenzahlen auftreten werden. Außerdem dürften die ohnehin bereits nur spärlich vorhandenen Säurezeiger vermutlich weiter zurückgehen.

Trotz eines vergleichsweise geringen Totholzanteils sind Totholz bewohnende Flechten als wertgebende und für Naturwaldreservate mit altem Baumbestand typische Artengruppe bereits aktuell gut vertreten und werden sicherlich quantitativ und vermutlich auch qualitativ noch weiter zunehmen. Für den Bestand der epilithischen Arten sind dagegen keine wesentlichen Veränderungen zu erwarten.

6. Zusammenfassung

Die 2012 im Naturwaldreservat „Haard“ von der Bürogemeinschaft Angewandte Ökologie (Darmstadt) durchgeführte flechtenkundliche Erstaufnahme dokumentiert 173 Taxa. Hierin enthalten sind 157 Flechten, 13 flechtenbewohnende Pilze, sowie drei nicht lichenisierte, traditionell von den Flechtenkundlern mit bearbeitete Pilze. Sechs dieser Arten stellen Neufunde für das Großherzogtum Luxemburg dar; für einen flechtenbewohnenden Pilz erfolgte ein Wiederfund in Luxemburg. 28 Arten gelten für die Luxemburger Region Lorraine als sehr selten oder extrem selten.

Die Erhebungen orientierten sich methodisch an den vorhandenen forstlichen Stichprobenkreisen. Hierbei wurde auch der Bewuchs von 54 als Monitoringbäume ausgewählten Buchen aufgenommen. Zusätzlich wurden einige Sonderstandorte (z. B. alte Bäume, Totbäume oder stehendes Totholz) erfasst.

Es wurden 38 von Flechten besiedelte Substrate unterschieden und aufgenommen. Mit 91 Flechtenarten ist die Buche die artenreichste Baumart des Naturwaldreservates, gefolgt von Eiche (64), Berg-/Spitzahorn (50), Lärche (49) und Esche (48). Gut vier Fünftel aller Flechtenarten wurden epiphytisch am Stamm oder auf Ästen von Bäumen und Sträuchern angetroffen. Ein weiteres wichtiges Flechtensubstrat ist das Totholz. Insgesamt 14 Arten wachsen ausschließlich auf Totholz, darunter mehrere in Luxemburg bislang sehr selten gefundene Sippen. Einige Arten kommen auch auf Gestein vor, während der Boden als Flechtensubstrat im Gebiet keine Rolle spielt.

Als flechtenfloristische Besonderheit wurde auf stehendem (Buchen-)Totholz sowie am Stamm von Esche die „Stecknadelflechte“ *Sclerophora amabilis* (Liebliche Staubkopfflechte) nachgewiesen – eine in Europa aus Schweden und Norwegen bekannte Art, die bislang in Mitteleuropa noch nicht gefunden wurde.

Gut 70 % aller Arten sind als „sehr selten“ mit nur einem Wuchsort im Gebiet bzw. „selten“ mit nur wenigen Vorkommen im Gebiet zu bezeichnen. Lediglich 18 Arten (10 %) können als „häufig“ bis „sehr häufig“ gelten.

Nach der großherzoglichen Verordnung vom 8. Januar 2012 unterliegen acht Arten einem gesetzlichen Schutz. Hierbei handelt es sich überwiegend um im Großherzogtum Luxemburg selten beobachtete Arten; eine Sippe (*Usnea glabrescens* var. *glabrescens*) wurde bislang innerhalb Luxemburgs noch nicht beobachtet.

Die innerhalb eines forstlichen Probekreises festgestellten Gesamtartenzahlen (ohne flechtenbewohnende Pilze) sind sehr unterschiedlich; sie liegen zwischen 10 und 36 Flechtenarten. Die mittlere Artenzahl liegt bei 21 Flechtenarten.

Die Ergebnisse der flechtenkundlichen Erhebungen lassen den Schluss zu, dass für die Flechtenartendiversität neben der Substratvielfalt die Qualität der Substrate entscheidend sein dürfte, insbesondere das Vorhandensein von Totholz.

Eine Auswertung mittels der Ökologischen Zeigerwerte der festgestellten Arten zeigt u. a., dass die geringsten Eutrophierungswerte im Bestandesinneren des Naturwaldreservates erreicht werden.

Für das Naturwaldreservat „Haard“ lassen sich mittels der Flechtenflora keine Indizien für eine historische Kontinuität des Waldstandortes finden. Allerdings kommen im Gebiet 13 Flechtenarten vor, die in einschlägigen Publikationen als „Arten historisch alter Wälder“ oder sogenannte „Altholzarten“ bzw. „Altwaldindikatoren“ bewertet werden. Die ausgewählten Arten zeigen innerhalb des Naturwaldreservates eine weite Verbreitung; eine gewisse Häufung der Vorkommen ist allenfalls im Osten des Gebietes im Bereich von mittelwaldartigen Waldstrukturen erkennbar.

Die 2012 festgestellten hohen Artenzahlen und das Vorkommen von einigen sehr seltenen oder gar für Luxemburg „neuen“ Arten dokumentieren u. a. die derzeit zu beobachtende Dynamik in der Entwicklung der Flechtenvegetation. Ursachen für die sowohl quantitativen als auch qualitativen Veränderungen in der Artenzusammensetzung sind die deutlich verbesserte Luftgütesituation sowie die global feststellbaren Klimaveränderungen (v. a. mildere Winter).

Aus flechtenfloristischer Sicht sind folgende Besonderheiten des Naturwaldreservates „Haard“ hervorzuheben:

- Hohe Substratdiversität
- Vorkommen von einigen sehr alten Bäumen (Buchen, Eichen, Hainbuchen)

7. Literatur

CEZANNE, R. & EICHLER, M. (2009): Flechtenkundliche Erhebungen im Naturwaldreservat „Beetebuurger Bësch“ – Erstaufnahme. – unveröff. Gutachten im Auftrag der Administration de la Nature et des Forêts, 69 S.

CEZANNE, R. & EICHLER, M. (2010): Flechtenkundliche Erhebungen im Naturwaldreservat „Grouf“ – Erstaufnahme. – unveröff. Gutachten im Auftrag der Administration de la Nature et des Forêts, 79 S.

CEZANNE, R. & EICHLER, M. (2012): Untersuchung epiphytischer Flechten auf 15 ausgewählten Edelkastanien in Rheinland-Pfalz im Rahmen des INTERREG IV A – Projektes „Die Edelkastanie am Oberrhein“; unveröff. Gutachten im Auftrag der Zentralstelle der Forstverwaltung, Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, 68 S.

CEZANNE, R., EICHLER, M., HOHMANN, M.-L. & WIRTH, V. (2008): Die Flechten des Odenwaldes. – Andrias 17: 1–520.

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., SERUSIAUX, E. VAN DEN BROECK, D., VAN DEN BOOM, P. & RIES, C. (2012): The lichens and lichenicolous fungi of Belgium, Luxembourg and northern France. – URL: <http://www.lichenology.info> [15.11.2012].

EICHLER, M. & CEZANNE, R. (2009): Die Flechten (Lichenes) des Naturwaldreservates „Laangmuer“. – MURAT, D. (Schriftl.) (2009): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 5. Zoologische und botanische Untersuchungen „Laangmuer“ 2007-2008: 194–226.

EICHLER, M. & CEZANNE, R. (2011): Die Flechten (Lichenes) des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ 2009. – MURAT, D. (Schriftl.) (2011): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 8. Zoologische und botanische Untersuchungen „Enneschte Bësch“ 2007-2010: 254–293.

JOHN, V. & H. W. SCHRÖCK (2001): Flechten im Kronen- und Stammbereich geschlossener Waldbestände in Rheinland-Pfalz (SW-Deutschland). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 9 (3): 727–750.

KIRSCHBAUM, U. & WIRTH, V. (2010): Flechten erkennen – Umwelt bewerten, 204 S., Wiesbaden.

LE MINISTRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES INFRASTRUCTURES (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).

NEUWIRTH, G. & APTROOT, A. (2011): Vier morphologisch deutlich unterscheidbare Arten innerhalb des *Graphis scripta*-Komplexes in Europa. – Herzogia 24: 207–230.

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.

SMITH, C.W., APTROOT, A., COPPINS, B.J., FLETCHER, A., GILBERT, O.L., JAMES, P.W. & WOLSELEY, P.A. (HRSG.) (2009): The Lichens of Great Britain and Ireland, 1046 S., London.

TIBELL, L. (1999): Calicioid lichens and fungi. – In: AHTI, T., JØRGENSEN, P.M., KRISTINSSON, H., MOBERG, R., SØCHTING, U. & THOR, G. (Hrsg.): Nordic lichen flora. Volume 1: 20–94.

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.

WEVELL VON KRÜGER, A. & BROCKAMP, U. (2011): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 7. Waldstrukturaufnahme „Haard“ 2009. Naturverwaltung Luxemburg, 73 S., Luxembourg.

WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. 2. Aufl., Teil 1 & 2, 1006 S., Stuttgart.

WIRTH, V. (2010): Ökologische Zeigerwerte von Flechten – erweiterte und aktualisierte Fassung. – Herzogia 23 (2): 229–248.

WIRTH, V., HAUCK, M., DE BRUYN, U., SCHIEFELBEIN, U., JOHN, V. & OTTE, V. (2009): Flechten aus Deutschland mit Verbreitungsschwerpunkt im Wald. – Herzogia 22: 79–107.

Kartengrundlagen

Luftbilder

ADMINISTRATION DU CADASTRE ET DE LA TOPOGRAPHIE LUXEMBOURG (2007): BD-L-ORTHO

2010-0071-0058-25 – 2010-0071-0060-25
2010-0072-0059-25 – 2010-0072-0060-25
2010-0073-0059-25 – 2010-0073-0060-25

Walstrukturaufnahme

WEVELL VON KRÜGER, A. & BROCKAMP, U. (2011): Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 7. Waldstrukturaufnahme „Haard“ 2009. Naturverwaltung Luxemburg, 73 S., Stichprobenkreise 1 – 66, Luxembourg.

8. Artenliste

Artnamen	Nomenklatur nach DIEDERICH et al. (2012) <i>kursiv</i> : flechtenbewohnende Pilze und flechtenähnliche Pilze
Schutz	§ gesetzlich geschützte Art gemäß LE MINISTRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES INFRASTRUCTURES (2012)
H. Lorraine	Häufigkeit in der Luxemburger Region Lorraine nach DIEDERICH et al. (2012)
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 im Großherzogtum Luxemburg als verschollen geltende Art
n Lor	Neufund für die Luxemburger Region Lorraine
n Lux	Neufund für Luxemburg
n Lux	anlässlich von Untersuchungen in Luxemburger Naturwaldreservaten 2008, 2009 und 2010 nachgewiesen
n Lux	anlässlich von Untersuchungen in Luxemburger Naturwaldreservaten 2008, 2009 und 2010 nachgewiesen
?	nicht bewertet
H. Gebiet	Häufigkeit im Naturwaldreservat „Haard“ (2012 festgestellt)
1	sehr selten, nur einmal im Gebiet gefunden (an einer Lokalität beobachtet)
2	selten, an 2 – 6 Wuchsorten im Gebiet beobachtet
3	mäßig selten – mäßig häufig
4	häufig
5	sehr häufig
K	Vorkommen ausschließlich im Kronenbereich
(x)	Vorkommen von flechtenbewohnenden Pilzen
Deutscher Name	nach CEZANNE, EICHLER, HOHMANN & WIRTH (2008)

Wissenschaftlicher Artname	Habitat																										Deutscher Name										
	Schutz	H. Lorraine	H. Gebiet	Buche	Eiche	Hainbuche	Esche	Ahorn	Feldahorn	Kirsche	Ulme	Pappel	Weide	Birke	Holunder	Erle	Robinie	Linde	Walnuss	Lärche	Douglasie	Fichte	Tanne	Kiefer	Eberesche etc.	Hasel		Weißdorn	Hartriegel	Heckenkirsche	Liguster	Schneeball	Efeu	Waldrebe	Totholz	Gestein	Erde
<i>Lepraria vouauxii</i> (Hue) R. C. Harris		AC	2		2		2													1															2		Vouaux' Leprafluchte
<i>Leptogium lichenoides</i> (L.) Zahlbr.	§	R	2																																2		Gefranste Gallertfluchte
<i>Leptogium subtile</i> (Schrad.) Torss.		RR	2																															2		Zarte Gallertfluchte	
<i>Lichenochora obscuroides</i> (Linds.) Triebel & Rambold		AR	2	(x)		(x)						(x)			(x)																						<i>Flechtenbewohnender Pilz</i>
<i>Marchandiobasidium aurantiacum</i> Diederich & Schultheis		AR	1	(x)																																	<i>Flechtenbewohnender Pilz</i>
<i>Melanelixia glabrata</i> (Lamy) J. R. Laundon		C	4	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		1				2	1	2	1		2	1		1					1	1		Glatte Schüsselfluchte	
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco et al.		AC	3	K	K																															Gold-Schüsselfluchte	
<i>Melanohalea exasperata</i> (De Not.) O. Blanco et al.		R	2	K			K	K	K																											Raue Schüsselfluchte	
<i>Melanohalea exasperatula</i> (Nyl.) O. Blanco et al.		AC	3	K	K		K	K												K		K											1		Spatel-Schüsselfluchte		
<i>Melaspilea bagliettoana</i> Zahlbr.		n Lux	2																																	Fakultativ lichenisierter Pilz	
<i>Melaspilea proximella</i> (Nyl.) Nyl. ex Norrl.		n Lux	1																	1																Fakultativ lichenisierter Pilz	
<i>Micarea micrococca</i> (Körb.) Coppins		R	2		1					2												1		1										2		Kleinfrüchtige Krümelfluchte	
<i>Micarea misella</i> (Nyl.) Hedl.		RR	2																																2		Armselfluchte
<i>Micarea prasina</i> Fr.		C	5	4	3	2		2	1	3	1	2	2	2				1		2	2	2		1	2	1							1	3		Lauchgrüne Krümelfluchte	
<i>Micarea viridileprosa</i> Coppins & van den Boom		RR	3	2	2								1																					2		Grünmehlige Krümelfluchte	
<i>Mycoblastus fucatus</i> (Stirt.) Zahlbr.		C	1	1																																Verkannte Körnchenfluchte	
<i>Mycocalicium subtile</i> (Pers.) Szatala		n Lux	1																															1		<i>Nicht lichenisierter Pilz</i>	
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.	§	RR	2	2				1																												Schönes Muschelschüppchen	
<i>Opegrapha rufescens</i> Pers.		R	4	3	2	2	3	3	2	1	1	2	2																					1		Fuchsrote Zeichenfluchte	
<i>Opegrapha varia</i> Pers.		AR	2	2	2	1																														Variable Zeichenfluchte	
<i>Paranectria oropensis</i> (Ces.) D. Hawksw. & Piroz.		R	2	(x)	(x)	(x)																														<i>Flechtenbewohnender Pilz</i>	
<i>Parmelia ernstiae</i> Feuerer & A. Thell		AR	2	K	2		1			1																										Ernsts Schüsselfluchte	
<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.		C	2	2	2					1											2													1		Felsen-Schüsselfluchte	
<i>Parmelia submontana</i> Hale		RR	1	K																																Verdrehte Schüsselfluchte	
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor		CC	4	4	3	2	2	2	2	2		1	2	2						2	1	2			2	2							2		Furchen-Schüsselfluchte		
<i>Parmelina pastillifera</i> (Harm.) Hale		AR	2	K	K																															Kügelchen-Schüsselfluchte	
<i>Parmelina quercina</i> (Willd.) Hale var. <i>quercina</i>		n Lux	2	K																																Eichen-Schüsselfluchte	
<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M. Choisy		R	2					1													K															Breitlappige Schüsselfluchte	
<i>Peltigera horizontalis</i> (Huds.) Baumg.	§	AR	1																															1		Flache Schildfluchte	
<i>Peltigera hymenina</i> (Ach.) Delise	§	R	2	1																															1	1	Salat-Schildfluchte
<i>Peltigera praetextata</i> (Sommerf.) Zopf		AC	3	1				1					1																					3	2	2	Verzierte Hundsfluchte
<i>Pertusaria amara</i> (Ach.) Nyl.		C	2		2																															Bittere Porenfluchte	
<i>Pertusaria leioplaca</i> DC.		AR	3	2		2	1	1																		1										Glatte Porenfluchte	
<i>Pertusaria pertusa</i> (Weigel) Tuck.		CC	2	2	2	2	1	2																										1		Gewöhnliche Porenfluchte	
<i>Phaeophyscia endophoenicea</i> (Harm.) Moberg		RRR	2	K	1				1																										1		Rotmarkige Schwielenfluchte
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg		AR	2									1									K															Schwärzliche Schwielenfluchte	
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg		C	3	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1													1		1	1					1		Dunkelfluchte	
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.		CC	5	5	3	3	3	4	2	3	2	2	2	2				1	1	2		2	1		2	2	2	1				1	2	2		Weißblattefluchte	
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier		C	3	2			2	1			1																									Helm-Schwielenfluchte	
<i>Physcia aipolia</i> (Humb.) Füm.		AR	3	K	1		2						1																							Ziegen-Schwielenfluchte	
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Füm.		AC	1	1																																Blaugraue Schwielenfluchte	
<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.		C	5	4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2						2	1	2	1		2	2	2	2	1				1	2	2	Zarte Schwielenfluchte	
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.		AR	3	K	K		2	K	K																											Sternfluchte	
<i>Physconia distorta</i> (With.) J. R. Laundon		AR	1																								1									Bereifte Schwielenfluchte	

Wissenschaftlicher Artname																											Deutscher Name										
	Schutz	H. Lorraine	H. Gebiet	Buche	Eiche	Hainbuche	Esche	Ahorn	Feldahorn	Kirsche	Ulme	Pappel	Weide	Birke	Holunder	Erle	Robinie	Linde	Walnuss	Lärche	Douglasie	Fichte	Tanne	Kiefer	Eberesche etc.	Hasel		Weißdorn	Hartriegel	Heckenkirsche	Liguster	Schneeball	Efeu	Waldrebe	Totholz	Gestein	Erde
<i>Physconia enteroxantha</i> (Nyl.) Poelt	AR		1	1																																	Gelbmarkige Schwielenflechte
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	AC		1	1																																	Graue Schwielenflechte
<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg	AC		1																													1				Violette Schwielenflechte	
<i>Piccolia ochrophora</i> (Nyl.) Hafellner	RR		2												2																					Zimtflechte	
<i>Placynthiella dasaea</i> (Stirt.) Tønsberg	AR		2																														2			Feine Schwarznapfflechte	
<i>Platismatia glauca</i> (L.) W. L. Culb. & C. F. Culb.	C		2	K	K																															Blaugraue Tartschenflechte	
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	C		2	K		K																														Essigflechte	
<i>Porina aenea</i> (Wallr.) Zahlbr.	AC		5	5	3	4	3	4	2	3	2	1	2	2	2	1		2	1	1	1	2	1		2	2	3	2		1	1	2	2			Kupferfarbige Kernflechte	
<i>Porina chlorotica</i> (Ach.) Müll. Arg.	R		2																														2			Blassgrüne Kernflechte	
<i>Porina leptalea</i> (Durieu & Mont.) A. L. Sm.	R		3	3	2	2	2	2		2				2								2				1										Zarte Kernflechte	
<i>Protoblastenia rupestris</i> (Scop.) J. Steiner	AR		1																															1		Felsen-Triebflechte	
<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf	C		2	K																	K															Gabelflechte	
<i>Psilolechia lucida</i> (Ach.) M. Choisy	AR		2							1											1															Gelbfrüchtige Schwefelflechte	
<i>Punctelia jeckeri</i> (Roum.) Kalb	AR		1											K																						Krausblättrige Schüsselflechte	
<i>Punctelia subrudecta</i> (Nyl.) Krog	AC		2	2						K				K							K					1										Punktierte Schüsselflechte	
<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	CC		2	K		2					1		1																							Mehlige Astflechte	
<i>Ropalospora viridis</i> (Tønsberg) Tønsberg	AC		1	1																																Grüne Keulensporflechte	
<i>Sclerophora amabilis</i> (Tibell) Tibell	n Lux		2			1																											1			Liebliche Staubkopfflechte	
<i>Scoliciosporum umbrinum</i> (Ach.) Arnold	AR (C)		3	3			2																													Braune Krümmsporflechte	
<i>Stenocybe pullatula</i> (Ach.) Stein	AR		2													2																				Nicht lichenisierter Pilz	
<i>Strangospora deplanata</i> (Almq.) Clauzade & Cl. Roux	n Lux		2			1									1																					Flache Rundsporflechte	
<i>Strigula jamesii</i> (Swinscow) R. C. Harris	§ RR		1		1																															James' Furchenflechte	
<i>Syzygospora physciacearum</i> Diederich & M. S. Christ.	R		2	(x)	(x)	(x)																														Flechtenbewohnender Pilz	
<i>Taeniolella phaeophysciae</i> D. Hawksw.	AR		1												(x)																					Flechtenbewohnender Pilz	
<i>Taeniolella punctata</i> M. S. Christ. & D. Hawksw.	AC		2			(x)																														Flechtenbewohnender Pilz	
<i>Teloggalla olivieri</i> (Vouaux) Nik. Hoffm. & Hafellner	RRR ()		1			(x)																														Flechtenbewohnender Pilz	
<i>Thelidium minutulum</i> Körb.	R		3																															3		Winzige Zitzenflechte	
<i>Thelocarpon epibolum</i> Nyl.	RR		2																															2		Gallertige Zitzenfruchtflchte	
<i>Thelocarpon intermediellum</i> Nyl.	n Lor		2																															2		Mittlere Zitzenfruchtflchte	
<i>Thelocarpon lichenicola</i> (Fuckel) Poelt & Hafellner	n Lor		2																															2		Nicht lichenisierter Pilz	
<i>Thelocarpon magnussonii</i> G. Salisb.	n Lux		1																															1		Magnussons Zitzenfruchtflchte	
<i>Trapeliopsis flexuosa</i> (Fr.) Coppins & P. James	AR		1																															1		Veränderliche Trapelie	
<i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i> Coppins & P. James	AR		2	1						2				1																				1		Verwechselte Trapelie	
<i>Usnea glabrescens</i> (Nyl. ex Vain.) Vain. var. <i>glabrescens</i>	§ n Lux		1										1																							Kahle Bartflechte	
<i>Verrucaria dolosa</i> Hepp	RR		2																															2		Trügerische Warzenflechte	
<i>Verrucaria muralis</i> Ach.	R		2																															2		Mauer- Warzenflechte	
<i>Verrucaria nigrescens</i> Pers.	AC		2																															2		Schwärzliche Warzenflechte	
<i>Vezeadaea retigera</i> Poelt & Döbbele	RR		1				1																													Netz-Igelflechte	
<i>Vouauxiella lichenicola</i> (Linds.) Petr. & Syd.	AR		1	(x)																																	Flechtenbewohnender Pilz
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	CC		4	3	2	2	2	2	K	2	2	2	1		2		K			2		K					1	1					2	2		Wand-Gelbflechte	
<i>Xanthoria polycarpa</i> (Hoffm.) Rieber	C		3	3	K	2	K			1		2				K	K			K																Vielfruchtige Gelbflechte	

9. Abbildungs-, Tabellen- und Fotosverzeichnis

9.1 | Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel zur Dokumentation des erfassten Monitoringbaumes in einem Stichprobenkreis	189
Abbildung 2: Anteil der Arten an den verschiedenen Wuchsformengruppen	191
Abbildung 3: Anzahl der Flechtenarten auf verschiedenen Substrattypen	191
Abbildung 4: Artenzahl an Buche in den Stichprobenkreisen	192
Abbildung 5: Anzahl der Arten an den Gehölzarten des Gebietes	198
Abbildung 6: Häufigkeit der Arten im Gebiet	204
Abbildung 7: Verteilung der Häufigkeit der Arten in Lorraine (nach DIEDERICH et al. 2012)	206
Abbildung 8: Vorkommen von gesetzlich geschützten Flechtenarten im Naturwaldreservat „Haard“	208
Abbildung 9: Artenzahl (ohne Kronenraum) in den Stichprobenkreisen	209
Abbildung 10: Artenzahlen in den Probekreisen	210
Abbildung 11: Artenzahl und Anzahl der von Flechten besiedelten Substrate in den Stichprobenkreisen	210
Abbildung 12: Korrelation: Anzahl der Substrate - Anzahl der Arten	211
Abbildung 13: Mittlere ungewichtete F-Werte in den Stichprobenkreisen	215
Abbildung 14: Mittlere ungewichtete R-Werte in den Stichprobenkreisen	216
Abbildung 15: Mittlere ungewichtete N-Werte in den Stichprobenkreisen	217
Abbildung 16: Anzahl der Arten mit verschiedenen ökologischen Zeigerwerten	218
Abbildung 17: Anzahl der Arten mit verschiedenen ökologischen Klimawerten	219
Abbildung 18: Mittlere ungewichtete KO-Werte in den Stichprobenkreisen	220
Abbildung 19: Lage der untersuchten Sonderstandorte	221
Abbildung 20: Vorkommen von Zeigerarten für relativ naturnahe Verhältnisse in älteren Waldbeständen	226

9.2 | Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Buche vorkommende Arten	193
Tabelle 2: Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Eiche vorkommende Arten	194
Tabelle 3: Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Hainbuche vorkommende Arten	195
Tabelle 4: Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Esche vorkommende Arten	195
Tabelle 5: Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Ahorn vorkommende Arten	196
Tabelle 6: Typische (T), seltene (S) und im NWR ausschließlich (A) an Lärche vorkommende Arten	197
Tabelle 7: Ausschließlich auf Totholz angetroffene Arten	200
Tabelle 8: Auswahl bemerkenswerter Flechtenarten auf Totholz	201
Tabelle 9: Überwiegend auf Ästen aus dem Kronenbereich gefundene Blatt- und Strauchflechten	203
Tabelle 10: Häufigkeit der Arten im Gebiet	204
Tabelle 11: Die 10 häufigsten Arten im Gebiet – alphabetisch geordnet	205
Tabelle 12: Erläuterung der von DIEDERICH et al. (2012) verwendeten Häufigkeitskürzel	205
Tabelle 13: Neu- und Wiederfunde im Naturwaldreservat „Haard“	207
Tabelle 14: Gesetzlich geschützte Flechtenarten im Naturwaldreservat „Haard“	208
Tabelle 15: Die zehn häufigsten Flechtenarten an Buchenstämmen bis 2 m Höhe	212
Tabelle 16: Mittlere Artenzahl an Buchenstämmen (bis ca. 2 m Höhe)	212
Tabelle 17: Mittlere Artenzahl an Buchenstämmen (bis ca. 2 m Höhe) in Bezug zur Stammneigung	212
Tabelle 18: Mittlere Flechtenartenzahlen der untersuchten Buchen in vier Expositionen	214
Tabelle 19: Typische Arten mehr oder weniger stark ozeanischer Standorte	219
Tabelle 20: Untersuchte Sonderstandorte	222
Tabelle 21: Besonderheiten der ausgewählten Buchen-Sonderstandorte	223
Tabelle 22: Besonderheiten der Fichten-Totholz-Sonderstandorte	223
Tabelle 23: Besonderheiten der ausgewählten Sonderstandorte sonstiger Baumarten	224

Tabelle 24: Zeigerarten „Historisch alter Wälder“ im Naturwaldreservat „Haard“	224
Tabelle 25: Zeigerarten für relativ naturnahe Verhältnisse in älteren Waldbeständen	225
Tabelle 26: Flechtenfloristische Daten aus fünf Luxemburger Naturwaldreservaten	227
Tabelle 27: Vergleich des Flechtenbewuchses am Mittelstamm von Buchen in fünf Luxemburger NWR	229

9.3 | Fotosverzeichnis

Foto 1: Buchenwald im Nordwesten des Naturwaldreservates „Haard“; 13.08.2012	187
Foto 2: Aufnahmegitter am Stamm einer Buche, Stichprobenkreis 56, 12.05.2012	190
Foto 3: Alte Hainbuche (Sonderstandort 111); 21.03.2012	194
Foto 4: <i>Vezdaea retigera</i> (Netz-Igelflechte) wurde nur einmal im Gebiet beobachtet; 25.03.2012	196
Foto 5: Liegendes Totholz mit <i>Peltigera praetextata</i> (links), <i>Coenogonium pineti</i> (Mitte) und fruchtendes <i>Jamesiella anastomosans</i> (rechts); 20.03.2012	199
Foto 6: <i>Peltigera praetextata</i> auf stark bemoostem, liegendem Totholz; 20.03.2012	200
Foto 7: Wurzelteller mit kleinen Steinen; 13.08.2012	202
Foto 8: <i>Pleurosticta acetabulum</i> (Essigflechte); 14.08.2012	202
Foto 9: <i>Parmelia submontana</i> (Verdrehte Schüsselflechte); 14.08.2012	203
Foto 10: <i>Sclerophora amabilis</i> (Liebliche Staubkopfflechte); 19.03.2012	206
Foto 11: <i>Graphis betulina</i> (Birken-Schriftflechte); 13.05.2012	207
Foto 12: Fotos der Aufnahmen am Monitoringbaum des Stichprobenkreises 65; 13.05.2012	213
Foto 13: <i>Lecidella scabra</i> (Raue Schwarznapfflechte); 21.03.2012	214
Foto 14: Stehender Buchen-Totbaum (Sonderstandort 113); 21.03.2012	222
Foto 15: Stehendes Fichten-Totholz (Sonderstandort 106); 20.03.2012	223
Foto 16: Alte, dreistämmige Eiche (Sonderstandort 103); 24.07.2012	224



MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DES INFRASTRUCTURES
Département de l'environnement

Administration de la nature et des forêts

