

# Enneschte Bäsch



# Enneschte Bësch

**Projekt:**

Naturwaldbericht „Enneschte Bësch“

**Herausgeber:**

Administration des Eaux et Forêts  
Service de l'Aménagement des Bois  
et de l'Economie Forestière  
16, rue Eugène Ruppert  
L-2453 Luxembourg  
Tel: 00352 402201-213

**Leitung des Projektes:**

Dr. Eberhard Aldinger (FVA), Marc Wagner (AEF)

**Autoren:**

Autoren: Romain Tobes (FVA), Anne Wevell von Krüger (FVA)  
und Uwe Brockamp (VFS) (Luftbilddauswertung)

**Datenauswertung:**

Ralph Kärcher (FVA)

**Schriftleitung:**

Dr. Winfried Bücking (FVA), Marc Wagner (AEF),  
Danièle Murat (AEF)

**Feldaufnahme:**

Klaus Winkler (FVA), Martine Kettel (AEF)

**Layout:**

[www.mv-concept.lu](http://www.mv-concept.lu)

**Druck:**

A compléter

**Fotos:**

Danièle Murat (AEF), Romain Tobes (FVA)

Alle Rechte vorbehalten  
Juli 2008

## Vorwort



Die Biodiversität d.h. die Vielfalt der Arten, Ökosysteme und der genetischen Formen bildet eine wichtige Grundlage für das menschliche Wohlergehen, weshalb ihr Schutz und Erhalt von größter Bedeutung ist. Weltweit ist jedoch ein zunehmender Verlust an Biodiversität zu verzeichnen. Der Wald, als das komplexeste und artenreichste terrestrische Ökosystem, spielt demnach eine vorrangige Rolle bei der Erhaltung und Förderung dieser biologischen Vielfalt.

Vor diesem Hintergrund ist die Regierung Luxemburgs seit 1999 darum bemüht, in Wäldern nationale Naturschutzgebiete einzurichten. In diesen Naturwaldreservaten werden keine Eingriffe mehr getätigt, so dass sich die charakteristischen Waldökosysteme samt ihrer biologischen Vielfalt frei entfalten können. Angestrebtes Ziel ist es, bis 2010 5 % der öffentlichen Wälder in Luxemburg als Naturwaldreservate auszuweisen. Dieses Projekt bewegt sich im Rahmen internationaler Abkommen und ist auf nationaler Ebene durch die zwei letzten Regierungserklärungen, den Plan für eine nachhaltige Entwicklung von 1999 sowie durch den Nationalen Naturschutzplan von 2007 verankert.

Derzeit gibt es in Luxemburg sechs Naturwaldreservate, welche eine Gesamtfläche von ca. 800 Hektar umfassen. Dies entspricht ca. 1 % der Landeswaldfläche. Dieses Netz von Schutzgebieten soll in Zukunft durch zusätzliche Naturwaldreservate ergänzt werden.

Die Auswahl und die wissenschaftliche Betreuung der zu schützenden Waldflächen obliegen der luxemburgischen Forstverwaltung.

In der Tat bilden regelmäßig durchgeführte und umfassende Untersuchungen dieser Waldökosysteme einen wichtigen Bestandteil dieses Projektes. Zu diesem Zweck wurde ein Monitoringkonzept erstellt, welches die Aufnahme von waldwachstumskundlichen und ökologischen Charakteristika ermöglicht. Die Langfristigkeit der Forschung in diesen Naturwaldreservaten erlaubt, mittels Vergleichsuntersuchungen, ihre Entwicklungsdynamik darzustellen.

Diese Broschüre ist als Teil einer neuen Veröffentlichungsreihe zu verstehen, welche sich mit der Darstellung der Forschungsergebnisse aus den luxemburgischen Naturwaldreservaten befasst und den Ausgangszustand dieser Schutzgebiete zum Zeitpunkt ihrer Ausweisung beschreibt. Weitere Veröffentlichungen werden den dynamischen Entwicklungsaspekt dieser Naturwaldreservate beleuchten.

Bedanken möchte ich mich bei jenen, die an dieser Veröffentlichung mitgewirkt haben, d.h. der Abteilung für Forsteinrichtung der Forstverwaltung sowie der Abteilung Waldökologie der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. Ich bin überzeugt, dass diese Publikation einen wichtigen Beitrag zur Erforschung der Waldökosysteme auf nationaler sowie auf europäischer Ebene leistet.

Lucien Lux  
Umweltminister

# Inhalt

<b>Einleitung</b>	<b>8</b>	<b>Luftbildauswertung</b>	<b>18</b>	<b>Diskussion und Ausblick</b>	<b>50</b>
<b>Beschreibung des Naturwaldreservates</b>	<b>10</b>	3.1   Verfahren	21	5.1   Bestandsschichtung: unterschiedliche Möglichkeiten der Beschreibung	51
2.1   Lage, Größe und Schutzzweck	12	3.2   Interpretationsergebnis	21	5.2   Totholz: Verteilung, Qualität und Dynamik	52
2.2   Waldbiotope	13	3.2.1 Flächenübersicht		5.3   Waldstrukturdiversität: mess- und regelbar?	53
2.3   Zerschneidung	13	3.2.2 Flächenbeschreibung		5.4   Waldentwicklung: in welcher Phase befindet sich der „Enneschte Bësch“?	53
2.4   Naturräumliche und standörtliche Einordnung	13	3.2.3 Altersdifferenzierung innerhalb der Teilflächen		5.5   Zukünftige Waldentwicklung: welche Baumart setzt sich durch?	54
2.4.1 Wuchsgebiet und Wuchsbezirk		3.2.4 Kronengröße		5.6   Ausblick	55
2.4.2 Geologie und Geomorphologie		3.2.5 Vertikalstruktur			
2.4.3 Klima		3.2.6 Schlussgrad			
2.5   Vegetation und Waldgesellschaften	14	3.2.7 Entwicklungsphasen			
2.6   Waldgeschichte	14	3.2.8 Baumartenanteile			
2.6.1 Geschichte des „Enneschte Bësch“		3.3   Zusammenfassung „Luftbildauswertung“	27		
2.6.2 Forstliche Nutzungsgeschichte		<b>Waldstrukturaufnahme</b>	<b>28</b>		
2.7   Fauna	16	4.1   Methodik	29	<b>Zusammenfassung</b>	<b>56</b>
2.7.1 Fledermäuse und Vögel		4.2   Zusammensetzung des Naturwaldreservats	30	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>60</b>
2.8   Wild und Jagd	17	4.2.1 Gesamtübersicht		<b>Abbildungen- und Tabellenverzeichnis</b>	<b>64</b>
2.9   Zusammenfassung	17	4.2.2 Lebender Bestand		8.1   Abbildungsverzeichnis	64
		4.2.3 Totholz		8.2   Tabellenverzeichnis	65
		4.2.4 Jungwuchs		<b>Glossar und Abkürzungen</b>	<b>66</b>
		4.3   Waldstrukturdiversität und Kleinstrukturen	41	9.1   Glossar	66
		4.3.1 Waldstrukturdiversität		9.2   Abkürzungen	67
		4.3.2 Kleinstrukturen		<b>Anhang</b>	<b>68</b>
		4.4   Zusammenfassung	49		



## Einleitung

Naturwaldreservate (luxemburgisch: „Naturbëscher“) sind Waldgebiete, in denen sich die Natur, ohne menschlichen Einfluss entwickeln kann. Diese „Urwälder von morgen“ dienen der Erforschung von dynamischen Prozessen im Wald (BÜCKING et al. 1997) und sollen außerdem einen Nutzen für den praktischen naturnahen Waldbau bringen (MEYER et al. 2001). Der „Enneschte Bësch“ ist Teil des Luxemburger Naturwaldnetzes. Momentan sind sechs Naturwaldreservate auf einer Gesamtfläche von 803 ha ausgewiesen (AEF 2007). Die luxemburgische Regierung beabsichtigt mittelfristig 5 % der staatlich bewirtschafteten Waldfläche als Naturwaldreservat auszuweisen (MEV 2007).

Um die dynamischen Prozesse der Waldentwicklung verfolgen zu können ist ein dauerhaftes, zielgerichtetes und interdisziplinäres Untersuchungskonzept erforderlich (MEYER et al. 2001). Ein solches Konzept ist mit der Waldstrukturaufnahme-Luxemburg (WSA-L) geschaffen worden. Die WSA-L ist eine Weiterentwicklung der Waldstrukturaufnahme Baden-Württemberg (KÄRCHER et al. 1997) und ihre Anpassung an die den luxemburgischen Gegebenheiten und Bedürfnisse (TOBES u. KÄRCHER 2007). Sie basiert auf einem permanenten Stichprobenetz dessen, im Gelände fest markierte Probekreise alle 10-20 Jahre aufgenommen werden, je nach Entwicklung des Naturwaldreservates.

In den Stichprobekreisen der WSA-L werden in erster Linie waldkundliche Parameter, wie z.B. Baumart, Durchmesser, Höhe, Lage

und bestimmte Strukturen an lebenden und abgestorbenen Bäume sowie Dichte, Höhe und Art der Gehölze der Naturverjüngung erhoben. Beim Totholz wird zusätzlich der Zersetzungsgrad angesprochen. Die WSA-L ermöglicht so eine detaillierte Beschreibung der vertikalen und horizontalen Strukturen des Waldökosystems, Rückschlüsse auf die Entwicklung von Habitatbäumen und liefert zudem neue Erkenntnisse für den Arten- und Naturschutz.

Ergänzt wird die stichprobenartige terrestrische Aufnahme durch die flächendeckende Analyse von Colorinfrarot (CIR)-Ortholuftbildern des Untersuchungsgebietes. Ihre Ergebnisse werden in ein Geografisches Informationssystem (GIS) eingebunden und mit den terrestrischen Erhebungen verglichen (AHRENS et al. 2004).

Die Waldstrukturaufnahme-Luxemburg erlaubt eine detaillierte Beschreibung der Baumartenausstattung, Bestandesstrukturen und -vitalität eines Gebietes zum Aufnahmezeitpunkt. Daraus kann auf die Waldentwicklungsphase eines Naturwaldreservates rückgeschlossen werden. Außerdem können durch den Vergleich der erhobenen Daten verschiedene Waldinventuren miteinander verglichen werden und die Auswertung von Zeitreihen wird ermöglicht (HOFFMANN U. AHRENS 2004). Die Berechnung verschiedener Waldstrukturdiversitäts-Indizes erlaubt zudem den Vergleich mit anderen Waldgebieten oder Naturwaldreservaten. Die WSA-L erlaubt somit eine vielseitige und vernetzte, forstliche, biologische und ökologische Analyse von Wäldern.

## Beschreibung des Naturwaldreservats

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

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



## 2.1 | Lage, Größe und Schutzzweck

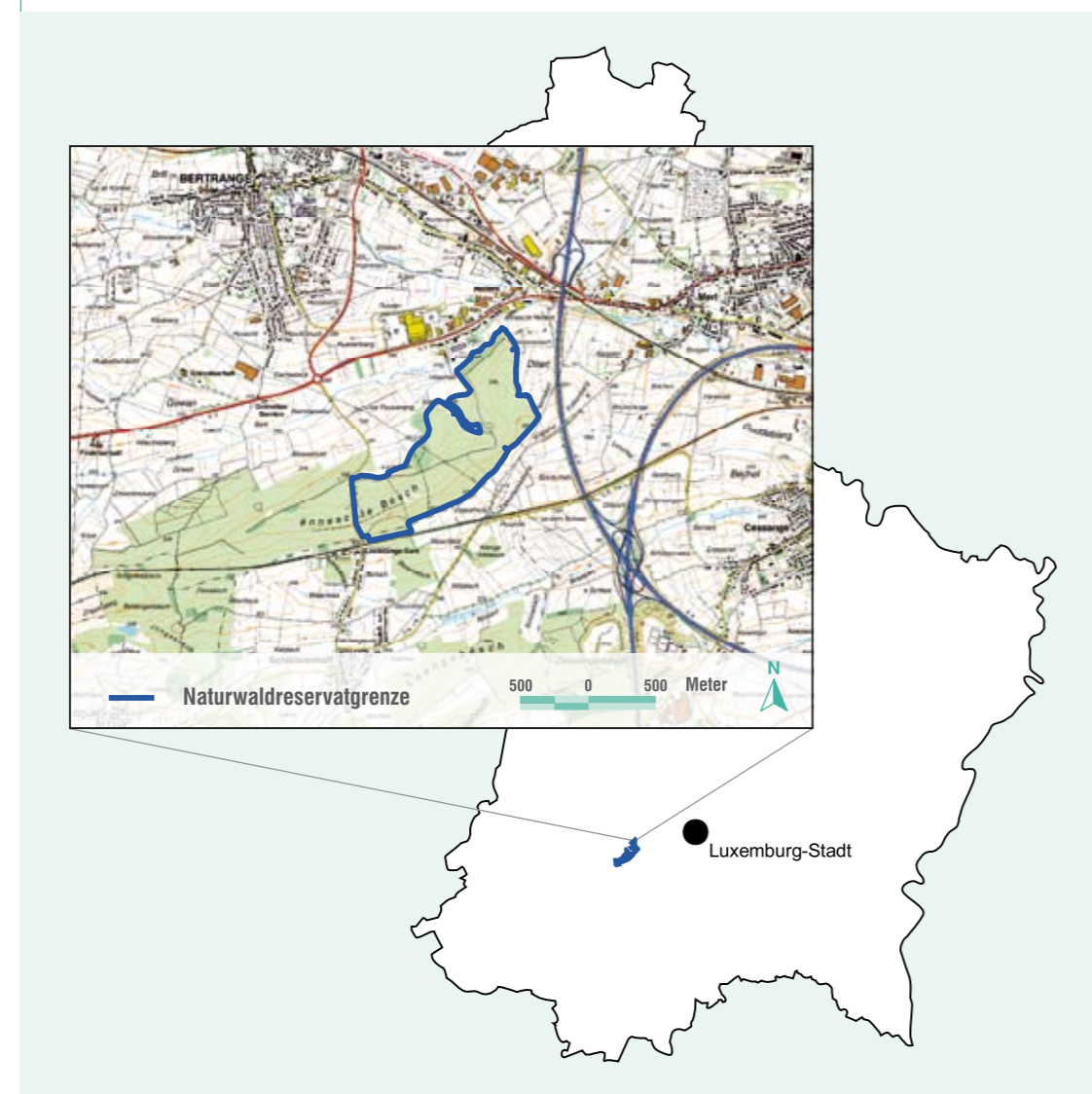
Das Naturwaldreservat hat eine Größe von 86,4 ha und wurde durch die großherzogliche Verordnung vom 20. September 2005 ausgewiesen (MEMORIAL 2005).

Es liegt südwestlich von Luxemburg zwischen Bertrange und Schléiwenhaff und umfasst den östlich des C.R. 163 gelegenen Teil des Waldgebietes „Enneschte Bësch“. Das Gebiet befindet im Zuständigkeitsbereich des Forstamtes Luxemburg-West und des Forstreviers Bertrange sowie der Naturschutzdienststelle „Süden“. Die geografische Lage befindet sich zwischen 6°3' und

6°5' Grad östlicher Länge und 49°35' und 49°36' Grad nördlicher Breite. Im Gauß-Krüger Koordinatensystem für Luxemburg liegt der „Enneschte Bësch“ bei einem Rechtswert von 72,09-73,47 und einem Hochwert von 72,52-74,10. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über die zwei Gemeinden Bertrange, Katastersektion Lorentzscheier C und Leudelange, Katastersektion Leudelange A (AEF 2003).

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

Abbildung 2-1  
Lage des  
Naturwaldreservats  
„Enneschte Bësch“



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

## 2.2 | Waldbiotope

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

## 2.3 | Zerschneidung

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

## 2.4 | Naturräumliche und standörtliche Einordnung

### 2.4.1 Wuchsgebiet und Wuchsbezirk

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

### 2.4.2 Geologie und Geomorphologie

Die tonigen Ablagerungen des Lias-Mergels bestimmen überwiegend den Untergrund des Wuchsgebietes. Dazwischen finden sich immer wieder sandige Schichten mit Pylonoten- und Macigno-Sandstein sowie Ölschiefer (AEF 1995). Über das gesamte Naturwaldreservat verteilt finden sich dunkelgraue, zum Teil etwas sandige Mergel mit blättriger Struktur, die so genannten „Blättermergel“. Im südlichen und östlichen Teil sind die Liasgesteine stellenweise von tertiären Lehmen überlagert (AEF 2003).

Die Böden im Wuchsbezirk „Südliches Gutland“ sind mittelschwere bis schwere, tonhaltige Böden mit mäßig bis starker Vernässung (AEF 1995). Im Untersuchungsgebiet selbst kommen durch Staunässe einwirkung pseudovergleyte Parabraunerden vor (AEF 2003).

Der Höhenunterschied im „Enneschte Bësch“ beträgt 35 m und reicht von 280 m ü. NN im Nordosten bis 315 m ü. NN im Süden. Die durchschnittliche Höhe liegt bei ca. 300 m ü. NN (MEV 2002).

### 2.4.3 Klima

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

## 2.5 | Vegetation und Waldgesellschaften

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

**Tabelle 2-1 Bestandestypen und Waldgesellschaften im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ AEF 2003**

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

Bei einer Gesamtfläche von rund 86,4 ha hat das Eichen-Hainbuchenwald (*Primulo-Carpinetum*) in drei Ausbildungen mit einer Fläche von 54,3 ha den größten Anteil im Naturwaldreservat. Dieser Teil des Gebiets ist überwiegend im Norden anzutreffen. Von den verbleibenden 32,1 ha sind 26 ha der Waldgesellschaft Perlgras-Buchenwald (*Melico-Fagetum*) in zwei Ausbildungen zuzuschreiben. Die restliche Fläche von 6 ha konnte keiner Waldgesellschaft, sondern lediglich Bestandestypen zugeordnet werden (Abbildung 4-14).

## 2.6 | Waldgeschichte

### 2.6.1 Geschichte des „Enneschte Bësch“

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

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

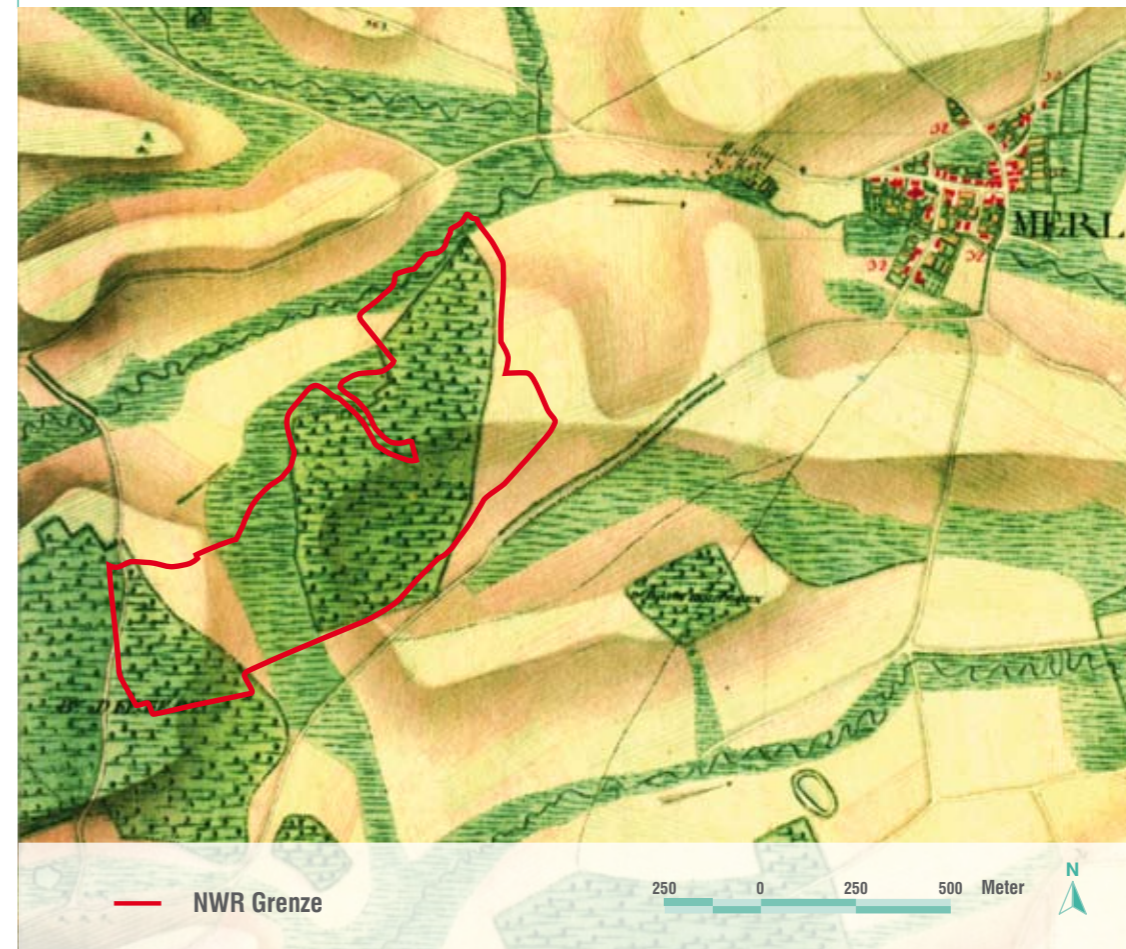
### 2.6.2 Forstliche Nutzungsgeschichte

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

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

**Abbildung 2-2**

Das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ zur Zeit des „Comte de Ferraris“ Ende des 18. Jahrhunderts



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



## 2.7 | Fauna

### 2.7.1 Fledermäuse und Vögel

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

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

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

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

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

**Tabelle 2-3** Seltene und gefährdete Vogelarten im „Enneschte Bësch“ AEF (2003)

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

**Tabelle 2-4** Gefährdete Amphibienarten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ AEF (2003)

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

## 2.8 | Wild und Jagd

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

Das Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“ gehört zum Jagdlos Nr. 546 mit den Wildarten Rehwild, Rotwild und Schwarzwild. Es hat eine Fläche von 481 ha und setzt sich aus Feld- und Waldjagd zusammen. Der „Enneschte Bësch“ ist dabei das einzige Waldgebiet des Jagdloses. Die Wilddichte im Untersuchungsgebiet ist insgesamt relativ gering, da sich das Wild aufgrund der Besucher viel außerhalb des Waldes aufhält. Die Situation des Verbisses und die damit einhergehenden Veränderungen im Jungwuchs werden in Kap. 4.2.4.1 gesondert behandelt.

Das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ liegt im Wuchsgebiet „Gutland“ und im Forstlichen Wuchsbezirk „Südliches Gutland“ und umfasst eine Fläche von 86,36 ha. Die Zuständigkeit liegt beim Forstamt Luxemburg-West und der Naturschutzdienststelle „Süden“. Das Gebiet gehört zu den Gemeinden Bertrange und Leudelange. Der „Enneschte Bësch“ wird für die Erholung der umgebenden Bevölkerung genutzt. Der Wald stockt größtenteils auf Parabraunerden, die durch Staunässe zur Pseudovergleyung tendieren. Auf diesen nässebeeinflussten Böden haben sich einige Mardellen ausgebildet. Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt bei 860 mm, die Lufttemperatur bei 9,1° C. Im Untersuchungsgebiet dominieren zwei Waldgesellschaften: Im Norden ist auf einer Fläche von rund 54 ha einen Eichen-Hainbuchenwald (*Primulo-Carpinetum*) vorzufinden. Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes ist auf 26 ha der Perlgras-Buchenwald (*Melico-Fagetum*) bestandesprägend. Das Bestandesbild lässt auf eine ehemalige Mittelwaldbewirtschaftung schließen, mit einzelnen durchgewachsenen Mittelwaldstämmen und Kernwüchsen. Ende 2002 wurden die forstlichen Maßnahmen im Naturwaldreservat eingestellt und die dynamische Entwicklung konnte ihren Lauf nehmen.

## 2.9 | Zusammenfassung

**Abbildung 2-3**

**Eichen-Hainbuchenwald im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“**





## Luftbildauswertung

Luftbilder liefern eine präzise, detailgetreue und dauerhafte Momentaufnahme der Landschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt. Zur flächigen Untersuchung und Beurteilung von Naturwaldreservaten (NWR) werden, möglichst zeitgleich mit der Waldstrukturaufnahme-Luxemburg (WSA-L), Bildflüge durchgeführt. Zu diesem Zweck sind vom „Enneschte Bësch“ im Jahr 2006 Colorinfrarot (CIR) Luftbilder im

Maßstab 1:5.000 angefertigt worden. Diese wurden nach dem speziell für Luxemburg modifizierten Verfahren der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (AHRENS et al. 2004, BROCKAMP 2007) interpretiert und ausgewertet. Das Befliegungsjahr entspricht dem Jahr in dem die WSA-L durchgeführt wurde. Die Ergebnisse sind somit direkt vergleichbar.

Abbildung 3-1

Luftbild des NWR „Enneschte Bësch“ mit Stichprobenpunkten



Photo aérienne IFC : Origine AEF (2006) Hansa Luftbild

### 3.1 | Verfahren

Der verwendete Interpretationsschlüssel erfasst flächendeckend alle Landschaftsbereiche. Der Schwerpunkt liegt in der Erhebung der Waldstruktur mit dem Ziel der Identifikation, Deskription, Lokalisation und Quantifizierung von Entwicklungszuständen und dynamischen Entwicklungsprozessen. Im Zuge dieses Verfahrens werden die Luftbilder mittels eines photogrammetrischen Scanners in digitale Bilddaten mit einer Pixelgröße von  $12,5 \mu$  überführt (Scannen), was eine Bodenauflösung von ca. 7 cm ergibt. Anschließend werden die Bilder durch Aerotriangulation und Bündelblockausgleich entzerrt (Rektifizierung) und in ein geographisches Koordinatensystem eingehängt (Geokodierung). Dabei entstehen rektifizierte Luftbildscans, die digital stereoskopisch interpretiert werden können. Des Weiteren wird aus den rektifizierten Luftbildscans ein Orthobildmosaik berechnet. Dieses Orthobild dient als digitale Grundlage für die Darstellung und Weiterverarbeitung der Interpretationsergebnisse in einem Geographischen Informationssystem (GIS).

Die Luftbildinterpretation erfasst das Gebiet zunächst nach allgemeinen ökologischen Gesichtspunkten (Beispiele in Klammern):

- **Waldflächen** (Bestandesflächen),
- **Naturereignisflächen** (Sturm, Borkenkäfer),
- **Kahlflächen**  
(Waldlücken, Blößen, geräumte Flächen),
- **Sukzessionsflächen i.w.S.**  
(Moore, Blockhalden, Uferzonen),
- **Sonstige Flächen**  
(Landwirtschaftliche Flächen, Gebäude, Lagerplätze, Gewässer).

Differenziert angesprochen werden die folgenden Waldstrukturmerkmale:

- **Altersstufe,**
- **Altersdifferenzierung,**
- **Überschirmung,**
- **Baumart,**
- **Baumartenanteile,**
- **Mischungsform,**
- **Höhendifferenzierung,**
- **Kronendurchmesser,**
- **Bestandesaufbau,**
- **Totholz,**
- **Bodenvegetation,**
- **Verjüngung.**

Nichtwaldflächen (Sukzessionsflächen i.w.S. u. Sonstige Flächen) werden interpretiert nach:

- **Biotoptyp/Nutzungsart,**
- **Sukzessionsstadium.**

Anhand dieser Merkmale werden in sich homogene Teilflächen ausgeschieden.

Die Ergebnisse der Luftbildinterpretation werden für jede Teilfläche in eine Access-Datenbank eingegeben und über Abfragen ausgewertet und zusammengefasst. Für die Visualisierung der Ergebnisse und die Kartenerstellung findet eine Verschneidung mit den Geometrien im GIS statt.

### 3.2 | Interpretationsergebnis

#### 3.2.1 Flächenübersicht

Wie im Luftbild sehr gut ersichtlich, ist der „Enneschte Bësch“ ein in sich abgeschlossenes Waldgebiet, das fast vollständig von Feldern umgeben ist. Nur im Südwesten grenzt wiederum Wald an. Das Gebiet ist von Laubholz dominiert. Der einzige größere Nadelholzbereich (Küstentanne) ganz im Norden unterscheidet sich im Colorinfrarotbild durch seine gräuliche Färbung klar vom Rot der Laubholzbestände. Innerhalb des Laubholzes hebt sich eine große zentral am Rand gelegene Jungwuchsfläche deutlich von dem überwiegend geschlossenem Baum- und Altholz ab. Bei genauerem Hinsehen finden sich am Südwestrand und in der Mitte des Gebietes sowie östlich des in das Naturwaldreservats reichenden Wiesenstücks weitere Jungwuchsflächen. Der flächige Baum- und Altholzbestand wirkt überwiegend geschlossen, hat aber auch einige durchbrochene Bereiche, wie im Zentrum oder im südwestlichen Bereich zu sehen ist. Hier wirkt das Kronendach nicht so homogen, da Schattenwürfe zwischen den Kronen einen raueren Eindruck vermitteln. Des Weiteren sind flächig deutliche Farbunterschiede im Beobachtungsgebiet zu sehen, die aber nach einer genaueren Prüfung nicht auf unterschiedliche Baumarten zurückzuführen sind. Der Grund für diese Farbunterschiede konnte nicht erkannt werden.

### 3.2.2 Flächenbeschreibung

Insgesamt wurden im Zuge der Untersuchung 68 verschiedene Teilflächen ausgeschieden und einzeln interpretiert. Mit Hilfe von Datenbankabfragen werden die Ergebnisse der Teilflächen summarisch zusammengefasst.

Die Fläche des NWR ist fast ausschließlich mit Wald bestockt. Nur eine winzige Fläche im Jungwuchsbestand nahe Punkt 26 hat eine andere Nutzung. Hier steht ein Hochspannungsmast.

Die Waldfläche besteht überwiegend (68 %) aus Starkem Baumholz. Am zweithäufigsten ist das Geringe bis Mittlere Baumholz mit 25 % vertreten. Die Altersstufen Stangenholz (5 %) und Jungwuchs/Dickung (2 %) spielen eine untergeordnete Rolle.

**Tabelle 3-1 Flächennutzung des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“**

Flächennutzung	Fläche ha	Anteil
Jungwuchs - Dickung	1,7	2 %
Stangenholz	4,5	5 %
Geringes - Mittleres Baumholz	21,7	25 %
Starkes Baumholz	58,1	68 %

### 3.2.3 Altersdifferenzierung innerhalb der Teilflächen

Eine Altersdifferenzierung innerhalb von Beständen wird angesprochen, wenn mindestens ein Drittel der Fläche mit einer anderen Altersstufe bestockt ist als die vorherrschende Alterstufe. Der Anteil ungleichaltriger Teilflächen ist mit 66 % sehr hoch. Fast auf der Hälfte der Fläche (49 %) stocken Bestände, die einen deutlichen Anteil jüngerer Bäume beinhalten. Gleichaltrige Strukturen finden sich auf 34 % der Waldfläche. Areale in denen der Hauptbestand mit älteren Bäumen durchsetzt ist, finden sich auf 16 % der Fläche.

**Tabelle 3-2 Altersdifferenzierung des über das Luftbild angesprochenen Bäume**

Altersdifferenzierung	Fläche (ha)	Anteil
gleichaltrig	29,2	34 %
ungleichaltrig, jünger	42,5	49 %
ungleichaltrig, älter	13,6	16 %
ungleichaltrig, jünger und älter	0,6	1 %

Bei den ungleichaltrig jüngeren Beständen handelt es sich ausschließlich um starke Baumhölzer, die mit jüngeren Bäumen durchsetzt sind. Die ungleichaltrig älteren Bestände sind in allen drei anderen Altersklassen zu finden und haben jeweils starkes Baumholz als ältere Bestandesteile beigemischt. Meist sind die starken Individuen Eichen, deren Kronenraum von jüngeren Rotbuchen mit beansprucht wird.

### 3.2.4 Kronengröße

In die Altersansprache fließt die Kronengröße als wichtiges Kriterium mit ein. Ist das Höhenwachstum abgeschlossen (Baumholzalter) sind Kronengröße und Kronenform die entscheidenden Kriterien zur Unterteilung in Geringes bis Mittleres Baumholz und Starkes Baumholz. Eine Einteilung in mehrere Klassen erfolgt, wenn mindestens ein Drittel des Kollektivs einer anderen Stärkeklasse zugeordnet werden kann als der Rest.

**Tabelle 3-3 Anteile der Kronengrößen im „Enneschte Bësch“**

Kronengröße	Summe (ha)	Anteil
klein (< 5 m)	6,67	8 %
klein - mittel	1,40	2 %
mittel (5 - 10 m)	7,96	9 %
mittel - groß	44,42	52 %
groß (> 10 m)	11,37	13 %
klein - groß	14,08	16 %

Gut die Hälfte (52 %) der Bestandesfläche setzt sich aus Bäumen mit mittleren und großen Kronen zusammen. Aufgrund der Struktur der Kronen kann geschlossen werden, dass die kleineren Kronen meist auch jüngeren Bäumen gehören. In einigen Teilflächen im Nordosten die von Eiche dominiert sind, können aber die zwischenständigen Eichen auch genau so alt sein wie die großen Exemplare, haben allerdings seinerzeit den Konkurrenzkampf um die Vorherrschaft im Kronenraum verloren.

**Abbildung 3-2**

**Kronengröße der Baumindividuen im NWR „Enneschte Bësch“**



Am zweithäufigsten finden sich kleine und große Kronen in einer Fläche. Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um zweischichtige Bestände in denen sich unter lockerem Schirm der Jungwuchs etabliert hat. Auf 13 % des Naturwaldreservats finden sich fast ausschließlich große Kronen. Mittlere Kronen finden sich auf 9 %, kleine auf 8 % und kleine bis mittlere auf 2 % der Fläche. Das Vorhandensein von großen Kronen auf insgesamt 81 % der Fläche lässt auf alte Bestandesstrukturen schließen.

### 3.2.5 Vertikalstruktur

Die Vertikalstruktur beschreibt das Vorkommen verschiedener Höhenschichten innerhalb einer Teilfläche und ob diese gleichmäßig oder ungleichmäßig sind. Im Allgemeinen ist es nicht möglich durch die Kronen der Oberschicht hindurch zu sehen, auch wenn diese schon etwas aufgelichtet

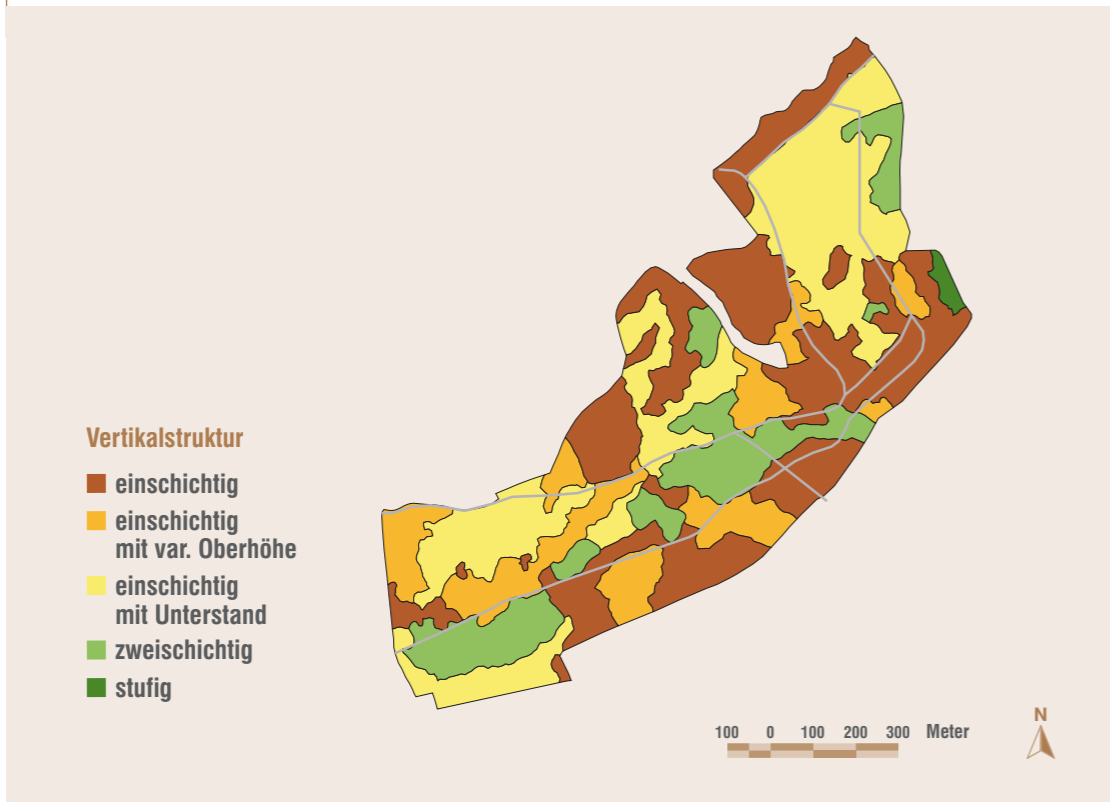
sind. Daher ist der Interpret bei der Ansprache der Vertikalstruktur auf Lücken zwischen Kronen angewiesen. Er kann nur Schichten beschreiben die nebeneinander liegen. Klassische unterständige Bäume wie unterständige Hainbuchen im Schatten von herrschenden Eichenkronen können nicht erfasst werden. Eine weitere Baumschicht wird erst ab einer Kronenraumdeckung von 20 % als solche erfasst.

**Tabelle 3-4 Vertikalstruktur des Bestandes hinsichtlich der Luftbildinterpretation**

Bezeichnung	Summe (ha)	Anteil
gleichmäßig einschichtig	30,38	35 %
ungleichmäßig einschichtig	14,38	17 %
einschichtig, mit Unterstand	27,05	31 %
zweischichtig	13,54	16 %
stufig	0,55	1 %

Abbildung 3-3

Aus der Luftbildbetrachtung geht hervor, dass der überwiegende Teil der Bestände im NWR als einschichtig anzusehen ist



Bei der Luftbildinterpretation zeigt sich das Kronendach des „Enneschte Bësch“ vielerorts durchbrochen und aufgelichtet. In den Kronenzwischenräumen und Lücken der Oberschicht sind fast immer jüngere Bäume zu sehen, die versuchen die Lücken zu erobern. Insgesamt ist die Bestockung damit so dicht, dass fast nie eine Bodensicht möglich ist (vgl. Schlussgrad). Der Großteil der Bestandesfläche (83 %) ist einschichtig. Allerdings sind nur 35 % mit gleichmäßig einschichtigen Beständen bestockt. 17 % weisen eine deutliche Variabilität der Oberhöhe auf. Auf 31 % des Untersuchungsgebiets ist in den einschichtigen Beständen ein Unterstand erkennbar. Da dieser Unterstand in fast allen kleinen und größeren Lücken zu sehen ist, kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil der mehrschichtigen Bestände viel größer ist, als aus der Luftbildinterpretation ersichtlich. Zweischichtige Bestände kommen auf 16 % der Fläche vor und eine Teilfläche am Waldrand in Nordosten wurde als stufig eingeschätzt.

### 3.2.6 Schlussgrad

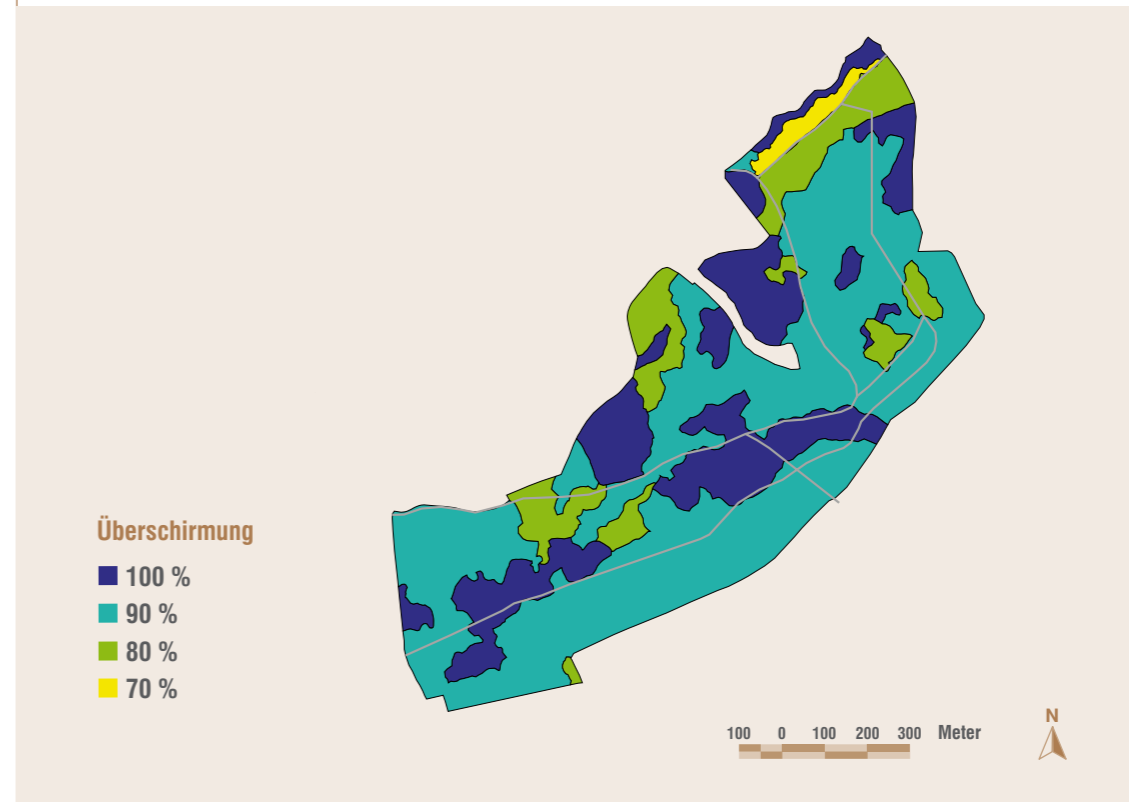
Der Schlussgrad oder die Überschirmung beschreibt den Anteil einer Teilfläche der tatsächlich von Kronen überdeckt wird. Bei mehrschichtigen Beständen setzt sich der Schlussgrad aus der Summe der Überschirmungen der Schichten zusammen, wobei 100 % per Definition nicht überschritten werden können.

Tabelle 3-5 Schlussgrad im „Enneschte Bësch“

Schlussgrad	Fläche (ha)	Anteil
100 %	21,70	25 %
90 %	52,01	60 %
80 %	10,86	13 %
70 %	1,33	2 %

Abbildung 3-4

Das NWR „Enneschte Bësch“ zeigt zu 98 % einen Schlussgrad über 80 % und erschwert so den Lichteinfall auf den Waldboden deutlich



Die Überschirmung im „Enneschte Bësch“ ist im Allgemeinen sehr hoch. Bereits im Abschnitt „Vertikalstruktur“ wurde dargelegt, dass dies unter anderem auf den sehr hohen Anteil des Unterwuchses zurückzuführen ist. Ein weiterer Faktor ist die Konkurrenzsituation zwischen Eiche und Buche. Jüngere Buchen sind dabei den Kronenraum der Eichen für sich zu beanspruchen. Da der Buche das Restlicht unter der Eiche für ihr Wachstum reicht, findet während dieses Prozesses nicht einmal eine zwischenzeitliche Auflichtung statt. Auf dem größten Teil der Fläche ist die Überschirmung mit 90-100 % sehr hoch. Die rund zwei Drittel mit einem Überschirmungsgrad von 90 % sind dabei eher am oberen Ende dieser Klasse angesiedelt. Nur 15 % des Naturwaldreservates weisen geringere Überschirmungsgrade auf, wobei davon der größere Teil mit 80 % wiederum stärker überschirmt ist.

Aufgrund dieser durchweg hohen Schlussgrade wird auf die Auswertung der Bodenvegetation und Verjüngung verzichtet. Beide Parameter ließen sich viel zu selten ansprechen, um Aussagen treffen zu können.

### 3.2.7 Entwicklungsphasen

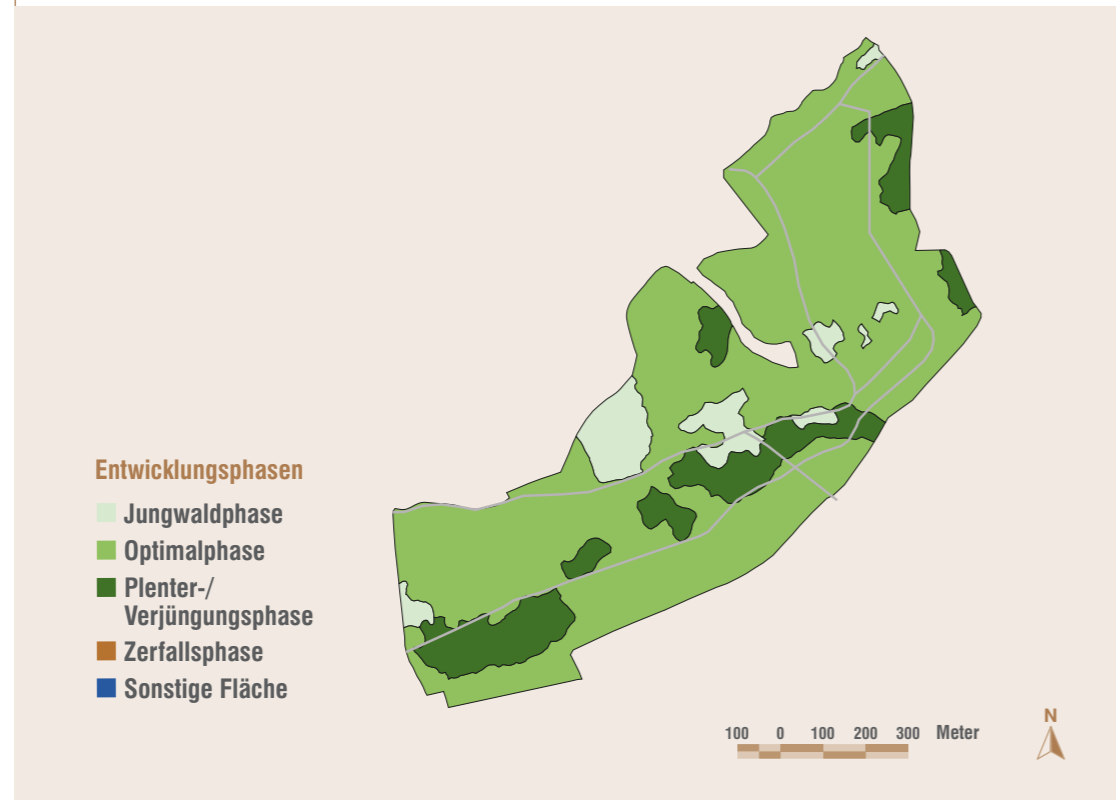
Aus Kombination der oben beschriebenen Strukturmerkmale werden die Teilflächen unterschiedlichen Entwicklungsphasen im Anhalt an LEIBUNDGUT (1959, 1978) und WEBER (1999) zugeordnet.

Tabelle 3-6 Entwicklungsphasen im Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“

Entwicklungsphase	Summe (ha)	Anteil
Jungwaldphase	6,15	7 %
Optimalphase	67,47	79 %
Plenter-/Verjüngungsphase	12,28	14 %

Abbildung 3-5

Der NWR „Enneschte Bësch“ befindet sich überwiegend in der Optimalphase mit sporadisch auftretenden Plenter- oder Verjüngungsphasen



Der Großteil der Flächen (79 %) wird anhand dieser Einteilung der Optimalphase zugeordnet. Am zweithäufigsten ist die Plenter- und Verjüngungsphase mit 14 % anzutreffen, gefolgt von der Jungwaldphase mit 7 %. Weitere Entwicklungsphasen kommen nicht vor. Die Dominanz der Optimalphase ist nicht verwunderlich. Sie deckt im Zyklus der Entwicklungsphasen insbesondere in Laubwäldern den längsten Zeitraum ab. Somit ist sie auch in Naturwäldern am häufigsten vertreten. Gleichzeitig findet im Gebiet stellenweise ein Baumartenwechsel von der Pionierbaumart Eiche zur Schlusswaldbaumart Rotbuche statt. Bei diesem Baumartenwechsel, der sich durch das Einwachsen der Rotbuchen in die Eichenkronen mit anschließender Verdrängung letzterer vollzieht, wird aus Luftbildsicht keine Zerfalls- oder Verjüngungsphase sichtbar. In dem

Maße in dem die Eichenkronen verdrängt werden, breiten sich die Buchenkronen sukzessive aus. Lücken, die auf Zerfallsstrukturen hinweisen entstehen nur selten. Somit befindet sich der Bestand als solcher in der Optimalphase, auch wenn es für die einzelne Baumart Eiche schlecht steht. Die Plenter- und Verjüngungsphase ist durch einen schnelleren Zusammenbruch des Hauptbestandes unter dem schon die kommende Baumgeneration heranwächst gekennzeichnet. Der „Enneschte Bësch“ erweckt den Eindruck, als sei diese Entwicklung zum Teil durch natürliche Prozesse eingeleitet worden. Im Gegensatz dazu ist ein Großteil der Jungwuchsfelder eindeutig gezielt angelegt worden. Fast alle Bäume auf diesen Flächen sind gleich hoch und teilweise sind noch die Pflanzreihen zu erkennen.

### 3.2.8 Baumartenanteile

Bei der Ansprache der Baumarten können nur die Bäume angesprochen werden, die am Kronendach beteiligt sind und eine arttypische Kronenausprägung haben. Bei kleinkronigen, eingeklemmten und jungen Individuen ist eine Artansprache meist nicht möglich.

Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ kommen neben den Hauptbaumarten Eiche und Rotbuche vor allem ältere Hainbuchen vor. Diese können jedoch leicht mit schlecht belaubten Buchen verwechselt werden. Zudem treten sie meist im Unter- und Zwischenstand auf. Daher wurde auf eine getrennte Ausweisung der Hainbuche verzichtet. Sie ist unter Rotbuche subsumiert.

**Tabelle 3-7** Bei der Luftbildinterpretation geschätzter Baumartenanteil im „Enneschte Bësch“

Eiche	Rotbuche	Laubholz	Esche	Douglasie
58 %	34 %	5 %	1 %	1 %

Die Eiche ist mit 58 % Anteil an der überschirmten Fläche die am häufigsten vertretene Baumart, gefolgt von der Rotbuche mit 34 %.

In den Jungwuchsfelder ist nur die Unterscheidung in Laub- und Nadelholz möglich. Die als Laubholz interpretierte Fläche von 5 % wird überwiegend aus diesen Jungwüchsen gebildet. Die Esche kommt ebenfalls nur auf Jungwuchsfelder in bedeutendem Anteil vor. Durch einen Geländebegang konnte eine große Verjüngungsfläche vollständig der Esche zugeordnet werden. Ihr Anteil von einem Prozent stammt ausschließlich von dieser Fläche. Die größte Verjüngungsfläche im Naturwaldreservat stellte sich bei diesem Begang als reines Eichenstangenholz heraus und wurde entsprechend der Eiche zugeschlagen. Die Douglasie stockt ausschließlich am Nordstrand des Gebietes.

### 3.3 | Zusammenfassung „Luftbildauswertung“

Neben der flächigen Untersuchung durch die WSA-L werden auch die im Jahre 2006 aufgenommenen Luftbilder zur Auswertung des Naturwaldreservates herangezogen. Die im Maßstab 1:5.000 angefertigten Colorinfrarot (CIR) Luftbilder werden nach dem speziell für Luxemburg modifizierten Verfahren der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg interpretiert und ausgewertet (AHRENS et al. 2004, BROCKAMP 2007). Flächendeckend werden alle Landschaftsbereiche mit unterschiedlichen Schlüsseln bewertet, wobei der Schwerpunkt bei der Erhebung der Waldstruktur liegt.

Insgesamt wurden im 86,4 ha große Untersuchungsgebiet in 68 Teilflächen ausgeschieden und einzeln interpretiert. Da sich 79 % der Fläche in der Optimalphase befinden, überrascht es nicht, dass der „Enneschte Bësch“ zu 68 % aus Starkem Baumholz besteht. Die Altersdifferenzierung zeigt ein heterogenes Bild, da 66 % der Teilflächen als ungleichaltrig eingestuft wurden. Ergänzt wird die Altersansprache durch die Kronengröße. Nach Abschluss des Höhenwachstums sind die Kronengröße und die Kronenform das entscheidende Kriterium zur Beurteilung des Baumholzes. Große Kronen sind auf 81 % der Fläche zu erkennen. Dies wird auch in Bezug auf die Vertikalstruktur deutlich, da insgesamt 83 % als einschichtig eingestuft worden sind. Offene Flächen sind im „Enneschte Bësch“ die Ausnahme, da 98 % der Fläche einen Schlussgrad von über 80 % aufweisen. Dieser zusätzliche Gewinn an Informationen durch die Luftbildinterpretation erlaubt es, die dynamischen Entwicklungsprozesse in einem Naturwaldreservat noch deutlicher zu charakterisieren.

# Waldstrukturaufnahme

## 4.1 | Methodik

Im Jahre 2006 wurde die Waldstrukturaufnahme-Luxemburg (WSA-L) nach dem Verfahren von TOBES u. KÄRCHER (2007) im Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“ durchgeführt. Die Pufferzone, ein 50 m breiter Sicherheitsstreifen beidseitig der Wege und an der Gebietsgrenze, dient der Verkehrssicherungspflicht. Durch den hohen Zerschneidungsgrad (Kap. 2.3) nimmt die Pufferzone mit 40 ha fast die Hälfte des Untersuchungsgebietes ein. Somit ergibt sich für das Untersuchungsgebiet eine ungestörte Kernfläche (= Gebietsgröße minus Pufferzone) von ca. 46 ha. In Abhängigkeit von dieser Größe

und der geforderten Genauigkeit ergibt sich im Untersuchungsgebiet ein permanentes Stichprobenetz im Raster von 50x100. Die Stichprobekreise haben üblicherweise eine Flächengröße von 0,1 ha. Die Aufnahmefläche kann jedoch, an Steilhängen ab 35° Gefälle und in dichten Beständen, die die Individuenzahl von mehr als 100 Stück je Stichprobenkreis überschreiten, auf 0,05 ha verkleinert werden.

Eine ausführlichere Beschreibung der Methodik der WSA-L findet sich im Methodenhandbuch Band I „Untersuchungen in Naturwald-reservaten. Aufnahmeverfahren Waldstrukturaufnahme-Luxemburg (WSA-L)“.

Abbildung 4-1

Eingabe der aufgenommenen Daten, an einem Stichprobekreise, in ein mobiles Datenerfassungsgerät



## 4.2 | Zusammensetzung des Naturwaldreservats

Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ wurden 54 Stichprobepunkte aufgenommen: die Probekreise 13, 16 und 26 sind aufgrund des dichten Bestandes auf 0,05 ha verkleinert worden. Insgesamt wurden 2.142 Bäume auf einer Fläche von 5,25 ha aufgenommen.

Die Probekreise sind überwiegend nach Norden und Nord-Westen exponiert. Das Untersuchungsgebiet fällt insgesamt von Süd-Ost nach Nord-West hin sanft ab. Das Gebiet liegt definitionsgemäß in ebener Lage, da eine Neigung von 10 Grad nicht überschritten wird (TOBES u. KÄRCHER 2007). Für jeden Stichprobepunkt kann im Rahmen der WSA-L ein Stammverteilungsplan erstellt werden (Abbildung 4-2).

Er gibt Auskunft über die Anordnung, Art und Zustand der Baumindividuen auf der Kreisfläche. Lebende stehende Bäume sind als schwarze

ausgefüllte Kreise gekennzeichnet, bei toten ist lediglich der Kreisrand schwarz dargestellt. Die Größe der Kreise gibt Aufschluss über den Baumdurchmesser. Liegende Bäume werden als Balken dargestellt, der im lebenden Zustand schwarz ausgefüllt ist. Bei toten Individuen ist der Balken schwarz umrandet.

### 4.2.1 Gesamtübersicht

Die Vorratsermittlung in Naturwaldreservaten dient der Quantifizierung der Baumartenzusammensetzung zu einem bestimmten Zeitpunkt. Durch Vergleich mit später folgenden Aufnahmen können Veränderungen dokumentiert werden. Bei einem Gesamtvolumen aller Baumarten im „Enneschte Bësch“ von 396 Vfm/ha entfallen 389 Vfm/ha (98 %) auf den lebenden Bestand und 7 Vfm/ha (2 %) auf abgestorbenes Holz (Tabelle 4-1). Der Vorrat an stehendem Holz beziffert sich auf 392 Vfm/ha (99 %). 4 Vfm/ha (1 %) des Volumens liegen am Boden. In der Regel handelt es sich dabei um Totholz.

Abbildung 4-2

Stammverteilungsplan des Stichprobepunktes Nr. 52 im „Enneschte Bësch“

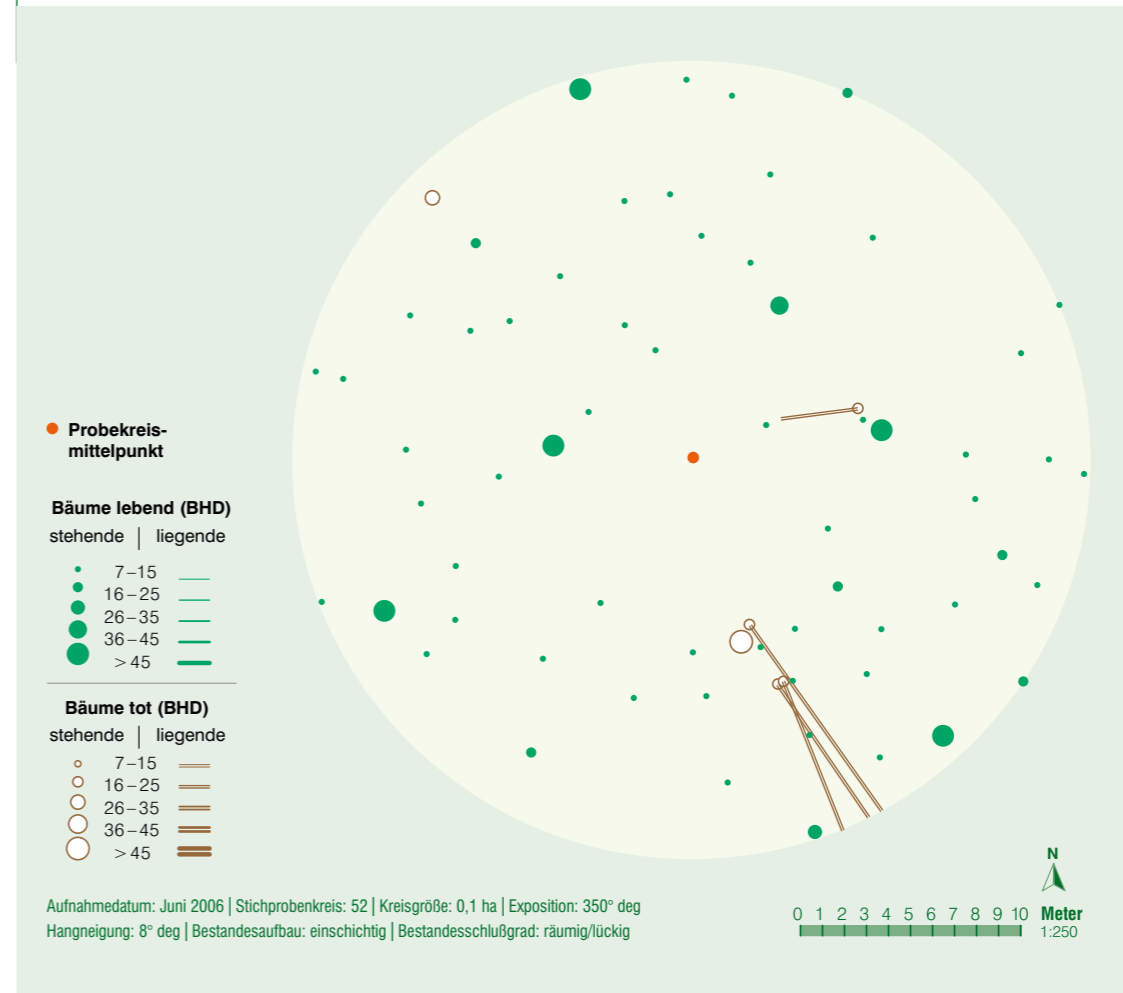
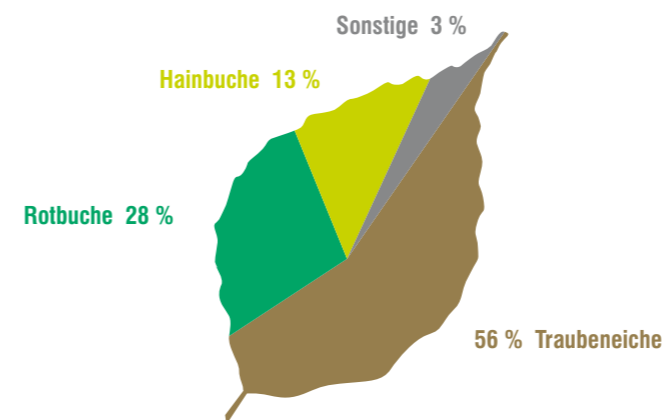


Abbildung 4-3

Baumartenanteile (Vorrat %) der Hauptbaumarten im Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“



Insgesamt kommen 13 verschiedene Gehölzarten<sup>1</sup> im lebenden Bestand vor. In Abbildung 4-3 ist die Baumartenverteilung des „Enneschte Bësch“ dargestellt.

Die Traubeneiche hat mit 219 Vfm/ha den höchsten Anteil am Vorrat des lebenden Bestandes. Daneben sind Buche (108 Vfm/ha bzw. 28 %) und Hainbuche (52 Vfm/ha bzw. 13,6 %) stärker vertreten. 10 Vfm/ha (3 %) werden von den übrigen Baumarten eingenommen.

Um das Volumen eines Baumes bestimmen zu können, muss neben seiner Höhe der Brusthöhendurchmesser (BHD) bestimmt werden. Er ist definiert als der Durchmesser eines stehenden Stammes in 1,30 m Höhe (= Brusthöhe) vom Boden aus gesehen (ERLBECK et al. 2002).

<sup>1</sup>  
 Rotbuche (*Fagus sylvatica*),  
 Hainbuche (*Carpinus betulus*),  
 Traubeneiche (*Quercus petraea*),  
 Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*),  
 Feldahorn (*Acer campestre*),  
 Esche (*Fraxinus excelsior*),  
 Vogelkirsche (*Prunus avium*),  
 Schwarzerle (*Alnus glutinosa*),  
 Aspe (*Populus tremula*),  
 Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*),  
 Hasel (*Corylus avellana*),  
 Fichte (*Picea abies*), und  
 Salweide (*Salix caprea*).



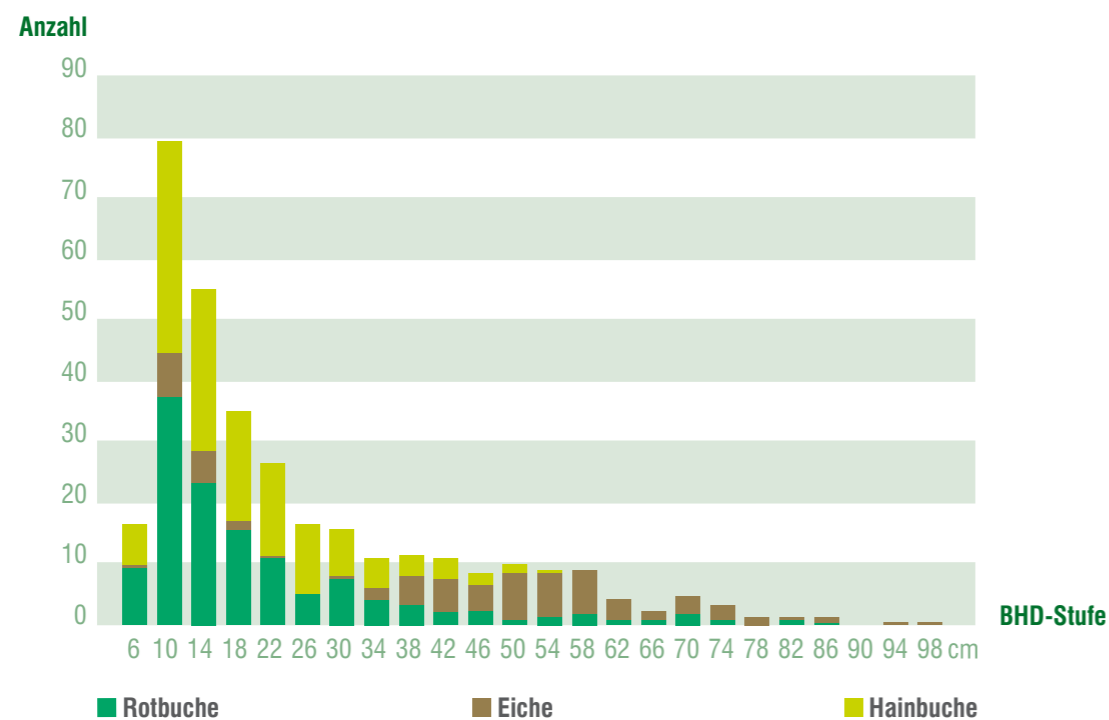
**Tabelle 4-1** Vorräte ausgewählter Baumarten im Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“

Baumart	GESAMT		LEBEND		TOT		STEHEND		LIEGEND	
	Vfm/ha	%	Vfm/ha	%	Vfm/ha	%	Vfm/ha	%	Vfm/ha	%
Traubeneiche	224	57	219	56	5	71	222	57	2	50
Rotbuche	108	27	108	28	1	14	108	28	1	25
Hainbuche	52	13	52	14	0	0	52	13	0	0
Sonstige	12	3	10	2,5	1	14	10	2,6	1	25
<b>Alle Baumarten</b>	<b>396</b>	<b>100</b>	<b>389</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	<b>100</b>	<b>392</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>100</b>
<b>Alle Baumarten [%]</b>	<b>100</b>		<b>98</b>		<b>2</b>		<b>99</b>		<b>1</b>	

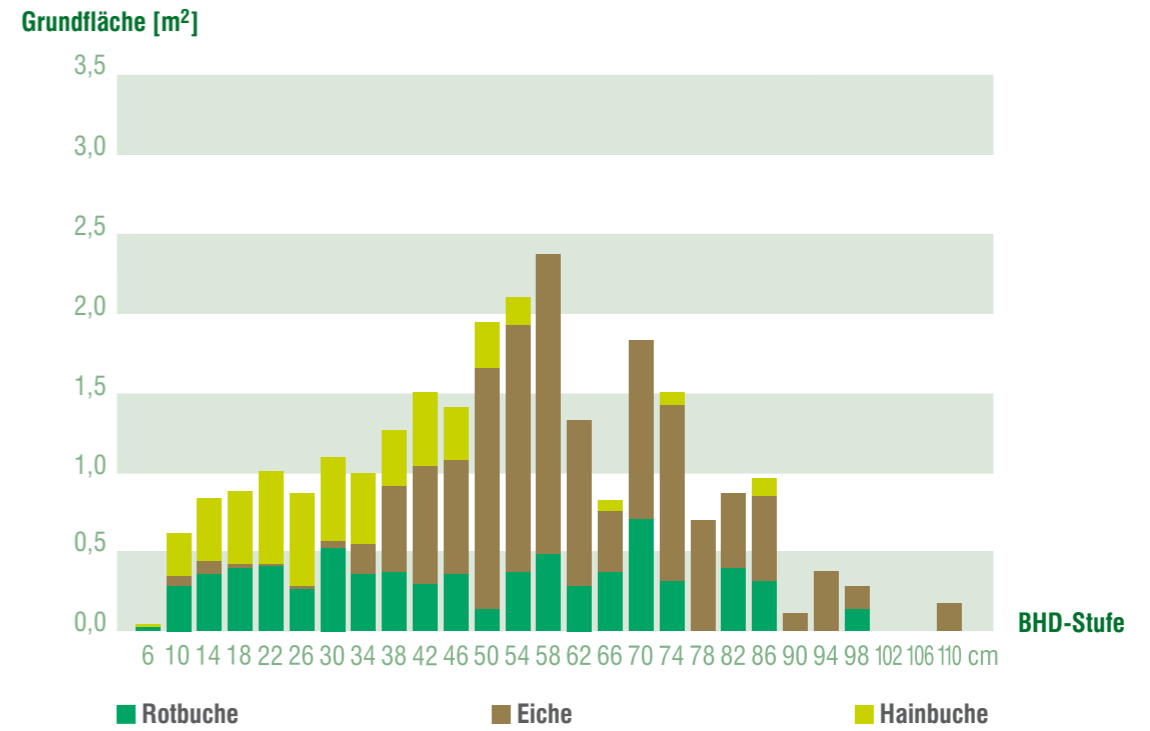
In **Abbildung 4-4** ist für die Hauptbaumarten die Verteilung der Stammzahl auf die einzelnen Durchmesserstufen dargestellt. Daraus geht hervor, dass Rotbuche und Hainbuche stammzahlmäßig sehr gut in den niedrigen BHD-Stufen vertreten sind. Für beide Baumarten zeigt sich ein typischer linksgipfliger Kurvenverlauf. Von der BHD-Stufe 6 cm nach 10 cm steigt die Kurve steil an, um in den nachfolgenden BHD-Stufen abzufallen. Die höchste Anzahl/ha für die Rotbuche und die Hainbuche befindet sich in der BHD-Stufe 10 cm, wo die Rotbuche mit 37,4 Bäumen/ha und die Hainbuche mit 34,4 Bäumen/ha vertreten sind. Einzelne Rotbuchen kommen allerdings auch in den hohen Durchmesserstufen vor.

Die Eiche hat einen zweigipfligen Kurvenverlauf mit einem Maximum in der BHD-Stufe 10 cm (7,6 Bäume/ha) und einem in der BHD-Stufe 50 cm (7,8 Bäume/ha). In den BHD-Stufen 22 bis 30 cm ist sie nur in sehr geringem Maße vertreten. Die stärksten Bäume im „Enneschte Bësch“ sind Eichen in der BHD-Stufe 110. Bei der Verteilung der Grundfläche, als Maß für die Dichte eines Bestandes (BURSCHEL u. HUSS 1987), auf die Durchmesserstufen zeigt sich, dass die Eichen in den höheren BHD-Stufen zwischen 50 cm und 74 cm dominieren und somit überwiegend im Ober- und Mittelstand zu finden sind (**Abbildung 4-5**), während sie im Unterstand nur in geringem Maße vertreten sind.

**Abbildung 4-4** Durchmesserverteilung der Stammzahl der Hauptbaumarten



**Abbildung 4-5** Durchmesserverteilung der Grundfläche der Hauptbaumarten



Die Grundfläche der Rotbuche verteilt sich relativ homogen auf Unter- und Mittelstand und ist vereinzelt auch im Oberstand zu finden. Die Hainbuche hingegen hat ihren Grundflächen-Schwerpunkt in den BHD-Stufen 10 bis 54 cm. Sie ist als schattenertragende Baumart hauptsächlich im Unter- und Mittelstand anzutreffen. Einzelne Exemplare erreichen auch höhere BHD-Stufen. Hinsichtlich der Stammzahl je Hektar, überwiegen ebenfalls Rotbuche, Hainbuche und Traubeneiche.

Die Esche hat mit 21 Ind./ha einen Anteil von 5 % an der Gesamt-Stammzahl (**Tabelle 4-2**). Bei einer Gesamtanzahl von 429 Individuen/ha sind 36 Baumindividuen (ca. 8 %) abgestorben. Die Traubeneiche macht davon mindestens die Hälfte aus. Eventuell ist ihr Anteil noch höher, da Totholz das aufgrund seiner fortgeschrittenen Zersetzung nicht eindeutig einer Baumart zugeordnet werden konnte unter „Sonstige“ aufgeführt ist.

**Tabelle 4-2** Stammzahlverteilung für einzelne Baumarten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“

Baumart	GESAMT		LEBEND		TOT	
	Ind./ha	%	Ind./ha	%	Ind./ha	%
Traubeneiche	102	24	84	21	18	50
Rotbuche	137	32	132	34	5	14
Hainbuche	140	33	139	35	1	3
Esche	22	5	21	5	1	3
Sonstige	28	7	17	4	11	31
<b>Alle Baumarten</b>	<b>429</b>	<b>100</b>	<b>393</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>
<b>Alle Baumarten [%]</b>	<b>100</b>		<b>92</b>		<b>8</b>	

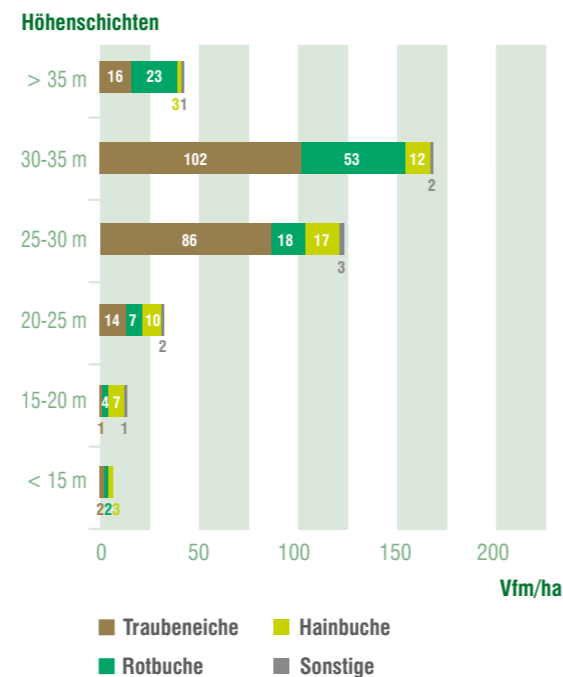
### 4.2.2 Lebender Bestand

Wie aus **Tabelle 4-1** und **Tabelle 4-2** ersichtlich ist der überwiegende Teil der Bäume (389 Vfm/ha bzw. 393 Ind./ha) dem lebenden Bestand zuzurechnen. Die Hainbuche und die Rotbuche sind hinsichtlich ihrer Stammzahl mit jeweils 139 und 132 Ind./ha nahezu gleich häufig vertreten. Das Volumen der Rotbuche ist jedoch mit 108 Vfm/ha etwa doppelt so groß wie das der Hainbuche (**Tabelle 4-1**). Die Rotbuchen im „Enneschte Bësch“ haben also stärkere Dimensionen als die Hainbuchen. Die Traubeneiche hat mit 219 Vfm/ha den höchsten Vorratsanteil, steht jedoch mit 84 Ind./ha erst an dritter Stelle. Sie hat also sehr starke Durchmesser im „Enneschte Bësch“. Diese drei genannten Baumarten machen zusammen rund 90 % der Stammzahl und sogar 98 % des Vorrates im Untersuchungsgebiet aus.

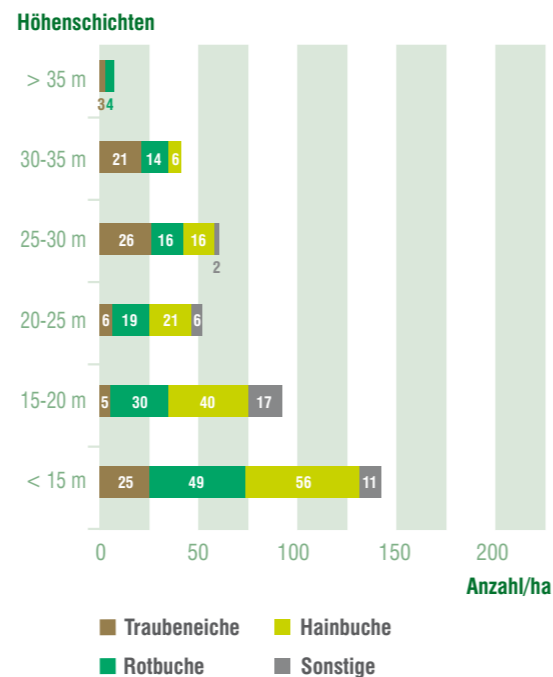
#### 4.2.2.1 Höhengschichten

Die Vorrats- und Stammzahlverteilungen werden in sechs 5 m breite Höhengschichten von „<15 m“ bis „>35 m“ unterteilt. Das Gesamtvolumen steigt bis zur Höhengschicht 20-25 m nur langsam an. In der Höhengschicht 25-30 m hat es sich gegenüber der Höhengschicht 20-25 m fast vervierfacht und erreicht einen Wert von 124 Vfm/ha (**Abbildung 4-6**). Der Hauptanteil in dieser Höhengschicht liegt mit 86 Vfm/ha bei der Traubeneiche, die ihr Maximum von 102 Vfm/ha zwischen 30 und 35 m erreicht. Das Gesamtvolumen in dieser Höhengschicht beziffert sich auf 169 Vfm/ha. Erst über 35 m sinkt der Massenanteil wieder auf ähnliche Werte wie in der Höhengschicht 20-25 m ab. Insgesamt befinden sich in den oberen Höhengschichten über 25 m rund 92 % der Traubeneichen und 88 % der Rotbuchen. Die „Sonstigen“ Baumarten sind in nur sehr geringen Maß vertreten und zeigen ihren Höchstwert mit 3 Vfm/ha in der Höhengschicht 25-30 m.

**Abbildung 4-6**  
Vorratsverteilung der lebenden Hauptbaumarten in den Höhengschichten



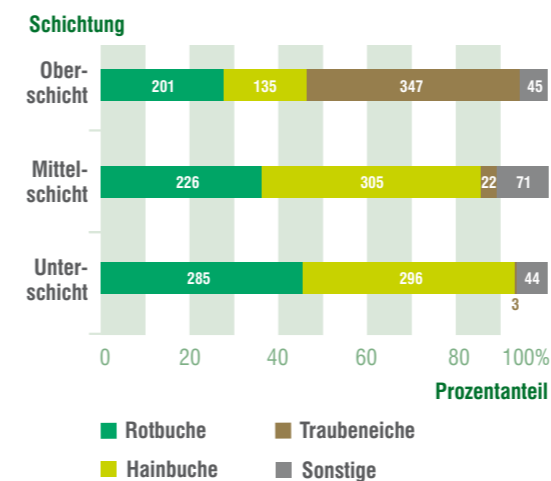
**Abbildung 4-7**  
Stammzahlverteilung der lebenden Hauptbaumarten in den Höhengschichten



Die Stammzahlverteilung auf die Höhengschichten (**Abbildung 4-7**) zeigt, dass Hainbuche und Rotbuche <15 m mit 56 Ind./ha bzw. 49 Ind./ha am häufigsten vertreten sind und in den höheren Schichten stetig abnehmen. Bei der Traubeneiche lässt sich eine zweigipflige Kurve erkennen, mit Maximalwerten in den Höhengschichten <15 m (26 Ind./ha) und 25-30 m (26 Ind./ha). „Sonstige“ Baumarten sind am stärksten in der Höhenstufe zwischen 15 und 20 m vertreten und nehmen anschließend in der Anzahl ab.

Neben der Einteilung der Baumindividuen in absolute Höhengschichten steht die relative Schichtung (TOBES und KÄRCHER 2007). Die nach IUFRO empfohlene Klassifikation der Baumschichten unterteilt die Baumschicht, ausgehend von der Oberhöhe (Durchschnittliche Höhe der 100 höchsten Bäume:  $h_{100}$ ), in drei gleichmäßig besetzte Höhengschichten: das oberste Drittel bildet die Oberschicht, das mittlere die Mittelschicht und das unterste Drittel bildet die Unterschicht (LEIBUNDGUT 1993).

**Abbildung 4-8**  
Relative Schichtung der Hauptbaumarten



Insgesamt entfallen auf die Oberschicht 728, auf die Mittelschicht 624 und auf die Unterschicht 628 Individuen. Die **Abbildung 4-8** zeigt, dass die Rotbuche und Hainbuche in jeder Schicht gut vertreten sind, während die Traubeneiche überwiegend in der Oberschicht zu finden ist und in der Mittel- und Unterschicht nur spärlich vorhanden ist.

### 4.2.3 Totholz

Die Strukturvielfalt eines Waldes wird stark durch das Totholzangebot bestimmt. Zahlreiche speziell an Totholz angepasste Lebewesen finden dort ihren Lebens- und Brutraum (OTTO 1994). Totholz entsteht im Zuge abiotischer, biotischer oder anthropogener Prozesse. Durch fortschreitende Zersetzung werden Nährstoffe freigesetzt und in den Kreislauf zurückgeführt. (DETSCH et al. 1994). Das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ verfügt über einen durchschnittlichen Totholzanteil von 7 Vfm/ha (2,2 %) bei einer Anzahl von 36 abgestorbenen Individuen je Hektar.

Das liegende Totholz besteht vor allem aus Traubeneiche (**Tabelle 4-3**), die mit 2 Vfm/ha ca. 50 % des Totholzanteils ausmacht. Das stehende Totholz besteht sogar fast zu 100 % aus Traubeneiche. Die anderen Baumarten sind nur mit <0,5 Vfm/ha vertreten. Aus diesem Grund beschränkt sich die Auswertung nach Zersetzungsgraden (ZSG) auf Traubeneiche (**Tabelle 4-4**). In ZSG 1 fallen die innerhalb der letzten zwei Jahre frisch abgestorbene Bäume, die weitgehend vollständig erhalten sind und deren Rinde noch am Stamm haftet. Bei Totholz mit ZSG 2 ist eine beginnende Zersetzung erkennbar, die Rinde ist lose aber das Holz noch beifest. Bei fortschreitender Zersetzung, d.h. ZSG 3, ist die Rinde weitgehend abgefallen und die Kernfäule erfasst mehr als ein Drittel des Durchmessers. Beim ZSG 4 handelt es sich um stark vermodertes Holz. Die Stamm-Umrisse sind aufgelöst und das Holz ist durchgehend weich. Der durchschnittliche Brusthöhendurchmesser ( $\emptyset$  BHD) lässt auf die Dimension des Totholzes schließen (**Tabelle 4-4**). Die in Klammern gesetzten Werte geben Aufschluss über die Durchmesser-spreitung des Traubeneichentotholzes.

**Tabelle 4-3** Aufteilung nach liegendem und stehendem Totholz im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“

Baumart	LIEGEND			STEHEND		
	N/ha	Vfm/ha	Ø BHD [cm]	N/ha	Vfm/ha	Ø BHD [cm]
Traubeneiche	15	2	15,7	3	3	32,9
Rotbuche	4	1	16,5	1	0	9,8
Sonstige	9	1	14,6	4	0	17,6
<b>Alle Baumarten</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>15,6</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>20,1</b>

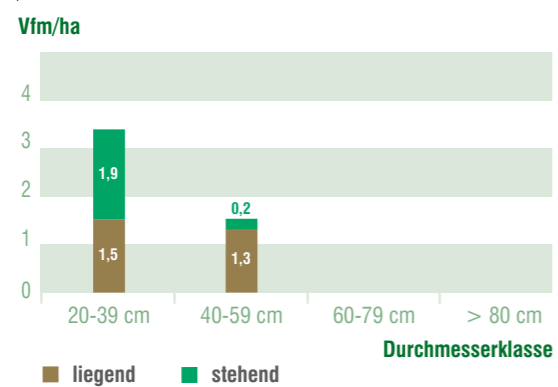
Die Zersetzungsgrade 2 und 3 bilden mit je 3 Vfm/ha den Hauptanteil des sich zersetzenden Holzes, wovon je 2 Vfm/ha allein aus Traubeneiche bestehen. Die Zersetzungsgrade 1 und 4 sind zusammen mit etwa 1 Vfm/ha vorhanden. Außer der Eiche sind Schwarzerle, Aspe, Fichte und Birke sowie nicht mehr bestimmbare Laubbäume und Eichen am Totholzaufkommen beteiligt. Auch bei diesen Baumarten überwiegen die ZSG 2 und 3.

Neben dem Zersetzungsgrad gibt es weitere Differenzierungsmerkmale für Totholz. Nach MÖLLER (2005) spielen neben stehenden und liegenden Totholzstrukturen, die mikro- oder lokalklimatische Exposition auch das Totholz-Volumen bzw. seine Dimension eine bedeutende Rolle bezüglich der Eignung als Lebensraum z. B. für xylobionte (im Holz lebende) Tierarten.

**Tabelle 4-4** Zersetzungsgrad der liegenden und stehenden Traubeneichen sowie aller Baumarten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“

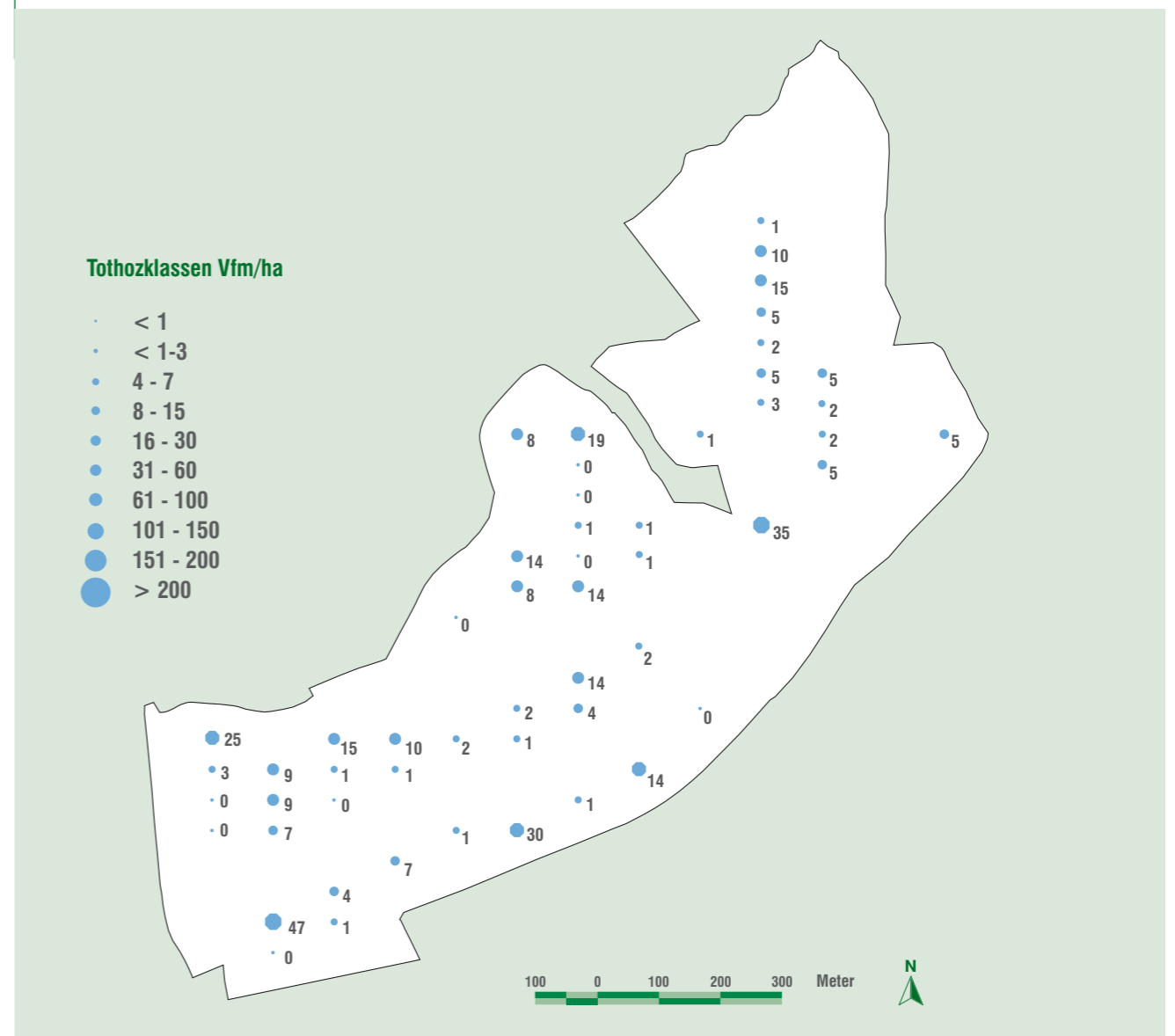
Baumart	ZSG 1			ZSG 2			ZSG 3			ZSG 4		
	N/ha	Vfm/ha	Ø BHD (cm)	N/ha	Vfm/ha	Ø BHD (cm)	N/ha	Vfm/ha	Ø BHD (cm)	N/ha	Vfm/ha	Ø BHD (cm)
Traubeneiche	0	1	39 [26-52]	5	2	21,5 [11-42]	12	2	16,3 [10-50]	0	0	13,0 [13]
Alle Baumarten	2	1	18,6	9	3	18,4	22	3	15,4	2	0	17,8

**Abbildung 4-9** Masse des Totholzes in den unterschiedlichen Durchmesserklassen



Bei der Verteilung der abgestorbenen Individuen auf Durchmesserklassen zeigt sich, dass das Totholz überwiegend die geringen bis mittleren Durchmesserklassen bis 59 cm besetzt. Der Hauptanteil liegt im Durchmesserbereich zwischen 20 cm und 39 cm und verteilt sich fast gleichmäßig auf stehendes (1,5 Vfm/ha) und liegendes (1,9 Vfm/ha) Totholz. Der Totholzanteil von insgesamt 1,5 Vfm/ha ist in der Durchmesserklasse 40-59 cm gering. Der Hauptanteil in dieser Durchmesserklasse ist liegendes Totholz, lediglich 0,2 Vfm/ha stehen.

**Abbildung 4-10** Totholzverteilung im „Enneschte Bësch“

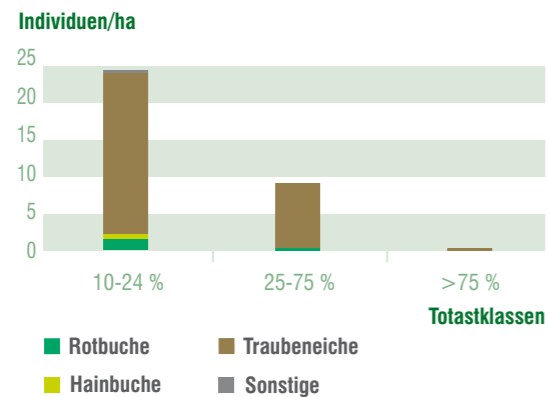


Totholz stärkerer Dimension wie es z. B. Hirschkäfer, Eichenheldbock oder Alpenbock als Lebensraum für ihre Larven benötigen (ALBRECHT 1991), kam auf der aufgenommenen Fläche nicht vor. Weil viele xylobionte Tierarten nicht sehr mobil sind, haben kurze Entfernungen zwischen den Totholzobjekten eine große Bedeutung. Ebenso

spielt die ständige Verfügbarkeit und Erreichbarkeit von Totholz eine große Rolle (OTTO 1994). Einen Überblick über die Verteilung des Totholzes im Untersuchungsgebiet ermöglicht die Abbildung 4-10. Sie zeigt, dass sich totholzreiche und totholzarme Probekreise relativ gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilen.

Neben der Aufnahme von ganzen toten stehenden und liegenden Bäumen wurden die abgestorbenen trockenen Äste an lebenden Bäumen angesprochen.

**Abbildung 4-11**  
Anteil der abgestorbenen trockenen Äste an lebenden Baumindividuen



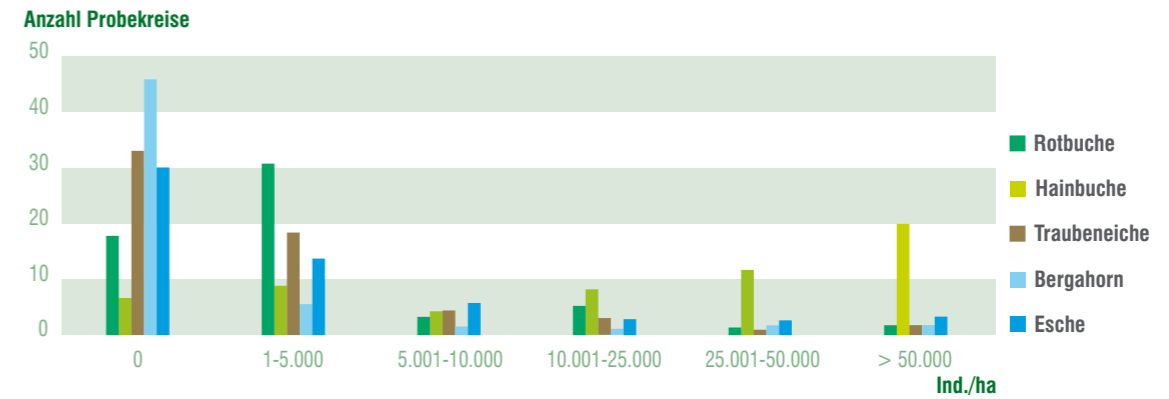
Totholz im Kronenbereich bietet auf Grund der Besonnung und des verhältnismäßig warmen Klimas vielen Wärme liebenden Tierarten einen Lebensraum. Dazu gehören zum Beispiel Bock- und Prachtkäferarten sowie Mittel- und Kleinspecht, die ihre Höhlen gerne an toten Eichen-Starkästen anlegen (LWF 2004a). Außerdem kann man aus dem Anteil abgestorbener, trockener Äste an lebenden Bäumen eventuell auf die Konkurrenzsituation bzw. die Entwicklungsphase eines Waldes rückschließen. Je höher der Anteil an Tot-Ästen, desto weniger vital ist eine Baumart. Im „Enneschte Bësch“ kommen die meisten abgestorbenen Äste an Traubeneiche vor. Sie überwiegt in allen Klassen. Totastanteile zwischen 10 und 24 % haben neben der Eiche auch Buche und Hainbuche. Nennenswert höhere Anteile an toten Ästen kommen aber nur an Eiche vor (Abbildung 4-11).

#### 4.2.4 Jungwuchs

Der Jungwuchs wird bei der Waldstrukturaufnahme in zwei jeweils 5 m in westlicher und östlicher Richtung vom Stichprobenmittelpunkt entfernten Stichprobekreisen (Satellitenkreisen) mit einem Radius von 1,78 m aufgenommen. Auf diesen Satellitenkreisen werden alle Gehölzpflanzen der Naturverjüngung getrennt nach Baumarten und Höhenklassen ausgezählt. Bei einer Anzahl von 54 Kreisen ergibt sich eine aufgenommene Jungwuchsfläche von insgesamt 0,11 ha. Diese Fläche ist zu gering, um statistisch abgesicherte Werte über Verjüngungsdichten pro Hektar herzuleiten. Dennoch wurde versucht grobe Tendenzen aus den Jungwuchsdaten abzuleiten. Die dargestellten Mittelwerte wurden über alle Probekreise gebildet, auch wenn in einzelnen Probekreisen keine Naturverjüngung auftrat. Die Aufnahmen in den Satellitenkreisen werden durch eine Schätzung des Jungwuchs-Deckungsgrades im gesamten Kreis ergänzt. Dichte und Stetigkeit der fünf Hauptbaumarten in den Jungwuchsstichprobekreisen sind aus **Abbildung 4-12** zu ersehen.

Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ kommen in der Naturverjüngung insgesamt 22 Gehölzarten<sup>2</sup>, durchschnittlich rund 69.037 Individuen/ha vor. Im Folgenden werden die fünf häufigsten Baumarten (Hainbuche, Rotbuche, Bergahorn, Esche und Traubeneiche) ausführlicher dargestellt. Die Hainbuche ist die häufigste Baumart der Naturverjüngung. Sie fehlt nur in sechs Probekreisen und erreicht in 19 Probekreisen sehr hohe Dichten von mehr als 50.000 Individuen/ha (**Abbildung 4-12**). Auch die Rotbuche ist im Jungwuchs gut vertreten: sie kommt in 30 Probekreisen hauptsächlich in Dichten von 1-5.000 Ind./ha vor, erreicht aber in einzelnen Probekreisen auch deutlich höhere Anzahlen von bis zu 25.000 Ind./ha. Zu den weniger stetig vertretenen Baumarten gehören Esche, Traubeneiche und Bergahorn. Esche und Traubeneiche sind etwa gleich stetig in den Probekreisen vertreten: die Esche fehlt in 30, die Traubeneiche in 32 Probekreisen. Der Bergahorn kommt in der Verjüngung nur in 8 Probekreisen vor, erreicht jedoch vereinzelt, ähnlich wie auch Esche hohe Dichten.

**Abbildung 4-12**  
Verjüngungsdichte ausgewählter Baumarten in den Probekreisen

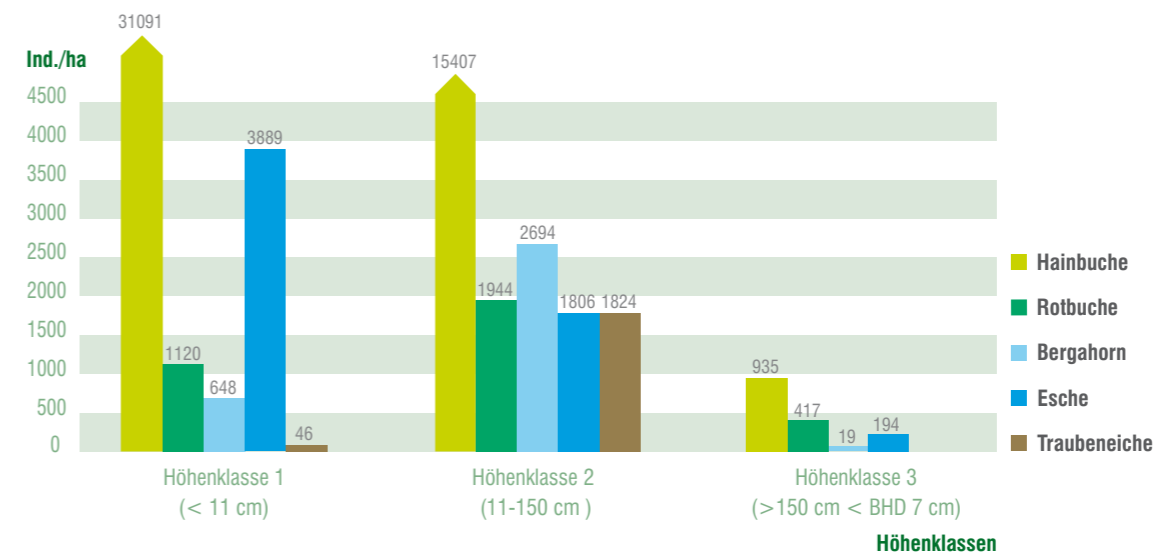


In **Abbildung 4-13** ist die Verjüngungsdichte in den einzelnen Höhenklassen angegeben. Die hohe Anzahl von Hainbuchen in den Höhenklassen 1 und 2 war in der Abbildung nicht darstellbar, die Hainbuchen-Balken wurden deshalb bei 4.500 Ind./ha gekappt.

In die Höhenklasse 1 (< 11 cm) fallen Keimlinge und Sämlinge, deren weiteres Überleben noch mit großen Unsicherheiten behaftet ist. Wie viele der kleinen Pflanzen durch verschiedene Krankheiten oder Wildverbiss ausfallen werden, ist noch nicht sicher. Die Höhenklasse 1 wird im „Enneschte Bësch“ vor allem durch Hainbuchen und Eschen dominiert, die in großen Dichten vorkommen.

Buche und Bergahorn erreichen mit 1.120 bzw. 648 Ind./ha dort größere Häufigkeiten als die Eiche, die nur mit durchschnittlich 46 Ind./ha vertreten ist. Die Naturverjüngung in der Höhenklasse 2 ist zwar den Keimlingskrankheiten entwachsen, sie ist jedoch besonders Verbiss gefährdet. Auch in dieser Höhenklasse 11-150 cm überwiegt die Hainbuche mit 15.407 Ind./ha bei Weitem. Hinsichtlich der Verjüngungsdichte der übrigen Gehölze zeigt sich dort ein homogeneres Bild. Der Bergahorn besetzt mit 2.694 Individuen/ha die erste Stelle. Rotbuche (1.944 Ind./ha), Traubeneiche (1.824 Ind./ha) und Esche (1.806 Ind./ha) sind dort nahezu gleich häufig.

**Abbildung 4-13**  
Verjüngungsdichte (Ind./ha) häufiger Baumarten in den einzelnen Höhenklassen



<sup>2</sup> Rotbuche, Hainbuche, Traubeneiche, Bergahorn, Feldahorn, Bergulme, Esche, Vogelkirsche, Aspe, Schwarzer Holunder, Traubenholunder, Weißdorn, Hasel, Roter Hartriegel, Gemeiner Schneeball, Schwarzdorn, Weißtanne, Heckenkirsche, Salweide, Gemeine Waldrebe, Hundsrose, Schwarz-Erle

Der Jungwuchs in der dritten Höhenklasse (>150 cm) ist dem Äser des Wildes entwachsen und unterliegt nur noch dem Konkurrenzdruck durch die anderen Gehölze. Die Hainbuche hat mit 935 Ind./ha immer noch den Hauptanteil in der Verjüngung der Höhenklasse. Von den verbleibenden Baumarten kommt die Rotbuche (417 Ind./ha) am häufigsten vor. Die Esche (194 Ind./ha) hat noch einen etwas höheren Anteil an der Verjüngung dieser Höhenklasse als der Bergahorn (19 Ind./ha). Die Traubeneiche ist in der Höhenklasse >150 cm nicht mehr vertreten.

Der Anteil an der Gesamtdeckung in den Höhenklassen, lässt erkennen, dass die Hainbuche die dominierende Art ist. In der Höhenklasse 1 (0-10 cm) liegt die Hainbuche mit 69,7 % deutlich vor den anderen Baumarten. Auch in der Höhenklasse 2 (11-150 cm) besitzt sie einen Deckungsanteil von 39,1 % und in der dritten Höhenklasse (>150 cm und BHD <7 cm) zeigen sowohl die Rotbuche als auch die Hainbuche einen Deckungsanteil von 32,7 % auf.

4.2.4.1 Verbiss

Der Wildverbiss hat auch in Naturwaldreservaten Folgen. Neben den Zuwachsverlusten, stellen Verjüngungsschwierigkeiten, die Entmischung des Jungwuchses und eventuell Diversitätsverlust das größte Problem dar (SUCHANT u. BURGHARDT 2004). Einen starken Einfluss auf die Verjüngung übt vor allem das Schalenwild (Rehe, Hirsche) aus, wie MAYER (1975) und ZUKRIGL (1978) beispielsweise in österreichischen Naturwaldreservaten nachwiesen. Das gleiche stellte FABIJANOWSKI

(1975) im polnischen Urwald Bialowieza fest. Diese Beispiele zeigen, dass zur Erhaltung der Urwald-dynamik in der Kulturlandschaft Zentraleuropas die Regelung des Wildbestandes unumgänglich ist (LEIBUNDGUT 1993). Die Verbissanteile im „Enneschte Bësch“ werden in der Tabelle 4-5 aufgeführt.

In den Höhenklassen 1 (< 11 cm) und 3 (>150 cm, bis <7 cm BHD) liegt fast kein Verbiss vor. Lediglich die Hainbuche hat in der ersten Höhenklasse bei einer Anzahl von 31.091 Individuen/ha ein Verbissprozent von 1,4 %. Die restlichen Baumarten weisen keine Spuren von Verbiss auf. Dies bedeutet jedoch nicht, dass diese Baumarten nicht verbissen worden sind. Es könnte daran liegen, dass die kleinen Pflanzen völlig aufgefressen worden sind.

In der Höhenklasse 2 hingegen, die in Äsungshöhe liegt, sind unterschiedliche Schädigungsgrade zu erkennen. Den höchsten Wert erreicht die häufig vertretene Hainbuche mit 16,9 % (rund 2600 Ind./ha). Der restliche Verbiss betrifft die in dieser Höhenklasse etwas seltener vertretenen Baumarten Traubeneiche (6,8 %) und Esche (5 %). Buche (3,7 %) und Bergahorn (1,3 %) sind weniger häufig geschädigt. Die Individuen der 3. Höhenklasse sind weitgehend dem Äser entwachsen, deshalb wurde kein Verbiss festgestellt.

Über alle Höhenklassen hinweg gesehen, weist die Traubeneiche mit 6,8 % den größten Prozentsatz auf. Die Hainbuche hat mit 47.435 Ind./ha jedoch die größte Anzahl an verbissenen Individuen.

Tabelle 4-5 Individuenzahl und Verbiss des Jungwuchses der Hauptbaumarten in den Höhenklassen

Baumarten	Höhenklasse 1 (0-10 cm)		Höhenklasse 2 (11-150 cm)		Höhenklasse 3 (>150 cm <7 cm BHD)		ALLE HÖHENKLASSEN	
	N/ha	Verbiss [%]	N/ha	Verbiss [%]	N/ha	Verbiss [%]	N/ha	Verbiss [%]
Hainbuche	31.091	1,4	15.407	16,9	935	0	<b>47.435</b>	<b>5,7</b>
Rotbuche	1.120	0	1.944	3,7	417	0	<b>3.481</b>	<b>2,7</b>
Bergahorn	648	0	2.694	1,3	19	0	<b>3.361</b>	<b>0,7</b>
Esche	3.889	0	1.806	5	194	0	<b>5.889</b>	<b>4</b>
Traubeneiche	46	0	1.824	6,8	0	0	<b>1.870</b>	<b>6,8</b>
<b>Alle Baumarten</b>	<b>37.546</b>	<b>1,9</b>	<b>29.000</b>	<b>13,5</b>	<b>2.491</b>	<b>0,2</b>	<b>69.037</b>	<b>6,5</b>

4.3 | Waldstrukturdiversität und Kleinstrukturen

Die „Konvention zur Biologischen Vielfalt“, die 1992 in Rio von 190 Staaten und der Europäischen Union ratifiziert wurde, fordert den Schutz der Biologischen Vielfalt bzw. der Biodiversität. Sie setzt sich aus der genetischen Diversität, der Arten-Diversität und der Ökosystem-Diversität zusammen und kann aus verschiedenen Indikatoren abgeschätzt werden.

4.3.1 Waldstrukturdiversität

Neben den waldkundlichen Auswertungen werden aus den Daten der Waldstrukturaufnahme Struktur-Diversitäts-Indizes berechnet. Die Waldstruktur bestimmt maßgeblich das Angebot und die Vielfalt an Habitaten und spielt deshalb für die Waldlebensgemeinschaften eine herausragende Rolle. Zur Beschreibung der Strukturdiversität von Wäldern ist neben der Anzahl der Strukturelemente auch ihre Verteilung im Raum interessant. WEBER (2000) entwickelte den von SHANNON und WEAVER (1949) eingeführten Shannon-Index (Tabelle 4-6: Formel 1) zur „Waldstrukturdiversität“ weiter, sodass damit die Strukturvielfalt von Wäldern verglichen werden kann.

4.3.1.1 Berechnung der Waldstrukturdiversität

Aus den Strukturelementen „Anzahl der Baumarten (A)“, „Anzahl der besetzten Vertikalschichten (V)“ und „Zustand (lebend/abgestorben) (Z)“ ergeben sich die Teildiversitäten H' (A)k, H' (V)k und H' (Z)k (Tabelle 4-6: Formel 2), die die Grundlage für die Berechnung der Waldstrukturdiversität H' (AVZ) bilden (LINGENFELDER, WEBER 2001). H' (AVZ) ergibt sich jedoch nicht aus der Summe der Teildiversitäten, da diese z. T. voneinander abhängig sein können (RIEDEL 2003). Die Waldstrukturdiversität wird als einzelne Maßzahl ausgegeben und ist durch die Anzahl an Wahlmöglichkeiten begrenzt. Es können Diversitätswerte zwischen 0 und ca. 4,5 erreicht werden, darüber liegende Werte sind rein theoretisch unwahrscheinlich. Dabei gilt: Je höher der Wert, desto höher die Diversität eines Waldes. Z.B. hätte ein gleichaltriger Fichtenreinbestand die Waldstrukturdiversität 0, ein vielschichtiger, ungleichaltriger, totholz- und baumartenreicher Wald dagegen einen wesentlich höheren Diversitäts-Wert (NOWACK 2005).

Als Maß für die Gleichverteilung wird außerdem die Evenness berechnet (Tabelle 4-6: Formel 3). Dieser Wert lässt eine Aussage über die Verteilung der einzelnen Strukturelemente (E (A), E (V), E (Z) und E (AVZ)) auf der Fläche zu. Die Evenness kann Werte zwischen 0 und 1 erreichen: Je höher der Wert, desto gleichmäßiger, je niedriger, umso geklumpfter sind die Strukturmerkmale verteilt (RIEDEL 2003). Dabei bedeutet ein Wert nahe 0, dass die Elemente sehr ungleich verteilt sind, dass z.B. 20 Buchen und nur eine Tanne vorkommen. Ist nur eine Baumart vorhanden, eine Höhen-schicht besetzt oder tritt nur ein Zustand auf (z. B. Gleichaltriger Fichtenreinbestand, Diversität = 0), ist die Berechnung der Evenness nicht möglich und wird nicht angegeben. Erreicht die Evenness ihren maximalen Wert von 1, sind die Elemente zu gleichen Anteilen vertreten, z.B. 1/3 der Bäume sind Buchen, 1/3 Eichen und 1/3 Hainbuchen.

Tabelle 4-6

Formeln zur Berechnung der Waldstrukturdiversität

Diversität nach SHANNON

(1) 
$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i^a$$

Waldstrukturdiversität

(2) 
$$H' (AVZ) = H' (A) + H'_{A(V)} + H'_{AV(Z)}^b$$

Evenness

(3) 
$$E (AVZ) = \frac{H (AVZ)^c}{H_{\max}}$$

Durch die beiden Indizes H'(AVZ) und E(AVZ) können Naturwaldreservate miteinander verglichen und Bewertungen vorgenommen werden (NOWACK 2000).

<sup>a</sup> pi: relative Häufigkeit der Individuen in Höheschichten

<sup>b</sup> H'(AVZ): Gesamtdiversität; H'(A): Artendiversität; H'\_{A(V)}: Diversität der Vertikalschichtung unter Berücksichtigung der Artenvielfalt; H'\_{AV(Z)}: Zustandsdiversität unter Berücksichtigung der Arten- und Vertikalverteilung

**Tabelle 4-7 Diversitätskennzahlen für alle Probekreise im Naturwaldreservat „Enneschte Bäsch“**

	H' (AVZ)k	H' (A)k	H' (V)k	H' (Z)k	E(AVZ)	E(A)	E(V)	E(Z)	Anzahl Baumarten	Anzahl Schichten	Anzahl Zustände (lebend/tot)	Anzahl Bäume	Anzahl Strukturelemente
Minimum	0,72	0,13	0,60	0,00	0,51	0,17	0,54	-	2,00	3,00	1,00	17,00	4,00
Mittelwert	2,37	0,99	1,77	0,25	0,89	0,76	0,88	0,40	3,70	6,91	1,85	39,67	12,48
Maximum	3,07	1,66	2,23	0,61	0,97	1,00	0,98	0,86	8,00	9,00	2,00	77,00	21,00

**4.3.1.2 Ergebnisse der Berechnung der Waldstrukturdiversität**

Die durchschnittliche Waldstrukturdiversität für den „Enneschte Bäsch“ beträgt 2,37 (Tabelle 4-7). Die Spannweite liegt für die 54 Probekreise zwischen 0,72 (Kreis Nr. 26) und 3,07 (Kreis Nr. 43). Die mittlere Zustandsdiversität H'(Z)k mit einem Wert von 0,25 besagt z.B., dass nur in jedem vierten Stichprobenpunkt Totholz vorkommt. Die Evenness im „Enneschte Bäsch“ beträgt im Mittel von 0,89, die Strukturelemente sind also nahezu gleichmäßig über die Fläche verteilt.

In Tabelle 4-8 ist die Verteilung der Kreise auf unterschiedliche Diversitätsklassen dargestellt.

**Tabelle 4-8 Häufigkeit der Probekreise in den unterschiedlichen Diversitätsklassen**

Klasse	H(AVZ)	Häufigkeit
1	0	0
2	0,01-0,49	0
3	0,50-0,99	1
4	1,00-1,49	0
5	1,50-1,99	6
6	2,00-2,49	28
7 und größer	>2,49	19
<b>Anzahl Kreise</b>		<b>54</b>

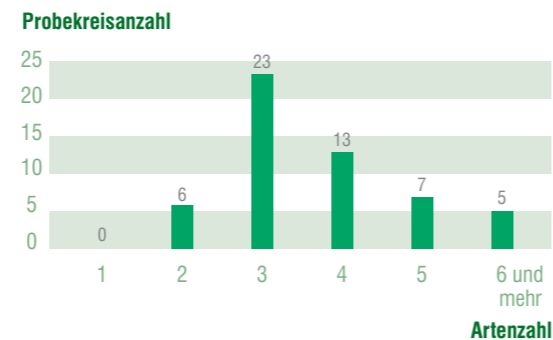
Knapp 90 % der insgesamt 54 Probekreise haben eine Waldstrukturdiversität (H' (AVZ)) über 2,00. 19 Stichprobekreise erreichen sogar einen Wert über 2,49. In den unteren Diversitätsklassen sind im Verhältnis nur sehr wenige Probekreise vertreten.

In der Abbildung 4-14 zeigt sich, dass die höchste Waldstrukturdiversität etwa im Übergangsbereich vom Eichen-Hainbuchenwald zum Perlgras-Buchenwald erreicht wird.

**4.3.1.3 Gehölzartenvielfalt in den Probekreisflächen**

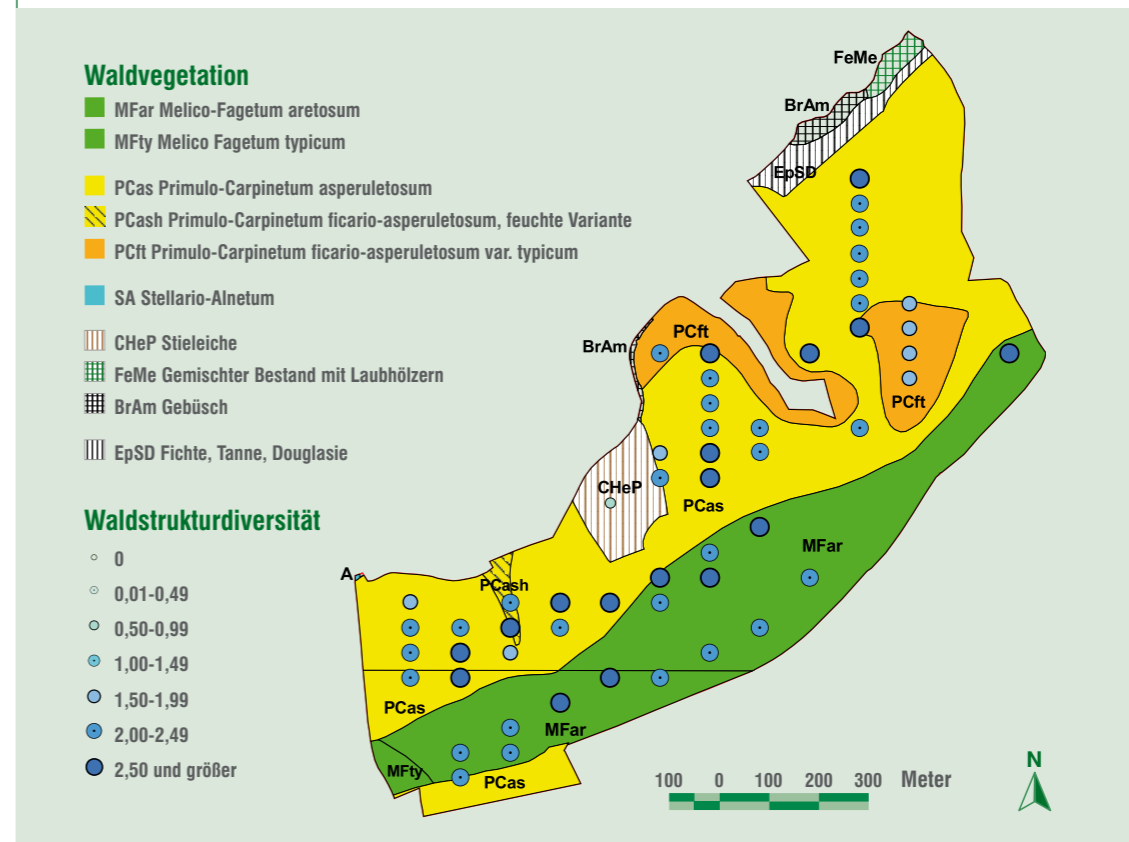
Wie bereits in der Tabelle 4-7 aufgeführt ist, liegt der Mittelwert für die Anzahl der Gehölzarten in den Stichprobekreisen bei 3,70.

**Abbildung 4-15 Anzahl der Stichprobenpunkte hinsichtlich der Gehölzartenvielfalt in den Probekreisen**



In Abbildung 4-15 ist dargestellt, wie häufig bestimmte Artenanzahlen in den Probekreisen vorkommen. Dabei ist nur die Anzahl der Arten entscheidend, nicht wie häufig eine Art dort vorkommt. Treten z.B. in einem Probekreis 50 Eichen und eine Hainbuche auf, fällt der Probekreis in die Klasse „2 Arten“. In den meisten Stichprobekreisen im „Enneschte Bäsch“ kommen 3 bzw. 4 verschiedene Baumarten vor. Es gibt keinen Probekreis mit nur einer einzigen Baumart, aber immerhin 5 Probekreise mit mehr als 6 unterschiedlichen Baumarten.

**Abbildung 4-14 Diversität der Waldstruktur im Naturwaldreservat „Enneschte Bäsch“**

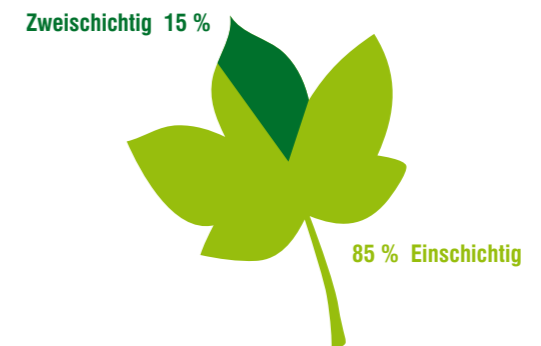


**4.3.1.4 Stufigkeit**

Bei der Ausscheidung und Darstellung von Strukturformen in einem Naturwald finden sich laut LEIBUNDGUT (1959) auffallende Wiederholungen bestimmter und daher typischer Bestandesbilder wieder. Er entwickelte den Begriff der Waldentwicklungsphasen, die bestimmte strukturelle Zustände innerhalb ganzer Entwicklungsserien kennzeichnen. Unterschieden werden die Jungwald-, Optimal-, Alters-, Verjüngungs- und Plenterwaldphase. In Naturwäldern existieren diese Waldentwicklungsphasen zumeist gleichzeitig nebeneinander. Trotzdem bei gleichem Standort und gleicher Baumartenmischung der zeitliche Ablauf und die Abfolge der einzelnen Phasen immer wieder. Auch diese Nuancen gilt es zu beschreiben. Hierfür wählte LEIBUNDGUT (1979) den Begriff der „Bestandesformen“. Die Bestandesformen unterteilen sich in einschichtige, zweischichtige und stufige Bestände (LEIBUNDGUT 1978). Die auf der „Bestandesform“ beruhende Definition wurde

für die WSA-L aufgegriffen und um die Rottenstruktur (gedrängt stehende Baumkollektive mit unterschiedlichen Höhenanteilen) erweitert (TOBES und KÄRCHER 2007). Diese Bestandesformen sind bei der WSA-L unter dem Begriff „Stufigkeit“ aufgeführt. Die Stufigkeit fördert die Bestandesstabilität, ist aber auch eine wichtige Grundlage der Biodiversität in Wäldern (LWF 2004b).

**Abbildung 4-16 Darstellung des Bestandaufbaus im Naturwaldreservat „Enneschte Bäsch“**



Überwiegend ist das Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ bei der Waldstrukturaufnahme als einschichtig eingestuft worden. Lediglich 15 % sind als zweischichtig einzuschätzen. Dieses Ergebnis deckt sich weitgehend mit den Aussagen der Luftbildinterpretation (vgl. Kap.3.2.5).

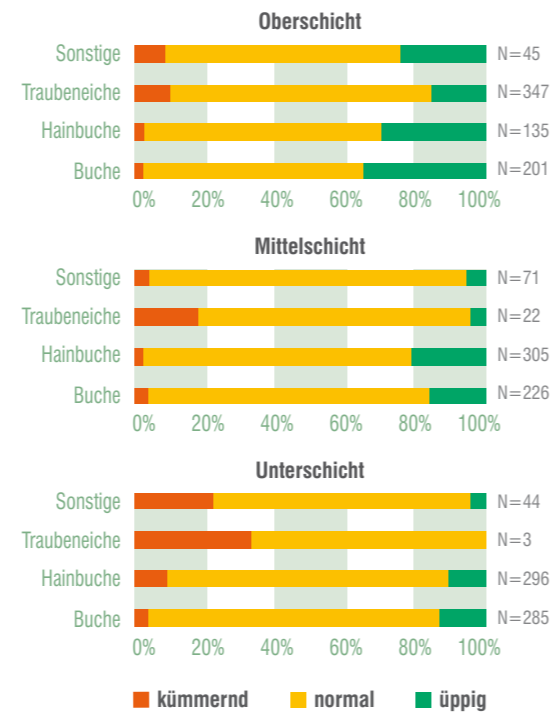
4.3.1.5 Vitalität der Baumindividuen

Die Vitalität beschreibt das physische Entwicklungs-, Lebens- und Überlebenspotential (DOBBERTIN 2005) der Baumindividuen. Erfasst wird der Gesundheitszustand und das Wuchspotential eines Individuums an seinem Wuchsort (ERLBECK et al. 2002). Daraus lassen sich Prognosen über die Entwicklung einzelner Bäume, z.B. ihre Entwicklung zu Habitatbäumen, ableiten.

In Abbildung 4-17 ist die Vitalität getrennt für die Ober-, Mittel- und Unterschicht dargestellt. In welcher Schicht sich ein Baum befindet ergibt sich aus der Oberhöhe der 100 höchsten Bäume ( $h_{100}$ ). Die Oberschicht liegt im obersten Drittel, die Unterschicht im untersten Drittel von  $h_{100}$ , die Mittelschicht befindet sich zwischen beiden (LEIBUNDGUT 1993).

Die Vitalität der Hauptbaumarten ist in den jeweiligen Schichten überwiegend als normal eingestuft worden. Im Allgemeinen zeigt sich für die Ober-, Mittel- und Unterschicht, dass Rotbuche und Hainbuche eine normale bis üppige Vitalität besitzen. Die Traubeneichen haben in allen Höhengschichten die höchsten Anteile an kümmernden Exemplaren von allen Baumarten. Sie sind aber auch nur in der Oberschicht in nennenswerten Anteilen vertreten.

Abbildung 4-17 Darstellung der Vitalität der Hauptbaumarten in der Ober-, Mittel-, und Unterschicht

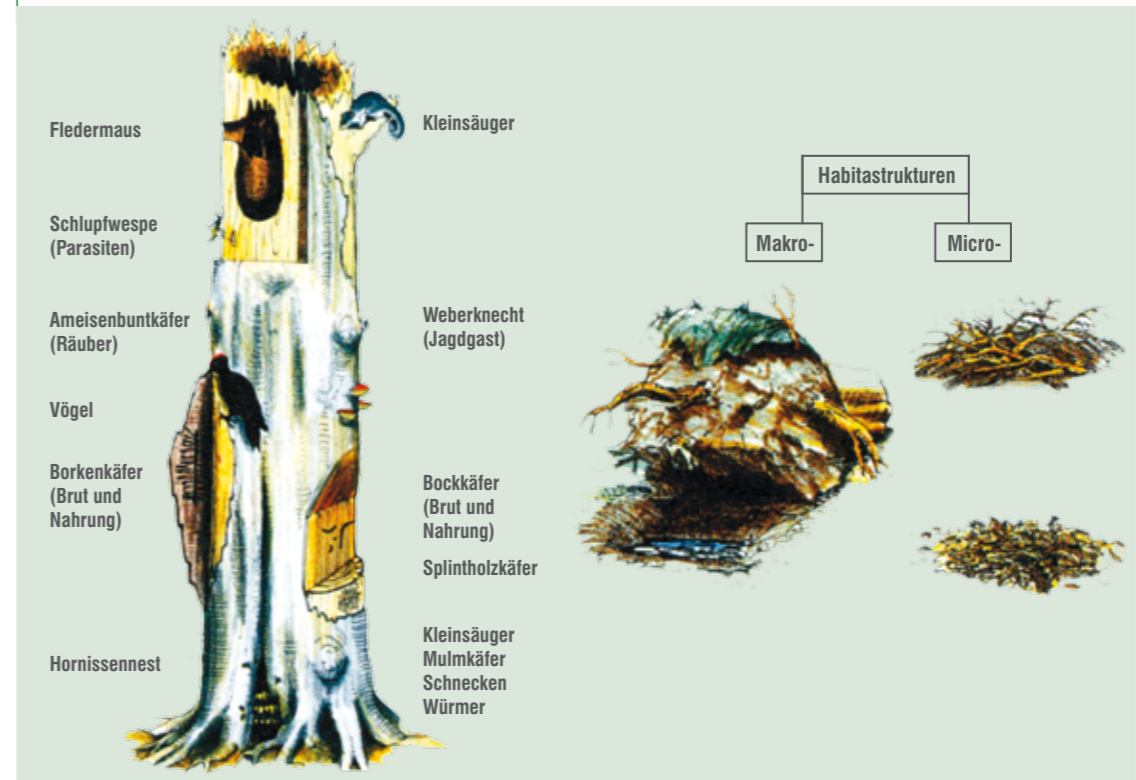


4.3.2 Kleinstrukturen

Neben der Waldstrukturdiversität ist das Vorhandensein von „biologischen Merkmalen“ bzw. morphologischen Kleinstrukturen ein weiterer Indikator für die biologische Vielfalt eines Waldes. Aus diesen morphologischen Besonderheiten eines Baumes entwickeln sich in Verbindung mit Zersetzungsprozessen vielfältige Nischen und Lebensräume für Tier-, Pflanzen- und Pilzarten (STIFTUNG WALD IN NOT 2007). Die im Rahmen der WSA-L erhobenen „biologischen Merkmale“ zielen auf diese morphologischen Kleinstrukturen sowie auf ihre Besiedlung durch Insekten oder Pilze ab. Aus ihrer Existenz am Einzelbaum kann auf das Angebot an potenziellen Lebensräumen rückgeschlossen werden.

Im „Enneschte Bësch“ weisen 373 Gehölzindividuen mindestens ein biologisches Merkmal auf, wovon 339 als lebend und 34 als tot eingestuft wurden (Tabelle 4-9). Da an einem Individuum gleichzeitig mehrere Kleinstrukturen auftreten können, z.B. Höhlenvorkommen und Pilzbefall, ist die Anzahl von Kleinstrukturen im Untersuchungsgebiet nicht mit der Anzahl von Bäumen mit Kleinstrukturen identisch.

Abbildung 4-18 Totholz und Habitatstrukturen steigern die biologische Vielfalt in Wäldern (AMMER, U. 2001)



Zwiesel sind das am häufigsten vorkommende biologische Merkmal im „Enneschte Bësch“. Risse, Brüche und andere Verletzungen wurden ebenfalls relativ häufig festgestellt.

Insgesamt sind im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ 506 Kleinstrukturen an Bäumen festgestellt worden. 404 Strukturen fanden sich an lebenden Gehölzen, 62 an stehendem und 40 an liegendem Totholz (Abbildung 4-19).

An lebenden Bäumen wurden Zwiesel und Rindenrisse am häufigsten festgestellt. Dazu kommen Pilz- und Höhlenvorkommen sowie Brüche. An stehendem Totholz kommen überwiegend Brüche und Insektenbefall, vor (Tabelle 4-9).

Die in der Tabelle 4-9 aufgeführten Kleinstrukturen werden im Nachfolgenden ausführlicher beschrieben.

Abbildung 4-19 Vorkommen von biologischen Merkmalen im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“

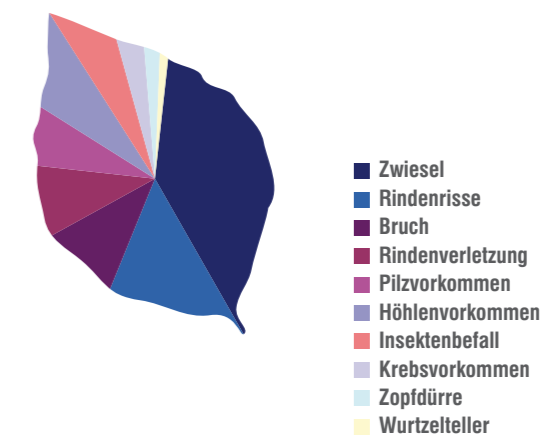


Tabelle 4-9 Ausgewählte Kleinstrukturen an lebenden Bäumen sowie an stehendem und liegendem Totholz

	LEBENDE BÄUME			TOTHOLZ STEHEND			TOTHOLZ LIEGEND		
	Anzahl	Anzahl/ha	Anzahl/1000 Bäume	Anzahl	Anzahl/ha	Anzahl/1000 Bäume	Anzahl	Anzahl/ha	Anzahl/1000 Bäume
Bruch	27	5,1	12,6	28	5,3	13,1			
Höhlenvorkommen	33	6,3	15,4	2	0,4	1,0			
Insektenbefall	1	0,2	0,5	23	4,4	10,7			
Krebsvorkommen	3	0,6	1,4	9	1,7	4,2	3	0,6	1,4
Pilzvorkommen	37	7,0	17,3						
Rindenrisse	73	13,9	34,1						
Rindenverletzung	18	2,7	6,5				31	5,9	14,5
Wurzelteller	0	0,0	0,0				6	1,1	2,8
Zopfdürre	10	1,9	4,7						
Zwiesel	202	38,5	94,3						
<b>Summe</b>	<b>404</b>			<b>62</b>			<b>40</b>		

## 4.3.2.1 Bruch

Da ein gebrochener Baum im Naturwaldreservat belassen wird, kann er sich zu einem Lebensraum für viele Arten entwickeln (ZARIC, 1995). Rund 30 Brüche sind jeweils an lebenden und toten Bäumen im „Enneschte Bësch“ gezählt worden, wobei unter Bruch nicht nur ein Stammbruch sondern auch ein Kronenbruch bzw. ein aufgesplitteter Stamm zu verstehen ist.

Abbildung 4-20  
Buche mit Bruch,  
Spechthöhlen und  
Zunderschwamm

## 4.3.2.2 Höhlenvorkommen

Die an den lebenden Baumindividuen vorkommenden 33 Höhlen sind den Spechten bzw. Fäulnisprozessen durch ehemalige Rindenverletzungen zuzuschreiben. Sie dienen als Aufzucht-, Schlaf- oder Überwinterungsstätte (NOEKE 1989) für zahlreiche Tierarten, wie z.B. Fledermäuse, Hohltauben, Bilche und Hornissen. Fledermäuse sind aufgrund ihres Insektenfressergebiss nicht in der Lage sich ihre Schlafplätze selbst zu schaffen und deshalb auf das Vorkommen natürlicher Baumhöhlen angewiesen. Die Höhle vergrößert sich mit der beginnenden Zersetzung des Holzes durch Pilze. Die Erweiterung oberhalb des Einflugloches ermöglicht es den Fledermäusen sich dort getrennt von ihrem Kot aufzuhalten (AEF 2005a). Mit fortschreitender Zersetzung durch Pilze entstehen Mulmhöhlen, die wiederum für andere Kleinlebewesen wie z. B. den nach der europäischen Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie geschützten Eremit, von Interesse sind (LWF 2004a). Die im Rahmen der WSA-L aufgenommenen Höhlen haben je nach ihrer Beschaffenheit eine unterschiedliche Habitat-Qualität.

## 4.3.2.3 Insektenbefall, Pilz- und Krebsvorkommen

Beim Merkmal Insektenbefall wird nicht die Anzahl der im untersuchten Gebiet gefundenen Insekten angegeben, sondern ob bei den aufgenommenen Baumindividuen ein Bohr-/Ausflugloch, ein Brutbild oder Schleimfluss zu erkennen ist. Bei Pilzvorkommen wird zwischen „weichen“ (leicht zersetzlich) und „harten“ (dauerhaften) Fruchtkörpern der am Baum befindlichen Pilze unterschieden. Die Anzahl im eigentlichen Sinne wird nicht aufgenommen. Zusätzlich wird das Vorkommen von Baumkrebs aufgenommen. Diese Baumwucherungen werden durch Pilze und Bakterien verursacht (ERLBECK et al. 2002).

Abbildung 4-21  
Buche mit Krebsvorkommen

Die Zersetzung eines Baumes beginnt zunächst mit der Besiedelung durch Holzkäfer, bevor Pilze die zweite Phase der Zersetzung einleiten (ECKLOFF u. ZIEGLER 1991). In Mitteleuropa leben rund 1400 Käferarten (STIFTUNG WALD IN NOT 2007) und ca. 1500 Großpilzarten an Totholz (LWF 2004a). Diese Zahlen belegen, welche enormen dynamischen Entwicklungspotenziale in den „Urwäldern von morgen“ schlummern. Für das Untersuchungsgebiet sind insgesamt 49 Vorkommen von Krebs, Insekten und Pilzen gezählt worden.

## 4.3.2.4 Rindenrisse, Rindenverlust

Insgesamt konnten 73 Rindenrisse an lebenden Bäumen gezählt werden. Rindenrisse oder Verletzungen können durch unterschiedliche Faktoren (z.B. Blitzschaden, Frost oder Sonnenbrand) hervorgerufen werden. Durch Verletzungen der Rinde, die den Stamm vor äußeren Einflüssen schützen soll (MOMBÄCHER 1988, ERLBECK 2002), werden Eintrittspforten für Pilze und Insekten geschaffen. Dadurch, dass der Baum im Naturwaldreservat verweilen kann, steigt bei zunehmendem Vitalitätsverlust der Befallsdruck an und die Biozönose verändert sich. Durch den stetigen Abbau des Holzes entwickeln sich Rindentaschen in denen sich Arten wie beispielsweise der Mulmpflanzenkäfer *Allecula morio*, der Pelzkäfer *Attagenus punctatus* oder der Zweifleckige Pflanzenkäfer *Mycetochara humeralis* aufhalten (MÖLLER 2005).

Abbildung 4-22  
Rindenverlust an einer Eiche



#### 4.3.2.5 Wurzelteller

Bisher gibt es nur wenige zoologische Untersuchungen an Wurzeltellern. Sicher haben sie nicht die gleiche Bedeutung wie Totholz (SCHULZ 2002), dennoch tragen Wurzelteller zur Erhöhung der Biodiversität in heimischen Wäldern bei. Mücken, Fliegen, Hautflügler und Spinnentiere sind nur einige der Arten die diese Waldstrukturen gezielt aufsuchen (SCHULZ 1998, ZAHNER 2000). Nicht nur der Wurzelteller, auch die Wurzelgruben in denen sich Kleinstgewässer bilden können, haben einen Einfluss auf die Biozönose (MAIBACH et al. 2001).

#### Abbildung 4-23

Durch falsche Belastung kann der Zwiesel aufreißen und Eintrittspforten für holzersetzende Organismen bieten



Auf den durch einen umgestürzten Baum freigelegten Rohboden können sich Pioniere wie Weiden, Pappeln oder Birken ansiedeln (MICHIELS u. ALDINGER 2002).

Im „Enneschte Bësch“ wurden auf den untersuchten Stichprobenpunkten 6 Wurzelteller gezählt.

#### 4.3.2.6 Zopfdürre

Bei der Zopfdürre handelt es sich um die dünnen Äste und Zweige in der Kronenspitze. Das Totholz im Kronenraum unterliegt anderen Lichtverhältnissen, Wärmebedingungen und Feuchtgraden als das Totholz im Bestandesinnern (AMMER u. SCHUBERT 1999). Mit der sich ändernden Umgebung verändert sich auch die Lebensgemeinschaft des Totholzes. Insgesamt 10 Zopfdürre Individuen wurden in den Probenkreisen gezählt.

#### 4.3.2.7 Zwiesel

Im „Enneschte Bësch“ wurden durchschnittlich rund 39 Bäume mit Zwieseln (Gabelwuchs) pro Hektar aufgenommen die sich zu potentiellen Habitatbäumen entwickeln können. Durch die U- oder V-Form des Zwiesels kann sich Wasser in der Baumgabel sammeln, was den Besatz mit Flechten und Moosen fördert. Die V-Form die sich überwiegend bei einem Druckzwiesel bildet, reißt bei Zugbelastung z.B. durch Wind auf (MATTHECK 1993) und wird zum Ausgangspunkt für Faulstellen (Abbildung 4-23).

## 4.4 | Zusammenfassung

Um die dynamischen Entwicklungen in einem Naturwaldreservat aufzuzeigen, bedarf es eines dauerhaften und zielgerichteten Untersuchungskonzeptes (MEYER et al. 2001). Durch das von TOBES und KÄRCHER (2007) entwickelte Verfahren der Waldstrukturaufnahme-Luxemburg (WSA-L) ist es gelungen, Daten über die Struktur des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ zu sammeln. Das Untersuchungsgebiet hat eine Größe von 86,36 ha. Ein permanentes Netz von 54 Probenkreisen im Raster von 50 m x 100 m wurde eingerichtet. Auf einer Stichprobenfläche von 5,25 ha wurden im Ganzen 2.142 Bäume aufgenommen, insgesamt kommen 13 verschiedene Baumarten vor. Das Gesamtvolumen beträgt 396 Vfm/ha, davon entfallen 99 % auf stehende Bäume, 1 % auf liegendes Holz. Etwa 2 % Biomasse entfallen auf Totholz, wobei die ZSG „beginnende“ - und „fortgeschrittene Zersetzung“ (ZSG 2 und 3) überwiegen. Hinsichtlich des Volumens teilt sich das Totholz relativ gleichmäßig auf liegendes und stehendes Holz auf, bei der Stückzahl überwiegt deutlich das liegende. Insgesamt überwiegen Totholz-Dimensionen zwischen 20 cm und 39 cm. Totholzreiche und totholzarme Probenkreise sind relativ gleichmäßig über das Gebiet verteilt. Die Traubeneichen haben mit 56 % den Hauptanteil am lebenden Vorrat und kommen mit 84 Ind./ha vor. Sie sind hauptsächlich in den Höhenschichten über 25 m (Ober- und Mittelschicht) mit hohen Vorrats- und Stammzahlen vertreten. Die stärksten Bäume (BHD 110 cm) im „Enneschte Bësch“ sind ebenfalls Eichen. Rund 92 % des Traubeneichenvolumens befindet sich in den oberen Höhenschichten über 25 m. Der größte Teil des Totholzes besteht aus Eiche, vom stehenden Totholz macht sie sogar fast 100 % aus. Abgestorbene Äste finden sich hauptsächlich an lebenden Traubeneichen, die in allen Totast-Klassen überwiegen. Weitere Hauptbaumarten sind Buche und Hainbuche (28 % bzw. 13,6 % des Vorrates des Lebenden Bestandes). Sie sind mit 139 und 132 Ind./ha nahezu gleich häufig und stammzahlmäßig sehr gut in den niedrigen BHD-Stufen bzw. in der Höhenschicht < 15 m (Unter- und Mittelstand) vertreten. Ihre Anzahl nimmt mit steigender Höhe stetig ab. Hinsichtlich des Vorrates hat die Buche allerdings ein weiteres Maximum in den

oberen Höhenschichten >25 m, wo sich 88 % des Buchenvorrates befindet.

In der Naturverjüngung kommen insgesamt 22 Gehölzarten vor mit einer durchschnittlichen Anzahl von 69.037 Ind./ha. Hainbuche und Buche sind die häufigsten Baumarten, beide kommen in vielen Probenkreisen des Naturwaldreservates vor und besonders die Hainbuche erreicht in einzelnen Probenkreisen sehr hohe Dichten. Esche und Traubeneiche haben etwa die gleiche Stetigkeit in den Probenkreisen, Bergahorn eine deutlich geringere. Die Jungwuchs-Höhenklasse < 11 cm wird insbesondere von Hainbuche aber auch von Esche dominiert, Buche und Bergahorn erreichen geringere Werte, die Eiche kommt nur vereinzelt vor. In der Höhenklasse 11-150 cm überwiegt wiederum die Hainbuche, Rotbuche, Traubeneiche und Esche sind dort mit etwas weniger als 2000 Ind./ha nahezu gleich häufig vertreten. Auch in der Höhenklasse > 150 cm überwiegt die Hainbuche mit 935 Ind./ha, daneben kommt die Rotbuche (417 Ind./ha) am häufigsten vor. Die Esche hat dort einen etwas höheren Anteil als der Bergahorn, während die Traubeneiche fehlt. Schäden durch Verbiss der Naturverjüngung sind insgesamt gering. Nur Hainbuche und Traubeneiche liegen über einem Verbiss von 5 %, wobei die Höhenklasse 11-150 cm am stärksten betroffen ist. Die durchschnittliche Waldstrukturdiversität nach LINGENFELDER und WEBER (2001) liegt im „Enneschte Bësch“ bei 2,37. Die Kreise erreichen überwiegend Werte zwischen 2,00-2,49. Die Evenness beträgt im Untersuchungsgebiet 0,89, Strukturelemente sind also relativ gleichmäßig über das Gebiet verteilt. Die höchsten Waldstrukturdiversitätswerte werden im Übergangsbereich vom Eichen-Hainbuchenwald zum Perlgras-Buchenwald erreicht.

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

# Diskussion und Ausblick

## 5.1 | Bestandesschichtung: unterschiedliche Möglichkeiten der Beschreibung

Die Begriffe Vertikalstruktur, Höhenschicht, Relative Schichtung und Stufigkeit beziehen sich auf den Bestandaufbau und somit auf die Höhe des vermessenen Individuums. Je nach Interpretationsansatz ergeben sich unterschiedliche Werte, die jedoch alle versuchen die Bestandesform – den Aufbau – zu charakterisieren. Bei der Luftbildinterpretation beschreibt die „Vertikalstruktur“ die Sicht von „oben“ auf den Bestand. Der vertikale Bestandaufbau gliedert sich in einen Stammraum und einen oder

mehrere Kronenräume (AHRENS et al. 2004). Je nach Kronengröße und Schlussgrad ist der Unterstand nicht zu erkennen. Die Wälder werden demnach in drei Grundmuster unterteilt: einschichtige (ein Kronenraum), geschichtete (zwei und mehr Kronenräume) und stufige (Kronen füllen den gesamten Stammraum aus) Bestände (AHRENS et al. 2004). Für den „Enneschte Bësch“ ergibt sich aus der Luftbildinterpretation zu 83 % ein einschichtiger Bestand. 17 % der Bestände weisen eine deutliche Variabilität der Oberhöhe auf und wurden als zwei- und mehrschichtig eingestuft. Um als eigene Schicht ausgewiesen zu werden, muss das Bestandeskollektiv mindestens 20 % des Kronenraumes überdecken.



Die Einstufung der Baumindividuen in die einzelnen „Höhenschichten“ erfolgt aufgrund der absolut gemessenen Höhen und ihrer Einordnung in die jeweiligen 5 m-Höhenschichten. Es zeigt sich, dass sich bei der Vorratsverteilung das größte Volumen in der Schicht 30-35 m einstellt. Dies ist verständlich da die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Baumriesen der Eichen enorme Durchmesser und große Höhen haben.

Die „Relative Schichtung“ bezieht sich auf die 100 höchsten Bäume. Anhand der so genannten Oberhöhe wird eine Einordnung in die Oberschicht, Mittelschicht und Unterschicht vorgenommen. Die Oberschicht ist das oberste Drittel, die Mittelschicht liegt zwischen unterstem und oberstem Drittel und die Unterschicht entspricht dem untersten Drittel. Die Traubeneiche ist zurzeit noch die dominierende Art in der Oberschicht, wird aber aufgrund der fehlenden Mittel- und Unterschicht deutlich unter Druck geraten.

Bei der ebenfalls im Rahmen der Waldstrukturaufnahme-Luxemburg aufgenommenen Stufigkeit wird ein Blick von „unten“ in den Bestand geworfen. Das Aufnahmeteam stuft den Bestandaufbau der Probekreise in die Kategorien „einschichtig“, „zweischichtig“, „stufig“ oder „Rottenstruktur“ ein. Die Einschätzung, dass der „Enneschte Bësch“ zu 85 % einschichtig ist, zeigt, dass die Kronen der Rotbuchen bereits auf gleicher Höhe mit den Eichen entwickelt sind und die Eichen ihren Vorsprung verloren haben. Die Eichen werden durch die Rotbuche infolge ihrer hohen Konkurrenzkraft langsam ersetzt, ohne dass sich Lücken auftun und eine Zerfallsphase erkennbar wäre.

## 5.2 | Totholz: Verteilung, Qualität und Dynamik

Der Totholzvorrat des „Enneschte Bësch“ ist mit 7 Vfm/ha bzw. 2 % des Gesamtvolumens relativ gering. In der kurzen Zeitspanne seit seiner Ausweisung konnten sich noch nicht größere Mengen an abgestorbenem Holz ansammeln, sodass die Bestände und ihr Totholzvorrat im Augenblick denen eines Wirtschaftswaldes ähneln. Innerhalb weniger Jahre ohne Bewirtschaftung können sich in Naturwaldreservaten aber schon erstaunliche Totholz mengen anhäufen (MEYER et al. 2006). Während die waldwachstumskundlichen Ergebnisse als repräsentativ für die Gesamtfläche gelten können, weist das gering bevorratete Totholz eine recht hohe Standardabweichung von 10 Vfm/ha auf. Es ist nicht gleichmäßig auf die Probekreise verteilt und kommt nur in jedem 4. Probekreis vor (vgl. 4.3.1.2). Das Totholz ist im Durchschnitt relativ gering dimensioniert und die Hälfte entfällt

Abbildung 5-1

Totäste an einer lebenden Eiche als Bereicherung für die Strukturvielfalt im „Enneschte Bësch“



auf liegendes Totholz. Der Anteil von Totästen am einzelnen Baum, im Vergleich zu anderen Baumarten, ist besonders hoch bei der Eiche. Dies ist nicht verwunderlich, da durch die Scherwirkungen des Windes immer wieder kleinere Äste absterben. Größere Totäste fallen wahrscheinlich eher durch den Seitendruck der umliegenden Baumkronen an. Spannend wird hier zu verfolgen sein, ob sich der durchschnittliche Anteil an Totästen bei der Eiche vergrößert, wenn der Konkurrenzdruck durch die einwachsenden Rotbuchen weiter ansteigt und ob sich die Anteile an stehendem Totholz durch absterbende Eichen erhöhen werden.

## 5.3 | Waldstrukturdiversität: mess- und gelbar?

Der „Enneschte Bësch“ hat auf Grund seiner Geschichte als ehemaliger Mittelwald heute schon eine hohe Waldstrukturdiversität von 2,37. „Ein hoher Wert ist aber nicht mit einer hohen Wertigkeit gleichzusetzen“ betonen LINGENFELDER und WEBER (2001), die diesen Index aus dem SHANNON-Index weiterentwickelt haben. Erst wenn durch Folgeinventuren eine Auswertung von Zeitreihen möglich wird, kann die strukturelle Entwicklung von Wäldern in Zahlen ausgedrückt werden. In die Berechnung der Waldstrukturdiversität gehen die Struktur-Parameter Baumart, Schichtung und Zustand ein. Die biologische Vielfalt, deren Schutz seit Rio 1992 erhalten und verbessert werden soll, ist aber sicherlich noch von vielen anderen Faktoren abhängig. So z. B. von der Anzahl der Tier- und Pflanzenarten, von der Vielfalt vorkommender Standortsbedingungen, von der Morphologie der Bodenoberfläche und vielem mehr. Die Erhebung von bestimmten morphologischen Kleinstrukturen an Bäumen, wie sie im Rahmen der WSA-L vorgesehen ist, ist deshalb eine wichtige Ergänzung zur Einschätzung der biologischen Vielfalt eines Waldes, da diese Kleinstrukturen unter Umständen als Brut und Nahrungshabitate für verschiedenste Tierarten dienen können. Je mehr morphologische Kleinstrukturen vorgefunden werden, desto mehr mögliche Habitate für Tierarten, desto höher die biologische Vielfalt.

## 5.4 | Waldentwicklung: in welcher Phase befindet sich der „Enneschte Bësch“?

Der „Enneschte Bësch“ befindet sich, wie in der Luftbildinterpretation schon festgestellt in der Optimalphase der Waldentwicklung, in der nach LEIBUNDGUT (1978) die Bestände mehr oder weniger geschlossen sind und das Höhenwachstum kulminiert. Die Altersphase ist durch den einsetzenden Zerfall der Altbäume oder den Beginn der allgemeinen Wiederverjüngung gekennzeichnet. In europäischen Urwäldern bestehen die verschiedenen Waldentwicklungsphasen zumeist gleichzeitig nebeneinander (LEIBUNDGUT 1978). Auch durch die Ergebnisse der WSA-L lässt sich der „Enneschte Bësch“ in die Optimalphase einordnen: Der Hauptvorratsanteil befindet sich in den oberen Bestandesschichten, er besteht aus Traubeneiche und Buche. Die Eiche, als Überbleibsel der ehemaligen Mittelwaldwirtschaft hat allerdings in allen Höhenschichten die schlechteste Vitalität und macht die höchsten Anteile am Totholz aus. Dies und die hauptsächlich an Eiche vorkommenden abgestorbenen Äste lassen einen zukünftigen Rückzug der Eiche aus dem Bestandesleben vermuten. Sie wird von der Buche überholt, die ihr schon jetzt in die Krone wächst. Zunächst werden die Eichen-Äste durch den mangelnden Lichtgenuss trocken und schrittweise stirbt der gesamte Baum ab. Der Totholzanteil im Naturwaldreservat wird wahrscheinlich durch nach und nach ausfallende Alteichen ansteigen.

Ein Wechsel der herrschenden Baumart ist jetzt schon abzusehen, nur geschieht er im „Enneschte Bësch“ nicht in Form eines spektakulären Bestandeszerfalls, sondern Schritt für Schritt.

### 5.5 | Zukünftige Waldentwicklung: welche Baumart setzt sich durch?

In vergangenen Jahrhunderten wurde der „Enneschte Bësch“ als Mittelwald genutzt, die Eiche als masttragende Baumart wurde konsequent gefördert. Ein Blick von oben, wie sie durch die Luftbildinterpretation nachempfunden wird, ist gleichzeitig ein Blick in die Bestandesgeschichte bzw. in die Vergangenheit eines Waldes. Von dort aus sieht man im „Enneschte Bësch“ als höchste und älteste Bestandesglieder großkronige Mittelwaldeichen, gemischt mit einzelnen Buchen, die ebenfalls ausladende Kronen haben (vgl. 3.2.4). Wie wird sich die Baumartenzusammensetzung zukünftig weiter entwickeln, wenn Eingriffe im Naturwaldreservat ausbleiben? Eine eindeutige Antwort liefern erst Folgeuntersuchungen, dennoch gibt es schon heute Hinweise auf die künftige Entwicklung: In den unteren Bestandeshöhen-schichten < 20 m sind nur wenige Eichen vertreten und sie fehlen fast vollständig in der Mittel- und Unterschicht der relativen Schichtung (vgl. 4.2.2.1).

Abbildung 5-2

Junge Buche die in den Kronenraum der Eiche hineinwächst



Die Traubeneiche ist diejenige Baumart mit den meisten kümmernden Exemplaren und hat die größten Anteile an Tot-Ästen sowie am gesamten Totholzaukommen im Naturwaldreservat. Aus Luftbildsicht ist zudem das Einwachsen von Rotbuchen in die Eichenkronen zu erkennen (vgl. 3.2.7). Die größten Konkurrenten für die Eichen im „Enneschte Bësch“ sind Hainbuche und Buche. Die gegenüber der Eiche relativ schattentolerante (ERLBECK et al. 2002), Hainbuche ist besonders zahlenmäßig stark vertreten (vgl. 4.2.2). Als typische Baumart des Unterstandes ist sie auch in diesem Naturwaldreservat besonders häufig im Unter- und Mittelstand anzutreffen und hat sich auch in der Vergangenheit nur vereinzelt bis in die oberste Kronenschicht durchschieben können (vgl. 4.2.1). Dies gelingt ihr wahrscheinlich besser in den relativ lichtdurchlässigen Eichenbeständen. Die Buche hat zwei Maxima: ein Vorratsmaximum in der Oberschicht, wo alte Starkbuchen aus dem ehemaligen Mittelwald dafür sorgen, dass sich 88 % ihres Volumens in Bestandeshöhen > 25 m befinden. Ein Stammzahl-Maximum hat sie außerdem in den unteren Bestandesschichten, wo sie die höchste Vitalität von allen Baumarten besitzt (Abbildung 4-17) und zusammen mit der Hainbuche die Beschattung durch höhere Bäume gut verträgt. Versucht man sich dieses statische Bild dynamisch vorzustellen kommt man zu dem Ergebnis, dass Buchen und in geringerem Maße auch Hainbuchen, als Baumart zweiter Ordnung, sich weiter im Kronenraum nach oben schieben und den Eichen in die Kronen wachsen, wie im Luftbild schon erkennbar (vgl. 3.2.7). Die Lichtbaumart Eiche reagiert darauf empfindlich, woraufhin Äste im Kronen- und Stammbereich absterben. Auch dies ist heute schon im „Enneschte Bësch“ zu beobachten (Abbildung 4-11). Obwohl sich mit einer einmaligen WSA-L noch keine eindeutigen dynamischen Entwicklungen skizzieren lassen, lässt sich doch aus dem Vergleich der heutigen Bestandessituation und der heute vorhandenen Naturverjüngung auf die Baumartenzusammensetzung von morgen rückschließen: In der Naturverjüngung ist die Traubeneiche immerhin in ca. 60 % der Probe-reise vertreten und erreicht durchschnittliche Anzahlen von knapp 2000 Ind./ha (vgl. 4.2.4).

Diese jungen Eichen befinden sich in der Höhenklasse 11-150 cm und gehören damit zur gesicherten Naturverjüngung. Falls sie es schaffen dauerhaft zu überleben, ist eine Eichenbeimischung in späteren Zeiten sicher. Ihr Überleben ist aber direkt an das Vorhandensein von Licht gekoppelt: Niemand kann heute sagen, ob sich durch absterbende oder umstürzende ältere Bäume Lichtschächte und damit Chancen für das Überleben der Eichen auftun werden. Obendrein müssen die Naturverjüngungseichen sich gegen die anderen Baumarten im Jungwuchs behaupten, die z. T. in so hohen Dichten vorkommen, dass es schon gefährlich wird.

### 5.6 | Ausblick

Anhand der momentanen Entwicklung in Bezug auf die Relative Schichtung (vgl. Kap. 4.2.2.1), den Jungwuchs und die Vitalität der Eichen ist zu erkennen, dass sich das Verhältnis zu Gunsten der Rotbuche entwickeln wird. Möglicherweise kann

sich die Eiche aufgrund ihrer hohen Lebenserwartung im Bestand halten: wo es der Rotbuche zu nass wird (BRAUN 1982, LARCHER 1994) oder wo durch Störungen genügend große Lücken im Kronendach entstehen. Da die Eichen einen höheren Lichteinfall zulassen, können sich die Rotbuchen unter ihnen gut entwickeln und die Eichen überwachsen. Zu einer typischen Zerfallsphase wird es nicht kommen (vgl. 5.5). Aus den Verjüngungskegeln werden es möglicherweise einzelne Ahorne, Eschen oder auch Eichen in die Oberschicht schaffen. Das Totholzvolumen wird kontinuierlich ansteigen und mit ihm auch die Anzahl der Kleinstrukturen. Schätzungen sind nur schwer möglich da es sich bei der WSA-L 2006 um die Dokumentation des noch stark wirtschaftsgeprägten Ist-Zustandes handelt. Durch zukünftige Folgeinventuren werden dynamische Prozesse beim Entstehen des „Urwalds von morgen“ beschrieben werden können.

Abbildung 5-3

Aufkommende Naturverjüngung in den stärker besonnten Verjüngungskegeln





Zusammenfassung

Literaturverzeichnis

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Glossar

Anhang

## Zusammenfassung

Der „Enneschte Bësch“, in dem seit der Ausweisung zum Naturwaldreservat im Jahre 2005 (AEF 2006) keine Eingriffe mehr getätigt wurden, bleibt seiner natürlichen Entwicklung überlassen. In dem 86,4 ha großen Untersuchungsgebiet, welches auf den Territorien der Gemeinden Bertrange und Leudelange liegt, wurde eine Waldstrukturaufnahme-Luxemburg (TOBES u. KÄRCHER 2007) durchgeführt. Ziel dieses Verfahrens ist es, periodisch Bestandesstrukturen zu beschreiben um die dynamischen Bestandesentwicklungen in Zeitreihen zu dokumentieren. Eine direkte Vergleichbarkeit wird durch die Anbindung an permanente Stichprobenpunkte gewährleistet.

Die Aufnahmen wurden in einem 50 m x 100 m Probekreis-Raster durchgeführt. Insgesamt wurden 54 Stichprobenpunkte aufgenommen. Da die Kreise 13, 16 und 26 wegen Dichtstandes nur mit halbiertes Fläche von 0,05 ha aufgenommen wurden, beträgt die untersuchte Stichprobenfläche 5,25 ha.

Bei einem Gesamtvorrat von 396 Vfm/ha, entfallen 389 Vfm/ha auf die lebenden und 7 Vfm/ha auf die toten Baumindividuen. Mit einem lebenden Vorratsanteil von 219 Vfm/ha erreicht die Traubeneiche einen Prozentsatz von rund 56 %. Ein Viertel, d.h. rund 28 %, entfallen auf die Rotbuche. Der Großteil des Vorrats dieser beiden Baumarten wird durch Individuen in der oberen Hälfte der Bestandeshöhenstufen (>25 m) gebildet. 92 % des Traubeneichenvorrats und 88 % des Buchenvorrats befinden sich in diesen Schichten. Somit wird das Kronendach überwiegend von diesen beiden Baumarten gebildet, was durch die Ergebnisse der Luftbildinterpretation bestätigt wird.

Das Totholzvolumen teilt sich in liegendes (4 Vfm/ha) und stehendes (3 Vfm/ha) Totholz auf. Der überwiegende Teil hat die Zersetigungsgrade 2 und 3 und erreicht Durchmesser zwischen 20 und 59 cm. Der größte Totholzanteil ist der Baumart Traubeneiche zuzuschreiben.

Die Traubeneiche verjüngt sich wegen der starken Beschattung durch die Rotbuche schlecht. Bei einer Verjüngungszahl von durchschnittlich 69.037 Individuen/ha entfallen 47.435 Ind./ha (69 %) auf die Hainbuche. Teilweise sind in den Verjüngungskegeln auch Esche und Ahorn vorzufinden, die sich wohl partiell durchsetzen und in die Ober-schicht hineinwachsen werden.

Die Baumartenvielfalt wirkt sich auf die einzelnen Strukturdiversitätsindizes aus, die zur Charakterisierung des Waldbestandes herangezogen werden. Der „Enneschte Bësch“ erreicht einen mittleren Waldstrukturdiversitätswert von 2,37. Als zusätzlicher Index wird die Evenness (Maß der Gleichverteilung) herangezogen. Je näher der Wert zu eins hin tendiert, desto gleichmäßiger belegen die Strukturmerkmale die Stichprobenpunkte. Die Evenness liegt bei 0,89.

Kleinstrukturen spielen im Untersuchungsgebiet eine große Rolle. Bei der WSA-L konnten insgesamt 466 Strukturen erfasst werden. Knapp ein Viertel bezieht sich auf Rindenrisse.

In der Diskussion wird auf die unterschiedlichen Methoden der Beschreibung der Bestandes-schichtung und die Frage der Messbarkeit der Biologischen Vielfalt eines Waldes am Beispiel „Enneschte Bësch“ eingegangen. Des Weiteren wird auf die im NWR vorgefundene Totholz-Verteilung, -Qualität und -Dynamik eingegangen. Anhand der Ergebnisse der WSA-L im „Enneschte Bësch“ wird eine Einordnung in die Waldentwicklungsphasen nach LEIBUNDGUT (1978) vorgenommen und eine Prognose für die zukünftige Entwicklung versucht.

Schon jetzt ist eine gewisse Dynamik im „Enneschte Bësch“ hinsichtlich des Jungwuchses und der in die Eichen einwachsenden Rotbuchen festzustellen. In wie weit sich dieser Prozess weiterentwickeln wird, kann deutlicher nach einer Folgeuntersuchung beschrieben werden.

## Résumé

Depuis la déclaration de l'«Enneschte Bësch» en 2005 (AEF 2006) en tant que réserve forestière intégrale plus aucune intervention sylvicole n'a eu lieu et cette forêt est laissée en libre évolution. La zone protégée comprend une superficie totale de 86,4 ha et se trouve sur les territoires des communes de Bertrange et de Leudelange. En 2006 un relevé des habitats forestiers a été effectué selon la méthode TOBES u. KÄRCHER (2007); le but de cette méthodologie étant de pouvoir relever périodiquement des structures de peuplements afin de documenter leur évolution. L'installation de placettes permanentes permet une comparaison de ces données à travers le temps.

La maille de cet inventaire était de 50 x 100 m et des données ont été récoltées sur 54 points de sondage. Etant donné que la densité des arbres sur les placettes numéros 13, 16 et 26 était trop élevée, la taille de ces placettes a été réduite de moitié. Le relevé des 54 points de sondage représente une superficie totale inventoriée de 5,25 ha.

Sur un volume total de 396 m<sup>3</sup>/ha, les arbres vivants représentent 389 m<sup>3</sup>/ha et les arbres morts 7 m<sup>3</sup>/ha. Le chêne sessile avec 219 m<sup>3</sup>/ha atteint un pourcentage de 56 % du volume vivant. Le hêtre représente un quart de ce volume c. à d. environ 28 %. La majeure partie du volume de ces deux essences est constituée par des individus qui se trouvent dans la partie supérieure (>20 m) du peuplement. Dans cette strate se trouvent 92 % du volume du chêne sessile et 88 % du volume du hêtre. Ainsi la canopée est essentiellement constituée par ces deux essences. Une image à peu près identique se révèle à partir des photos aériennes.

Le volume de bois mort se partage en arbres morts à terre (4 m<sup>3</sup>/ha) et en arbres morts sur pied (3 m<sup>3</sup>/ha). La majorité de ce bois mort se trouve dans les degrés de décomposition 2 et 3, atteint des diamètres entre 20 et 59 cm et provient du chêne sessile.

Cependant ce dernier se régénère difficilement à cause du degré élevé d'ombragement du hêtre. Sur une régénération moyenne de 69.037 arbres à l'hectare, c'est le charme avec 47.435 individus qui est le mieux représenté. Dans les superficies de régénération on trouve également du frêne et de l'érable lesquels pourraient s'installer en partie dans la strate supérieure.

La diversité des essences arborescentes a une influence sur l'index de la diversité structurelle des peuplements. Celle-ci est déterminée à l'aide de l'index de diversité forestière, lequel s'élève à une moyenne de 2,37 % pour l'«Enneschte Bësch». L'evenness, en tant qu'index de la répartition uniforme des éléments structuraux est de 0,89.

Les différentes structures arboricoles jouent un rôle important dans la zone protégée. 466 structures ont pu être inventoriées lors du relevé des habitats forestiers dont un quart représente des fissures d'écorce.

La discussion porte sur les méthodes qui servent à caractériser les différentes strates des peuplements ainsi que sur la question du mesurage de la diversité biologique dans l'«Enneschte Bësch».

Sont également thématiques la répartition, la qualité ainsi que la dynamique du bois mort dans l'«Enneschte Bësch». A l'aide des résultats du relevé des habitats forestiers une classification des différents stades de développement forestiers selon LEIBUNDGUT (1978) ainsi qu'une prognose des éventuels développements futurs est établi.

Déjà aujourd'hui, dans l'«Enneschte Bësch», on peut constater une certaine dynamique du hêtre qui pousse dans la cime du chêne. Des futurs relevés serviront à éclaircir ces tendances.

# Literaturverzeichnis

**AEF (Administration des Eaux et Forêts) Hrsg., (2006):** Naturwaldreservate in Luxemburg. Konzept für den „Urwald von Morgen“. Faltblatt

**AEF (Administration des Eaux et Forêts) Hrsg., (1995):** Naturräumliche Gliederung Luxemburg, EFOR 65 S.

**AEF (Administration des Eaux et Forêts) Hrsg., (2003):** Ausweisungsdossier Naturwaldreservat Bertrange/Ënneschte Bësch, (BSW) Biologische Station Westen, unveröffentlicht, 164 S.

**AHRENS, W.; BROCKAMP, U.; PISOKE, Th. (2004):** Zur Erfassung von Waldstrukturen im Luftbild. Arbeitsanleitung für Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. 54 S.

**ALBRECHT, L. (1991):** Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110, S. 106-113

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

**ANDERS, S.; ELLENBERG, H.; HERTEL, H.; HOFMANN, G.; JENSSEN, M.; HEUVELDOP, J.; KRIEBITZCH, W.U.; OHEIMB G. v.; SCHMIDT, M.; SCHOLZ, F. (2002):** Biodiversitätsforschung im Wald. In: Das Leben braucht Vielfalt, Forschungs-Report. Verbraucherschutz – Ernährung – Landwirtschaft 26, S.17-21

**BRAUN, H.J. (1982):** Lehrbuch der Forstbotanik. Stuttgart, New York, Fischer, 256 S.

**BROCKAMP, U. (2007):** Benutzerhandbuch für die digitale stereoskopische Luftbildinterpretation der Naturwaldreservate Luxemburgs in Anlehnung an das Verfahren zur Bearbeitung von Waldschutzgebieten in Baden-Württemberg. Unveröff. Manuskript. Vereins für Forstliche Standortkunde und Forstpflanzenzüchtung e.V.. 55 S.

**BÜCKING, W. (1997):** Naturwald, Naturwaldreservate, Wildnis in Deutschland und Europa. Jg. 52, Forst und Holz (18), S. 515-522

**BÜCKING W.; OTT, W.; PÜTTMANN, W. (1997):** Geheimnis Wald. Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg, 2. aktualisierte Auflage, DRW-Verlag Weinrenner, 192 S.

**BÜCKING, W. (2003):** Naturwaldreservate „Urwald“ in Deutschland. Aid Infodienst Verbraucherschutz für Ernährung, Landwirtschaft e.V. 1473, 66 S.

**BURSCHEL, P.; HUSS, J. (1987):** Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Pareys Studientexte, Hamburg, 352 S.

**DETSCH, R.; KÖLBEL, M.; SCHULZ, U. (1994):** Totholz – vielseitiger Lebensraum in naturnahen Wäldern. AFZ/der Wald 11, S. 586-591

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

**DOBBERTIN, M. (2005):** Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. In: European Journal of Forest Research, 124 (4), p. 319 - 333

**ECKLOFF, W.; ZIEGLER, W. (1991):** Über den Wert toter Bäume in der Waldlebensgemeinschaft, Forstarchiv, 62. Jahrgang, S. 105 - 107

**ERLBECK, R.; HASEDER I.E.; STINGLWAGNER, G.K.F., (2002):** Das Kosmos Wald- und Forstlexikon. Franckh-Kosmos Verlag, S. 128

**FABIJANOWSKI, J. (1978):** Geschichte des Bialowie a-Urwaldes und die daraus sich ergebenden waldbaulichen Folgerungen. AFZ/Der Wald S. 709-711

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

**HOFFMAN, M., AHRENS, W. (2004):** Bannwald „Schüßlerklinge“. Erläuterungen zur Waldstrukturaufnahme 1998/1999. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, S. 1-41

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

**KÖLBEL, M.; ALBRECHT, L. (1996):** Waldökologische Forschungen in ausgewählten bayrischen Eichen-Naturwaldreservaten. S. 5-10. Naturwaldreservate in Bayern, Band 3. Beiträge zu Eichen-Naturwaldreservaten. IHW-Verlag & Verlagsbuchhandlung

**LARCHER, W. (1994):** Ökophysiologie der Pflanzen: Leben, Leistung und Stressbewältigung der Pflanzen in ihrer Umwelt. 5. völlig Neubearb. Aufl., Stuttgart, Ulmer 393 S.

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

**LEIBUNDGUT, H. (1959):** Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen 110, S. 111-124

**LEIBUNDGUT, H. (1978):** Über die Dynamik europäischer Urwälder. AFZ/Der Wald, 24, S. 686-690

**LEIBUNDGUT, H. (1993):** Europäische Urwälder: Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft. Bern, Stuttgart, Wien, 260 S.

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

**LWF (Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft),Hrsg. (2004a):** Biotopbäume und Totholz – Vielfalt im Wald, 4 S.

**LWF (Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft),Hrsg. (2004b):** Erfolgreich mit der Natur. Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur in Bayern, 16 S.

**MAIBACH, A.; ANTONIAZZA, V.; CHERBUIN, P. (2001):** Colonisation par la faune des dépression créées par la verse des arbres suit à l'ouragan Lothar – premiers contacts dans quelques forêts vaudoises. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 152 (6), S.247-253

**MATTHECK, C. (1993):** Design der Natur. Der Baum als Lehrmeister, Rombach Ökologie, 242 S.

**MAYER, H. (1975):** Der Einfluss des Schalenwildes auf die Verjüngung und Erhaltung von Naturwaldreservaten. Forstw. Cbl. S. 209-224

**MEMORIAL (Amtsblatt des Großherzogtums Luxemburg), (2005):** Règlement grand-ducal du 20 septembre 2005 déclarant zone protégée d'intérêt national sous forme de réserve naturelle la zone forestière „Ënneschte Bësch“ englobant des fonds sis sur le territoire des communes de Bertrange et Leudelange.

**MEV (Ministère de l'Environnement) Hrsg. (2002):** Naturwaldkonzept für Luxemburg, Biologisch Station Westen, 228 S.

**MEYER, P.; ACKERMANN,J.; BALCAR,P.; BODDENBERG, J.; DETSCH,R.; FÖRSTER, B.; FUCHS; H.; HOFFMANN,B.; KEITEL,W.; KÖLBEL, M.; KÖTHKE, C.; KOSS, H.; UNKRIG, W.; WEBER, J.; WILLIG, J. (2001):** Untersuchung der Waldstruktur und ihrer Dynamik in Naturwaldreservaten. Methodische Empfehlungen. Arbeitskreis Naturwälder in der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung, IHW-Verlag, 107 S.

**MEYER, P.; WEVELL VON KRÜGER, A.; STEFFENS, R.; UNKRIG, W. (2006):** Naturwälder in Niedersachsen - Schutz und Forschung. Band 1. Hrg.: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen u. Niedersächsische Landesforsten, Braunschweig, 339 S.

**MICHIELS, H.-G.; ALDINGER, E. (2002):** Forstliche Standortgliederung in der badischen Rheinaue. AFZ/Der Wald 15, S. 811-815

**MÖLLER, G. (2005):** Habitatstrukturen holz-bewohnender Insekten und Pilze. LÖBF-Mitteilungen 3/05, S. 30-35

**MOMBÄCHER, R. (1988):** Holz-Lexikon, 3.Auflage neu bearbeitet, Stuttgart, DRW- Verlag, 2 Bd.

**NOWACK, A. (2000):** Bannwald „Bruchsaler Bruch“. Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung: Berichte; Heft 41. 50 S.

**NOWACK, A. (2005):** Bannwald „Klebwald“. In: Bannwälder „Zimmeracker“ und „Klebwald“ im Hagenschief/Nordschwarzwald. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Hrsg.), Band 7, 77 S.

**OTTO, H.-J. (1994):** Waldökologie, Stuttgart, Ulmer, 391 S.

**RIEDEL, P. (2003):** Waldstrukturdiversität in Bannwäldern. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. Dynamik in Bannwäldern. Erkenntnisse für eine naturnahe Waldwirtschaft. Band 1, 67 S.

**ROTHE, A.; BORCHERT, H. (2003):** Der Wald für morgen. Eine Naturbilanz über 25 Jahre naturnahe Forstwirtschaft im Bayrischen Staatswald. Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Nummer 39, 79 S.

**RUDAT, V.; KUEHLKE, D.; MEYER, W.; WIESNER, J. (1979):** Zur Nistökologie von Schwarzspecht (*Dryocopus martius* (L.)) Rauhfusskauz (*Aegolius funereus* (L.)) und Hohltaube (*Columba oenas* (L.)), Zool. Jahrb. Abt. Oekol. Geograph. Tiere 106 (3), S. 295-310.

**SCHMIDT, O. (1999):** Prozess- oder Artenschutz? Naturwaldreservate als Leitbilder für Naturschutz im Wald. AFZ/Der Wald 8, S. 380-381.

**SCHUBERT, H. (1998):** Untersuchungen zur Arthropodenfauna in Baumkronen – Ein Vergleich von Natur- und Wirtschaftswäldern (Coleoptera, Nematocera, Araneae, Heteroptera, Neuropteroidea, Hienheimer Forst, Niederbayern). Dissertation am Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz, Ludwig-Maximilians-Universität München, 166 S.

**SCHULZ, U. (1998):** Aufgeklappte Wurzelteller. AFZ-Der Wald, 20, S. 1263-1264

**SCHULZ, U., (1999):** Naturschutzrelevante Waldrequisiten – Tierlebensräume im Bodenbereich. In: Natur- und Umweltschutzakademie des Landes Nordrhein-Westfalen (NUA), Hrsg., Buchennaturwald-Reservate – unsere Urwälder von morgen. NUA-Seminarbericht, Band 4, S. 220-232.

**SCHULZ, U., (2002):** Betrachtung der Zoodiversität in Wäldern – Bedeutung von Skalen, Strukturen und Substraten. Beiträge der Forstwirtschaft und Landschaftsökologie (36) 2, S. 49-54.

**SHANNON, C.E.; WEAVER, W., (1949):** The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, 117 S.

**STIFTUNG WALD IN NOT, Hrsg. (2007):** Stichwort Nachhaltigkeit. Nachhaltige Entwicklung am Beispiel von Waldbewirtschaftung und Holznutzung, 32 S.

**STREIT, B. (2007):** Was ist Biodiversität? Erforschung, Schutz und Wert biologischer Vielfalt. Verlag C.H. Beck, München, S.12.

**SUCHANT, R.; BURGHARDT, F. (2004):** Initiative: Wald – Wild – Neue Wege, Hand-Out des Seminars: Beurteilung von Wildverbiss in Naturverjüngungen, S.9

**TOBES, R.; KÄRCHER, R. (2007):** Untersuchungen in Naturwaldreservaten – Aufnahmeverfahren Waldstrukturaufnahme-Luxemburg (WSA-L). unveröff. Manuskript, Methodenhandbuch Band 1, Version 1.2, 54 S.

**WEBER, J. (1999):** Ableitung von Waldentwicklungsphasen aus Strukturparametern – Untersuchungen in Baden Württemberg. Buchen – Urwaldsymposium Bad Driburg, NUA Seminarbericht Bd. 4, 54 – 66.

**WEBER, J. (2000):** Geostatische Analyse der Struktur von Waldbeständen am Beispiel ausgewählter Bannwälder in Baden-Württemberg. Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung: Berichte, Heft 20. 133 S.

**WEIGEL, H.-J. (2002):** Guten Tag! (Editorial). In Das Leben braucht Vielfalt, Forschungsreport. Verbraucherschutz – Ernährung – Landwirtschaft(26), 60 S.

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

**WILSON, E. O. (Hrsg.) (1988):** Biodiversity, Washington: National Academy Press, 1988. Dt.: Ende der biologischen Vielfalt?: Der Verlust an Arten, Genen und Lebensräumen und die Chancen für eine Umkehr, Heidelberg: Spektrum, 1992.

**WITZSCH, G. (1999):** Von Rio nach Kyoto. Die großen Umweltkonferenzen der Vereinten Nationen in den 90er Jahren. Schriften des Fachbereichs Sozialwesen der Fachhochschule Münster, Band 2, Waxmann Verlag, 147 S.

**ZAHNER, V. (2000):** Wurzelteller und Bruchholz – Ökologische Folgen für Walddiere und –pflanzen. LWF aktuell. Magazin für Wald, Wissenschaft und Praxis, 26, S.20-21

**ZARIC, N. (1995):** Wichtige Rolle im Stoffkreislauf. In: Wald und Holz 1, S. 8-13

**ZUKRIGL, K. (1978):** Der Rothwald als Forschungsprojekt. AFZ/Der Wald (24) S. 700-702

### - Internet

**MEV (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT), (2007):** Plan National pour la Protection de la Nature (PNPN), Rapport Final, EFOR, 113 S. Online in Internet: [http://www.environnement.public.lu/conserv\\_nature/PNPN/PNPNvfinale200407-2.pdf](http://www.environnement.public.lu/conserv_nature/PNPN/PNPNvfinale200407-2.pdf)

**NWP (Nationales Waldprogramm), (2003):** Biodiversität; Waldbewirtschaftung und Naturschutz. Online in Internet: <http://www.nwp-online.de/fileadmin/redaktion/dokumente/Phase-2/waldbewirtschaftung.pdf>

### - Mündliche Mitteilungen

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



# Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

## 8.1 | Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 2-1:</b> Lage des Naturwaldreservats „Enneschte Bësch“ .....	12	<b>Abbildung 4-9:</b> Masse des Totholzes in den unterschiedlichen Durchmesserklassen ...	36
<b>Abbildung 2-2:</b> Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ zur Zeit des „Comte de Ferraris“ Ende des 18. Jahrhunderts .....	15	<b>Abbildung 4-10:</b> Totholzverteilung im „Enneschte Bësch“ .....	37
<b>Abbildung 2-3:</b> Eichen-Hainbuchenwald im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ .....	17	<b>Abbildung 4-11:</b> Anteil der abgestorbenen trockenen Äste an lebenden Baumindividuen .....	38
<b>Abbildung 3-1:</b> Luftbild des NWR „Enneschte Bësch“ mit Stichprobenpunkten .....	20	<b>Abbildung 4-12:</b> Verjüngungsdichte ausgewählter Baumarten in den Probekreisen .....	39
<b>Abbildung 3-2:</b> Kronengröße der Baumindividuen im NWR „Enneschte Bësch“ .....	23	<b>Abbildung 4-13:</b> Verjüngungsdichte (Ind./ha) häufiger Baumarten in den einzelnen Höhenklassen .....	39
<b>Abbildung 3-3:</b> Aus der Luftbildbetrachtung geht hervor, dass der überwiegende Teil der Bestände im NWR als einschichtig anzusehen ist .....	24	<b>Abbildung 4-14:</b> Diversität der Waldstruktur im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ .....	43
<b>Abbildung 3-4:</b> Das NWR „Enneschte Bësch“ zeigt zu 98 % einen Schlussgrad über 80 % und erschwert so den Lichteinfall auf den Waldboden deutlich .....	26	<b>Abbildung 4-15:</b> Anzahl der Stichprobenpunkte hinsichtlich der Gehölzartenvielfalt in den Probekreisen .....	42
<b>Abbildung 3-5:</b> Der NWR „Enneschte Bësch“ befindet sich überwiegend in der Optimalphase mit sporadisch auftretenden Plenter- oder Verjüngungsphasen .....	26	<b>Abbildung 4-16:</b> Darstellung des Bestandesaufbaus im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ .....	43
<b>Abbildung 4-1:</b> Eingabe der aufgenommenen Daten, an einem Stichprobekreise, in ein mobiles Datenerfassungsgerät .....	30	<b>Abbildung 4-17:</b> Darstellung der Vitalität der Hauptbaumarten in der Ober-, Mittel-, und Unterschicht .....	44
<b>Abbildung 4-2:</b> Stammverteilungsplan des Stichprobenpunktes Nr. 52 im „Enneschte Bësch“ .....	31	<b>Abbildung 4-18:</b> Totholz und Habitatstrukturen steigern die biologische Vielfalt in Wäldern .....	45
<b>Abbildung 4-3:</b> Baumartenanteile (Vorrat %) der Hauptbaumarten im Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“ .....	31	<b>Abbildung 4-19:</b> Vorkommen von biologischen Merkmalen im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ .....	45
<b>Abbildung 4-4:</b> Durchmesserverteilung der Stammzahl der Hauptbaumarten .....	32	<b>Abbildung 4-20:</b> Buche mit Bruch, Spechthöhlen und Zunderschwamm .....	46
<b>Abbildung 4-5:</b> Durchmesserverteilung der Grundfläche der Hauptbaumarten .....	32	<b>Abbildung 4-21:</b> Buche mit Krebsvorkommen .....	47
<b>Abbildung 4-6:</b> Vorratsverteilung der lebenden Hauptbaumarten in den Höenschichten .....	34	<b>Abbildung 4-22:</b> Rindenverlust an einer Eiche .....	47
<b>Abbildung 4-7:</b> Stammzahlverteilung der lebenden Hauptbaumarten in den Höenschichten .....	34	<b>Abbildung 4-23:</b> Durch falsche Belastung kann der Zwiesel aufreißen und Eintrittspforten für holzersetzende Organismen bieten .....	48
<b>Abbildung 4-8:</b> Relative Schichtung der Hauptbaumarten .....	35	<b>Abbildung 5-1:</b> Totäste an einer lebenden Eiche als Bereicherung für die Strukturvielfalt im „Enneschte Bësch“ .....	52
		<b>Abbildung 5-2:</b> Junge Buche die in den Kronenraum der Eiche hineinwächst .....	54
		<b>Abbildung 5-3:</b> Aufkommende Naturverjüngung in den stärker besonnten Verjüngungskegeln .....	55

## 8.2 | Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 2-1:</b> Bestandestypen und Waldgesellschaften im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ .....	14	<b>Tabelle 4-7:</b> Diversitätskennzahlen für alle Probekreise im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ .....	42
<b>Tabelle 2-2:</b> Im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ nachgewiesene Fledermausarten .....	16	<b>Tabelle 4-8:</b> Häufigkeit der Probekreise in den unterschiedlichen Diversitätsklassen .....	42
<b>Tabelle 2-3:</b> Seltene und gefährdete Vogelarten im „Enneschte Bësch“ .....	16	<b>Tabelle 4-9:</b> Ausgewählte Kleinstrukturen an lebenden Bäumen sowie an stehendem und liegendem Totholz .....	46
<b>Tabelle 2-4:</b> Gefährdete Amphibienarten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ .....	16		
<b>Tabelle 3-1:</b> Flächennutzung des Naturwaldreservates „Enneschte Bësch“ .....	22		
<b>Tabelle 3-2:</b> Altersdifferenzierung des über das Luftbild angesprochenen Bäume .....	22		
<b>Tabelle 3-3:</b> Anteile der Kronengrößen im „Enneschte Bësch“ .....	22		
<b>Tabelle 3-4:</b> Vertikalstruktur des Bestandes hinsichtlich der Luftbildinterpretation .....	23		
<b>Tabelle 3-5:</b> Schlussgrad im „Enneschte Bësch“ .....	24		
<b>Tabelle 3-6:</b> Entwicklungsphasen im Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“ .....	25		
<b>Tabelle 3-7:</b> Bei der Luftbildinterpretation geschätzter Baumartenanteil im „Enneschte Bësch“ .....	28		
<b>Tabelle 4-1:</b> Vorräte ausgewählter Baumarten im Untersuchungsgebiet „Enneschte Bësch“ .....	32		
<b>Tabelle 4-2:</b> Stammzahlverteilung für einzelne Baumarten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ .....	33		
<b>Tabelle 4-3:</b> Aufteilung nach liegendem und stehendem Totholz im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ .....	36		
<b>Tabelle 4-4:</b> Zersetzungsgrad der liegenden und stehenden Traubeneichen sowie aller Baumarten im Naturwaldreservat „Enneschte Bësch“ .....	46		
<b>Tabelle 4-5:</b> Individuenzahl und Verbiss des Jungwuchses der Hauptbaumarten in den Höhenklassen .....	40		
<b>Tabelle 4-6:</b> Formeln zur Berechnung der Waldstrukturdiversität .....	41		

# Glossar und Abkürzungen

## 9.1 | Glossar

**Abiotisch** : Nicht belebt. Zu den abiotischen Faktoren in einem Ökosystem gehören alle chemischen (z.B. pH-Wert des Boden, chemische Zusammensetzung des Gesteins, die Nährstoffversorgung), physikalischen (Licht, Frost, Wind, Niederschlag, Wasserversorgung usw.) bzw. strukturellen (z.B. Hangneigung, Lage) Bedingungen, unter denen sich eine Biozönose entwickelt.

**Aerotriangulation** : Einbindungsprozess einer mathematischen Beziehung zwischen den Luftbildern, der Kamera und des Bodens zur Erstellung eines Orthobildes.

**Anthropogen** : Durch den Menschen verursacht. Im Wald treten beabsichtigte (Waldbau) und unbeabsichtigte (z.B. durch Schadstoffeinträge verursachte) menschliche Einflüsse auf.

**Biozönose** : Lebensgemeinschaft („Vergesellschaftung“) aller Organismen, die an einem bestimmten Ort (Biotop) zusammen leben, d.h. deren Lebensraumsprüche hier erfüllt sind. Zur B. gehören auch alle Einflüsse und Wechselwirkungen (etwa Nahrungsangebot, oder Räuber-Beute-Beziehungen), die zwischen diesen Organismen bestehen

**WSA** : Die Waldstrukturaufnahme ist die Bezeichnung für die Aufnahme der Daten in dem jeweiligen Naturwaldreservat.

**Habitat** : „Adresse“ einer Art, d.h. der Lebensraum, den eine bestimmte Art benötigt, um einen vollständigen Lebenszyklus durchlaufen zu können; also um sich zu entwickeln und fortzupflanzen, bei Tieren zusätzlich auch um Nahrung zu suchen, zu schlafen und Schutz zu finden (teilweise aufgeteilt in örtlich getrennte Teilhabitate, z.B. Bruthabitat und Nahrungshabitat)

**Höhenschichten des Bestandes** : Die Unterteilung in Höheschichten wird jeweils in 5 m Schritten vorgenommen und gibt an, welche Höheschicht einzelne Baumindividuen erreichen

**Mittelwald** : Früher weit verbreitete Bewirtschaftungsform; hierbei wird das Unterholz (Hauschicht) in einem 10-30 jährigen Zyklus „auf den Stock gesetzt“, d.h. bodennah abgeschlagen und als Brennholz genutzt, während darüber ein gleichmäßig verteilter Oberstand („Oberholz“) aus „Hartholz“-Bäumen (meist Eichen, Ulmen und Eschen) zur Erzeugung von Bauholz im etwa 100- bis 150-jährigen Umtrieb wächst.

**Ökosystem** : Abgegrenzter Teilraum der Umwelt, der je nach Fragestellung gedanklich abgeteilt wird. In ihm sind alle biotischen und abiotischen Komponenten in einem Wirkungsgefüge miteinander verbunden und durch interne Kreisläufe des stoff- und Energiehaushaltes verknüpft. Ökosysteme sind aber keine abgeschlossenen Systeme, sondern nehmen aus der Umgebung Materie und Energie auf und geben sie dahin ab.

**Pufferzone**: Die Gebietsgrenze und beidseitig der Wege wird eine Zone errichtet in der Bäume, die eine Gefahr hinsichtlich der Verkehrssicherungspflicht darstellen, entfernt werden können. Diese Zone umfasst eine Breite von 50 m.

**Schichtung**: Dieser Begriff steht für die Einordnung in relative Höhen. Die Baumarten werden in die Kategorie Oberschicht, Mittelschicht und Unterschicht eingeordnet. Die Oberschicht beschreibt das oberste Drittel der 100 höchsten Bäume, die Mittelschicht das mittlere Drittel und die Unterschicht das unterste Drittel. Die Zuordnung erfolgt durch das Entscheidungskriterium „Oberschicht“ und richtet sich nach der Höhe der 100 höchsten Bäume pro Hektar.

**Standort** : Gesamtheit der Faktoren, die die Entwicklung und das Wachstum einer Pflanzengesellschaft bestimmen. In der Forstwirtschaft versteht man hierunter die Summe der abiotischen Umwelteinflüsse auf das Waldwachstum durch Lage (z.B. Exposition, Hangneigung), Klima (z.B. Temperaturverlauf bzw. –extreme, Niederschlagssumme und –verteilung während des Jahres), Wasserversorgung (z.B. Grundwasser) und Boden (z.B. Geologie, Nährstoffnachlieferung, Grundwasser, und Wasserbindungsvermögen). Diese Standortfaktoren haben einen bestimmten Einfluss auf die Entwicklung von Pflanzen- bzw. Waldgesellschaften.

**Zopfdürre, Wipfeldürre** : Krankheit infolge ungenügender Ernährung der oberen Baumteile.

## 9.2 | Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
<b>AEF</b>	Administration des Eaux et Forêts
<b>BHD</b>	Brusthöhendurchmesser
<b>BSW</b>	Biologische Station Westen
<b>CIR</b>	Colorinfrarot
<b>WSA-L</b>	Waldstrukturaufnahme-Luxemburg (TOBES und KÄRCHER 2007)
<b>FVA</b>	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
<b>GIS</b>	Geografisches Informationssystem
<b>h100</b>	Mittelhöhe der 100 höchsten Bäume eines Bestandes
<b>Ind./ha</b>	Individuen je Hektar
<b>IUFRO</b>	International Union of Forest Research Organizations (Internationaler Verband Forstlicher Forschungsanstalten)
<b>NN</b>	Normal Null
<b>NWR</b>	Naturwaldreservat
<b>Vfm/ha</b>	Vorratsfestmeter je Hektar
<b>MEV</b>	Ministère de l'Environnement
<b>LCTF</b>	Ligue luxembourgeoise du coin de terre et du foyer
<b>ZSG</b>	Zersetigungsgrad

<sup>1</sup> aid (2003): Naturwaldreservate „Urwald“ in Deutschland

<sup>2</sup> Leica Geosystems (2006): Leica Photogrammetry Suite Projekt Manager

<sup>3</sup> Kärcher et al. (1997): Aufnahme von Waldstrukturen

<sup>4</sup> Kosmos Wald- und Forstlexikon (2002)

# Anhang

## Règlement grand-ducal du 20 septembre 2005 déclarant zone protégée d'intérêt national sous forme de réserve naturelle la zone forestière «Ënneschte Bësch» englobant des fonds sis sur le territoire des communes de Bertrange et Leudelange.

Nous Henri, Grand-Duc de Luxembourg,  
Duc de Nassau,

Vu les articles 40 à 45 de la loi modifiée du 19 janvier 2004 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles ainsi que ses annexes 1 et 5;

Vu l'avis du conseil supérieur pour la protection de la nature et des ressources naturelles;

Vu les avis émis par les conseils communaux de Bertrange et de Leudelange après enquête publique;

Vu les observations du commissaire de district à Luxembourg;

Vu la fiche financière;

Notre Conseil d'Etat entendu;

Sur le rapport de Notre Ministre de l'Environnement et de Notre Ministre du Trésor et du Budget et après délibération du Gouvernement en Conseil;  
Arrêtons:

**Art. 1<sup>er</sup>.** Est déclarée zone protégée d'intérêt national sous forme de réserve naturelle la zone forestière «Ënneschte Bësch» sise sur le territoire des communes de Bertrange et de Leudelange.

**Art. 2.** La zone protégée «Ënneschte Bësch» se compose de deux parties:

- la **partie A**, dite réserve forestière intégrale
- la **partie B**, dite zone de quiétude.

La délimitation de la zone protégée est indiquée sur le plan annexé qui fait partie intégrante du présent règlement.

La zone protégée est formée de fonds inscrits au cadastre de la **commune de Bertrange, section C de Lorentzscheier** sous les numéros suivants:

**Untersten Busch:** 1/655

**Im Leh:** 48/409

**commune de Leudelange, section A de Leudelange** sous le numéro suivant:

**Berken Busch:** 209/4890

**Art. 3.** Dans la **zone A**, dite réserve forestière intégrale, sont interdits:

- les activités susceptibles de modifier le sol ou le sous-sol telles que fouilles, sondages, terrassements, extraction de matériaux, dépôts de terre, de déchets ou de matériaux quelconques;
- les travaux susceptibles de modifier le régime des eaux superficielles ou souterraines tels que le drainage, le changement du lit des ruisseaux et le curage, le rejet d'eaux usées;
- la construction ainsi que l'agrandissement ou la transformation des constructions existantes, l'entretien des installations cynégétiques existantes étant à autoriser au préalable par le Ministre;
- la mise en place d'installations de transport et de communication – à l'exception de la mise à double voie du chemin de fer Luxembourg-Pétange – de conduites d'énergie, de liquide ou de gaz, de canalisations ou d'équipements assimilés, les interventions nécessaires à l'entretien des installations existantes étant à autoriser au préalable par le Ministre;
- le changement d'affectation des sols;
- l'enlèvement, la destruction et l'endommagement de plantes sauvages appartenant à la flore indigène ainsi que la cueillette de champignons;
- la capture ou la mise à mort d'animaux appartenant à la faune sauvage indigène à l'exception de ceux considérés comme gibier, sans préjudice des dispositions afférentes de la législation sur la chasse;

- le piégeage, l'affouragement, l'agrainage du gibier ainsi que l'installation de gagnages;
- l'introduction de gibier;
- l'utilisation simultanée de plus d'un mirador mobile par lot de chasse;
- les mesures favorisant l'augmentation des cheptels de grand gibier de manière à compromettre les objectifs de la zone protégée;
- la circulation à l'aide de véhicules motorisés; cette interdiction ne frappe pas les gestionnaires de la zone protégée et les personnes en charge d'études scientifiques mandatées par le Ministre, ainsi que les ayants droit à la chasse pour autant que la circulation se limite aux seuls chemins existants;
- la circulation de personnes à pied, à cheval ou à vélo en dehors des chemins balisés à cet effet par le gestionnaire de la zone protégée, cette interdiction ne frappe pas les gestionnaires de la zone protégée et les personnes en charge d'études scientifiques mandatées par le Ministre, ainsi que les ayants droit à la chasse;
- la divagation d'animaux domestiques, sans préjudice de l'exercice de la chasse;
- l'emploi de pesticides, d'engrais ou d'autres substances organiques ou minérales susceptibles de détruire ou de modifier la composition de la faune ou de la flore;
- l'exploitation forestière, notamment l'abattage d'arbres et la plantation d'arbres et d'arbustes, à l'exception des travaux nécessaires pour des raisons de sécurité publique le long du CR 163, le long du chemin de fer Luxembourg-Pétange, le long des propriétés contiguës, ainsi que le long des chemins balisés par les gestionnaires de la zone protégée, les arbres abattus étant à abandonner sur place.

**Art. 4.** Dans la **zone B**, dite zone de quiétude, sont interdits outre les interdictions et réglementations énoncées à l'article 3:

- la circulation à l'aide de véhicules motorisés;
- la circulation de personnes à pied, à cheval ou à vélo; cette interdiction ne frappe pas les gestionnaires de la zone protégée et les personnes en charge d'études scientifiques mandatées par le Ministre;
- l'accès des ayants droit à la chasse pendant la période du 1<sup>er</sup> mars au 1<sup>er</sup> août.

**Art. 5.** Les dispositions des articles 3 et 4 ne concernent pas les mesures prises dans l'intérêt de la conservation et de la gestion de la zone protégée telles les mesures mises en œuvre dans l'intérêt, soit de la conversion des peuplements à caractère artificiel en peuplements plus proches de la nature, soit de la lutte contre la propagation d'organismes nuisibles, soit de la conservation d'habitats ou d'espèces menacés. Celles-ci sont toutefois soumises à l'autorisation du Ministre.

**Art. 6.** Notre Ministre de l'Environnement ainsi que Notre Ministre du Trésor et du Budget sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent règlement qui sera publié au Mémorial.

Palais de Luxembourg, le 20 septembre 2005.

**Henri**

*Le Ministre de l'Environnement,*

**Lucien Lux**

*Le Ministre du Trésor et du Budget,*

**Luc Frieden**



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement

Administration des Eaux et Forêts



Forstliche Versuchs-  
und Forschungsanstalt  
Baden-Württemberg

