

Naturwaldreservat Härebësch



**Projekt:**

Bericht zur Waldstrukturaufnahme
„Härebësch 2023“

Herausgeber:

Naturverwaltung (ANF)
Waldabteilung
81, av. de la gare
L-9233 Diekirch
Tel.: +(352) 247-56661

Leitung des Projekts:

Dr. Jörg Kleinschmit (FVA), Martine Neuberg (ANF),
Danièle Murat (ANF)

Autorin:

Anne Wevell von Krüger (FVA)

Datenauswertung:

Anne Wevell von Krüger (FVA)

Textkorrektur:

Danièle Murat (ANF)

Feldaufnahme:

Forstservice Herdick

Fotos:

Anne Wevell von Krüger

Zitiervorschlag:

Wevell von Krüger, A. (2024): Naturwaldreservate
in Luxemburg, Bd. 16. Waldstrukturaufnahme
„Härebësch“ 2023. Naturverwaltung Luxemburg,
ISBN: 978-2-919831-01-2



Vorwort

Naturwaldreservate sind wertvolle nationale Naturschutzgebiete, in denen sich die Biodiversität, ohne viel menschliches Eingreifen, frei entwickeln kann. Diese Gebiete sind geschützt, um sicherzustellen, dass alle natürlichen Prozesse ungestört ablaufen können. Sie bieten gleichzeitig einzigartige Naturerlebnisse.

In Luxemburg gibt es 14 Naturwaldreservate, die vorwiegend aus älteren Buchen- und Eichenwäldern bestehen. Diese Reservate umfassen eine Gesamtfläche von 1.610 ha, was etwa 2% der Landeswaldfläche entspricht.

Seit 2004 werden die luxemburgischen Naturwaldreservate regelmäßig und systematisch anhand einer sogenannten Waldstrukturaufnahme (WSA) untersucht. Dabei werden Daten über verschiedene Waldentwicklungsstadien gesammelt und durch Biomonitoring-Untersuchungen verschiedener Artengruppen ergänzt. Durch regelmäßige Wiederholung der Untersuchungen und die Erstellung von Zeitreihen kann die natürliche Dynamik des Waldökosystems wissenschaftlich dokumentiert werden.

Das Naturwaldreservat Härebësch, das im Februar 2021 ausgewiesen wurde, schließt eine Lücke im Netz der Naturwaldreservate, da im westlichen Gutland bisher noch kein solches Schutzgebiet vorhanden war. Dieses Reservat ist besonders, weil ein Sturm im Juni 2014 viele Bäume beschädigte und einen ungewöhnlich hohen Anteil an Totholz hinterließ. Diese Umstände machen es besonders interessant, die natürliche Entwicklung dieser zum Teil sehr jungen Bestände in den kommenden Jahren zu beobachten und zu dokumentieren.

Der folgende Bericht ist der sechszehnte in einer Reihe über das Monitoring der luxemburgischen Naturwaldreservate. Die hier vorgestellten Forschungsergebnisse bieten wertvolle Einblicke in die ungestörte Entwicklung dieser Wälder und tragen somit wesentlich zur wissenschaftlichen Dokumentation der natürlichen Waldökosysteme bei. Diese Erkenntnisse sind nicht nur wichtig für den Naturschutz, sondern auch für die Öffentlichkeit von großem Interesse. Sie liefern fundierte Grundlagen für einen zukunftsorientierten Naturschutz und unterstreichen die Bedeutung der natürlichen Abläufe in Naturwaldreservaten für den Erhalt der biologischen Vielfalt.

Serge Wilmes

Minister für Umwelt, Klima und Biodiversität

Inhalt

Einleitung	9
Beschreibung des Naturwaldreservates	10
^{2.1} Allgemeine Gebietseinführung	11
^{2.2} Naturraum, Standort und Klima	12
^{2.3} Biotoptypen	13
^{2.4} Flora und Fauna	15
^{2.5} Wald- und Bestandesgeschichte	16
^{2.5.1} Geschichte des Gebietes	16
^{2.5.2} Forstliche Nutzungsgeschichte	17
^{2.5.3} Heutige Bestockung	17
^{2.6} Zusammenfassung der allgemeinen Gebietseinführung	18
Waldstrukturaufnahme	20
^{3.1} Methodik	22
^{3.2} Zusammensetzung des Naturwaldreservates	24
^{3.2.1} Gesamtübersicht	24
^{3.2.2} Lebender Bestand	25
^{3.2.3} Naturverjüngung	31
^{3.2.4} Totholz	33
^{3.3} Potentielle Habitatstrukturen	37
^{3.3.1} Risse und Rindenverletzungen	38
^{3.3.2} Totäste	39
^{3.3.3} Zwiesel	40
^{3.3.4} Stamm- und Kronenbrüche	40
^{3.3.5} Baumhöhlen	41
^{3.3.6} Weitere potenzielle Habitatstrukturen	41
^{3.4} Waldstrukturdiversität	42
^{3.5} Zusammenfassung der Waldstrukturaufnahme	44
Diskussion und Ausblick	46
^{4.1} Dokumentation der eigendynamischen Entwicklung ab 2023	47
^{4.2} Der Härebësch im luxemburgischen Naturwaldnetz	48
^{4.3} Ausblick: Buche bleibt Buche...	52
Zusammenfassung	55
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	56
^{6.1} Abbildungsverzeichnis	56
^{6.2} Tabellenverzeichnis	57
Literaturverzeichnis	57
Glossar und Abkürzungen	58
^{8.1} Glossar	58
^{8.2} Abkürzungen	58



Einleitung

Urwälder - völlig unbeeinflusste Waldgebiete - sind in unserem dicht besiedelten West-Europa seit Jahrhunderten verschwunden. Naturwaldreservate sind ehemals genutzte Waldgebiete, die sich nun frei von menschlichen Eingriffen entwickeln können. Sie sind unsere einzigen Informationsquellen, für die Dynamik der an die Standorte unserer Region angepassten Wälder. Sie sind den gleichen Umweltbelastungen ausgesetzt wie die Wirtschaftswälder in direkter Nachbarschaft und gleichermaßen vom Klimawandel betroffen. Als Prozessschutzgebiete erfüllen Naturwaldreservate gleichzeitig Naturschutzziele und können als Naturerlebnisflächen für die Bevölkerung genutzt werden.

Die einzigen Eingriffe, die in Naturwaldreservaten gestattet sind, sind Maßnahmen im Rahmen der Verkehrssicherung, wenn Bäume die Sicherheit von Waldbesuchern gefährden könnten und die jagdliche Regulierung der Wildbestände.

Die Naturwaldreservate Luxemburgs sind auf Grundlage des Luxemburger Naturschutzgesetzes per großherzogliche Verordnung als Waldschutzgebiet (Réserve Forestière Intégrale, RFI) geschützt. Sie werden fachlich von der Naturverwaltung (ANF) betreut, die von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg im Rahmen eines Kooperationsprojektes wissenschaftlich unterstützt wird.

In Luxemburg wird die systematische Ausweisung von Naturwaldreservaten seit 2004 auf der Grundlage des Naturwaldkonzepts für Luxemburg (MEV 2002) vorangetrieben. Das Waldgebiet Härebësch wurde im Februar 2021 zum Waldschutzgebiet erklärt (RGD 2021) und 2023 wurde dort die Waldstrukturaufnahme (WEVELL VON KRÜGER 2016) zum ersten Mal durchgeführt.

Mit diesem Verfahren werden Daten in Naturwaldreservaten Luxemburgs und Bannwäldern Baden-Württembergs erhoben, mit denen die natürliche Waldentwicklung in ungenutzten Wäldern dokumentiert werden und Kenngrößen für den Naturschutz und die naturnahe Waldbewirtschaftung abgeleitet werden können.

Beschreibung des Naturwaldreservates

2.1 Allgemeine Gebietseinführung

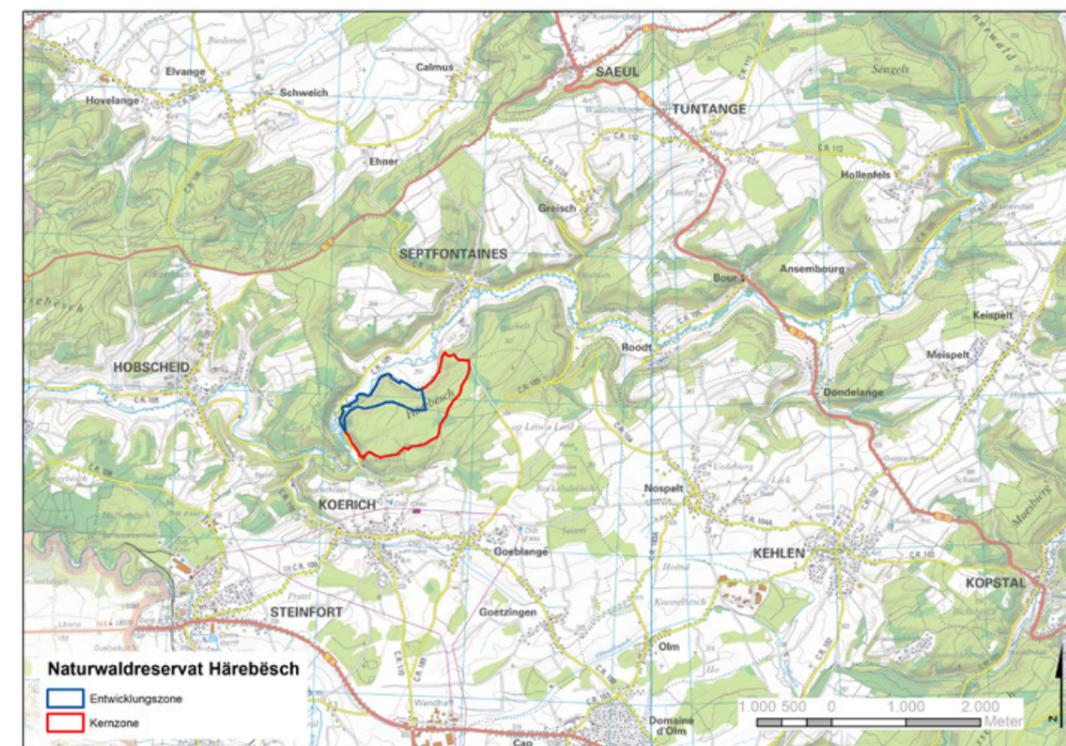
Das Naturwaldreservat Härebësch liegt ca. 15 km nordwestlich der Stadt Luxemburg zwischen den Orten Septfontaines im Norden und Koerich im Süden. Es befindet sich im südwestlichen Teil des gleichnamigen größeren Waldgebietes „Härebësch“ und ist Teil des FFH-Gebietes „LU0001018, Vallée de la Mamer et de l'Eisch“. Die ehemals mit Rotbuchen-Altbeständen bestockte Fläche wurde schon vor langer Zeit für die Einrichtung als Naturwaldreservat ausgewählt (HEINRICH et al. 2002). Nachdem im Sommer 2014 ein Sturm zu massiven Sturmwürfen und -Brüchen und hohem Schadholzanfall führte, wurde das Gebiet im Februar 2021 auf

129 Hektar als Waldnaturschutzgebiet (RGD 2021) ausgewiesen. Die Fläche teilt sich auf in eine Kernzone von 101 ha, die im Staatswald auf dem Gebiet der Gemeinde Koerich im Kanton Capellen liegt und eine 28 ha große Entwicklungszone in privater Hand, die auf dem Gebiet der Gemeinden Habscht und Koerich liegt (Abb. 2.1). Das Waldnaturschutzgebiet liegt im Bereich des Arrondissement Centre-Ouest, Triage Steinfort.

Dieser Bericht bezieht sich auf die Kernzone des Waldschutzgebietes - im Folgenden „Naturwaldreservat“ genannt.

Abb. 2.1:

Lage des Naturwaldreservates im Waldnaturschutzgebiet Härebësch



Durch das Naturwaldreservat verlaufen verschiedene ehemalige wassergebundene Holzabfuhr- und unbefestigte Rückewege, die nur noch im Verlauf des 2016 eingeweihten „Sturmlehrpfad Härebësch“ offengehalten und vorwiegend durch Wandernde genutzt werden. Der aufwendig mit Brücken- bzw. Bohlenabschnitten, Bänken, einer Aussichtsplattform und einer Schutzhütte ausgestattete Lehrpfad hat eine Länge von 7,7 km wurde 2016 eingeweiht und soll 2025 neu strukturiert und aktualisiert werden. Auf Informationstafeln wird

auf die Geschichte des Gebiets, allgemeine Waldbewirtschaftung, Holzverwendung, Waldökologie sowie auf die Sukzession nach Sturm eingegangen. Aus Gründen der Verkehrssicherung können entlang dieses Weges Bäume entnommen werden.

2.2 Naturraum, Standort und Klima

Das Naturwaldreservat liegt im Wuchsgebiet Gutland und gehört zum Wuchsbezirk „Eisch-Mamer-Gutland“ auf einem nach Norden und Westen zum Tal der Eisch abfallenden Hochplateau und erreicht Höhenlagen zwischen 275 m und ca. 355 m.

Geologisch befindet sich das Gebiet im Bereich des Luxemburger Sandsteins (Unterer Jura, Hettangien sup.) – einem wasserdurchlässigen, leicht kalkhaltigem Ausgangsmaterial. Im Zuge der Bodenbildung haben sich ton-arme, sandig-lehmige Braunerden und Parabraunerden mittlerer Nährstoffversorgung entwickelt (WENDL & MANDERLA, 2018).

Das Klima im Bereich des Naturwaldreservates kann durch die Werte der Stationen Koerich (Nur Niederschlagsmessungen) und Clemency abgeleitet werden. Es ist atlantisch geprägt, mit milden Wintern und mäßig warmen Temperaturen (ca. 16 °C) in der Vegetationszeit von Mai-September. Die mittlere Jahresschwankung Lufttemperatur beträgt ca. 17,2°C. Die Jahresniederschläge liegen etwa zwischen 830 und 860 mm. Knapp 40% der jährlichen Niederschläge von 834 mm (Station Koerich: Langjähriges Mittel Periode 1981 - 2010) fallen innerhalb der Vegetationszeit von Mai bis September.

Abb. 2.2:

NWR Härebësch - Daten benachbarter Klimastationen (Quelle: ASTA: <https://www.agrimeteo.lu/Agrarmeteorologie/Archiv/Lgj-Werte/>)

Station Periode 1981 - 2010	Höhenlage [m] üNN	Jahresmitteltemperatur	Jahresschwankung Lufttemperatur [°C]	Jahresniederschläge [mm]	Niederschläge Mai - Sept [%]
Koerich	262	~	~	834	37%
Clemency	334	9,2 °C	17,2	856	37%

Die langjährigen Werte der Klimastationen bilden die trockensten Sommer der vergangenen Jahre noch nicht ab. Sie haben auch im Naturwaldreservat Härebësch zu Ausfällen geführt.

2.3 Biotoptypen

Die im Naturwaldreservat vorkommenden Waldbestände entsprechen im Wesentlichen der potenziell natürlichen Vegetation, d.h. Hainsimsen-Buchenwäldern (LRT9110), die im Norden in Waldmeister-Buchenwälder (LRT9130) übergehen (Abb. 2.3 und Tab. 2.1).

Tab. 2.1:

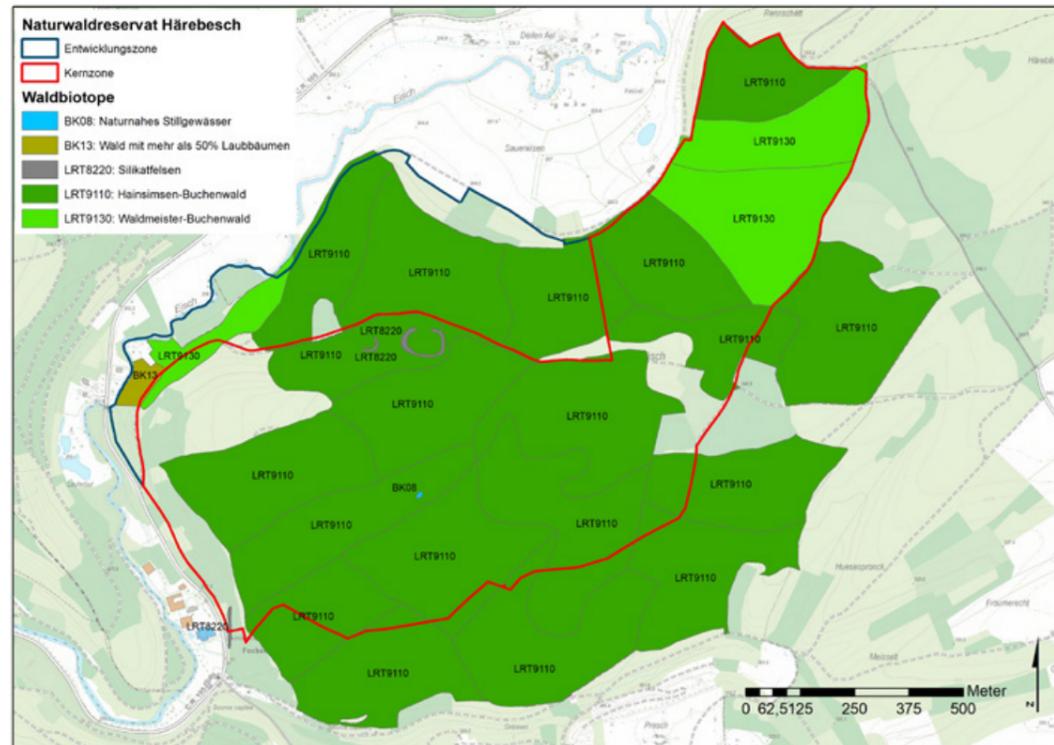
Waldbiotop im Untersuchungsgebiet

Biototyp	Kürzel	Fläche [ha]	% Fläche NWR	Gesamtbewertung
Hainsimsen-Buchenwald	LRT9110	41,6	41	A
Hainsimsen-Buchenwald	LRT9110	31,4	31	B
Waldmeister-Buchenwald	LRT9130	15,0	15	B
Silikatfelsen mit Felsspaltvegetation	LRT8220	0,20	0	A
Silikatfelsen mit Felsspaltvegetation	LRT8220	0,03	0	B
Wälder > 50% Laubbaumarten	BK13	0,06	0	B
Naturnahes Stillgewässer	BK08	0,02	0	B

Von der Waldbiotopkartierung im Jahr 2017 wurden die Bestände hervorragend (A) bis gut (B) bewertet. Zum Teil sind sie im Härebësch durch Befahrungsschäden, Störzeiger und Wildschäden beeinträchtigt. Neben den Buchen-Waldlebensraumtypen kommen weitere geschützte Biotopflächen im Naturwaldreservat vor: die Felswände der alten Steinbrüche im Nordwesten („LRT8220, Silikatfelsen mit Felsspaltvegetation“) und ein kleines Naturnahes Stillgewässer (BK08) auf dem Plateau im Westen.

Abb. 2.3:

Gesetzlich geschützte Waldbiotope im Naturwaldreservat



2.4 Flora und Fauna

Im NWR mit seinen naturnah ausgeprägten Beständen kommen die typischen, an Buchenwälder gebundenen Gefäßpflanzen vor. Seit dem Sturmergebnis von 2014 haben sich allerdings lichtliebende Pflanzenarten flächenweise stark ausgebreitet. Neben Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*), Brombeere (*Rubus fruticosus* agg.) und Himbeere (*Rubus idaeus*), die teilweise dichte Bestände bilden, sind das Pioniergehölze, wie Birke (*Betula pendula*), Zitterpappel (*Populus tremula*), Salweide (*Salix caprea*), Holunder (*Sambucus racemosa*, *S. nigra*) und Besenginster (*Sarothamnus scoparius*). Die veränderte Waldstruktur wird sich sicherlich in den kommenden Jahren auch auf die Fauna des Gebietes auswirken (WENDL & MANDERLA, 2018).

Folgende Arten der Roten Listen Luxemburgs wurden im Gebiet bzw. in seiner Umgebung nachgewiesen (Tab. 2.2), z.T. handelt es sich um ältere Nachweise.

Die Jagd im Naturwaldreservat ist verpachtet – vorkommende jagdbare Tierarten sind: Reh- und Schwarzwild, Hase, Fuchs. Gejagt wird vor allem auf Reh- und Schwarzwild (WENDL & MANDERLA, 2018).

Tab. 2.2:

Arten der Roten Listen (Angabe in Klammern) im Naturwaldreservat und im näheren Umfeld (WENDL & MANDERLA 2018)

Gefäßpflanzen (Colling, G. 2005)		Rote-Liste-Status Luxemburg	
Pechnelke	<i>Lychnis viscaria</i>	VU	gefährdet
Sonnenröschen	<i>Helianthemum nummularium</i>	NT	Vorwarnliste
Falter (MNHN 2024)		Rote-Liste-Status Luxemburg	
Kleiner Sonnenröschen-Bläuling	<i>Aricia agestis</i>	EN	stark gefährdet
Zwergbläuling	<i>Cupido minimus</i>	VU	gefährdet
Schwarzes Ordensband	<i>Mormo maura</i>	EN	stark gefährdet
Schönbär	<i>Callimorpha dominula</i>	VU	gefährdet
Hummelschwärmer	<i>Hemaris fuciformis</i>	VU	gefährdet
Fledermäuse (Harbusch et al. 2002)		Rote-Liste-Status Luxemburg	
Wimpernfledermaus	<i>Myotis emarginatus</i>	CR	vom Austerben bedroht
Bechsteinfledermaus	<i>Myotis bechsteinii</i>	EN	stark gefährdet
Großem Mausohr	<i>Myotis myotis</i>	EN	stark gefährdet
Fransenfledermaus	<i>Myotis nattereri</i>	EN	stark gefährdet
Graues Langohr	<i>Plecotus austriacus</i>	EN	stark gefährdet
Großem Abendsegler	<i>Nyctalus noctula</i>	VU	gefährdet
Braunem Langohr	<i>Plecotus auritus</i>	VU	gefährdet
Zwergfledermaus	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	NT	Vorwarnliste
Reptilien (Proess (2018))		Rote-Liste-Status Luxemburg	
Zauneidechse	<i>Lacerta agilis</i>	NT	Vorwarnliste
Vögel (natur&emwelt 2024)		Rote-Liste-Status Luxemburg	
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	NT	Vorwarnliste
Schwarzmilan	<i>Milvus migrans</i>	NT	Vorwarnliste
Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	VU	gefährdet
Uhu	<i>Bubo bubo</i>	VU	gefährdet
Waldlaubsänger	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	NT	Vorwarnliste

2.5 Wald- und Bestandesgeschichte

2.5.1 Geschichte des Gebietes

Auf der Ferraris-Karte von 1778 ist das Gebiet des heutigen Naturwaldreservates „Härebösch“ als reines Laubwaldgebiet dargestellt. Wahrscheinlich handelte es sich damals um Buchenwälder, worauf die Bezeichnungen „Buchels“ (Quelle: Topografische Karte 1:20.000) oder „Buchholz“ (Quelle: Historische Karte von Hansen 1907) unmittelbar südlich des Gebietes hindeuten. Der Waldbestand wurde bis 1935 vorrangig für die Gewinnung von Brennholz und Holzkohle genutzt (WENDL & MANDERLA, 2018). Südwestlich des Gebietes sind schon auf der Ferraris-Karte im Bereich „Fockemillen“ einige Gebäude zu erkennen. Von Ende des 18. Jahrhunderts wurden im Nordwesten des Gebietes Bausandstein und Sand abgebaut, diese Nutzung wurde erst in den 1970er Jahren eingestellt (WENDL & MANDERLA, 2018). Noch heute ist der ehemalige Steinbruch im Nordwesten des Naturwaldreservates zu erkennen – und als Lebensraumtyp „LRT8220, Silikatfelsen mit Felsspaltenvegetation“ geschützt (s. Abb. 2.3).

Das Waldgebiet war bis 1935 im Eigentum des Gutsherrn von Koerich und wurde zur Gewinnung von Holzkohle für die Eisenverhüttung und von Brennholz genutzt. Mitte der 1930er Jahre kam es schließlich durch Versteigerung in Staatsbesitz (WENDL & MANDERLA 2018).

Abb. 2.4:

Das Naturwaldreservat Härebösch vor dem Sturm (2013), kurz nach dem Sturm (2016) und zurzeit der Waldstrukturaufnahme (2023)



2.5.2 Forstliche Nutzungsgeschichte

In den letzten Jahrzehnten bis zum Sturmereignis 2014 unterlagen die Waldbestände der üblichen forstlichen Nutzung. Völlig unabhängig von der Baumart riss der Sturm 2014 Schneisen in die Waldbestände (S. Abb. 2.4). Besonders betroffen waren die Waldbestände im Westen und Süden, die geworfen oder gebrochen wurden, während Teilbereiche im Nordosten weitgehend stehenblieben. Der Sturmholzanfall war insbesondere im heutigen Waldschutzgebiet mit rund 40.000 Festmeter verhältnismäßig hoch. Gut ein Drittel (14.000 Festmeter) des Sturmholzes wurde aufgearbeitet,

der Rest (25.600 Festmeter) verblieb an Ort und Stelle im heutigen Naturwaldreservat. Zur Unterstützung der Eichenverjüngung wurden teilweise auch in der heutigen Kernzone kleine Nesterpflanzungen mit Traubeneiche vorgenommen (WENDL & MANDERLA, 2018), von denen heute nichts mehr zu sehen ist.

Spätestens mit Ausweisung als Waldnaturschutzgebiet Anfang 2021 (RGD 2021) wurde die Nutzung der Kernzone des Gebietes eingestellt und der natürlichen Waldentwicklung überlassen.

Abb. 2.5:

Einzelne geschädigte Buchen über einer dichten Vegetation aus Pionier-Gehölzen, Adlerfarn, Brombeere und Ginsterbüschen



2.5.3 Heutige Bestockung

Die Auswirkungen des Sturms von 2014 sind heute noch erkennbar: Auf etwas weniger als der Hälfte der Fläche, in der Mitte und im Nordosten, sind die Bestände relativ wenig durch den Sturm geschädigt worden und haben ein intaktes Kronendach behalten. Im Norden, Südwesten und Süden hingegen, wurden etwa dreiviertel der Bäume geworfen bzw. gebrochen. Das Naturwaldreservat besteht aktuell aus unterschiedlichen Beständen: Fast intakte aktuell ca. 165-jährige Rotbuchen-Altbestände und totholzreiche Flächen mit einzelnen Rotbuchen-Überhältern – beide häufig über einer

Schicht aus Buchen-Dickungen aus Naturverjüngung. Besonders im Nordwesten sind die ehemaligen Buchenbestände so stark aufgelichtet, dass nur noch einzelne, durch Brüche oder Sonnenbrand geschädigte Buchen stehengeblieben sind. Darunter hat sich eine dichte Vegetation aus Pionier-Gehölzen, Adlerfarn, Brombeere und Ginsterbüschen entwickelt. Außerdem existieren innerhalb des NWR eingestreute kleinere Bestände aus Fichten-, Kiefern- und Douglasien-Baumhölzern.

2.6 Zusammenfassung der allgemeinen Gebietseinführung

Das Waldschutzgebiet Härebësch wurde 2021 auf 129 Hektar als Waldnaturschutzgebiet (RGD 2021) auf einem zum Tal der Eisch abfallenden Hochplateau im Wuchsbezirk „Eisch-Mamer-Gutland“ ausgewiesen. Es befindet sich im Westen Luxemburgs etwa 15 km nordwestlich der Stadt Luxemburg und ist Teil des gleichnamigen größeren Waldgebietes „Härebësch und des Natura-2000-Gebietes „LU0001018, Vallée de la Mamer et de l'Eisch“. Die hier behandelte Kernzone (=Naturwaldreservat) von 101 ha liegt vollständig im Staatswald.

Auf dem geologischen Ausgangsmaterial des Luxemburger Sandsteins (Unterer Jura, Hettangien sup.) haben sich gut wasserdurchlässigen Braunerden und Parabraunerden mittlerer Nährstoffversorgung entwickelt. Das Klima ist atlantisch geprägt, die potenziell natürliche Vegetation sind Hainsimsen-Buchenwälder (LRT9110) und Waldmeister-Buchenwälder (LRT9130), denen die Waldbiotopkartierung 2017 eine gute bis hervorragende Ausprägung zuschreibt. Als weitere geschützte Biotopflächen kommen „LRT8220, Silikatfelsen mit Felsspaltenvegetation“ und ein „BK08, Naturnahes Stillgewässer“ vor. In der Bodenvegetation haben sich, neben den typischen Buchenwald-Arten, vor allem in den wenig bestockten Teilbereichen lichtliebende Pflanzenarten flächenweise stark ausgebreitet. Die im Gebiet nachgewiesenen Rote-Liste-Arten werden aufgeführt – dabei handelt es sich jedoch zum Teil um relativ alte Nachweise. Im Zuge dieses Berichtes wurde weder floristische noch faunistische Erhebungen durchgeführt.

Das Gebiet war auch historisch ein reines Laubwaldgebiet – wahrscheinlich aus Buchenwäldern, die zur Gewinnung von Brennholz und Holzkohle genutzt wurden (WENDL & MANDERLA, 2018). Zwischen dem Ende des 18. Jahrhunderts und den 1970er Jahren wurden im Gebiet Bausandstein und Sand abgebaut. Das heutige Naturwaldreservat (Kernzone) kam 1935 in Staatsbesitz.

Bei einem Sturmereignis im Jahr 2014 kam es im Härebësch vor allem im Westen und Südwesten zu flächenweise starken Sturmwürfen und –brüchen, von denen die heute ca. 165-jährigen Buchenwaldbestände unterschiedlich stark betroffen wurden. Insgesamt fielen rund 40.000 Festmeter Sturmholz an, von dem ca. ein Drittel aufgearbeitet wurde, der Rest verblieb an Ort und Stelle.

Das Naturwaldreservat besteht aktuell aus unterschiedlichen Beständen: Fast intakte Rotbuchen-Altbestände oder totholzreiche Flächen mit einzelnen Rotbuchen-Überhältern über Buchen-Dickungen aus Naturverjüngung sowie Flächen mit einer dichten Pionier-Vegetation und nur noch einzelnen stehengebliebenen Buchen, die durch Brüche oder Sonnenbrand geschädigt sind. Daneben sind kleinere Bestände aus Fichten-, Kiefern- und Douglasien-Baumhölzern in das NWR eingestreut.

Abb. 2.6:

Rotbuchenaltbestand mit Buchen-Naturverjüngung im Unterstand



Waldstrukturaufnahme

Urwälder – völlig unbeeinflusste Waldökosysteme gibt es im dichtbesiedelten Mitteleuropa nicht mehr. Veröffentlichte Schwellenwerte über Totholz mengen stammen aus Urwald-Erhebungen hauptsächlich aus Osteuropa, wo etwas andere klimatische Bedingungen herrschen. Naturwaldreservate sind ehemals genutzte Waldflächen, die erst vor wenigen Jahrzehnten zu Forschungszwecken stillgelegt wurden. Diese Wälder sind noch lange keine Urwälder – dennoch sind sie die einzigen zur Verfügung stehenden Flächen, in denen Daten erhoben werden können, die repräsentativ für die Standorte und das Klima unserer Breiten sind. Die Naturwaldforschung erforscht, die unbeeinflusste Waldentwicklung von Wäldern unserer Breiten, aus den Forschungsergebnissen können regionale Kenngrößen für den Naturschutz und die naturnahe Waldbewirtschaftung abgeleitet werden.



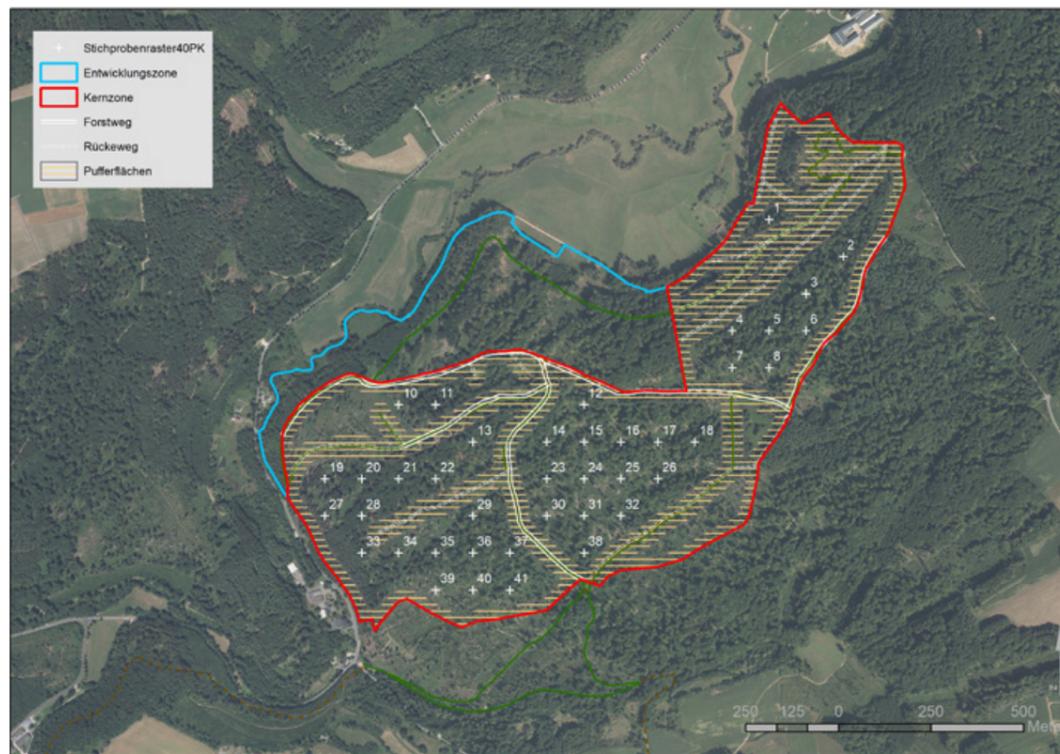
3.1 Methodik

Um die natürliche Entwicklung von Waldstrukturen ohne den Einfluss des Menschen repräsentativ zu dokumentieren, wird in Luxemburg und Baden-Württemberg das Verfahren der Waldstrukturaufnahme – kurz „WSA“ – angewendet (WEVELL VON KRÜGER et al. 2016). Es ist vergleichbar mit den üblichen Monitoring-Verfahren von Waldstrukturen in Naturwaldreservaten im deutschsprachigen Europa und wurde in Kooperation zwischen der FVA Baden-Württemberg und der Naturverwaltung Luxemburg entwickelt.

Die Erhebung der Waldstrukturdaten basiert auf einem regelmäßigen 100x100 m-Stichprobenetz aus 0,1 ha großen Probekreisen, die in definierten Ausnahmefällen – z.B. starke Sichtbehinderung – auf 0,05 ha verkleinert werden können. Das Stichprobenraster spart entlang der Außengrenzen und genutzten Wege einen 30 m breiten Pufferstreifen aus, damit die Aufnahmeergebnisse nicht von Randeffekten oder Eingriffen zur Verkehrssicherung beeinflusst werden (s. Abb. 3.1).

Abb. 3.1:

Das NWR aus der Vogelperspektive mit der Lage der Probekreise

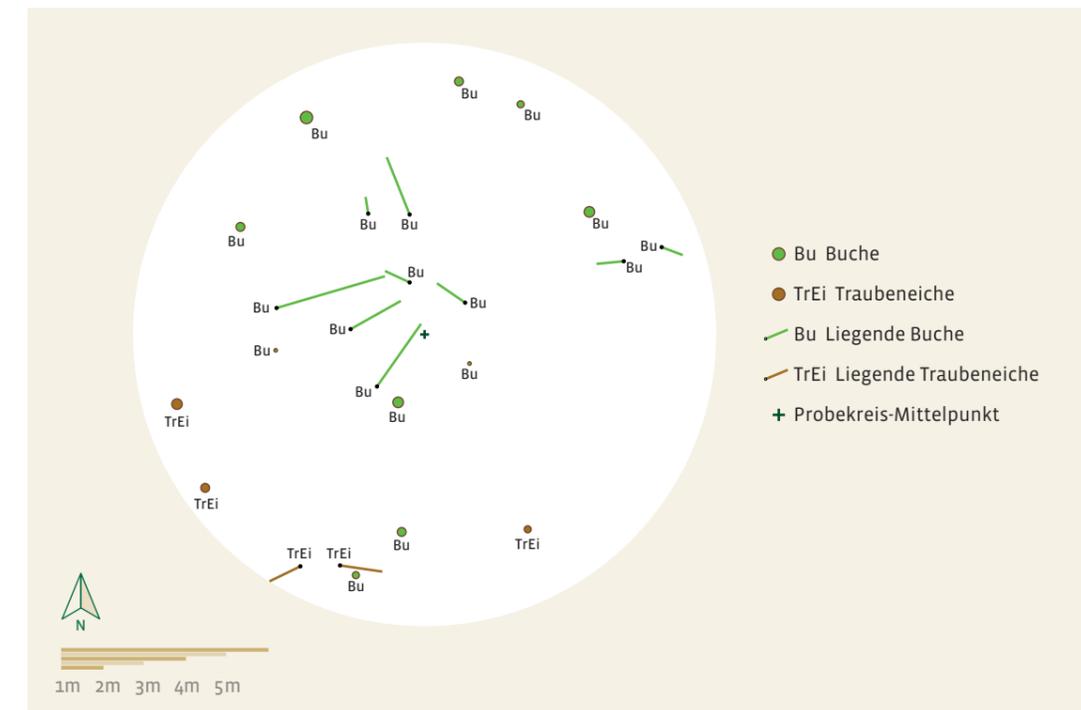


An jedem Stichprobenpunkt werden alle stehenden und liegenden lebenden (ab 7 cm BHD) und toten Bäume und Baumteile (ab 10 cm BHD) mit ihren Stammfußkoordinaten erfasst. Auf diese Weise kann ein Stammverteilungsplan von jedem einzelnen Probekreis erzeugt werden (Abb. 3.2). An jedem der Objekte wird die Baumart sowie Brusthöhen-durchmesser, Höhe und verschiedene andere Strukturparameter wie z.B. Brüche, Risse und Höhlen erfasst (s. Kap. 3.3). In Ausnahmefällen – wenn z.B. infolge von Windwurf komplexe Stamm- oder Kronverschachtelungen entstanden sind, und eine getrennte Aufnahme von Einzelobjekten nur unter Gefahr möglich ist, können mehrere Baumobjekte insgesamt als „Verhau“ aufgenommen werden: Dabei werden unter Angabe der Baumart die mittlere Länge und der mittlere Durchmesser sowie die Anzahl der Objekte geschätzt. Zudem wird die Fläche und das Volumen des Verhaus angegeben. Aus den an den Baumobjekten erhobenen Parametern können verschiedene Kennwerte pro Hektar berechnet werden, z.B. das Holzvolumen oder die Anzahl an bestimmten Habitatstrukturen.

Die Gehölz-Verjüngung unter 7 cm BHD - wird an zwei 0,01 ha großen Satellitenkreisen getrennt nach Höhenklassen ausgezählt und ihre Deckung sowie der prozentuale Wildverbiss in Prozenten geschätzt. Um einen Eindruck der Gehölzverjüngung im gesamten 0,1 ha-Probekreis und auch das Vorkommen von selteneren Baumarten im Jungwuchs zu dokumentieren, wird dort zusätzlich die Deckung der Naturverjüngung geschätzt (WEVELL VON KRÜGER et al. 2016).

Abb. 3.2:

Beispiel für einen Stammverteilungsplan im Naturwaldreservat Härebösch (PK Nr. 22)



3.2 Zusammensetzung des Naturwaldreservates

Die ungestörte Fläche des 101 ha großen Naturwaldreservates beträgt abzüglich der Pufferflächen 57,1 ha. Hier wurden an 40 Stichprobenpunkten die Waldstrukturen aufgenommen (s. Abb. 3.1). Zehn Stichprobenflächen wurden auf 0,05 ha verkleinert (Stichprobennummern: 1, 10, 11, 16, 24, 30, 31, 34, 36, 40) – da wegen dichtem Bewuchs mit Adlerfarn insbesondere Liegendes Totholz nicht auf einer 0,1 ha großen Fläche kartiert werden konnte. Außerdem lagen viele der aufzunehmenden Stichprobenpunkte in dichtem Bewuchs aus Adlerfarn, Brombeere oder Ginster, sodass die Aufnahme des liegenden Totholzes dort nicht immer vollständig ist.

Die WSA wurde im Juni und Juli 2023 durch das Büro Kristian Herdick durchgeführt. Die effektiv aufgenommene Fläche beträgt 3,5 ha bzw. 6,1% der ungestörten Fläche des Naturwaldreservats. Die erhobenen Daten wurden mit dem Auswerteprogramm WSA-R für die Waldstrukturaufnahme 4.3.1 ausgewertet.

3.2.1 Gesamtübersicht

Im Naturwaldreservat wurden 1118 stehende und liegende Baumobjekte sowie 25 Verhaue aus mehreren Objekten aufgenommen.

Der Gesamtvorrat an lebenden und toten Baumobjekten liegt im NWR Härebäsch bei 320 Vfm (s. Tab. 3.1). Die Anzahl an Gehölzarten ist verhältnismäßig gering: In den Probekreisen der Waldstrukturaufnahme wurden im Derbholz (≥ 7 cm BHD) nur 5 verschiedene Baumarten vorgefunden: Rotbuche, Traubeneiche, Fichte, Kiefer und Douglasie. Die Rotbuche ist die klar dominierende Baumart im NWR Härebäsch – sie macht $\frac{3}{4}$ des lebenden Vorrates aus und stellt knapp $\frac{2}{3}$ des Totholzes. Mischbaumart ist die Traubeneiche mit ca. $\frac{1}{4}$ des Gesamtvorrates. Die Nadelbaumarten Fichte, Kiefer und Douglasie haben im Gebiet nur einen Vorratsanteil von ca. 3%.

Tab. 3.1:

Gesamtübersicht der wichtigsten Baumarten im Untersuchungsgebiet (stehend und liegend)

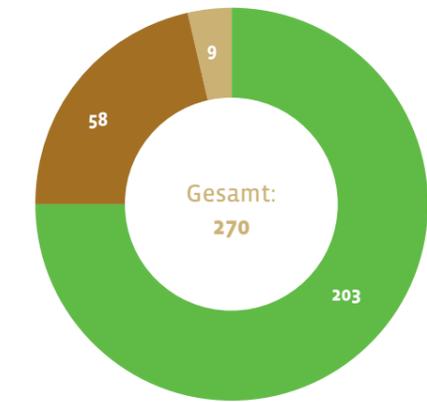
Baumart	gesamt				lebend				tot			
	Vfm/ha	%	N/ha	%	Vfm/ha	%	N/ha	%	Vfm/ha	%	N/ha	%
Rotbuche	233,3	73	258,8	74	202,6	75	158,5	84	30,6	61	100,3	62
Traubeneiche	76,6	24	77,3	22	58,1	22	20,3	11	18,5	37	57,0	35
Fichte	8,0	2	9,5	3	7,0	3	7,0	4	1,0	2	2,5	2
Kiefer	2,1	1	3,0	1	1,9	1	1,8	1	0,1	0	1,3	1
Douglasie	0,1	0	0,3	0	0,1	0	0,3	0	0,0	0	0,0	0
Alle Baumarten	320	100	349	100	270	100	188	100	50	100	161	100

3.2.2 Lebender Bestand

Das Volumen des lebenden Bestandes im NWR Härebäsch ist als Folge des Sturms von 2014 sehr niedrig und beträgt 270 Vfm/ha (s. Tab. 3.1) – die Baumartenanteile gleichen in etwa denen des Gesamtbestandes: Die Rotbuche nimmt 75% des Volumens ein, die Traubeneiche ca. 22%, die restlichen 3% entfallen auf Nadelhölzer, bei denen die Fichte überwiegt.

Abb. 3.3:

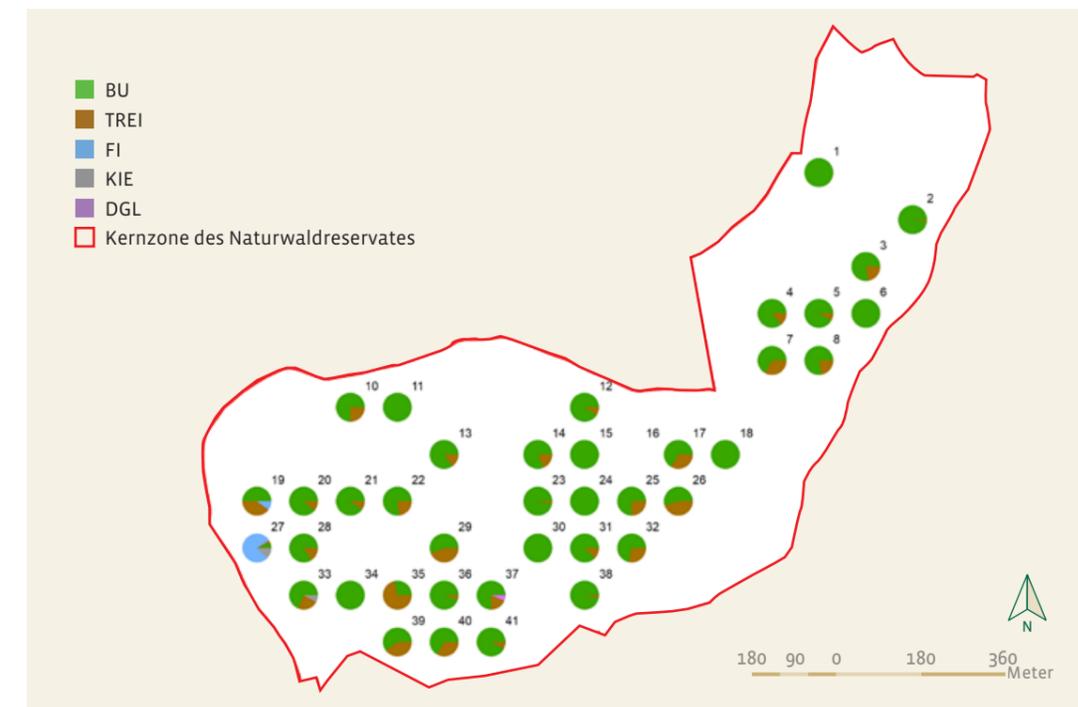
Baumartenanteile im lebenden Bestand (Vfm/ha) im Untersuchungsgebiet



Rotbuche Traubeneiche Nadelhölzer

Abb. 3.4:

Baumartenanteile in den Probekreisen des Naturwaldreservates (Bezugsgröße Vfm/ha)



Die Rotbuche ist in den meisten Probekreisen die herrschende Baumart – auf 8 Stichprobenflächen stellt sie sogar die einzige Baumart. Sie fehlt nur im Probekreis 16 – einer Fläche, auf der auch sonst kein lebendes Derbholz vorkommt (s. Abb. 3.4).

Die Traubeneiche kommt auf 31 Stichprobenflächen vor, in der Regel als Mischbaumart zur Rotbuche. In ca. 20% der Probekreise bildet sie die Hauptbaumart, hat also höhere Anteile als die Rotbuche. Die Nadelbaumarten Fichte, Kiefer und Douglasie kommen ausschließlich in den Probekreisen im Westen des Gebietes vor: In den Probekreisen 8 (eine Fichte), 27 (Fichte, Kiefer), 33 (nur Kiefer), 37 (nur Douglasie) vor.

3.2.2.1 Durchmesserverteilung

Die Durchmesserverteilung gibt die Anzahl an Bäumen in den unterschiedlichen Durchmesserstufen wieder. Dadurch wird ein differenzierter Einblick in die Struktur des stehenden Derbholzbestandes im Naturwaldreservates Härebësch ermöglicht (Abb. 3.5).

Insbesondere die beiden kleinsten Durchmesserstufen < 14 cm fallen durch sehr hohe Anzahlen an Bäumen auf; die Durchmesser darüber verteilen sich als Glockenkurve mit einem Schwerpunkt zwischen den BHD-Stufe 38 und 46 – wobei allerdings die BHD-Stufe 42 deutlich geringer ausgestattet ist.

Die Rotbuche ist in allen Durchmesserstufen die Hauptbaumart – ihre maximalen Durchmesser reichen bis 87 cm und übertreffen die aller anderen Baumarten. Ihre Dominanz ist in den untersten beiden Durchmesserstufen noch viel stärker ausgeprägt als im übrigen lebenden Derbholzbestand.

Die Traubeneiche fehlt in den Durchmesserstufen unter 26 cm und verteilt sich in den BHD-Stufen zwischen 26 und 74 cm relativ normal mit Einschnitten in den BHD-Stufen 42, 54 und 58.

Die nur in wenigen Probekreisen des Untersuchungsgebietes vorkommenden Nadelbaumarten sind sehr heterogen über die Durchmesserstufen bis 54 cm verteilt. Sie haben Schwerpunkte in den unteren beiden BHD-Stufen – alle diese schwächeren Bäume sind Fichten, die auf der Stichprobenfläche 27 vorgefunden wurden. Auf dieser Probe- fläche steht auch der stärkste Nadelbaum des Gebietes: eine Fichte mit BHD 57 cm.

3.2.2.2 Höhengichtung der Bestände

Bei der Verteilung der Bäume auf die unterschiedlichen Höhen sind die unteren Höhengichten in der Regel stammzahlreich und vorratsarm. In den niedrigsten Höhengichten befinden sich normalerweise viele dünne Bäumchen, die insgesamt noch keine großen Vorräte erreichen können. Mit zunehmender Höhe sinkt dann die Anzahl an Bäumen, während das Volumen der einzelnen Bäume bzw. des gesamten Bestandes ansteigt, um dann in den höchsten Höhengichten wieder abzufallen. Dort finden sich in der Regel nur noch einzelne starke Bäume.

Auch im NWR Härebësch zeigt sich, dass die meisten Bäume – fast alles Rotbuchen – in der untersten Höhengicht (bis 15m) zu finden sind. Deutlich weniger Bäume verteilen sich auf die Höhengichten darüber. Dabei fällt besonders die geringe Ausstattung der Schichten zwischen 15 und 30m verglichen mit den übrigen Schichten auf. Scheinbar wurden Bäume dieser Höhe stärker vom Sturm reduziert, als die anderen Schichten. Die höchsten Bäume im NWR Härebësch sind mit mehr als 40 m ebenfalls Rotbuchen. Die Traubeneichen in den unterschiedlichen Höhengichten sind sowohl bezogen auf die Anzahl/ha als auch auf das Volumen relativ normalverteilt – mit einem Schwerpunkt in den Höhengichten zwischen 25 und 35 m. Die Nadelhölzer sind hinsichtlich Anzahl und Volumen pro Hektar in geringen Anteilen in allen Höhengichten beteiligt.

Abb. 3.5: BHD-Verteilung der Hauptbaumarten im NWR Härebësch

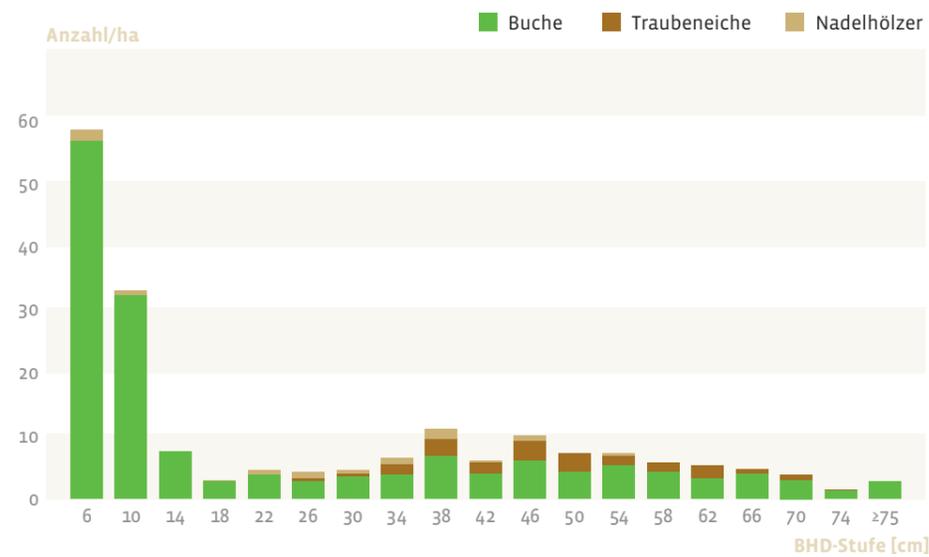
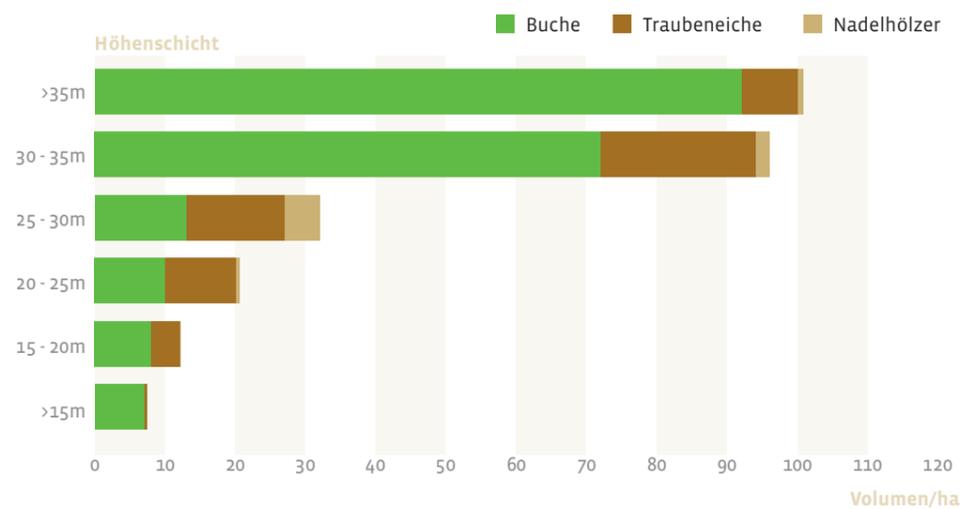
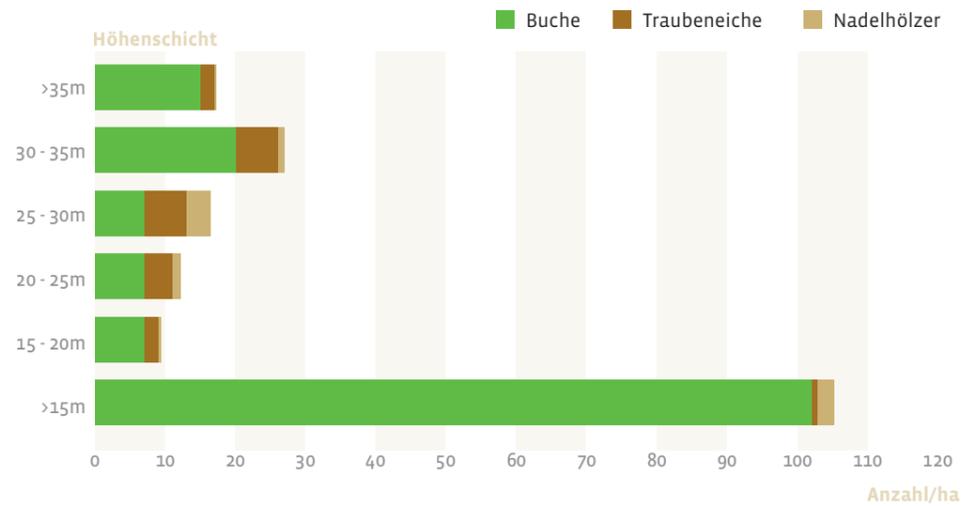


Abb. 3.6:
Verteilung auf die Höhengschichten



Die Vorräte pro Hektar im NWR Härebësch steigen mit der Höhe bis zur höchsten Höhengschicht an. Das ist ein Unterschied zu anderen NWR in Luxemburg, bei denen in der höchsten Schicht die Vorräte wieder etwas niedriger sind. Im Härebësch ist das auf einige sehr starke Exemplare zurückzuführen – Rotbuchen und Traubeneichen mit Stamminhalten von durchschnittlich fünf bis sechs Festmetern. Diese teils über 40 m hohen Bäume – in der Regel Rotbuchen – sind scheinbar weiterhin vital und zuwachsstark.

3.2.2.3 Schicht, Vitalität und Tendenz der Baumarten

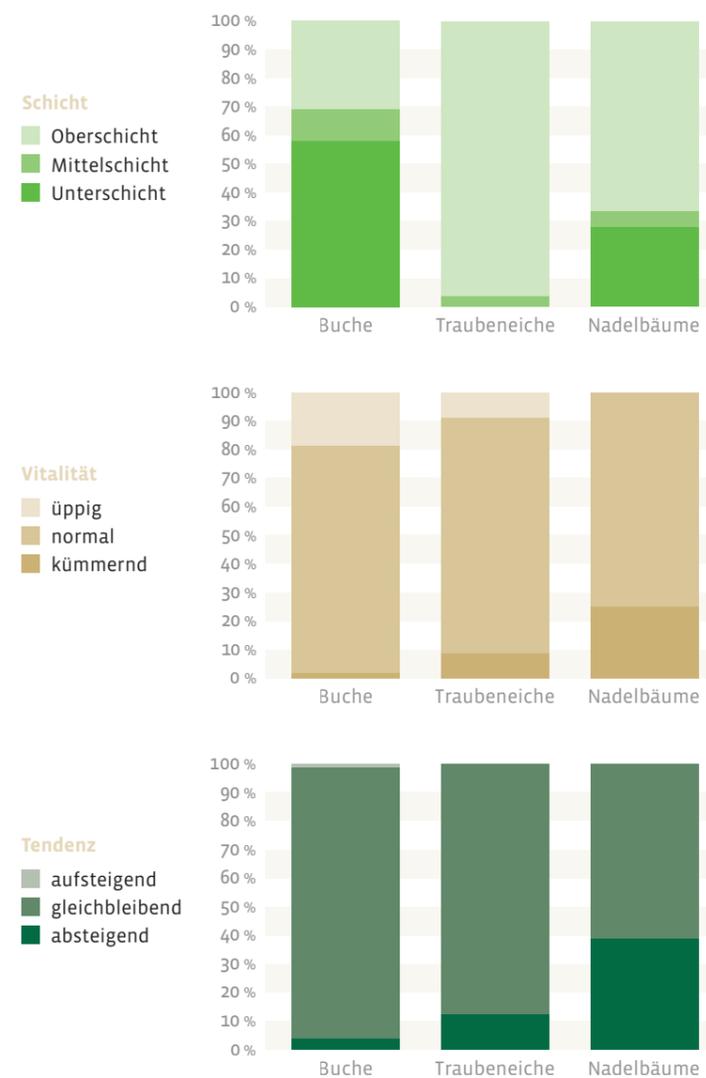
Im Anhalt an die IUFRO-Klassifikation (LEIBUNDGUT 1959) erfasst die Waldstrukturaufnahme an jedem Baum gutachtlich verschiedene Parameter:

Parameter „Schicht“: Auf Basis der Mittelhöhe der 100 stärksten Bäume je Hektar (h100) wird im Zuge der Waldstrukturaufnahme jeder Baum einer Schicht zugeordnet. Dabei zählen zur Oberschicht die Bäume die mindestens zwei Drittel von h100 erreichen, zur Mittelschicht jene, die Höhen zwischen einem und zwei Dritteln von h100 erreichen und zur Unterschicht, Bäume die kleiner als ein Drittel des Wertes sind.

Parameter „Vitalität“: Gutachtlich werden die Bäume abhängig von ihrem Gesundheitszustand und Wuchsvermögen den Vitalitätsstufen „üppig“ – „normal“ und „kümmernd“ zugeordnet.

Parameter „Tendenz“: Gutachtlich wird die Wachstumstendenz jedes einzelnen Baumes im Vergleich zu seinen Nachbarbäumen eingeschätzt und den Stufen „aufsteigend“, „gleichbleibend“ und „absteigend“ zugeordnet.

Abb. 3.7:
Schicht, Vitalität und Tendenz der Hauptbaumarten in Prozent der Stammzahl



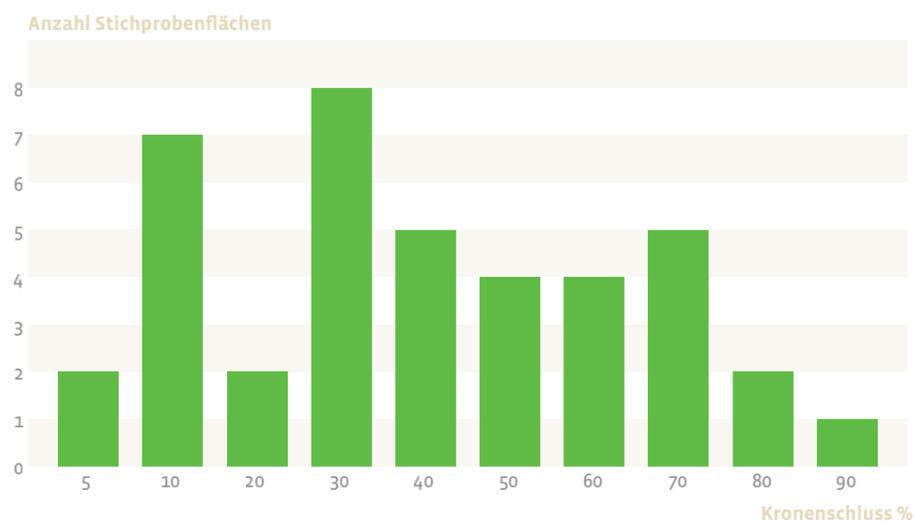
Der überwiegende Teil der Rotbuchen befindet sich in der Unterschicht, ist von normaler bis üppiger Vitalität, bei gleichbleibender Tendenz.

Die Traubeneichen kommen vorwiegend in der Oberschicht vor, haben eine normale Vitalität und gleichbleibende Tendenz. Im Vergleich zu den Rotbuchen gibt es mehr kümmernde und weniger üppige Exemplare. Ihre Tendenz ist ebenfalls überwiegend gleichbleibend, verglichen mit der Rotbuche existieren aber mehr absteigende Bäume.

Etwa zwei Drittel der Nadelbäume – zum überwiegenden Teil Fichten, aber auch die Kiefern im Naturwaldreservat – befinden sich in der Oberschicht. Die Mittelschicht ist nur spärlich ausgestattet und wird vor allem von Douglasien besetzt, die übrigen Nadelhölzer befinden sich in der Unterschicht. Im Großen und Ganzen haben die Nadelhölzer eine normale Vitalität - allerdings ist der Anteil an kümmernden Exemplaren (25%) deutlich höher als bei Rotbuche und Traubeneiche – üppige Nadelbäume gibt es nicht. Ähnliches drückt sich in dem hohen Anteil an Bäumen mit absteigender Tendenz (39%) aus.

Abb. 3.8:

Kronenschlussgrade im NWR Härebösch



3.2.2.4 Schlussgrade im NWR

Fast 10 Jahre nach dem Sturm von 2014 prägen seine Auswirkungen immer noch das Erscheinungsbild des Naturwaldreservates. Der Kronenschluss im NWR schwankt zwischen 5 (Probekreis 16) und 90% (Probekreis 21) – im Mittel liegt er bei 40%, aber etwa die Hälfte der aufgenommenen der Stichprobenflächen weist Kronenschlussgrade zwischen 5 und 30% auf. Das bedeutet allerdings nicht, dass dort immer noch keine Bäume wachsen: Sehr häufig finden sich dort Laubholz-Dickungen, die noch nicht ins Derbholz (< 7 cm BHD) eingewachsen sind.

3.2.3 Naturverjüngung

Die natürliche Verjüngung in einem Waldgebiet ermöglicht Prognosen über die zukünftige Baumartenzusammensetzung. Nur die Baumarten, die in der Verjüngung vorkommen, können ins Derbholz (7 cm BHD) einwachsen und am späteren Bestandaufbau beteiligt sein. Im Laufe ihres Wachstums sind sie natürlichen Störereignissen (z.B. Windwurf, Käferbefall) und gleichzeitig dem

Konkurrenzdruck anderer Baumindividuen ausgesetzt. So kann neben den Baumartenspezifischen Eigenschaften (Lichtbedürfnis, Schattenerträgnis, Standortsbedürfnisse, etc.) auch der Zufall dafür verantwortlich sein, wie das Waldbild von morgen in einem unbeeinflussten Naturwaldreservat aussieht.

Tab. 3.2:

Naturverjüngungsdichte in den unterschiedlichen Höhenklassen

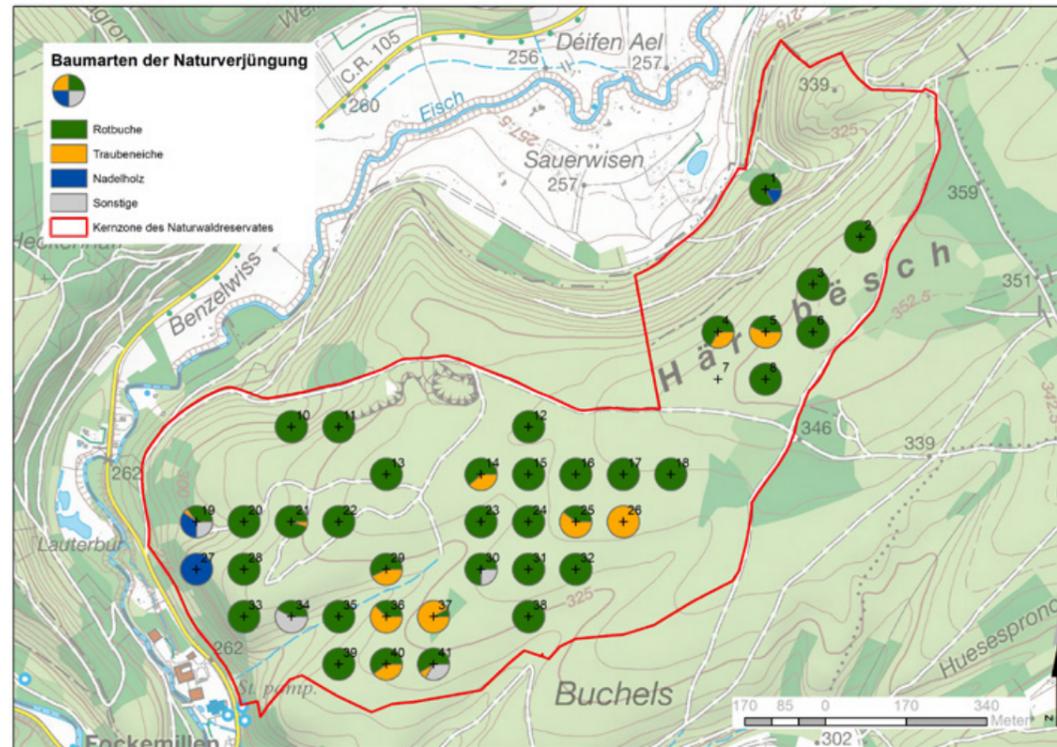
	Alle Höhenklassen		Höhenklasse 1 (< 11 cm)		Höhenklasse 2 (10 - 150 cm)		Höhenklasse 3 (> 150 cm)	
	N/ha	Verbiss [%]	N/ha	Verbiss [%]	N/ha	Verbiss [%]	N/ha	Verbiss [%]
Rotbuche	7.400	2	313	0	2.313	2	4.775	0
Traubeneiche	1.750	17	1.213	0	538	40	0	0
Nadelhölzer	213	22	13	0	113	50	88	0
Sonstige	425	0	0	0	63	0	363	0
Gesamt	9.788	3	1.538	0	3.025	6	5.225	0

Im NWR Härebösch wurde in allen Probekreisen bis auf einem (PK 7) Naturverjüngung in den Satellitenkreisen vorgefunden (Abb.3.9). Die Dichte der Naturverjüngung liegt insgesamt bei knapp 10.000 Individuen pro Hektar (Tab. 3.2), wobei über die Hälfte davon sich schon in der Höhenklasse über 150 cm befindet und als gesichert gelten kann. Drei Viertel der Baumarten im Nachwuchs sind Rotbuchen, knapp 20% Traubeneichen, der Rest sind „Sonstige“ und Nadelhölzer. Bei den „Sonstigen“ dominiert der Ginster, der zwar nur in vier Probekreisen im Gebiet vorkommt (Probekreise 19, 30, 34, 41), dort aber in hoher Stückzahl. Die Nadelhölzer sind insgesamt nur gering an der Verjüngung beteiligt und bestehen hauptsächlich aus Fichten (in den Probekreisen 1, 19 und 27) und Kiefern (in Probekreis 19).

Die Höhenklasse 1 (< 11 cm) beinhaltet Bäumchen, die in der Regel nur wenige Jahre alt und noch vielen sogenannten Keimlingskrankheiten ausgesetzt sind. In dieser Höhenklasse dominiert deutlich die Traubeneiche, sie hat mit durchschnittlich 1.213 Individuen pro Hektar einen Anteil von knapp 80% an der Naturverjüngung dieser Höhenklasse. Daneben erreicht nur die Rotbuche nennenswerte Anteile von durchschnittlich 313 N/ha.

Abb. 3.9:

Verjüngung der Baumarten aller Höhenklassen in den einzelnen Probekreisen

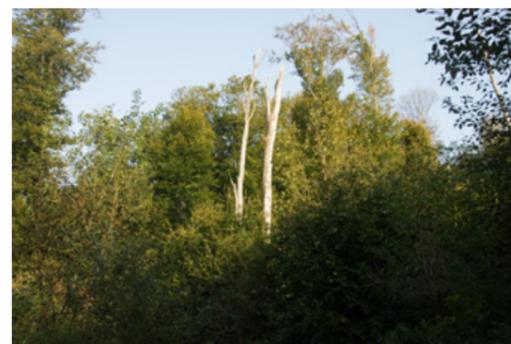


In der Höhenklasse 2 (11 – 150 cm) müssen Bäumchen neben der Konkurrenz durch benachbarte Baumindividuen auch dem Wilddruck standhalten. Die Rotbuche macht mit ca. 75% an den insgesamt etwa 3.000 N/ha den größten Anteil in dieser Höhenklasse aus. Die Traubeneiche mit 538 N/ha ist hier deutlich schwächer vertreten. Auffällig ist der Anteil an Nadelhölzern, die in dieser Höhenklasse mit 113 N/ha ihren Schwerpunkt haben.

Bäume, die es bis in die Höhenklasse 3 (> 150 cm) geschafft haben, haben die größten Chancen in den Derbholzbestand einzuwachsen, sie sind dem Äser des Rehwildes entwachsen und unterliegen nun in erster Linie dem Konkurrenzdruck durch benachbarte Bäume. In dieser Höhenklasse ist die Dichte der Naturverjüngung mit über 5.000 N/ha am größten. Die Rotbuche macht über 90% der Verjüngung in dieser Höhenklasse aus. Im Gebiet ist das an den dichten Buchen-Jungwüchsen zu erkennen, die zwar schon einige Meter hoch sind, aber die Derbholzschwelle noch nicht überschritten haben. Die hohe Dichte der Sonstigen in dieser Höhenklasse ist allein durch den Ginster bedingt, der in wenigen Probekreisen in hoher Zahl auftritt.

Abb. 3.10:

Auf großen Flächen haben sich dichte Buchen-Jungwüchse der Höhenklasse über 3 m entwickelt.



3.2.3.1 Verbiss

Verbissene Verjüngungspflanzen wurden im NWR Härebësch nur in der Höhenklasse 2 „11 - 150 cm“ festgestellt. Diese Höhenklasse wird naturgemäß am stärksten vom Wild beeinflusst, da die Pflanzen für das Rehwild sehr gut erreichbar sind. Insgesamt ist der Verbiss im Gebiet mit 6% aller Jungpflanzen in einem verträglichen Rahmen. Während die Hauptbaumart Rotbuche keinen nennenswerten Verbiss aufweist, sind Traubeneiche (40%) und Nadelhölzer (50%) verhältnismäßig stark verbissen (Tab. 3.2).

3.2.4 Totholz

Die jahrzehntelange saubere Waldwirtschaft, bei der Totholz als potenzielle Brutstätte für Schadorganismen konsequent entnommen wurde, führte dazu, dass viele an Totholz gebundene Arten stark zurückgegangen sind und auf der Roten Liste stehen (z.B. SCHUCK et al. 2005, VANDEKERKHOVE et al. 2011). Inzwischen gibt es deutliche Unterschiede zwischen Urwäldern und bewirtschafteten Wäldern in Bezug auf das Vorkommen von Totholz, als charakteristisches Element von Urwäldern (VANDEKERKHOVE et al. 2011). Der Totholzanteil von Wäldern, ist deshalb eines der wichtigsten Kriterien für die Beurteilung der Naturnähe von Wäldern und als Indikator einer ökologisch nachhaltigen Forstwirtschaft anerkannt (MÜLLER-USING 2003, HERRMANN & BAUHUS 2007) und wird in den Alt- und Totholz- Konzepten und Richtlinien zur naturnahen Waldbewirtschaftung der letzten Jahre berücksichtigt (z.B. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz 2011, Landesbetrieb ForstBW 2016, ANF 2017).

Die Aufnahme von Totholz im Rahmen der Waldstrukturaufnahme fokussiert sich auf abgestorbene Bäume und Baumteile, an denen Baumart, Durchmesser, Zustand (stehend oder liegend) und Zersetzungsgrad angesprochen werden.

3.2.4.1 Totholzanteile

Im Naturwaldreservat Härebësch liegt der Totholzanteil im Gebiet bei 50 Vfm/ha bzw. 161 N/ha (s. Tab. 3.3): Das entspricht etwa 16% des Gesamtvolumens bzw. 46% der Anzahl der Individuen. Im Vergleich zu den anderen untersuchten Naturwaldreservaten in Luxemburg findet sich im NWR Härebësch sowohl hinsichtlich Volumen als auch der Stammzahl die höchste Totholzmenge pro Hektar. Die Hauptbaumart Rotbuche hat mit einem Totholzanteil von 61% geringere Anteile als am Lebenden Bestand, bei der Traubeneiche, mit einem Totholzanteil von 37% des Volumens ist es umgekehrt (Tab. 3.1). Die Nadelbaumarten sind am Totholzaufkommen nur mit etwa 2% Anteil noch geringer beteiligt, als im lebenden Bestand (Tab. 3.1).

Ob ein Stück Totholz auf dem Waldboden liegt oder steht, wirkt sich auf die Art und Geschwindigkeit der Zersetzung (Kap. 3.2.4.2) aus und ist entscheidend dafür welche Organismen es als Habitat nutzen können (Kap. 3.3).

Zwei Drittel des gesamten Totholz-Volumens im NWR Härebësch und über 90% aller toten Baum-Individuen liegen am Boden. Bei den Traubeneichen ist der prozentuale Anteil an stehengebliebenen Bäumen geringfügig höher als bei den Rotbuchen. Die Nadelbaumarten spielen auch im Totholz nur eine sehr geringe Rolle. Beachtenswert ist, dass die Douglasie im Totholz überhaupt nicht vorkommt.

Tab. 3.3:
Totholzanteile der Hauptbaumarten

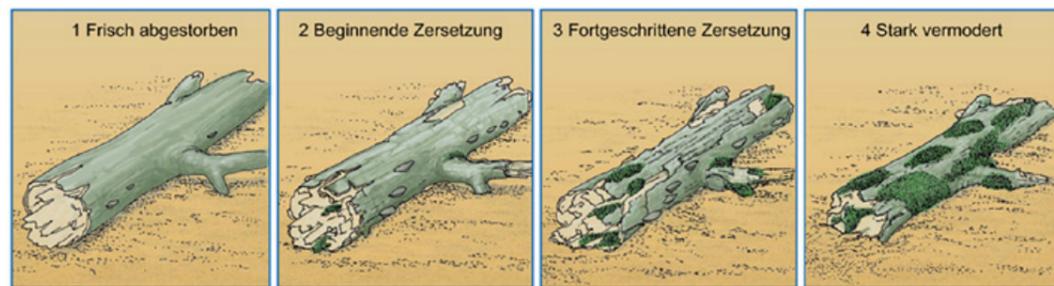
Baumart	gesamt					stehend					liegend				
	Vfm/ha	%	N/ha	%	Ø BHD	Vfm/ha	%	N/ha	%	Ø BHD	Vfm/ha	%	N/ha	%	Ø BHD
Rotbuche	30,6	61	100,3	62,3	22	9,8	57,6	7,8	55,4	42	20,9	62,6	92,5	62,9	47
Traubeneiche	18,5	37	57,0	35,4	23	7,1	42,0	5,8	41,1	47	11,4	34,2	51,3	34,9	49
Nadelbäume	1,1	2	3,8	2,3	21	0,1	0,4	0,5	3,6	19	1,1	3,2	3,3	2,2	19
Alle Baumarten	50,3	100	161,0	100,0	23	16,9	100,0	14,0	100,0	43	33,3	100,0	147,0	100,0	47

3.2.4.2 Zersetzungsgrade

Die Ursachen, aus denen Bäume absterben – durch Sturmwurf oder –bruch oder Insekten- oder Pilzbefall etc. haben direkten Einfluss auf ihre spätere Zersetzung. Ein abgestorbener Stamm der mit Erdkontakt auf dem Waldboden liegt, hat einen höheren Feuchtigkeitsgehalt und zersetzt sich schneller, als ein Hochstubben, der als Rest nach einem Kronenbruch stehengeblieben ist: Durch Sonneneinstrahlung und die bessere Belüftung

kann er leichter austrocknen. Neben Lage und Zustand, Besonnung bzw. Beschattung hat auch die Baumart Einfluss auf die Dauer der Verrottung von Totholz. Die unterschiedlich lange Zersetzungsdauer und Lage schafft für die der Dauer der Zersetzung unterschiedliche Habitate für unterschiedliche Organismen, die sich im Laufe der Zersetzung immer wieder ändern können (HERRMANN & BAUHUS 2007).

Abb. 4.11:
Zersetzungsgrade am Beispiel eines toten Rotbuchenstammes (aus: MÜLLER-USING 2005)



Zehn Jahre nach dem Sturmereignis überwiegen im NWR Härebësch insgesamt tote Baumindividuen in fortgeschrittener Zersetzung (rund 60% ZSG 3) (Tab. 3.4), ca. 30% befindet sich noch in beginnender Zersetzung (ZSG2). Die Rotbuche ist die einzige Baumart, die auch in den ZSG 1 und ZSG 4 zu finden ist.

Tab. 3.4:
Zersetzungsgrade im NWR Härebësch

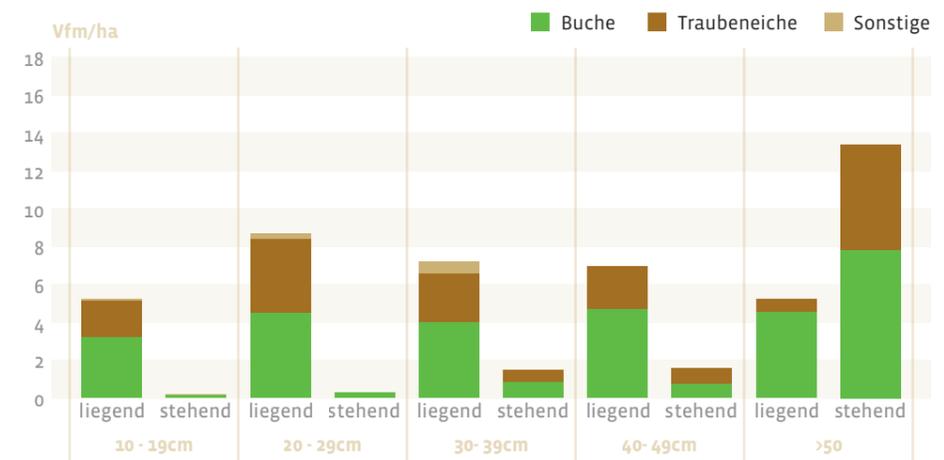
Frisch abgestorben (ZSG 1): Frisch abgestorbene Bäume und Baumteile, deren Rinde noch fest mit dem Holz verbunden ist.
 Beginnende Zersetzung, ZSG 2: Die Besiedelung durch Insekten und Pilze beginnt, die Rinde löst sich vom Stamm, Konsistenz und Farbe des Holzes sind noch unverändert.
 Fortschreitende Zersetzung (ZSG 3): Pilze bauen die Holzbestandteile Lignin und Zellulose ab, Insektenlarven legen Bohrlöcher an, das Holz verliert in seinen äußeren Bereichen Festigkeit und Farbe.
 Stark vermodert (ZSG 4): Die Struktur des Stammes hat sich weitgehend aufgelöst, das Holz ist durch und durch weich und vermodert schließlich zu Humus.

Baumart	ZSG 1 frisch abgestorben		ZSG 2 beginnende Zersetzung		ZSG 3 fortgeschrittene Zersetzung		ZSG 4 stark vermodert	
	N/ha	VFm/ha	N/ha	VFm/ha	N/ha	VFm/ha	N/ha	VFm/ha
Rotbuche	1	0	15	8	79	21	6	1
Traubeneiche	0	0	13	10	44	9	0	0
Nadelbäume	0	0	2	1	2	0	0	0
Alle Baumarten	1	0	29	19	125	30	6	1

3.2.4.3 Totholzdimensionen

Je nach Durchmesser finden unterschiedliche Organismen in Totholz ihr Habitat. Holzbewohnende insektenarten, die für ihre Entwicklung mehrere Jahre benötigen, bevorzugen eher stärkere Totholzdurchmesser (AMMER 1991), andere sind auf das schwache, stark besonnte Totholz in der Baumkrone spezialisiert (SIMON 2001).

Abb. 3.11:
Totholz-Dimensionen im NWR Härebësch



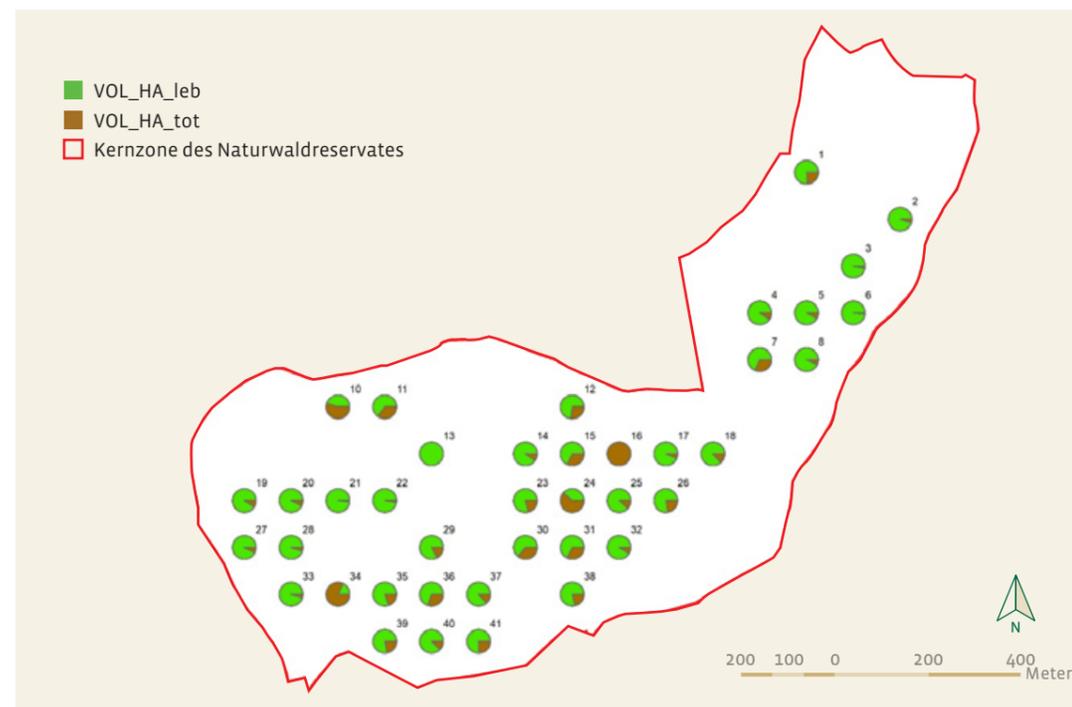
Im stehenden Totholz-Bestand dominieren vor allem sehr starke Rotbuchen und Traubeneichen über 50 cm BHD. Insgesamt machen sie über 13 Vfm/ha der gesamten Fläche des Naturwaldreservates aus. Die stärksten stehenden Totholzstämme sind größtenteils Rotbuchen, die sogar Durchmesser über 60 cm BHD haben. Stehend abgestorbene Traubeneichen machen etwas weniger als die Hälfte des Volumens an stehendem Starktotholz über 50 cm BHD aus. Im Allgemeinen haben sie etwas geringere Durchmesser als die stehenden toten Rotbuchen dieser Stärke. Schwächere Dimensionen an stehendem Totholz haben sehr viel geringere Vorratsanteile – die Nadelholzarten sind im stehenden Totholz praktisch nicht vorhanden.

Die Durchmesserverteilung im liegenden Totholz ist völlig anders gestaltet: Die Unterschiede zwischen den Durchmesserklassen sind geringer und schwanken zwischen ca. 5 Vfm/ha und knapp 9 Vfm/ha. Liegende Rotbuchen sind in allen 10 cm breiten Durchmesserklassen etwa gleichmäßig mit ca. 4 bis 4,7 Vfm/ha beteiligt, nur in der untersten Klasse (10 bis 19 cm) sind es etwas weniger (3,2 Vfm/ha). Liegende Traubeneichen haben demgegenüber einen Schwerpunkt in den mittleren Durchmesserklassen zwischen 20 und 49 cm. Anders als im stehenden Totholz wurde im liegenden Totholz auch Nadelholz – in der Regel Fichtenstämme mit Durchmessern zwischen 20 und 40 cm - vorgefunden.

3.2.4.4 Totholzaufkommen in den Probekreisen

In den aufgenommenen Probeflächen schwankt das Verhältnis Lebend/Tot sowie das Totholz-Volumen sehr stark. Das Totholz-Volumen liegt zwischen 2,1 Vfm/ha im Probekreis 13 und 183 Vfm/ha im Probekreis 11 (Abb. 3.12). Im Probekreis 16 lebten während der WSA 2023 keine Bäume mehr, sodass nur Totholz vorkam.

Abb. 3.12: Verhältnis Lebende Bäume zu Totholz (Volumen Vfm) in den Probekreisen



3.3 Potentielle Habitatstrukturen

Etwa ein Viertel der Arten im Wald sind an Totholz und/oder Bäume mit bestimmten Habitatstrukturen gebunden. Mit dem Älterwerden und Absterben der Bäume entstehen im Laufe der Zeit immer mehr Baumstrukturen und Substrate, die als Mikrohabitate für zum Teil hochspezialisierte Tierarten wertvoll sind (PAILLET et al. 2015, KRAUS et al. 2016, BÜTLER et al. 2019).

Die naturnahe Waldwirtschaft hat zum Ziel neben der forstlichen Nutzung die natürliche Waldbiodiversität langfristig und nachhaltig zu erhalten und zu erhöhen (z.B. LANDESBETRIEB FORSTBW 2017) und die von Natur aus vorkommenden Mikrohabitate für spezialisierte Organismen bereitzustellen. Daten aus Naturwaldreservaten in Kombination mit Arterhebungen bilden wertvolle Grundlagen für die Erforschung von Beziehungen zwischen dem Vorkommen seltener und gefährdeter Waldarten und Habitatstrukturen. Ziel ist, Habitatstrukturen mit dem Vorkommen von gefährdeten Organismen zu verknüpfen, um Rückschlüsse von Habitatstrukturen, die in der Regel leicht zu erfassen sind, auf das Vorkommen von Arten zu ermöglichen.

Ungenutzte Naturwaldreservate weisen eine vergleichsweise größere Biodiversität auf als Wirtschaftswälder (PAILLET et al. 2009, zit. nach BfN 2015).

Im Naturwaldreservat Härebösch wurden im Rahmen der Waldstrukturaufnahme insgesamt 175 Habitatstrukturen pro Hektar bzw. 874 Strukturen pro 1000 Bäume aufgenommen. Den überwiegenden Teil davon machen verschiedene Rindenmerkmale, wie Risse und Rindenverletzungen aus. Daneben kommen Totäste, Zwiesel und Stamm-/Kronenbrüche besonders häufig vor (Tab. 3.5).

Tab. 3.5:

Im NWR aufgenommene Habitatstrukturen im lebenden Bestand

Habitatstruktur	Anzahl/ha	Anzahl/1000
Risse und Rindenverletzungen	34	192
Totäste	27	148
Zwiesel	19	111
Stamm-/Kronenbrüche	17	90
Baumhöhlen	12	70
Insektenbefall	5	30
Pilzbefall	4	19
Stockausschläge	2	12
Wurzelteller	1	0
Schälsschäden	0	2
Insgesamt	120	673

3.3.1 Risse und Rindenverletzungen

Risse und Rindenverletzungen haben in der Regel abiotische Ursachen, sie entstehen besonders durch Wetterereignisse, wie Sturm, Frost, Blitzschlag oder zum Teil auch als Folge von Sonnenbrand. Die entstandenen Wunden ermöglichen das Eindringen von Pilzen und Bakterien, die beginnen die Holzstruktur zu verändern und auf diese Weise weitere Habitatstrukturen für die unterschiedlichsten Organismen schaffen. Im NWR Härebësch tritt diese Struktur 34-mal pro Hektar auf, bezogen auf 1000 Bäume kommt sie 120-mal vor (Tab. 3.5). Damit sind sie nach dem Sturmereignis von 2014 die häufigste Habitatstruktur und kommen an knapp 30% der Bäume vor.

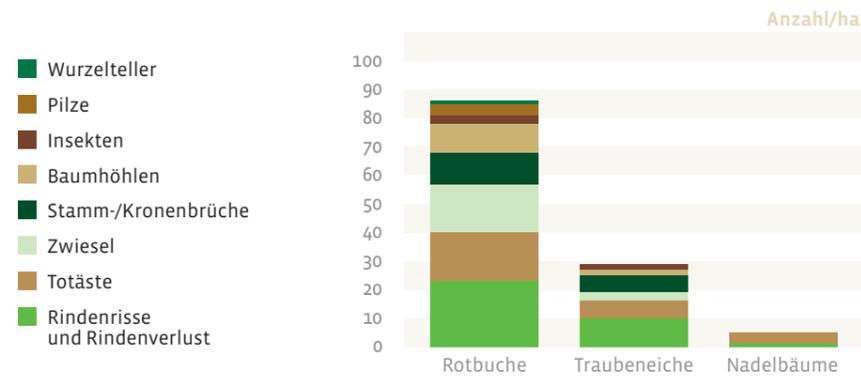
Abb. 3.13:

Rindenverletzungen sind eine sehr häufige Habitatstruktur im NWR Härebësch



Abb. 3.14:

Anzahl potentieller Habitatstrukturen an lebenden Hauptbaumarten im lebenden Bestand



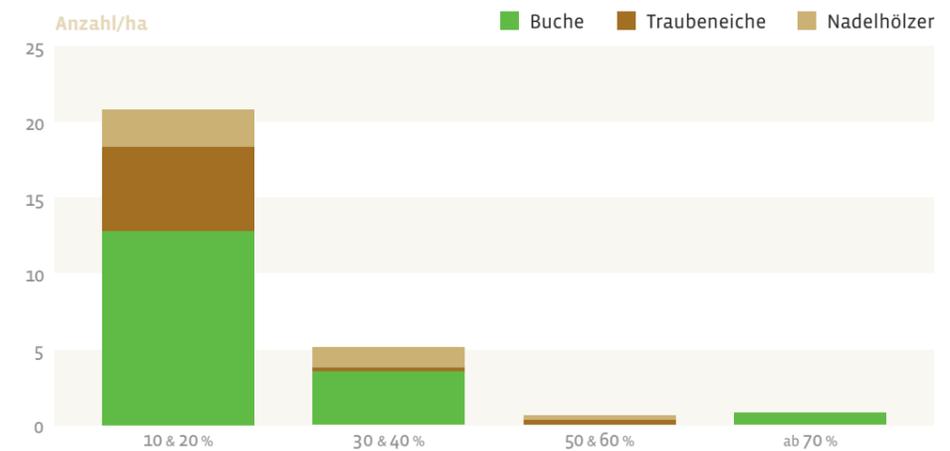
3.3.2 Totäste

Das Auftreten von Abgestorbenen Ästen bzw. Totästen ist ein Zeichen von verminderter Vitalität, das häufig nach Störereignissen auftritt, aber auch Folge von Konkurrenz durch Nachbarbäume oder als Zeichen hohen Alters auftreten kann. Die häufigen Hitze- bzw. Trockenzeiten der letzten Jahre haben auch in Luxemburg die Bäume geschwächt und zum Teil zum Absterben gebracht und der Anteil an gesunden Bäumen ist insgesamt seit 2019 deutlich abgesunken (ANF 2023). 2023 wurden 85,6% der Bäume als geschädigt angesprochen. Am stärksten betroffen ist die Rotbuche neben den Eichen-Niederwäldern. Im NWR Härebësch überlagern sich verschiedene Ursachen für Totäste: Neben Folge-Reaktionen auf das Sturmereignis von 2014, sind klimatisch bedingte höhere Totastanteile nicht auszuschließen. Das altersbedingte Auftreten von Kronentotholz scheint im NWR Härebësch mit einem Bestandesalter von ca. 165 Jahren (Kap. 2.5.3) nicht als Ursache für das Auftreten von Totholz in der Krone in Frage zu kommen.

Im Härebësch haben aktuell etwa 22% der Bäume einen unterschiedlich hohen Anteil an abgestorbenen Ästen (27 N/ha, 148 N/1000 Bäume, Tab. 3.5). Die meisten Bäume weisen nur geringe Anteile an Totästen zwischen 10 und 20% (ca. 21 Bäume/ha) bzw. 30 und 40% (5 Bäume/ha) (Abb. 3.15) auf. Höhere Totast-Anteile haben nur wenige Bäume. Insgesamt 84% der Rotbuchen weisen abgestorbene Äste auf – im Verhältnis mehr als ihr Anteil am Lebenden Bestand (Abb. 3.3). Sie ist also überproportional am Totastaufkommen beteiligt. Auch bei den Traubeneichen mit abgestorbenen Ästen überwiegen geringe Totastanteile von 10 und 20% - höhere Anteile kommen nur sehr selten vor, Eichen mit Totastanteilen über 70% überhaupt nicht. Auch bei den Nadelbäumen überwiegen – ähnlich wie bei der Rotbuche – Totastanteile zwischen 10 und 20% sowie 30 und 40%.

Abb. 3.15:

Abgestorbene Äste an lebenden Hauptbaumarten



3.3.3 Zwiesel

Zwiesel, also Stammgabelungen von Bäumen, werden im Zuge der Waldstrukturaufnahme von Bannwäldern in Baden-Württemberg schon seit den 1990er Jahren erfasst. Sie selbst sind noch keine Mikrohabitate und nicht im Katalog der Baummikrohabitate enthalten (KRAUS et al. 2016). Zwiesel sind aber potenziell instabile Bereiche und häufig Ursache für Risse und Brüche. Druckzwiesel mit Rindeneinschlüssen neigen dazu auseinanderzuberechnen und große Flächen an Holz freizulegen (MATTHECK 2007), in die andere Organismen eindringen können. Je nach Größe und Art einer Stammgabelung kann sie für die Anlage von Nestern oder als Schlafquartier für Fledermäuse genutzt werden (HEISE 2010) oder sich nach Niederschlägen mit Wasser füllen und auf diese Weise zu einer Habitatstruktur werden.

Etwa 16 % der Bäume im NWR Härebäsch haben Zwiesel. Mit 19 Zwieseln pro Hektar bzw. 111 pro 1000 Bäume gehören diese Stammgabelungen zu den häufigeren Strukturen.

3.3.4 Stamm- und Kronenbrüche

Eine weitere häufige Habitatstruktur sind Stamm- und Kronenbrüche, sehr wahrscheinlich ebenfalls bedingt durch das Sturmereignis von 2014. Auch bei diesen Strukturen wird das Holz freigelegt und verschiedene Organismen haben die Möglichkeit einzudringen. Im NWR Härebäsch weisen 17 % der Bäume dieses Merkmal auf. Pro Hektar tritt es 17-mal auf, 90 Bäume von 1000 sind betroffen.

Abb. 3.16:

Gesplitteter Stammbruch im Naturwaldreservat



3.3.5 Baumhöhlen

Das Auftreten von Baumhöhlen hat unterschiedliche Ursachen: Die häufigste Ursache für ihr Auftreten sind Spechte, die sie als Bruthöhle in Stämmen und Starkästen anlegen. Spechthöhlen sind von großer Bedeutung für die Biodiversität, da sie von zahlreichen gefährdeten Tierarten genutzt werden können, wenn der Specht sie verlassen hat. Baumhöhlungen können aber auch durch das Ausfaulen von Ast- und Stammbrüchen oder Rissen entstehen und sich zu Mulmhöhlen oder mit Wasser gefüllten Hohlräumen im Baum weiterentwickeln. Diese Strukturen eignen sich als Habitat für sehr unterschiedliche Artengruppen, wie Brutvögel, Fledermäuse, Insekten Moose und Flechten (WINTER 2008).

Im NWR Härebäsch verfügen etwa 10% der Bäume über Baumhöhlen (12 N/ha, 70 N/1000 Bäume, Tab. 3.5), die nur an den Hauptbaumarten Rotbuche und Traubeneiche vorkommen und an Nadelbäumen fehlen. Auch an stehendem Totholz vorhandene Baumhöhlen sind für die Waldbiodiversität wichtig. Die überwiegende Zahl an Baumhöhlen wurde an lebenden Bäumen vorgefunden, bezieht man Totholz mit ein, lautet das Ergebnis 17 Baumhöhlen/Hektar bzw. 91 Baumhöhlen/1000.

3.3.6 Weitere potenzielle Habitatstrukturen

Durch den Sturm geschwächte Bäume mit freiliegendem Holz bieten eine ideale Eintrittspforte für Pilze, Insekten und Bakterien. In Folge können an diesen Stellen Bohrlöcher, Rindentaschen oder Stammwucherungen und Faulstellen entstehen, die potenzielle Habitate für seltene Tierarten darstellen.

Insektenbefall wurde im Gebiet an ca. 4% der lebenden Bäume festgestellt (5 Bäume/Hektar, 30/1000 Bäume), zusätzlich wurde Pilzbefall an ca. 3% der Bäume aufgenommen (4 Bäume/Hektar, 19/1000 Bäume) (Tab. 3.5). Auch hier treten diese potenziellen Habitatstrukturen in der Regel an den Hauptbaumarten auf, an Nadelholz (Fichte und Kiefer) wurde nur Insektenbefall festgestellt.

Das Auftreten von Stockausschlägen ist durch die Bewirtschaftung bedingt: Aus dem Stock eines abgesägten Baumes treiben junge Triebe – Stockausschläge – aus, die zu eigenen Stämmlingen heranwachsen können. Im NWR Härebäsch sind sie nur vereinzelt anzutreffen: 2 pro Hektar bzw. 12/1000 Bäume.

Hochgeklappte Wurzelteller sind eine Folge von Sturm, bei der die Bäume nicht abbrechen, sondern als Ganzes umfallen, weil ihre Verankerung im Boden der Windenergie nicht standhält. Die Wurzel liegt frei und kann von verschiedenen Singvögeln als Bruthabitat genutzt werden (ULLRICH 2002). Aufgestellte Wurzelteller sind im Untersuchungsgebiet relativ selten, es kommt im Schnitt weniger als ein Wurzelteller pro Hektar vor.

Da Rotwild im Untersuchungsgebiet grundsätzlich nicht vorkommt – höchstens durchzieht, sind Schälschäden nur sehr selten und treten nur an zwei Bäumen von 1000 auf, pro Hektar liegt ihre Anzahl unter Null.

3.4 Waldstrukturdiversität

Um Biodiversität messen und vergleichen zu können, beinhaltet das Verfahren der Waldstrukturaufnahme die Berechnung von Indizes, anhand derer sich die Biologische Vielfalt in Zahlen ausdrücken lässt. Der Vergleich der Indizes eines Gebietes mit anderen Naturwaldreservaten oder mit den Ergebnissen späterer Aufnahmen erlaubt die Beobachtung und Dokumentation der natürlichen Biodiversitätsentwicklung. Aus den Daten der Waldstrukturaufnahme werden standardmäßig der Waldstrukturdiversitätsindex ($H'(AVZ)$) – eine Weiterentwicklung des Shannon-Indexes (WEBER 1999B) – sowie die Evenness $E(AVZ)$ berechnet. Grundlage beider Berechnungen sind die Strukturelemente Baumartenzahl (A), Anzahl der Schichten (V) und Anzahl verschiedener Zustände (Z: lebend oder tot) (Tab. 3.6).

Tab. 3.6:

Formeln zur Berechnung von Waldstrukturdiversitätsindex

Diversität nach SHANNON $H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$ ^a
Waldstrukturdiversität $H'(AVZ) = H'(A) + H'(V) + H'(Z)$ ^b
Evenness $E(AVZ) = \frac{H(AVZ)}{H_{max}}$

Der Waldstrukturdiversitätsindex $H'(AVZ)$ ist umso niedriger je weniger der eingehenden Strukturelemente dort vorkommen. Normalerweise werden in mitteleuropäischen Wäldern Diversitätswerte zwischen 0 und ca. 4,5 erreicht, darüber liegende Werte sind theoretisch unwahrscheinlich. Mit der Evenness $E(AVZ)$ wird die räumliche Verteilung der Strukturelemente „Baumartenzahl (A)“, „Anzahl der Schichten (V)“ und „Anzahl verschiedener Zustände (Z)“ innerhalb eines Gebietes ausgedrückt. Die Werte für die Evenness schwanken zwischen „1“ – bei einer sehr gleichmäßigen Verteilung der Strukturelemente im Gebiet und „0“ für eine geklumpfte bzw. ungleichmäßige Verteilung sprechen.

Tab. 3.7:

Diversitäts-Kennzahlen im Naturwaldreservat

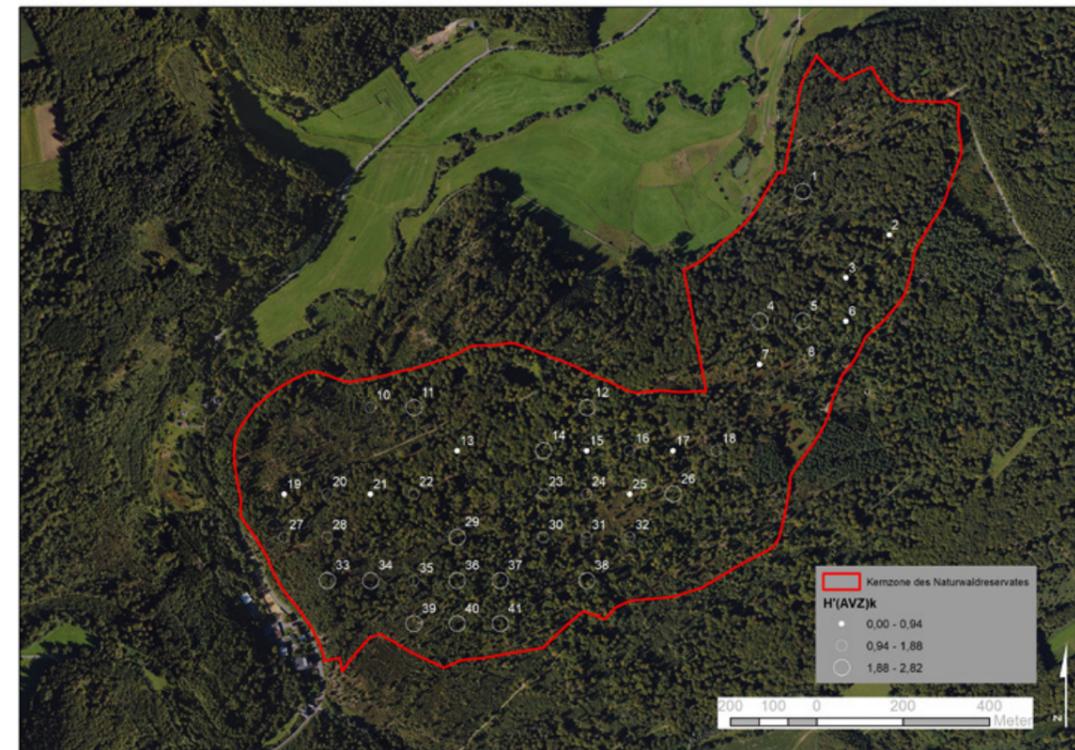
	$H'(AVZ)_k$	$H'(A)_k$	$H'(V)_k$	$H'(Z)_k$	$E(AVZ)$	$E(A)$	$E(V)$	$E(Z)$	Anzahl Baumarten	Anzahl Schichten	Anzahl Zustände	Anzahl Bäume	Anzahl Elemente
Min.	0,99		0,78		0,59		0,68		1	3	1	18	5
Durchschnitt	1,91	0,68	1,4	0,26	0,79	0,54	0,82	0,37	3,47	5,37	1,77	60,83	10,67
Max.	2,83	1,46	1,84	0,65	0,94	0,82	0,99	0,91	8	7	2	116	19

Die Waldstrukturdiversität $H'(AVZ)$ im NWR Härebösch schwankt durchschnittlich zwischen 0,99 und 2,83 und liegt im Mittel bei 1,91. Die höchsten $H'(AVZ)$ -Indizes werden in den Probekreisen 5 ($H'(AVZ) = 2,83$) und 4 ($H'(AVZ) = 2,42$) erreicht, die niedrigsten in den PK 18 ($H'(AVZ) = 0,99$) und 27 ($H'(AVZ) = 1,46$).

Die Evenness $E(AVZ)$ schwankt insgesamt im Mittel zwischen 0,59 und 0,94 und liegt im Durchschnitt bei 0,79. Die Probeflächen mit der geringsten Evenness sind die Stichprobenpunkte 18 ($E(AVZ) = 0,99$) und 30 ($E(AVZ) = 0,64$), die mit der höchsten die Stichprobenpunkte Nr. 37 ($E(AVZ) = 0,94$) und Nr. 5 ($E(AVZ) = 0,91$).

Abb. 3.17:

Waldstrukturdiversitätswerte $H'(AVZ)$ der Stichprobenpunkte im Untersuchungsgebiet vor dem Hintergrund des Luftbildes von 2023



3.5 Zusammenfassung der Waldstrukturaufnahme

Die WSA wurde im Juni und Juli 2023 im NWR Härebësch auf 40 Stichprobenflächen durchgeführt. Insgesamt wurden 1118 stehende und liegende Baumobjekte sowie 25 Verhaue aus mehreren Objekten aufgenommen und ausgewertet.

Das Volumen des lebenden Bestandes ist als Folge des Sturms von 2014 270 Vfm/ha sehr niedrig, wobei die Rotbuche die Hauptbaumart ist, mit einzeln beigemischter Traubeneiche. Nadelbäume, hauptsächlich Fichte - sind bestandesweise vor allem im Westen des Gebietes eingemischt. Rotbuche nimmt 75 % des Volumens ein, die Traubeneiche ca. 22 %, die restlichen 3% entfallen auf Nadelhölzer, bei denen die Fichte überwiegt.

Die Durchmesserverteilung zeigt sehr hohe Anzahlen in den beiden niedrigsten Durchmesserstufen und ähnelt ansonsten einer Glockenkurve. Die Rotbuche ist in allen Durchmesserstufen bis > 74 cm die Hauptbaumart mit sehr hohen Anzahlen in den Durchmesserstufen < 14 cm. Die Traubeneiche fehlt in den Durchmesserstufen unter 26 cm und kommt bis in die BHD-Stufe 74 cm vor. Die nur in wenigen Probekreisen vorkommenden Nadelbaumarten sind sehr heterogen über die Durchmesserstufen bis 54 cm verteilt.

In allen Höhengschichten dominiert hinsichtlich Stammzahl und Vorrat die Rotbuche, auch die höchsten Bäume sind Rotbuchen. Im Unterschied zu anderen NWR in Luxemburg sind die Vorräte in der höchsten Höhengschicht wegen einiger sehr starker und vitaler Exemplare noch höher als die in den Schichten darunter. Die meisten Bäume – fast alles Rotbuchen - sind in der untersten Höhengschicht zu finden. In den Höhengschichten darüber nimmt die Baumzahl ab – wobei im Vergleich mit den anderen Schichten eine geringere Ausstattung zwischen 15 und 30m auffällt, möglicherweise Resultat des Sturms von 2014.

Die Rotbuchen sind überwiegend vital und befinden sich überwiegend in der Unterschicht. Die Traubeneichen haben ihren deutlichen Schwerpunkt in der Oberschicht. Vitalität und Tendenz der Traubeneichen sind im Vergleich zu den Rotbuchen etwas ungünstiger. Die Nadelbäume befinden sich überwiegend in der Oberschicht und zeigen eine normale Vitalität, aber der Anteil an kümmernden und absteigend Exemplaren ist deutlich höher als bei Rotbuche und Traubeneiche.

Der Kronenschluss schwankt sehr stark zwischen Freifläche und geschlossenen Beständen und liegt im Mittel liegt er bei 40 %.

Auch in der Naturverjüngung, die insgesamt eine Dichte von knapp 10.000 N/ha hat, dominiert die Rotbuche, insbesondere in den höheren Klassen. Über die Hälfte der Verjüngungspflanzen kann als gesichert gelten, da sie über 150 cm hoch ist. Knapp ein Fünftel der Naturverjüngung sind Traubeneichen, die ihren Schwerpunkt in der Höhenklasse > 11 cm haben. Die Nadelhölzer sind insgesamt nur gering an der Verjüngung beteiligt und haben ihren Schwerpunkt in der Höhenklasse 11 – 150 cm. Der Verbissdruck an den Jungpflanzen ist relativ gering.

Der Totholzanteil ist mit 50 Vfm/ha bzw. 16 % des Gesamtvolumens vergleichsweise hoch und durch die Hauptbaumarten Rotbuche und Traubeneiche geprägt. In den aufgenommenen Probeflächen schwankt das Verhältnis von Lebend/Tot sowie das Totholz-Volumen sehr stark. Über 90% der Totholz-Stämme liegen am Boden, hauptsächlich in fortgeschrittener Zersetzung. Im stehenden Totholz dominieren sehr starke Rotbuchen und Traubeneichen mit Durchmessern über 50 cm, im Liegenden sind Durchmesser zwischen 20 bis 29 cm vorherrschend, hier sind auch die Nadelhölzer beteiligt.

Die häufigsten potentiellen Habitatstrukturen (175/ha, 874/1000 Bäume) sind Risse und Rindenverletzungen neben Totästen, Zwieseln und Stamm-/Kronenbrüchen.

Die Waldstrukturdiversität $H'(AVZ)$ im NWR Härebësch schwankt durchschnittlich zwischen 0,99 und 2,83 und liegt im Mittel bei 1,91. Die Evenness $E(AVZ)$ schwankt insgesamt im Mittel zwischen 0,59 und 0,94 und liegt im Durchschnitt bei 0,79.



Diskussion und Ausblick

4.1 Dokumentation der eigendynamischen Entwicklung ab 2023

Das Sturmereignis von 2014 stellte einen deutlichen Einschnitt in der Bestandesentwicklung im heutigen Naturwaldreservat Härebësch dar. Seit diesem Zeitpunkt hat das Gebiet bereits eine mehrjährige Entwicklung durchlaufen, bevor die Nutzung eingestellt und es als Naturwaldreservat ausgewiesen wurde (RGD 2021).

Bis zur ersten Waldstrukturaufnahme vergingen Jahre in denen das Gebiet Veränderungen ausgesetzt war, die zum Großteil menschlich bedingt waren: Nach dem Sturm wurde Holz aufgearbeitet und teilweise aus dem Gebiet entfernt. Einige Flächen wurden geräumt, während andere unberührt blieben und auf manchen Flächen wurden Pflanzungen vorgenommen (WENDL UND MANDERLA 2018) (s. Kap. 2.5). Bedauerlicherweise gibt es weder über die Lage dieser Maßnahmen, noch über ihren Umfang genaue Informationen. Interessante Fragestellungen können deshalb nicht beantwortet werden: Zum Beispiel „Gab es Unterschiede zwischen Bereichen mit aktuell meterhohem Adlerfarn, Brombeergestrüpp oder Ginsterdickicht im Vergleich zu denen, die heute durch Dickungen aus Pioniergehölzen oder eine dichte Rotbuchen-Verjüngung charakterisiert sind“. Auch Interpretationen, inwieweit das unterschiedliche Erscheinungsbild der verschiedenen Bereiche menschlich bedingt ist, müssen unterbleiben.

Mit der Erstaufnahme der Waldstrukturen im Jahr 2023 wird der heutige Status Quo zum Startpunkt der Entwicklung, die eigentlich schon begonnen hatte. Erst ab diesem Zeitpunkt ist es möglich die eigendynamischen Entwicklungen im Naturwaldreservat Härebësch durch zukünftige Wiederholungen der Waldstrukturaufnahme zu dokumentieren.

4.2 Der Härebësch im luxemburgischen Naturwaldnetz

Schon im „Naturwaldkonzept für Luxemburg“ (HEINRICH et al. 2002) wird der Härebësch als Naturwaldreservat vorgeschlagen. Vor über 20 Jahren entsprachen demnach die Waldbestände „Buchenwäldern auf bodensauren bis –neutralen Standorten“, die für den Wuchsbezirk Eisch-Mamer-Gutland typisch sind (AEF 1995). Die Zusammensetzung der Bodenvegetation, die Bestandesgeschichte und die Bestandesstruktur im Härebësch wiesen auf eine geringe menschliche Beeinflussung in der Vergangenheit und eine große Naturnähe hin, sodass zusammen mit der günstigen Flächenform und Größe sowie den Besitzverhältnissen dem Gebiet eine insgesamt sehr gute Eignung als Naturwaldreservat zugeschrieben wurde (HEINRICH et al. 2002).

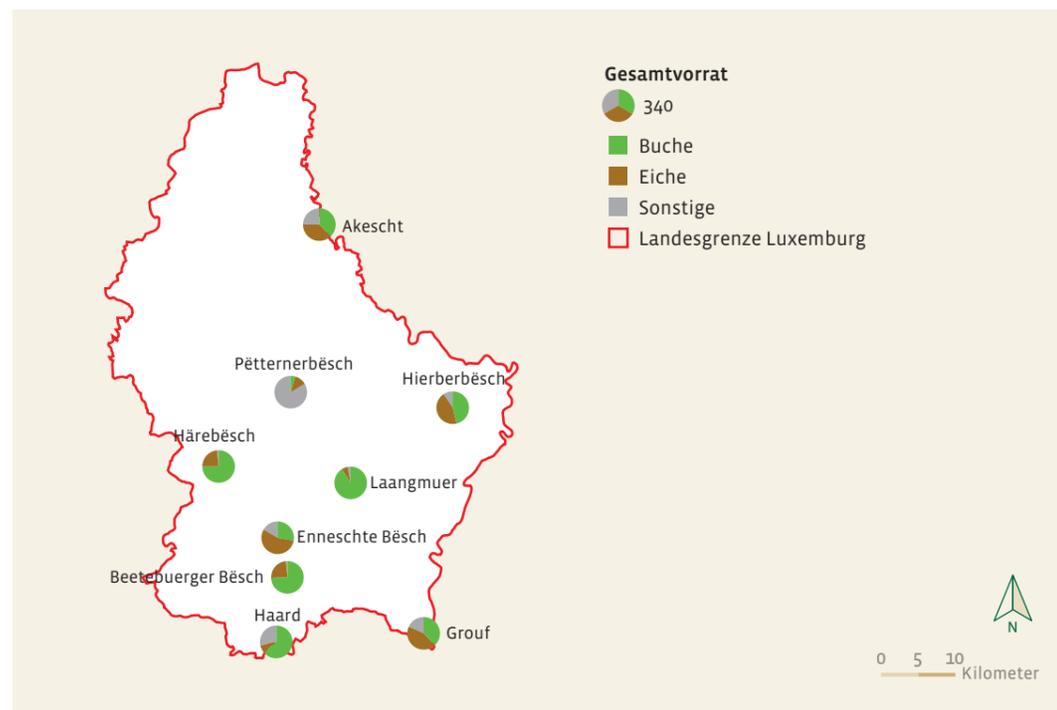
Dem NWR Härebësch können folgende Eigenschaften zugeschrieben werden:

Buchendominiert

Zusammen mit den NWR Laangmuer und Beetebuerger Bësch repräsentiert das Gebiet die rotbuchendominierten Naturwaldreservate im Gutland: Den größten lebenden Buchenanteil hat das NWR Laangmuer mit 90% bzw. knapp 440 VFm/ha Buche. Die Vorratsanteile der Buche in den NWR Härebësch und Beetebuerger Bësch sind etwa gleich und liegen bei ca. 75% Buche: Im NWR Beetebuerger Bësch ist der absolute Buchenvorrat mit knapp 400 VFm/ha im Jahr 2006 jedoch deutlich höher, als im NWR Härebësch (198 VFm/ha). Durch die sturmbedingten Strukturänderungen unterscheidet sich der Härebësch von den anderen beiden Buchen-Gebieten deutlich: Ein großer Teil der Alt-Buchen ist dort ausgefallen, sodass sich das Gebiet nun im Stadium des Vorratsaufbaus befindet, mit flächigen Jungwüchsen und eher geringem Kronenschluss (vgl. Kap. 3.2.2.4). Trotzdem ist der Anteil an lebenden, stehenden Buchen im NWR Härebësch immer noch der drittgrößte in den NWR Luxemburg (Abb. 4.1).

Abb. 4.1:

Baumartenanteile (VFm/ha lebend, stehend) in den Naturwaldreservaten Luxemburgs, die Größe der Kreise entspricht dem Gesamtvolumen des Gebietes (lebend/stehend)



Störungsgeprägt

Das einzige störungsgeprägte Naturwaldreservat in Luxemburg war bisher das NWR Pëtternerbësch in der Mitte des Landes. Mit Ausweisung des NWR Härebësch ist ein weiteres „Störungs-Naturwaldreservat“ dazu gekommen. Allerdings war die Ausgangslage in beiden Gebieten unterschiedlich:

Im NWR Pëtternerbësch wurden die ursprünglichen Laubholzbestände im 20. Jahrhundert weitgehend genutzt und durch Nadelholz, insbesondere Fichte und Kiefer ersetzt. In den Jahren 1984 und 1990 führten Stürme zu hohem Sturmholzanfall in den mittelalten Nadelholzbeständen und anschließend zu wiederholt starkem Borkenkäferbefall. Nach Räumung der Flächen und dem Verbrennen des Schlagabraumes, wurden Teilbereiche mit unterschiedlichen Laubhölzern aufgeforstet – und andere der Sukzession überlassen. Die anschließend aufwachsenden Jungwüchse litten stark unter Wildverbiss, Rotwild-Schälern sowie der Konkurrenz durch Pionierpflanzen. Im Jahr der Ausweisung als Naturwaldreservat 2006 dominierten in weiten Teilen des Gebietes junge Waldentwicklungsphasen (WEVELL VON KRÜGER & BROCKAMP 2010). Zum Zeitpunkt der Wiederholung der Waldstrukturaufnahme 2018 hatte sich daran noch nicht viel geändert (WEVELL VON KRÜGER 2020b).

Die Startbedingungen der ungesteuerten Entwicklung im NWR Pëtternerbësch hinsichtlich Bestockung und Behandlung nach der Kalamität waren stark menschlich überprägt. Im Gegensatz dazu war das NWR Härebësch vor dem Sturmwurf im Jahr 2014 weitgehend naturnah bestockt. Diese Unterschiede zwischen den beiden NWR sind in der Baumartenverteilung deutlich zu erkennen: Im Pëtternerbësch überwiegen die „Sonstigen“, vor allem Licht- bzw. Pionierbaumarten (insbesondere Aspe, Birke, Kiefer und Salweide), während im NWR Härebësch die Klimax-Baumarten – vor allem Rotbuche – auch nach dem Sturm noch dominieren. Der Einfluss der Störungen in beiden Gebieten wird jedoch durch das geringe Gesamtvolumen des lebenden, stehenden Bestandes deutlich, das in beiden Naturwaldreservaten im Vergleich zu den übrigen Gebieten sehr gering ist (Härebësch: 263 VFm/ha, Pëtternerbësch: 193 VFm/ha) (s. Abb. 4.1).

Naturnahe Baumartenzusammensetzung

Die Naturnähe der Gebiete wurde an Hand des Anteils an Haupt- und Nebenbaumarten der natürlichen Waldgesellschaft beurteilt: Je höher der Anteil an Arten der natürlichen Vegetation, desto größer die Naturnähe der Bestände.

Die Daten der Waldbiotopkartierung eignen sich für diesen Zweck, denn für die Zuordnung zu einem Wald-Lebensraumtyp (Wald-LRT) oder National geschütztem Biototyp (Wald-BK) ist die Arten-Zusammensetzung der Baum- Strauch- und Krautschichten essentiell (WEVELL VON KRÜGER 2020A). Folgende Kriterien gelten für die Bestimmung der verschiedenen Biototypen:

1. Wald-Lebensraumtypen (Wald-LRT): Die lebensraumtypischen Baumarten (= Leit- und typische Begleitbaumarten) haben insgesamt mindestens einen Anteil von 75% in der Baumschicht.
2. National geschützte Waldbiotope (Wald-BK): Weniger naturnahe bzw. bedingt naturnahe Waldbestände mit einem Anteil von höchstens 50% an nicht einheimischen Baumarten.

Für die Beurteilung der Naturnähe von Naturwaldreservaten wurde die Einstufung SEEBACH et al. 2020 an die luxemburgischen Grundlagen angepasst (Abb. 4.2):

naturnah/sehr naturnah: Flächen mit mehr als 75% Baumarten der natürlichen Vegetation – Europaweit geschützte Wald-Lebensraumtypen (Wald-LRT: LRT9110, LRT9130, LRT9160, LRT9180, LRT91E0).

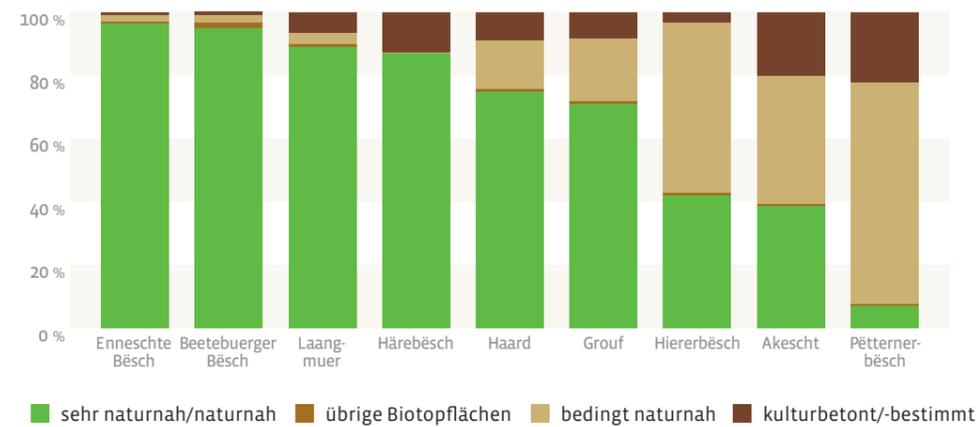
bedingt naturnah: Flächen mit weniger als 50% nicht heimische Baumarten – National geschützte Waldbiotope (Wald-BK: BK13, BK15, BK17, BK23).

kulturbetont/kulturbestimmt: Flächen mit mehr als 50%-Anteil an Nadelholz oder nicht heimischen Baumarten, die nicht von der Waldbiotopkartierung als Biotop erfasst wurden.

Übrige Biotopflächen: Flächen mit kartierten Offenland-Biotopen innerhalb der NWR (LRT3150, LRT8220, BK06, BK08, BK11, BK12) werden in der Grafik gesondert ausgewiesen. Bei ihnen kann von einem naturnahen Zustand ausgegangen werden.

Abb. 4.2:

Naturnähe der Bestände in den Naturwaldreservaten Luxemburgs



Insgesamt überwiegen in den Naturwaldreservaten Luxemburgs naturnahe bis bedingt naturnahe Flächen, während kulturbetonte/kulturbestimmte Bereiche in der Regel nur geringe Anteile haben (s. Abb. 4.2). Im Vergleich mit den anderen Naturwaldreservaten in Luxemburg ordnet sich das NWR Härebësch in Bezug auf die Naturnähe der Baumartenzusammensetzung im oberen Mittelfeld ein. Spitzenreiter in Bezug auf den Anteil sehr naturnah/naturnah bestockter Flächen sind die NWR Enneschte Bësch und Beetebuenger Bësch mit über 95 % ihrer Fläche. Die NWR Laangmuer und Härebësch weisen nur etwas geringere Anteile an sehr naturnah/naturnahen Flächen auf.

Relativ hohe Anteile an bedingt naturnahen Beständen finden sich in den NWR Pëtternerbësch, Hiererbësch und Akescht. In den NWR Akescht und Pëtternerbësch sind das vor allem „BK13, Laubwälder ≥ 50 % Laubbäumen“, im NWR Hiererbësch sind es „BK23, Eichenmischwälder“, die anthropogen bedingt auf Buchenstandorten stocken.

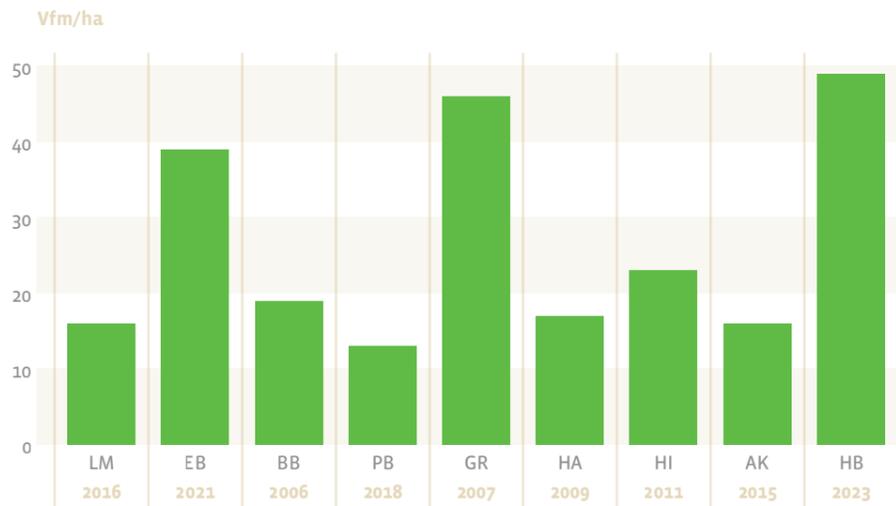
Die NWR Pëtternerbësch und Akescht weisen zusammen mit dem Härebësch relativ hohe Anteile an kulturbetont/kulturbestimmten Flächen auf. Flächen also, die keinem geschützten Biototyp entsprechen, weil der Anteil an nicht heimischen Baumarten dort erhöht ist. Grund dafür sind in der Regel eingestreute Nadelholzbestände, bei den NWR Härebësch und Pëtternerbësch sind die in der Vergangenheit stattgefundenen Störereignisse sicherlich dafür mitverantwortlich.

Totholzreich

Ein weiterer Indikator für die Naturnähe von Wäldern ist das Totholzvolumen (MÜLLER-USING 2003, HERRMANN & BAUHUS 2007). Vergleicht man die Naturwaldreservate Luxemburgs hinsichtlich ihres Totholzvorrates fällt insbesondere das NWR Härebësch durch das höchste Volumen (HB: 49 Vfm/ha) auf. Ebenfalls hohe Totholzvorräte haben die Gebiete Grouf (GR: 46 Vfm/ha) und Enneschte Bësch (EB: 39 Vfm/ha). Alle übrigen NWR haben Totholzvolumina knapp über (Hiererbësch, HI: 23 Vfm/ha) bzw. unter 20 Vfm/ha. Schlusslicht ist das vorwiegend aus Jungbeständen bestehende NWR Pëtternerbësch (PB: 13 Vfm/ha).

Abb. 4.3:

Totholzvolumen (Vfm/ha) in den NWR Luxemburgs zum Zeitpunkt der letzten Waldstrukturaufnahme



Das NWR Härebësch vervollständigt die Palette der luxemburgischen Naturwaldreservate:

Durch seine weitgehend naturnahe Bestockung vor dem Sturm bereichert es das Netz um den Aspekt von Störungen in naturnahen Laubwaldbeständen, während das NWR Pëtternerbësch die stark menschlich überprägten gestörten Wälder repräsentiert. Gemeinsam mit den NWR Beetebuengerbësch und dem Laangmuer ist mit dem NWR Härebësch ein weiteres Buchendominiertes NWR dazugekommen. Darüber hinaus punktet der Härebësch mit seiner großen Naturnähe in Bezug auf seine Baumartenzusammensetzung und die Totholzvorräte.

4.3 Ausblick: Buche bleibt Buche...

Ein Gang durch das Naturwaldreservat Härebësch überzeugt jeden von der ausgesprochenen Konkurrenzkraft der Buche im Gebiet. Als Hauptbaumart der natürlichen Vegetation hat sie unter dem Sturm von 2014 zwar stark gelitten – zahlreiche Stümpfe und gesplitterte Bäume zeugen davon. Aber die Buchenvorausverjüngung plus Mastjahre in Verbindung mit Sturmwürfen führten zu beeindruckend dichtem Buchen-Nachwuchs, der inzwischen mehrere Meter hoch, unter den durch Sturm beeinträchtigten schütterem Altbuchenbeständen eine zweite Schicht bildet. Dies wird auch durch die Daten der Waldstrukturaufnahme deutlich, wo Buchen auch in der Naturverjüngung dominieren – insbesondere in der Höhenklasse 3, die kurz vor dem Einwuchs ins Derbholz steht. Im Derbholz dominiert in allen Durchmesserstufen ebenfalls die Buche. Deshalb steht außer Zweifel, dass die Buche auch in den kommenden Jahrzehnten im Gebiet die herrschende Baumart bleiben wird.

Inwieweit sich die Anteile der Mischbaumarten entwickeln kann durch zukünftige Waldstrukturaufnahmen dokumentiert werden. Die natürliche Mischbaumart Eiche hat als Lichtbaumart nur dort eine Chance auf eine Beteiligung am Bestandsaufbau, wo genügend Licht vorhanden ist. In der Jugend ist die Schattenerträgnis der Eiche höher als im Alter (ELLENBERG 1996). Das gibt ihr die Möglichkeit, sich eine Weile im Unterstand zu halten und von zufälligem Lichteinfall zu profitieren, falls Buchen im Oberstand ausfallen. Flächen mit geringem Kronenschluss und damit erhöhtem Lichteinfall scheint es aktuell genügend zu geben (s. Abb. 3.8). Allerdings beziehen sich diese Daten auf den Derbholzbestand über 7 cm BHD. Unter der dichten Buchen-Naturverjüngung, die in weiten Teilen des Gebietes prägend ist, scheinen die Chancen für die Lichtbaumart Eiche eher gering zu sein. Doch trotz der hohen Konkurrenzkraft der Buche im Härebësch sind aktuell Eichen beigemischt. Ob dieser Eichenanteil allein durch menschliche Förderung bedingt ist, ist nicht bekannt. Wie es zukünftig weitergeht – ob die Eiche durch die Trockenschäden an Buche der letzten Jahre profitieren kann oder nicht – bleibt abzuwarten. Bei den Nadelbaumbeständen im heutigen Naturwaldreservat – vorwiegend Fichten wurden schon jetzt ca. ein Viertel als „kümmernd“ und fast 40% als „absteigend“ angesprochen (vgl. Kap. 3.2.2.3 und Tab. 3.1). Wenn sich der klimatische Trend der vergangenen 10 Jahre – mit Hitze- und Trockenjahren – zukünftig weiter fortsetzt, scheint auch das Ende insbesondere der Fichten im Härebësch absehbar.



Zusammenfassung

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

Glossar und Abkürzungen

5 Zusammenfassung

Das Naturwaldreservat „Härebësch“ liegt im Staatswald auf einem zur Eisch abfallenden Hochplateau im Wuchsbezirk „Eisch-Mamer-Gutland“ nordwestlich der Stadt Luxemburg. Es ist Teil des gleichnamigen größeren Waldgebietes „Härebësch“ und des Natura-2000-Gebietes „LU0001018, Vallée de la Mamer et de l'Eisch“.

Geologisch ist das Gebiet durch den Luxemburger Sandstein geprägt, mit gut wasserdurchlässigen Böden mittlerer Nährstoffversorgung. Die potenziell natürliche Vegetation entspricht weitgehend der aktuellen Bestockung des Hainsimsen-Buchenwaldes bzw. Waldmeister-Buchenwaldes, (Wald-Lebensraumtypen LRT9110 und LRT9130) mit gutem bis hervorragendem Erhaltungszustand. Im Jahr 2014 fielen infolge eines Sturmereignisses 40.000 VFm Holz an, das vor der Ausweisung zu gut einem Drittel aufgearbeitet und abgefahren wurde. Der Rest verblieb an Ort und Stelle. Im Jahr 2021 wurden die unterschiedlich stark betroffenen Buchenaltbestände, Freiflächen und Nadelholzinselflächen im „Härebësch“ als Waldschutzgebiet ausgewiesen (RGD2021) und die Nutzung in der 101 ha großen Kernzone eingestellt.

Im Zuge der Waldstrukturaufnahme der Kernzone wurden im Sommer 2023 im NWR Härebësch auf 40 Stichprobenflächen verschiedene Waldstrukturparameter nach dem Verfahren der FVA Baden-Württemberg (WEVELL VON KRÜGER 2016) aufgenommen. Das Volumen des lebenden Bestandes ist als Folge des Sturms mit 270 VFm/ha relativ niedrig und der Totholzanteil mit knapp 50 VFm/ha vergleichsweise hoch. Zwei Drittel des gesamten Totholz-Volumens im NWR Härebësch und über 90% aller toten Baum-Individuen liegen am Boden. Im Gebiet ist die Totholzmenge sehr heterogen verteilt. Störungsbedingt sind Risse und Rindenverletzungen, Totäste, Zwiesel und Stamm-/Kronenbrüche die häufigsten potentiellen Habitatstrukturen.

Insgesamt vorherrschend ist die Rotbuche, der einzelne Traubeneichen beigemischt sind. Vor allem im Westen existieren zudem einzelne kleinere Nadelholzbestände. Der Kronenschluss schwankt sehr stark und liegt im Mittel bei 40%. Die Buche ist vital und dominiert in allen Durchmesserstufen und Höhengstufen mit hohen Stammzahlen in den unteren Durchmesser- und Höhenbereichen und hohen Volumina in den höchsten Höhengstufen. Auch in der Naturverjüngung ist sie in allen Höhengklassen dominierende Baumart, insbesondere in der Klasse über 150 cm.

Traubeneichen fehlen in den unteren Durchmesserstufen, sind jedoch in den Stufen darüber bis ins Starkholz beteiligt. Ihre Vitalität und Tendenz sind im Vergleich zu den Buchen etwas ungünstiger. Sie stellen insgesamt knapp ein Fünftel der Naturverjüngung, mit Schwerpunkt in der Höhengklasse < 11 cm.

Die Nadelbaumarten sind sehr heterogen über die Durchmesserstufen bis 54 cm verteilt, mit deutlich mehr kümmernden und absteigenden Exemplaren als bei Buche und Traubeneiche. In der Verjüngung haben sie nur geringe Anteile.

Die häufigsten potentiellen Habitatstrukturen sind Risse und Rindenverletzungen neben Totästen, Zwieseln und Stamm-/Kronenbrüchen. Die Waldstrukturdiversität $H'(AVZ)$ liegt im Mittel bei 1,91, die Evenness $E(AVZ)$ bei 0,79.

Der Totholzanteil ist mit 50 VFm/ha bzw. 16% des Gesamtvolumens vergleichsweise hoch, wobei fast das gesamte Totholz in fortgeschrittener Zersetzung am Boden liegt. Das stehende Totholz besteht hauptsächlich aus sehr starken Rotbuchen und Traubeneichen.

In Kapitel 4 wird das NWR Härebësch in einen Zusammenhang mit den bestehenden Naturwaldreservaten Luxemburgs gestellt und beurteilt. Eine Prognose über die weitere Entwicklung des Gebietes wird abgegeben.



6 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

6.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Lage des Naturwaldreservates im Waldnaturschutzgebiet Härebësch.....	2
Abb. 2.2: Gesetzlich geschützte Waldbiotope im Naturwaldreservat.....	4
Abb. 2.3: Das Naturwaldreservat Härebësch vor dem Sturm (2013), kurz nach dem Sturm (2016) und zurzeit der Waldstrukturaufnahme (2023).....	7
Abb. 2.4: Einzelne geschädigte Buchen über einer dichten Vegetation aus Pionier-Gehölzen, Adlerfarn, Brombeere und Ginsterbüschen.....	8
Abb. 2.5: Rotbuchenaltbestand mit Buchen-Naturverjüngung im Unterstand.....	10
Abb. 3.1: Das NWR aus der Vogelperspektive mit der Lage der Probekreise.....	12
Abb. 3.2: Beispiel für einen Stammverteilungsplan im Naturwaldreservat Härebësch (Probekreis Nr. 22).....	13
Abb. 3.3: Baumartenanteile im lebenden Bestand (VFm/ha) im Untersuchungsgebiet.....	15
Abb. 3.4: Baumartenanteile in den Probekreisen des Naturwaldreservates (Bezugsgröße VFm/ha).....	15
Abb. 3.5: BHD-Verteilung der Hauptbaumarten im NWR Härebësch.....	16
Abb. 3.6: Verteilung auf die Höhengschichten.....	18
Abb. 3.7: Schicht, Vitalität und Tendenz der Hauptbaumarten in Prozent der Stammzahl.....	19
Abb. 3.8: Kronenschlussgrade im NWR Härebësch.....	20
Abb. 3.9: Verjüngung der Baumarten aller Höhenklassen in den einzelnen Probekreisen.....	22
Abb. 3.10: Auf großen Flächen haben sich dichte Buchen-Jungwüchse der Höhenklasse über 3 m entwickelt.....	23
Abb. 3.11: Zersetzungsgrade am Beispiel eines toten Rotbuchenstammes (aus: MÜLLER-USING 2005).....	25
Abb. 3.12: Totholz-Dimensionen im NWR Härebësch.....	26
Abb. 3.13: Verhältnis Lebende Bäume zu Totholz (Volumen VFm) in den Probekreisen.....	27
Abb. 3.14: Rindenverletzungen sind eine sehr häufige Habitatstruktur im NWR Härebësch.....	29

Abb. 3.15: Anzahl potentieller Habitatstrukturen an lebenden Hauptbaumarten im lebenden Bestand.....	29
Abb. 3.16: Abgestorbene Äste an lebenden Hauptbaumarten.....	31
Abb. 3.17: Gesplitteter Stammbruch im Naturwaldreservat.....	32
Abb. 3.18: Waldstrukturdiversitätswerte H'(AVZ) der Stichprobenpunkte im Untersuchungsgebiet vor dem Hintergrund des Luftbildes von 2023.....	35
Abb. 4.1: Baumartenanteile (VFm/ha lebend, stehend) in den Naturwaldreservaten Luxemburgs, die Größe der Kreise entspricht dem Gesamtvolumen des Gebietes (lebend/stehend).....	38
Abb. 4.2: Naturnähe der Bestände in den Naturwaldreservaten Luxemburgs.....	40
Abb. 4.3: Totholzvolumen (VFm/ha) in den NWR Luxemburgs zum Zeitpunkt der letzten Waldstrukturaufnahme.....	41

6.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: NWR Härebësch - Daten benachbarter Klimastationen.....	3
Tab. 2.2: Waldbiotope im Untersuchungsgebiet.....	4
Tab. 2.3: Arten der Roten Listen (Angabe in Klammern) im Naturwaldreservat und im näheren Umfeld (WENDL & MANDERLA 2018).....	5
Tab. 3.1: Gesamtübersicht der wichtigsten Baumarten im Untersuchungsgebiet (stehend und liegend).....	14
Tab. 3.2: Naturverjüngungsdichte in den unterschiedlichen Höhenklassen.....	21
Tab. 3.3: Totholzanteile der Hauptbaumarten.....	24
Tab. 3.4: Zersetzungsgrade im NWR Härebësch.....	25
Tab. 3.5: Im NWR aufgenommene Habitatstrukturen im lebenden Bestand.....	28
Tab. 3.6: Formeln zur Berechnung von Waldstrukturdiversitätsindex.....	34
Tab. 3.7: Diversitäts-Kennzahlen im Naturwaldreservat.....	34

7 Literaturverzeichnis

- AEF, ADMINISTRATION DES EAUX ET FORÊTS (1995):** Naturräumliche Gliederung Luxemburgs – Wuchsgebiete und Wuchsbezirke. Luxemburg, 65 S.
- AHRENS, W.; BROCKAMP, U.; PISOKE, T. (2004):** Zur Erfassung von Waldstrukturen im Luftbild. Arbeitsanleitung für Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, Waldschutzgebiete Baden-Württemberg, Bd. 5, 55 S.
- ANF, ADMINISTRATION DE LA NATURE ET DES FORÊTS, SERVICE DES FORÊTS (2017) (HRSG.):** Leitfaden für forstliche Bewirtschaftungsmaßnahmen von geschützten Waldbiotopen gemäß Artikel 17 des Naturschutzgesetzes, EFOR-ERSA ingénieurs-conseils, 135 S. + Anhänge.
- ANF, ADMINISTRATION DE LA NATURE ET DES FORETS, SERVICE DES FORETS (2023):** Les résultats de l'inventaire phytosanitaire 2023 des forêts du Luxembourg. <https://gouvernement.lu/dam-assets/documents/actualites/2023/09-septembre/27-weltring-inventaire-phytosanitaire/rsltats-inventaire-phytosanitaire-forts-2023-version-anf-plus-dtaille.pdf>, abgerufen am 14.8.24, 8 S.
- BÜTLER, R.; LACHAT, T.; KRUMM, F.; KRAUS, D.; LARRIEU, L. (2019):** Habitatbäume kennen, schützen und fördern. Merkblatt für die Praxis, Nr. 64, 12 S.
- COLLING, G. (2005):** Red List of the Vascular Plants of Luxembourg. Ferrantia 42, Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, Luxembourg, 64 S. + Appendix
- ELLENBERG, H. (1996):** Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, 1095 S
- HARBUSCH, C.; ENGEL, E.; PIR, J.B. (2002):** Die Fledermäuse Luxemburgs (Mammalia: Chiroptera). Ferrantia 33, Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, Luxembourg, 154 S.
- HEINRICH, C.; JUNCK, C.; TAKLA, M.; SOWA, F. (2002):** Naturwaldkonzept für Luxemburg. Biologesch Statioun Westen, im Auftrag des Ministère de l'Environnement, unveröffentlicht, 216 S. + Anhang
- HERDICK, K. (2023):** Kurzbericht über die Durchführung der „Waldstrukturaufnahme im Härebësch“ im Jahr 2023. ANF, unveröffentlichtes Manuskript, 3 S.
- KRAUS, D., BÜTLER, R., KRUMM, F., LACHAT, T., LARRIEU, L., MERGNER, U., PAILLET, Y., RYDKVIST, T., SCHUCK, A., UND WINTER, S., (2016):** Katalog der Baummikrohabitate – Referenzliste für Felddaufnahmen. integrateplus.org, 16 S.
- LANDESBETRIEB FORSTBW (HRSG.) (2017):** Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg, Stand 2017, Stuttgart, 44 S.
- LORGÉ, P.; REDEL, C.; KIRSCH, E.; KIEFFER, K. (2019):** Die Rote Liste der Brutvögel Luxemburgs – 2019. Centrale Ornithologique Luxembourg. 11 S. Download (8.3.24): <http://www.naturemwelt.lu/wp-content/uploads/2019/10/Rote-Liste-pL-09-2019.pdf>
- MATTHECK, C. (2007):** Feldanleitung für Baumkontrollen – mit Visual Tree Assessment. Forschungszentrum Karlsruhe, 170 S.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG, WEINBAU UND FORSTEN RHEINLAND-PFALZ (HRSG.) (2011):** BAT-Konzept. Konzept Zum Umgang Mit Biotopbäumen, Altbäumen Und Totholz Bei Landesforsten Rheinland-Pfalz, Mainz, 26 S.

- MNHN, Musée national d'histoire naturelle – Luxembourg (2024):** Red list of butterflies and moths of Luxembourg. Red data book searchers – online-database. Abgerufen am 23.2.24: <https://ps.mnhn.lu/recherche/redbook/butterflies/default.htm>
- PROESS, R. (HRSG.) (2018):** Verbreitungsatlas der Reptilien des Großherzogtums Luxemburg. Ferrantia 78, Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg, 71 S.
- RGD, REGLEMENT GRAND-DUCAL (2021):** Règlement grand-ducal du 22 février 2021 déclarant zone protégée d'intérêt national sous forme de réserve naturelle la zone forestière « Härebësch » sise sur les territoires des communes de Koerich et de Habscht.
- Download (20.2.24):** <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2021/02/22/a135/jo>
- SEEBACH, L.; MICHIELS, H.-G.; BRAUNISCH, V. (2020):** Naturnähe der Baumartenzusammensetzung im Staatswald Baden-Württemberg räumlich modelliert. Standort.Wald 51, S. 37 – 52.
- TOBES, R.; WEVELL VON KRÜGER, A.; BROCKAMP, U. (2008):** Resultate der Waldstrukturaufnahme: Laangmuer. Naturwaldreservate in Luxemburg, Band 1, Administration des Eaux et Forêts, Luxembourg, 63 S.
- ULLRICH, T. (2002):** Avifaunistische Untersuchungen im Bannwald Weisweiler Rheinwald. Ein Beitrag zur Benennung von Leitarten für naturnahe Wälder in den Oberrheinauen. Ornithologische Jahreshefte, Bd. 18, Heft 2, S. 305-331.
- WEBER (1999):** Strukturanalysator- Version 1.08 User Manual. Unveröffentlichtes Manuskript, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 6 S.
- WENDL, P.; MANDERLA, B. (2018):** Naturwaldreservat RN 39 Härebësch. Ausweisungsdokument / Dossier de classement, ANF unveröffentlicht, 34 S.+ Anhang
- WEVELL VON KRÜGER, A. (2020a):** „Erfassung der geschützten Biotope, Version 6.0.“. Administration de la nature et des forêts, 128 S.: Download 22.10.24: <https://environnement.public.lu/dam-assets/documents/natur/biodiversite/cadastre-des-biotopes/WBKLux-60.pdf>
- WEVELL VON KRÜGER, A. (2020b):** Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 15. Waldstrukturaufnahme „Pëttenerbësch“ 2018. Naturverwaltung Luxemburg, 54 S.
- WEVELL VON KRÜGER, A.; BROCKAMP U. (2010):** Waldstrukturaufnahme „Pëttenerbësch“ 2007, Naturwaldreservate in Luxemburg, Bd. 6. Naturverwaltung Luxemburg ISBN 978-2-9599675-7-3, 88 S.
- WEVELL VON KRÜGER, A.; MOOSMANN, S.; WINKLER, K.; KÄRCHER, R. (2016):** Methodenhandbuch für die Waldstrukturaufnahme in ungenutzten Wäldern in Baden-Württemberg und Luxemburg. Unveröffentlichtes Manuskript, Herausgeber: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg und Naturverwaltung Luxemburg, 61 S.
- WINTER, S.; MÖLLER, G.C. (2008):** Microhabitats in lowland beech forests as monitoring tool for nature conservation. Forest Ecology and Management, vol. 255, issues 3-4, ISSN0378-1127, S. 1251-1261.

8 Glossar und Abkürzungen

8.1 Glossar

Biodiversität:
Artenvielfalt

Buchenvorausverjüngung:
Gesicherte Buchen-Verjüngung unter dem Schirm des Vorbestandes

Habitat:
Lebensraum, den eine Art benötigt, um einen vollständigen Lebenszyklus durchlaufen zu können; also um sich zu entwickeln und fortzupflanzen. Dazu gehören bei Tieren auch die Nahrungssuche, das Schlafen und der Schutz vor Feinden (teilweise aufgeteilt in örtlich getrennte Teilhabitate, z.B. Bruthabitat und Nahrungshabitat).

Pufferstreifen/-flächen:
Parallel zur Grenze eines Naturwaldreservats sowie beidseitig der Wege verlaufende 30 m-breite Zone, in der Bäume, die eine Gefahr für Waldbesucher darstellen können, entfernt werden dürfen.

Standort:
Gesamtheit der für das Pflanzenwachstum wichtigen Umweltbedingungen, wie sie im Gelände durch Lage, Klima, und Boden bestimmt werden.

Stockausschlag:
Bildung von neuen Trieben aus dem Stock eines genutzten oder gebrochenen Baumes.

8.2 Abkürzungen

BHD:
Brusthöhendurchmesser, Stammdurchmesser eines Baumes in 1,3 m Höhe

E (AVZ):
Evenness, Maß für die Gleichverteilung der Strukturelemente Arten (A), Vertikalschichtung (V) und Zustand (lebend tot) (Z) (s. Kap. 3.4)

H' (AVZ):
Waldstrukturdiversität; bestehend aus den Teildiversitäten Artendiversität (A), Diversität der Vertikalschichtung (V) und Zustandsdiversität (Z) (s. Kap. 3.4)

N/ha:
Anzahl je Hektar

NWR:
Naturwaldreservat

RFI:
Réserve Forestière Intégrale = Naturwaldreservat

VFm/ha:
Vorratsfestmeter je Hektar

WSA:
Waldstrukturaufnahme, Verfahren zur periodischen Aufnahme von waldkundlichen Parametern in Naturwaldreservaten Luxemburgs und Baden-Württembergs (WEVELL VON KRÜGER et al. 2016)

WSD:
Waldstrukturdiversität

ZSG:
Zersetzungsgrad von Totholz





Administration
de la nature et des forêts
Grand-Duché de Luxembourg



Forstliche Versuchs-
und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg

