



Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

**Fachbereich: Landschaftswissenschaften und Geomatik**

Studiengang: Naturschutz und Landnutzungsplanung

**"Aufnahme der Waldstruktur einer Windwurffläche  
bei Zwenzow im Müritz-Nationalpark"**

**BACHELORARBEIT**

Zur Erlangung des akademischen Grades

**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**

in Kooperation mit Müritz-Nationalparkamt

URN: urn:nbn:de:gbv:519-thesis2023-0247-7

**Vorgelegt von:**

Steffen Plettner

Fachsemester:

8

Betreuer Hochschule Neubrandenburg:

Prof. Dr. Maik Stöckmann

Betreuer Müritz-Nationalparkamt:

Dipl.-Forsting. Matthias Schwabe

Abgabedatum:

21.07.2023

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Allgemeine Einleitung.....	1
1.2 Projektbeschreibung und Zielstellung.....	3
<b>2 Untersuchungsgebiet</b> .....	<b>4</b>
2.1 Räumliche Lage .....	4
2.1.1 Topographische Lage .....	5
2.2 Geologie .....	5
2.3 Potenziell natürliche Vegetation (PNV).....	6
2.4 Klima.....	7
2.5 Sturmereignis.....	8
2.6 Schutzgebiete- und Status .....	11
2.7 Aktuelle und Historische Nutzung.....	12
<b>3 Methoden</b> .....	<b>13</b>
3.1 Lokalisierung und Einrichten der Untersuchungsflächen .....	13
3.2 Feldmethoden .....	15
3.2.1 Derbholz .....	15
3.2.2 Totholz.....	17
3.2.3 Verjüngung.....	18
3.2.4 Fotodokumentation .....	19
3.3 Auswertungsmethoden.....	20
3.3.1 Derbholz .....	20
3.3.2 Totholz.....	21
3.3.3 Verjüngung.....	21
3.4 Datenanalyse .....	21
<b>4 Ergebnisse</b> .....	<b>21</b>
4.1 Derbholz .....	21
4.1.1 Stammzahl über 2,00 m Höhe und über 7 cm D <sub>1,30</sub> .....	21
4.1.2 Stammzahl über 2,00 m Höhe und unter 7 cm D <sub>1,30</sub> .....	27
4.1.3 Derbholzvorrat .....	28
4.1.4 Deckungsgrad der Schichten .....	29
4.2 Totholz.....	31
4.2.1 Durchmesserverteilung Totholz.....	31
4.2.2 Grundfläche stehendes Totholz.....	32

4.2.3	Totholzvorrat .....	33
4.2.4	Zersetzungsgrad von Totholz .....	34
4.3	Verjüngung.....	35
4.4	Fotodokumentation .....	41
<b>5</b>	<b>Methoden- und Ergebnisdiskussion .....</b>	<b>46</b>
5.1	Methodenkritik.....	46
5.1.1	Lokalisierung der Untersuchungsfläche.....	46
5.1.2	Feldmethoden .....	47
5.2	Ergebnisdiskussion .....	49
5.2.1	Derbholz .....	49
5.2.2	Totholz .....	50
5.2.3	Verjüngung.....	52
5.2.4	Bestandsentwicklung .....	54
<b>6</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>Literatur- und Quellenverzeichnis.....</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>68</b>
8.1	Anhänge Methodenteil .....	68
<b>9</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>69</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AS	Aspe, Zitterpappel ( <i>Populus tremula</i> )
BHD	Brusthöhendurchmesser
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
DGD	Gewöhnliche Douglasie ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )
DGU	Douglasie (unklar) ( <i>Pseudotsuga spec.</i> )
EB	Gemeine Eberesche ( <i>Sorbus aucuparia</i> )
EBS	Gemeiner Erbsstrauch ( <i>Caragana arborescens</i> )
EIU	Stiel-/Traubeneiche (unklar) ( <i>Quercus- robur / petraea</i> )
GBI	Gemeine Birke ( <i>Betula pendula</i> )
GFI	Gemeine Fichte ( <i>Picea abies</i> )
GKI	Gemeine Kiefer ( <i>Pinus sylvestris</i> )
ha	Hektar
m	Meter
mm	Millimeter
MBI	Moor-Birke ( <i>Betula pubescens</i> )
M-V	Mecklenburg-Vorpommern
NSG	Naturschutzgebiet
o. a.	oben angegeben
PKM	Probekreismitelpunkt
RBU	Rotbuche ( <i>Fagus sylvatica</i> )
s.	siehe
SEI	Stieleiche ( <i>Quercus robur</i> )
Spp.	Mehrere Arten der Gattung
STK	Spätblühende Traubenkirsche ( <i>Prunus serotina</i> )
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderem
u. g.	unten genannt
v. Chr.	vor Christus

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Übersichtskarte der gesamten Windwurfflächen.....	2
Abb. 2:	Lage der untersuchten Windwurffläche.....	5
Abb. 3:	Teilkarte der Stationsmessungen der Windspitzen.....	8
Abb. 4:	Schematische Darstellung eines Microburst.....	9
Abb. 5:	Aufnahme Sturmereignis „Ela“ Revier Langhagen.....	10
Abb. 6:	Lage der Probekreise im Windwurf bei Zwenzow.....	14
Abb. 7:	Probekreisformate für die Aufnahme der Waldstruktur.....	16
Abb. 8:	Stammzahl & Durchmesser Derbholz $\geq 7$ cm WW 01.....	22
Abb. 9:	Stammzahl & Durchmesser Derbholz $\geq 7$ cm WW 02.....	22
Abb.10:	Stammzahl & Durchmesser Derbholz $\geq 7$ cm WW 03.....	23
Abb.11:	Stammzahl & Durchmesser Derbholz $\geq 7$ cm WW 04.....	24
Abb.12:	Stammzahl & Durchmesser Derbholz $\geq 7$ cm WW 05.....	24
Abb.13:	Stammzahl & Durchmesser Derbholz $\geq 7$ cm WW 06.....	25
Abb.14:	Stammzahl & Durchmesser Derbholz $\geq 7$ cm WW 07.....	26
Abb.15:	Stammzahl & Durchmesser Derbholz $\geq 7$ cm WW 08.....	26
Abb.16:	Stammzahl Gesamt- Derbholz WW 01 – 08.....	27
Abb.17:	Stammzahl & Baumarten $\leq 7$ cm WW 01 – 08.....	28
Abb.18:	Derbholzvorrat WW 01 – 08.....	29
Abb.19:	Deckungsgrade WW 01 – 08.....	30
Abb.20:	Stammzahl & Durchmesser Totholz 01 – 08.....	31
Abb.21:	Grundflächenergebnisse Stehendes Totholz WW 01 – 08.....	32
Abb.22:	Stammzahl stehendes Totholz WW 01 – 08.....	33
Abb.23:	Totholzvorrat WW 01 – 08.....	34
Abb.24:	Totholz Zersetzungsgrad 01 – 08.....	35
Abb.25:	Verjüngung Anzahl je Baumart $< 2$ m WW 01.....	35
Abb.26:	Verjüngung Anzahl je Baumart $< 2$ m WW 02.....	36
Abb.27:	Verjüngung Anzahl je Baumart $< 2$ m WW 03.....	36
Abb.28:	Verjüngung Anzahl je Baumart $< 2$ m WW 04.....	37
Abb.29:	Verjüngung Anzahl je Baumart $< 2$ m WW 05.....	38
Abb.30:	Verjüngung Anzahl je Baumart $< 2$ m WW 06.....	38
Abb.31:	Verjüngung Anzahl je Baumart $< 2$ m WW 07.....	39
Abb.32:	Verjüngung Anzahl je Baumart $< 2$ m WW 08.....	39
Abb.33:	Verjüngung Anzahl je Baumart $< 2$ m 01 – 08.....	40
Abb.34:	Verbiss der Verjüngung WW 01 – 08.....	41
Abb.35:	Foto Probekreis 1 von 2016 Foto- Nr.: WW2.PK1.....	41

Abb.36:	Foto Probekreis 1 von 2022 Foto- Nr.: 1037.....	41
Abb.37:	Foto Probekreis 1 von 2016 Foto- Nr.: WW1.PK1.....	42
Abb.38:	Foto Probekreis 1 von 2022 Foto- Nr.: 1035.....	42
Abb.39:	Foto Probekreis 2 von 2016 Foto- Nr.: WW5.PK2.....	42
Abb.40:	Foto Probekreis 2 von 2022 Foto- Nr.: 1049.....	42
Abb.41:	Foto Probekreis 2 von 2016 Foto- Nr.: WW8.PK2.....	42
Abb.42:	Foto Probekreis 2 von 2022 Foto- Nr.: 1058.....	42
Abb.43:	Foto Probekreis 2 von 2016 Foto- Nr.: WW6.PK2.....	43
Abb.44:	Foto Probekreis 2 von 2022 Foto- Nr.: 1054.....	43
Abb.45:	Foto Probekreis 3 von 2016 Foto- Nr.: WW9.PK3.....	43
Abb.46:	Foto Probekreis 3 von 2022 Foto- Nr.: 1062.....	43
Abb.47:	Foto Probekreis 3 von 2016 Foto- Nr.: WW11.PK3.....	43
Abb.48:	Foto Probekreis 3 von 2022 Foto- Nr.: 1070.....	43
Abb.49:	Foto Probekreis 4 von 2016 Foto- Nr.: WW14.PK4.....	44
Abb.50:	Foto Probekreis 4 von 2022 Foto- Nr.: 1079.....	44
Abb.51:	Foto Probekreis 4 von 2016 Foto- Nr.: WW13.PK4.....	44
Abb.52:	Foto Probekreis 4 von 2022 Foto- Nr.: 1073.....	44
Abb.53:	Foto Probekreis 4 von 2016 Foto- Nr.: WW15.PK4.....	44
Abb.54:	Foto Probekreis 4 von 2022 Foto- Nr.: 1080.....	44
Abb.55:	Foto Probekreis 5 von 2016 Foto- Nr.: BP1.Bestand1.....	45
Abb.56:	Foto Probekreis 5 von 2022 Foto- Nr.: 1091.....	45
Abb.57:	Foto Probekreis 5 von 2016 Foto- Nr.: BP2.Bestand1.....	45
Abb.58:	Foto Probekreis 5 von 2022 Foto- Nr.: 1097.....	45
Abb.59:	Foto Probekreis 6 von 2016 Foto- Nr.: BP5.Bestand2.....	45
Abb.60:	Foto Probekreis 6 von 2022 Foto- Nr.: 1083.....	45
Abb.61:	Foto Probekreis 6 von 2016 Foto- Nr.: BP6.Bestand2.....	46
Abb.62:	Foto Probekreis 6 von 2022 Foto- Nr.: 1086.....	46
Abb.63:	Foto Probekreis 6 von 2016 Foto- Nr.: BP7.Bestand2.....	46
Abb.64:	Foto Probekreis 6 von 2022 Foto- Nr.: 1089.....	46
Abb.65:	Stammzahl & Durchmesser WW 08 mit Eingabefehler.....	48
Abb.66:	Stammzahl & Durchmesser WW 08 ohne Fehler.....	48

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Klima Waren (Müritz).....	7
Tab. 2:	Angaben zum Deckungsgrad der Schichten.....	15
Tab. 3:	Typenbestimmung bei der Aufnahme von Totholz.....	17
Tab. 4:	Angaben zum Zersetzungsgrad von Totholz.....	18
Tab. 5:	Angaben zur Verbisschadstufe und Höhenklasse bei der Verjüngungsaufnahme der Waldstruktur.....	19
Tab. 6	Funktionsgleichungen für die Volumenberechnung des Derbholzes.....	20
Tab. 7:	Anhang 1: GPS- Koordinaten der Probekreismittelpunkte im Untersuchungsgebiet.....	68
Tab. 8:	Anhang 2: Geräteliste, zeigt mit welchem Gerät bestimmte Aufnahmeparameter erhoben wurden.....	68

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeine Einleitung

In den letzten Jahrzehnten sind Ökosystemstörungen nachweislich angestiegen und in einigen Fällen auf die Erderwärmung zurückzuführen (vgl. IPCC 2014: 50). Stürme aus den Jahren 2018 und 2022 und hohe Temperaturen mit langanhaltender Trockenheit aus 2018 und 2020 haben enorme Folgen auf die Stabilität des Ökosystems Wald. Zeitgleich sorgt die bis heute anhaltende Massenvermehrung der Buchdrucker (*Ips typographus*) und der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) für ein großflächiges Absterben von Fichtenwäldern. (Vgl. BMEL 2022: o. S.) Mit schweren Sturmfluten und hohen Schäden sind besonders die Orkane „Vivien“, „Wiebke“, „Verena“, „Anatol“ und „Kyrrill“ in den Köpfen der Norddeutschen geblieben (vgl. BISSOLLI et al. 2001: 28 – 30). Auch das Sturmtief „Ela“ hat mit mehreren Windwürfen (s. Abbildung 1) am 11.06.2014 im südlichen Teil des Müritz-Nationalparks für Zerstörung gesorgt (vgl. BISSOLLI 2014: 2). Hauptsächlich Gemeine Kiefern (*Pinus sylvestris*) und einige Rotbuchen (*Fagus sylvatica*) die einst forstwirtschaftlich genutzt wurden, waren von dem Extremwetterereignis betroffen. Die größte von Bäumen entwurzelte und am Stamm gebrochene Fläche beträgt etwa 5 ha und durchquert den Nationalpark-Radwanderweg zwischen Zwenzow und Leussow (vgl. NATIONALPARKAMT MÜRITZ UND OPENSTREETMAP O. J.). Heute findet sich ein aus Altbestand lichtdurchfluteter Kiefernwald mit stark verjüngten Pionierbaumarten, wie der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Gemeinen Birke (*Betula pendula*) auf der Windwurffläche wieder (vgl. RUHM 2016: 38). Von den lichtliebenden Arten seltener kommen die gewöhnliche Traubenkirsche (*Prunus padus*) und Eiche (*Quercus spp.*) vor (vgl. RUHM et al. 2016a: 18). Aber auch Halbschattenbaumarten wie die Gewöhnliche Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) und Schattenbaumarten wie die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) treten auf der Windwurffläche auf (vgl. RUHM et al. 2016b: 12). Die bis 1990 intensiv betriebene Forstwirtschaft wurde mit der Gründung des Müritz-Nationalparks im Oktober desselben Jahres eingestellt. Die letzte Wirtschaftsmaßnahme innerhalb des Windwurfes kam zuletzt 2009 in der dafür vorgesehenen Schutzzone III, auch Entwicklungszone genannt, zum Einsatz. Die Waldbehandlungsmaßnahmen des damaligen Reviers „Langhagen“ wurde aufgrund des Erlasses „Zur Beendigung der Waldbehandlung im Nationalpark“ zum Frühjahr 2014 eingestellt. (Vgl. DITTMER 2023) Auch wenn Störungen in seltenen Fällen mit örtlichen und kurzzeitigen Verlusten von Pflanzen- und Tierarten in Verbindung stehen können, haben sie faktisch einen überwiegend positiven Effekt auf die Artenvielfalt (vgl. WOHLGEMUTH, BÜRGI, SCHEIDEGGER, SCHÜTZ 2002a: 1 – 15 zit. n. SEIDL et al. 2019a: 76).





Abb. 1: Übersicht der Windwurfflächen vom 11.06.2014, vergleiche unveröffentlichte Quelle vom Müritz-Nationalpark (WILKE 2014: 15). Karte: (GEOPORTAL M-V o. D.: o. S.)

Beispielsweise werden durch ein Windwurf neue Ressourcen verfügbar, indem die Bäume von anderen Arten genutzt werden können. Außerdem führen natürliche Störungen nur selten zu Totalausfällen einer oder mehrere Arten im Ökosystemen, was wiederum die Strukturvielfalt erhöht. (Vgl. ebd.: 76) Störungen haben die besondere Eigenschaft, Ökosysteme zu entwickeln und durchgehend zu erneuern. Dieses Phänomen erlangt zunehmend Interesse in der Wissenschaft, denn Ökosysteme stehen durch den Klimawandel immer mehr in einer Dysbalance mit ihrer Umwelt. Zum Beispiel helfen Störungen einigen Baumarten widerstandsfähiger gegenüber dem Klimawandel zu werden, was hilfreiche Erkenntnisse für die zukünftige Forstwirtschaft liefern kann. (Vgl. THOM, RAMMER, SEIDL 2017: 269 – 289 zit. n. SEIDL et al. 2019a: 83) Ein weiteres wichtiges Thema in Bezug auf Störungen, welches immer näher in den Fokus der Wissenschaft rückt, ist die Resilienz (vgl. Folke et al. 2004: 557 – 559). „Resilienz ist [nach Seidl, Jentsch und Wohlgemuth] die Eigenschaft von Ökosystemen, sich wieder von Störungen zu erholen bzw. Störungen zu absorbieren, ohne dabei die systemimmanenten Strukturen und Prozesse zu verändern“ (SEIDL et al. 2019b: 91). Auch die Forstwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern hat sich Ziele und Grundsätze für einen naturnahen Waldbau gesetzt. Neben der Lieferung von Holz soll der Wald ein Ort der Entspannung sein und gleichzeitig den Anspruch des Naturschutzes und der Landespflege entsprechen. (Vgl. LANDESFORST M – V 2005: 2) Knapp die Hälfte der forstlich genutzten Waldfläche in Mecklenburg-Vorpommern besteht aus Kiefern-Reinbeständen, wobei ihr potenzieller natürlicher Anteil lediglich 1 % beträgt (vgl. JENSSEN & HOFMANN 2005: 33). Gerade der Windwurf bei Zwenzow, der frei von forstlicher Nutzung ist, kann in einer Langzeitstudie für sehr aufschlussreiche Erkenntnisse sorgen, die für den Umbau von Kiefernreinbeständen in Kiefern-Buchen-Mischbeständen und Buchenwälder von hoher Bedeutung sind (vgl. ebd.: 42).

## 1.2 Projektbeschreibung und Zielstellung

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, neben der noch erfassbaren Totholzakkumulation, den mittlerweile in Strauch- und Baumschicht vorhandenen Jungwuchs aufzunehmen und zu beschreiben. Dazu werden 4 Probekreise innerhalb der Windwurffläche und vier außerhalb der Windwurffläche, die als Vergleichspunkte dienen, gewählt und untersucht. Durch die Erstaufnahme der Waldstruktur werden Datensätze gesammelt und Erkenntnisse über die Waldentwicklung gewonnen, die den Mittelpunkt der Ergebnisinterpretationen bilden sollen. Außerdem dienen die Daten als Vergleichsmaterial für weitere zukünftige Waldstrukturaufnahmen des Windwurfes. Als Grundlage kommt mit der „Anweisung zur Aufnahme der Waldstruktur für Naturwaldreservate in MV“ ein reproduzierbares

Verfahren zur Anwendung, welches künftig eine einheitliche und genaue Datenaufnahme der Folgeaufnahmeflächen ermöglicht (vgl. LANDESFORSTEN M – V, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2007: 1 – 10). Die Probepunkte des Windwurfes werden in der Dokumentation in Form von Kartenmaterial über Q-GIS visualisiert. Zusätzlich erfolgen aktuelle Fotografien, die einen Vergleich zu den Fotos aus dem Jahre 2016 optisch dokumentieren sollen. (Vgl. SCHOTT 2019: 12 – 13)

Folgende Punkte sind die Ziele der Arbeit:

- Die recherchierten Studienergebnisse aus der Störungsökologie und anderen Windwurfflächen zusammenfassen und gegenüberstellen
- Erkenntnisse gewinnen, um die natürliche Waldentwicklung im nordostdeutschen Tiefland besser zu verstehen
- Die Waldstruktur nach der Aufnahmeanweisung für Naturwaldreservate in den acht gewählten Probekreisen zur Datenerfassung vorzunehmen.
- Erkenntnisse erlangen ob die Buche sich trotz gegenwärtiger Erwärmung in dieser Fläche schon erfolgreich oder zunächst initial verjüngt.
- Einen Überblick über das Vorkommen von Totholz und deren Zersetzungsstadien verschaffen.
- Anhand der Ergebnisse die folgende Forschungsfrage beantworten:

Wie stellt sich die natürliche Dynamik der Waldstruktur nach acht Jahren seit dem Windwurfereignis im Müritz-Nationalpark dar?

## **2 Untersuchungsgebiet**

### **2.1 Räumliche Lage**

Der untersuchte Windwurf liegt im norddeutschen Bundesland Mecklenburg-Vorpommern, im süd-östlichen Teil des Müritz-Nationalparks. Zwischen den Städten Wesenberg, Mirow und Neustrelitz befindet sich die ca. 1 km vom Windwurf entfernte Ortschaft, Zwenzow (siehe Abbildung 2). Von dort aus ist die 5 ha große Windwurffläche über den Nationalpark Radweg „Zwenzow – Leussow“ zu erreichen (GPS-Koordinaten: N 53°31'36.19", E 12°93 '54.36"). (Vgl. LFG M-V & NPA-MÜRITZ 2003: 12) Laut der Textkarte 1 ist diese Fläche in der Großlandschaft „Neustrelitzer Kleinseenland“ naturräumlich gegliedert, die der Landschaftszone „Höhenrücken und Mecklenburgische Seenplatte“ angehört (vgl. UMWELTMINISTERIUM M – V 2003: 1).

„Wie der Name schon sagt, sind kleine Seen das charakteristische Element dieser naturräumlichen Einheit“ (BENTHIEN 1962: 1082). Zwischen den Seeflächen ragen einzelne Moränenkuppen hervor, wie z. B. der „Rotemoorberg östliche von Wesenberg mit 105 m (vgl. ebd. 1962: 1082). Die Höhenlage der Windwurffläche beläuft sich von 68 – 73 m über Normalhöhennull (NHN) gemessen (vgl. TESSADEM & OPENSTREETSMAP o. D.: o. S.). Große Teile dieses Gebiets sind bewaldet und nur kleine Flächen werden landwirtschaftlich betrieben. Die Ackerwertzahlen sind im Neustrelitzer Kleinseeland sehr niedrig, sie liegen zwischen 11 und 22, nur in der Neustrelitzer Gegend steigen sie bis auf 32 an. (Vgl. BENTHIEN 1962: 1083).

### 2.1.1 Topographische Lage



Abb. 2: Lage der untersuchten Windwurffläche. In der Detailkarte wird die Windwurffläche nahe der Ortschaft Zwenzow im Maßstab 1 : 35.000 dargestellt. Die Übersichtskarte zeigt den Standort des Windwurfes in der Mecklenburgischen Seenplatte im Maßstab 1 : 80.000, Quelle: (GEOPORTAL M-V o. D.: o. S.)

## 2.2 Geologie

Geologisch gesehen liegt die Windwurffläche in einem Jungmoränengebiet, das erst durch Ablagerungen der letzten Eiszeit entstanden ist. Die sogenannte Weichselkaltzeit

begann vor 115.000 und endete vor etwa 11.700 Jahren. In dieser Zeit schoben bis zu 3000 m mächtige Eismassen riesige Gesteinsmaterialien von Skandinavien nach Norddeutschland. (Vgl. REINICKE & REINICKE 2021: 11 – 13) Es bildeten sich Endmoränen, erst die des Frankfurter und später die des Pommerschen Stadiums, die heute als Erhebungen die Windwurflläche eingrenzen (vgl. BENTHIEN 1962: 1082). Schmelzwasserströme beförderten ausgewaschene Sande und Kiese aus den Endmoränen ins Vorland. (Vgl. REINICKE & REINICKE: 24 – 28) Es entstanden die sogenannten Sander. Sie machen den größten Flächenanteil im Nationalpark und den der untersuchten Windwurflläche aus. (Vgl. LUNG M-V & LAIV M-V 2023: o. S.) Als sich das Eis immer mehr zurückzog, bildeten sich Täler, Becken und Rinnen, die Havelquellregion entstand (vgl. ebd.: 28 – 29). Endmoränenerhebungen kommen im Müritz-Nationalpark lediglich im nordöstlichen Teil und um Serrahn vor. Dort bildeten sie die Hauptwasserscheide zwischen Nord- und Ostsee. Auf der südlichen Seite der Endmoräne entspringt die Havel. Sie verläuft durch viele Seen, wie durch den von der Windwurflläche östlich gelegenen „Großen Labussee“ und mündet mit der Elbe in die Nordsee. Auf der anderen Seite bei Schwastorf entsteht die Peene, sie fließt nordöstlich über Peenemünde in die Ostsee. (Vgl. LFG M-V & NPA-MÜRITZ 2003: 52)

### 2.3 Potenziell natürliche Vegetation (PNV)

Laut der Karte 4 in Verbindung mit dem Legende Blatt 5 der heutigen potenziellen natürlichen Vegetation Mecklenburg-Vorpommerns herrscht auf der untersuchten Windwurflläche bei Zwenzow ein „Fluttergras-Buchenwald“ einschließlich der Ausprägungen Hainrispengras-Buchenwald und Waldschwingel-Buchenwald vor. Typische Standortigenschaften dieses Sandergebietetes sind eine mittlere Nährstoffkraftstufe mit geringer Basenversorgung und eine trockne, mäßig frisch bis frische Feuchtestufe der Böden. (Vgl. LUNG 2005: 72) Nach BERG et al. (2004) gehört dieser Standort der Pflanzengesellschaft „Schattenblümchen-Buchenwald“ (*Vaccinio myrtilli-Fagetum sylvaticae*) an. SSYMANK et al. (1998) ordnen, die Windwurflläche dem Lebensraumtyp 9110 – Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*) zu, der nach der Fauna-Flora-Habitats-Richtlinie (FFH) innerhalb der Europäische Union unter Schutz steht. In der Baumschicht sind nach der dominierten Rotbuche (*Fagus sylvatica*), die Stieleiche (*Quercus robur*), die Traubeneiche (*Quercus petraea*) und die Hängebirke (*Betula pendula*) als Nebenbaumraten vorhanden. In günstigen Lagen, wie z. B. an Schattenhängen können Wald- Schwingel stark deckend auftreten. In der Krautschicht beheimatet sind vor allem mesophile Arten, aber auch azidophile und basiphile Arten kommen vor. (Vgl. (LUNG 2005: 72) Heute

sieht man auf der Windwurffläche noch Restbestände eines einmalig forstwirtschaftlich betriebenen Kiefernwaldes.

## 2.4 Klima

Großklimatisch befindet sich die untersuchte Windwurffläche in der Zone des mecklenburgischen Landrückens und der Seen, die den Übergang vom subatlantischem zum subkontinentalen Klima kennzeichnen (vgl. LFG M-V & NPA-MÜRITZ 2003: 30). Laut dem Kartenportal für Umwelt Mecklenburg-Vorpommern und der forstlichen Klimagliederung in Mecklenburg-Vorpommern liegt die Windwurffläche im Großklimagebiet der Müritz (my) (vgl. LUNG M-V & LAiV M-V 2023), (vgl. LANDESFORST M-V 2018: 12 – 15). Die nächste Klimastation vom Deutschen Wetterdienst innerhalb des Großklimagebietes befindet sich in Waren (Müritz). Sie ist Zentrum des Großklimagebietes der Müritz und 39 km von der Windwurffläche entfernt. In diesem Gebiet wird das Klima nach Köppen-Geiger in der Klasse Cfb eingeordnet. (Vgl. CLIMATE- DATA 2022) Cfb steht für ein feucht-gemäßigtes Klima mit warmen Sommern (vgl. MÜHR 2016). Der Niederschlag in Waren ist hoch, auch in den eher trockenen Monaten (siehe Tabelle 1). Die jährliche Menge beläuft sich auf 713 mm. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9.4 °C, siehe Tabelle 1. (Vgl. CLIMATE- DATA 2022)

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
ø. Temperatur (°C)	0.6	1.1	3.8	8.7	13.3	16.4	18.6	18.2	14.6	10	5.4	2.2
Min. Temperatur (°C)	-1.4	-1.2	0.5	4.3	8.8	12.2	14.6	14.5	11.3	7.4	3.4	0.5
Max. Temperatur (°C)	2.5	3.7	7.3	13.1	17.5	20.3	22.4	22	18.1	12.7	7.4	3.9
Niederschlag (mm)	56	45	53	46	63	76	82	76	61	52	48	55
Luftfeuchtigkeit(%)	86%	83%	80%	72%	71%	70%	72%	74%	78%	83%	88%	87%
Regentage (Tg.)	9	8	8	8	9	9	10	9	8	8	8	9
Sonnenstd. (Std.)	2.5	3.7	5.1	8.3	9.8	10.4	10.4	9.6	7.0	4.8	3.1	2.2

Tab. 1: Klima Waren (Müritz). Data: 1991 – 2021 Min. Temperatur (°C), Max. Temperatur (°C), Niederschlag (mm), Luftfeuchtigkeit, Regentage. Data: 1999 – 2019: Sonnenstunden. Quelle: CLIMATE-DATA (2022)

Der Juli ist mit durchschnittlichen Temperaturen von 18,6 °C am wärmsten, am kältesten ist der Januar im Durchschnitt mit 0,6 °C im Monat. Als niederschlagsreichster Monat kann der Juli betrachtet werden. Es fallen in diesem Monat 37 mm mehr Niederschlag als im trockensten Monat Februar. Mit 10,37 Sonnenstunden täglich ist der Monat Juli

Spitzenreiter unter den sonnenreichsten Monaten. Insgesamt scheint die Sonne in diesem Monat durchschnittlich 321,53 Stunden. So kommt der Januar monatlich auf 68,28 Sonnenstunden. Mit 88,19 % verzeichnet der Monat November die höchste relative Luftfeuchtigkeit. Die niedrigste relative Luftfeuchtigkeit weist der Juni mit 70,12 % auf. Der Juli ist mit 12,97 Regentagen der Monat mit der höchsten Anzahl an Regentagen, der April ist mit 10,00 Regentage der mit der geringsten Anzahl. (Vgl. CLIMATE- DATA 2022)

## 2.5 Sturmereignis

Am Pfingstmontag, zwei Tage bevor das Sturmtief „Ela“ den Müritz-Nationalpark erreicht hat, kam es in fast ganz Nordrhein-Westfalen zu beträchtlichen Sturmschäden. Im Ruhrgebiet herrschten Orkanböen von bis zu 150 km/h. (Vgl. ÜBEL 2019: o. S.) Am 11.06.2014 schwächte das Gewitter langsam Richtung Nordosten ab. Messungen an den Wetterstationen Waren und Feldberg, nahe dem Müritz-Nationalpark, ergaben paradoxerweise nur maximale Windspitzen von 10,9 m/s und 15,9 m/s (s. Abbildung 3), die gerade einmal der ersten Unwetterwarnstufe entsprechen (vgl. DWD 2023: o. S.).

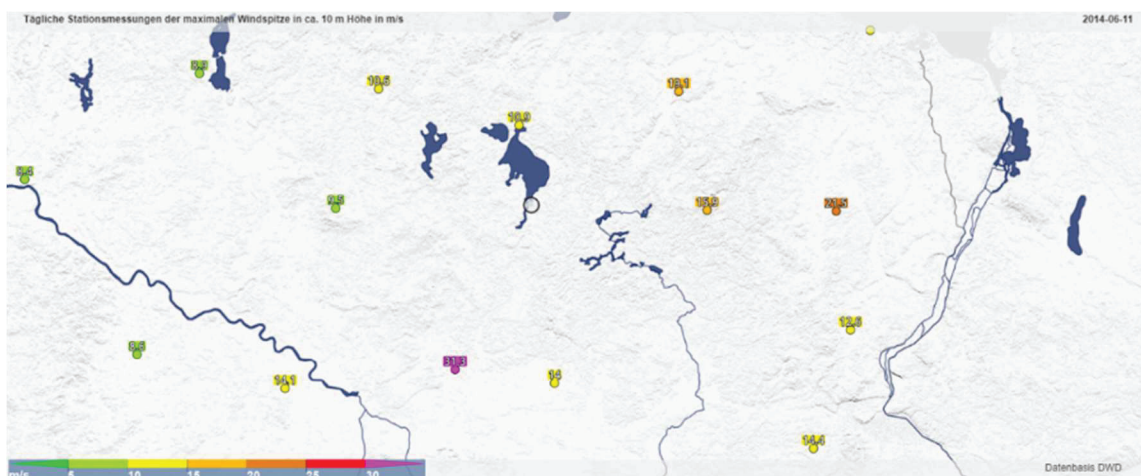


Abb. 3: PDF-Teilkarte täglicher Stationsmessungen der maximalen Windspitze in ca. 10m Höhe in m/s gemessen, vom 11.06.2014 aus Mecklenburg-Vorpommern. Quelle: (DEUTSCHER WETTERDIENST 2023)

Gemäß Frau Papenhausen vom Deutschen Wetterdienst, könnte Ursache für den Windwurf ein „Downburst“ in einem zeitlich und örtlich begrenztem Gewittercluster gewesen sein (vgl. PAPHENHAUSEN 2023: o. S.). Was auch die niedrig gemessenen Maximal-Windspitzen des Umlandes erklären würde. Nach Fujita (1981) breitet sich ein Downburst am Erdboden als kleinskaliger, aggressiver Abwindstrom eines Gewitters (Downdraft) aus. Dabei wird ein kräftiger horizontaler, divergenter Kaltluftausfluss auf einer 1 – 15 km großen Bodenfläche, in einer Zeitspanne von 5 – 60 Minuten erzeugt. Bei einem

Durchmesser von mehr als 4 km wird dieses Phänomen als *Macroburst* und bei geringeren Ausmaßen als *Microburst* bezeichnet (siehe Abbildung 4). (Vgl. FUJITA 1981, zit. n. DWD o. J.: 1)

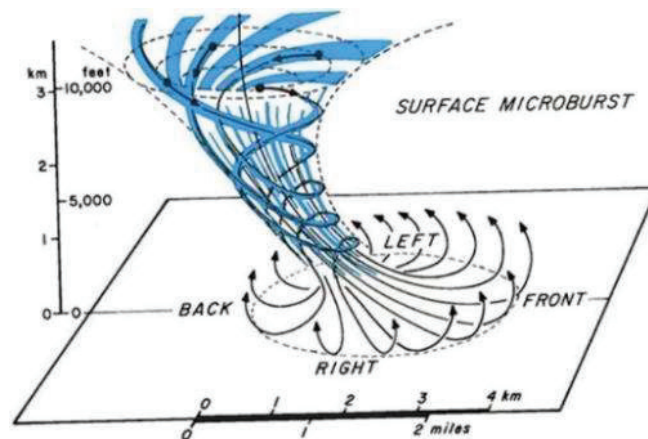


Abb. 4: Schematische Darstellung eines mit dem Microburst verbundenen Luftstroms, wie es in Zwenzow der Fall gewesen sein könnte. In diesem Beispiel dreht sich der Abwind, bevor er sich beim Auftreffen auf die Erdoberfläche horizontal ausbreitet, Grafik von FUJITA (1985), Quelle: (MCCARTHY et al. 2022: E2847)

Dem Sachstandsbericht „Revier Langhagen“ des Müritz-Nationalparks ist zu entnehmen, dass die Windwürfe bei einem Unwetter am Nachmittag des 11.06.2014 durch eine aus Süd-Südwest kommende Windhose verursacht wurden. Durch mehrfaches Aufliegen in den Abteilungen 2517 und 2519 bewegte sich die Windhose durch Abteilung 2626 in Richtung Nord-Nordost fort (s. Abbildung 5). Die größte Wirkung erzielte der Sturm in Abteilung 2630 (Abt. des Untersuchungsgebietes) und endet im südlichen Teil der Abteilung 2640. In den angrenzenden Beständen kam es vereinzelt zu Würfen und Brüchen. Eine isolierte Wurffläche mit Rotbuchen wurde im westlichen Teil der Abteilung 2640 aufgefunden. (Vgl. DITTMER 2014: 1) Auffällig ist die Fallrichtung der Bäume innerhalb der Windwurffläche, die größtenteils nord-westlich verläuft. In Zusammenhang damit ist in der Abbildung 1 von Wilke (2014) zu beobachten, dass sich die insgesamt 15 Windwurfflächen in unmittelbarer Nähe der westlichen Ufer des Großen Labussees und des Useriner Sees über eine Länge von sechs km erstrecken. (Vgl. WILKE 2014: 15). In einer französischen Studie fanden Forscher wie Emmanuel Virot heraus, dass Faktoren wie Alter, Form, Art, Struktur und biomechanische Eigenschaften sowie der Untergrund, auf dem die Bäume wurzeln, keine besondere Rolle spielen. denn Bäume brechen alle ungefähr bei derselben Windgeschwindigkeit. Ab rund 150 Kilometern pro Stunde knicken über 50 % der Bäume. (Vgl. VIROT, PONOMARENKO, DEHANDSCHOEWERCKER, QUÉRÉ und CLANET (2016) zit. n. LINGENHÖHL 2019: 61) Der größte Windwurf weist eine



Fläche von ca. fünf ha auf und dient als Untersuchungsgebiet für diese Arbeit. Die Flächen der anderen 14 kleineren Windwürfe belaufen sich auf ca. drei ha, sodass insgesamt acht ha Waldfläche geworfen wurden. (Vgl. WILKE 2014: 15)

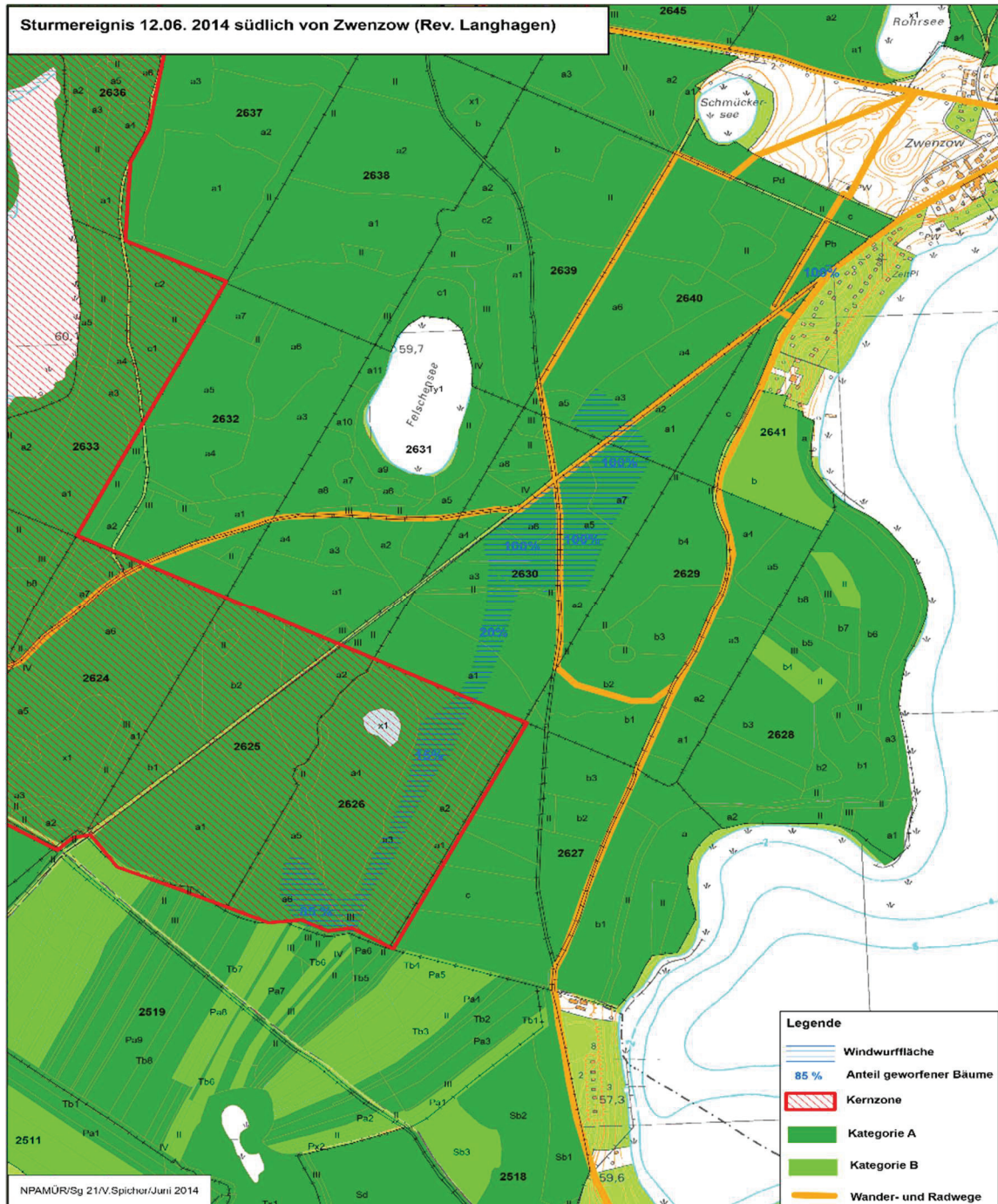


Abb. 5: Aufnahme Sturmereignis „Ela“ Revier Langhagen, Grafik: (SPICHER 2014)  
Quelle: (DITTMER 2014: 4)

## 2.6 Schutzgebiete- und Status

Da sich die untersuchte Windwurffläche auf dem Territorium des Müritz-Nationalparks befindet, sind Naturschutzverpflichtungen der Nationalparks bindend. International sind die Vogelschutzrichtlinie und die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft sowie die Ramsar-Konvention für den Müritz-Nationalpark rechtskräftig. Außerdem unterliegt der Nationalpark der Schutzkategorie II der „Internationalen Referenz für die vielfältigen nationalen Klassifizierungen von Schutzgebieten“ kurz IUCN-Richtlinien. (Vgl. LFG M-V & NPA-MÜRITZ 2003: 21) Nationalparke sind auf nationaler Ebene im § 24 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) in der Fassung vom 29. Juli 2009 geregelt (BMJ 2009: 2554). Gesonderte Regelungen, die vom Bundesnaturschutzgesetz abweichend, finden im Landesnaturschutzgesetz in Mecklenburg-Vorpommern (LNatG M-V) und im Landesausführungsgesetz in Mecklenburg-Vorpommern (NatSchAG M-V) Anwendung (vgl. LUNG M-V 2002: 1 – 12, (vgl. LUNG M-V 2010: 1 – 2). Zum Beispiel unterliegen nach § 20 NatSchAG M-V schützenswerte Biotoptypen und Geotope, die auch im Müritz-Nationalpark vorkommen, einem besonderen Schutz (vgl. LUNG M-V 2010: 1 – 2). Der § 21 (1) des LNatG M-V macht die Errichtung von Nationalparks erst möglich und ist die Schutzverordnung des Müritz-Nationalparks, die im § 30 festgeschrieben ist (vgl. LUNG M-V 2002: 1 – 11). Die Nationalparkschutzverordnung wurde zum Schutzzweck am 12.09.1990 festgesetzt. Sie teilt den Müritz-Nationalpark in drei Schutzzonen. Die Zone mit dem höchsten Schutzstatuts ist die Schutzzone I, auch Kernzone genannt. Der südliche Teil des Windwurfes, außerhalb der Untersuchungsfläche befindet sich in dieser Zone (siehe Abb. 5, Abteilung 2626). Die Zone II ist die Pflegezone, die etwas 3 % der Gesamtfläche ausmacht und hauptsächlich im nord-östlichen Teil des Müritz-Nationalparks vorkommt (NPA-MÜRITZ UND OPENSTREETMAP O. D. O. S.). Die Schutzzone III, in der sich auch das Untersuchungsgebiet befindet, ist die Entwicklungszone, mit 68 % macht sie den größten Flächenanteil des Müritz-Nationalpark aus (vgl. LFG 2003: 15; 21). Die Abteilungen 2630 und 2640 (siehe Abbildung 5), in denen sich das Untersuchungsgebiet befindet, wurden durch die Forsteinrichtung zum 01.01.2013 der Waldbehandlungskategorie A zugeschrieben (vgl. DITTMER 2014: 1). Das bedeutet, dass die Bestände der natürlichen Entwicklungsdynamik überlassen werden und forstliche Maßnahmen nicht mehr stattfinden (vgl. LFG M-V & NPA-MÜRITZ 2003: 75). Aufgrund des Erlasses zur Beendigung der Waldbehandlung vom 11.07.2014 wurden die Waldbehandlungsmaßnahmen im Revier „Langhagen“ schon im Frühjahr 2014 eingestellt. Die letzte Wirtschaftsmaßnahme in der Abteilung 2630 des Untersuchungsgebiet erfolgte 2009. (Vgl. DITTMER 2023)

## 2.7 Aktuelle und Historische Nutzung

Etwa 8.000 v. Chr. zogen die ersten Jäger, Sammler und Fischer durch den heutigen Müritz-Nationalpark und nutzten die Vorzüge des see- und waldreichen Gebietes (vgl. MÜLLER et al. 1999: 43). Circa 3000 v. Chr. wurden die Menschen mit der Einführung des Ackerbaus und der Viehzucht sesshafter. Es entstanden immer mehr Siedlungen mit dörflichem Charakter. Bis zu Völkerwanderung besiedelten dünne Germanenstämme mehre Jahrhunderte das Land. Im 7 Jahrhundert erfolgte der allgemeine Landbau durch die Slaven, die später zahlreiche Siedlungen neu anlegten. Durch wechselvolle Kämpfe der Sachsen kam es im 12. Jahrhundert zum völligen Untergang des slawischen Reiches. Um Siedlungs- und Ackerflächen zu gewinnen, fanden im Raum Müritz vermehrt Waldrodungen und Entwässerungen von Feuchtfächen statt. (Vgl. LFG M-V & NPA-MÜRITZ 2003: 8) Im 13. Jahrhundert wurde der Wald intensiv als Quelle für Brennholz, Bauholz und Holzkohle genutzt. Teeröfen und Glashütten verstärkten die Abholzung. Um den Betrieb von Mühlen zu gewährleisten wurden Wasserläufe verändert und der Wasserspiegel der Müritz bis zu 2 m angestaut. Zahlreiche Kriege vom 16 – 18 Jahrhundert brachten Hunger, Pest und Brände und verwüsteten das Müritzgebiet enorm. Mit dem Ausbau der Wasser- und Landstraßen und dem Anschluss des Eisenbahnnetzes wurde Waren ein bedeutsamer Umschlagplatz in Mecklenburg-Vorpommern. (Vgl. ebd.: 9)

Der über Jahrtausende ständig zunehmende menschliche Einfluss auf den Wald führte zu einer nahezu vollständigen Zerstörung der ursprünglichen Naturwaldstrukturen. Aus der Holznot heraus wurde die Forstwirtschaft gegründet und vor etwa 200 Jahren wurden künstliche Kiefernforste auf einem Viertel der potenziellen Waldfläche als Vegetationsform Wald wieder etabliert. Die als pionierwaldartige, in Initialstadien von der Forstwirtschaft gepriesene Monokultur wurde im System des schlagweisen Hochwaldes über mehrere Bestandsgenerationen bis heute fortgeführt. (Vgl. JENSSEN & HOFMANN 2005: 33) Vor der Vereinigung Deutschlands wurden die Wälder, die heute dem Müritz-Nationalpark angehören, von den Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieben Waren und Neustrelitz unterhalten. Gezeichnet war diese Nutzung u. a. durch

- Kahlschlagbetrieb in gleichaltrigen Beständen
- Gewinnung von Harz von Kiefern
- Vortreiben des Anbaus nicht heimischer Baumarten wie z. B. Fichte, Douglasie, japanische Lärche, Roteiche, Pappelhybriden
- Totholzentnahme aus dem Forst, für eine saubere Waldwirtschaft
- Anfang der 1980er verstärktes Einbringen der Laubbaumarten in den Beständen
- Anwendung von Pestiziden, bei Bedarf aus der Luft

(Vgl. MOTHEs, MEßNER, LINKE, KLEBE, EICHSTÄDT, W., EICHSTÄDT, H. & HAUKE 1990 zit. n. RANNOw UND KOBEL 2022: 25 – 26)

Ende des 20. Jahrhunderts wurde die Müritzregion als Ausflugs- und Erholungsgebiet immer beliebter. Nach zahlreichen Bemühungen das östliche Müritzufer unter Naturschutz zustellen, wurde schließlich am 1. Oktober 1990 der Müritz-Nationalpark gegründet. (Vgl. LFG M-V & NPA-MÜRITZ 2003: 9 – 10) Neben der touristischen Nutzung wird der Nationalpark heute weiterhin landwirtschaftlich genutzt. Allerdings darf dies nur nachhaltig und ressourcenschonend in den dafür vorgesehenen Entwicklungs- und Pflegezonen ausgeübt werden. Um die natürliche Waldentwicklung im Müritz-Nationalpark nicht zu beeinflussen, wird das Schalenwild durch die Jagt reguliert. (Vgl. LFG M-V & NPA-Müriz 2003: 28, 33) Mit der Zuteilung des Untersuchungsgebietes am 01.01.2013 in die Waldbehandlungskategorie A wurde die forstliche Nutzung im Untersuchungsgebiet eingestellt (vgl. DITTMER 2014: 1, LFG M-V & NPA-MÜRITZ 2003: 75). Die letzte Nutzung fand in Form einer Waldbehandlungsmaßnahme aufgrund des § 5 (1) 2 NLP-VO (zur Erhaltung und Förderung der heimischen Tier- und Pflanzenwelt) im Jahre 2009 statt. (vgl. DITTMER 2023 o. D, o. S., LFG M-V & NPA-Müriz 2003: 51)

### **3 Methoden**

#### **3.1 Lokalisierung und Einrichten der Untersuchungsflächen**

Wie bereits erwähnt, erfolgte schon 2016 in Form einer Bachelorarbeit eine stichprobenartige vegetationskundliche Ersterfassung der Windwurfflächen. Dabei wurde das Verfahren nach der „Anweisung zur Aufnahme der Waldstruktur in Naturwaldreservaten in M-V“ für die Verteilung der Probekreismittelpunkte leicht abgewandelt. (Vgl. HARTMANN 2016: 11) Um zukünftig ein Gesamtbild der verschiedenen Sukzessionsstadien zu erhalten, wurden dieselben Probekreismittelpunkte aus dem Jahr 2016 aufgesucht und für die Datenaufnahme wiederverwendet. Für die Lokalisierung der Probekreise durften die GPS-Koordinaten von der vegetationskundlichen Ersterfassung genutzt und mit Hilfe eines GPS-Gerätes (Garmin eTrex 30“) geortet werden, siehe Anhang 1 (Seite 68) (vgl. HARTMANN 2016: 73). Das Auffinden der Erdnägel, die den Probekreismittelpunkt ausmachen, erwies sich durch Anhäufung von Laub- und Nadelstreu als etwas schwierig. Hierbei führte der Einsatz eines Metalldetektor zum Erfolg bei der Suche. Die Abbildung 6 zeigt einen Überblick der insgesamt acht Probekreise, die bereits 2016 wie folgt angelegt wurden. Im Zentrum der Untersuchungsfläche sind die Probekreise 1 – 4 in einem Abstand von 100 m eingerichtet.

Sie dienen als Hauptdatenquelle für die Erkenntnisgewinnung der Walddynamik. Um einen Vergleich zu haben, wie sich der Waldbestand ohne Störung entwickelt hätte, wurden im Altbestand außerhalb des Windwurfes die Probekreise 5 und 6 und die Probekreise 7 und 8 als Puffer zwischen Windwurf und Altbestand angelegt. Dort sollen Daten im Übergangsbereich Aufschluss geben.

### Lage der Probekreise im Windwurf bei Zwenzow

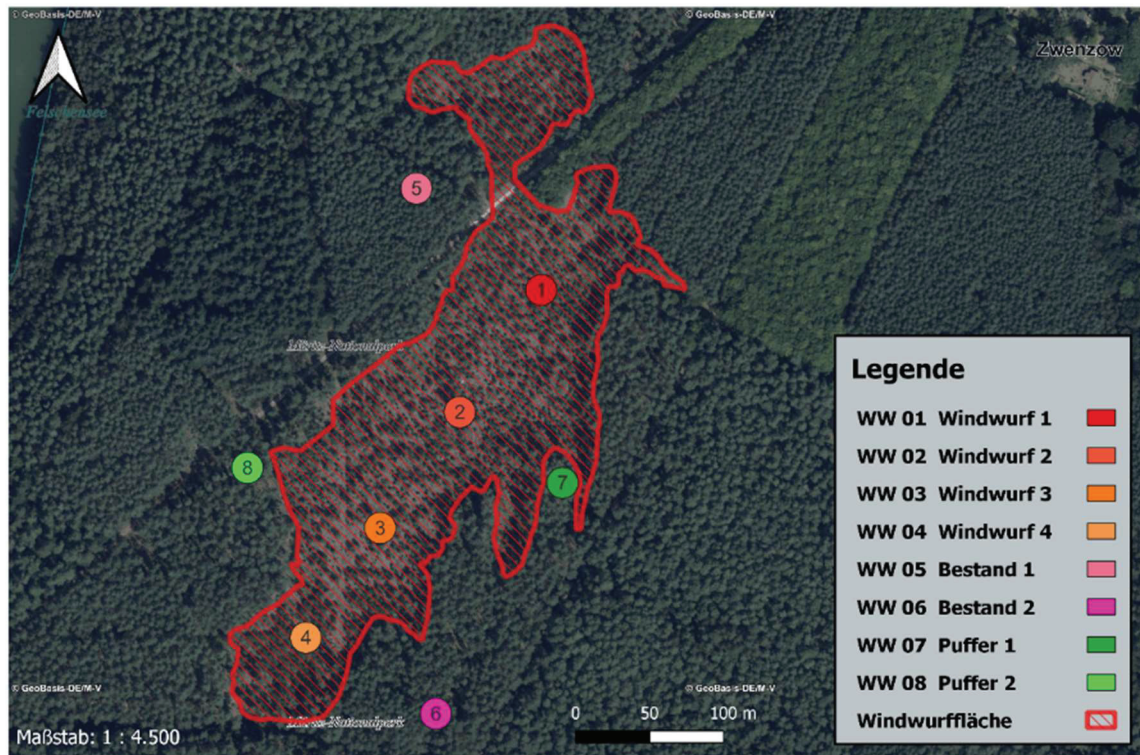


Abb. 6: Lage maßstabsgetreuer Probekreise im Windwurf Zwenzow, Quellen: Koordinaten, unveröffentlicht vom Müritz-Nationalpark (HARTMANN 2016: 73). Quelle Karte: (GEOPORTAL M-V)

Nach Auffinden des Erdnagels erfolgte die Einrichtung des Probekreises zur Aufnahme der Waldstruktur. Dazu wurde über den Erdnagel (Bohrpunkt für Standortuntersuchungen) siehe Abbildung 7, ein Nivelliergerät in 1,30 m Höhe mit Hilfe eines Pendels ausgelotet und in Waage gebracht. Mittels Kompasses konnte das Nivelliergerät eingenordet werden. Mit einem Stahlmaßband, welches am Erdnagel fixiert wurde, konnte die Entfernung von 17,8 m in den Himmelsrichtungen Nord, Ost, Süd und West eingemessen und der Probekreis mit vier roten-weiße Stahlrohrfluchtstäbe (2 m Länge) abgesteckt werden. (Vgl. LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESSEN 2007: 1 – 11)

## 3.2 Feldmethoden

Die Feldarbeit für die Aufnahme der Waldstruktur im Untersuchungsgebiet fand im Zeitraum von 15.08. – 29.08.2022 statt. Am 07.09.2022 erfolgte eine weitere Begehung der Probekreise für die Aufnahme und Dokumentation von Vergleichsfotos. Als Grundlage kam als einheitliches, reproduzierbares Verfahren die „Anweisung zur Aufnahme der Waldstruktur in Naturwaldreservaten in M-V“ zur Anwendung, die sowohl für die Vegetationsaufnahme als auch für die Aufnahme der Waldstruktur in dem Landesforst Mecklenburg-Vorpommern genutzt wird. Zur Dokumentation wurden die Formplätter I – III von der o. a. Anweisung herangezogen. (Vgl. LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2007: 4)

### 3.2.1 Derbholz

Gemäß „Anweisung zur Aufnahme der Waldstruktur in Naturwaldreservaten in M – V“ erfolgte vom Probekreismittelpunkt aus, mittels eines Nivelliergerätes die Aufnahme des Derbholzes auf der ganzen Fläche des Probekreises. Dabei wurde der Baumdurchmesser in 1,3 m Höhe ( $D_{1,3}$ ) von allen lebenden Bäumen im Formblatt I notiert, deren Maße im Durchmesser  $\geq 7$  cm betragen. Des Weiteren wurden Angaben zu der Lage (Koordinaten in gon) und Höhe eines Baumes gemacht. Im Anhang 2 (Seite 68) ist eine Geräteliste hinterlegt, die zeigt, mit welchem Gerät bestimmte Aufnahmeparameter erhoben wurden, um die Waldstruktur aufzunehmen.

Ab einem Baumdurchmesser  $\geq 35$  cm ( $D_{1,3}$ ) kamen weitere Angaben wie Schaftgüte, Schäden und Baumhöhlen zur Dokumentation. Abschließend wurde neben der Aufnahme des Deckungsgrades (siehe Tabelle 2) auch die Stämme einer Art gezählt und dokumentiert, die eine Höhe von über 2 m und unter 7 cm im Durchmesser ( $D_{1,3}$ ) betragen. Ein Probekreis hat einem Radius von 17,84 m. Das entspricht einer Gesamtfläche von 1000 m<sup>2</sup> (siehe Abbildung 6). Um Pflanzen nicht zu zertreten war es wichtig, dass die Aufnahme des Derbholz- und Totholzbestandes niemals vor der Verjüngungsaufnahme stattfand. (Vgl. ebd.: 5 – 7)

Schichten	Höhen
Baumschicht, obere Baumschicht (B1)	$\geq 5$ m
Baumschicht, untere Baumschicht (B2)	$\geq 5$ m
Strauchschicht (Str.)	$< 5$ m
Krautschicht (Kr.)	$< 2$ m

Tabelle 2: Angaben zum Deckungsgrad der einzelnen, nach Höhe definierten Schichten, in 5%-Stufen für die Aufnahme der Waldstruktur, Quelle: (LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2007: 6)

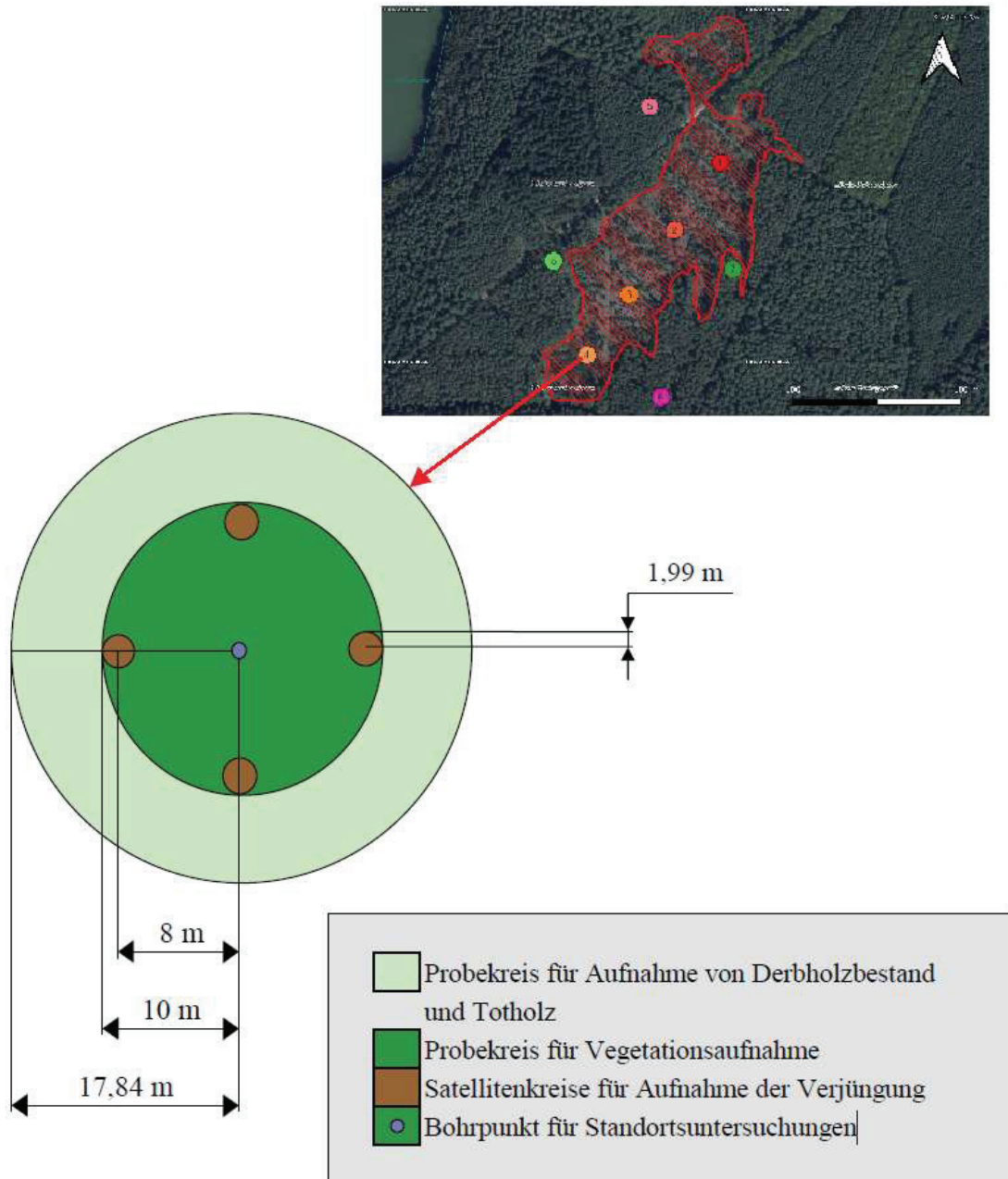


Abb. 7: Probekreisformate für die Aufnahme der Waldstruktur, Quelle Grafik: (LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2007: 4), Quelle Karte: (GEOPORTAL M-V)

### 3.2.2 Totholz

#### 3.2.2.1 Stehendes und liegendes Totholz

In den acht Probekreisen wurde das stehende und liegende Totholz wie folgt vermessen:

- tote, stehende Bäume ab einem Durchmesser ( $D_{1,3}$ ) von 7 cm,
- Hochstümpfe ab einem Durchmesser ( $D_{1,3}$ ) von 7 cm und einer Höhe von  $> 1,3$  m,
- Stubben ab einem Durchmesser von 10 cm am oberen Rand gemessen und einer Höhe von unter 1,3 m,
- liegende (geworfene) oder gebrochene bzw. abgeschnittene Bäume ab einem Durchmesser ( $D_{1,3}$ ) von 7 cm und einer Bruch- bzw. Schnittstelle unter 1,3 m Höhe,
- liegende Stammteile oder Starkäste ab einem Durchmesser von 15 cm am stärkeren Ende und einer Länge von mindestens 3 m.

Im Formblatt II wurden Angaben zur der Art, dem Typ (siehe Tabelle 4), Höhe/Länge, dem Durchmesser, den Koordinaten, dem Zersetzungsgrad, dem Volumenanteil, der Lage und der Höhlen des Baumes gemacht. (Vgl. LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2007: 8)

Objekt:	Typ	Höhe/ Länge	D / D <sub>1,3</sub>	aufnehmen u. beschreiben lt. Sp. 7-11 & 17-20	einmessen u. eintragen der Koordinaten,
	Spalte 9	Spalte 10	Spalte 11	wenn:	wenn:
<b>toter, stehender Baum</b>	10	Höhe	D <sub>1,3</sub>	D <sub>1,3</sub> ≥7(6) cm	D <sub>1,3</sub> ≥7(6) cm
<b>Hochstumpf</b>	20	Höhe	D <sub>1/2</sub>	D <sub>1,3</sub> ≥7(6) cm	D <sub>1,3</sub> ≥7(6) cm
<b>Stubben, Entsteh. unklar</b>	30	Höhe	D <sub>oberer Rand</sub>	D <sub>oberer Rand</sub> ≥10 cm	D <sub>oberer Rand</sub> ≥10 cm
<b>Stubben, gebrochen</b>	31	Höhe	D <sub>Bruchfläche</sub>	D <sub>Bruchfläche</sub> ≥10 cm	D <sub>Bruchfläche</sub> ≥10 cm
<b>Stubben, geschnitten</b>	32	Höhe	D <sub>Schnittfläche</sub>	D <sub>Schnittfläche</sub> ≥10 cm	D <sub>Schnittfläche</sub> ≥10 cm
<b>liegender Baum</b>	40	Länge* <sup>1</sup>	D <sub>1,3</sub>	D <sub>1,3</sub> ≥7(6) cm	D <sub>1,3</sub> ≥7(6) cm
<b>liegender Baum*<sup>1</sup></b>	45				
<b>lieg. Stammteil/ liegender Starkast*<sup>1</sup></b>	50	Länge bis D>6cm	D <sub>1/2</sub>	D <sub>am stärkeren Ende</sub> ≥15cm, Länge ≥ 3 m	D <sub>a.st.E.</sub> ≥20 cm, Länge ≥ 6 m



Tab. 3: Notwendige Aufnahmeparameter und Kriterien zur Typenbestimmung bei der Aufnahme und Einmessung von Totholz (LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2007: 8)

\*1 – Wurde liegendes Totholz in seiner Länge durch die Probekreisgrenze abgeschnitten, kam bei der Längen- und Mittendurchmesser-Ermittlung nur die Länge innerhalb des Probekreises zur Messung. Liegende Bäume (Typ 40) wurden dann wie liegende Stammteile (Typ 50) aufgenommen. In der Spalte 9 (Typ) wurde für diese Objekte ‚45‘ signiert. Verblieben weniger als 6 m eines liegenden Stammteils/Starkastes (Typ 50) im Probekreis, unterblieb die Einmessung der Koordinaten. Lagen weniger als 3 m im Probekreis, wurde das Objekt nicht mehr erfasst. (Vgl. LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2007: 8)

### 3.2.2.2 Zersetigungsgrad von Totholz

Bei der Aufnahme von stehendem und liegendem Totholz wurde in Spalte 19 im Formblatt II der Zersetigungsgrad nachfolgender Nomenklatur (Tab. 4) dokumentiert.

Zersetigungsgrad von Totholz
1 - frisch, ein (bis zwei) Jahr(e)
2 - beginnende Zersetzung, beilfest, Rinde lose/ab, Kernfäule bis 1/3 des Durchmessers
3 - fortgeschrittene Zersetzung, Splintbereich weich, Kern z.T. noch beilfest, deutliche Zersetzung von über 2/3 des Durchmessers
4 - stark vermodert, durchgehend weich, Umrisse aufgelöst.

Tabelle 4: Angaben zum Zersetigungsgrad von Totholz, Quelle: (LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2007: 9)

### 3.2.3 Verjüngung

Die Aufnahme der Verjüngung fand in den vier Satellitenkreisen innerhalb des Probekreises statt. Die Satellitenkreise sind auf den Achsen Norden, Osten, Süden und Westen angelegt und messen je eine Entfernung vom Probekreismittelpunkt bis zum Satellitenkreismittelpunkt von 8 m (siehe Abbildung 7). Ein Satellitenkreis hat einen Radius von 1,99 m, was einer Fläche von je 12,5 m<sup>2</sup> entspricht. In den Satellitenkreis werden alle Jungpflanzen einer Baumart bis 2,00 m Höhe aufgenommen. Dabei wurden im Formblatt III Angaben zur Verbisschadstufe, Höhenklasse und Anzahl einer Baumart gemacht, siehe Tabelle 5. (Vgl. ebd.: 11)

Verbissschadstufen	Höhenklassen
0 - ohne Schäden	
1 - geringe Schäden, nur Seitentriebe verbissen	< 0,2 m
2 - mittlere Schäden, Terminaltrieb einmal verbissen	0,2- 0,49 m
3 - starke Schäden, Terminaltrieb mehrmals verbissen Terminaltrieb und Seitentriebe verbissen oder Jungpflanze verfehlt	0,5 - 1,29 m
4 - andere Schadursache	1,3 - 2,0 m

Tabelle 5: Angaben zur Verbissschadstufe und Höhenklasse bei der Verjüngungsaufnahme der Waldstruktur, Quelle: (LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2007: 11)

### 3.2.4 Fotodokumentation

Um die Dynamik des Waldes visuell darzustellen, wurde innerhalb der Probekreise fotografiert. Dabei erschien ein direkter Vergleich zwischen den Fotos der Vegetationsaufnahme aus 2016 und denen Fotos der Waldstrukturaufnahme aus 2022 sinnvoll. Leider konnte der Bachelorarbeit „Vegetationsaufnahme“ (HARTMANN 2016) keine einheitliche Vorgehensweise beim Fotografieren entnommen werden, sodass nur Vergleichsfotos von Objekten gemacht wurden, die zweifelsfrei im Gelände auffindbar waren (siehe Kapitel 4.4). Um die Walddynamik aber auch in Zukunft vergleichbar zu machen, wurden weitere Fotos in einem reproduzierbaren Verfahren wie folgt angefertigt. Dazu wurden rot-weiße Fluchtstabstangen in 8 m Entfernung in den Haupthimmelsrichtungen eingemessen und im Erdreich fixiert. So können die Distanz und Dimension der Objekte auf den Fotos besser eingeschätzt werden. Dann wurde die Kamera (SONY DSC-HX80) mit Hilfe eines Stativs in 1,60 m Höhe über dem Probekreismittelpunkt in Waage ausgerichtet. Pro Probekreis erfolgten dann insgesamt vier Fotos in den Himmelsrichtungen Norden, Osten, Süden und Westen. Im Kapitel 4.4 Fotodokumentation sind Vergleichsfotos aus dem Jahr 2016 und 2022 einzelner Probekreise dargestellt. Einige Fluchtstabstangen auf den Fotos sind aufgrund der einsetzenden Sukzession nur schwer zu erkennen. Die Fotos vom Puffer 2 (siehe Ordner Fotos beigefügte CD) stammen von Vivien Hübner, die im selben Jahr eine Vegetationsaufnahme im Windwurf durchführte (vgl. HÜBNER 2022). Aber in den Puffern 1 und 2 konnten leider keine vergleichbaren Objekte aus dem Jahr 2016 gefunden werden, so dass in diesen Probekreisen keine Vergleichsfotos im Kapitel 4.4. dokumentiert wurden.

### 3.3 Auswertungsmethoden

#### 3.3.1 Derbholz

Für den Bestand des Holzes der über 2 m und im Durchmesser < 7 cm ( $D_{1,3}$ ) misst, wurden die Individuen einer Art innerhalb des Probekreises gezählt. Beim Bestand des Holzes der eine Höhe von über 2 m und im Durchmesser > 7 cm aufwies, kam neben der Individuenzählung eine Volumenberechnung hinzu, die durch den Landesforst Mecklenburg-Vorpommern berechnet und gespeichert wurde. In der folgenden Tabelle: 6 sind die Formeln zur Berechnung des Stammvolumens einer Art in Bezug auf die Baumhöhe und den Durchmesser ( $D_{1,3}$ ) aufgeführt. (Vgl. Landesforst M-V, Forstliches Versuchswesen 2007: 7 – 8)

Baumart	Volumentafel	Autor d. Gleichung	Funktionsgleichung
Gem. Kiefer ( <i>Pinus sylvestris</i> )	SCHWAPPACH 1890	LEMBCKE 1975 (ET 1952 Gru./Schw.)	$VD = \exp(-9.675966+1.99797* \ln(d)+0.82493*\ln(h))-0.01$
Eiche ( <i>Quercus</i> )	LOCKOW 1987 (für Alter < 31)	LOCKOW 1987	$VS = 0.00007043686* d^{1.8747}*h^{0.91121}$
Eiche ( <i>Quercus</i> )	LOCKOW 1987 (für Alter < 31)	LOCKOW 1987	$VD = VS*0.98711565*\exp(-\exp(3.62746535-0.510275209*d))$
Eiche ( <i>Quercus</i> )	LEMBCKE 1971 (für Alter > 31)	LEMBCKE 1971	$VD = \exp(-10,7172+2,18338* \ln(d)+0,97769*\ln(d))$
Rotbuche ( <i>Fagus sylvatica</i> )	KENNEL 1969	LEMBCKE 1980	$VD = ((34.9429+0.00047955* d*d+36.6829/h+0.0996*h)*d *d*h-8430.8*h/d)*0.000001$
Hänge- Birke ( <i>Betula pendula</i> )	GRUNDNER 1906	NIEFNECKER 1986	$VD = \exp(-9.85376+1.87874* \ln(d)+0.98315*\ln(h))-0.007$

Tab. 6: Funktionsgleichungen für die Volumenberechnung des Derbholzes (LFG MV, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2000: 8 – 9) und (NATIONALPARKAMT MÜRITZ o. D. o. S.) zit. n. SCHOTT 2019: 24)

Die Funktionsgleichungen wurden der Dokumentation des Datenbankprojektes Naturwaldreservate des Landesamtes für Forsten und Großschutzgebiete entnommen, mit Ausnahme der Eiche (*Quercus*) für das Alter > 31 Jahre, diese stammt aus der Masterarbeit von Christina Maria Schott (2019).

### 3.3.2 Totholz

Das Totholzvolumen wurde mit Hilfe der unten angegebenen Formel des Zylinders berechnet.

$$V = \pi \cdot (d^2/4) \cdot h$$

Weiterhin wurde der Volumenanteil ( $V_s$ ) des Totholzes in %, mit der unten angegebenen Formel berechnet. (Vgl. NATIONALPARKAMT MÜRITZ o. J. zit. n. SCHOTT 2019: 24)

$$V = (\pi \cdot (d^2/4) \cdot h) \cdot (V_s/\dots\%)$$

### 3.3.3 Verjüngung

Bei der Verjüngung in den Satellitenkreisen wurde die Anzahl der Individuen einer Baumart bis 2,00 m als Parameter aufgenommen und in die Rubriken „Höhenklasse“ und „Verbissschadstufe“, (s. Tabelle 5, Seite 19) eingeteilt. Die Daten der Höhenklasse fanden bei der Diagrammdarstellung keine Berücksichtigung. Besonderheiten wurden im Textteil näher erläutert. Umgerechnet und ausgewertet wurde nur die Anzahl der Individuen einer Baumart pro Hektar, siehe dazu die unten angegebene Formel. (Vgl. Landesforst M-V, Forstliches Versuchswesen 2007: 11)

$$(A \text{ Probekreis} / A \text{ Satellitenkreise}) \cdot (10/4 \text{ Satellitenkreise})$$

## 3.4 Datenanalyse

Die deskriptive Analytik, wie z. B. Tabellen und Grafiken wurden mit den Programmen Excel und Word von Microsoft 365 erstellt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Derbholz

#### 4.1.1 Stammzahl über 2,00 m Höhe und über 7 cm $D_{1,30}$

Im Windwurf 01 (siehe Abbildung 8) ist das Derbholz der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit 310 Individuen und der Gemeinen Birke (*Betula pendula*) mit 190 Individuen

pro Hektar in der Durchmesserklasse 7 – 10 am stärksten ausgeprägt. In der Durchmessergruppe 11 – 20 treten nur zehn Individuen der Art Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) auf und die Gemeine Birke (*Betula pendula*) ist mit 50 Exemplaren pro Hektar ebenfalls wenig vorhanden.

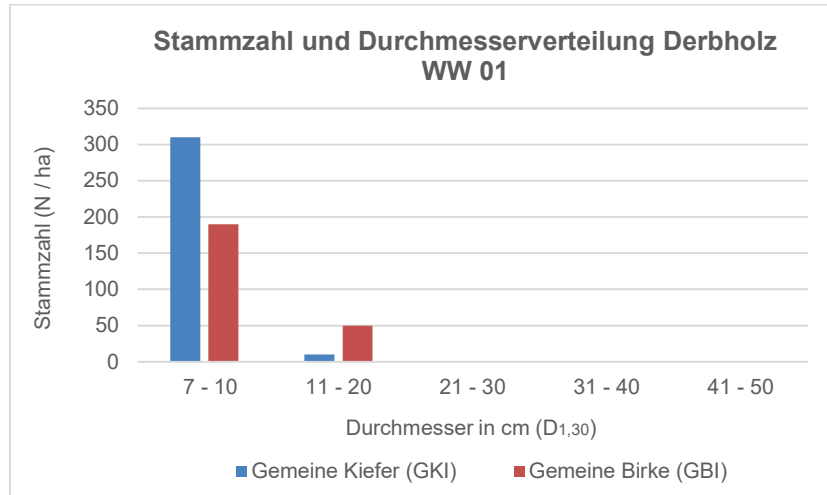


Abb. 8: Stammzahl und Durchmesserverteilung des Derbholzes über 2,00 m Höhe und über 7 cm D<sub>1,30</sub> für die Fläche WW 01, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONAL-PARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im Windwurf 02 (siehe Abbildung 9) ist die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) in der Durchmesserklasse 7 – 10 cm mit 200 Individuen zusammen mit der Gemeinen Birke (*Betula pendula*) mit 90 Individuen pro Hektar stark vertreten. Der Unterschied zum Windwurf 01 liegt darin, dass die Durchmesserklassen 11 – 30 cm von Baumarten unberührt sind und die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit 40 Individuen in der Durchmesserklasse 31 – 40 cm mäßig und mit nur zehn Individuen in der Durchmesserklasse 41 – 50 cm schwach vorkommt, was sich klar in den Kieferaltbestand und die Verjüngung aus den letzten Jahren unterscheiden lässt.

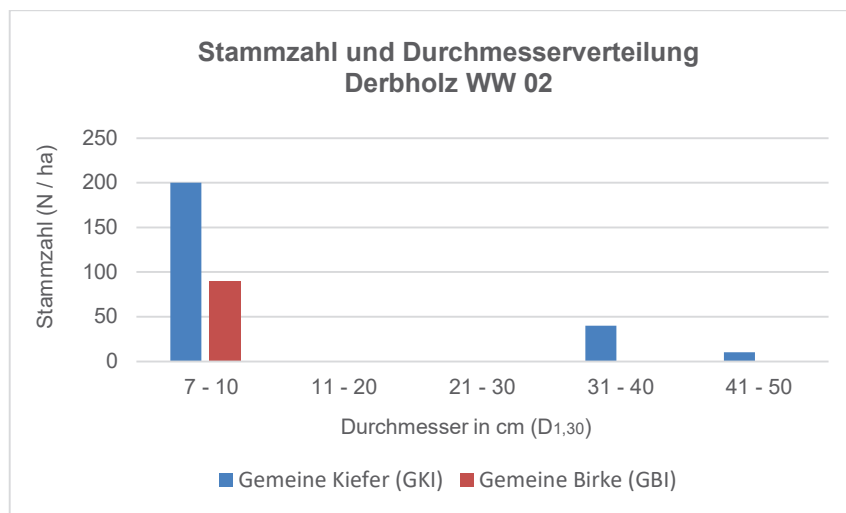


Abb. 9: Stammzahl und Durchmesserverteilung des Derbholzes über 2,00 m Höhe und über 7 cm  $D_{1,30}$  für die Fläche WW 02, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONAL-PARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im Windwurf 03 (siehe Abbildung 10) kommt die Gemeine Birke (*Betula pendula*) mit 220 Individuen pro Hektar, stark konzentriert, in der Durchmesserklasse 7 – 10 cm vor. Außerdem treten 50 weitere Individuen dieser Art in der Durchmesserklasse 11 – 20 cm je Hektar auf. Die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) ist nun weniger zahlreich, aber am häufigsten ihrer Art, mit 120 Individuen in der Durchmesserklasse 7 – 10 cm vertreten. Außerdem treten 40 Individuen in der Durchmesserklasse 21 – 30 cm und zehn Individuen in der Durchmesserklasse 31 – 40 cm auf.

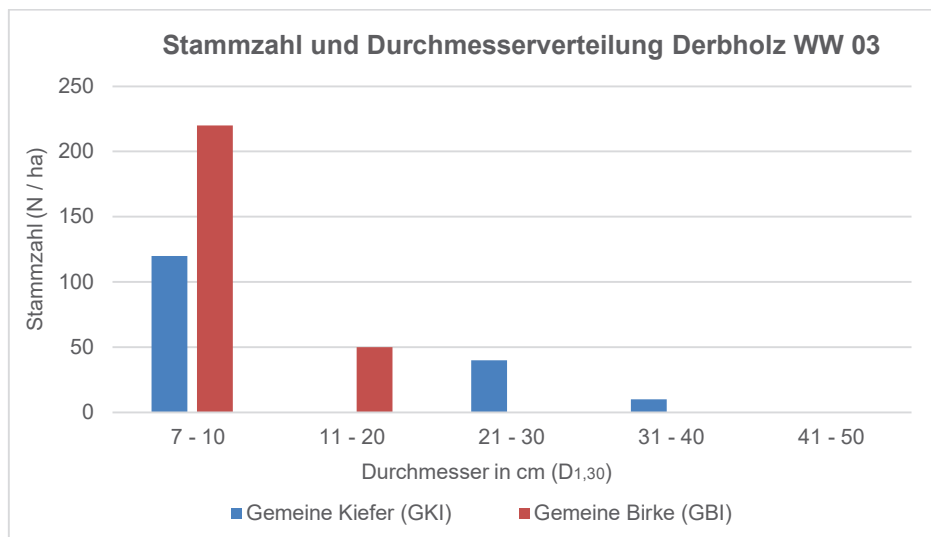


Abb. 10: Stammzahl und Durchmesserverteilung des Derbholzes über 2,00 m Höhe und über 7 cm  $D_{1,30}$  für die Fläche WW 03, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONAL-PARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im Windwurf 04 (siehe Abbildung 11) ist die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) nur spärlich vertreten. Gerade einmal 20 Individuen pro Hektar befinden sich einzig in der Durchmesserklasse 7 – 10 cm. Anders ist es bei der Gemeinen Birke (*Betula pendula*), die in derselben Durchmesserklasse mit 390 Exemplaren vorkommt. Weitere Individuen dieser Art, 40 an der Zahl, treten nur noch in der Durchmesserklasse 11 – 20 cm auf.

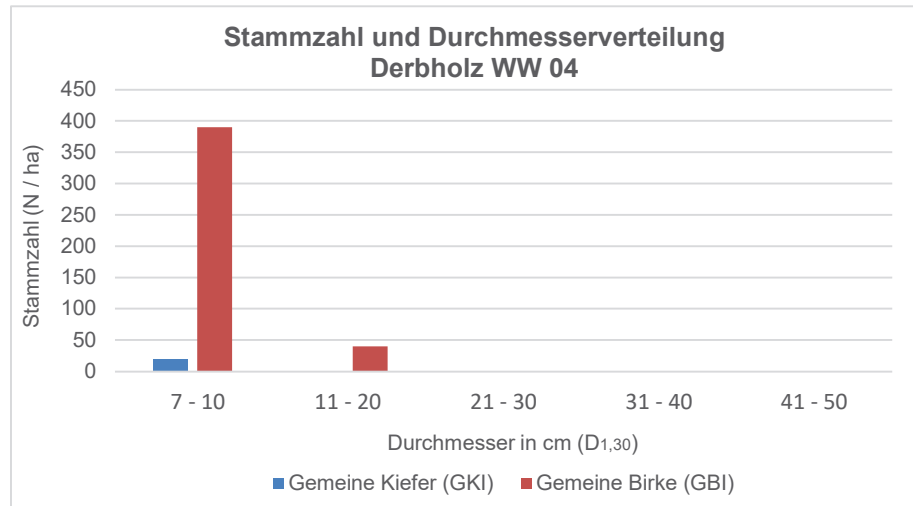


Abb. 11: Stammzahl und Durchmesserverteilung des Derbholzes über 2,00 m Höhe und über 7 cm D<sub>1,30</sub> für die Fläche WW 04, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONAL-PARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im WW 05 (siehe Abbildung 12) nördlich des Windwurfes kommen hauptsächlich Gemeine Kiefern (*Pinus sylvestris*) aus Altbeständen vor. Besonders stark treten sie in der Durchmesserklasse 21 – 30 cm mit 490 Individuen und in der Durchmesserklasse 31 – 40 cm mit 120 Individuen pro Hektar auf. Ein kleiner Teil dieses Bestandes, 20 Exemplare je Hektar, finden sich in der Durchmesserklasse 11 – 20 cm wieder. Wenige Gemeine Birken (*Betula pendula*), zehn Individuen pro Hektar, haben sich bereits natürlich in der Durchmesserklasse 7 – 10 cm verjüngt.

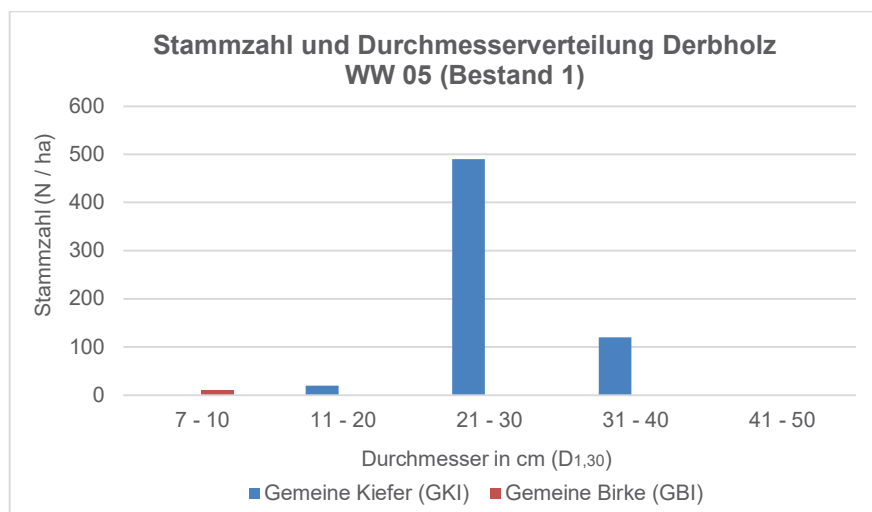


Abb. 12: Stammzahl und Durchmesserverteilung des Derbholzes über 2,00 m Höhe und über 7 cm D<sub>1,30</sub> für die Fläche WW 05, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONAL-PARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im WW 06 (siehe Abbildung 13) südlich des Windwurfes kommen wie im WW 05 hauptsächlich Gemeine Kiefern (*Pinus sylvestris*) aus Altbeständen vor, allerdings weniger als die Hälfte dieser Art in der Fläche. Am stärksten treten sie in der Durchmesserklasse 31 – 40 cm mit 160 Individuen und in der Durchmesserklasse 21 – 30 cm mit 90 Individuen pro Hektar auf. Außerdem finden sich 20 Exemplare in der Durchmesserklasse 41 – 50 cm und 10 Exemplare in der Durchmesserklasse 7 – 10 cm wieder. Weniger auf der Fläche vorkommend ist die Gemeine Birke (*Betula pendula*), mit 20 Individuen pro Hektar in der Durchmesserklasse 7 – 10 cm und 10 Individuen in der Durchmesserklasse 31 – 40.

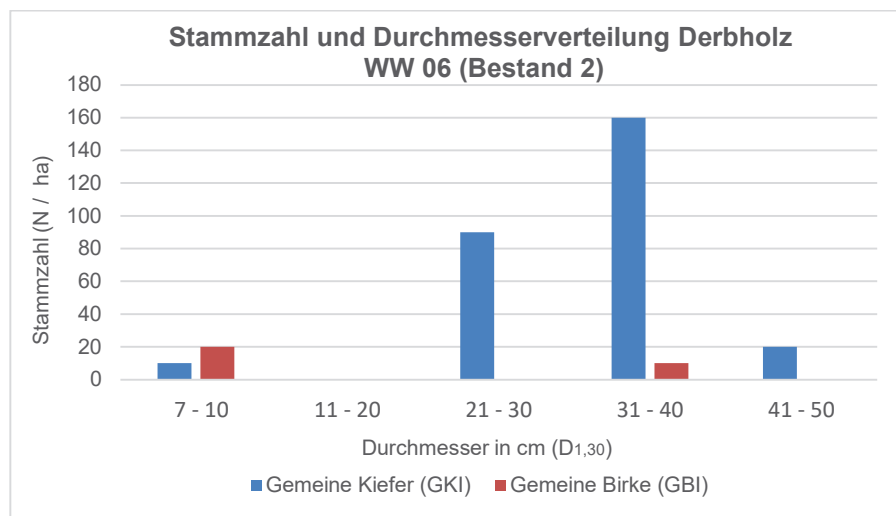


Abb. 13: Stammzahl und Durchmesserverteilung des Derbholzes über 2,00 m Höhe und über 7 cm D<sub>1,30</sub> für die Fläche WW 06, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONAL-PARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im Windwurf 07 im Übergangsbereich (siehe Abbildung 14) treten etwa gleich viele Gemeine Kiefern (*Pinus sylvestris*) wie Gemeine Birke (*Betula pendula*) auf. Mit insgesamt gerade einmal 40 Individuen pro Hektar mehr, ist die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) leicht dominanter als die Gemeine Birke (*Betula pendula*) auf dieser Fläche. Auch in diesem Diagramm ist klar erkennbar, dass es sich bei der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*) um alte Forstbestände, aus Zeiten vor dem Windwurfereignis handelt. In der Durchmesserklasse 21 – 30 cm mit gerade einmal 40 Individuen, ist die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mäßig vertreten. Ihren Höhepunkt hat sie aber mit 160 Individuen pro Hektar in der Durchmesserklasse 31 – 40 cm. Langsam flacht diese Art mit zehn Individuen pro Hektar in der Gruppenklasse 41 – 50 cm ab.



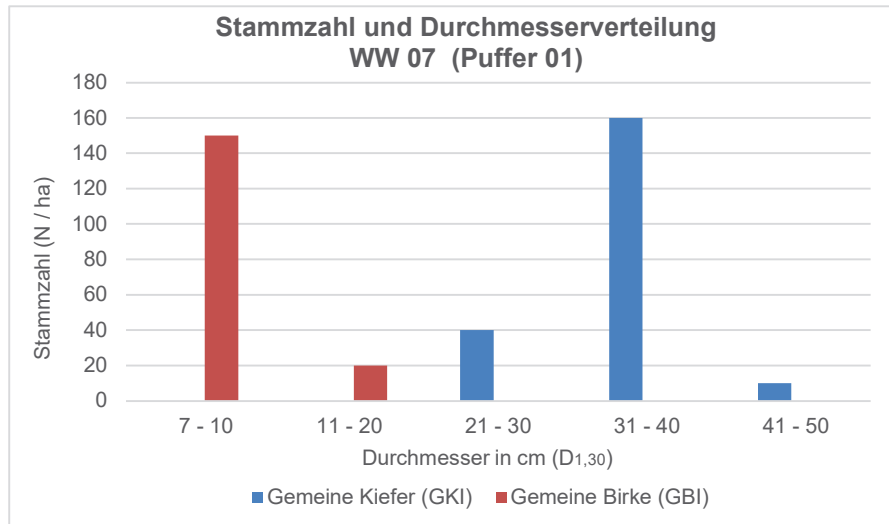


Abb. 14: Stammzahl und Durchmesserverteilung des Derbholzes über 2,00 m Höhe und über 7 cm D<sub>1,30</sub> für die Fläche WW 07, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONAL-PARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023)

Im Windwurf 08, ebenfalls im Übergangsbereich (siehe Abbildung 15), kommen die meisten Gemeinen Kiefern (*Pinus sylvestris*) als Verjüngung mit 240 Individuen pro Hektar in der Durchmesserklasse 7 – 10 cm vor. Außerdem befinden sich in dieser Klasse 80 Exemplare der Gemeinen Birke (*Betula pendula*). Weiter tritt die Gemeine Birke (*Betula pendula*) nur noch in der Gruppenklasse 11 – 20 cm mit 60 Individuen auf. Außerhalb der Kiefernverjüngung in der ersten Gruppe steigt die Anzahl an Individuen von zehn in der 11 – 20 Durchmessergruppe über 20 in der 21 – 30 cm Durchmessergruppe bis zu 100 Individuen in der 31 – 40 cm Durchmessergruppe.

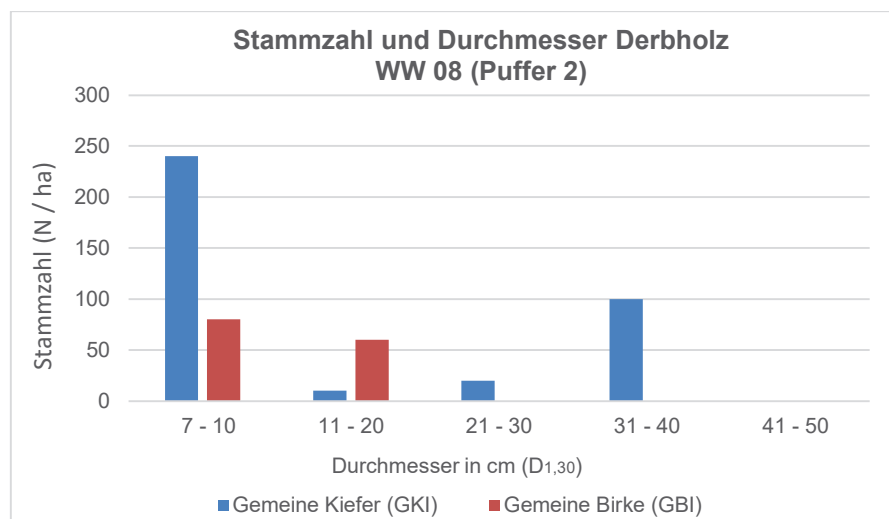


Abb. 15: Stammzahl und Durchmesserverteilung des Derbholzes über 2,00 m Höhe und über 7 cm D<sub>1,30</sub> für die Fläche WW 08, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONAL-PARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Aus der Gesamtübersicht des Derbholzes in Abbildung 16 lässt sich herauslesen, dass die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) die dominante Baumart auf der Fläche ist. Das trifft für den vom Sturmtief standgehaltenen Altbestand der Kiefernforst mit den Durchmesserzahlen 20 – 43 cm zu sowie für die aus den letzten Jahren stammende Verjüngung mit den Durchmesserzahlen 7 – 11 cm. Kiefern im Durchmesserbereich 15 – 12 cm waren auf den Windwurfflächen 1 – 8 nicht vorhanden. Bei der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*) im Durchmesser 11 – 7 cm und bei der Gemeinen Birke (*Betula pendula*) im Durchmesser 14 – 7 cm, ist ein signifikant starker Anstieg der Stammzahl (N) aus den letzten Jahren zu verzeichnen. Hier wird deutlich, dass es sich bei diesen beiden Baumarten um die heranwachsende Verjüngung nach dem Sturmtiefereignis handelt. Die Stammzahlen der Arten Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) und der Gemeine Birke (*Betula pendula*) mit 440 N/ha und 450 N/ha, bei einem Durchmesser (D<sub>1,30</sub>) von 7 cm, weisen auf eine in Zukunft dichter wachsende Bewaldung hin.

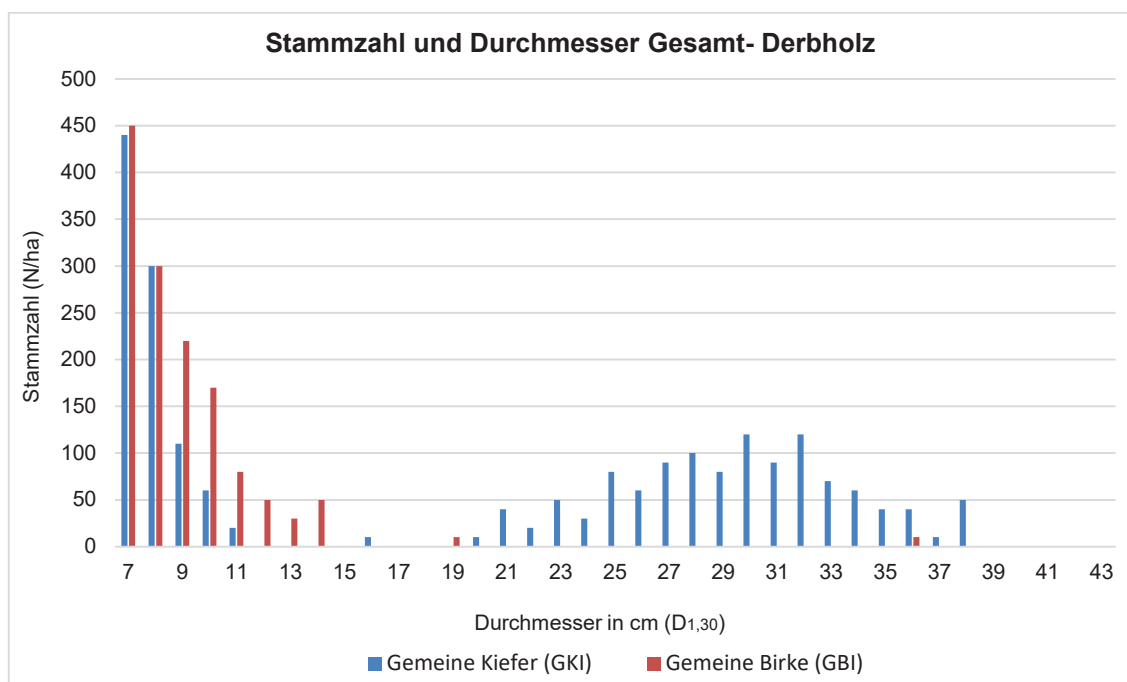


Abb. 16: Stammzahl und Durchmesserverteilung des Derbholzes über 2,00 m Höhe und über 7 cm D<sub>1,30</sub> für die Fläche WW 01 – 08, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: O. S.)

#### 4.1.2 Stammzahl über 2,00 m Höhe und unter 7 cm D<sub>1,30</sub>

In der Abbildung 17 wird deutlich, dass die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) auch in der Kategorie unter 7 cm (D<sub>1,30</sub>) am häufigsten vertreten ist. Gerade in den Windwürfen, 01 – 02 tritt diese Art mit 2.860 und 3.150 Individuen sehr stark auf. Im WW 03 fällt diese Art stark bis auf 780 Exemplare ab und hält sich dann in den anderen Windwürfen, mit

Ausnahme von WW 05 und WW 06, zwischen 1.230 und 1.320 Individuen pro Hektar stabil. Die zweit häufigste Art in dieser Kategorie ist die Gemeine Birke (*Betula pendula*) mit 280 – 550 Individuen pro Windwurf je Hektar. Ausnahme dabei ist der WW 04. Mit 4.300 Individuen pro Hektar ist sie die einzige Fläche, in der die Gemeine Birke (*Betula pendula*) stark dominiert. Mit insgesamt 230 Individuen ist die Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) die Art, die am dritthäufigsten auftritt. Die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) ist mit insgesamt 160 Individuen in den WW 1, WW 03 und WW 08 vertreten. Und sogar 80 Exemplare der Gewöhnlichen Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*), 40 Individuen der Eiche (*Quercus*) und 40 Individuen pro Hektar der Gemeine Fichte (*Picea abies*) kommen auf der Fläche vor.

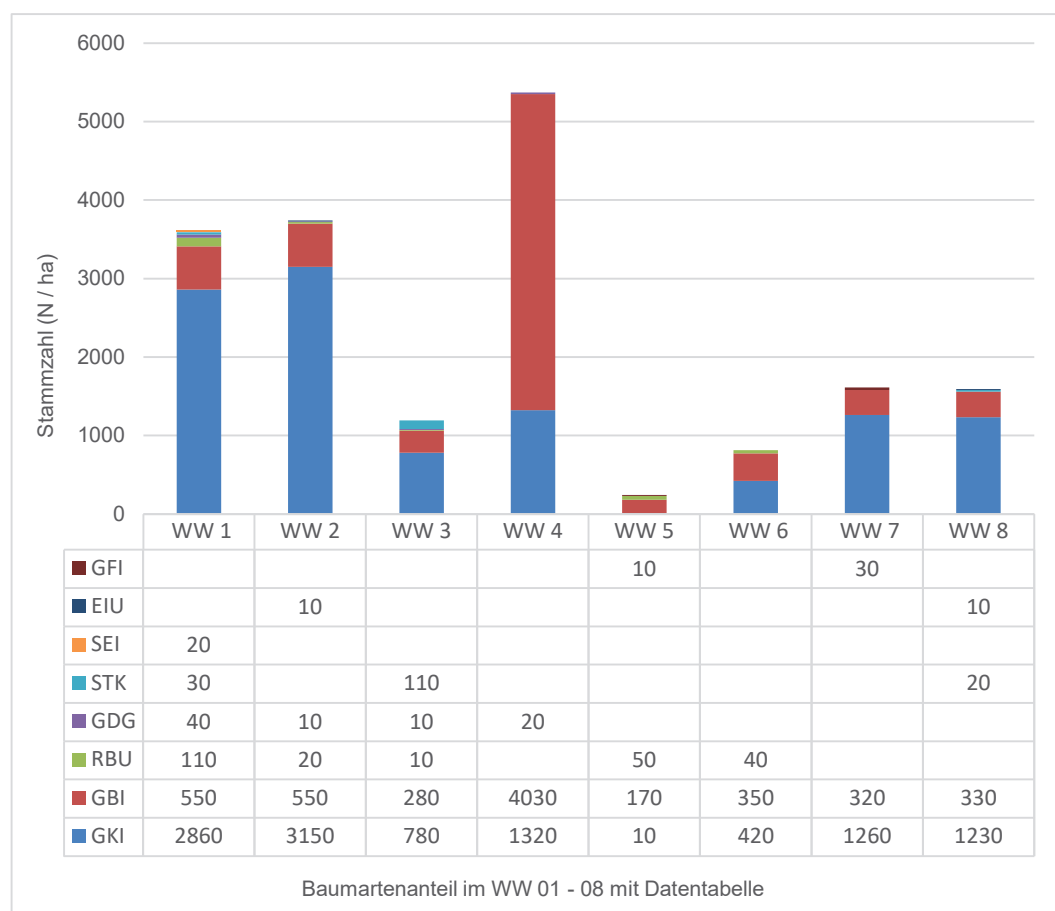


Abb. 17: Stammzahl mit Baumartenanteil über 2,00 m Höhe und unter 7 cm D<sub>1,30</sub> der Windwurfflächen WW 01 – 08 mit Datentabelle, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

#### 4.1.3 Derbholzvorrat

In der unten aufgeführten Abbildung 18 wird der gesamte Derbholzvorrat vom Windwurf 01 – 08 dargestellt. Die Windwurfflächen 01 und 04 mit 7,41 m<sup>3</sup>/ha und 8,46 m<sup>3</sup>/ha

weisen insgesamt von den acht Windwurfflächen den niedrigsten Volumenanteil des Derbholzes auf. Innerhalb der Wurffläche, von WW 01 – 04 sind WW 02 und 03 mit 66,86 m<sup>3</sup>/ha und 34,64 m<sup>3</sup>/ha die Flächen, die den höchsten Volumenanteil zeigen. Werden alle Flächen betrachtet, dominiert der WW 05 (Bestand 1) mit 396,99 ml/ha an Derbholzvolumen. Die Zahlen der Windwürfe WW 06 und 07 deuten mit 229,15 ml/ha und 213,83 ml / ha auf eine fast identische Derbholzmenge hin. Mit 128,59 ml / ha befindet sich der im Übergang liegende Bereich WW 08 nahe dem Durchschnitt. Der Mittelwert des Derbholzvorrates liegt bei 135,7 ml / ha. (Vgl. NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

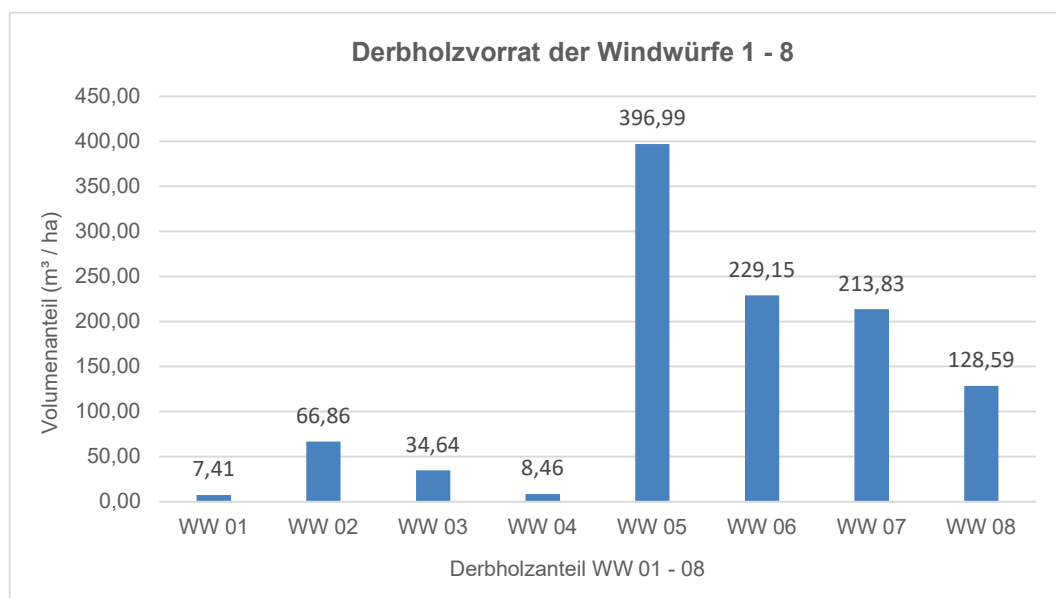


Abb. 18: Derbholzvorrat vom WW 01 – 08 für die Stämme über 2,00 m Höhe und über 7 cm Durchmesser (D<sub>1,30</sub>), Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

#### 4.1.4 Deckungsgrad der Schichten

Im Windwurf 01 (siehe Abbildung 19) sind 60 % der Fläche durch die Baumschicht 1 abgedeckt, welche aus Jungbäumen der letzten Jahre besteht und eine Höhe von über 5 m aufweist. Andere Schichten im WW 01 sind zwar vertreten, wurden aber aufgrund unter 5 % Vorkommen nicht dokumentiert, siehe auch Kapitel 4.4 Fotodokumentation ab Seite 41.

Im Windwurf 02 waren 10 % der Deckung Kiefern der Baumschicht B1 aus dem forstlichen Altbestand, mit Höhen von über 20 m. Die Baumschicht B2 deckt die Fläche mit 40 %. Strauch- und Krautschicht wurden wieder aufgrund des Vorkommens unter 5 % vernachlässigt.

Der Windwurf 03 mit gerade einmal 5 % Bäumen aus Altbeständen befindet sich in der Baumschicht B1. Die Baumschicht B2 deckt 20 % und die Strauchschicht den größten Teil mit 25 % ab.

Im Windwurf 04 liegen 5 % der Deckung in der Baumschicht 01, der größte Teil mit 70 % liegen in der Baumschicht B2 und 10 % decken die Strauchschicht ab.

Im Windwurf 05 (Bestand 1) wird der größte Teil der Fläche mit 45 % durch die Baumschicht B1 abgedeckt, die mit über 26 m dem Altbestand der Kiefernforst angehören.

5 % des Windwurfes sind mit Strauchschicht bedeckt. Baumschicht B2 und Krautschicht wurden wieder aufgrund des geringen Vorkommens vernachlässigt.

Im Windwurf 06 (Bestand 2) sind Baumschicht B1 mit 35 % Deckung und Strauchschicht mit 5 % Deckung fast identisch wie im WW 05 (Bestand 1). Hinzu kommt aber, dass die Strauchschicht mit einem Anteil von 10 % Deckung vorhanden ist.

Windwurf 07 (Puffer 1) hat als Übergangsbereich vergleichbare Anteile in allen Schichten. Dabei finden sich 30 % in der Baumschicht B1, 10 % in Baumschicht B2, 20 % in Strauch- und 15 % in Krautschicht wieder.

Im Windwurf 08 (Puffer 2) macht die Strauchschicht mit 65 % den höchsten Teil der Deckung aus. Danach folgen die Baumschicht B2 mit 30 % und Baumschicht B1 mit 15 %. Die Krautschicht macht den kleinsten Teil der Deckung mit 5 % aus. Insgesamt sind die Deckungsgrade auf den Flächen entsprechend den Strukturen sehr unterschiedlich. (Vgl. Landesforst M-V, Forstliches Versuchswesen 2007: 6)

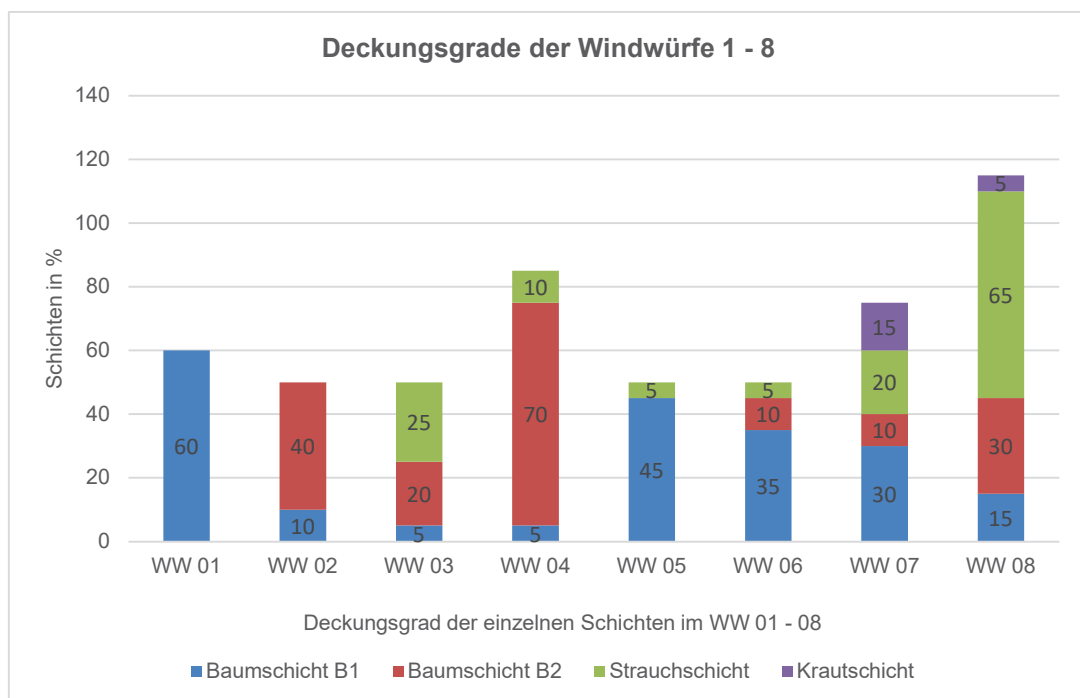


Abb. 19: Deckungsgrad der nach Höhe definierten Schichten in 5%- Stufen, siehe Kapitel 3.2.1 Derbholz, Seite 15 der Windwurfflächen WW 01 – 08 (LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN 2007: 6)

## 4.2 Totholz

### 4.2.1 Durchmesser- und Stammzahlverteilung Totholz

In der unten aufgeführten Abbildung 20 ist deutlich zu erkennen, dass die Totholz Typen 40, 45 und 50, welche dem Totholz liegende Bäume, liegende Stammteile und Starkäste entsprechen, häufiger in der Stammzahl vorkommen als die Typen 10 und 20. Der Kern der Stammzahlen liegt durchschnittlich mit ca. 140 N/ha in der Durchmesserklasse 11 – 23 cm, die den höchsten Anteil ausmachen. Der Peak befindet sich im Durchmesser mit 16 cm bei 210 N / ha. Die niedrigsten Stammzahlen liegen bei 10 N/ha und sind in den Durchmessern 7, 34, 35 und 46 cm vertreten. 46 cm ist der stärkste ermittelte Totholzdurchmesser dieser Kategorie. Die Totholz-Typen 10 und 20, welche dem Totholz stehender Bäume und Hochstümpfen entsprechen, befinden sich relativ konstant in der Durchmesserklasse 16 – 32 cm und weisen durchschnittlich eine Stammzahl von 23,13 N/ha auf. Der Peak dieser Kategorie liegt bei dem Durchmesser 21 cm mit 60 N/ha. Dort zeigen sich die niedrigsten Stammzahlen ebenfalls bei 10 N/ha in den Durchmessern 16, 19, 20, 26 und 32 cm. In der Kategorie toter, stehende Bäume und Hochstümpfe ist 32 cm der stärkste ermittelte Durchmesser vorhanden. (Vgl. ebd.: 8)

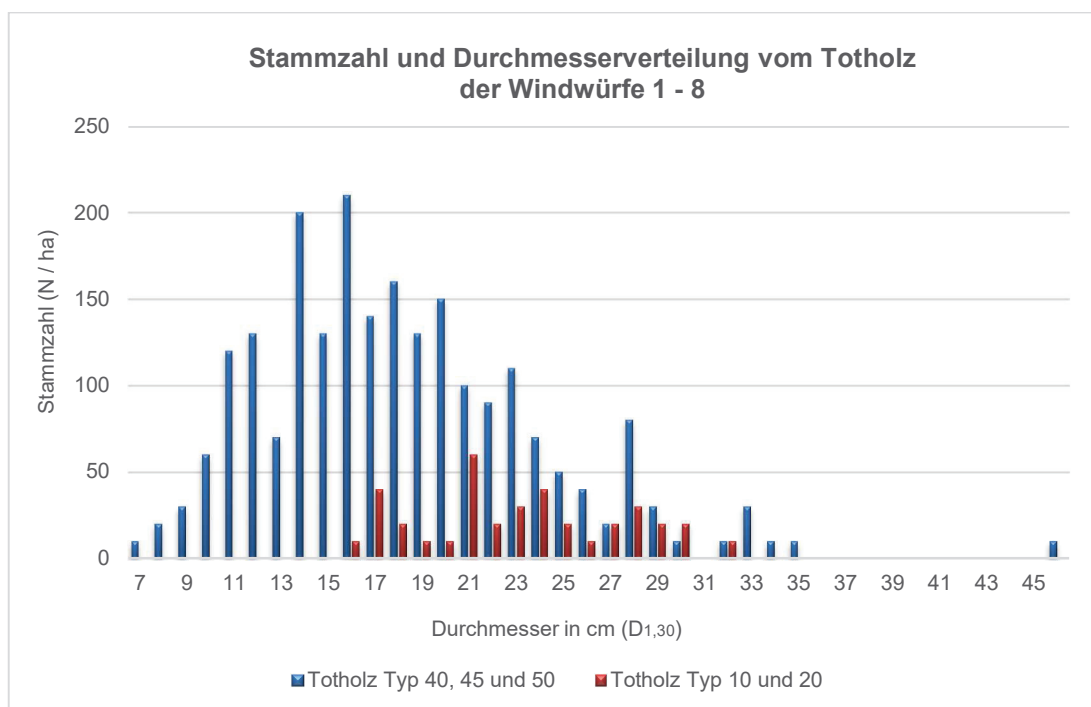


Abb. 20: zeigt die Stammzahl und Durchmesserverteilung des gesamten, auf dem Boden befindlichen liegenden Totholzes innerhalb der Windwurfflächen WW 01 – 08, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

#### 4.2.2 Grundfläche stehendes Totholz

Aus dem unten aufgeführten Diagramm der Abbildung 21 wird der Grundflächenanteil je Baumart für das stehende Totholz innerhalb eines Probekreises dargestellt. Die höchste Grundfläche des Typs 20 (Hochstumpf) weist die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) im Windwurf 04 mit 0,454 m<sup>2</sup>/ha und Windwurf 01 mit 0,445 m<sup>2</sup>/ha auf. In den Windwürfen 05 und 06 wurde nach den Kriterien der „Anweisung zur Aufnahme der Waldstruktur in M – V“ kein stehendes Totholz aufgefunden. Die Windwürfe 02, 03, 07 und 08 haben ähnlich große Grundflächen wie die der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*). Sie liegen zwischen 0,155 und 0,201 m<sup>2</sup>/ha, etwas unterhalb des Mittelwertes. Der Mittelwert dieser Art liegt bei 0,271 m<sup>2</sup>/ha. Die Gemeine Birke (*Betula pendula*) tritt mit einer Fläche von 0,057 m<sup>2</sup>/ha allein nur im Windwurf 04 auf. Der Typ 10, toter, stehender Baum kommt mit 0,067 m<sup>2</sup>/ha einzig lediglich als Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) im WW 07 vor.

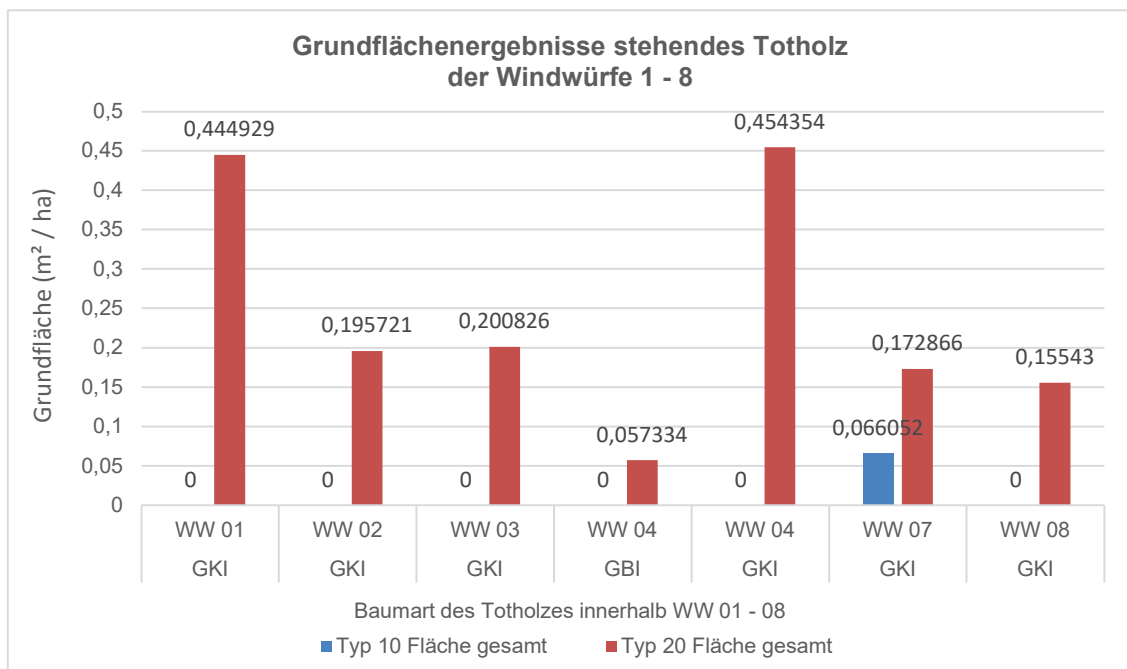


Abb. 21: zeigt die Grundflächenergebnisse je Baumart des stehenden Totholzes innerhalb der Windwurfflächen WW 01 – 08, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Die Grafik des Diagramms Stammzahlen „stehendes Totholz“ in der Abbildung 22 ist vergleichbar mit der Grafik des Flächenanteils „stehendes Totholz“. Die höchste

Stammzahl hat die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) im Windwurf 04 mit 100 Individuen pro Hektar und im Windwurf 01 mit 90 Individuen pro Hektar erreicht. In den Windwürfen 05 und 06 wurde nach den Kriterien der „Anweisung zur Aufnahme der Waldstruktur in Naturwaldreservaten in M-V“ kein stehendes Totholz aufgefunden. Die Windwürfe 02, 07 und 08 weisen mit der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*) vergleichbare Stammzahlen von 40, 30 und 30 auf. Die Gemeine Birke (*Betula pendula*) tritt einzig nur im Windwurf 04 auf. Insgesamt ist der WW 04 mit 20 Individuen pro Hektar der Windwurf, der die niedrigste Stammzahl aufzeigt.

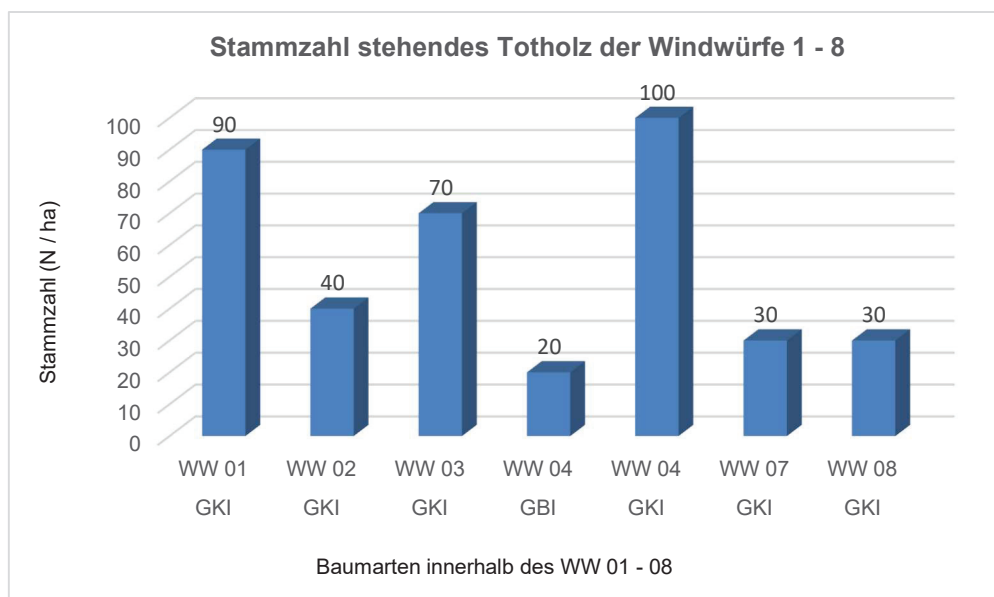


Abb. 22: zeigt die Stammzahl je Baumart des stehenden Totholzes innerhalb der Windwurfflächen WW 01 – 08, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023)

#### 4.2.3 Totholzvorrat

Die Abbildung 23 zeigt den gesamten Totholzvorrat der Windwürfe WW 01 – 08. Der höchste Totholzvorrat in dieser Kategorie befindet sich mit 134,23 m<sup>3</sup>/ha im Windwurf 01. Knapp dahinter mit 120,22 m<sup>3</sup>/ha Totholz liegt der WW 04. In den Altbeständen WW 05 und 06 befindet sich trivialerweise mit 3,67 und 24,18 m<sup>3</sup>/ha am wenigsten Totholz. Erwartungsgemäß liegen die Pufferbereiche WW 07 und 08 mit 66,41 m<sup>3</sup>/ha und 78,45 m<sup>3</sup>/ha ungefähr im Mittel des Totholzvorrates. (Vgl. NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)



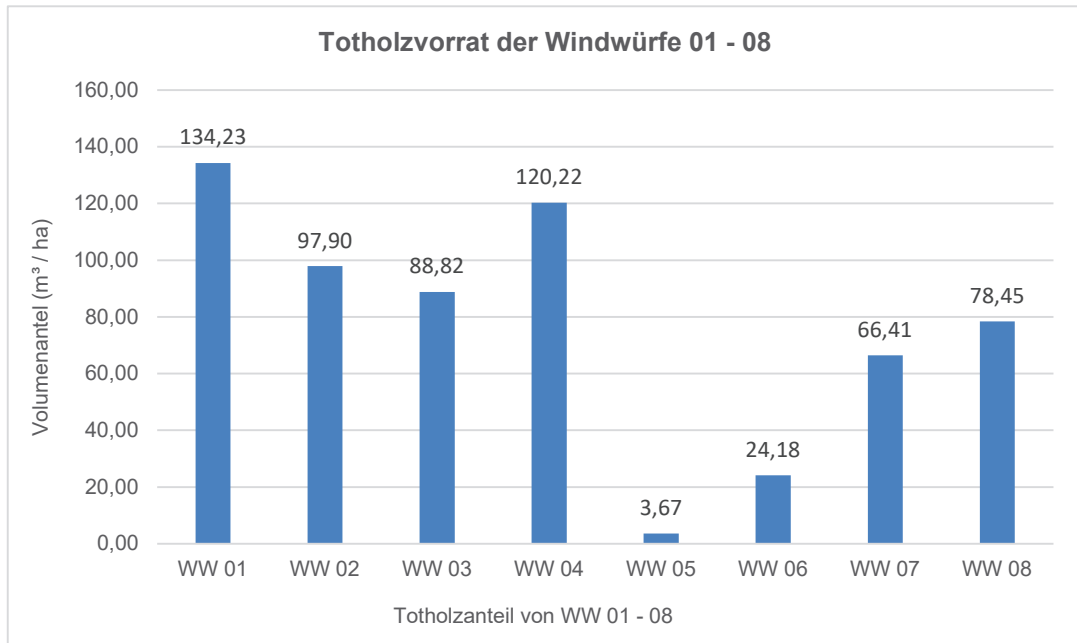


Abb. 23: zeigt den Volumenanteil des Totholzvorrates in m<sup>3</sup> / ha vom WW 01 – 08, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

#### 4.2.4 Zersetzungsgrad von Totholz

In der unten aufgeführten Abbildung 24 wird der Zersetzungsgrad 1 - 4, von frisch - stark vermodert (siehe Tabelle 4, Seite 18) des gesamten Totholzes, wie liegendes und stehendes Totholz, einschließlich Stubben, dargestellt. Der größte Teil des Totholzes kommt mit 60,2 % im Zersetzungsgrad 2 vor, der eine beginnende Zersetzung und Kernfäule von bis zu 1/3 des Baumdurchmessers aufweist. Der zweitgrößte Teil des Totholzes befindet sich mit 29,9 % bereits im Zersetzungsgrad 3. Dieser Grad beschreibt eine fortgeschrittene Zersetzung mit über 2/3 des Baumdurchmessers. 9,9 % des Totholzes sind mit dem höchsten Zersetzungsgrad (Z<sup>4</sup>) stark vermodert. Sie machen den kleinsten Teil des Totholzes aus. Totholz im Zersetzungsgrad 1 mit einer frischen Zersetzung von bis zu zwei Jahren, konnte in den Windwurfflächen nicht festgestellt werden und wird mit 0 % im u. g. Diagramm dargestellt. (Vgl. LANDESFORST M-V, FORSTLICHES VERSUCHSWESSEN 2007: 9)

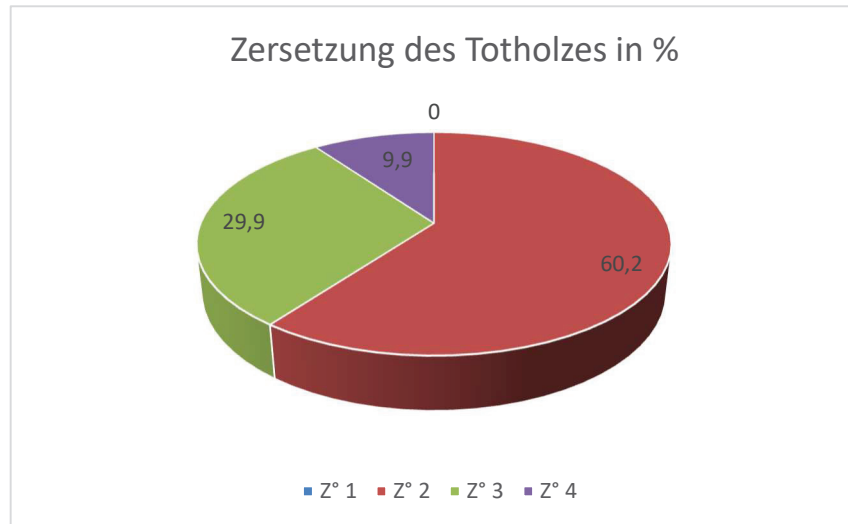


Abb. 24: Einteilung des Gesamt-Totholzes aus WW 01 – 08 in Zersetzungsgraden mit Prozentangabe, Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

### 4.3 Verjüngung

Der größte Teil der Verjüngung im Windwurf 1 (siehe Abbildung 25) verzeichnet mit 3.000 Individuen pro Hektar die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*). Knapp 2/3 der Individuen befinden sich in der Verbisschadstufe 3 – 4 und weisen starke Schäden auf. Über die Hälfte der Individuen, 1.800 an der Zahl, befinden sich in der Höhenklasse 0,50 m bis 1,29 m Höhe. Mit 2.000 Individuen ist die Eiche (*Quercus*) ebenfalls stark vertreten und zeigt in allen Stufen Verbisschäden. Über die Hälfte der Individuen bewegen sich in einer Höhe von 0,20 m bis 0,49 m. Die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) ist mit 600 Individuen in einer Höhe von 0,50 m – 1,29 m zahlreich vertreten. Als vierte und letzte Art kommt der Gemeine Erbsenstrauch (*Caragana arborescens*) mit 200 Individuen pro Hektar sehr gering vor. (Vgl. Landesforst M-V, Forstliches Versuchswesen 2007: 11)

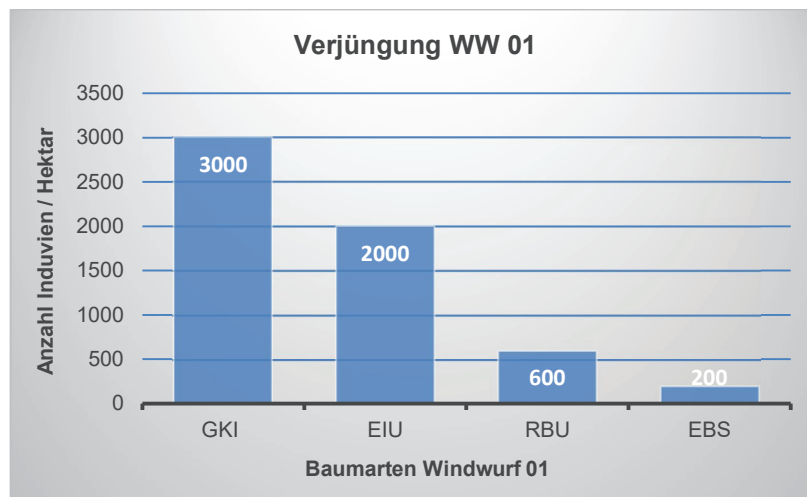


Abb. 25: Verjüngung WW 01, Anzahl Individuen je Baumart < 2,00 m pro Hektar. Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im Windwurf 02 (siehe Abbildung 26) wurde als Verjüngung mit 3.400 Individuen allein die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) festgestellt. Davon befinden sich 2.000 Individuen in der Verbisschadstufe 1, mit geringen Schäden (vgl. ebd.: 11)

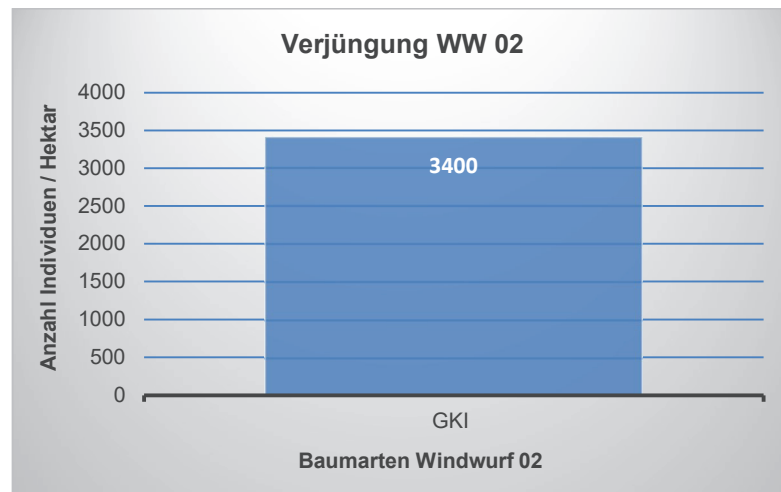


Abb. 26: Verjüngung WW 02, Anzahl Individuen je Baumart < 2,00 m pro Hektar. Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im Windwurf 03 (siehe Abbildung 27) kommt neben der stark verbissenen Eiche (*Quercus*) mit 600 Individuen auch die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) vor. Sie ist mit 1.200 Individuen pro Hektar die häufigste heranwachsende Baumart des Windwurfes 03. Auffgefallen ist, dass die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) keine Schäden an Seiten- oder Terminaltrieb aufwies und somit unter der Verbisschadstufe 0 dokumentiert wurde. Die dritte und am wenigsten vorkommende Baumart dieser Fläche ist die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*). Vergleichsweise zu den Windwürfen 01 und 02 tritt sie nur bei 400 Individuen pro Hektar auf. (Vgl. ebd.: 11)

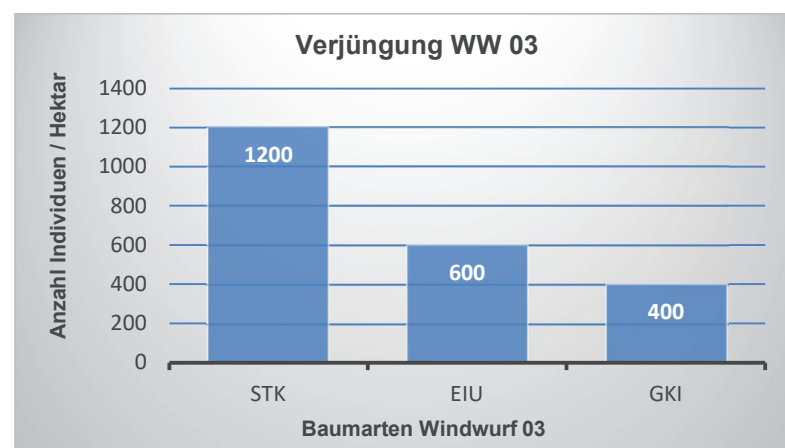


Abb. 27: Verjüngung WW 03, Anzahl Individuen je Baumart < 2,00 m pro Hektar. Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im WW 04 (siehe Abbildung 28) ist die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit 1.800 Individuen pro Hektar die häufigste vorkommende Art. Die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) dagegen kommt mit 400 Individuen pro Hektar nur gering vor. Im Mittelfeld mit 800 Individuen pro Hektar befindet sich die Gemeine Birke (*Betula pendula*). Diese Art weist mittlere bis starke Verbissschäden auf und 75 % befinden sich in der Höhenklasse 1,30 m – 2,00 m. (Vgl. ebd.: 11)

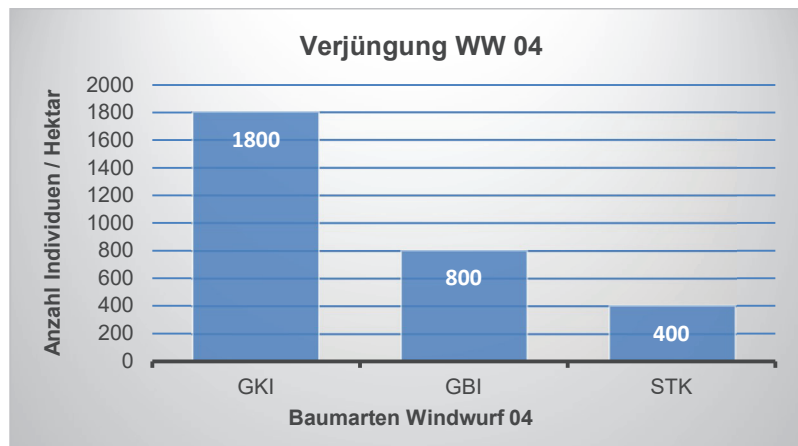


Abb. 28: Verjüngung WW 04, Anzahl Individuen je Baumart < 2,00 m pro Hektar. Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im Windwurf 05 im Kiefernaltbestand (siehe Abbildung 29) dominiert als Verjüngung mit 1.600 Individuen pro Hektar, die gering bis stark verbissene Eiche (*Quercus*). 1.000 Individuen dieser Art sind < 0,20 m und 600 Individuen 0,20 – 0,49 m hoch. Als zweithäufigste Art mit 600 Individuen kommt die Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) im WW 05 vor. Sie weist keine bis mittlere Schäden in der Verbissschadstufe auf und bewegt sich in der Höhenklasse < 0,20 m. Die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Douglasie (unklar) (*Pseudotsuga spec.*) kommen mit je 400 Individuen pro Hektar in dieser Fläche wenig vor. Im Vergleich zu den anderen Windwürfen weist der WW 05 die einzigen Vorkommen der Douglasie (unklar) (*Pseudotsuga spec.*) auf. Die Verbissschäden dieser Art sind gering. Ebenfalls nur wenige Exemplare konnten von der Gemeinen Eberesche (*Sorbus aucuparia*) < 0,20 m aufgefunden werden, lediglich 200 an der Zahl je Hektar. (Vgl. ebd.: 11)

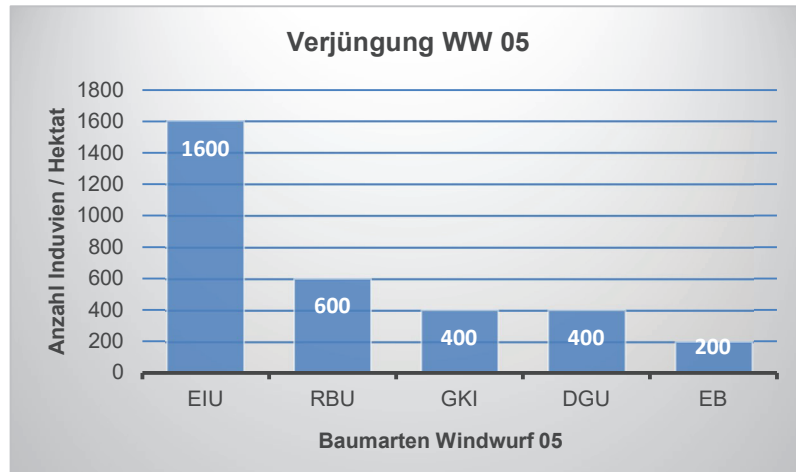


Abb. 29: Verjüngung WW 05, Anzahl Individuen je Baumart < 2,00 m pro Hektar. Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im Windwurf 06 (s. Abbildung 30) im südlichen Kiefernaltbestand, etwas außerhalb des Windwurfes, dominiert als Verjüngung mit 5000 Individuen pro Hektar, die gering bis stark verbissene Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*). 2.200 Exemplare dieser Art finden sich in der Höhenklasse 0,50 m – 0,29 m wieder. Die mittel – stark verbissenen Eiche (*Quercus*) ist mit 2.000 Individuen ebenfalls stark vertreten. Mit 400 Exemplaren pro Hektar ist die Gemeine Birke (*Betula pendula*) die Baumart, die am seltensten auf dieser Fläche vorkommt. Die Verbissstadium beläuft sich dabei auf mittlere Schäden. (Vgl. ebd.: 11)

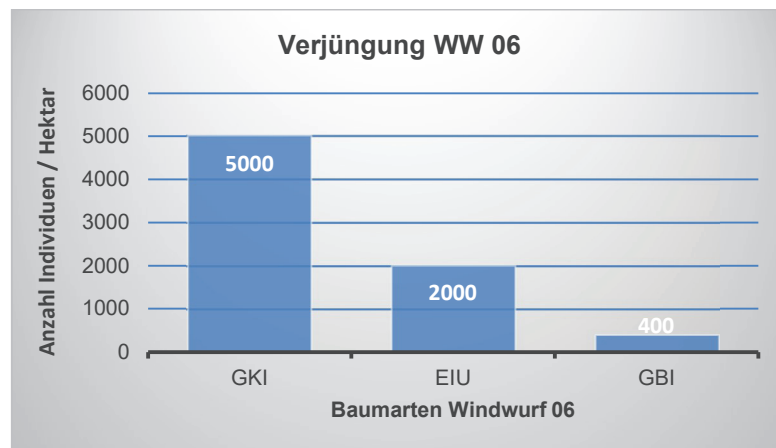


Abb. 30: Verjüngung WW 06, Anzahl Individuen je Baumart < 2,00 m pro Hektar. Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im Windwurf 07 (Pufferbereich 1) (siehe Abbildung 31) dominiert mit 9.400 Exemplaren pro Hektar die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) stark. Mit 1.400 Individuen sind die Stieleiche (*Quercus robur*) und mit 800 Individuen die Eiche (unklar) (*Quercus*) mittelstark vertreten. Die Gemeine Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Aspe (*Populus tremula*)

und Moorbirke (*Betula pubescens*) kommen mit je 200 Individuen am wenigsten auf der Fläche vor. Die Moorbirke (*Betula pubescens*) ist der Höhenklasse < 0,20 m zuzuordnen und weist keine Verbisschäden auf. Die Stieleiche (*Quercus robur*) findet sich in allen Höhenklassen wieder und ist in der letzten Verbisschadstufe (4) mit andere Schadursache zugeordnet. (Vgl. ebd.: 11)

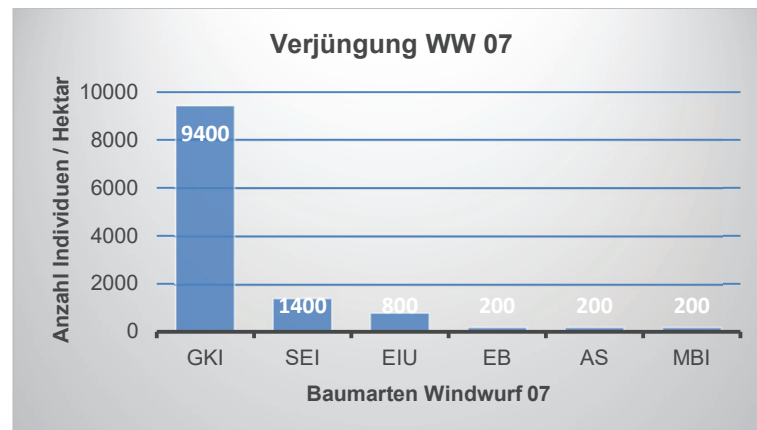


Abb. 31: Verjüngung WW 07, Anzahl Individuen je Baumart < 2,00 m pro Hektar. Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Im Windwurf 08 (Pufferbereich 2) (siehe Abbildung 32) kommt die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit 3800 Individuen als häufigste Art vor. Gefolgt von der Eiche (*Quercus*) mit 2400 Exemplaren, liegt sie im Mittelfeld der Individuenanzahl. Als dritte und letzte Art in dieser Fläche wurden 800 Individuen der Spätblühenden Traubenkirsche (*Prunus serotina*) nachgewiesen.

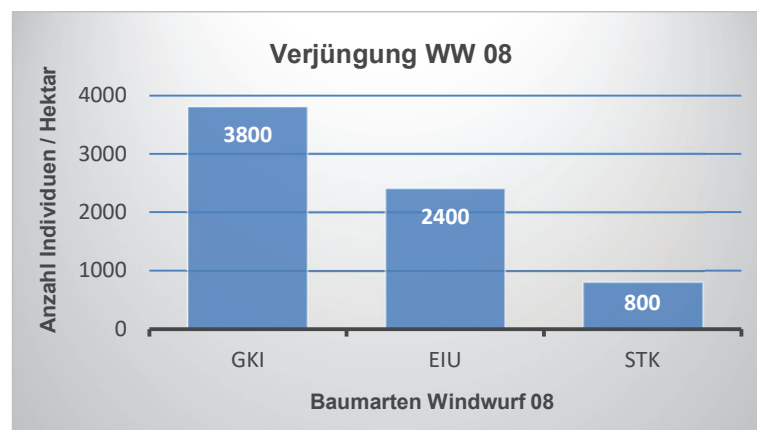


Abb. 32: Verjüngung WW 08, Anzahl Individuen je Baumart < 2,00 m pro Hektar. Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

Insgesamt ist die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit 27.200 Exemplaren mit Abstand die häufigste Art, die in allen Höhenklassen als Verjüngung in den Windwurfflächen 01 – 08 vorkommt (s. Abbildung 33). Mit knapp 1/3 an Individuen, 9.400 an der Zahl, ist die

Eiche (*Quercus*) an zweit häufigster Stelle der Jungwuchsbaumarten anzutreffen, obwohl sie oft stark verbissen ist. Zusätzlich konnten 1.400 Individuen der Stieleiche (*Quercus robur*) zugeordnet werden. Mit 2.400 Individuen ist die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) zusammen mit der Moorbirke (*Betula pubescens*) mit 200 Individuen pro Hektar die Art, die nicht verbissen wurde. Etabliert hat sich auch die Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) mit 1.400 Individuen je Hektar. Häufig tritt die Gemeine Birke (*Betula pendula*) mit 1.200 Arten auf. Weniger vertreten sind Gemeine Eberesche (*Sorbus aucuparia*) und Douglasie (unklar) (*Pseudotsuga spec.*) mit je 400 Individuen. Sehr selten treten Aspe (*Populus tremula*) und Gemeiner Erbsenstrauch (*Caragana arborescens*) mit je 200 Individuen pro Hektar in der Gesamtfläche auf.

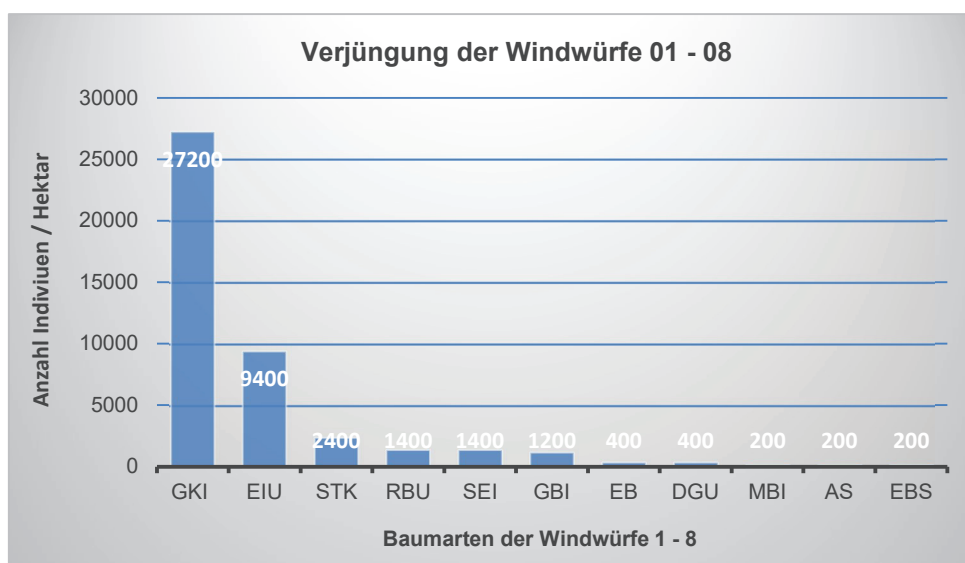


Abb. 33: Verjüngung WW 01 – 08, Anzahl Individuen je Baumart < 2,00 m pro Hektar. Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: O. S.)

Die unten genannte Abbildung 34 zeigt den Gesamtüberblick der Baumarten, die in den Windwürfen 01 – 08 vom Wild verbissen wurden. Die in der Gesamtfläche am häufigsten vorkommende Art, die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*), ist in allen Schadstufen verbissen. Am häufigsten gehört sie allerdings mit 9.200 Individuen der Schadstufe 0 an, die keinen Verbiss aufzeigt. 8.200 Individuen dieser Art sind in der Schadstufe 1 mit geringen Schäden verbissen. 5.200 Individuen wurden durch den Verbiss mittel und 1.600 Individuen pro Hektar stark beschädigt. 3.000 Individuen sind einer anderen Schadursache (Stufe 4) zugeordnet. Mittlere und starke Verbissschäden wurden bei der Gattung Eiche (*Quercus*) mit insgesamt 5.200 Individuen aufgefunden. Dazu kommen 2600 Individuen mit anderen Schadursachen (Stufe 4). Die Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) ist über 85 % mit geringen und mittleren Schäden verbissen und die Gemeine Birke (*Betula*

*pendula*) sogar mit 100 % in den Stufen 2 und 3. Ebenfalls zu 100 % verbissen sind die auf den Flächen selten vorkommenden Arten wie Aspe (*Populus tremula*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*) und die Gattung Douglasie (*Pseudotsuga spec.*). (Vgl. ebd.: 11)

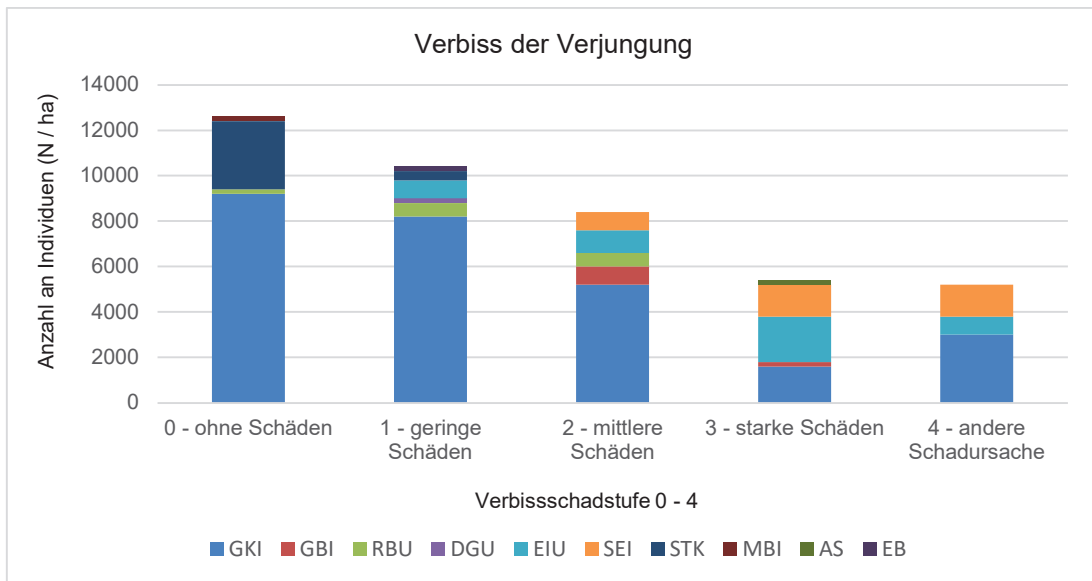


Abb. 34: Gesamtübersicht der Verbisschadstufen in den Windwürfen 01 – 08, nach Art und Anzahl der Individuen pro Hektar. Datenaufarbeitung und Speicherung (NATIONAL-PARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

#### 4.4 Fotodokumentation

Die Fotos sollen einen visuellen Einblick in WW 1 – 6 geben und zeigen wie sich der Windwurf von 2016 – 2022 entwickelt hat. WW 07 – 08 wurden dabei ignoriert.

Probekreis 1 (WW 1) Blickrichtung Süden



Abb. 35: Foto Probekreis 1 v. 28.06.2016, Foto-Nr.: WW 2.PK1 (HARTMANN 2016)      Abb.36: Foto Probekreis 1 v. 07.09.2022, Foto-Nr.: 1037 (PLETTNER 2022)



Probekreis 1 (WW 1) Blickrichtung Westen



Abb. 37: Foto Probekreis 1 v. 28.06.2016,  
Foto-Nr.: WW 1.PK1 (HARTMANN 2016)



Abb.38: Foto Probekreis 1 v. 07.09.2022,  
Foto-Nr.: 1035 (PLETTNER 2022)

Probekreis 2 (WW 2) Blickrichtung Norden



Abb. 39: Foto Probekreis 2 v. 28.06.2016  
Foto-Nr.: WW 5.PK2 (HARTMANN 2016)



Abb. 40: Foto Probekreis 2 v. 18.08.2022  
Foto-Nr.: 1049 (PLETTNER 2022)

Probekreis 2 (WW 2) Blickrichtung Süden



Abb. 41: Foto Probekreis 2 v. 28.06.2016  
Foto-Nr.: WW 8.PK2 (HARTMANN 2016)



Abb. 42: Foto Probekreis 2 v. 18.08.2022  
Foto-Nr.: 1058 (PLETTNER 2022)

Probekreis 2 (WW 2) Blickrichtung Westen



Abb. 43: Foto Probekreis 2 v. 28.06.2016  
Foto-Nr.: WW 6.PK2 (HARTMANN 2016)



Abb. 44: Foto Probekreis 2 v. 18.08.2022  
Foto-Nr.: 1054 (PLETTNER 2022)

Probekreis 3 (WW 3) Blickrichtung Norden



Abb. 45: Foto Probekreis 3 v. 28.06.2016,  
Foto-Nr.: WW 9.PK3 (HARTMANN 2016)



Abb. 46: Foto Probekreis 3 v. 07.09.2022,  
Foto-Nr.: 1062 (PLETTNER 2022)

Probekreis 3 (WW 3) Blickrichtung Osten



Abb. 47: Foto Probekreis 3 v. 28.06.2016,  
Foto-Nr.: WW 11.PK3 (HARTMANN 2016)



Abb. 48: Foto Probekreis 3 v. 07.09.2022,  
Foto-Nr.: 1070 (PLETTNER 2022)

Probekreis 4 (Windwurf 4) Blickrichtung Süden



Abb. 49: Foto Probekreis 4 v. 28.06.2016, Foto-Nr.: WW 14.PK4 (HARTMANN 2016)      Abb. 50: Foto Probekreis 4 v. 07.09.2022, Foto-Nr.: 1079 (PLETTNER 2022)

Probekreis 4 (WW 4) Blickrichtung Norden



Abb. 51: Foto Probekreis 4 v. 28.06.2016, Foto-Nr.: WW 13.PK4 (HARTMANN 2016)      Abb. 52: Foto Probekreis 4 v. 07.09.2022, Foto-Nr.: 1073 (PLETTNER 2022)

Probekreis 4 (WW 4) Blickrichtung Westen



Abb. 53: Foto Probekreis 4 v. 28.06.2016, Foto-Nr.: WW 15.PK4 (HARTMANN 2016)      Abb. 54: Foto Probekreis 4 v. 07.09.2022, Foto-Nr.: 1080 (PLETTNER 2022)

Probekreis 5 (Bestand 1) Blickrichtung Westen



Abb. 55: Foto Probekreis 5 v. 28.06.2016, Abb.56: Foto Probekreis 5 v. 07.09.2022,  
Foto-Nr.: BP.1Bestand1 (HARTMANN 2016) Foto-Nr.: 1091 (PLETTNER 2022)

Probekreis 5 (Bestand 1) Blickrichtung Osten



Abb. 57: Foto Probekreis 5 v. 28.06.2016, Abb. 58: Foto Probekreis 5 v. 07.09.2022,  
Foto-Nr.: BP.2Bestand1 (HARTMANN 2016) Foto-Nr.: 1097 (PLETTNER 2022)

Probekreis 6 (Bestand 2) Blickrichtung Süd-Osten



Abb. 59: Foto Probekreis 6 v. 28.06.2016, Abb. 60: Foto Probekreis 6 v. 07.09.2022,  
Foto-Nr.: BP.5Bestand2 (HARTMANN 2016) Foto-Nr.: 1083 (PLETTNER 2022)

Probekreis 6 (Bestand 2) Blickrichtung Nord-Osten



Abb. 61: Foto Probekreis 6 v. 28.06.2016, Abb.62: Foto Probekreis 6 v. 07.09.2022, Foto-Nr.: BP.6Bestand2 (HARTMANN 2016) Foto-Nr.: 1086 (PLETTNER 2022)

Probekreis 6 (Bestand 2) Blickrichtung Süd-Osten



Abb. 63: Foto Probekreis 6 v. 28.06.2016, Abb.64: Foto Probekreis 6 v. 07.09.2022, Foto-Nr.: BP.7Bestand2 (HARTMANN 2016) Foto-Nr.: 1089 (PLETTNER 2022)

## 5 Methoden- und Ergebnisdiskussion

### 5.1 Methodenkritik

#### 5.1.1 Lokalisierung der Untersuchungsfläche

Da im Jahr 2016 bereits eine vegetationskundliche Ersterfassung auf der Windwurffläche durchgeführt und ebenfalls nach Kriterien der „Anweisung zur Aufnahme der Waldstruktur in Naturwaldreservaten in M – V“ gearbeitet wurde, erschien es sinnvoll dieselben Probekreise für die Aufnahme der Waldstruktur zu nutzen. Für zukünftige Aufnahmen wurden damals Erdnägel im Probekreismittelpunkt eingeschlagen und die Koordinaten mittels GPS-Gerät aufgenommen. (Vgl. HARTMANN 2016: 11). Nach acht Jahren Walddynamik waren die Erdnägel leider oft von Moos, Nadelstreu, Laub, durch

heranwachsende bzw. herabfallende Bäume oder Totholz bedeckt. Dieses fiel bei der Suche der Erdnägel besonders auf und erschwerte die Arbeit. Dazu kam, dass ein GPS-Gerät typischerweise eine Standortgenauigkeit von mehreren Metern aufweist, welches im Wald durch die Belaubung nochmals verstärkt wurde. Nur mit Hilfe eines Metalldetektors und aufwendiger Suche konnten die Erdnägel gefunden werden. Im WW 08 (Bestand II) wurde anfangs nach mehreren Stunden die Suche abgebrochen, obwohl nach Angabe des Navigationsgerätes die Entfernung zum Probekreismittelpunkt nur 2 m betrug.

### 5.1.2 Feldmethoden

Die Methoden die in der Anweisung zur Aufnahme der Waldstruktur in M - V beschrieben sind und nach der in der Windwurffläche bei Zwenzow gearbeitet wurde, ist für die praktische Arbeit im Wald zu umfangreich. Sie nimmt für die Aufnahme der einzelnen Objekte zu viel Zeit in Anspruch. Außerdem sind die Probekreise nur punktuelle Aufnahmen, die keine flächendeckende Ergebnisse bringen. (Vgl. HOFFMANN 2001: 2) Das Verfahren scheint etwas in die Jahre gekommen zu sein und könnte überarbeitet bzw. alte Geräte könnten durch Modernere ersetzt werden. Das würde Fehlerquellen minimieren, die Arbeit erleichtern und Arbeitszeit einsparen. Ständig musste die Arbeit unterbrochen werden, um in der Anweisung „Aufnahme der Waldstruktur in Naturwaldreservaten in M – V“ nach erforderlichen Aufnahmeparameter oder Kriterien für die Aufnahme von Totholz zu suchen, siehe Spalte 9 – 11. (Vgl. Landesforst M-V, Forstliches Versuchswesen 2007: 8)

Schon bei der nicht akkuraten Einrichtung des Nivelliergerätes kann es zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen, die sich durch die gesamte Waldstrukturaufnahme ziehen. Es können Bäume in Folgeaufnahmen verwechselt werden bzw. die Suche dieser erschweren. Es beginnt bei der Einstellung der Höhe des Nivelliergerätes, dem Ausloten des Pendels oder falschen Einnorden des Kompasses (die von Produkt zu Produkt teilweise unterschiedliche Ergebnisse Anzeigen). Hier ist ein hohes Fehlerpotenzial vorhanden. Auch das Messen der Höhe bei der Derbholzaufnahme brachte unterschiedliche Ergebnisse je nach Lasermessgerät und Arbeitstechnik. Hier mussten teilweise mehrere Messungen durchgeführt und die Höhen miteinander interpoliert werden, um auf ein annähernd richtiges Ergebnis zu kommen.

Bei der Verjüngungsaufnahme wurden die Individuen je nach Art gezählt und in die jeweilige Höhenklasse eingeteilt. Je kleiner die Höhenklasse ausfiel, desto schwieriger wurde das Bestimmen der Baumarten. Besonders betroffen davon war die Art „Gewöhnliche Douglasie“ (*Pseudotsuga menziesii*). Bei fehlenden Bestimmungsmerkmalen

wurde nach der Aufnahme der Waldstruktur in Naturwaldreservaten in M – V das Kürzel DGU für „Douglasie (unklar)“ (*Pseudotsuga spec.*) genannt. Das Gleiche gilt für die Arten „Stieleiche“ (*Quercus robur*) und Traubeneiche (*Quercus petraea*). Bei Unklarheiten wurde das Kürzel EIU für Stiel-/Traubeneiche (unklar) (*Quercus – robur/petraea*) angegeben. (Vgl. Landesforst M-V, Forstliches Versuchswesen 2007: 12 – 13)

Die im Windwurf erhobenen Daten wurden über eine ehrenamtliche Mitarbeiterin in eine vom Müritz-Nationalpark und LUNG M – V genutzte Datenbank eingepflegt und gespeichert (vgl. NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.). Bei der Masse an Daten sind vereinzelt kleine Eingabefehler entstanden. Zum Beispiel wurden nach Aushändigung der Daten in die Excel-Datei „Gesamttabelle Derbholz“, unter dem Reiter WW 06 (Bestand 2) in die Durchmesserklasse 7 – 10 cm drei Bäume aufgezeigt. In dem im Gelände aufgenommenen Formblatt I wurden aber nur zwei Bäume (2 x Gemeine Birke mit 8 cm und 10 cm D<sub>1,30</sub>) vermerkt. Außerdem wurde in der Durchmesserklasse 21 – 30 cm, anstatt zehn Bäumen nur neun Bäume im Programm eingepflegt und in der Durchmesserklasse 31 – 40 cm anstatt 16 Bäume 17 Bäume. Dazu ist zu sagen, dass gerade in den beiden letzten Beispielen vermutlich die Zahl 30 im Formblatt als 36 gelesen und somit der falschen Durchmesserklasse zugeordnet wurde. Möglicherweise führen auch die ungünstigen Schreibbedingungen auf dem Klemmbrett im Gelände zur Erhöhung der Fehlerquote, da die Schrift in einigen Fällen schlecht lesbar ist. Auf einen Hektar hochgerechnet sind dann schon gravierende Unterschiede zu erkennen, wie der Vergleich der Diagramme wie folgt zeigt.

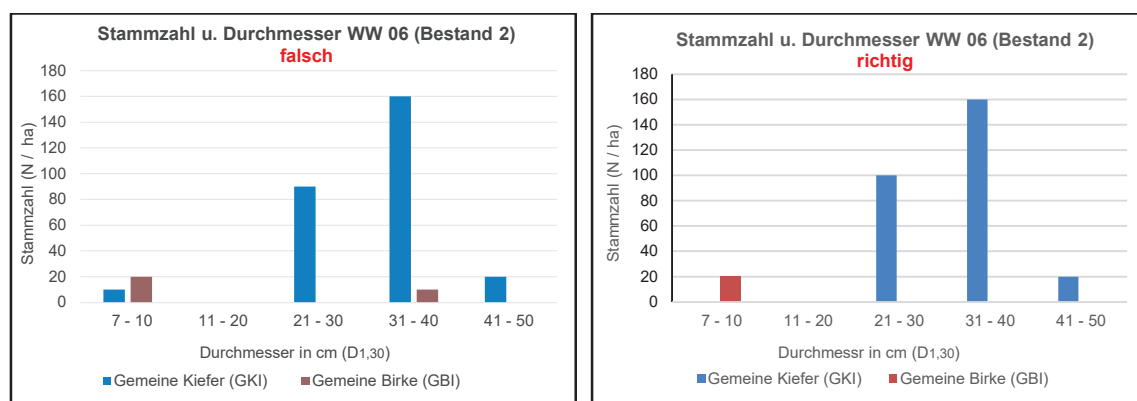


Abb. 65 und 66, soll die Fehlerquelle bei der Übertragung in die Datenbank der Stammschutz und Durchmesser des Windwurfes 06 (Bestand 2) darstellen, links die aus der Datenbank erhobenen Daten, rechts die aus dem Formblatt 1 erhobenen Daten (NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023: o. S.)

## 5.2 Ergebnisdiskussion

### 5.2.1 Derbholz

Obwohl die Birke in der Kategorie Derbholz D<sub>1,30</sub> über 7 cm in den Windwürfen WW 03, 04 und 07 stark dominiert, macht die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit insgesamt über 70 % den größten Teil der Zählung aus. Oft ist sie einzeln, in größeren Abständen als schirmartiger Altbaum in Erinnerung geblieben. Auch landesweit ist die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit 42,5 % die Baumart, die in Mecklenburg – Vorpommern am häufigsten vorkommt (vgl. LANDESFORST M-V 2020: 8). Gründe dafür sind die anspruchslosigkeit, bezogen auf Nährstoff- und Wasserversorgung, und die zufriedenstellende Wuchsleistung auch auf schlechten Standorten. Außerdem verträgt sie kaltes und heißes Klima und findet Verwendung als Bau-, Konstruktions- und Möbelholz. (Vgl. RUHM & SCHÜLER 2022: 12 – 13) Andere Baumarten, außer der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Gemeinen Birke (*Betula pendula*), waren in dieser Kategorie nicht anzutreffen. Dementsprechend stammen 38 % aus Altbeständen. Davon waren 37 % Kiefer und 1 % Birke, die sich in der Durchmesserklasse 19 – 38 cm befanden. Den weitaus größeren Teil mit 62 % macht die nach dem Windwurfereignis entstandene Verjüngung aus, die heute in der Durchmesserklasse 7 – 14 dem Derbholz entspricht. Von diesen Pionierbaumarten sind 44 % Gemeine Birke (*Betula pendula*) und 18 % Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*), die langsam zu Jungwäldern heranwachsen (vgl. AMMANN 2022a: 8). Dass die Gemeine Birke (*Betula pendula*) in dieser Kategorie die höchsten Stammzahlen aufweist, ist keine Besonderheit, denn sie ist damals wie heute ein Überlebens- und Anpassungsspezialist unserer heimischen Baumarten. Sie leitete die Wiederbewaldung nach der Eiszeit in Mitteleuropa ein, wurde aber später durch andere Baumarten verdrängt. Sie vermehrt sich in erster Linie generativ, ist bereits nach 5 – 10 Jahren mannbar und besiedelt Windwurfflächen innerhalb weniger Jahre (s. Abbildung 16, Seite 27). (Vgl. SCHIRMER 2001: 1 – 5) Nach Aussage von Herrn Schirmer, könnten die ersten nach dem Windwurfereignis herangewachsenen männlichen Birken geschlechtsreif sein und ältere weibliche Birken über Winde bestäuben, sodass zukünftig mit noch mehr Nachkommen zu rechnen ist. (vgl. ebd.: 5).

Im Derbholz der Kategorie unter 7 cm (D<sub>1,30</sub>) ist die Diversität mit acht Baumarten erheblich höher als in der Kategorie über 7 cm. Hier dominiert die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit 61 %, mit Ausnahme vom WW 04, insgesamt was größtenteils der Naturverjüngung der Mutterbäume aus den Altbeständen zuzuschreiben ist (vgl. FORST BRANDENBURG 2016: 7). Die Gemeine Birke (*Betula pendula*) ist mit 37 % in der Fläche



vertreten, wobei 22 % allein nur aus dem Windwurf WW 04 stammen. An dritter Stelle mit 1,3 % schreitet langsam die Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) als Schattenbaumart voran (vgl. STIFTUNG UNTERNEHMEN WALD 2023: o. S.). Andere Arten wie Spätblühende Traubenkirsche, Gewöhnliche Douglasie, Stieleiche und Gemeine Fichte kommen ebenfalls in der Fläche vor. Mit je unter 1 % sind sie vergleichsweise wenig vertreten, was sich aber durch die Walddynamik noch ändern kann, wie es bei dem Sturmtief Lothar aus dem Jahre 1999 der Fall war. „Die Untersuchungen der WSL zeigen, dass nach dem Sturm generell Pioniergehölze wie Weiden, Birken und Vogelbeeren sowie jene Baumarten überwiegen, die vor einem Sturm dominierten“ (LÄSSIG 2019: o. S.) Im Mittelland etabliert sich vorrangig die Rotbuche und der Wald gewinnt an Artenreichtum (vgl. ebd.: o. S.).

### 5.2.2 Totholz

Totholz hat eine wichtige Funktion im Ökosystem. Aus diesem und anderen Gründen wird regelmäßig das bundesweite Totholzvorkommen durch die Bundeswaldinventur erhoben. Werden die Daten aus 2017 mit denen der Bundeswaldinventur von 2012 verglichen, lässt sich ein leichter Anstieg der Totholzvorräte von 21,3 m<sup>3</sup>/ha auf 22,3 m<sup>3</sup>/ha da erkennen (vgl. SCHNELL & HENNIG 2019: 32). Der Totholzvorrat ist also bundesweit stabil und laut Thünen-Institut „[...] weiterhin auf hohem Niveau“ (ebd.: 32). Vergleicht man die Totholzvorräte des Bundes aus 2017 mit den Totholzvorräten des Windwurfes bei Zwenzow, der im Mittel bei 76,74 m<sup>3</sup>/ha liegt, ist das Totholzvorkommen in der Windwurffläche bei Zwenzow dreimal höher als der des Bundesdurchschnittes, wovon die Windwürfe WW 01 und 04 mit 134,23 m<sup>3</sup>/ha 120,22 m<sup>3</sup>/ha die höchsten Totholzvorräte aufweisen. „[Dabei sind bundesweit] etwa 50 % des Totholzes liegende Stücke, 25 % stehendes Holz und 25 % Wurzelstöcke“ (ebd.: 32). Im Windwurf bei Zwenzow sind dagegen 55,5 % liegendes Totholz, 9,5 % stehendes Totholz und 35 % Stubben. Im Durchmesser verteilt sich bundesweit die Hälfte des Totholzvorrats auf Objekte mit einem Mittendurchmesser ab 30 cm (vgl. ebd.: 32). Im Windwurf bei Zwenzow machen nur 5,7 % den Anteil an Totholz ab einem Durchmesser von 31 cm aus. 52 % sind es in der Durchmesserklasse 11 – 20 cm, 36,4 % in der Klasse 21 – 30 und 5,9 % in der Durchmesserklasse 7 – 10 cm. „Totholz ist gerade in trockenen Wäldern auf Sandböden [wie sie bei Zwenzow vorkommen] ein wertvoller Wasserspeicher“ (IBISCH 2020: o. S. zit. n. VIERING 2020: o. S.). Außerdem dienen es nicht nur als Windbrecher und Schattenspender, sondern die aufragenden Wurzelteller, von umgefallenen Stämmen, schaffen neue Lebensräume und Verstecke für verschiedene Waldbewohner. Gleichzeitig entstehen durch umgestürzte Bäume effektive Barrieren für hungriges Wild, indem neue Baumgenerationen

geschützt sind und ungestört aufwachsen können. (Vgl. ebd.: o. S.) Um aber Aussagen über die Qualität eines Totholzhabitats treffen zu können, ist neben der Totholzmenge auch der Zersetzungsgrad hochrelevant (vgl. MEYER et al. 2009: 61. „Insbesondere Totholz mit fortgeschrittener Zersetzung gilt als wichtiger Lebensraum für eine große Anzahl Totholz bewohnender Insekten- und Pilzarten“ (MENKE 2006, HEILMANN-CLAUSEN & CHRISTENSEN 2003 zit. n. MEYER et al. 2009: 61). Der Zersetzungsprozess des Totholzes in den Windwurfflächen 1 – 8 ist seit dem Windwurfereignis stark vorangeschritten (vgl. Kapitel 4.2.4 Abb. 24). Das stehende Totholz macht im Vergleich zum liegenden Totholz den kleinsten Teil aus und weist mit dem Zersetzungsgrad  $Z^{\circ} 2$  eine beginnende Zersetzung auf. Mit seinem langsamen Zersetzungsprozess wirkt sich das stehende Totholz positiv auf die Artenvielfalt aus und erfüllt zahlreiche Funktionen als Habitat, Nahrungsquelle, Nistgelegenheit, Rückzugsgebiet und Sitzwarte. Insekten wie xerothermophile Arten benötigen die Trockenheit und Wärme vom besonnten Totholz und Höhlenbrüter nutzen die im Gelände oft gesichteten Spechtlöcher als Habitate. Das liegende Totholz wiederum wird vor allem durch sein Zersetzungsstadium geprägt, in dem jede Zersetzungsphase ihr spezifisches Artenspektrum aufweist. Organismen, wie beispielsweise holzabbauende Pilze oder Insekten besiedeln das liegende Totholz und tragen so zusätzlich zu seinem Zerfall bei. (Vgl. BREDE, KLEINSCHMIT, KELM et al. 2000 zit. n. EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT WSL O. D. O. S.) Je nach Lage, Holzart und Mikroklima wie Temperatur und Feuchtigkeit, nimmt der Abbau von Holz unterschiedlich viel Zeit in Anspruch. Bis ein Baumstamm völlig zersetzt ist, kann es Jahrzehnte bis Jahrhunderte dauern. (Vgl. BUND-NATURSCHUTZ 2020: o. S.) Das liegende Totholz kommt je Stückzahl pro Hektar 7-mal häufiger in der Fläche vor und ist mit den Zersetzungsgraden  $Z^{\circ} 2$  bis  $Z^{\circ} 4$ , vermutlich wegen der Bodennähe und der eben beschriebenen Faktoren, stärker zersetzt als das stehende Totholz. Etwa 2 % befinden sich im stark vermoderten Zustand des Zersetzungsgrade  $Z^{\circ} 4$ , welches sehr wahrscheinlich dem anfallenden Totholz aus den Jahren vor dem Windwurfereignis entspricht (vgl. Landesforst M-V, Forstliches Versuchswesen 2007: 9). Der überwiegende Teil des auf der Windwurffläche befindlichen Totholzes stammt also vom Sturmtief „Ela“. In den meisten Fällen waren die toten Bäume aufgrund ihres stark fortgeschrittenen Zersetzungsgrades nur schwierig zu bestimmen. Am meisten Totholz verzeichnete aber die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*). Grundsätzlich ist aufgefallen, dass bei Bäumen wie der Gemeinen Birke (*Betula pendula*) die Zersetzung etwas schneller vonstattenging als der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*). Obwohl dem Totholz viele gute Eigenschaften nachgesagt werden, wird es leider oft in forstlich bewirtschafteten Wäldern aus Gründen der Verkehrssicherheit, Waldbrandgefahr und der CO<sub>2</sub>-Freisetzung beseitigt. (Vgl. REGER 2022: 2) Wo nun die

Grenze ist um ausreichend Totholz für das Ökosystem zur Verfügung zu stellen, aber dabei den Menschen nicht zu gefährden, bleibt unbeantwortet. Überleitend zum nächsten Kapitel ist zuzusagen, dass sich vermodertes Totholz sogar positiv auf die Verjüngung auswirkt. Die Keimlinge nutzen es als Nährstoffsubstrat, was den Keim- und Wachstumsprozess begünstigen (vgl. SCHÖNENBERGER 1993: 43).

### 5.2.3 Verjüngung

Sieben Jahre nach dem Sturmereignis wurden auf den acht Windwurfflächen durchschnittlich 4.000 Jungbäume aus natürlicher Verjüngung, verteilt auf elf Arten, gezählt. Die Windwurfflächen bewalden sich also recht zügig und können so die Schutzwirkung von verrottendem Holz übernehmen. Dieser Vorgang ist nicht selbstverständlich, wie der Vergleich einer Windwurffläche des Sturmtiefs „Vivian“ aus dem Jahre 1990 zeigt. Zehn Jahre nach dem Sturmtiefereignis „Vivian“ wurden auf den vier Versuchsflächen bei Disentis, Pfäfers, Schwanden und Zweisimmen durchschnittlich nur 1.700 Jungbäume aus natürlicher Verjüngung, verteilt auf 14 Arten, gezählt. denn die Verjüngung der Wälder im Gebirge zwischen Höhenlagen von 900 – 1.600 m verläuft langsamer als im Flachland. Ein weiterer Grund für die niedrigen Zahlen könnte aber auch in der fehlenden Vorverjüngung aus den Beständen vor dem Windwurf liegen. (Vgl. SCHÖNEBERGER et al. 2002: 1 – 3) Im Windwurf bei Zwenzow haben einzelne Kiefern aus Altbeständen dem Sturmtief standgehalten. Sie dienen heute als Mutterbaum für die Kiefernverjüngung in der Fläche. So lässt sich auch das hohe Kiefernvorkommen erklären. Dass die Altbestände vor dem Sturmereignis bei Zwenzow für eine erfolgreiche Verjüngung zu dicht und zu dunkel waren, kann in diesem Fall nicht gesagt werden. Gerade die Bestände und Pufferbereiche vom WW 06 – 08, die vom Sturm größtenteils verschont geblieben sind oder im Übergangsbereich liegen, weisen im Vergleich zum WW 01 – 04 teilweise eine weit überdurchschnittlich hohe Zahl an Jungwuchs auf. Dabei dominiert die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) in der Menge.

Ausnahme ist der WW 05 (Bestand 1), in dem nur wenig Verjüngung der Lichtbaumart Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) vorkommt. Gleichzeitig sind paradoxerweise viermal so viele Eichen (*Quercus*), ebenfalls eine Lichtbaumart, in der Fläche vorhanden. (Vgl. STIFTUNG UNTERNEHMEN WALD 2023: o. S.) Standorttypische Merkmale, wie hohe Kronentransparenz und Sonneneinstrahlung in Bodennähe, fördern das Wachstum der Eiche, und für die Ausbreitung der Saat ist das Vorkommen des Eichelhäher bedeutend, der oft im Gelände gehört wurde. Als „Scatterhoardern“ versteckt der Eichelhäher die Eicheln im Boden. So verringert er das Risiko des Auffindens lebenswichtiger Vorräte durch Nahrungskonkurrenten. (Vgl. STÄHR UND BERGMANN 2006: 101) Die lichtliebenden

Pionierbaumarten wie z. B. Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Gemeine Birke (*Betula pendula*) sind die ersten Baumarten, die eine freie Fläche nach einer Störung wie Sturm, Waldbrand oder anderen Kalamitäten besiedeln. Zusammen kommen sie im WW 04 und 06 vor, Kapitel 4.4, Abb.: 49 – 54, S. 43. (Vgl. AMMANN 2022a: 8) Oft bedecken sie Flächen, bevor sich Brombeeren oder Neophyten, wie das Drüsiges Springkraut oder Goldrute ausbreiten können. Außerdem sorgen sie mit ihrem schnellen Wuchs dafür, dass sich wirtschaftlich wertvollere Baumarten in ihrem Halbschatten ansamen können. (Vgl. ebd.: 44) Bei Lichtbaumarten ist der Höhepunkt des Jugendwachstums nach 15 bis 20 Jahren erreicht und dann geht es schnell zurück (vgl. STIFTUNG UNTERNEHMEN WALD 2023: o. S.). Weitere wenige Exemplare wie z. B. die Aspe (*Populus tremula*) sind im WW 07 anzutreffen. Ihre Anspruchslosigkeit macht sie in Bezug auf Boden und Klima im Klimawandel zu einer Zukunftsbaumart (vgl. Ammann 2022b: 13). Hinsichtlich der Artenvielfalt sind WW 05 und 07 mit der Gemeinen Eberesche (*Sorbus aucuparia*) ganze vorne. Sie bieten unter allen einheimischen Bäumen und Sträuchern über 60 Vogelarten einen gedeckten Tisch (vgl. AMMANN 2022a: 44).

Im WW 01 ist ein großer Teil der Fläche bereits von Pionierbaumarten, die nach dem Sturmereignis entstanden sind, beschattet (siehe Kapitel 4.4, Abb.: 35 – 38, S. 41 – 42). Diesen Standortvorteil nutzt die Schatten liebende Rotbuche (*Fagus Sylvatica*), deren Individuen hauptsächlich in der Höhenklasse 0,5 – 1,29 m auftreten. Im Windwurf 05 (Bestand 01) kommen ebenfalls Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) vor, allerdings sind diese nur unter 0,20 m hoch. „[Schattenbaumarten dieser Art haben in der Jugend im Gegensatz zu Lichtbaumarten ein langsames] Höhenwachstum, dessen Höhepunkt mit 20 bis 35 Jahren erreicht wird und nur langsam abfällt“ (STIFTUNG UNTERNEHMEN WALD 2023: o. S.). Die Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) ist in der Region eine wesentliche Baumart der potenziellen natürlichen Vegetation und eine der konkurrenzstärksten Baumarten Europas (vgl. BRESSEM 2008, SCHÜTT, SCHUCK, STIMM 2011 zit. n. HIELSCHER 2021: 35). Die Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) weist in der Fläche hauptsächlich mittlere Verbisschäden an Jungpflanzen auf. In dieser Verbisschadstufe ist der Terminaltrieb einmal verbissen, was das Wachstum dieser Art einschränkt. (Vgl. Landesforst M-V, Forstliches Versuchswesen 2007: 11) In der Studie „Vivians Erbe Waldentwicklung nach Windwurf im Gebirge“ wurde herausgefunden, dass nach dem Windwurf genügend gute Nahrung für Huftiere in Form von Vegetation zur Verfügung stand. Die Studie verlief sieben Jahren ohne Zaunschutz und anschließend drei Jahre mit Zaunschutz. Es konnte kein Einfluss der Huftiere auf die Anzahl der Verjüngung festgestellt werden, somit wurde die Wiederbewaldung durch Huftiere nicht mehr entscheidend behindert. (Vgl. SCHÖNEBERGER et

al. 2003: 5) Ob die Fläche im Windwurf bei Zwenzow mit der Windwurffläche im Gebirge bei Disentis, Pfäfers, Schwanden und Zweisimmen zu vergleichen ist, bleibt fraglich.

Neben dem Verbiss von Huftieren weist die Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) noch weitere Empfindlichkeiten auf, z. B. gegenüber Trockenstress, Staunässe, Wechselfeuchte, Spätfrost und extremen Winterfrösten (vgl. BRESSEM 2008, SCHÜTT, SCHUCK, STIMM 2011 zit. n. HIELSCHER 2021: 35). Gerade die Jahre 2018 und 2020 setzten mit hohen Temperaturen und langanhaltender Trockenheit das Ökosystems Wald und somit auch die Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) unter enormen Stress (vgl. BMEL 2022: o. S.). „Die Rot-Buche benötigt mindestens 500 – 600 mm Jahresniederschlag sowie ein relativ mildes Klima im Winter“ (SCHÜTT, SCHUCK, STIMM 2011 zit. n. HIELSCHER 2021: 35). In Brandenburg waren es aber nur unzureichende 400 – 500 mm Niederschlag in diesen Jahren, so wurden ab 2019 deutliche Vitalitätseinbußen und absterbende Erscheinungen an Rotbuchen in Brandenburg vernommen (vgl. HIELSCHER 2021: 35). Durch Tiere und abiotische Einflüsse werden die Jungpflanzen in Mitleidenschaft gezogen, was sich vermutlich mit 1.200 Individuen pro Hektar in der Fläche wieder gespiegelt hat.

Als Neophyt breitet sich im WW 05 die Halbschatten liebende Gewöhnliche Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) aus und im WW 03, 04 und 08 mit 2.400 Individuen, als dritthäufigste Art, die lichtliebende Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) (vgl. STIFTUNG UNTERNEHMEN WALD 2023: o. S.). Mit ihren flachen Wurzeln ist die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) stark invasiv (vgl. PETERSON et al. 2015: 167 – 171). Aber gerade in Nadelwäldern hat sie einen positiven Einfluss auf den Boden. Zum Beispiel verbessert sich in Anwesenheit der spätblühenden Traubenkirsche (*Prunus serotina*) die Humusform in Kiefernbeständen vom rohhumusartigen Moder zum typischen Moder. (Vgl. BILKE 1995 zit. n. PETERSON et al. 2015: 167 – 171) „Auf ärmeren Böden ist die Spätblühende Traubenkirsche ebenfalls nährstoffeffizienter als Birke und Eberesche“ (NYSSSEN, OUDEN, VERHEYEN 2013 zit. n. PETERSON et al. 2015: 167 – 171).

#### 5.2.4 Bestandsentwicklung

Weil die Kiefer in fast allen Kategorien am dominantesten ist und mit schwierigen Bedingungen wie Trockenheit, Nährstoff- und Wasserknappheit, die im Klimawandel immer eine Rolle spielen, besonders gut umgehen kann, scheint sie ein perfekter Zukunftsbaum für die Windwurffläche (vgl. RUHM & SCHÜLER 2022: 12 – 13). „Die Gefährdung der Kiefer durch Windwurf, nadelfressende Insekten und Waldbrand wird jedoch noch zunehmen“ (FORST BRANDENBURG 2016: 3). In Reihenbeständen mit Pflege, wie es in der Forstwirtschaft üblich ist, hat die Kiefer weiterhin eine Zukunft. Aber bei einer natürlichen Waldentwicklung, wie wir sie im Nationalpark bei Zwenzow vorfinden, wird die Gemeine Kiefer

(*Pinus sylvestris*) mit der kommenden Generation auf mittleren und kräftigen Böden durch Baumarten wie Eiche (*Quercus spec.*) und Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) verdrängt und auf ärmeren Böden mit ihnen durchmischt (vgl. ebd.: 3). Bis sich die Rotbuche durchsetzt, kann es noch Jahrzehnte dauern. In den nächsten Jahren werden sich hauptsächlich lichtliebende Pionierarten, wie die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) und die Gemeine Birke (*Betula pendula*) zu einem ungleichaltrigen, gemischten Jungwald entwickelt, in dem sich immer mehr die Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) und die Gemeine Eberesche (*Sorbus aucuparia*) etablieren. Auch Eichenarten (*Quercus spec.*) werden sich vorerst zunehmend durchsetzen, bevor die Rotbuche Fuß fasst. Aber auch die widerstandsfähige Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) hat mit klimatischen Veränderungen zu kämpfen. Nach 70 Jahren konnte nämlich im NSG Fauler Ort in Brandenburg beobachtet werden, dass abnehmende Niederschläge und zunehmende Wärme zu reduzierter Wachstumsleistung sowie zu Ausfällen im natürlichen Verjüngungsvorgang der Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) führen (vgl. RÜFFER 2021: 95). „Diese klimatisch bedingte verringerte Konkurrenzkraft der Rot-Buche führte in der Großklimaregion  $\beta$  der forstlichen Klimastufe mäßig trocken zur Ausbildung echter Buchen(laub)mischwälder“ (HOFMANN & POMMER 2004: 1211 f. zit. n. RÜFFER 2021: 95). Das Totholz wird sich immer stärker zersetzen, vermutlich das Liegende etwas schneller als das Stehende. Die toten Bäume und Hochstümpfe werden kippen oder im Prozess der Zersetzung zerfallen. Die Gemeinen Kiefern (*Pinus sylvestris*) aus den Altbeständen, die das Sturmtief überstanden haben, werden viele Jahre auf der Fläche überdauern, bis auch sie von höheren Bäumen wie der Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) beschattet werden.

## 6 Fazit

Wie bereits am Anfang der Arbeit beschrieben, erwärmt sich die Erde rasant. Das hat zur Folge, dass sich Störungen wie Windwürfe häufen (vgl. IPCC 2014: 50). Störungen werden vom Menschen oft als negativ angesehen, haben aber faktisch einen überwiegend positiven Effekt auf die Artenvielfalt. Durch Windwürfe können beispielsweise neue Ressourcen verfügbar werden, indem die Bäume von anderen Arten genutzt werden können. (Vgl. WOHLGEMUTH, BÜRGI, SCHEIDEGGER, SCHÜTZ 2002a: 1 – 15 zit. n. SEIDL et al. 2019: 76). Zum Beispiel nutzen Waldbewohner das Totholz als Lebensraum, Nahrungsquelle und Versteckmöglichkeiten und durch die Schutzwirkung können neue Baumgenerationen, ungestört vor Fressfeinden, aufwachsen (vgl. IBISCH 2020: o. S. zit. n. VIERING 2020: o. S.) Des Weiteren profitierten Keimlinge vom „Totholz“, als Nährstoffsubstrat, was das Wachstum begünstigt (vgl. SCHÖNENBERGER 1993: 43). Wie ein

Vergleich des Sturmtiefs „Vivian“ aus dem Jahre 1990 zeigt, wurden zehn Jahre nach dem Ereignis auf vier Versuchsflächen durchschnittlich 1.700 Jungbäume, aus natürlicher Verjüngung, verteilt auf 14 Arten, gezählt. Zu differenzieren ist dabei, dass die Beobachtungen im Gebirge stattfanden, wo die Verjüngung langsamer als im Flachland abläuft. (Vgl. SCHÖNEBERGER et al. 2002: 1 – 3)

Eine ähnliche Störung fand am 11.06.2014 durch das Sturmtief „Ela“ im Müritz-Nationalpark statt. Auf der heute unter Prozessschutz liegenden Windwurffläche wurde acht Jahre nach dem Sturmereignis die Walddynamik in Form dieser Arbeit aufgenommen. In insgesamt acht Probekreisen kam die Datenerhebung des Derbholzes, Totholzes und der Verjüngung nach der „Anweisung zur Aufnahme der Waldstruktur für Naturwaldreservate in M – V“ zum Einsatz. Der Hintergrund dieser Arbeit liegt darin, die Walddynamik im Windwurf zu beschreiben, sodass diese zukünftig mit Folgeaufnahmen verglichen werden kann. So sollen Entwicklungsstadien von Naturwäldern über mehrere Dekaden dokumentiert und besser verstanden werden.

Dabei konnte die Erkenntnis gewonnen werden, dass in den ersten Jahren der natürlichen Waldentwicklung unter einem Kiefern-Altbestandsschirm vorwiegend kieferndominierte Verjüngung wächst, die je nach Standort aber deutlich baumartenreicher ist als der darüberstehende Waldbestand (vgl. BALCAR 2013: 4). Die Erkenntnis beinhaltet gleichzeitig ein Teilergebnis der Forschungsfrage, die wie folgt lautet:

Wie stellt sich die natürliche Dynamik der Waldstruktur nach acht Jahren seit dem Windwurfereignis im Müritz-Nationalpark dar?

Auf den Windwurfflächen findet eine spontane Bewaldung statt, die für den Landschaftsraum des Norddeutschen Tieflandes einer typischen Sekundärsukzession entspricht und sich im Laufe der Zeit immer mehr zu einem heterogenen Naturwald entwickelt. Im Derbholz aufgenommen wurden hauptsächlich lichtliebende Pionierbaumarten wie Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Gemeine Birke (*Betula pendula*) aus Alt- und Jungbeständen. In der Verjüngung kamen neben der stark dominierenden Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*) (27.200 N/ha), hauptsächlich Arten wie Eiche (*Quercus spec.*) (9.400 N/ha) sowie Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*) (2.400 N/ha) vor. An vierter Stelle mit 1.400 N/ha ist die schattenliebende Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) als konkurrenzfähigster Baum von insgesamt elf Baumarten vertreten.

Die Rotbuche verjüngt sich aber nicht nur als vierthäufigste Art initial, sondern kommt auch in Derbholzbeständen unter 7 cm (D<sub>1,30</sub>) mit insgesamt 230 N/ha vor. In dieser Kategorie tritt sie am dritthäufigsten von insgesamt acht Arten auf, was bedeutet, dass die Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit der kommenden Generation durch Baumarten wie Eiche (*Quercus spec.*) und Rotbuche (*Fagus Sylvatica*) auf mittleren und kräftigen

---

Böden verdrängt oder auf ärmeren Böden mit ihnen durchmischt wird (vgl. FORST BRANDENBURG 2016: 3).

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war, einen Überblick über das Totholz und den Zersetzungsgrad zu verschaffen. Ein großer Teil des Totholzes ist bereits stark zersetzt. Dabei befindet sich der größte Teil des Totholzes mit 60,2 % in einer beginnenden Zersetzung, im Zersetzungsgrad Z<sup>2</sup>. 29,9 % sind mit dem Zersetzungsgrad Z<sup>3</sup> fortgeschritten zersetzt und 9,9 % sind mit dem höchsten Zersetzungsgrad (Z<sup>4</sup>) sogar stark vermodert. Dabei beläuft sich das Totholzvorkommen der Windwürfe WW 01 – 08 auf 613,88 m<sup>3</sup>/ ha, was einem Totholzanteil von 48,94 % von der Gesamt-Dendromasse entspricht. (Vgl. NATIONALPARK MÜRITZ 2023 & LUNG M-V 2023)

Obwohl dem Totholz viele gute Eigenschaften nachgesagt werden, wird es leider oft in forstlich bewirtschafteten Wäldern aus Gründen der Verkehrssicherheit, Waldbrandgefahr und der CO<sub>2</sub>-Freisetzung beseitigt (Vgl. REGER 2022: 2) Wo die Grenze ist, um ausreichend Totholz für das Ökosystem zur Verfügung zu stellen, aber dabei den Menschen nicht zu gefährden, bleibt fraglich. Hier sollten unbedingt weitere Forschungen angestrebt werden. Des Weiteren müssen mehr Forschungen zum Thema Erhalten der Biodiversität und neuer Energiequellen durchgeführt werden, denn in Zeiten der Energiewende, wo lebendes und totes Holz als Energiequelle gefragter denn je ist, könnte das zum Nachteil der Biodiversität werden. (Vgl. LACHAT et al. 2019: 11). Außerdem ist zu empfehlen, dass die Aufnahme der Waldstruktur alle zehn Jahre wiederholt wird, damit ständig vergleichbare Daten und Erkenntnisse über den großen Prozess der Walddynamik erlangt werden können. Empfehlenswert wäre zusätzlich der Einsatz einer 360°-Kamera, die durch die eintreffende Lichtmenge und Lichtrichtung für mehr Aufklärung über die Wuchsleistung der Verjüngung sorgt (vgl. IMMERGE 2015: o. S.). Nach mehreren Aufnahmen könnten zusätzlich andere Arten erfasst oder kartiert werden, so lassen sich Ökosysteme besser charakterisieren und sorgen somit für mehr Klarheit in der Artendiversität vor Ort (vgl. BALCAR 2013: 1).



## 7 Literatur- und Quellenverzeichnis

**AMMANN, PETER, (HRSG.): VERBAND ZÜRCHER FORSTPERSONAL & WALD ZÜRICH VERBAND DER WALDEIGENTÜMER (2022a):** Wald Zürich. Schwerpunkt: Pionierbaumarten.

Waldbau mit Pionierbaumarten, URL: [https://www.zueriwald.ch/files/4516/5333/3466/ZW2\\_22\\_kl.pdf](https://www.zueriwald.ch/files/4516/5333/3466/ZW2_22_kl.pdf). (15.06.2023).

**AMMANN, PETER, (HRSG.): FACHSTELLE WALDBAU AM BILDUNGSZENTRUM WALD LYSS**

(2022b): Wald und Holz. Die Aspe - eine Pionierbaumart mit waldbaulichem Potential, Ersatzbaumart für die Esche. URL: [https://www.waldwissen.net/assets/%20waldwirtschaft/waldbau/verjuengung/wsl\\_aspe\\_pionierbaumart\\_waldbauliches\\_potential/Aspe\\_4\\_Seiten\\_def..pdf](https://www.waldwissen.net/assets/%20waldwirtschaft/waldbau/verjuengung/wsl_aspe_pionierbaumart_waldbauliches_potential/Aspe_4_Seiten_def..pdf). (15.06.2023).

**BALCAR, PATRICIA (HRSG.): FORSCHUNGSANSTALT FÜR WALDÖKOLOGIE UND FORSTWIRTSCHAFT RHEINLAND-PFALZ (2013):** Forschungsbericht 2013, Forschungsbereich

6.3 „Ökologische Waldentwicklung“ Forschungsgruppe „Naturwaldreservate und Biodiversität“ Artenvielfalt und Nationalpark? – Erkenntnisse aus der Naturwaldforschung. Trippstadt. URL: [https://www.fawf.wald-rlp.de/fileadmin/website/fawfseiten/fawf/downloads/Veroeffentlichungen/Vergleichsflaechenuntersuchung\\_5korr\\_01.pdf](https://www.fawf.wald-rlp.de/fileadmin/website/fawfseiten/fawf/downloads/Veroeffentlichungen/Vergleichsflaechenuntersuchung_5korr_01.pdf).

(28.06.2023).

**BENTHIEN, BRUNO, (HRSG.): MEYNEN, EMIL; SCHMITHÜSEN, JOSEF; GELLERT, JOHANNES; NEEF, ERNST; MÜLLER-MINY, HEINRICH UND SCHULTZE, JOACHIM HEINRICH (1962):**

Neustrelitzer Kleinseeland. Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Band II, 1. Auflage, Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung Selbstverlag-Bad Godesberg.

**BERG, CHRISTIAN; DENGLER, JÜRGEN; ABDANK, ANJA & ISERMANN, MAIKE (2004):** Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung. Textband, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Weissdorn-Verlag Jena.

**BISSOLLI, PETER (2014):** Hitze in Südwest-, West- und Mitteleuropa mit Gewittern und Orkanböen Pfingsten 2014, Deutscher Wetterdienst. URL: [https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20140612\\_hitze\\_mitteuropa\\_juni\\_2014.pdf?blob=publicationFile&v=2](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20140612_hitze_mitteuropa_juni_2014.pdf?blob=publicationFile&v=2). (25.01.2023).

- BISSOLLI, PETER; GÖRING, LUCIA & LEFEBVRE, CHRISTIANA** (2001): Extreme Wetter- und Witterungsereignisse im 20. Jahrhundert: Klimastatusbericht 2001. Deutscher Wetterdienst. URL: [https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2001\\_pdf/03\\_2001.pdf?blob=publicationFile&v=1](https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2001_pdf/03_2001.pdf?blob=publicationFile&v=1). (05.07.2023).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT** (2022): Massive Schäden- Einsatz für die Wälder. URL: <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/wald-trockenheit-klimawandel.html>. (27.02.2023).
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ** (Hrsg.) (2009): Bundesgesetzblatt. Onlinearchiv 1949-2022. Bundesnaturschutzgesetz, § 24 Nationalparke. Bundesanzeiger Verlag GmbH. Köln. URL: [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger%20BGBl&jumpTo=bgbl109s2542.pdf#\\_bgbl\\_%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl109s2542.pdf%27%5D\\_1688629165319](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger%20BGBl&jumpTo=bgbl109s2542.pdf#_bgbl_%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl109s2542.pdf%27%5D_1688629165319). (28.03.2023).
- BUND-NATURSCHUTZ** (2020): Totholz ist voller Leben! Liegendes Totholz. URL: <https://traunstein.bund-naturschutz.de/artenschutz/totholz>. (19.06.2023).
- CLIMATE-DATA** (2022): Daten und Graphen zum Klima und Wetter in Waren (Müritz). URL: <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/mecklenburg-vorpommern/waren%20-mueritz-9984/>. (22.03.2023).
- DEUTSCHER WETTERDIENST** (2023): Climate Data Center, Teilkarte der Täglichen Stationsmessungen der maximalen Windspitze in ca. 10 m Höhe, in m/s vom 11.06.2014. Mecklenburg- Vorpommern. URL: <https://cdc.dwd.de/portal/202209231028/searchview>. (03.02.2023).
- DEUTSCHER WETTERDIENST** (o. D.): Wetter- und Klimalexikon, Beaufort- Skals. URL: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv3=100390&lv2=100310>. (24.03.2023).
- DEUTSCHER WETTERDIENST** (o. D.): Begriffserklärung „Downburst“. URL: [https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/D/Downburst\\_pdf.pdf?blob%20=publicationFile&v=4](https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/D/Downburst_pdf.pdf?blob%20=publicationFile&v=4). (03.02.2023).
- DITTMER, JÖRG** (Hrsg.): Datenspeicher Wald (2023): Abfrage der letzten forstlichen Maßnahmen im Windwurf Revier „Langhaben“ im Müritz-Nationalpark. Blankenförde, 2023. E-Mailabfrage und telefonisches Interview (01.02.2023).
- DITTMER, JÖRG** (2014): Bericht: Sachstand zum Windwurf im Müritz-Nationalpark vom 11.06.2014. Blankenförde, Pdf. übersandt per E-Mail. (01.02.2023).
- EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT WALD, SCHNEE UND LANDSCHAFT** (o. D.): Verschiedene Formen von Totholz. URL: <https://totholz.wsl.ch/de/totholz/formen-von-totholz.html>. (19.06.2023).

- FOLKE, CARL; CARPENTER, STEVE; WALKER, BRIAN; SCHEFFER, MARTEN; ELMQVIST, THOMAS; GUNDERSON, LANCE & HOLLING, C.S.** (2004) Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annu. Rev. Ecol. Evol. S. 35*: 557 – 559.
- FORST BRANDENBURG (HRSG.): MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT** (2016): Waldbaurichtlinie für das Land Brandenburg Kiefer. Ernte und Generationswechsel. URL: [https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Waldbaurichtlinie\\_Kiefer\\_2016.pdf](https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Waldbaurichtlinie_Kiefer_2016.pdf). (22.06.2023).
- GEOPORTAL M-V** (o. D.): Digitales Orthofoto. Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg- Vorpommern Amt für Geoinformation, Vermessungs- u. Katasterwesen. URL: [https://www.geoportal-mv.de/portal/Geofachanwendungen/Luftbilder\\_und\\_Satellitenbilder](https://www.geoportal-mv.de/portal/Geofachanwendungen/Luftbilder_und_Satellitenbilder). (13.03.2023).
- GEOPORTAL M-V** (o. D.): Digitale Topographische Webkarte. Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen. URL: [https://www.geoportal-mv.de/portal/Geofachanwendungen/%20Topographische\\_Karten](https://www.geoportal-mv.de/portal/Geofachanwendungen/%20Topographische_Karten). (09.03.2023).
- HARTMANN, LAURA JOSEPHIN** (2016): Bachelorarbeit: Vegetationskundliche Ersterfassung einer Windwurffläche bei Zwenzow im Müritz-Nationalpark. Koordinaten der Probekreise. unveröffentlicht Müritz- Nationalparkamt, Pdf. S. 73.
- HARTMANN, LAURA JOSEPHIN** (2016): Fotos innerhalb der Probekreise zur Bachelorarbeit: Vegetationskundliche Ersterfassung einer Windwurffläche bei Zwenzow im Müritz-Nationalpark. unveröffentlicht Müritz- Nationalparkamt, Hohenzieritz.
- HIELSCHER, KARTI (HRSG.): MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG** (2021): Zustand und Entwicklung der Rot-Buche in den Wäldern Brandenburgs, unter den Bedingungen des Klimawandels. Gefährdung der Rot-Buche (*Fagus sylvatica* L.) durch Tiere und abiotische Einflüsse. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 71. URL: <https://forst.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/efs71.pdf>. (15.06.2023).
- HOFFMANN, BIRGIT (2001)**: Geo-Informationssystemen, moderne Luftbildauswertungsverfahren und Geostatistik, dargestellt am Beispiel des Nordrhein- westfälischen Naturwaldreservats Hellerberg. 1. Auflage Cuvillier Verlag Göttingen. URL: [HTTPS://BOOKS.GOOGLE.DE/BOOKS?HL=DE&LR=&ID=XWD\\_DWAAQBAJ&OI=FND&PG=PA1&DQ=FAKTEN+F%C3%BCR+NA-TURW%C3%A4LDER+&OTS=Bx8TAWJFRA&SIG=54O2FQDMUV1V\\_GJO-AKARVQZMVVQ#V=ONEPAGE&Q=FAKTEN%20F%C3%BCR%20NA-TURW%C3%A4LDER&F=FALSE](https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=xWD_DWAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=fakten+f%C3%BCr+naturw%C3%A4lder+&ots=Bx8TAWJFRA&sig=54O2FQDMUV1V_GJO-AKARVQZMVVQ#v=onepage&q=fakten%20f%C3%BCr%20naturw%C3%A4lder&f=false). (28.06.2023).

- HOFMANN, GERHARD (HRSG.): MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG** (2007): Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Natürliche Buchenwälder mit Kiefernanteil in der Baumschicht, Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band XXXII. URL: <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/serien/yo/EfS/32.pdf>. (14.06.2023).
- HÜBNER, VIVIEN** (2022): Fotos innerhalb des Probekreises Puffer 2 zur Bachelorarbeit: Vegetationskundliche Zweiterfassung einer Windwurffläche bei Zwenzow im Müritznationalpark. Unveröffentlicht, per E-Mail von Vivien Hübner. (08.05.2023).
- IMMERGE, LYTRO (HRSG.): INGENIER.DE** (2015): Technik, Karriere, News. In den Bildern dieser 360-Grad-Kamera können Sie spazieren gehen. VDI Verlag GmbH, URL: <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/elektronik/in-bildern-360-grad-kamera-koennen-sie-spazieren-gehen/>. (28.06.2023).
- INTERGOVERNMENTAL PANAL ON CLIMATE CHANGE** (2014): Klimaänderung 2014: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) Hauptautoren: R.K. Pachauri und L.A. Meyer (Hrsg.). IPCC, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn, 2016. URL: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/IPCC-AR5\\_SYR\\_barrierefrei.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/IPCC-AR5_SYR_barrierefrei.pdf). (05.07.2023).
- JENSSEN, MARTIN & HOFMANN, GERHARD (HRSG.): MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG** (2005): Ökologischer Waldumbau, im nordostdeutschen Tiefland, Eberswalder forstliche Schriftenreihe Band XXIII. Potsdam, 2005. URL: <https://opus4.kobv.de/opus4-slbp/files/5059/efsbmbf.pdf>. (06.03.2023).
- LACHAT, THIBAUT; BRANG, PETER; BOLLIGER, MARKUS; BOLLMANN, KURT; BRÄNDLI, URS-BEAT; BÜTLER, RITA; HERRMANN, STEFFEN; SCHNEIDER, WERMELINGER, OLIVIER UND BEAT (HRSG.): EIDG. FORSCHUNGSANSTALT WSL** (2019): Totholz im Wald Entstehung, Bedeutung und Förderung. 2.überarbeitete Auflage 52, Birmensdorf. ISSN 1422-2876. URL: <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:20025/datastream/PDF>. (28.06.2023).
- LÄSSIG, REINHARD (HRSG.): EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR WALD, SCHNEE UND LANDSCHAFT (WSL) BIRMENS DORF** (2019): 20 Jahre nach «Lothar»: Durchzug im Wald. Artenreiche, klimarobuste Wälder. URL: <https://www.wsl.ch/de/newsseiten/2019/12/20-jahre-nach-lothar-durchzug-im-wald.html>. (22.06.2023).

- LANDESAMT FÜR FORSTEN UND GROßSCHUTZGEBIETE MECKLENBURG-VORPOMMERN UND NATIONALPARKAMT MÜRITZ** (Hrsg.) (2003): Müritz- Nationalpark: Nationalparkplan – Leitbild und Ziele (Nationalparkplan, Band 1), Auflage: 1000, Malchin. URL: [https://www.muertiz-nationalpark.de/fileadmin/muertiz/Service/Gesetze\\_Verordnungen\\_Plaene/Nationalparkplan\\_Band\\_1\\_2003.pdf](https://www.muertiz-nationalpark.de/fileadmin/muertiz/Service/Gesetze_Verordnungen_Plaene/Nationalparkplan_Band_1_2003.pdf). (16.03.2023).
- LANDESAMT FÜR FORSTEN UND GROßSCHUTZGEBIETE MECKLENBURG-VORPOMMERN UND NATIONALPARKAMT MÜRITZ** (Hrsg.) (2003): Müritz- Nationalpark: Nationalparkplan – Bestandsanalyse (Nationalparkplan, Band 2), Auflage: 280, Malchin. URL: [https://www.muertiz-nationalpark.de/fileadmin/muertiz/Service/Gesetze\\_Verordnungen\\_Plaene/Nationalparkplan\\_Band\\_2\\_2003.pdf](https://www.muertiz-nationalpark.de/fileadmin/muertiz/Service/Gesetze_Verordnungen_Plaene/Nationalparkplan_Band_2_2003.pdf). (16.03.2023).
- LANDESAMT FÜR FORSTEN UND GROßSCHUTZGEBIETE MECKLENBURG-VORPOMMERN, FORSTLICHE VERSUCHSWESEN** (2000): Dokumentation Datenbankprojekt Naturwaldreservate, Funktionsgleichungen für die Volumenberechnung des Derbholzes. Version 1, Pdf. Per E-Mail v. Müritz-Nationalparkamt, Hohenzieritz.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN** (Hrsg.). (2005): Karte der Heutigen Potenziellen Natürlichen Vegetation Mecklenburg-Vorpommerns., Heft 1, Güstrow, Herstellung und Druck: cw Obotritendruck GmbH, Schwerin. ISSN: 0944-0836.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN** (2002): In der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Oktober 2002 (GVObI. M-V 2003, S. 1), Landesnaturschutzgesetz. URL: [https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/lnatg\\_m\\_v\\_21\\_31.pdf](https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/lnatg_m_v_21_31.pdf). (28.03.2023).
- LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN** (2010): NatSchAG M-V vom 23. Februar 2010. URL: [https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/rechtsgrundl\\_biotopschutz.pdf](https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/rechtsgrundl_biotopschutz.pdf). (28.03.2023).
- LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN & LANDESAMT FÜR INNERE VERWALTUNG M-V** (2023): Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Geologische Karte. URL: <https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/index.php>. (05.03.2023).
- LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN & LANDESAMT FÜR INNERE VERWALTUNG M-V** (2023): Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Naturraumkarte nach Großklimagebiet. URL: <https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/index.php>. (05.07.2023).
- LANDESFORSTEN MECKLENBURG-VORPOMMERN, FORSTLICHES VERSUCHSWESEN (2007)**: Anweisung zur Aufnahme der Waldstruktur in Naturwaldreservaten, Naturwaldvergleichs- und Waldmonitoring- Flächen in M-V. Schwerin, Pdf. v. NPA Hohenzieritz.

- LANDESFORST MECKLENBURG- VORPOMMERN (HRSG.): MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT MECKLENBURG-VORPOMMERN (2020):** Waldzustandsbericht 2020 Ergebnisse der Waldzustandserhebung in Mecklenburg- Vorpommern, Anzahl untersuchter Bäume und ihre Anteile in Prozent. URL: <https://www.wald-mv.de/landesforst-mv/aufgaben-der-landesforst-mv/waldschutz/waldzustandserhebung/?id=25743&%20processor=veroeff>. (21.06.2023).
- LANDESFORSTEN MECKLENBURG- VORPOMMERN (HRSG.): MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND FISCHEREI M-V (2005):** Ziele und Grundsätze einer naturnahen Forstwirtschaft in M-V. Heft A1, Schwerin, 1995. URL: <https://docplayer.org/29172673-Heft-a1-ziele-und-grundsaeetze-einer-naturnahen-forstwirtschaft-in-mecklenburg-vorpommern-1.html>. (05.07.2023).
- LINGENHÖHL, DANIEL (2019):** Spektrum der Wissenschaft. Temperierte Wälder. Die grüne Lunge unserer Breiten, Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Spektrum Kompakt- Kindle-Version. Heidelberg. (27.03.2023).
- MCCARTHY, JOHN; SERAFIN, WILSON, JAMES; ROBERT; JAMES, EVANS; KESSINGER, CATHY UND MAHONEY III, WILLIAM P. (2022):** Bulletin of the American Meteorological Society. Addressing the Microburst Threat to Aviation: Research-to-Operations Success Story, Band 103: Ausgabe: 12, S. E2847, doi: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-22-0038.1>. (23.03.2023).
- MECKLENBURG- VORPOMMERN (2023):** Speicherung und Aufbereitung der Daten des Windwurfes bei Zwenzow zur Aufnahme der Waldstruktur, Bereitstellung der Daten per E-Mail vom Müritz-Nationalparkamt. (16.05.2023).
- MEYER, PETER; MENKE, NORBERT; NAGEL, JÜRGEN; HANSEN, JAN; KAWALETZ, HEIKE; PAAR UWE, EVERS, JAN (2009):** Abschlussbericht des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekts, Entwicklung eines Managementmoduls für Totholz im Forstbetrieb, Ansprache des Zersetzungszustands, Nordwestdeutsche Forstliches Versuchsanstalt. URL: <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-22795.pdf>. (16.06.2023).
- MÜLLER, ALEX; LANDKREIS MÜRITZ UMWELTAMT UND MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT MECKLENBURG- VORPOMMERN (HRSG.): LANDKREIS MÜRITZ – DER LANDRAT (1999):** Die Geschichte einer Landschaft und ihrer Bewohner rund um Deutschlands größten Binnensee. Die Besiedlung des Müritzgebietes (Kapitel III). 1. Auflage. CITY-DRUCK Hoffmann GmbH, Waren (Müritz).
- MÜHR, BERNHARD (2016):** Die Klimaklassifikation nach W. Köppen. URL: <https://www.klimadiagramme.de/Frame/koeppen.html>. 22.03.2023).

- NATIONALPARKAMT MÜRITZ & LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE**  
**NATIONALPARKAMT MÜRITZ UND OPENSTREETMAP** (Hrsg.) (o.J.): Karte Radwanderwege im Müritz-Nationalpark. URL: <https://www.mueritz-nationalpark.de/karte#&e=2100,5000,5100,8000&c=2107>. (01.03.2023).
- NATIONALPARKAMT MÜRITZ UND OPENSTREETMAP** (Hrsg.) (o. D.): Karte Müritz-Nationalpark Schutzzonen (Kern-, Pflege- und Entwicklungszone). URL: <https://www.mueritz-nationalpark.de/karte#&e=5000,5100&c=5101,5103>. (01.03.2023)
- OPEN-SOURCE GEOGRAPHISCHES INFORMATIONSSYSTEM** (2023): Version 3.22.10., graphische Darstellung des Untersuchungsgebiets bei Zwenzow. URL: <https://www.qgis.org/de/site/forusers/download.html>. (09.03.2023).
- RANNOV, SVEN UND KOBEL, JOACHIM (HRSG.): MÜRITZ-NATIONALPARK: RANNOV, SVEN UND KOBEL, JOACHIM; SCHWABE, MATTHIAS & SPICHER, VOLKER (2022):** 30 Jahre Waldentwicklung im Müritz-Nationalpark, Forschung und Monitoring, Band 6. URL: [https://www.mueritz-nationalpark.de/fileadmin/mueritz/Service/Forschung\\_und\\_Monitoring/Forschung u Monitoring Bd6 web.pdf](https://www.mueritz-nationalpark.de/fileadmin/mueritz/Service/Forschung_und_Monitoring/Forschung_u_Monitoring_Bd6_web.pdf). (03.04.2021).
- REGER, MAX (HRSG.): FORST BADEN-WÜRTTEMBERG** (2022): Pressemitteilung, Unordnung im Staatswald, Totholz für den Biotop- und Artenschutz. Tote Bäume und Äste sind eine Gefahr, Tübingen-Bebenhausen. URL: [https://www.forstbw.de/fileadmin/user\\_upload/PM-Totholz.pdf](https://www.forstbw.de/fileadmin/user_upload/PM-Totholz.pdf). (21.06.2023).
- REINICKE, ROLF & REINICKE, MATTHIAS** (2021): Mecklenburg-Vorpommern Geologie und Landschaft, 1. Auflage 2021, DEMMLER VERLAG GmbH, Ribnitz- Damgarten, ISBN 978- 3- 944102-41-2.
- ROTHMALER, WERNER HUGO PAUL (HRSG.): JÄGER, ECKEHART J.** (2017): Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband, Bd. 1, 21. Aufl., Springer-Verlag GmbH, Heidelberg. ISBN-10 3662497077.
- RÜFFER, OLAF (HRSG.): MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND KLIMASCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG LANDESBETRIEB FORST BRANDENBURG** (2021): Zustand und Entwicklung der Rot-Buche in den Wäldern Brandenburgs, unter den Bedingungen des Klimawandels. Natürliche Regeneration von Buchenwäldern in der Buchenmischwald-Klimaregion Brandenburgs - am Beispiel des Melzower Buchennaturwalds, 1. Auflage, Eberswalde. URL: <https://forst.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/efs71.pdf>. (26.06.2023).

- RUHM, WERNER (HRSG.): BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD (2016):**  
Praxisinformation. Mischwälder weniger Risiko, höhere Wertschöpfung „Rahmenbedingungen und generelle Behandlungshinweise für Mischbestände“. Bundesforschungszentrum für Wald, Nr. 41- 2016, Wien, ISSN 1815-3895. URL: [https://bfw.ac.at/cms\\_stamm/050/PDF/BFW\\_Praxisinformation41\\_mischwald\\_kl.pdf](https://bfw.ac.at/cms_stamm/050/PDF/BFW_Praxisinformation41_mischwald_kl.pdf). (21.06.2023).
- RUHM, WERNER; SCHÖNAUER, HANNES; ENGLISCH, MICHAEL; STARLINGER, FRANZ; GEBUBUREK, THOMAS; PERNY, BERNHARD & NEUMANN, MARCUS (HRSG.): BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD (2016a):** Praxisinformation. Mischwälder weniger Risiko, höhere Wertschöpfung „Die Eiche“ Bundesforschungszentrum für Wald, Nr. 41- 2016, Wien, ISSN 1815-3895. URL: [https://bfw.ac.at/cms\\_stamm/050/PDF/BFW\\_Praxisinformation41\\_mischwald\\_kl.pdf](https://bfw.ac.at/cms_stamm/050/PDF/BFW_Praxisinformation41_mischwald_kl.pdf). (21.06.2023).
- RUHM, WERNER; SCHÖNAUER, HANNES; ENGLISCH, MICHAEL; GEBUBUREK, THOMAS; PERNY, BERNHARD & NEUMANN, MARCUS (HRSG.): BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD (2016b):** Praxisinformation. Mischwälder weniger Risiko, höhere Wertschöpfung „Buche“ Bundesforschungszentrum für Wald, Nr. 41- 2016, Wien, ISSN 1815-3895. URL: [https://bfw.ac.at/cms\\_stamm/050/PDF/BFW\\_Praxisinformation41\\_mischwald\\_kl.pdf](https://bfw.ac.at/cms_stamm/050/PDF/BFW_Praxisinformation41_mischwald_kl.pdf). (21.06.2023).
- RUHM, WERNER & SCHÜLER, SILVIO (HRSG.): BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD (2022):** Praxisinformation. Kiefernbewirtschaftung als Hoffnungsträger oder Problemfall? alles eine Frage des Waldbaus!? Vielseitiges Kiefernholz. Bundesforschungszentrum für Wald, Nr. 54- 2022, Wien, URL: [https://www.waldwissen.net/assets/waldwirtschaft/waldbau/bfw\\_kiefernbewirtschaftung/PI\\_Kiefernbewirtschaftung.pdf](https://www.waldwissen.net/assets/waldwirtschaft/waldbau/bfw_kiefernbewirtschaftung/PI_Kiefernbewirtschaftung.pdf). (21.06.2023).
- PAPENHAUSEN, NATASCHA (2023):** Deutscher Wetterdienst, telefonisches Interview zum Sturmtiefereignis „Ela“ vom 11.06.2014, Hamburg (02.02.2023)
- PETERSEN, REGINA; ANNIGHÖFER, PETER; SPELLMANN, HERMANN; LEDER, BERTRAM (2015):** Spätblühende Traubenkirsche (*Prunus serotina*). URL: [https://www.nwfva.de/fileadmin/nwfva/publikationen/pdf/petersen\\_2015\\_spatbluhende2.pdf](https://www.nwfva.de/fileadmin/nwfva/publikationen/pdf/petersen_2015_spatbluhende2.pdf). (15.06.2023).
- SCHIRMER, RANDOLF (HRSG.: BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT FREISING- WEIHENSTEPHAN (2001):** Birke: Vermehrungskünstler und Überlebensstrategie. URL: [https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau-bergwald/dateien/w28\\_birke-vermehrungskuenstler\\_und\\_ueberlebensstrategie.pdf](https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau-bergwald/dateien/w28_birke-vermehrungskuenstler_und_ueberlebensstrategie.pdf). (22.06.2023).



- SCHNELL, SEBASTIAN & HENNIG, PETRA (HRSG.): JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT** (2019): Wald und Ökosysteme. Totholzvorräte weiterhin auf hohem Niveau. URL: [https://literatur.thuenen.de/digibib\\_extern/dn061183.pdf](https://literatur.thuenen.de/digibib_extern/dn061183.pdf). (20.06.2023).
- SCHÖNENBERGER, WALTER (HRSG.): EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR WALD, SCHNEE UND LANDSCHAFT (WSL) BIRMENS DORF** (1993): Naturgefahren Publikation zur Tagung, Forum für Wissen. in Birmensdorf; ISBN 3-905620-21-9. URL: [https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A13776/datastream/PDF/Eidgen%C3%B6ssische\\_Forschungsanstalt\\_f%C3%BCr\\_Wald%2C\\_Schnee\\_und\\_Landschaft-1993-Naturgefahren-%28published\\_version%29.pdf#page=39](https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A13776/datastream/PDF/Eidgen%C3%B6ssische_Forschungsanstalt_f%C3%BCr_Wald%2C_Schnee_und_Landschaft-1993-Naturgefahren-%28published_version%29.pdf#page=39). (21.06.2023).
- SCHÖNENBERGER, WALTER; ANGST, CHRISTOPH; BRÜNDL, MICHAEL; DOBBERTIN, MATTHIAS; DUELLI, PETER; EGLI, SIMON; FREY, WERNER; GERBER, WERNER; KUPFER-SCHMID ALBISETTI, ANDREA D.; LÜSCHER, PETER; SENN, JOSEF; WERMELINGER, BEAT; WOHLGEMUTH, THOMAS (HRSG.): EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR WALD, SCHNEE UND LANDSCHAFT (WSL) BIRMENS DORF** (2003): Vivians Erbe. Waldentwicklung nach Windwurf im Gebirge. Merkblatt für die Praxis: Vol. 36. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL, ISSN: 1422-2876. URL: <https://www.wsl.ch/de/publikationen/vivians-erbe-waldentwicklung-nach-windwurf-im-gebirge.html>. (06.03.2023).
- SCHOTT, CHRISTINA MARIA** (2019): Masterarbeit: Natürliche Dynamik auf Windwurf-flächen im Müritz Nationalpark – Analyse nach 16 Jahren Waldentwicklung. URL: [https://digibib.hs-nb.de/resolve/id/dbhsnb\\_thesis\\_0000002252](https://digibib.hs-nb.de/resolve/id/dbhsnb_thesis_0000002252). (06.03.2023).
- SCHWABE, MATTHIAS (2022)**: Übergabeprotokoll, für die Arbeiten zur der Waldstrukturaufnahme im Rahmen einer Bachelorarbeit, unveröffentlicht, Pdf. (20.08.2022).
- SEIDL, RUPERT; JENTSCH, ANKE & WOHLGEMUTH, THOMAS** (2019b): Störungsökologie. Konzepte: Störungen und Biodiversität. (Hrsg.): Wohlgemuth, Thomas; Jentsch, Anke; Seidl, Rupert. Verlag UTB, 2019 Bern, ISBN: 978-3-8252-5018-8. 1. Auflage: S. 91–107 .
- SEIDL, RUPERT; MÜLLER, JÖRG & WOHLGEMUTH, THOMAS** (2019a): Störungsökologie. Konzepte: Störungen und Biodiversität. (Hrsg.): Wohlgemuth, Thomas; Jentsch, Anke; Seidl, Rupert. Verlag UTB, 2019 Bern, ISBN: 978-3-8252-5018-8. 1. Auflage: S. 75–90
- SPICHER, VOLKER** (2014): Karte Sturmereignis vom 12.06.2014, südlich von Zwenzow (Revier Langenhagen). Anlage 1, E- Mail von Jörg Dittmer Mitarbeiter Müritz-Nationalpark. (06.02.2023).

- SSYMANK , AXEL; HAUKE, U., RÜCKRIEM, C. & SCHRÖDER, E.** (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000 -BfN- Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie 879/409/EWG). Bundesamt für Naturschutz. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 53 - Bonn-Bad Godesberg. ISBN: 3-89624-113-3.
- STÄHR, FALK UND BERGMANN, JOACHIM-HANS (HRSG.): MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG** (2006): Aktuelle Ergebnisse und Fragen zur Situation der Eiche und ihrer Bewirtschaftung in Brandenburg. Der Einfluss von Verhaltensmustern des Eichelhäfers auf Ankommen und Etablierung von Hähersaaten unter Kiefer. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band XXV, ISBN 3-933352-63-0. URL: <https://opus4.kobv.de/opus4-slbp/files/5058/b25eiche.pdf>. (14.06.2023).
- STIFTUNG UNTERNEHMEN WALD** (2023): Grundlage der Waldpflege. Lichtbaumarten, Halbschattenbaumarten und Schattenbaumarten. URL: <https://www.wald.de/%20forstwirtschaft/waldpflege/grundlage-waldpflege/>. (14.06.2023).
- TESSADEM & OPENSTREETSMAP** (o. J.): Höhenlage (NHN) der Windwurffläche, Topografische Karte Mecklenburgische Seenplatte, Höhe, Relief. URL: <https://de-be.topographic-map.com/map-f2cskl/Mecklenburgische-Seenplatte/?center=53.2711%207%2C12.%2083542&zoom=12&popup=53.31072%2C12.93258>. (14.03.2023).
- ÜBEL, MARKUS** (2019): Pfingstmontags-Unwetter am 9. Juni 2014 (Teil 1). Deutscher Wetterdienst (DWD), URL: [Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Thema des Tages - Pfingstmontags-Unwetter am 9. Juni 2014 \(Teil 1\) \(dwd.de\)](https://www.dwd.de/DE/aktuell/wetter/wetter_und_klima/wetter_und_klima_thema_des_tages/wetter_und_klima_thema_des_tages_pfingstmontags_unwetter_am_9_juni_2014_t1_dwd.de). (23.03.2023).
- UMWELTMINISTERIUM MECKLENBURG - VORPOMMERN (HRSG.): LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG- VORPOMMERN** (2003): Erste Fortschreibung des Gutachtlichen Landschaftsrahmenplans Mecklenburgische Seenplatte, Karte 1: „Naturräumliche Gliederung“. URL: [https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/glrp\\_ms\\_tkarte\\_01\\_naturraum.pdf](https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/glrp_ms_tkarte_01_naturraum.pdf). (01.03.2023).
- VIERING, KERSTIN (HRSG.): SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT VERLAGSGESELLSCHAFT MBH** (2020): Ein Wald darf sich alleine erholen. Tote für das Leben. Heidelberg, URL: <https://www.spektrum.de/news/ein-wald-darf-sich-allein-erholen/1771050>. (23.06.2023).
- WILKE, ROBERT** (2014): Luftgestützte Dokumentation von Windwurfflächen im Müritz-Nationalpark. Sturmflächen gesamt nahe Zwenzow, unveröffentlicht, Hohenzieritz. per E-Mail vom Müritz-Nationalparkamt, Sachgebiet Forschung & Monitoring. (16.05.2023).

## 8 Anhang

### 8.1 Anhänge Methodenteil

Anhang 1, Kapitel 3.2.2:

Probekreis	Breitengrad	Längengrad
Windwurf 1	53.313619° Nord	12.935436° Ost
Windwurf 2	53.312877° Nord	12.934606° Ost
Windwurf 3	53.312177° Nord	12.933799° Ost
Windwurf 4	53.311511° Nord	12.933042° Ost
Bestand 1	53.314238° Nord	12.934170° Ost
Bestand 2	53.311051° Nord	12.934363° Ost
Puffer 1	53.312448° Nord	12.935649° Ost
Puffer 2	53.312541° Nord	12.932452° Ost

Tab. 7: Anhang 1: GPS- Koordinaten der Probekreismittelpunkte im Untersuchungsgebiet (vgl. HARTMANN 2016: 73).

Anhang 2, Kapitel 3.2.2.:

Geräte	Funktionen/Parameter bei der Waldstrukturaufnahme
1 x GPS-Gerät Garmin eTrex 30x	Auffinden der Probekreise bzw. PKMP
1 x Metalldetektor Typ:	Aufsuchen der Erdnägel/PKMP
1 x Nivelliergerät + Stativ	Ermittlung des Richtungswinkels (in gon)
Typ: Nedo Z 32	vom Probekreismittelpunkt
1 x Kompass	Einnorden des Nivelliergerätes
1 x Stahlnagel	Fixieren des Maßbandes am Erdnagel/PKMP
2 x Stahl- Maßband Spencer (20 m)	Streckenmessung (z.B. vom PKMP zum Baum)
4 x Fluchtstabstangen (2m)	Abstecken des Probe- und Satellitenkreises
1 x Pck. Kreide	Nummerierung der Bäume
1 x Messschieber (40 cm)	Durchmesser Ermittlung (D <sub>1,3</sub> ) eines Baumes
1 x Läsermessgerät Typ: Trimble True Pulse	Höhen- und Winkelmessung von Bäumen
1 x Läsermessgerät Typ: Haglöf Vertex 5	Messen der Entfernung, Länge (liegend), Höhe und Winkel eines Baumes

Tab. 8: Anhang 2: Geräteliste zeigt, mit welchem Gerät bestimmte Aufnahmeparameter erhoben wurden, siehe Übergabeprotokoll (SCHWABE 2022:1)

## 9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all diejenigen danken, die mit ihrer Unterstützung zum Gelingen dieser Bachelorarbeit beigetragen haben.

Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. Maik Stöckmann aussprechen, der als Erstbetreuer Interesse an dem Thema fand, viel Geduld für meine Fragen aufbrachte und die Kooperation zum Müritz-Nationalpark aufrechterhielt.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinem Zweitbetreuer Herrn Matthias Schwabe für die Unterstützung bei der Themenfindung und für die hilfsbereite sowie zuvorkommende Betreuung.

Ein großes Dankeschön geht an die liebe Frau Heidi Brey, die mir ihr Wissen zur Aufnahme der Waldstruktur vermittelte, mich ehrenamtlich an heißen Sommertagen bei der Feldarbeit unterstützte und mit etwas Schokolade und netten Gesprächen in schwierigen Situationen wieder aufmunterte.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinen Kommilitonen Jenny Bringmann und Jessica Eggert, die mich mit viel Spaß und Fleiß bei der Feldarbeit unterstützten.

Einen besonderen Dank widme ich meinen Eltern, Heinz und Ingelore Plettner, die mir bei der Feldarbeit halfen und die Bachelor-Arbeit Korrektur lasen.

Ausgesprochen danken möchte ich meiner Frau Susanne Plettner, die mir unzählige Male den Rücken freihielt, ohne sie wäre die Fertigstellung der Bachelorarbeit nicht möglich gewesen.

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit versichere ich, Steffen Plettner, dass ich die vorliegende Bachelor-Arbeit mit dem Thema „Aufnahme der Waldstruktur einer Windwurffläche bei Zwenzow im Müritz-Nationalpark“ selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe, und dass ich alle von anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen wie auch die Gedankengänge anderer Autoren besonders gekennzeichnet und die Quellen zitiert habe. Die Arbeit wurde bisher noch keinem anderen Prüfungsamt vorgelegt und ist noch nicht veröffentlicht.