



Ergebnisse der ersten permanenten Stichprobeninventur 2015 - 2017 im Nationalpark Harz

Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz | Band 24

Nationalpark
Harz



Ergebnisse der ersten permanenten Stichprobeninventur 2015 - 2017 im Nationalpark Harz

von

Eike Feldmann, Peter Meyer (NW-FVA), Katja Lorenz (NW-FVA), Sabine Bauling (NLP Harz),
Bernd Ludwig (NLP Harz) & Ute Springemann (NLP Harz)

Herausgegeben von der
Nationalparkverwaltung Harz

Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz

Band 24

Zitiervorschlag: Feldmann, E., Meyer, P., Lorenz, K., Bauling, S., Ludwig, B., Springemann, U. (2023): Ergebnisse der ersten permanenten Stichprobeninventur 2015 - 2017 im Nationalpark Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 24. 72 S.

Impressum

Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz
ISSN 2199-0182

Herausgeber:

Nationalparkverwaltung Harz
Lindenallee 35
D-38855 Wernigerode
www.nationalpark-harz.de

Redaktion:

Ute Springemann

Für den Inhalt sind ausschließlich die Autoren verantwortlich.

Titelfoto:

Waldforschungsfläche Brockenosthang (Foto: U. Springemann)

1. Auflage 2023

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Einleitung	6
1 Das Untersuchungsgebiet	7
1.1 Geografische Lage und Landschaftsgliederung	7
1.2 Geologie und Böden	8
1.3 Klima	9
1.4 Charakteristisches	11
2 Methodik der Waldstrukturaufnahme	15
2.1 Anlage der Probekreise	15
2.2 Aufnahme der Waldstrukturen	15
2.2.1 Aufnahmeeinheiten	15
2.2.2 Aufnahmeparameter und Zuordnung zu den Aufnahmeeinheiten	16
2.2.3 Erfassung der Objekte und Objektteile	18
2.2.4 Hard-/Software und Messinstrumente	19
2.2.5 Aufnahmeflächen der Aufnahmeeinheiten	19
2.2.5.1 Stehendes und liegendes Derbholz	19
2.2.5.2 Verjüngung	19
2.2.6 Arbeitsschritte zur Erfassung der Waldstruktur	20
2.2.6.1 Erfassung der Daten zum Probekreis	20
2.2.6.2 Aufnahme des stehenden Derbholzbestandes	20
2.2.6.3 Aufnahme des liegenden Derbholzbestandes	24
2.2.6.4 Aufnahme der Verjüngung	25
3 Durchführung und Ergebnisse	26
3.1 Ergebnisse der Waldstrukturaufnahme an den Stichprobenpunkten	27
3.2 Betrachtung verschiedener Faktoren an den Stichprobenpunkten und Gruppierung des Aufnahmekollektivs	32
3.2.1 Ergebnisse für einzelne Standortgruppen	36
3.2.1.1 Hochlagen (1. Höhenstufe, > 800 m ü. NHN)	36
3.2.1.2 Obere Lagen (2. Höhenstufe, 700 - 800 m ü. NHN)	40
3.2.1.3 Mittlere Lagen (3. Höhenstufe, 450 - 700 m ü. NHN)	45
3.2.1.4 Rand- und Tallagen (4. Höhenstufe, 250 - 450 m ü. NHN)	51
3.3 Interpretation der Ergebnisse	57
3.3.1 Einfluss der Entwicklungszonierung	57
3.3.2 Einfluss der Standortgüte	58
3.3.3 Einfluss der Höhenstufe	59
3.3.4 Schlüsselfaktoren für Kleinstrukturen	60
3.3.5 Verbiss	65
4 Zusammenfassung	67
5 Literatur	68
Anhang	69

Vorwort

Die wissenschaftliche Umweltbeobachtung und Forschung sowie die Dokumentation von Gebietsdaten sind gemäß den Empfehlungen der Weltnaturschutzunion (IUCN) ein wichtiger Bestandteil der Nationalparkarbeit. Aufgabe der Verwaltungen ist es, ein Monitoringsystem zu entwickeln und zu implementieren, um die Diversitätsentwicklung zu dokumentieren und zu analysieren. Die in den Nationalparks gewonnenen Erkenntnisse zum Ablauf natürlicher Prozesse sowie zum Aufbau, zur Struktur und zur Dynamik verschiedener Lebensgemeinschaften stehen der Naturschutzarbeit sowie der naturnahen Waldbewirtschaftung auch außerhalb der Schutzgebiete zur Verfügung.

Die Erfassung der Eigenschaften von Wäldern, insbesondere deren Zusammensetzung und Struktur hat im Gebiet des heutigen Nationalparks Harz schon eine längere Tradition. Bereits seit dem Jahr 1972 besteht im Schutzgebiet die Naturwaldforschungsfläche Bruchberg, welche die natürlichen Fichtenwälder in der montanen Höhenlage repräsentiert. Geprägt wurde die Entwicklung der Wälder am Bruchberg in den vergangenen Jahrzehnten durch Windwürfe und Borkenkäferbefall. Schwerpunkte des Langzeitmonitorings sind hier beispielsweise die Erfassung der Waldstrukturen und der Vegetation. In den darauffolgenden Jahren wurden weitere Untersuchungsflächen eingerichtet, die durch die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt und die Nationalparkverwaltung Harz betreut werden. Ziel war es, die charakteristischen Waldgesellschaften des Schutzgebietes in den verschiedenen Höhenstufen abzubilden.

Im Jahr 2015 erfolgte dann im gesamten Nationalpark Harz der Start für die erste Inventarisierung der Waldstrukturen an dauerhaft markierten Probestreifen. Das Einrichten der über 2.400 Dauerflächen war eine große Herausforderung, die Dank zahlreicher Mitarbeiter des Nationalparks realisiert wurde. Aber nicht nur das Einrichten, sondern auch die Aufnahme der Plots und die sich anschließende Kontrolle sowie Auswertung des umfangreichen Datenmaterials, verlangte viel Disziplin und Durchhaltevermögen von allen Beteiligten.

Mit vorliegendem Schriftenreiheband werden nun die Ergebnisse der Erstaufnahme der Waldstrukturen im Schutzgebiet vorgestellt und nach verschiedenen Kriterien ausgewertet. Das Wertvolle an diesen Daten

ist, dass sie die Waldstrukturen vor dem Einsetzen der großflächigen Absterbeprozesse unserer Wälder im Schutzgebiet in Folge verschiedener Störungen wie Niederschlagsdefizite, Hitze und Borkenkäferbefall abbilden. Also eine gute Basis für nachfolgende Inventuren, deren Ergebnisse dann sicher die rasante Dynamik in den vielfältigen Lebensräumen des Nationalparks Harz widerspiegeln.

Im Namen der Nationalparkverwaltung Harz
Ute Springemann

Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachbereich
Naturschutz, Forschung, Dokumentation

Einleitung

Nationalparke haben den klaren Auftrag: „Natur, Natur sein lassen“. Nach einer zeitlich begrenzten Übergangsperiode wird die weitere Entwicklung in den Lebensräumen auf einem Großteil der Fläche allein der Natur überlassen. Keine andere Schutzgebietskategorie verfolgt diesen Weg so konsequent. Wie aber laufen die Vorgänge ab, über die die Kulturlandschaft sich in eine sekundäre Naturlandschaft wandeln wird?

Es besteht die einmalige Chance, diesen Weg in einer beispielelosen Umbruchphase im Harz zu verfolgen. Daher muss es Aufgabe des Umweltmonitorings sein, die langfristige Entwicklung der vorhandenen Lebensräume mit deren Lebensgemeinschaften zu untersuchen, zu dokumentieren und so zur Erforschung der zugrunde liegenden dynamischen Prozesse beizutragen.

Mit der Schaffung eines dauerhaften Monitoringsystems für den Nationalpark Harz wurde ein Instrument zur Dokumentation der Waldentwicklung realisiert. Die Inventarisierung der gesamten Waldfläche erfolgt im Rahmen einer permanenten Stichprobeninventur, die in regelmäßigen Abständen wiederholt wird. Die Inventur wird als Kontrollstichprobenverfahren auf der Basis eines systematischen Rasters durchgeführt. Dabei werden an jedem dieser Punkte Bestandsdaten wie Baumart, Durchmesser, Baumhöhe, Verjüngung aber auch Parameter zur Strukturvielfalt wie stehendes und liegendes Totholz und Habitatstrukturen wie Konsolenpilze, verschiedene Höhlenarten sowie Moos- und Flechtendecken aufgenommen. Die Erfassung der Daten erfolgt direkt digital im Gelände, wo bereits eine erste Plausibilitätskontrolle durch die Software erfolgt. Die Aufnahmepunkte sind dauerhaft markiert, so dass bei nachfolgenden Inventuren exakt dieselben Bäume erfasst werden können. Die Veränderungen und die Dynamik der Waldentwicklung werden somit zukünftig in allen erhobenen Parametern genau abgebildet. Die Durchführung der Aufnahmen zur Erhebung der Waldstruktur erfolgte in Anlehnung an die Methodik der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Naturwaldreservaten. Ein Aufnahmeverfahren, welches auch in anderen Großschutzgebieten zur Anwendung kommt.

Für den Nationalpark Harz handelt es sich bei der Stichprobeninventur um eine flächendeckende Erhebung, die in den Jahren 2015 bis 2017 erfolgte. Sie gibt als Momentaufnahme die Waldflächen wieder und ermöglicht den Zustand der Waldökosysteme abzuschätzen. Der hier erhobene Datenbestand bildet den Zustand der Wälder ab, bevor das großflächige Absterben der Fichtenwälder einsetzte. Dieser umfangreiche Grunddatenbestand kann nun mit anderen naturräumlichen Daten verknüpft und weiter ausgewertet werden. Für den nachfolgenden Bericht wurden hierzu die Parameter Höhenlage, Bodentyp und Zonierung thematisiert. Bei der Auswertung des umfangreichen Datenmaterials war die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt unterstützend tätig, an die an dieser Stelle ein herzliches Dankeschön geht.

1 Das Untersuchungsgebiet

In fast allen vorliegenden Bänden der Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz wurden, sofern sie monographischen Charakter aufweisen, wichtige Informationen zum Harz als Naturraum vorangestellt. Darstellungen wesentlicher naturräumlicher Kenngrößen des Harzes sind beispielsweise in KOPERSKI (2011) und BAUMANN (2014) enthalten. Des Weiteren beinhaltet der Nationalparkplan für den Nationalpark Harz 2011 - 2020 (NATIONALPARK HARZ 2011) zusätzliche Informationen.

Um dem hier vorliegenden Band der Schriftenreihe eine thematische Geschlossenheit zu geben, soll auf naturräumliche Informationen nicht verzichtet werden. Die Inhalte orientieren sich dabei an den zuvor genannten Quellen.

1.1 Geografische Lage und Landschaftsgliederung

Das Untersuchungsgebiet, der länderübergreifende Nationalpark Harz (24.732 ha) auf dem Gebiet von Sachsen-Anhalt (8.912 ha) und Niedersachsen (15.820 ha), gehört zum nördlichsten deutschen Mittelgebirge, dem Harz. Der Grundgebirgskörper entstand während der hercynischen Gebirgsfaltung vor etwa 300 Millionen Jahren. Eine erneute Hebung im Tertiär schuf das heutige Mittelgebirge. Die Harzscholle wurde bei der Hebung so gekippt, dass sie nach Süden und Osten geneigt ist. Die stärkste Hebung erfolgte dabei am Gebirgsnordrand. Das Untersuchungsgebiet umfasst die höchsten Lagen des Gebirges bis zur natürlichen Waldgrenze auf der Brockenkuppe. Von der alpinen (niederalpinen) Höhenstufe des Brockenmassivs fällt das Unter-

Legende

— Nationalparkgrenze

— Fließgewässer

Höhenlage

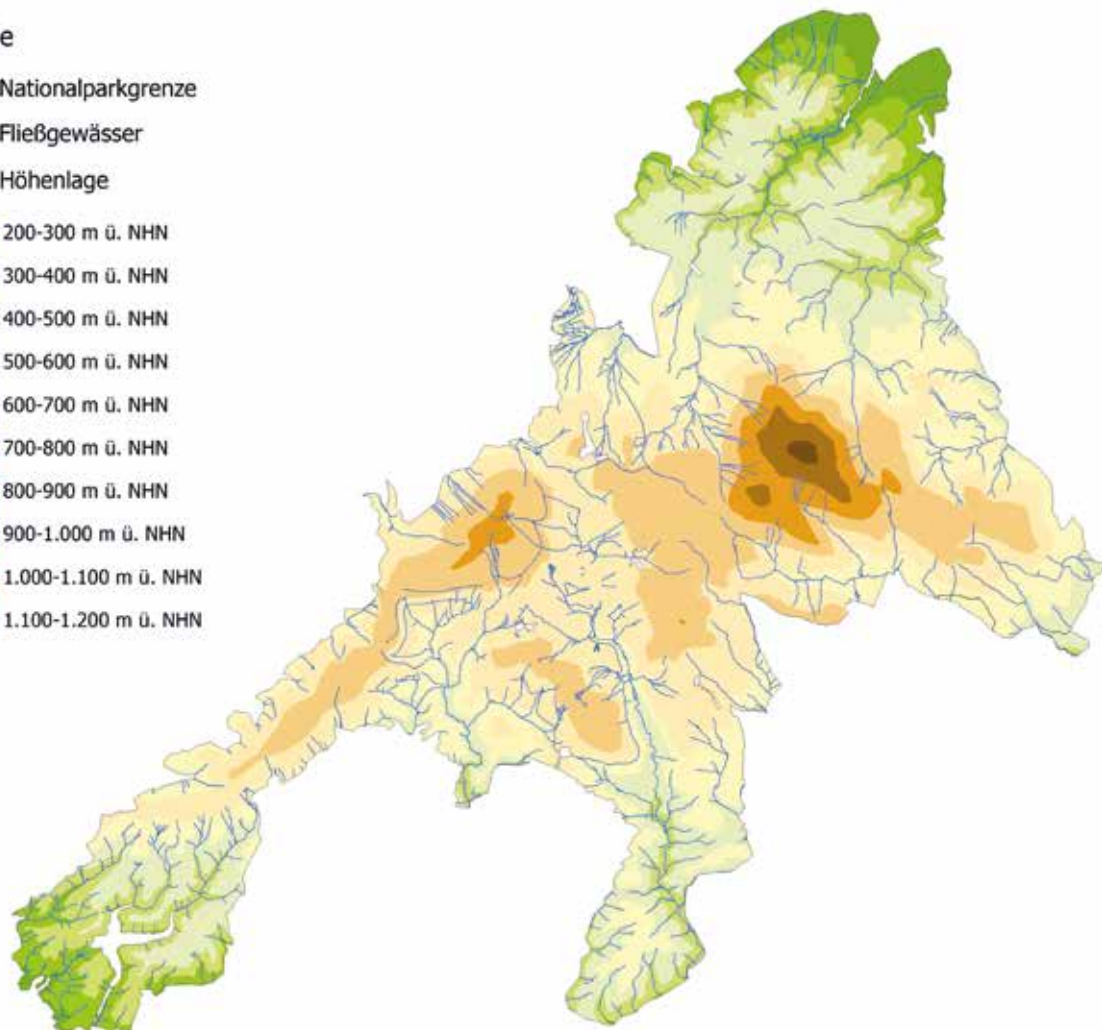


Abb. 1: Der Nationalpark Harz mit den Höhenlagen und Fließgewässern (NATIONALPARK HARZ).

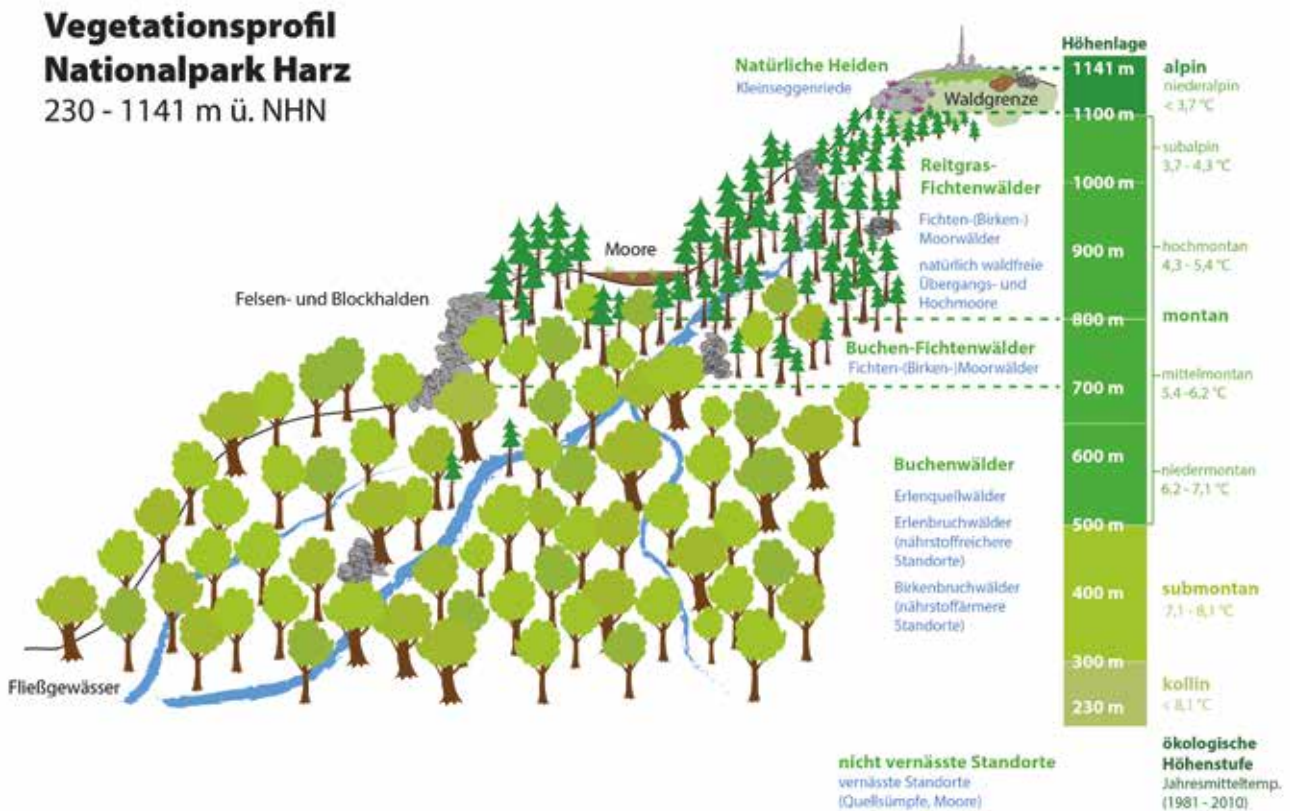


Abb. 2: Gliederung der ökologischen Höhenstufen mit den unter genannten klimatischen Bedingungen potenziell zu erwartenden Vegetationsformationen (NATIONALPARK HARZ).

suchungsgebiet nach Norden bis in das Harzvorland (Oberer Schimmerwald, Köhlerholz) sowie in Richtung Südwesten (Bereich nordwestlich von Herzberg) in die kolline Stufe ab. Das ist ein wesentliches Charakteristikum des Nationalparks Harz, dass er auf relativ kleiner Fläche das vollständige ökologische Höhenstufen-spektrum eines Mittelgebirges abdeckt.

1.2 Geologie und Böden

Das Untersuchungsgebiet ist durch eine große geologische Vielfalt charakterisiert, wobei die basenarmen Gesteine vorherrschen. Weite Teile des Zentrums rund um den Brocken und weit in Richtung Ilsenburg werden von Graniten geprägt. Auf dem Acker-Bruchberg-Höhenzug dominieren Quarzite. Nördlich und westlich des Oderstausees herrscht großflächig Grauwacke vor. Zwischen Eckertalsperre, Marienbruch und Bad Harzburg finden sich Eckergneis und Gabbro. Lediglich im äußersten Norden des Nationalparks, zwischen Bad Harzburg und Ilsenburg, stehen kleinflächig basenreiche Gesteine wie Mergel, Kalksandstein,

Tonschiefer mit Kalkeinlagerungen und Zechstein an. In den Sohlen der Täler liegen fluviatile bis kolluviale Sedimente, die kiesig bis schluffig sandig ausgebildet sind. Die Trennung in eiszeitliche Niederterrassen und holozäne Schwemmbildungen ist im Einzelnen nicht sicher vorzunehmen.

Die Böden der Nationalparkregion heben sich aufgrund der Höhenlage, des Klimas und der Gesteine deutlich vom Harzvorland ab. Neben der Bindung der Podsolierung beispielsweise an Granite zeigen auch die überwiegenden Braunerden verbreitet eine deutliche Versauerung. Daneben treten aber mit sehr jungen Bildungen wie den basischen Rendzinen und flachen Rankern sowie Moorbildungen (Hochmoore und Niedermoore) auch zahlreiche weitere Böden auf, die die Vielfalt des Bodenmosaiks begründen. Auf den Hochflächen, in Hangmulden und Hangverflachungen finden sich Stauvernässungen mit Pseudogleyen oder Hangwasserzug mit Hanggleyen. Durch die montanen Klimabedingungen sind darüber hinaus z.T. mächtige Humusaufgaben entstanden. Die örtlich auftretenden

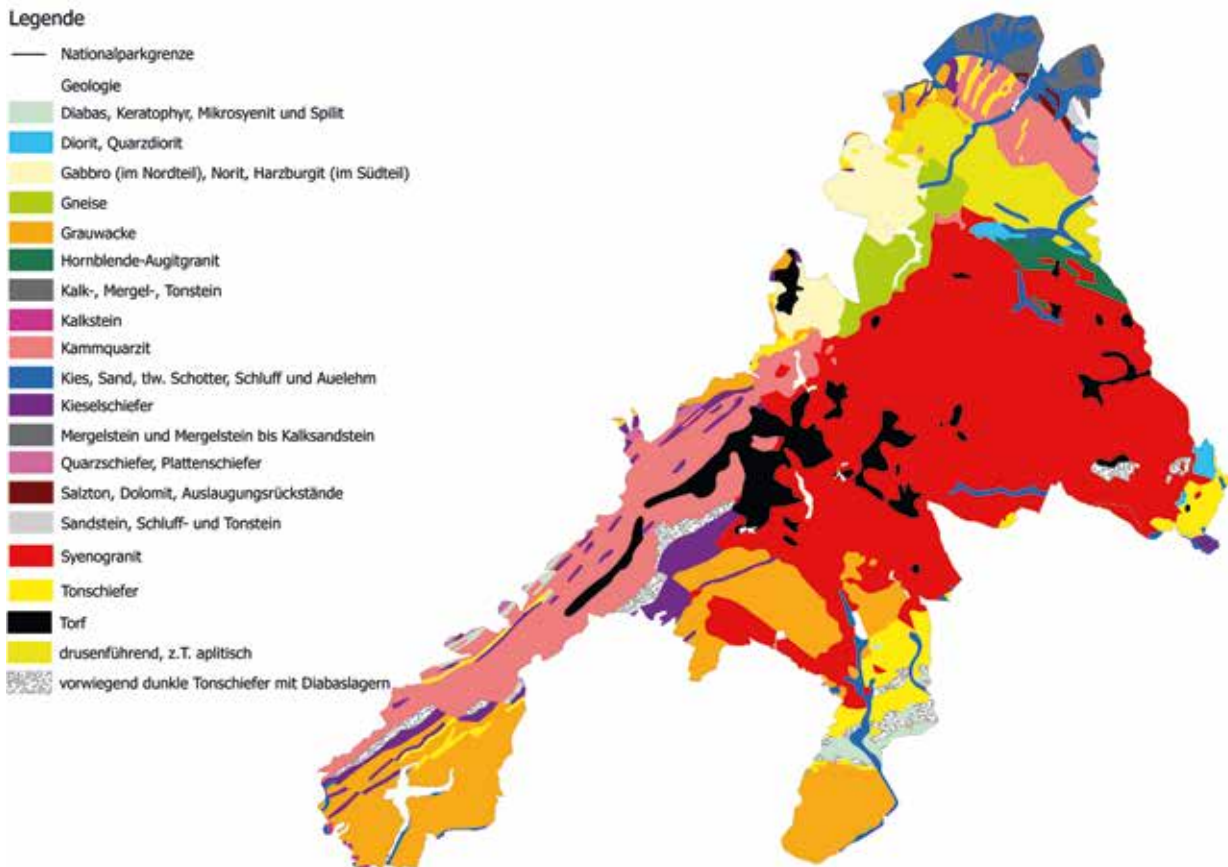


Abb. 3: Geologische Karte Nationalpark Harz, vereinfachte Darstellung (NATIONALPARK HARZ).

Tangelbraunerden¹ sind der charakteristische Bodentyp. Die feinbodenreicheren Lockergesteine haben häufig eine langfristig anhaltende hohe Wassersättigung. Auf den ebenen Talböden treten Gleye und Kolluvien (Zusammengeschwemmtes) als dominante Böden in Erscheinung. Am nördlichen Harzrand finden sich basenreiche Braunerden und flachgründige Kalkböden.

1.3 Klima

Als nördlichstes zentraleuropäisches Mittelgebirge wird der Harz von einem relativ rauen Klima geprägt. Er befindet sich im Übergangsbereich vom subatlantisch zum subkontinental geprägten Klima, d.h. von West nach Ost ist eine deutlich zunehmende Kontinentalität festzustellen. Es herrschen West- und Südwestwinde vor, die auf dem Brockenplateau maximale Geschwindigkeiten erreichen.

Das Jahresmittel der Lufttemperatur für die letzten vier Referenzzeiträume liegt am nördlichen Harzrand (Bad Harzburg 201 m ü. NHN) durchschnittlich bei rund 9,0 °C und sinkt am Brocken (1.141 m ü. NHN) auf 3,4 °C ab. Das Jahresmittel der Niederschläge liegt durchschnittlich zwischen 608 mm bei Wernigerode (233 m ü. NHN) und erreicht 1.828 mm auf dem Brocken [1, 2]. Für die letzten vier Referenzzeiträume sind Daten zu Niederschlag und Lufttemperatur den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen. Die zwei weiteren Abbildungen verdeutlichen insbesondere beim Jahresmittel der Lufttemperatur einen kontinuierlichen Anstieg in allen Höhenlagen. Für das Untersuchungsgebiet wurden die Daten repräsentativer Klimastationen ausgewählt.

¹ Der Name "Tangel" (österreich.) bezeichnet die hohe Rohhumusaufgabe des nur langsam und schlecht verrottenden Pflanzenmaterials aus gerbstoff- und säurereichen Zwergsträuchern, Heiden und Nadelbäumen <http://neu.loi-ev.de/wp-content/uploads/2016/04/5Bodenkunde.pdf> (aufgerufen am 04.03.2022).

Tab. 1: Lufttemperatur in 2 m Höhe der letzten vier Referenzzeiträume repräsentativer Klimastationen für den Nationalpark Harz (Hinweis: tlw. fehlende Datensätze in den Zeitreihen) [1, 2].

Wetterstation	Geografische Breite	Geografische Länge	Höhe (m ü. NHN)	Temperatur 1961-1990 (°C)	Temperatur 1971-2000 (°C)	Temperatur 1981-2010 (°C)	Temperatur 1991-2020 (°C)
Brocken	51.79862	10.618265	1.135	2,9	3,2	3,5	3,9
Schierke	51.765838	10.653280	609	5,3	5,6	5,6	6,4
Braunlage	51.723383	10.602109	607	5,9	6,1	6,3	6,8
Herzberg	51.625476	10.369512	238	8,0	8,4	8,6	9,1
Wernigerode	51.845421	10.768627	233	8,4	8,5	8,9	9,4
Bad Harzburg	51.900249	10.569851	201	8,5	8,8	9,0	9,6

Tab. 2: Niederschlag der letzten vier Referenzzeiträume repräsentativer Klimastationen für den Nationalpark Harz (Hinweis: tlw. fehlende Datensätze in den Zeitreihen) [1, 2].

Wetterstation	Geografische Breite	Geografische Länge	Höhe (m ü. NHN)	Niederschlag 1961-1990 (mm)	Niederschlag 1971-2000 (mm)	Niederschlag 1981-2010 (mm)	Niederschlag 1991-2020 (mm)
Brocken	51.79862	10.618265	1.135	1.814	1.820	1.879	1.799
Schierke	51.765838	10.653280	609	1.275	1.307	1.368	1.322
Braunlage	51.723383	10.602109	607	1.264	1.281	1.365	1.303
Herzberg	51.625476	10.369512	238	874	870	914	842
Wernigerode	51.845421	10.768627	233	582	-	630	612
Bad Harzburg	51.900249	10.569851	201	811	802	858	734

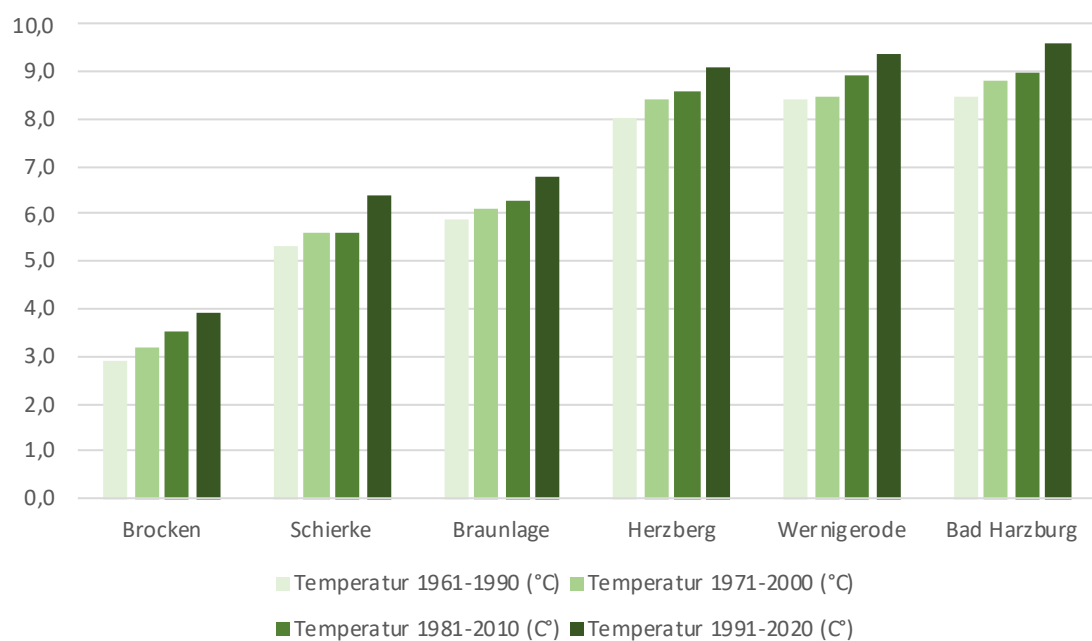


Abb. 4: Lufttemperatur in 2 m Höhe im Jahresmittel für die letzten vier Referenzzeiträume repräsentativer Klimastationen für den Nationalpark Harz (NATIONALPARK HARZ).

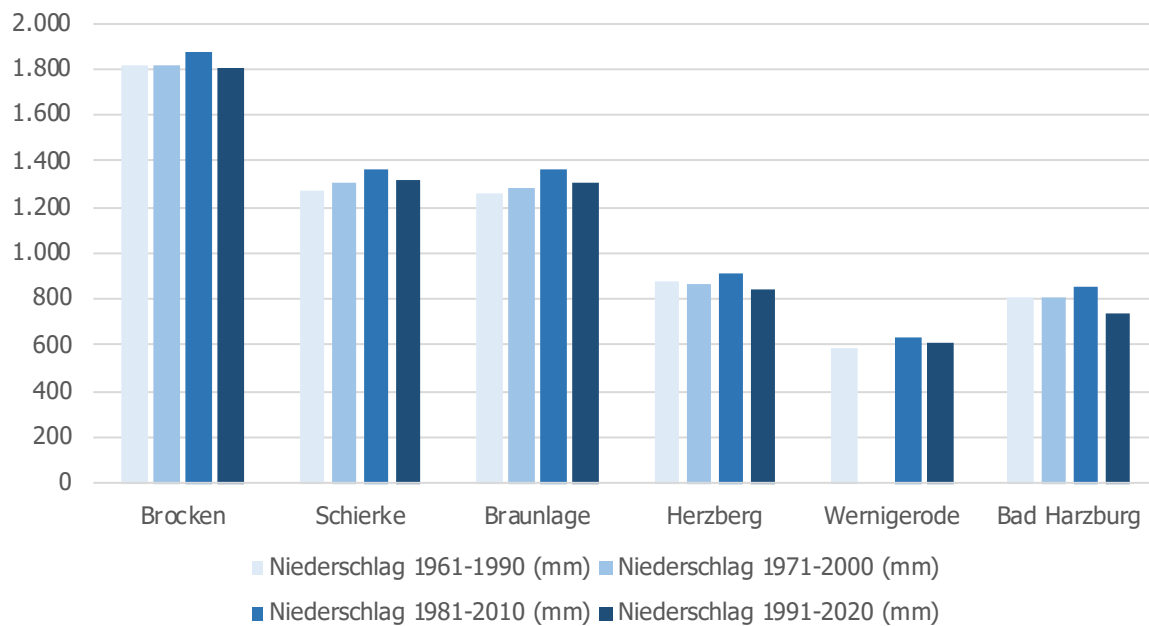


Abb. 5: Niederschlag im Jahresmittel für die letzten vier Referenzzeiträume repräsentativer Klimastationen für den Nationalpark Harz (NATIONALPARK HARZ).

1.4 Charakteristisches

Der Nationalpark Harz zeichnet sich durch eine hohe Vielfalt an Waldlebensräumen aus. In der montanen bis subalpinen Höhenlage sind die bodensauren Fichtenwälder und Fichten-(Birken-) Moorwälder, zum Zeitpunkt der Untersuchungen auch Fichtenforste, vorherrschend. Das Gebiet reicht bis an die klimabedingte baumfreie Brockenkuppe. In der kollinen bis submontanen Höhenlage dominieren die bodensauren Buchenwälder. Der Anteil der mesophilen Buchenwälder ist eher gering. Nennenswert sind weiterhin verschiedene Erlenwaldgesellschaften. Eine detaillierte Darstellung der Pflanzengesellschaften in Form kommentierter Vegetationskarten ist KARSTE et al. (2011a, b) zu entnehmen.

Fichtenwälder

In Deutschland scheint der Fichtenwald aufgrund der großflächigen Fichtenforste weit verbreitet zu sein. Doch natürliche Fichtenwälder sind außerhalb des Hochgebirges ein seltener Lebensraum, der sich im Bereich des Nationalparks Harz auf Höhenlagen von 700 m ü. NHN (bei Moorwäldern ab ca. 600 m ü. NHN) bis zur natürlichen Waldgrenze bei ca. 1.100 m ü. NHN und Moorstandorte beschränkt. Aufgrund der unterschiedlichen Standorteigenschaften werden im Untersuchungsgebiet im Wesentlichen zwei Pflanzengesellschaften mit ihren Assoziationen unterschieden:



Abb. 6: Die waldfreie Brockenkuppe. Die Waldgrenze ist klimatisch bedingt. Sie liegt bei 1.100 m ü. NHN (Foto: B. Rhein).

- Montane bis alpine bodensaure Fichtenwälder
 - *Calamagrostio villosae-Piceetum* (Reitgras-Fichtenwald),
 - *Calamagrostio villosae-Piceetum* (Reitgras-Fichtenwald, blockreich),
 - *Piceo-Sorbetum aucupariae* (Fichten-Vogelbeer-Gesellschaft) und
 - *Betulo carpaticae-Piceetum* (Karpatenbirken-Fichtenwald).



Abb. 7: Die Waldforschungsfläche Brockenosthang wird in großen Bereichen vom *Calamagrostio villosae-Piceetum* (Reitgras-Fichtenwald) geprägt und ist in Teilen sehr blockreich. Das Untersuchungsgebiet liegt in einer Höhe von 900 bis 1.060 m ü. NHN (Foto: U. Springemann).



Abb. 8: *Bazzanio-Piceetum* (Peitschenmoos-Fichtenwald) in der Waldforschungsfläche Bruchberg in einer Höhe von 850 m ü. NHN (Foto: G. Karste).

• Moorwälder

- *Bazzanio-Piceetum* (Peitschenmoos-Fichtenwald),
- *Vaccinio uliginosae-Piceetum* (Rauschbeeren-Fichtenwald) und
- *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*, sehr kleinflächig (Birken-Moorwald).

Bei den Fichtenwäldern unterhalb 700 m ü. NHN handelt es sich überwiegend um Fichtenforste, die auf potentiellen Laubholzstandorten stocken. Dabei sind im Untersuchungsgebiet verschiedene Ausprägungen vorhanden so z.B. der Heidelbeer-Gabelzahnmoos-Fichtenforst, der Sauerklee-Fichtenforst, der Reitgras-Fichtenforst und der Fichtenforst ohne Krautschicht.



Abb. 9: Fichtenforst (blockreich) in der Waldforschungsfläche Meineckenberg in einer Höhe von 560 m ü. NHN im November 2017. Im Jahr danach ist der Bestand abgestorben (Foto: U. Springemann).

Buchenwälder

Im Nationalpark Harz liegen die Verbreitungsschwerpunkte der bodensauren und mesophilen Buchenwälder in Höhenlagen von 230 bis 650 m ü. NHN. Deren Flächenanteil beläuft sich im Untersuchungsgebiet auf gut 10 %.

Aufgrund der unterschiedlichen Standorteigenschaften werden im Untersuchungsgebiet im Wesentlichen zwei Pflanzengesellschaften mit ihren Assoziationen unterschieden (KARSTE et al. 2011a, b):

• Bodensaure Buchenwälder

- *Luzulo luzuloides-Fagetum* (Hainsimsen-Buchenwald) und
- *Calamagrostio villosae-Fagetum* (Fichten-Buchenwald).

• Waldmeister-Buchenwälder (mesophile Buchenwälder)

- *Galio odoratae-Fagetum* (Waldmeister-Buchenwald) und
- *Hordelymo-Fagetum* (Waldgersten-Buchenwald).

Den größten Flächenanteil im Untersuchungsgebiet nimmt das *Luzulo luzuloides-Fagetum* (Hainsimsen-Buchenwald) ein. Es ist z.B. im Oberen Schimmerwald und Köhlerholz im Norden sowie rund um die Ortschaft Lonau im Südwesten des Parks zu finden. Mit gut 1 % der Nationalparkfläche ist der Anteil der mesophilen Buchenwälder eher gering. Hier dominiert das *Galio odoratae-Fagetum* (Waldmeister-Buchenwald). Während in Mitteleuropa der Lebensraumtyp



Abb. 10: *Luzulo luzuloides*-Fagetum (Hainsimsen-Buchenwald) über Grauwacke, Tonschiefer in der Waldforschungsfläche Mittelberg in einer Höhe von 550 m ü. NHN (Foto: U. Springemann).



Abb. 11: Mesophiler Buchenwald - *Galio odoratae*-Fagetum (Waldmeister-Buchenwald) zwischen Ilsenburg und Bad Harzburg (Foto: G. Karste).

zu einer der häufigsten Waldgesellschaften zählt, ist er im Untersuchungsgebiet nur in den nördlichen und südlichen Randbereichen vorhanden. Die Schwerpunkte liegen zwischen Bad Harzburg und Ilsenburg im Norden und im Süden zwischen Mühlberg und Oderhaus, insbesondere im Sieber- und Odertal. Der Waldgersten-Buchenwald als kalkliebende Waldgesellschaft ist nur sehr kleinflächig auf Grund des geringen Standortangebotes vorhanden, so z.B. auf der Südseite des Wienberges bei Ilsenburg.

Erlenwälder

Den größten Flächenanteil im Untersuchungsgebiet nimmt die Assoziation des *Stellario nemorum*-*Alnetum glutinosae* (Hainmieren-Schwarzerlenwald) ein. Meist

tritt sie im Schwemmbereich der Bäche und Flüsse auf mineralhaltigen Schotterböden auf. Das Untersuchungsgebiet gehört zu den fließgewässerreichsten Naturräumen Deutschlands. Es wird von einer Vielzahl von Bächen und kleinen Flüssen mit rund 685 km Länge durchzogen (NATIONALPARK HARZ 2013). Zu den bedeutenden Fließgewässern des Untersuchungsgebietes zählen Ecker, Ilse, Holtemme, Wormke, Kalte und Warme Bode, Sieber und Oder.

Eher selten dagegen kommen die Erlenbruchwälder (*Alnetea glutinosae*) mit den Assoziationen *Urtico-Alnetum* (Brennessel-Erlenbruchwald) und das *Sphagno-Alnetum glutinosae* (Torfmoos-Moorbirken-Erlenbruchwald) im Nationalpark vor (KARSTE et al. 2011a, b).



Abb. 12: *Stellario nemorum*-*Alnetum glutinosae* (Hainmieren-Schwarzerlenwald) nördlich Ilsenburger Stieg (Foto: U. Springemann).



Abb. 13: Ehemaliger Grenzstreifen im unteren Eckertal (Foto: U. Springemann).



Abb. 14: Granitsteinbruch Knaupsholz bei Drei Annen Hohne (Foto: U. Springemann).

Zu den anthropogen beeinflussten Standorten zählen die Biotope im ehemaligen Grenzstreifen, wie die Randbereiche des ehemaligen Kolonnenweges im Bereich Großer Gierskopf, Ernstburg, Maitzenkopf und Zwißelkopf. Sie sind durch eine Pioniergeholzvegetation aus *Betula pendula* (Hänge-Birke), *Populus tremula* (Aspe), *Salix* (Weiden-Arten) und *Sorbus aucuparia*

(Eberesche) sowie Verjüngung von *Picea abies* (Gemeine Fichte) und *Larix* (Lärchen-Arten) gekennzeichnet. Hinzu kommen verschiedene aufgelassene Steinbrüche wie der Granitsteinbruch Knaupsholz oder der Große Birkenkopf bei Drei Annen Hohne, die ebenfalls durch Pioniergeholze geprägt sind.

2 Methodik der Waldstrukturaufnahme

2.1. Anlage der Probekreise

Das Aufnahmegebiet betrifft die gesamte Nationalparkfläche. Ausgenommen sind Verkehrs-, Wasser- und Nutzungsflächen sowie die Moore.

Die Anzahl der Stichproben im Untersuchungsgebiet umfasst insgesamt 2.411 Punkte, die in einem Raster von 300 x 300 m liegen. In diesem Raster sind bereits vorhandene Punkte aus den Waldforschungsflächen und Naturwaldforschungsflächen enthalten.

Der eigentliche Probepunkt (Messpunkt) ist durch einen in den Boden eingelassenen Edelstahlstift (Länge 20 - 25 mm, Durchmesser 12 mm) markiert. 20 cm nördlich des Edelstahlstiftes ist der Stichprobenpunkt durch ein Aluminium-Kreuzprofil mit gelber Kappe gekennzeichnet. Auf der Kappe und auf dem Kreuzprofil ist die Probekreisnummer eingestanzt. Die Schnittpunkte des Rasters bilden jeweils den Mittelpunkt eines 0,05 ha großen Probekreises (Radius = 12,62 m, Abb. 15). Maßgeblich sind die Horizontalentfernungen. In geneigtem Gelände entspricht die Kreisfläche in Kartenprojektion einer Ellipse im Gelände.

Bei der Einrichtung der Probekreise wird ein Einmessprotokoll geführt. Hier ist dokumentiert, wenn der Stichprobenpunkt nicht an der vorgeschriebenen

Stelle eingeschlagen werden konnte (Koordinaten) oder ganz entfallen muss. Des Weiteren werden Hinweise zum Auffinden des Probepunktes und eine Kurzbeschreibung hinterlegt.

Die Probekreise sind Stichproben, die unverzerrte - nicht durch subjektive Momente gefärbte - Aussagen über die gesamte Untersuchungsfläche zulassen. Eine größere Anzahl dauerhafter Probekreise ermöglicht wesentlich genauere Aussagen über Veränderungen und Entwicklungen im Nationalpark. Sie eröffnen die Chance, Zeitreihen aufzubauen, die die dynamischen Veränderungen der Strukturen wie Schichtung, Alterszusammensetzung, Verjüngung, Totholzanteile, Mischungsformen/-anteile, Baumverteilung und Kronenschluss beschreiben. Doch auch das Probekreisverfahren hat nicht nur Vorteile. Neben der Tatsache, dass der Aufwand in größeren Forschungsflächen recht hoch sein kann, sind Probekreise anfälliger für Randeffekte, was die Ergebnisinterpretation erschweren kann (MEYER et al. 2006).

2.2 Aufnahme der Waldstrukturen

Die Aufnahme der Waldstrukturen ist angelehnt an das Verfahren der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt Göttingen zur Aufnahme der Waldstrukturen in den Naturwaldforschungsflächen (MEYER et al. 2001).

2.2.1 Aufnahmeeinheiten

Die Vielzahl unterschiedlicher Einzelobjekte, aus denen die Gehölzstruktur des Waldes aufgebaut ist (z.B. Sämlinge, Bäume unterschiedlichen Alters, stehendes und liegendes Totholz), macht es notwendig, die Erfassungsmethoden und Aufnahmeparameter entsprechend zu differenzieren. Eine Unterteilung des Gehölzbestandes in fünf Aufnahmeeinheiten nach den Kriterien Höhe und Brusthöhendurchmesser (BHD) bietet einen einfachen, aber adäquaten Bezugsrahmen für die differenzierte Ableitung von Aufnahmegrößen (MEYER et al. 2009). Es wird nach drei Aufnahmeeinheiten differenziert:

- Stehender Derbholzbestand (lebend, tot),
- Liegender Derbholzbestand (lebend, tot) und
- Verjüngung.

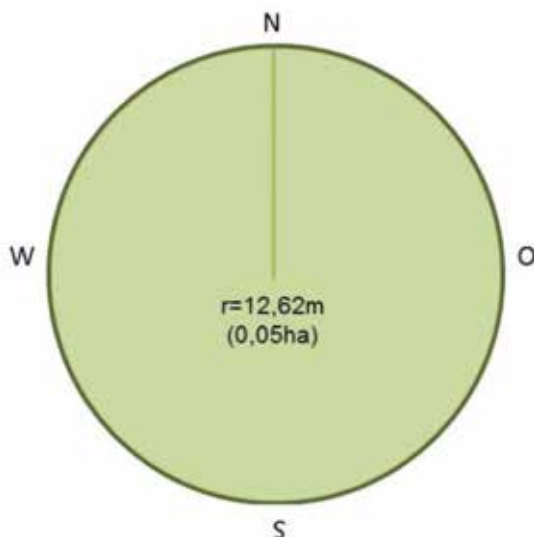


Abb. 15: Probekreis für die Aufnahme der Waldstrukturen.

Die Aufnahmeeinheiten sind wie folgt definiert (MEYER 2011):

Stehender Derbholzbestand

Zum stehenden Derbholzbestand zählen alle senkrecht oder schräg stehenden, lebenden und toten Bäume und Hochstümpfe mit einem BHD > 7 cm (mit Rinde, falls vorhanden) und einer Mindesthöhe von über 1,3 m. Der Winkel zwischen der Längsachse der Objekte und der Horizontalebene ist > 10 Gon (10 Gon = 9 Grad).

Liegender Derbholzbestand

Zum liegenden Derbholzbestand zählen alle linienhaften Gehölzobjekte. Lebende Objekte werden ab einem BHD > 7 cm und tote Objekte ab einem Durchmesser

am stärkeren Ende ≥ 20 cm (mit Rinde, falls vorhanden) erfasst. Der Winkel zur Horizontalebene beträgt < 10 Gon. Es gibt keine untere Längengrenze für die Erfassung.

Verjüngung

Zur Verjüngung zählen alle lebenden Gehölzpflanzen außer Keimlinge mit einem BHD < 7 cm.

2.2.2 Aufnahmeparameter und Zuordnung zu den Aufnahmeeinheiten

Den einzelnen Aufnahmeeinheiten (stehendes, liegendes Derbholz und Verjüngung) werden jeweils bestimmte Aufnahmeparameter zugeordnet, die für jedes Einzelobjekt - mit Ausnahme des Verbissprozentes, dass eine Schätzung für die gesamte Verjüngung darstellt - erhoben werden (Tab. 3, MEYER 2011).

Tab. 3: Aufnahmeparameter in den Probekreisen
(x = Erfassung für alle Objekte, (x) = Erfassung für einen Teil der Objekte, - = nicht erfasst)

Aufnahmeparameter	Stehender Derbholzbestand		Liegender Derbholzbestand		Verjüngung
	lebend	tot	lebend	tot	
Anzahl je Höhenklasse	-	-	-	-	x
Aufnahmedatum (-jahr)*	x	x	x	x	x
Botanische Art	x	x	x	x	x
Besonnung	-	x	-	x	-
Durchmesser	x	x	x	x	-
Entstehung	-	-	-	-	x
Frische Schäle	x	-	x	-	-
Höhe/Länge	(x)	x	x	x	-
Höhenklasse	-	-	-	-	x
Kleinstrukturen (Habitate)	x	x	x	x	-
Koordinaten	Azimet	x	x	x	-
	Entfernung	x	x	x	-
	Neigung	x	x	x	-
Kronenansatz (Höhenmessbäume)	(x)	-	-	-	-
Lage	-	-	x	x	-
Messpunkt BHD	(x)	(x)	-	-	-
Messpunkt D1			x	x	
Messpunkt D2 (Abstand)			x	x	
Mortalitätsursache	-	x	-	(x)	-
Nummer (IDNR1, IDNR2)	x	x	x	x	-
Laufende Nummer für sonstige Objekte (IDNR3)	-		x	x	-
Verbissprozent	-	-	-	-	x
Zersetzungsgrad Holz	-	x	-	x	-
Zustandstyp	x	x	x	x	-

* Im Erfassungsprogramm wird das Aufnahmejahr eingegeben. Intern wird das Aufnahmedatum gespeichert.

Die Aufnahmeparameter sind wie folgt definiert (Tab. 4):

Tab. 4: Definition der Aufnahmeparameter in alphabetischer Reihenfolge (MEYER et al. 2009)

Aufnahmeparameter	Definition
Anzahl	Zählbare Individuen bei der Verjüngungsaufnahme
Besonnung	Einschätzung der Besonnung von Totholz in drei Stufen
Botanische Art	Botanische Art der erfassten Gehölzindividuen
Durchmesser	Stammdurchmesser in Brusthöhe (1,3 m)
	Erster Durchmesser D1 bei liegendem Derbholz (ganzer Baum, Stammteil oder Starkast) ≥ 20 cm
	Zweiter Durchmesser D2 (möglichst 3 m von D1, kann aber variieren, Eingabe im Erfassungsprogramm) bei liegendem Derbholz (ganzer Baum, Stammteil oder Starkast) ≥ 20 cm
Entstehung	Entstehungsursache der Verjüngung
Exposition	Lage eines Hanges bezüglich der Himmelsrichtung
Frische Schäle	Schäle zum Zeitpunkt der Aufnahme (nicht überwallt)
Höhe	Lotrechte Baum- und Stumpfhöhe in m; erfolgt nach trigonometrischem Prinzip; vollständige Bäume und Bäume mit unvollständiger bzw. ohne Krone messen
Höhenklassen	Höhenschicht, in der sich der Terminaltrieb der Verjüngungspflanze befindet
Kleinstrukturen	Biodiversitätsrelevante Kleinstrukturen an lebenden und toten bzw. stehenden und liegenden Gehölzobjekten
Koordinaten	<u>Azิมut</u> = Abweichungswinkel zwischen dem Probekreismittelpunkt und dem Messpunkt von magnetisch Nord in Neugrad (Gon)
	<u>Entfernung</u> = Abstand vom Probekreismittelpunkt zum Messpunkt (Meter)
	<u>Neigung</u> vom Mittelpunkt zum Objekt, in % ermittelt; Haltepunkt ist z.B. Augenhöhe des Gegenübers (Körpergröße beachten)
Kronenansatz	Höhe des Kronenansatzes auf ganze Meter gemessen, nur bei lebenden Gehölzobjekten
Lage	Freiliegen oder Aufliegen von liegenden Objekten
Messpunkt BHD	Höhe der Durchmessermessung an stehenden Bäumen bei Abweichung vom Standard
Messpunkt D1	Messstelle des Durchmessers beim Liegholz
Messpunkt D2	Abstand von D1 zur Messstelle D2
Mortalitätsursache	Grobe Klassifikation der Absterbeursache
Numer Objekt	Permanente zweigliedrige Nummerierung bestehend aus Obernummer (= IDNR1) und Unternummer (= IDNR2)
Laufende Nummer für sonstige Objekte	Die Nummer für die sonstigen Objekte beim Liegholz (ehemaliger Standpunkt, Kronenmesspunkte, Wurzelteller) setzt sich aus der Nummer des Objektes (IDNR1 und IDNR2) und einer laufenden Nummer für die Messpunkte zusammen (IDNR3)
Sonderstruktur	Besonderheiten in der Aufnahmefläche natürlichen oder menschlichen Ursprungs
Verbissprozent	Anteil von Jungpflanzen mit Leittriebverbiss
Zersetzungsgrad	Zersetzungsfortschritt des stehenden und liegenden Totholzes
Zustandstyp (Klasse)	Klassifikation der aufgenommenen Objekte nach den Kriterien Vielfalt, Position und den vorhandenen Baumkomponenten

Die zu erfassenden Aufnahmeparameter sind z.T. Hilfsgrößen, um andere Kennwerte berechnen zu können, dienen der Gruppierung oder sind unmittelbar Zielgrößen einer Auswertung (Tab. 5, MEYER et al. 2009).

Tab. 5: Bedeutung der Aufnahmeparameter (MEYER et al. 2009)

Aufnahmeparameter (zusammengefasst)	Notwendig für ...
Besonnung	Auswertungsgröße zur qualitativen Beurteilung des Totholzangebotes und zur Analyse des Zersetzungsverlaufs in Abhängigkeit von den kleinklimatischen Bedingungen
Botanische Art	Gruppierungsvariable für die Datenanalyse und die Darstellung von Auswertungsergebnissen; Eingangsgröße für die Analyse der Gehölzdiversität
Durchmesser	Auswertungsgröße für die Durchmesserverteilungen; Eingangsgröße für die Berechnung von Grundfläche, Volumen und Durchmesserzuwachs
Entstehung	Auswertungsgröße zur Trennung zwischen Natur- und Kunstverjüngung
Frische Schäle	Beurteilung der Bestandssituation des Wildes
Höhe	Im Derbholzbestand: Eingangsgröße für die Berechnung von Höhenkurven, Baumvolumen und Höhenzuwachs
Höhenklassen	Auswertungsgröße zur Analyse der Höhenklassenverteilung der Gehölzverjüngung
Kleinstrukturen	Auswertungsgröße zur Qualifizierung der Vielfalt von Habitatstrukturen (z.B. Höhlen, Mulmtaschen) an stehenden und liegenden Objekten
Kronenansatz	Eingangsgröße für die Berechnung der Kronenlänge
Koordinaten (Azimut, Entfernung, Neigung)	Hilfsgröße zur Reidentifikation von Objekten bei der Wiederholungsaufnahme; Eingangsgröße zur Analyse der räumlichen Baumverteilung; Eingangsgröße zur Längenberechnung bei linienhaften Objekten
Lage	Auswertungsgröße zur qualitativen Beurteilung des Totholzangebotes und zur Analyse des Zersetzungsverlaufs
Messpunkt BHD	Hilfsgröße zur Ermittlung des Durchmessers in Brusthöhe
Messpunkt D1 und D2	Hilfsgröße zur Ermittlung des 1. und 2. Durchmessers bei liegenden Objekten bzw. bei abweichender Messstelle
Mortalitätsursache	Auswertungsgröße zur Bewertung des Absterbegeschehens und des Ausmaßes menschlicher Eingriffe (z.B. Verkehrssicherung); Eingangsgröße zur korrekten Schätzung des Volumenzuwachses
Nummer	Reidentifizierung von gleichen Objekten über mehrere Aufnahmen; Zusammenfassung von mehreren Objekten zu einem Individuum
Sonderstrukturen	Einflußgröße für die Ergebnisinterpretation
Verbissprozent	Auswertungsgröße zur Einschätzung des Wildeinflusses auf die Gehölzverjüngung
Zersetzungsgrad	Auswertungsgröße zur qualitativen Beurteilung des Totholzangebotes und Eingangsgröße zur korrekten Schätzung des Holzvolumens
Zustandstyp (Klasse)	Grundlage für eine differenzierte Datenanalyse z.B. bei der Voluminierung der unterschiedlichen Objekte; kann zur Darstellung der Strukturdiversität genutzt werden

2.2.3 Erfassung der Objekte und Objektteile

Im stehenden Bestand werden dem Probekreis diejenigen Objekte zugeordnet, deren Mittelpunkt (Horizontalprojektion der Stammmitte) in Brusthöhe eine maximale horizontale Entfernung von $\leq 12,62$ m vom Mittelpunkt des Probekreises aufweist. Linienförmige Objekte werden bis zur Probekreisgrenze gemessen. Es werden prinzipiell alle auf der Probekreisfläche befindlichen Objekte erfasst, also auch die von außen hereingefallenen oder hereinragenden Stücke. Den Probekreis kann man sich demnach als „ausgestanzte“ Aufnahme­fläche vorstellen (Abb. 16, MEYER 2011).

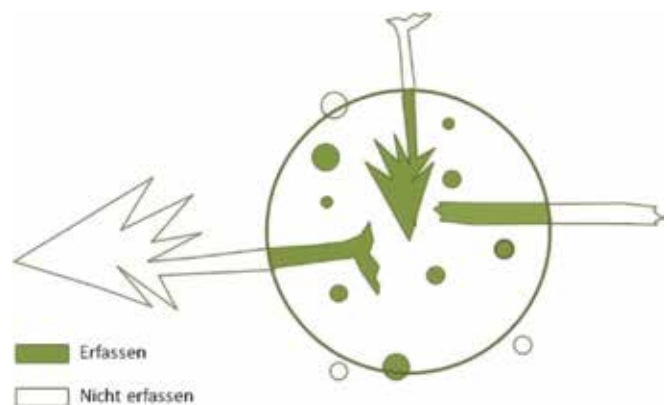


Abb. 16: Zuordnung der Objekte und Objektteile zum Probekreis.

Die Gehölzobjekte werden wie folgt klassifiziert:

- Objekte, die oberirdisch hervortreten, d.h. zumindest sich in Teilen oberhalb der Humusschicht befinden,
- einen direkten Erdkontakt haben (ausgenommen davon ist Totholz am lebenden Baum) und
- Derbholzanteile besitzen.

Als eigenständiges Objekt gelten alle nicht mit anderen Objekten oberirdisch verbundene Gehölzteile. Abgewichen wird von dieser Regel in folgenden Fällen:

- Bei massiertem Auftreten von Totholz (abgetrennte Kronen und/oder Totholzhaufen),
- stärker zersetzte Gehölzteile, die einem Individuum oder einer Baumkomponente zuzuordnen sind und die nur durch intensivere Zersetzung von Zwischenstufen nicht mehr unmittelbar verbunden sind, werden zu einem Objekt zusammengefasst und
- Stämme, die in mehrere Einzelabschnitte zersägt wurden.

Um die Probekreisgrenze im Gelände zu finden, kann die Umrechnungstabelle Horizontal- zu Geländeentfernung zu Hilfe genommen werden (Anhang I).

2.2.4 Hard-/Software und Messinstrumente

Die Aufnahmen im Gelände erfolgen mit einem Feldcomputer (Panasonic Toughbook CF-19) mittels der Software FieldMap. Zur weiteren Ausstattung gehören ein Tragegurt und externe Akkus einschließlich Ladegerät. Folgende Messinstrumente werden zur Messung der Parameter verwendet (Tab. 6):

Tab. 6: Übersicht der Messinstrumente

Aufnahmeparameter	Messinstrumente
Entfernungsmessung, Baumhöhe, Kronenansatz und Neigung	Vertex IV inkl. Transponder T3 (Transponder: Befestigung an einem 1,3 m langen Stab mit stumpfer Eisenspitze)
Azimut	Suunto-Taschenbussole mit Gon-Einteilung (Steckerkerze für Bussole und Teleskopstab aus Aluminium)
Neigung	Ggf. Suunto-Neigungsmesser (in Prozent)
Zusatzgeräte	
	Kluppe (80 cm)
	3 Rollenmaßbänder (Länge 25 m)
	Umfangmaßband (Bäume > 80 cm)
	Zusammensteckbare Fluchtstangen
	Meßlatte (5 m Länge, Teleskop)
	Zugsäge für BHD-Risser
	Kreide-/halter, Markierungsbänder

Handelt es sich um die Aufnahme des ersten Probekreises des jeweiligen Tages, muss der Höhen- und Entfernungsmesser kalibriert werden. Weitere Kalibrierungen sind bei Änderung der Luftfeuchte oder des Luftdrucks notwendig. Das Gerät darf keinem erheblichen Temperaturwechsel ausgesetzt werden.

Grundeinstellungen Vertex

Im Bereich SETUP müssen die Attribute wie folgt eingestellt sein:

METRIC (Transpondertyp 1 oder 2)	%
P.OFFSET (PIVOT OFFSET)	0,3
T.HEIGHT (Transponderhöhe)	1,3
M.DISTANCE (manuelle Entfernung)	10,0
BAF	3

Kalibrierung Vertex

Person 1 hält die 1 m-Markierung des Maßbandes an den Transponder, Person 2 rollt das Maßband aus, strafft dieses und hält die 11 m-Markierung an den Empfänger des eingeschalteten Vertex. Dann wird der Vertex auf 10 m kalibriert (Menüpunkt CALIBRATE). Damit FieldMap einen genauen Geländeabstand errechnen kann, muss die Transponderhöhe sowie der Abstand des Transponders zur vorderen Baumkante eingestellt werden. Dazu ist auf der „Map“ in der unteren rechten Ecke die Schaltfläche mit der Zahl „130“ anzuklicken.

In dem sich öffnenden Menü ist in das Feld „Reflector offset“ der Abstand (in cm) zwischen Transpondervorderkante und vorderer Baumkante einzugeben.

In die Felder „Equipment height“ und „Pole length“ ist der Abstand des Transponders vom Erdboden (Höhe) einzutragen.

Reflector offset 8,0 cm (Abstand Stab/Transponderteller, muss geprüft werden)

Pole length 130 cm

Equipment height 130 cm

2.2.5 Aufnahmeflächen der Aufnahmeeinheiten

2.2.5.1 Stehendes und liegendes Derbholz

Die Aufnahme des stehenden und liegenden Derbholzes erfolgt in den Probekreisen. Die Aufnahmefläche der Probekreise stellt eine Horizontalprojektion dar, d.h. über Geländeentfernung und Hangneigung erfolgt die Abbildung des Probekreises auf eine Ebene.

2.2.5.2 Verjüngung

Bei der Verjüngungsaufnahme in den Probekreisen wird der Jungwuchs (ohne Keimlinge) mit BHD < 7 cm erfasst [Streifen 25 m²].

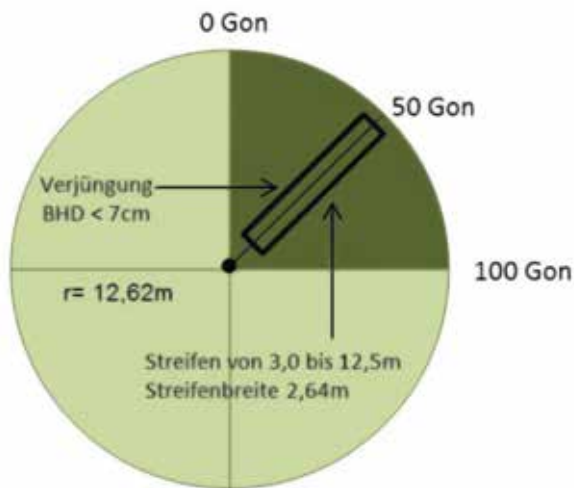


Abb. 17: Gliederung des Probekreises (0,05 ha) für die Verjüngungsaufnahme.

Die Länge der Achse für die Verjüngungsaufnahme wird auf Horizontalabstand verlängert (9,5 m), die Breite des Streifens beträgt 2,64 m (Abb. 17).

2.2.6 Arbeitsschritte zur Erfassung der Waldstruktur

2.2.6.1 Erfassung der Daten zum Probekreis

Nach dem Auffinden und der Identifikation des Probekreismittelpunktes werden folgende allgemeine Angaben erfasst (MEYER et al. 2009):

PROBEKREISNUMMER

KALENDERJAHR

Jahr der Aufnahme

NEIGUNG (NEIG)

Maximale Neigung des Probekreises (%)

TOPOGRAPHIE

Eingabe der Geländeform (Plateau, Kuppe, Ober-, Mittel-, Unterhang, Tal, Talschluss, Ebene)

EXPOSITION

Exposition nach 8 Himmelsrichtungen (N, NO, O, SO, etc.)

ENSTEHUNG

Natur- oder Kunstverjüngung

VERJÜNGUNGSFLÄCHE

Verjüngungsfläche im Zaun (ja/nein)

SONDERSTRUKTUR

Sonderstrukturen im Probekreis (1 - 3)

(Bach/Fließgewässer, Stillgewässer, quelliger Bereich, Rückweg, Forstweg (PKW- oder LKW-fähig), Meilerplatte, Geröll- oder Blockhalde, Felsen, rückgebauter Weg, Nichtholzboden/Offenland)

FLÄCHENTYP

Status der Fläche (Vergleichsfläche, bewirtschaftete Fläche)

BEMERKUNG

Bemerkungsfeld für freie Eingabe

2.2.6.2 Aufnahme des stehenden Derbholzbestandes

Folgende Parameter werden erfasst (MEYER et al. 2009):

NUMMER (IDNR1/IDNR2)

Vergabe einer zweigliedrigen Objektnummer

Beginnend mit der Obernummer 1 im stehenden Bestand werden die Objekte in der Reihenfolge ihrer Erfassung fortlaufend nummeriert. Handelt es sich um eingliedrige Objekte wie Kernwüchse oder ganze liegende Bäume, so erhält die Unternummer den Wert 1. Bei Stockausschlägen, Tiefzweiseln oder Bruchstücken von lebenden und toten Bäumen werden die „Abkömmlinge“ des ursprünglichen Objektes beginnend mit der Unternummer 2 fortlaufend nummeriert. Ist ein Baum unterhalb der Brusthöhe (1,3 m) gegabelt, so wird jeder einzelne Stamm/Ast ≥ 7 cm BHD mit verschiedenen Unternummern verschlüsselt und erhält eigene Koordinaten. Das Ursprungsobjekt erhält immer die Unternummer 1. Der Zusammenhang wird auch zwischen Objekten hergestellt, die sich im stehenden und im liegenden Bestand befinden.

Beachte: Stehendes Derbholz beginnend mit **10.1**, liegendes Derbholz beginnend mit **510.1**.

BOTANISCHE GEHÖLZART (ART)

Auswahl der botanischen Gehölzart aus der Standardliste (Schlüsselnummer). Wenn keine eindeutige Bestimmung der Art möglich ist (z.B. bei Weidenarten), kann auch die Gattung verschlüsselt werden.

KLASSE

Zustandstyp des jeweiligen Objektes. Bestimmung erfolgt nach Tabelle 7. Die Kombinationsmöglichkeit mit den Zustandstypen der jeweils höheren hierarchischen Ebenen wird durch „/“ getrennt.

Bemerkungen:

- Kronenbrüche, die nicht Derbholzrelevant sind, werden in die Klasse LSv bzw. TSv eingestuft.

Tab. 7: Schlüssel zur Klassifikation der oberirdischen Gehölzobjekte des Derbholzbestandes
 (* = im Boden steckende Bruchstücke werden als liegende Objekte angesprochen), (MEYER 2000)

Nr.	Kriterien	Klassenzuordnung			Weiter zu Nr.
		1. Vitalität	2. Vertikalposition	3. Baumkomponente	
1	Objekt eindeutig lebend	L			3
	Nicht so				2
2	Objekt eindeutig tot	T			5
	Keine eindeutige Zuordnung (absterbend)	A			3
3	senkrecht stehend (≥ 10 Gon zur Horizontalebene)	L/A	S		4
	Liegend (< 10 Gon zur Horizontalebene)	L/A	L		4
4	Keine relevanten Kronen- und/oder Starkastverluste (< 25 % der Krone) feststellbar	L/A	S/L	v	-
	Relevante Kronen- und/oder Starkastverluste (≥ 25 % der Krone) WICHTIG: Darunter ist nicht das Zurücktrocknen unterständiger Bäume zu verstehen, diese werde als LSv verschlüsselt	L/A	S/L	(v)	-
	Senkrecht stehender Stammbruch 1,3 m mit lebendem Reststumpf (vitale Borke, lebende Knospen an Ästen)	L/A	S	s	-
	Stubben $< 1,3$ m mit und ohne Stockausschlag mit eindeutig vitaler Borke	L/A	S	(s)	-
5	senkrecht stehend (s. o. 3)*	T	S		8
	Liegend (s. o. 4)	T	L		7
7	Baumkomponenten (Wurzel, Stamm(stück), Krone) unterscheidbar	T	L		8
	Baumkomponenten nicht unterscheidbar	T	L	s	-
8	Alle Baumkomponenten zumindest in Teilen vorhanden (Wurzel, Stamm, Krone (mit Grobästen und Feinreisig))	T	S/L	v	-
	Alle Baumkomponenten zumindest in Teilen vorhanden, aber Feinreisig fehlend	T	S/L	(v)	
	Mindestens eine Komponente fehlend				9
9	Stamm(stück) und Kronen(stück), Wurzel abgetrennt	T	L	sk	-
	Nicht so	T	S/L		10
10	Wurzelteller und Stammstück (Höhe Stammstück $\geq 0,3$ m), Wurzelteller z.T. oder ganz aus dem Boden gehoben	T	L	ws	-
	Einzelkomponente	T	S/L		11
11	Wurzelteller (Höhe Stammstück, falls vorhanden $< 0,3$ m)	T	S/L	w	-
	Kein Wurzelteller	T	S/L		12
12	Stammstück oder Starkast (auch die aus dem Kronenbereich des stehenden Bestandes stammenden Objekte)	T	S/L		13
	Krone oder Kronenteil (außer einzelnen aus dem Kronenbereich des stehenden Bestandes)	T	S/L	k	-
13	Stubben (= Stümpfe $\leq 1,3$ m)	T	S	(s)	-
	Starkast, Stammteil oder Stumpf (im Boden steckende Bruchstücke werden als liegende Objekte angesprochen)	T	S/L	s	-

- Hängende oder gebogene Objekte werden nicht gesondert klassifiziert. Es sollte ein Eintrag im Bemerkungsfeld erfolgen.

STANDPUNKT (STPK)

Standpunkt für die Azimut- und Entfernungsmessung (Kennung des Rasterflächenmittelpunktes)

ZIELPUNKT (ZPKT)

Zielpunkt der Azimut- und Entfernungsmessung (Baummitte in Brusthöhe)

AZIMUT (GON oder GRAD)

Messung des Azimuts zwischen Probekreismittelpunkt und jeweiligem Objekt (GON oder GRAD). Zielpunkt für

Azimet- und Entfernungsmessung ist die Baummitte in Brusthöhe. Die Brusthöhe wird im geneigten Gelände von der Bergseite bestimmt. Der Transponderstab steht unmittelbar vor der Baummitte.

GELÄNDEENTFERNUNG (GAB)

Messung der Geländeentfernung zwischen Probekreismittelpunkt und Objekt (m). Der Zielpunkt ist die Vorderseite der Baummitte in Brusthöhe. Steht der Baum im geneigten Gelände oberhalb des Probekreismittelpunktes, so muss der Transponderstab vor den Baum gehalten werden und sich der Transponder in (der bergseitig definierten) Brusthöhe befinden.

NEIGUNG (NEIG)

Messung der Neigung zwischen Probekreismittelpunkt und Objekt (%) von der zweiten Person in Augenhöhe zu der am Mittelpunkt stehenden Person. Sind die Personen nicht gleich groß, ist ein Messpunkt an der Zielperson zu vereinbaren. In geneigtem Gelände muss die zweite (messende) Person auf der Bergseite des jeweiligen Baumes stehen. Das Vorzeichen des Neigungswertes wird umgekehrt, um den entsprechenden Messwert vom Mittelpunkt zu erhalten.

BRUSTHÖHENDURCHMESSER (BHD)

Der Kluppschenkel muss auf den Mittelpunkt des Probekreises zeigen. Die Kluppe ist waagrecht zu halten. Zur Definition der Brusthöhe siehe Abbildung 18. Ist der Baum unterhalb der Brusthöhe gegabelt, so wird der BHD von jedem einzelnen Stamm/Ast ≥ 7 cm ermittelt. Vor der BHD-Messung wird die Brusthöhe mit der Zugsäge markiert, ohne dabei den Bast zu verletzen. Die Messung erfolgt von links, vom Probekreismittelpunkt aus gesehen (mm).

Beachte: Die Messhöhe von 1,3 m ist nicht als statisch anzusehen: bei Beulen, dichter Beastung, Rosen, Schältschäden, bei Tiefzwieseln etc. soll die Messstelle sinnvoll verschoben werden (i.d.R. nach oben), um eine realistische Messung zu erzielen (s. MPKT-BHD). In Fällen von Dichtstand, Tiefzwieseln etc. ist auch die Kluppen-Mess-Seite zu variieren: Messung um 100 Gon versetzt.

MESSHÖHE DES BHD (MPKT-BHD)

Wenn die Messung in Brusthöhe bedingt durch hohe Wurzelanläufe, Schäle, Krebsstellen oder andere Störungen nicht sinnvoll ist, wird die Messhöhe in einem Bereich zwischen 0,5 m und 2,3 m verschoben (dm).

BAUMHÖHE (HÖHE)

Bei häufig vorhandenen Baumarten sollen mindestens drei Messungen je Probekreis erfolgen. Messungen mit ausreichender Genauigkeit sind bei Laubbäumen i.d.R. nur im laublosen Zustand möglich. Bei der Höhenmessung ist es wichtig, nicht unmittelbar den Kronenrand anzupeilen. Die gemessenen Bäume sollten die gegebene BHD-Spanne und die Bestandesschichten möglichst gleichmäßig abdecken. Bei seltenen Baumarten sind alle Individuen zu messen. Vollständige Höhenmessungen sind ebenfalls für die Stümpfe (Klassen TS(s), TSs, LSs) und alle Bäume mit starkem Kronenverlust (Klassen TS(v), LS(v), AS(v)) durchzuführen. Bei Wiederholungsaufnahmen sind die vorher bereits gemessenen Bäume auszuwählen (m).

ZERSETZUNGSGRAD HOLZ

Der Zeretzungsgrad des Totholzes wird entsprechend Tabelle 8 angesprochen.

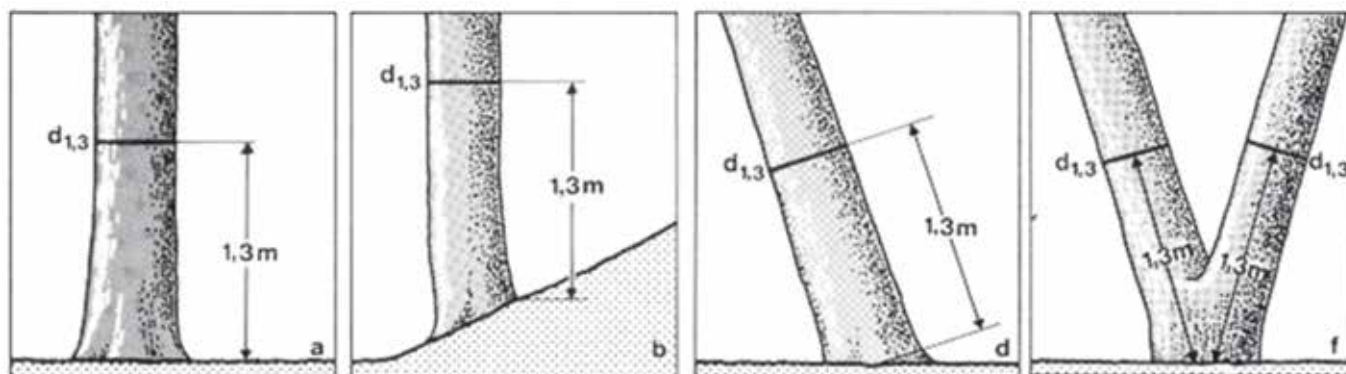


Abb. 18: Definition der Brusthöhe (aus Kramer und Akca, 1996)

Tab. 8: Klassifizierung von Schicht, Zersetzungsgrad, Besonnung, Mortalitätsursache und Lage (MEYER et al. 2009)

Variable	Schlüssel	Klassen
Zersetzungsgrad Holz	1 2 3a 3b 4	Frisch tot Beginnende Zersetzung Fortgeschritten zersetzt; Holz mit „weichfaulen“ Anteilen < 50 % des Volumens Fortgeschritten zersetzt; Holz mit „weichfaulen“, nicht mehr beilfesten Anteilen \geq 50 % des Volumens, Umrisse aber noch klar erkennbar Stark zersetzt, vermodert; Umriss nicht mehr klar erkennbar, liegendes Holz bereits zu einem erheblichen Teil in den Boden eingesunken
Besonnung	SCHA MITT SONN	Überwiegend beschattet (Bestand, Vegetation) Mittlere Verhältnisse Überwiegend besonnt
Mortalitätsursache	D E A M B ?	Konkurrenzbedingt bzw. dichteabhängig Exogene Ursachen abiotischer oder biotischer Natur Altersbedingt Durch menschlichen Einfluss Biologisch Unbekannt
Lage	1 2 3	Voll aufliegend < 1/4 der Länge aufliegend > 1/4 der Länge aufliegend

MORTALITÄTSURSACHE

Absterbeursache; nur bei abgestorbenen Bäumen ansprechen, nicht relevant bei Bruchstücken u.ä. (Tab. 8).

HABITAT

Kleinstrukturen am lebenden und toten Baumbestand (Tab. 9, 10).

BESONNUNG

Die Besonnungsintensität des Totholzes wird nach Tabelle 8 angesprochen.

KRONENANSATZ

Die Höhe des Kronenansatzes wird bei allen lebenden Höhenmessbäumen bestimmt. Bei Laubbäumen ist

Tab. 9: Beschreibung der Kleinstrukturen/Habitate (MEYER et al. 2009)

Habitat	Beschreibung
Rindenverletzung	Nicht überwallte, rindenlose Störstellen an der Stammoberfläche, die durch Schlag-, Rücke- oder Fällschäden entstanden sind (> 10 cm Länge oder Breite) bzw. Schälstellen, Astabrüche etc.
Asthöhle	Durch Astabbruch und Morschung entstandene Höhle
Stammhöhle	Stammhöhle oberhalb 50 cm Höhe: Stammverletzung mit erkennbarer Hohlraumbildung z.B. Höhle mit oder ohne Mulmsubstrat, ausgehöhlter Stamm etc.
Stammfußhöhle	Stammhöhle unterhalb 50 cm Höhe: Verletzungen des Baumes im unmittelbaren Stammfußbereich, z.B. Rückeschaden, Aushöhlungen durch Pilzbefall, Wassertöpfe etc.
Spechthöhle(n)	Eine oder mehrere Spechthöhlen
Konsolenpilze	Mehrjährige Pilzkonsolen von Zunderschwamm, Rotrandigem Baumschwamm, Feuerschwamm, Tramete etc.
Schleimfluss/ Nekrosen	Lokales Absterben und Aufplatzen der Rinde, teilweise Saftausfluss, auch nekrotische Veränderungen und Aufbauchungen bei Buche
Moose/Flechten	Decken aus Moosen und/oder Blatt-/Strauchflechten. Bei stehenden Bäumen werden die unteren 3 m, bei liegenden Objekten die Oberseite auf ganzer Länge angesprochen. Das Merkmal wird erst ab 33 % Bedeckung der Stammoberfläche mit Moosen oder/und Flechten vergeben
Offene Risse, Spalten, Blitzrinnen	Riss- oder Spaltenstruktur, die in den Splint hinein verläuft und mind. 50 cm lang ist
Rindentasche(n)	Rindentaschen oder Taschen, die sich durch aufgesplittertes Holz bilden und > 5 cm Breite oder Höhe und > 2 cm Tiefe aufweisen
Totholz anteilig	Mehr als 1/3 der Krone eines lebenden, stehenden Baumes besteht aus abgestorbenen Starkästen oder es handelt sich um einen lebenden Bruchstumpf, bei dem der obere abgestorbene Teil mehr als 1/3 des gesamten Holzvolumens ausmacht

Tab. 10: Aufnahme der Kleinstrukturen, differenziert nach dem Zustandstyp (MEYER et al. 2001)

Habitat	Stehender Bestand		Liegender Bestand	
	lebend	tot	lebend	tot
Rindenverletzung > 10 cm	x	x	-	-
Asthöhle	x	x	-	-
Stammhöhle oberhalb 0,50 m Höhe	x	x	x	x
Stammfußhöhle unterhalb 0,50 m Höhe	x	x	x	x
Spechthöhle(n)	x	x	-	-
Konsolenpilze	x	x	x	x
Schleimfluss/Nekrosen	x	-	-	-
Moose/Flechten	x	x	x	x
Offene Risse, Spalten, Blitzrinnen	x	-	-	-
Rindentasche(n)	x	x	-	-
Totholz anteilig	x	-	-	-

der Kronenansatz als der Ansatz des ersten grünen Primärastes definiert, bei Zwieseln die untere Begrenzung der grünen Primärkrone, bei Nadelbäumen als der erste Quirl mit drei grünen Ästen. Der Kronenansatz bezieht sich ausschließlich auf die Primärkrone. Wasserreiser und Klebäste bleiben unberücksichtigt.

FRISCHE SCHÄLE

Ja/Nein

BEMERKUNG

Bemerkungsfeld für freie Eingabe

Zuerst werden die Durchmesser- und Koordinateninformationen erhoben. Ebenso wie beim stehenden Derbholz erfolgt zuerst die Positionseingabe. Die Positionsmessung beginnt mit dem Anfangspunkt „A“ (meistens die Wurzel oder das stärkste Ende eines Objektes). Es schließt sich die Erfassung des Endpunktes „E“ an (MEYER 2011).

Da die Verfahrensdifferenzierung beim liegenden Bestand vergleichsweise groß ist, werden in Abbildung 19 die Messstellen der Koordinaten und Durchmesser in Abhängigkeit vom Zustandstyp veranschaulicht.

Es ergeben sich je nach Zustandstyp folgende Verfahrensabläufe (MEYER 2000, vgl. Abb. 19):

2.2.6.3 Aufnahme des liegenden Derbholzbestandes

Die Aufnahmeparameter ähneln denen des stehenden Bestandes. Es entfällt die Aufnahme der Baumhöhe und des Kronenansatzes.

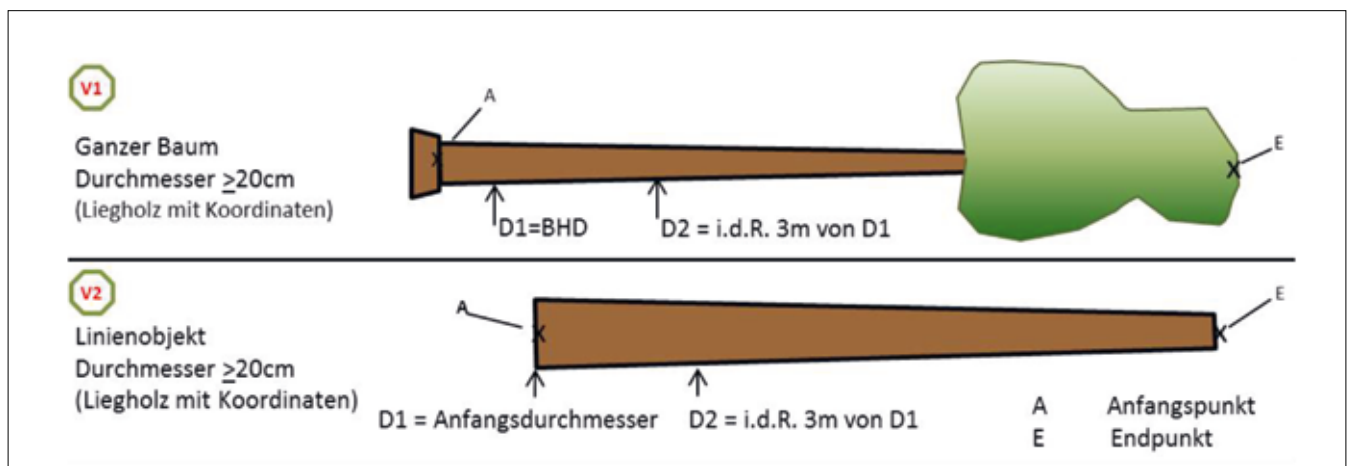


Abb. 19: Messstellen in Abhängigkeit vom Zustandstyp bei der Aufnahme des liegenden Bestandes (MEYER 2000, MEYER et al. 2001)

Liegende Objekte $\geq 20\text{cm}$ Durchmesser stärkstes Ende

- » Objekt vollständig - mit Wurzel oder Wurzelrest und Krone (V1)
 - Anfangspunkt (A) ist die Stammmitte auf der Grenzlinie zwischen Stamm und Wurzel.
 - Messung D1 bei 1,3 m (ehemaliger BHD).
 - Messung D2 i.d.R. 3 m stammaufwärts von D1.
- » Objekt nicht vollständig - z.B. ohne Wurzel, Teilstamm, Krone (V2)
 - Nur Anfangs- (A) und Endpunkt (E) messen.
 - D1= 1. Durchmesser stärkstes Ende.
 - D2= 2. Durchmesser i.d.R. 3 m stammaufwärts.

NUMMER (IDNR1/IDNR2)

Siehe Erfassung des stehenden Derbholzes.

AZIMUT (GONF, GONW)

Azimutwerte des Fuss- und Wipfelpunktes (GON oder GRAD)

Der Anfangspunkt bzw. der End- oder Wipfelpunkt bei über die Probekreisgrenze hineinfallenden bzw. hinausragenden Objekten ist immer der Schnittpunkt mit der Probekreisgrenze.

GELÄNDEENTFERNUNG (GABF, GABW)

Messung der Geländeentfernung des Fuß- und Wipfelpunktes vom Probekreismitelpunkt (m).

NEIGUNG (NEIGF, NEIGW)

Messung der Neigung vom Mittelpunkt in Richtung Fuß- und Wipfelpunkt (%). Siehe Erfassung des stehenden Derbholzes.

DURCHMESSER (D1, D2)

Bei stärkerem Zersetzungsfortschritt wird ein „idealisiertes“ Durchmesser bestimmt, der der äußeren Begrenzungslinie des Objektquerschnittes am nächsten kommt. Abweichungen der Messungen von D1 und D2 möglich (Angabe der Messpunkte).

Die Kluppschenkel sind im rechten Winkel zum Verlauf der Stammachse, meist senkrecht zu halten. Es erfolgt keine Kreuzklupung.

LAGE (Tab. 8)

Wie bereits bei der Erfassung des stehenden Derbholzes werden auch hier die Parameter ART, KLASSE, ZERSETZUNGSGRAD, BESONNUNG, MORTALITÄTSURSACHE, HABITAT und BEMERKUNG erfasst.

2.2.6.4 Aufnahme der Verjüngung

Die Zugehörigkeit einer Verjüngungspflanze zur Probefläche wird über den Wurzelpunkt definiert. Beim Auszählen der Verjüngungspflanzen wird jeder eintriebige Kernwuchs mit $N = 1$ erfasst (ANZAHL). Bei Stockausschlägen o.ä. Verjüngungsformen, die einem Zentrum entspringen, gilt ebenfalls $N = 1$ pro Zentrum. Zur Ermittlung der Höhenklasse geht der höchste Trieb ein. Nur bei entfernt vom zugehörigen Zentrum aufwachsenden Trieben z.B. aus Wurzelbrut, die sich zu eigenen Individuen entwickeln können, werden diese gesondert gezählt. Hinweise auf vegetative Verjüngung sind in der Bemerkungsspalte einzutragen (MEYER 2011).

Die in der Probefläche befindlichen Jungpflanzen werden getrennt nach GEHÖLZART und HÖHENKLASSE (Tab. 11) ausgezählt. Keimlinge werden nicht erfasst.

Tab. 11: Klassifizierung des Aufnahmeparameters Höhenklasse der Verjüngung (MEYER 2000).

Höhenklassen
< 0,5 m
0,5 - 1,0 m
1,0 - 1,5 m
1,5 - 2,0 m
2,0 - 3,0 m
3,0 - 4,0 m
Weiter in 1 m-Schritten bis BHD 7cm

Je Gehölzart und Höhenklasse wird das VERBISSPROZENT eingeschätzt (Tab. 12). Hierzu wird der Verbiss des Terminaltriebes des letzten Jahres berücksichtigt. Mögliche BEMERKUNGEN können erfasst werden.

Tab. 12: Klassifizierung des Aufnahmeparameters Verbissprozent der Verjüngung (MEYER 2000).

Verbissprozent
Kein Verbiss
Verbiss gering < 10 %
Verbiss mäßig 10 - 30 %
Verbiss stark > 30 - 90 %
Verbiss sehr stark > 90 %

3 Durchführung und Ergebnisse

Die Aufnahmen der ersten permanenten Stichprobeninventur (PSI) zur Waldstruktur erfolgten im Zeitraum von 2015 bis 2017 auf 2.377 von den insgesamt vorhandenen 2.411 Probekreisen á 500 m² (Abb. 20). Das entspricht einer Gesamtaufnahmefläche von 118,85 ha. Bei der Aufnahme der Stichprobenpunkte fanden bereits vorhandene Dauermarkierungen in den Wald- bzw. Naturwaldforschungsflächen Berücksichtigung. Dort bereits zeitnah erhobene Daten fließen in die nachfolgenden Auswertungen ein. Im Rahmen der Inventur wurden insgesamt 63.961 stehende lebende und absterbende Bäume, 13.476 stehende tote Bäume und 7.947 liegende Objekte

sowie 34.726 Jungpflanzen (< 7 cm BHD) registriert. Bei der Erfassung der Daten zum Probekreis wurden in fast 50 % der Aufnahmeflächen Sonderstrukturen vermerkt. Dabei handelt es sich vorwiegend um quellige Bereiche und Fließgewässer sowie Geröll- oder Blockhalden, Felsen, Rückewege und rückgebaute Wege (ehemalige Forstwege) (Abb. 21).

Einführend wird die Waldstruktur auf Ebene des Gesamtkollektivs an Stichprobenpunkten beschrieben (Kapitel 3.1). Im Folgenden werden die Probeflächen dann in Gruppen eingeteilt, die sich anhand verschiedener Faktoren (Höhenstufe, Bodentyp und Entwick-

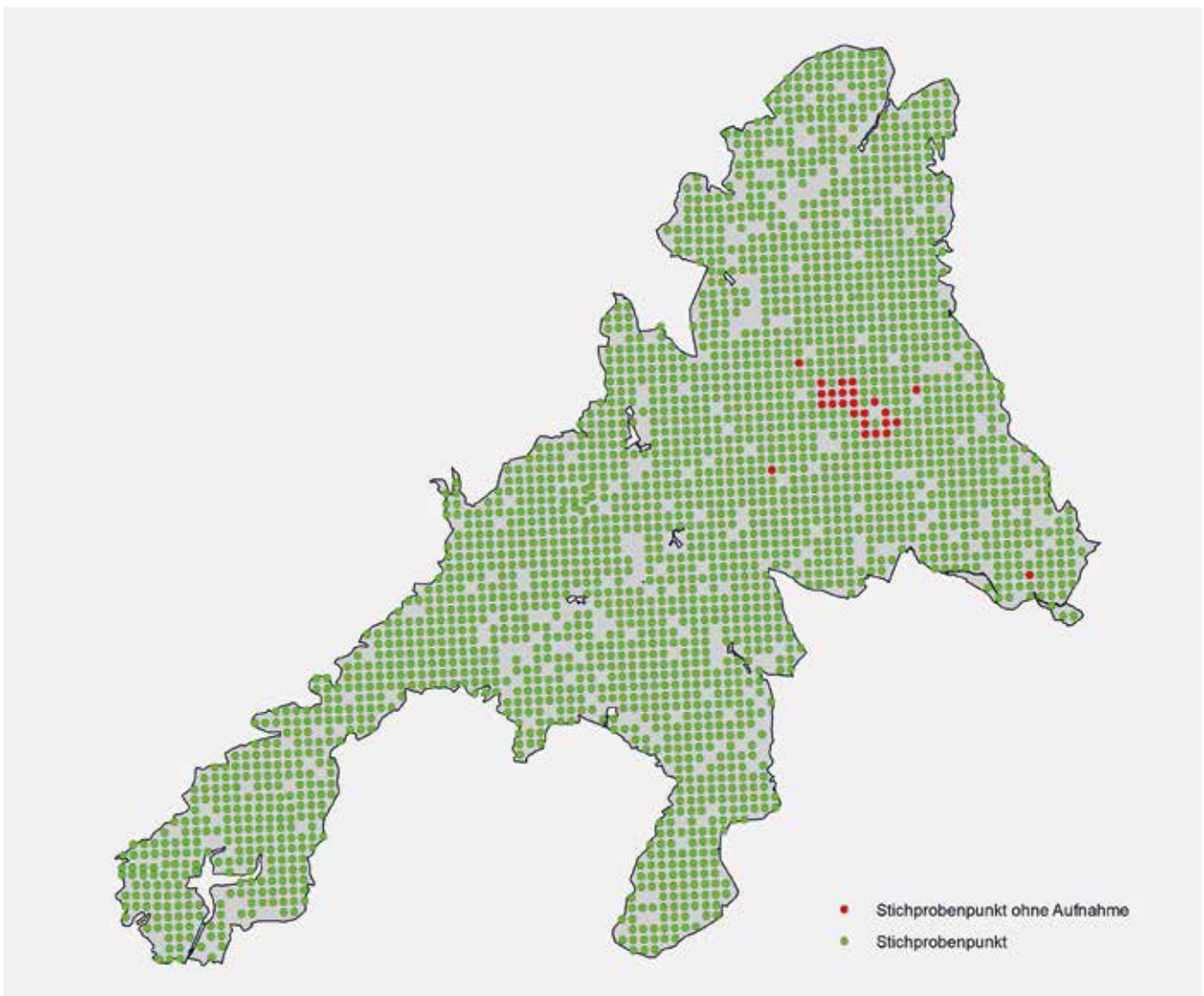


Abb. 20: Übersichtskarte des Stichprobennetzes der PSI. Die rot dargestellten Punkte konnten aufgrund der Unzugänglichkeit des Geländes in Folge großer Totholzmassen nicht aufgenommen werden (25 Stichprobenpunkte) (NATIONALPARK HARZ).



Abb. 21: Im Rangental bei Lonau sind die Sonderstrukturen Bachlauf und ehemaliger Forstweg am Stichprobenpunkt vorhanden (Foto: H. Thiel).



Abb. 22: Blick von den Hahnenkleeklippen in den von Fichte dominierten Teil des Odertals im Jahr 2017 (Foto: U. Wegener).

lungszonierung) voneinander abgrenzen (Kapitel 3.2). Die vergleichende Betrachtung dieser Gruppen (Kapitel 3.3) ermöglicht es, die Wirkungsweise der unterschiedlichen Faktoren auf verschiedene Aspekte der Waldstruktur zu analysieren.

3.1 Ergebnisse der Waldstrukturaufnahme an den Stichprobenpunkten

Baumbestand: Entsprechend der Aufnahmen der ersten permanenten Stichprobeninventur (alle 2.377 Probekreise) sind weite Teile des Nationalparks durch die Fichte geprägt (Abb. 22, 23). Diese hält einen Anteil von 80 % an der durchschnittlichen Stammzahl von 538 Bäumen pro Hektar ($n \text{ ha}^{-1}$) im lebenden Derbholzbestand (d.h. $\text{BHD} \geq 7 \text{ cm}$; siehe Tab. 13 und Abb. 25). Die zweithäufigste Baumart ist die Buche mit einem Anteil von 14 % (Tab. 13, Abb. 24, 25).

Weitere Baumarten treten im Bereich des Nationalparks derzeit nur in verhältnismäßig geringer Anzahl auf (Tab. 14). Selten sind sie bestandesprägend (2 % der Probekreise; z.B. auf Sonderstandorten), sondern meist Buche oder Fichte beigemischt bzw. repräsentieren sie frühe, vorratsarme Stadien einer Waldsukzession. Nennenswerten Anteile ($> 0,5 \%$) erreichen lediglich Bergahorn, Sand-, Moorbirke und Roterle (generell unter „Andere Laubbäume“ zusammengefasst) sowie Eberesche.

Der durchschnittliche lebende Holzvorrat beträgt insgesamt $324 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ und liegt damit in etwa im Bundesdurchschnitt von $336 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Datengrundlage: BWI³, Stichjahr 2012). Die Anteile der unterschiedlichen Baumarten sind denen für die Stammzahl recht ähnlich (83 % Fichte, 13 % Buche und 4 % andere Baumarten). Der durchschnittliche Totholzvorrat



Abb. 23: Stammzahlreicher, einschichtiger Fichtenbestand in der Waldforschungsfläche Meineckenberg in eine Höhe von 580 m ü. NHN (Foto: U. Springemann).



Abb. 24: Die zweithäufigste Baumart im Gebiet ist die Buche. Die Verbreitungsschwerpunkte liegen zwischen Bad Harzburg und Ilsenburg im Norden und im Süden zwischen Mühlberg und Oderhaus (Foto: D. Hartung).

Tab. 13: Mittelwerte waldwachstumskundlicher Kenngrößen nach Baumarten bzw. Baumartengruppen für die Gesamtfläche des Nationalparks Harz (N = 2.377 Probekreise). *Liegende Totholzobjekte wurden erst ab BHD bzw. Durchmesser am stärksten Ende ≥ 20 cm aufgenommen.

Baumart	Stehend					Liegend Tot	Totholz gesamt
	Lebend			Tot	Tot		
	Stammzahl [N/ha]	Grundfläche [m ² /ha]	Volumen [m ³ /ha]	Stammzahl [N/ha]	Volumen [m ³ /ha]	Volumen [m ³ /ha] *	Volumen [m ³ /ha] *
Fichte	428	25,8	258	108	36	23	59
Buche	78	4,1	53	3	0	1	2
Eiche	1	0,1	2	0	0	0	0
Bergahorn	4	0,1	1	0	0	0	0
Eberesche	4	0,1	0	0	0	0	0
Birke	11	0,3	3	1	0	0	0
Lärche	2	0,2	2	0	0	0	0
Andere Nadelbäume	1	0,1	1	0	0	0	0
Andere Laubbäume	9	0,3	3	0	0	0	0
Summe	538	31	324	113	37	25	62

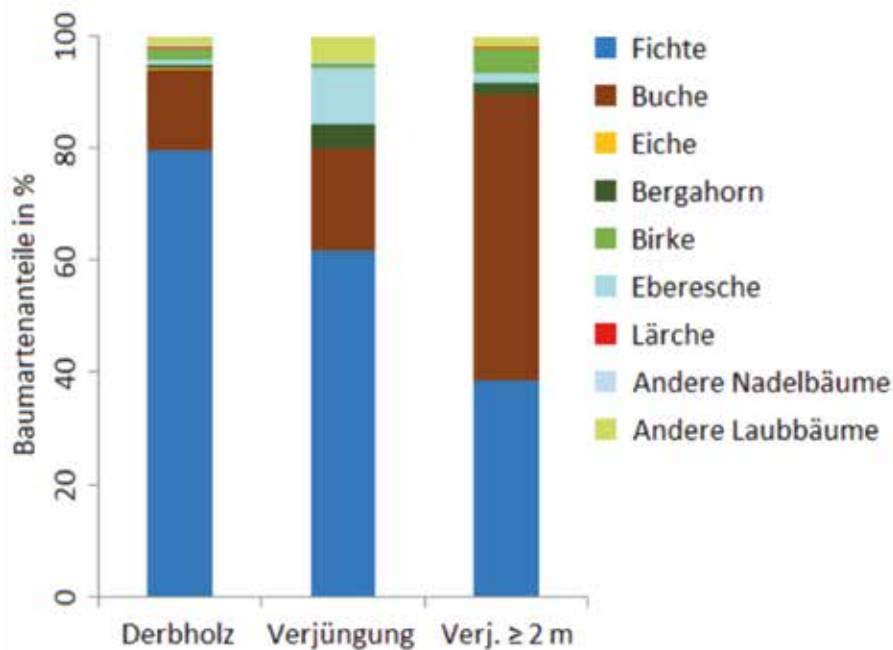


Abb. 25: Prozentuale Baumartenanteile an der Gesamtstückzahl im Derbholz (538 n ha⁻¹), in der Verjüngungsschicht (5.844 n ha⁻¹) und in der „gesicherten Verjüngung“ (d.h. Pflanzenhöhe ≥ 2 m; 417 n ha⁻¹).

Tab. 14: Liste der im Rahmen der Stichprobeninventur im Nationalpark Harz erfassten Baumarten, aufgeführt in alphabetischer Reihenfolge der botanischen Namen. In Klammern aufgeführte Arten wurden lediglich als Verjüngungspflanzen erfasst.

Baumart	Botanischer Name	Anteil
Weißtanne	<i>Abies alba</i>	< 0,1 %
Edeltanne	<i>Abies procera</i>	< 0,1 %
Spitzahorn	<i>Acer platanoides</i>	< 0,1 %
Bergahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>	> 0,5 %
Roterle	<i>Alnus glutinosa</i>	> 0,5 %
Grünerle	<i>Alnus viridis</i>	< 0,1 %
Sandbirke	<i>Betula pendula</i>	> 0,5 %
Moorbirke	<i>Betula pubescens</i>	> 0,5 %
Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>	> 0,1 %
Kastanie	<i>Castanea sativa</i>	< 0,1 %
Hasel	<i>Coryllus avellana</i>	< 0,1 %
Weißdorn	<i>Crateagus spec.</i>	< 0,1 %
Buche	<i>Fagus sylvatica</i>	14,4 %
Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>	> 0,1 %
Europäische Lärche	<i>Larix decidua</i>	> 0,1 %
Japanische Lärche	<i>Larix kaempferi</i>	< 0,1 %
Fichte	<i>Picea abies</i>	79,5 %
(Omorikafichte)	<i>Picea omorika</i>	< 0,1 %
Bergkiefer	<i>Pinus mugo</i>	< 0,1 %
Gemeine Kiefer	<i>Pinus silvestris</i>	< 0,1 %
Strobe	<i>Pinus strobus</i>	< 0,1 %
(Balsampappel)	<i>Populus balsamifera</i>	< 0,1 %
Pappel (nicht spezifiziert)	<i>Populus spec.</i>	< 0,1 %
Aspe	<i>Populus tremula</i>	< 0,1 %
Kirsche	<i>Prunus avium</i>	< 0,1 %
Douglasie	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	< 0,1 %
Traubeneiche	<i>Quercus petraea</i>	< 0,1 %
Stieleiche	<i>Quercus robur</i>	> 0,1 %
Roteiche	<i>Quercus rubra</i>	< 0,1 %
Robinie	<i>Robinia pseudoacacia</i>	< 0,1 %
Salweide	<i>Salix caprea</i>	> 0,1 %
Schwarzer Holunder	<i>Sambucus nigra</i>	< 0,1 %
(Roter Holunder)	<i>Sambucus racemosa</i>	< 0,1 %
Eberesche	<i>Sorbus aucuparia</i>	> 0,5 %
Linde (nicht spezifiziert)	<i>Tilia spec.</i>	< 0,1 %
Bergulme	<i>Ulmus glabra</i>	< 0,1 %
(Flatterulme)	<i>Ulmus laevis</i>	< 0,1 %

beträgt $62 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ und übersteigt den Bundesdurchschnitt von $20,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (BWI³) damit bereits deutlich. Etwa 60 % davon entfallen auf stehendes Totholz, welches sich überwiegend im Zustand beginnender Zersetzung befindet, während beim liegenden Totholz das Stadium der fortgeschrittenen Zersetzung den größten Anteil aufweist (Abb. 26, 27). Sowohl der Lebend- als auch der Totholzvorrat sind zum Zeitpunkt der Aufnahmen (2015 - 2017) jedoch wesentlich geringer als in durch langfristige natürliche Dynamik geprägten Fichten- und Buchenurwäldern mit 507 bzw. $623 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ lebendem Holzvorrat und 114 bzw. $133 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ Totholz (Durchschnittswerte nach KORPEL 1995).

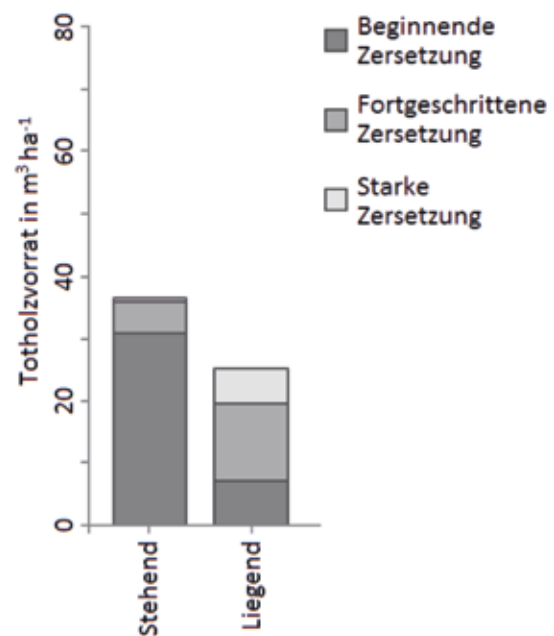


Abb. 26: Durchschnittlicher stehender und liegender Totholzvorrat ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) im NLP Harz nach Grad der Zersetzung.



Abb. 27: Das stehende Totholz befindet sich überwiegend im Zustand beginnender Zersetzung (Foto: U. Springemann).



Abb. 28: Die Entwicklung der Waldbestände am Bruchberg wurde in den vergangenen Jahrzehnten durch Störungen wie Stürme und Borkenkäferbefall geprägt. In diesem Gebiet sind vertikal strukturierte Bergfichtenwälder anzutreffen (Foto: U. Springemann).



Abb. 29: Nur wenige Probekreise im Untersuchungsgebiet weisen eine vertikal strukturierte, plenterartige Struktur auf. In der Waldforschungsfläche Mittelberg bei Lonau sind zwei Bestände unterschiedlichen Reifegrads zu sehen, die von der Stichprobenfläche geschnittenen werden (Foto: H. Thiel).

Die Fichte hat am Totholzaufkommen mit 95 % einen überproportionalen Anteil. Dies deutet bereits auf den großen Einfluss immer wieder auftretender Windwürfe mit anschließendem Borkenkäferbefall in den großflächigen Fichtenbeständen hin. Die oft homogene Alters- und Bestandesstruktur begünstigt das Auftreten sowie das Ausmaß solcher Ereignisse. Lediglich gut 5 % der Probeflächen weisen derzeit eine heterogene Vertikalstruktur auf (quantifiziert anhand des normierten Quartilabstands der Durchmesser-Verteilung, TABAKU 2000, Abb. 28). In zahlreichen Fällen handelt es sich dabei aber weniger um ausgeprägt vertikal strukturierte, plenterartige Bestände, sondern um zweischichtige Bestände oder um benachbarte Bestände deutlich unterschiedlichen Reifegrads, die von der Stichprobenfläche geschnittenen werden (Abb. 29).

Tab. 15: Zuordnung der Stammdimension (BHD) des herrschenden Bestandes (siehe Text) in sog. natürliche Altersstufen. Durchmesserklassen und Bezeichnungen ähneln gängigen Ansprachen, entsprechen diesen aber nicht im direkten Sinne.

Durchmesserklasse	Natürliche Altersstufe
0-6 cm	Blöße/Verjüngung
7-29 cm	Stangenholz/schwaches Baumholz
30-49 cm	mittleres Baumholz
50-69 cm	starkes Baumholz
≥ 70 cm	Altholz

Da es sich also überwiegend um (relativ homogen strukturierte) Altersklassenwälder handelt, lassen sich die Stichprobenpunkte hinsichtlich ihrer Struktur und ihres Entwicklungsstandes relativ gut über die Dimension der herrschenden Bäume charakterisieren. Dazu wurde für jeden Stichprobenpunkt das 0,9-Quantil der gemessenen Brusthöhendurchmesser berechnet (d.h. die Untergrenze der 10 % stärksten Bäume) und dieser darüber einer „natürliche Altersstufe“ (Tab. 15) zugeordnet. Über ein größeres Kollektiv von Stichprobenpunkten hinweg ergibt sich eine Verteilung der unterschiedlichen „natürlichen Altersstufen“ auf Landschaftsebene (Abb. 30).

Demnach haben auf der Fläche des NLP Jungbestände einen Anteil von 27 %, Bestände im mittleren Baumholz sind mit 48 % besonders stark vertreten (Abb. 31). Ältere Bestände (starkes Baumholz) haben einen Anteil von 18 % und Altbestände sind mit gut 1 % Flächenanteil sehr selten. 6 % der Fläche des NLP sind Blößen bzw. Verjüngungsflächen. Eine Beurteilung dieser Flächenanteile hinsichtlich einer Abweichung von bzw. Ähnlichkeit zu einem natürlichen (dynamischen) Gleichgewichtszustand ist schwierig, da eine natürliche Referenz nicht verfügbar ist.

Verjüngung: Die durchschnittliche Dichte der Gehölzverjüngung (< 7 cm BHD) im NLP Harz beträgt 5.844 n ha⁻¹. Das Artenspektrum der Gehölzverjüngung ist, mit vier zusätzlich vorkommenden Arten (siehe Tab. 14), nur geringfügig reicher als das des Derbh Holzbestandes. Die Anteile der Baumarten in der Gehölzverjüngung weichen gegenüber diesem

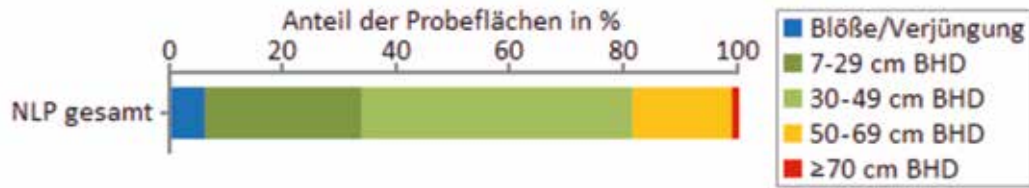


Abb. 30: Anteile der Stichprobenpunkte in unterschiedlichen „natürlichen Altersstufen“ am Gesamtkollektiv der Stichprobenpunkte (NLP gesamt).



Abb. 31: Besonders häufig sind Bestände im mittleren Baumholz vorhanden, wie hier in der Waldforschungsfläche Mittelberg bei Lonau (Foto: H. Thiel).



Abb. 33: *Ganoderma applanatum* (Flacher Lackporling) und Moosdecken sind häufig an liegenden Buchen-Totholzstämmen zu finden (Foto: U. Springemann).



Abb. 32: Stammzahlreiche Fichten-Naturverjüngung nach länger zurückliegendem Borkenkäferball in einer Höhe von 830 m ü. NHN (Foto: U. Springemann).

jedoch teilweise deutlich ab. Die Fichte hält hier nur einen Anteil von knapp 62 % an der durchschnittlichen Gesamtzahl (5.844 n ha^{-1} , Abb. 32), der Anteil der Buche ist mit 18 % etwas höher. Nebenbaumarten, insbesondere die Eberesche (10 %), aber auch Bergahorn (gut 4 %), erreichen hier ebenfalls einen höheren Anteil. Betrachtet man ausschließlich die „gesicherte Verjüngung“ (Pflanzenhöhe $\geq 2 \text{ m}$), weist diese gegenüber der Gesamtverjüngung deutlich geringere Stückzahlen auf (417 n ha^{-1}). Ein starker

Rückgang der Pflanzenzahlen mit zunehmender Höhe stellt an sich keine Besonderheit dar. Es handelt sich zunächst um einen generellen Trend in der Verjüngungsentwicklung, sowohl in natürlichen als auch in bewirtschafteten Wäldern. Bemerkenswert hingegen sind die Änderungen in der Artenzusammensetzung. Vor allem die Verschiebung der Anteile zugunsten der Buche (51 %) sticht hervor und zeigt, dass sich die Buchenverjüngung im Nationalpark verhältnismäßig erfolgreich entwickelt, was u.a. auf deren aktive Pflanzung zurückzuführen ist.

Kleinstrukturen: Im Rahmen der Stichprobeninventur wurde auf den Probekreisen eine Reihe unterschiedlicher Kleinstrukturen erfasst (Tab. 16). Diesen kommt hinsichtlich der Biodiversität im Wald eine bedeutende Rolle zu, da sie direkt auf das Auftreten bestimmter, tendenziell eher seltener Artengruppen hinweisen (mehrjährige Konsolenpilze, Decken aus Moosen und Flechten, Abb. 33) bzw. elementar für die Erfüllung der Habitatansprüche verschiedener Arten sind (z.B. Stammhöhlen als Quartier für Fledermäuse, Abb. 34).



Abb. 34: Stammhöhlen werden gern von Fledermäusen oder Vögeln als Quartier genutzt (Foto: U. Springemann).

Tab. 16: Durchschnittliche Anzahl der verschiedenen Kleinstrukturtypen je Hektar, an lebenden Bäumen, stehendem und liegendem Totholz.

Kleinstrukturtyp	N ha ⁻¹		
	Lebender Bestand	Stehendes Totholz	Liegendes Totholz
Rindenverletzung	186	20	-
Spechthöhle	0,2	0,7	-
Asthöhle	0,3	0,1	-
Stammhöhle	2,5	1,2	0,4
Stammfußhöhle	7,6	1,1	-
Moose und Flechten	1,0	2,6	20,6
Pilzkonsole	0,6	19,0	17,0
Nekrose	1,3	-	-
Rindentasche	1,2	22,4	-
Risse/Spalten	2,8	-	-
Kronentotholz	0,2	-	-
Summe (o. Rindenverletzung)	18	47	38



Abb. 35: Rindenverletzungen verursacht durch Schäl- von Rothirschen ist die bei Weitem am häufigsten erfasste Kleinstruktur (Foto: H. Thiel).

Die durchschnittliche Anzahl von Kleinstrukturen je Hektar ($n \text{ ha}^{-1}$, teilweise in Gruppen zusammengefasst) ist in Tabelle 16 dargestellt. Die Anzahl von Kleinstrukturen an lebenden Bäumen beträgt 204 je Hektar. 37 % der lebenden Bäume weisen mindestens eine Kleinstruktur auf. „Rindenverletzung“ ist die bei Weitem am häufigsten dokumentierte Kleinstruktur. Sie lassen sich zum Großteil auf Schäl- und Schlagwunden durch Rothirsche (zumindest historisch deutlich überhöhte Bestände im NLP Harz), teilweise auch auf mechanische Verletzungen durch forstliche Maßnahmen zurückführen und sind daher nur bedingt als natürlichen Ursprungs anzusehen (Abb. 35). Schließt man diesen Kleinstrukturtyp in der Betrachtung aus, so reduziert sich die Zahl der Bäume mit Kleinstrukturen auf 3 % und die Anzahl je Hektar auf 18.

Abgestorbene Bäume weisen deutlich häufiger Kleinstrukturen auf als lebende. Ignoriert man auch hier die Rindenverletzungen in der Betrachtung, so wurde an 34 % der stehenden und an 51 % der liegenden Totholzobjekte mindestens eine Kleinstruktur dokumentiert. Die mittlere Anzahl je Hektar liegt bei 47 (67 inkl. Rindenverletzung) bzw. 38.

3.2 Betrachtung verschiedener Faktoren an den Stichprobenpunkten und Gruppierung des Aufnahmekollektivs

Bei den in Tabelle 13 genannten Stammzahlen und Baumartengruppenanteilen handelt es sich um Durchschnittswerte für den gesamten Nationalpark. Die auf Probekreisebene ermittelten Werte streuen dabei stark um die jeweiligen Mittelwerte (Abb. 36).

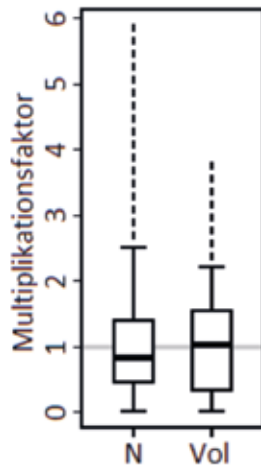


Abb. 36: Darstellung der Streuung von Stammzahl (N) und Holzvolumen (Vol) um die jeweiligen Mittelwerte (538 n ha^{-1} bzw. $324 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) in Form eines Boxplot-Diagramms. Die Werte der einzelnen Probekreise wurden auf Basis der Mittelwerte normiert und werden in der Abbildung durch einen Multiplikationsfaktor des Mittelwertes abgebildet (d.h. eine Stammzahl von 538 n ha^{-1} entspricht einem Multiplikationsfaktor von 1, die doppelte Stammzahl, also 1.076 n ha^{-1} , einem Multiplikationsfaktor von 2 usw.). Der schwarze Balken markiert den Median, die weiße Box den Wertebereich zwischen dem ersten und dem dritten Quartil (d.h. die dem Median jeweils nächsten 25 % höheren bzw. niedrigeren Werte), 90 % der Werte (5 - 95 %) liegen im Bereich der T-förmigen „Antennen“, die gestrichelte Linie erstreckt sich bis zu den Extremwerten.

Jede Probefläche hat selbstverständlich ihre eigene, individuelle Entwicklung. So ist die örtliche Bestandesstruktur maßgeblich durch kürzer oder länger zurückliegende forstliche Eingriffe geprägt, aber auch durch natürliche Störungen wie z.B. Windwurf (partiell oder großflächig), Schneebruch, Eisanhang und Borkenkäferbefall. Es gibt jedoch auch Faktoren, welche auf

größerer Fläche auf die Waldentwicklung wirken und somit ganze Kollektive von Stichprobenpunkten mehr oder weniger einheitlich beeinflussen. So erstreckt sich der Nationalpark Harz über einen breiten Höhengradienten von 230 - 1.141 m ü. NHN. Die Höhenlage hat großen Einfluss auf die örtlichen klimatischen Verhältnisse. So sinkt mit zunehmender Höhe die Temperatur und die jährlichen Niederschlagsmengen nehmen zu. Dies wirkt sich wiederum auf die Zusammensetzung der Vegetation und auf deren Produktivität aus. Bezogen auf den Wald werden im NLP Harz gemeinhin vier Vegetationsstufen ausgewiesen, welche unterschiedliche, potentiell natürliche Waldökosysteme bedingen. Daher ist es sinnvoll, eine Stratifizierung des Gesamtkollektivs an Stichprobenflächen nach den unterschiedlichen Vegetationsstufen vorzunehmen (Abb. 37).

Als eine weitere, wichtige Einflussgröße ist der Standort zu werten. Im Bereich des Nationalparks finden sich zahlreiche Gesteinsarten als Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Sie reichen von Grauwacke, Tonschiefer, Quarzit, Granit, Gabbro bis hin zu Mergel. Dementsprechend haben sich im Gebiet verschiedene Bodentypen ausgebildet. Diese lassen sich grob in drei Kategorien zusammenfassen:

- Mineralbodenferne Standorte (Torf/Moor),
- Mineralbodenstandorte mit schwacher Nährstoffversorgung (Nährstoffzahl 5 - 6) und
- Mineralbodenstandorte mit günstiger Nährstoffversorgung (Nährstoffzahl 1 - 4).

Abbildung 38 gibt einen Überblick über die Verteilung der einzelnen Bodentypen an den 2.377 Stichprobenpunkten im NLP Harz.

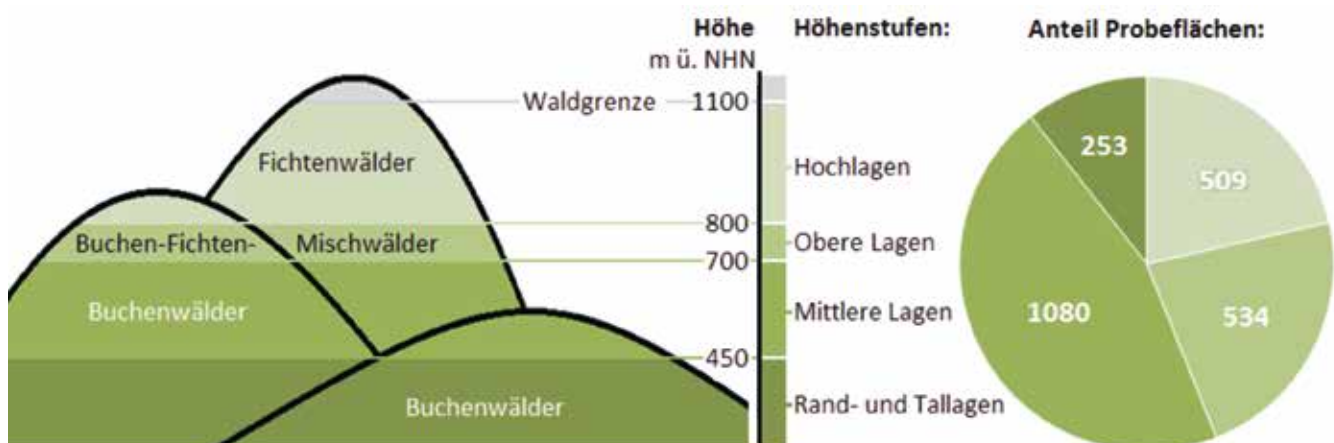


Abb. 37: Einteilung des Höhenprofils des NLP Harz in Höhenstufen entsprechend unterschiedlicher Vegetationsstufen. Das Tortendiagramm stellt die Aufteilung des Gesamtkollektivs an Stichprobenflächen ($n = 2.377$) in die vier Höhenstufen des NLP Harz dar.

In jeder Höhenstufe kommen zwei bis drei dieser Standortstypen auf größerer Fläche, d.h. auf einem beträchtlichen Anteil der Stichprobenpunkte, vor. Hinzu kommt, dass der Nationalpark derzeit noch nicht auf ganzer Fläche, sondern auf derzeit lediglich 61 % (Stand 2016), seiner natürlichen Entwicklung überlassen wird. Dieser Bereich ist die sog. Naturdynamikzone (fortan Dynamikzone, DZ). Ihr Anteil wurde von anfänglich etwa 30 % bei Erstausweisung der Nationalparkflächen sukzessive erhöht. Im Bereich der sog. Naturentwicklungszone (fortan Entwicklungszone, EZ) sind mittelfristig noch Maßnahmen zugelassen, durch welche die Waldstruktur, und hier vor allem die Baumartenzusammensetzung, in einen naturnäheren Zustand überführt werden soll. Die Entlassung von Flächen aus der Entwicklungs- in die Dynamikzone wird weiter fortgesetzt. Zudem werden

in der Entwicklungszone Maßnahmen in einem abgestuften Verfahren gegen gravierenden Borkenkäferbefall durchgeführt. In Randlagen des NLP, im sog. „500 m-Streifen“, sind solche Maßnahmen zum Schutz angrenzender Wälder ebenfalls geboten. Aufgrund des Einflusses der die Entwicklung steuernden Maßnahmen auf die unterschiedlichen Aspekte der Waldstruktur sind die beiden Zonen (Dynamik- und Entwicklungszone) nach Möglichkeit getrennt zu betrachten (Abb. 39).

Anhand der Faktoren Höhenstufe, Bodentyp und Entwicklungszonierung sowie unter der Voraussetzung einer repräsentativen Mindestgruppengröße, lässt sich das Gesamtkollektiv der Stichprobenpunkte in 13 Gruppen einteilen (Abb. 40).

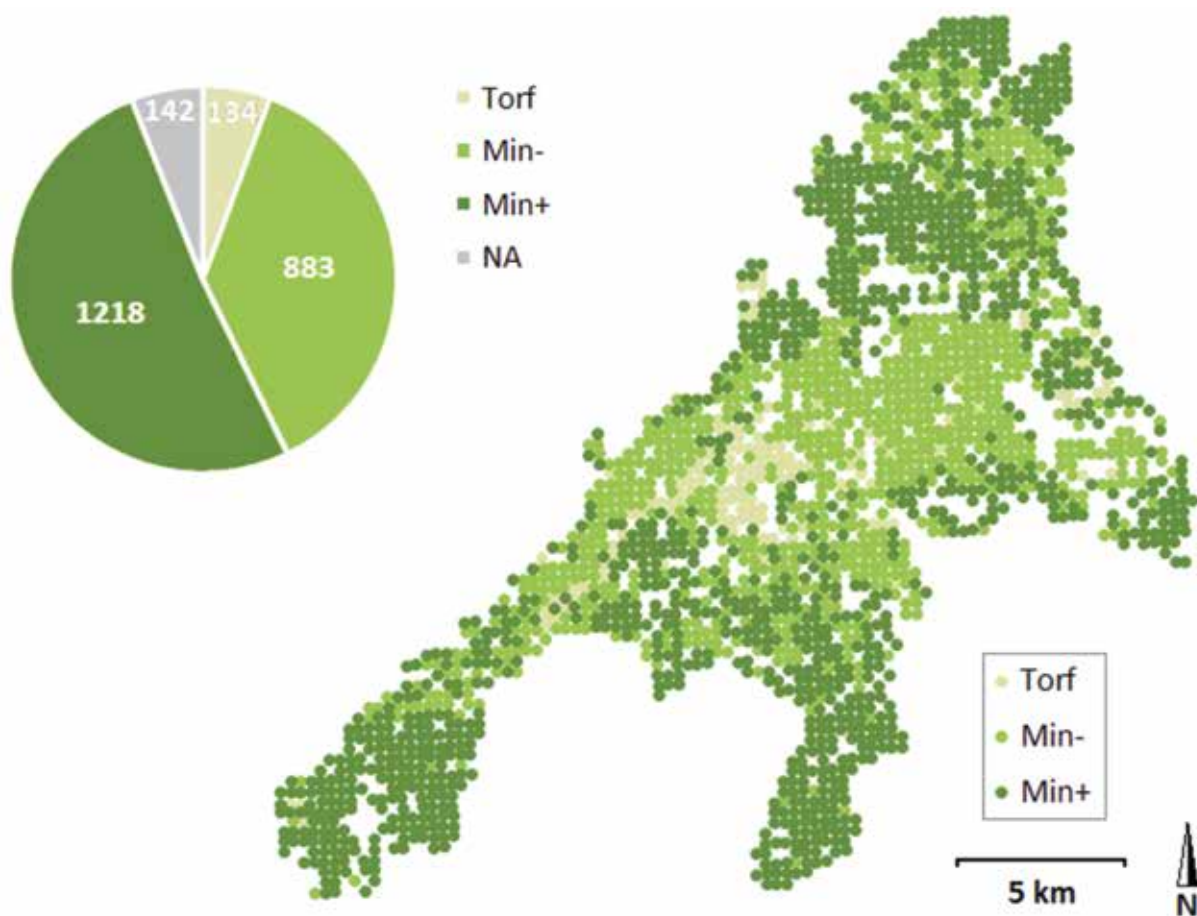


Abb. 38: Übersichtskarte der Bodentypen im Untersuchungsgebiet mit Verteilung auf die definierten Kategorien auf die Stichprobenpunkte. (Min- = schwache Nährstoffversorgung, Min+ = günstige Nährstoffversorgung, NA= nicht angegeben).

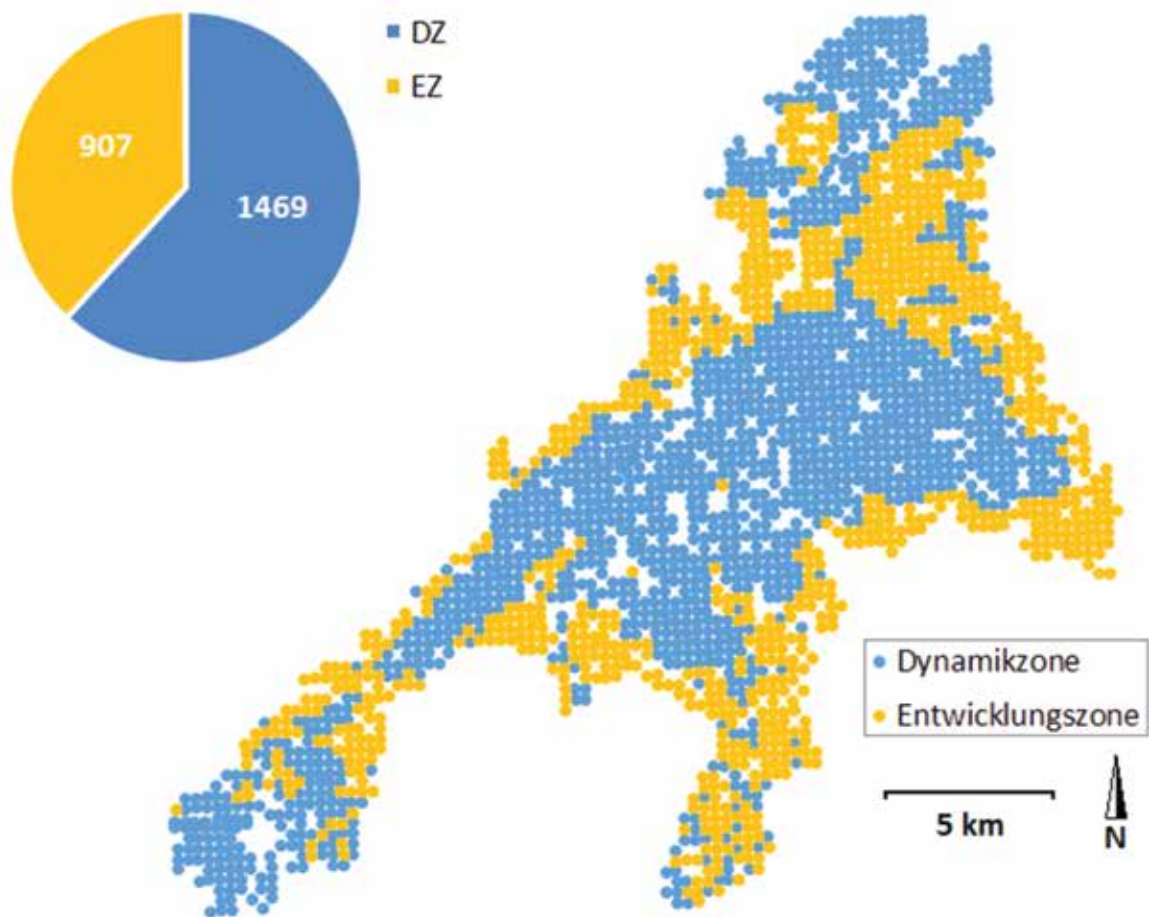


Abb. 39: Übersichtskarte der Zonierung im Untersuchungsgebiet bezogen auf die Stichprobenpunkte.

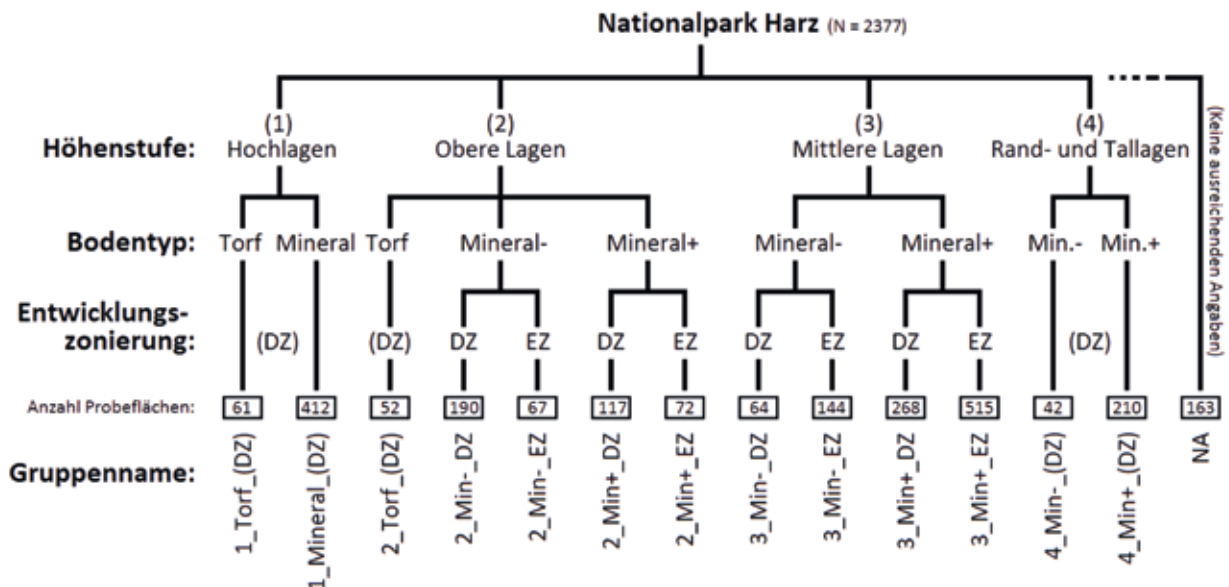


Abb. 40: Organisationsdiagramm zur Einteilung der Stichprobenpunkte in Gruppen mit relativ homogenen Grundvoraussetzungen hinsichtlich der Faktoren Höhenstufe (1 - 4), Bodentyp (Torf, Mineralboden mit schwacher bzw. günstiger Nährstoffversorgung) und Entwicklungszonierung (Dynamikzone = DZ, Entwicklungszone = EZ). Angaben zur Entwicklungszonierung in Klammern weisen darauf hin, dass hier keine weitere Unterteilung erfolgt, da sich fast alle Stichprobenpunkte in der Dynamikzone befinden.

3.2.1 Ergebnisse für einzelne Standortgruppen

Im Folgenden werden die Daten der permanenten Stichprobeninventur entsprechend der zuvor erläuterten Gruppierung dargestellt. Dabei wird den vier Höhenstufen (erste Organisationsebene) jeweils ein Kapitel gewidmet, innerhalb welchem auf die vorhandenen Bodentypen und ggf. auf die unterschiedliche Entwicklungszonierung eingegangen wird.

3.2.1.1 Hochlagen (1. Höhenstufe, > 800 m ü. NHN)

In den Hochlagen (1. Höhenstufe) liegt die durchschnittliche Stammzahl mit 411 n ha^{-1} deutlich unter dem Durchschnitt des Gesamtkollektivs (-24 %, Tab. 17, Abb. 41). Das Holzvolumen des lebenden Baumbestands ($169 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, siehe auch Abb. 42), der sich nahezu vollständig aus Fichte zusammensetzt, beträgt nur gut die Hälfte des Gesamtdurchschnitts für den NLP, während der Totholzvorrat ($119 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) in etwa das Zweifache ausmacht. In der Gehölzverjüngung (Abb. 43) tritt neben der Fichte einzig die Eberesche häufiger auf (21 % der Pflanzen) und die Pflanzenzahlen (3.497 n ha^{-1} bzw. $222 \text{ n ha}^{-1} \geq 2 \text{ m}$, Abb. 43, 44) betragen nur etwa 60 % des für das Gesamtkollektiv ermittelten Durchschnittswertes.

Die Anteile der natürlichen Altersstufen in den Hochlagen weichen deutlich vom Durchschnitt des Gesamtkollektivs ab (Abb. 46). Blößen und Verjüngungspunkte sowie Jungbestände sind hier wesentlich stärker vertreten, mittleres und starkes Baumholz haben dagegen deutlich geringere Anteile. Lediglich



Abb. 41: Die durchschnittliche Stammzahl der Bergfichtenwälder liegt deutlich unter dem Durchschnitt des Gesamtkollektivs (Bereich der Naturwaldforschungsfläche Harzer Urwaldfichten) (Foto: U. Springemann).

ein Stichprobenpunkt ist den Altholzbeständen zuzuordnen.

Kleinstrukturen an lebenden Bäumen (Tab. 18) sind in den Hochlagen deutlich seltener als im Mittel des NLP (-50 %). Dagegen beträgt die Dichte von Kleinstrukturen an Totholz, wie z.B. Konsolenpilze (Abb. 45) und Rindentaschen hier knapp das Anderthalbfache. Die beträchtlichen Unterschiede erklären sich z.T. durch die relativ geringere Anzahl lebender Bäume und das überdurchschnittlich hohe Totholzaufkommen. Tendenziell (d.h. dichtebereinigt) weisen lebende Bäume, aber auch Totholzobjekte in der 1. Höhenstufe seltener Kleinstrukturen auf als der Durchschnitt des Gesamtkollektivs.

Tab. 17: Mittelwerte waldwachstumskundlicher Kenngrößen nach Baumarten bzw. Baumartengruppen für die 1. Höhenstufe (Hochlagen, N = 509 Probekreise). *Liegende Totholzobjekte wurden erst ab BHD bzw. Durchmesser am stärkeren Ende $\geq 20 \text{ cm}$ aufgenommen.

Baumart	Stehend					Liegend Tot Volumen [m ³ /ha] *	Totholz gesamt Volumen [m ³ /ha] *
	Lebend			Tot			
	Stammzahl [N/ha]	Grundfläche [m ² /ha]	Volumen [m ³ /ha]	Stammzahl [N/ha]	Volumen [m ³ /ha]		
Fichte	405	18,5	169	203	79	40	119
Buche	0	0,0	0	0	0	0	0
Bergahorn	0	0,0	0	0	0	0	0
Eberesche	4	0,0	0	0	0	0	0
Birke	1	0,0	0	0	0	0	0
Lärche	0	0,0	0	0	0	0	0
Andere Nadelbäume	0	0,0	0	0	0	0	0
Andere Laubbäume	1	0,0	0	0	0	0	0
Summe	411	19	169	203	79	41	119

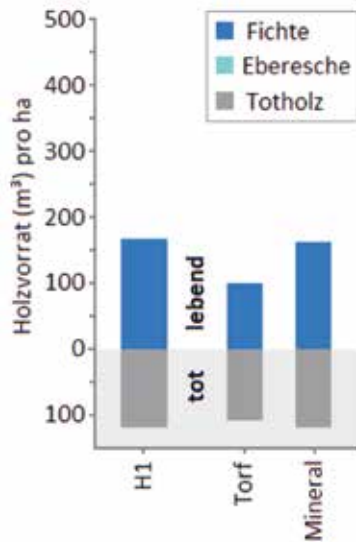


Abb. 42: Holzvorräte des lebenden und abgestorbenen Baumbestands in der gesamten 1. Höhenstufe (H1, inkl. Stichprobenpunkte ohne Angaben zum Standort) und in den dort auftretenden Standortgruppen (mineralbodenferne Standorte = Torf, Mineralbodenstandorte = Mineral).

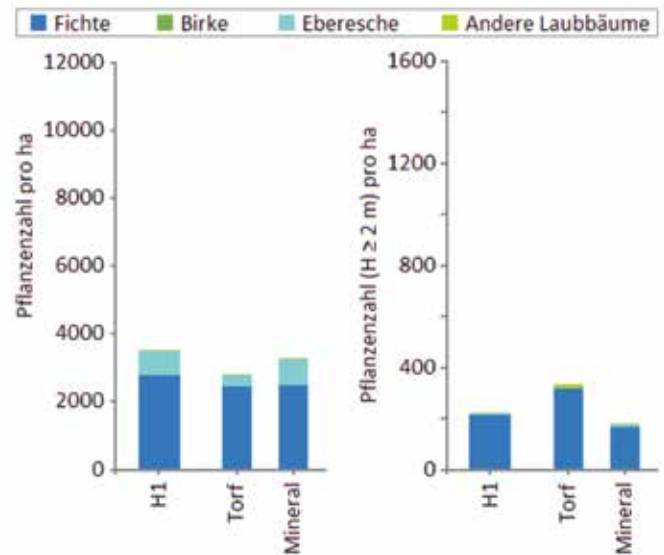


Abb. 43: Durchschnittliche Pflanzenzahlen der Gehölzverjüngung ($\geq 0,1\text{ m}$ Höhe und $< 7\text{ cm BHD}$, links) und der „gesicherten Verjüngung“ ($\geq 2\text{ m}$ Höhe und $< 7\text{ cm BHD}$, rechts) in der 1. Höhenstufe insgesamt (inkl. Stichprobenpunkte ohne Angaben zum Standort), auf mineralbodenfernen Standorten (Torf) und Mineralbodenstandorten (Mineral).



Abb. 44: In der Verjüngung ist die Fichte die dominierende Baumart. Die Eberesche ist mehr oder weniger häufig vorhanden (Foto: U. Springemann).



Abb. 45: *Fomitopsis pinicola* (Rotrandiger Baumschwamm) zählt zu den häufig vorkommenden mehrjährigen Konsolenpilzen nicht nur in den Hochlagen des Nationalparks. Er wächst sowohl an Nadel- als auch an Laubholz (Foto: K. John).

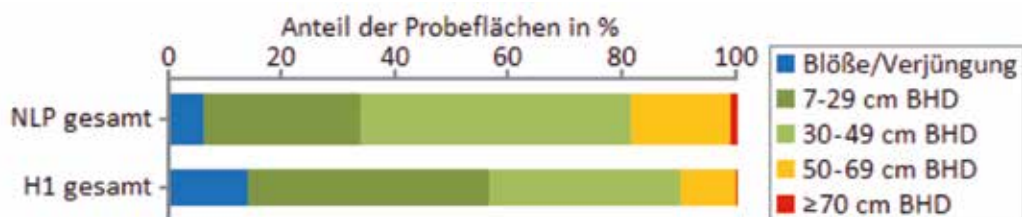


Abb. 46: Anteile der Stichprobenpunkte in unterschiedlichen „natürlichen Altersstufen“ am Gesamtkollektiv der Stichprobenpunkte (NLP gesamt) und an sämtlichen Stichprobenpunkten der 1. Höhenstufe (H1 gesamt).

Tab. 18: Durchschnittliche Anzahl der verschiedenen Kleinstrukturen je Hektar, an lebenden Bäumen, stehendem und liegendem Totholz in der gesamten 1. Höhenstufe und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

Kleinstruktur	N ha ⁻¹		
	1. Höhenstufe	1_Torf	1_Mineral
Lebender Bestand			
Rindenverletzung	98	53	105
Spechthöhle	0,0	0,0	0,0
Asthöhle	0,0	0,0	0,0
Stammhöhle	0,3	0,0	0,3
Stammfußhöhle	3,7	0,7	4,2
Moose und Flechten	0,8	0,3	0,9
Pilzkonsole	0,6	0,3	0,6
Nekrose	0,2	0,0	0,2
Rindentasche	1,8	0,3	2,0
Risse/Spalten	1,6	0,3	1,8
Kronentotholz	0,3	0,7	0,2
Summe (o. Rind.)	9,4	2,6	10,3
Stehendes Totholz			
Rindenverletzung	16,2	4,6	18,0
Spechthöhle	1,0	0,3	1,1
Asthöhle	0,3	0,3	0,3
Stammhöhle	1,6	1,6	1,7
Stammfußhöhle	1,1	0,3	1,2
Moose und Flechten	3,6	4,3	3,5
Pilzkonsole	41,9	56,4	39,7
Rindentasche	53,7	51,1	54,1
Summe (o. Rind.)	103,2	114,4	101,6
Liegendes Totholz			
Stammhöhle	0,3	0,0	0,3
Stammfußhöhle	0,0	0,0	0,0
Moose und Flechten	18,8	24,3	18,0
Pilzkonsole	28,4	26,2	28,7
Summe	47,5	50,5	47,0

Standortgruppen der Hochlagen

Da sich in den Hochlagen fast alle Probeflächen in der Dynamikzone befinden (97 %), wird hier auf eine Unterteilung nach der Entwicklungszonierung verzichtet. Bezüglich des Bodens werden lediglich mineralbodenferne Standorte (Torf) und Mineralbodenstandorte mit größtenteils schwacher Nährstoffversorgung (> 90 %), miteinander verglichen (Abb. 47).

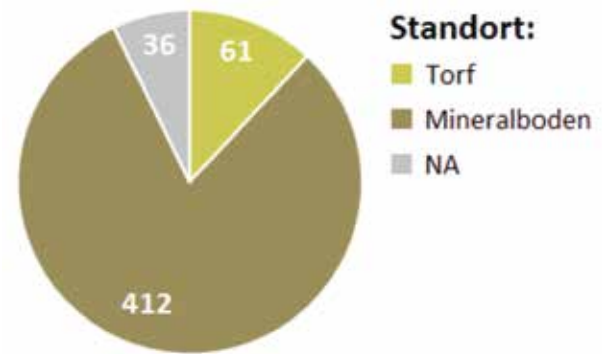


Abb. 47: Aufteilung der Stichprobenpunkte in der 1. Höhenstufe (n = 609) in mineralbodenferne Standorte (Torf) und Mineralbodenstandorte. Der Anteil an Stichprobenpunkten mit unzureichenden Angaben bezüglich des Standortes (NA = nicht angegeben) ist ebenfalls dargestellt.

Baumbestand: Beide Standortstypen sind fast ausschließlich mit Fichte bestockt. Die Baumartenzusammensetzung entspricht der potentiell natürlichen Vegetation und ist daher als „sehr naturnah“ einzuordnen. Die Torfstandorte verfügen über eine etwas geringere Stammzahl als die Mineralbodenstandorte (376 gegenüber 414 n ha⁻¹), weisen dabei jedoch deutlich geringere Holzvorräte auf (102 gegenüber 164 m³ ha⁻¹, Abb. 42).

Die Totholzvorräte sind mit 108 (Torf) bzw. 118 m³ ha⁻¹ (Mineral) auf beiden Standortstypen ähnlich hoch und übersteigen damit auf den Torfstandorten sogar den lebenden Holzvorrat. Das Verhältnis von stehendem zu liegendem Totholz ist auf den Mineralstandorten (67 %/33 %) höher als auf den Torfstandorten (57 %/43 %). Dies ist vorwiegend durch einen höheren Vorrat an stehendem Totholz im Zustand beginnender Zersetzung bedingt (Abb. 48, 49).

Die Anteile der natürlichen Altersstufen sind auf den Mineralbodenstandorten quasi deckungsgleich mit den Durchschnittswerten für die Hochlagen (Abb. 50). Da die große Mehrheit der Stichprobenpunkte in den Hochlagen in diese Standortgruppe fällt (81 %), prägen sie den Durchschnittswert dieser Höhenstufe maßgeblich. Die kleinere Gruppe der Torfstandorte weist einen größeren Anteil an Jungbeständen auf, während die Anteile von Blößen, Verjüngungspunkten und mittlerem Baumholz geringer ausfallen (Abb. 51). Bemerkenswert ist der mit den Mineralstandorten vergleichbare Anteil an Stichprobenpunkten im starken Baumholz.

Verjüngung: Betrachtet man die Pflanzenzahlen in der Gehölzverjüngung (Abb. 43), so erreichen diese auf beiden Standortstypen ein ähnliches Niveau. Der

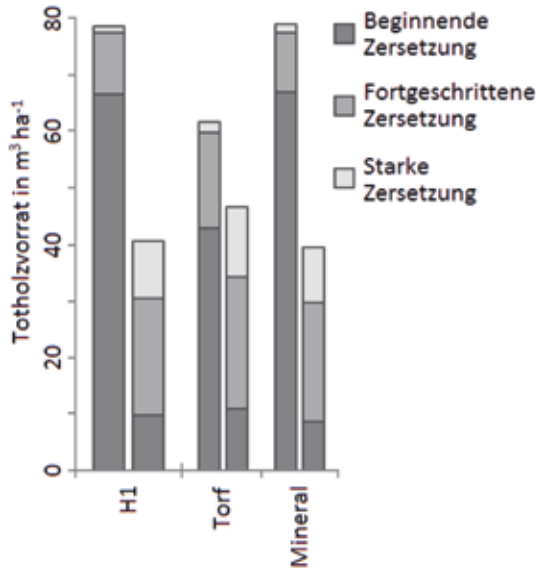


Abb. 48: Stehender und liegender Totholzvorrat in m³ ha⁻¹ (rechter bzw. linker Balken) nach Grad der Zersetzung (dunkelgrau = beginnende Zersetzung, mittelgrau = fortgeschrittene Zersetzung, hellgrau = starke Zersetzung) in der 1. Höhenstufe (H1) und in den dort auftretenden Standortgruppen (mineralbodenferne Standorte = Torf, Mineralbodenstandorte = Mineral).



Abb. 51: Bei der kleinen Gruppe der Moorwälder (Standortgruppe Torf) ist der Anteil der Altersstufe Verjüngung gering (Foto: G. Karste).

etwas höhere Wert auf den Mineralbodenstandorten beruht auf einem vermehrten Aufkommen an jungen Ebereschen. Die Verjüngung auf Torfstandorten weist dagegen einen höheren Anteil an Pflanzen größerer Höhe (≥ 2 m) auf. Stichprobenpunkte ohne nähere Angaben zum Standort haben eine überdurchschnittlich hohe Pflanzenzahl, weshalb der Durchschnittswert der 1. Höhenstufe höher ist als jene der Torf- und Mineralstandorte.



Abb. 49: Auf den Mineralstandorten ist der Anteil des stehenden höher als das des liegenden Totholzes (Foto: U. Springemann).

Kleinstrukturen: Kleinstrukturen an lebenden Bäumen sind auf Mineralbodenstandorten deutlich häufiger als auf Torfstandorten (Tab. 18). Da die durchschnittliche Stammzahl in beiden Gruppen relativ ähnlich ist, handelt es sich um keinen Dichteeffekt. Bezüglich des Totholzes, welches in beiden Standortgruppen in etwa vergleichbarer Quantität auftritt, zeichnen sich keine wesentlichen Unterschiede ab. Eine erwähnenswerte Ausnahme stellen Specht- und Stammfußhöhlen dar, welche auf Mineralbodenstandorten grundsätzlich häufiger dokumentiert sind (Abb. 52).

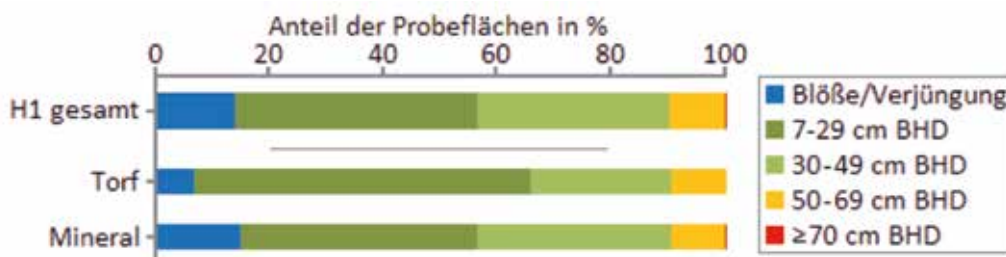


Abb. 50: Anteile der Stichprobenpunkte in unterschiedlichen „natürlichen Altersstufen“ an sämtlichen Stichprobenpunkten der 1. Höhenstufe (H1 gesamt), sowie an den Stichprobenpunkten der hier ausgewiesenen Standortgruppen (mineralbodenferne Standorte = Torf, Mineralbodenstandorte = Mineral).



Abb. 52: Schwarzspecht an einer Stammhöhle in einer abgestorbenen Fichte (Foto: H. Zawadski).

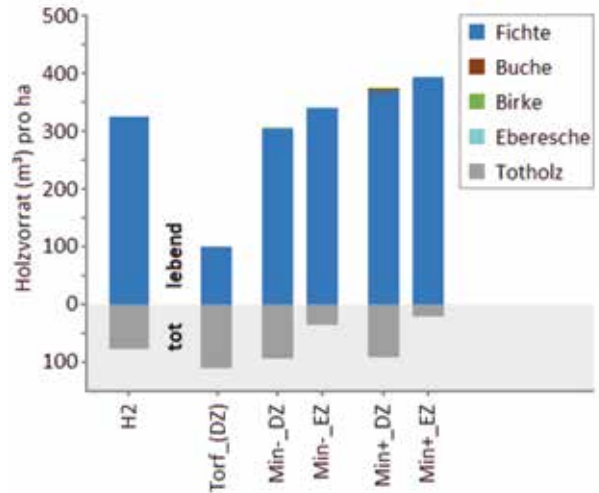


Abb. 53: Holzvorräte des lebenden und abgestorbenen Baumbestands in der gesamten 2. Höhenstufe (H2, inkl. Stichprobenpunkte ohne Angaben zum Standort) und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

3.2.1.2 Obere Lagen (2. Höhenstufe, 700 - 800 m ü. NHN)

Die durchschnittliche Stammzahl des Derbholzbestandes in der 2. Höhenstufe (Obere Lagen) (Tab. 19) liegt mit 598 n ha⁻¹ etwas über dem Wert für das Gesamtkollektiv (538 n ha⁻¹). Der lebende Holzvorrat in den Oberen Lagen (326 m³ ha⁻¹) entspricht dem des Gesamtkollektivs, während die Totholzvorräte mit 75 m³ ha⁻¹ etwa 20 % über dem Gesamtdurchschnitt liegen (Tab. 19, Abb. 53). Der Baumbestand besteht auch hier fast ausschließlich aus Fichte (Abb. 54). Die Anteile der natürlichen Altersstufen in der 2. Höhenstufe ähneln den Durchschnittswerten des Gesamtkollektivs (Abb. 55). Jungbestände sind etwas stärker vertreten, starkes Baumholz sowie Blößen und Verjüngungsflächen dagegen in etwas geringerem Maße.



Abb. 54: Die Bestände in den Oberen Lagen wie beispielweise am Sonnenkopf (750 m ü. NHN) bestehen fast ausschließlich aus Fichte (Foto: U. Springemann).

Tab. 19: Mittelwerte waldwachstumskundlicher Kenngrößen nach Baumarten bzw. Baumartengruppen für die 2. Höhenstufe (Obere Lagen, N = 534 Probekreise). *Liegende Totholzobjekte wurden erst ab BHD bzw. Durchmesser am stärkeren Ende ≥ 20 cm aufgenommen.

Baumart	Stehend					Liegend Tot Volumen [m³/ha] *	Totholz gesamt Volumen [m³/ha] *
	Lebend			Tot			
	Stammzahl [N/ha]	Grundfläche [m²/ha]	Volumen [m³/ha]	Stammzahl [N/ha]	Volumen [m³/ha]		
Fichte	581	32,8	324	134	46	29	75
Buche	2	0,1	1	0	0	0	0
Bergahorn	1	0,0	0	0	0	0	0
Eberesche	5	0,1	0	0	0	0	0
Birke	3	0,1	1	0	0	0	0
Lärche	0	0,0	0	0	0	0	0
Andere Nadelbäume	2	0,0	0	0	0	0	0
Andere Laubbäume	4	0,1	0	0	0	0	0
Summe	598	33	326	135	46	29	75

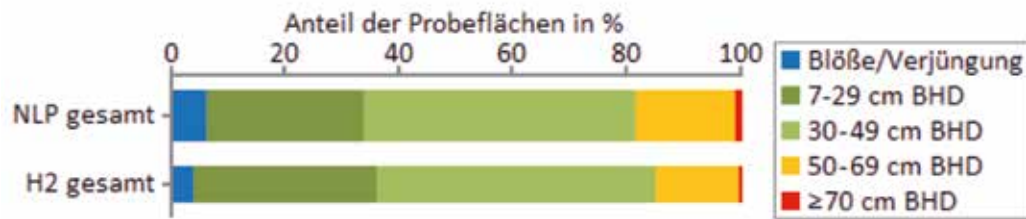


Abb. 55: Anteile der Stichprobenpunkte in unterschiedlichen „natürlichen Altersstufen“ am Gesamtkollektiv der Stichprobenpunkte (NLP gesamt) und an sämtlichen Stichprobenpunkten der 2. Höhenstufe (H2 gesamt).

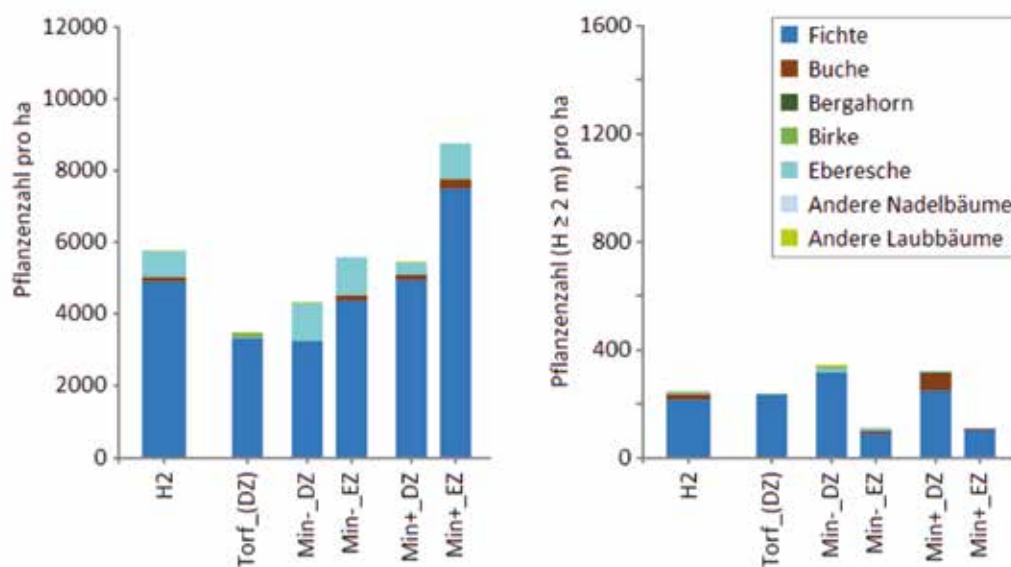


Abb. 56: Durchschnittliche Pflanzenzahlen der Gehölzverjüngung (≥ 0,1 m Höhe und < 7 cm BHD, links) und der „gesicherten Verjüngung“ (≥ 2 m Höhe und < 7 cm BHD, rechts) in der 2. Höhenstufe insgesamt (H2, inkl. Stichprobenpunkte ohne Angaben zum Standort) und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

In der Gehölzverjüngung treten neben Fichte noch Eberesche (12 % bzw. 3 % der Pflanzen ≥ 2 m) und Buche (2 % bzw. 7 % ≥ 2 m) auf (Abb. 56). Die durchschnittliche Zahl der Verjüngungspflanzen in den Oberen Lagen (5.733 n ha⁻¹) entspricht dem für das Gesamtkollektiv ermittelten Durchschnittswert, die „gesicherte Verjüngung“ (246 n ha⁻¹) liegt dagegen nur bei knapp 60 % des Gesamtdurchschnitts.

Kleinstrukturen treten in der 2. Höhenstufe lediglich geringfügig häufiger auf als im Mittel des Gesamtkollektivs (Tab. 20). Da Stammzahl und Totholzvolumen in den Oberen Lagen ebenfalls etwas höher sind, ist das Vorkommen von Kleinstrukturen insgesamt als sehr durchschnittlich anzusehen.

Tab. 20: Durchschnittliche Anzahl der verschiedenen Kleinstrukturtypen je Hektar, an lebenden Bäumen, stehendem und liegendem Totholz in der gesamten 2. Höhenstufe und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

Kleinstruktur	N ha ⁻¹					
	2. Höhenstufe	2_Torf	2_Min-_DZ	2_Min-_EZ	2_Min+_DZ	2_Min+_EZ
Lebender Bestand						
Rindenverletzung	186	60	185	280	243	251
Spechthöhle	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	0,6
Asthöhle	0,1	0,4	0,2	0,3	0,0	0,3
Stammhöhle	1,3	1,9	1,2	0,9	1,2	0,8
Stammfußhöhle	12,1	1,2	12,2	10,7	16,9	6,9
Moose und Flechten	1,1	1,5	0,8	2,1	1,4	0,6
Pilzkonsole	0,7	1,9	0,3	0,0	0,9	0,6
Nekrose	0,3	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0
Rindentasche	1,8	0,4	2,4	0,6	1,4	1,1
Risse/Spalten	3,8	0,4	3,9	6,9	5,3	4,7
Kronentotholz	0,2	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0
Summe (o. Rind.)	21,6	8,1	21,4	21,8	28,0	15,6
Stehendes Totholz						
Rindenverletzung	18,9	10,8	12,7	26,0	32,5	15,3
Spechthöhle	1,3	3,1	0,9	0,9	1,0	0,6
Asthöhle	0,1	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0
Stammhöhle	1,3	0,4	2,0	0,3	0,7	0,8
Stammfußhöhle	2,6	0,4	2,3	0,9	3,9	0,0
Moose und Flechten	8,3	22,7	7,6	1,2	3,1	5,0
Pilzkonsole	34,0	79,2	30,4	5,7	19,7	7,8
Rindentasche	30,3	29,2	28,6	19,7	33,3	15,8
Summe (o. Rind.)	77,8	135,4	71,9	28,7	61,9	30,0
Liegendes Totholz						
Stammhöhle	0,2	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
Stammfußhöhle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Moose und Flechten	19,9	14,6	21,6	20,3	19,7	23,3
Pilzkonsole	24,5	43,1	22,1	8,1	20,0	9,7
Summe	44,6	57,7	44,0	28,7	39,7	33,1

Standortgruppen der Oberen Lagen

In den Oberen Lagen sind Torf- und Mineralbodenstandorte, sowohl mit schwacher (Min-) als auch mit günstiger Nährstoffversorgung (Min+), vertreten. Die Torfstandorte liegen ausschließlich in der Dynamikzone (DZ). Die Mineralstandorte werden neben dem Nährstoffgehalt des Bodens auch nach der Entwicklungszonierung unterschieden, da sich hier beträchtliche Anteile der Stichprobepunkte in der Entwicklungszone (EZ) befinden (Abb. 57).

Baumbestand: Alle fünf Standortstypen der 2. Höhenstufe werden nahezu ausnahmslos von der Fichte dominiert. Weniger als 2 % der Flächen weisen einen relevanten Mischungsanteil anderer Baumarten auf oder werden gar von einer solchen dominiert. Während auf den Torfstandorten eine reine Fichtenbestockung der potentiell natürlichen Bestockung weitgehend entsprechen dürfte, sollte sich auf den Mineralstandorten in dieser Höhenstufe natürlicherweise mit zunehmender Höhe der Übergang von

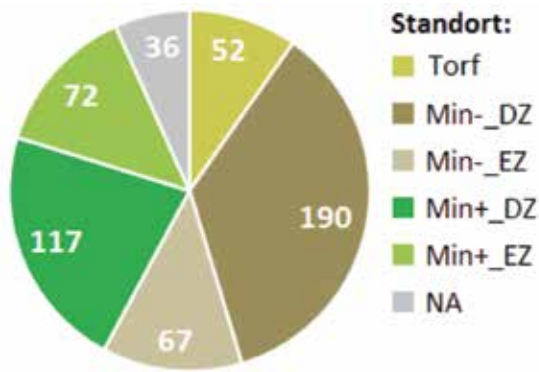


Abb. 57: Aufteilung der Stichprobenpunkte in der 2. Höhenstufe (n = 534) in mineralbodenferne Standorte (Torf), sowie Mineralbodenstandorte mit schwacher bzw. eher günstiger Nährstoffversorgung (Min- bzw. Min+) in der Dynamikzone (DZ) und der Entwicklungszone (EZ). Der Anteil an Stichprobenpunkten mit unzureichenden Angaben bezüglich des Standortes (NA = nicht angegeben) ist ebenfalls dargestellt.

reinen Buchenbeständen, über Buchen-Fichten-Mischbestände (Abb. 58), hin zu reinen Fichtenbeständen vollziehen. Im Durchschnitt sollten Buche und Fichte dabei in mehr oder weniger gleichberechtigter Mischung auftreten. Die Buche hält dort derzeit jedoch nur einen verschwindend geringen Anteil an Stammzahl und Holzvorrat des Derbholzbestands (0 - 1,2 %). Die Bestockung der Mineralstandorte ist daher im Allgemeinen lediglich als bedingt naturnah einzustufen. Hinzu kommt, dass das Auftreten der Buche nicht verstreut, sondern auf wenige Stichprobepunkte beschränkt ist, weshalb in weiten Bereichen keine Ausbreitung der Buche auf natürlichem Wege zu erwarten ist.

Die Waldbestände auf Torfstandorten (Torf_(DZ) weisen mit 450 n ha^{-1} gegenüber dem Durchschnitt der 2. Höhenstufe eine deutlich geringere Stammzahl auf (-25 %). Der lebende Holzvorrat ($101 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) beträgt nur knapp 1/3 (Abb. 53). Der Totholzvorrat ist hingegen überdurchschnittlich hoch (+47 %), was vor allem an einem extrem hohen Aufkommen an liegendem Totholz im Zustand fortgeschrittener Zersetzung liegt (Abb. 59). Das stehende Totholz liegt nur knapp über dem Durchschnittswert, weist dabei aber ebenfalls einen verhältnismäßig hohen Anteil im Zustand fortgeschrittener Zersetzung auf.

Gut 2/3 der Bestände auf Torfstandorten sind Jungbestände (Abb. 60). Ihr Anteil beträgt etwa das Doppelte des Durchschnittswertes für die 2. Höhenstufe. Darüber hinaus kommen nur Bestände im mittleren Baumholz vor, der Anteil von Blößen und Verjüngungspunkten liegt nur geringfügig über dem Durchschnitt.



Abb. 58: Der Buchen- Fichtenmischbestand am Sonnenkopf zählt bisher zu den eher selten vorkommenden Lebensraumtypen im Untersuchungsgebiet. Er stellt einen Übergang zu den natürlichen Fichtenwäldern der Hochlagen dar (Foto: U. Springemann).

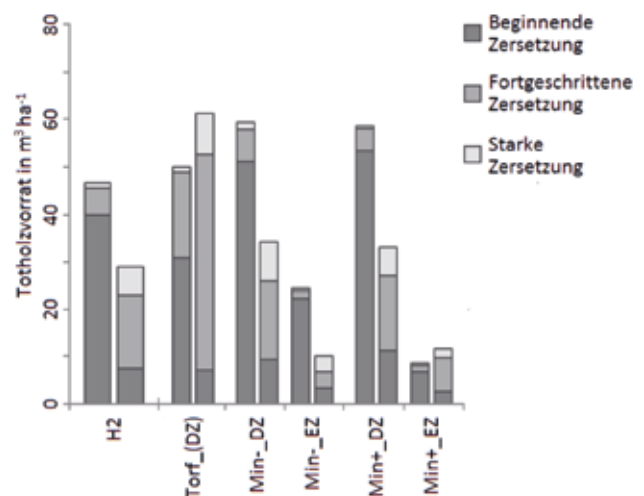


Abb. 59: Stehender und liegender Totholzvorrat in $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (rechter bzw. linker Balken) nach Grad der Zersetzung (dunkelgrau = beginnende Zersetzung, mittelgrau = fortgeschrittene Zersetzung, hellgrau = starke Zersetzung) in der 2. Höhenstufe (H2) und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

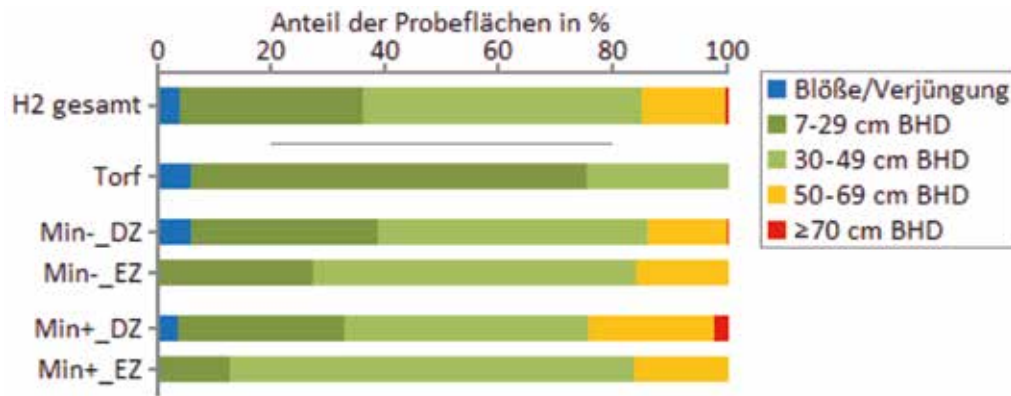


Abb. 60: Anteile der Stichprobenpunkte in unterschiedlichen „natürlichen Altersstufen“ an sämtlichen Stichprobepunkten der 2. Höhenstufe (H2 gesamt) sowie an den Stichprobepunkten der hier ausgewiesenen Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

Auf Standorten mit schwacher Nährstoffversorgung in der Dynamikzone (2_Min-_DZ) liegt die Stammzahl mit 573 n ha^{-1} etwa im Bereich des Durchschnitts der Oberen Lagen und der lebende Holzvorrat mit $307 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ geringfügig darunter (-6 %). Auf vergleichbaren Standorten in der Entwicklungszone (2_Min-_EZ) sind Stammzahl (634 n ha^{-1}) und Holzvorrat ($343 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) jeweils gut 10 % höher als in der DZ. Deutlicher hingegen fallen die Unterschiede beim Totholz aus. In der DZ beträgt dieser mit $94 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ knapp das Dreifache des Totholzvorrates als in der EZ (34 m^3) und liegt etwa 25 % über dem Durchschnittswert der 2. Höhenstufe. In beiden Zonen überwiegt dabei der Anteil des stehenden Totholzes, welches sich zum Großteil im Zustand beginnender Zersetzung befindet (86 bzw. 91 %), wohingegen die Zersetzungsstadien beim liegenden Totholz in relativ ausgeglichenem Maße vertreten sind (Abb. 59).

Die Anteile der „natürlichen Altersstufen“ auf den schwach nährstoffversorgten Standorten entsprechen für die DZ weitestgehend den durchschnittlichen Anteilen der 2. Höhenstufe (Abb. 60). In der EZ kommen hingegen keine Blößen und Verjüngungsflächen vor. Bestände im mittleren Baumholz sind stärker vertreten, während Jungbestände einen etwas geringeren Anteil aufweisen.

Mineralstandorte mit eher günstiger Nährstoffversorgung in der Dynamikzone (2_Min+_DZ) weisen gegenüber dem Durchschnitt eine nahezu identische Stammzahl (597 n ha^{-1}) auf, verfügen aber über ein höheres Holzvolumen im lebenden Bestand ($376 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, +15 %, Abb. 53). Mit 605 n ha^{-1} ist die Stammzahl auf diesen Standorten in der Entwicklungszone sehr ähnlich und der Holzvorrat ($395 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) liegt geringfügig höher. In der DZ ist der Totholzvorrat auf den günstig versorgten Standorten ($91 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) auf einem vergleichbaren Niveau mit dem auf schwach versorg-

ten Standorten. Er beträgt knapp das viereinhalbfache des durchschnittlichen Totholzvorrates auf günstig versorgten Standorten in der EZ, wo dieser mit $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ vergleichsweise gering ausfällt. Während in der DZ der Anteil des stehenden Totholzes klar überwiegt (64/36), ist in der EZ liegendes Totholz etwas stärker vertreten (41/59) (Abb. 59).

Bei der Verteilung der Bestände auf die „natürlichen Altersstufen“ (Abb. 60) weisen die Standorte mit günstiger Nährstoffversorgung in der DZ, verglichen mit dem Durchschnitt für die 2. Höhenstufe, einen höheren Anteil an Beständen im starken Baumholz und Altholz auf, während die Anteile von Jungbeständen, und solchen im mittleren Baumholz, geringer ausfallen. Im Bereich der EZ sind Bestände im mittleren Baumholz besonders stark vertreten. Der Anteil von Beständen im starken Baumholz ist geringfügig höher. Demgegenüber steht ein deutlich geringerer Anteil an Jungbeständen und das Fehlen von Blößen und Verjüngungsflächen.

Verjüngung: Die Zahl der Verjüngungspflanzen ist auf den Torfstandorten (3.438 n ha^{-1}) um 40 % geringer als der Durchschnittswert der 2. Höhenstufe (Abb. 56) und es handelt sich bis auf wenige Ausnahmen um Fichten (96 %). In der „gesicherten Verjüngung“ ist die Pflanzenzahl etwa auf dem Level des Durchschnitts der 2. Höhenstufe.

Auf Mineralstandorten mit schwacher Nährstoffversorgung liegt die Gehölzpflanzendichte im Bereich der DZ bei 4.293 n ha^{-1} und damit unterhalb des Durchschnittswerts der 2. Höhenstufe (-25 %). Auf vergleichbaren Standorten in der EZ reicht die Gehölzpflanzendichte (5.534 n ha^{-1}) an den Durchschnittswert heran. In beiden Bereichen ist neben der Fichte die Eberesche verhältnismäßig stark in der Verjüngung vertreten. In der EZ erreicht auch die Buche einen geringen, aber immerhin sichtbaren Anteil (2,6 %). Be-

trachtet man nur die „gesicherte Verjüngung“ liegt die Zahl der Gehölzpflanzen in der DZ (343 n ha^{-1}) deutlich über dem Durchschnittswert (+40 %), in der EZ hingegen beträgt sie nur knapp die Hälfte (113 n ha^{-1}). Eberesche ist dann in beiden Bereichen nur noch vergleichsweise selten, während der Anteil der Buche in der EZ mit 5,3 % doppelt so hoch ist. Aktive Pflanzung tragen hier zum Erfolg der Buche bei.

Die Gehölzpflanzendichte auf Mineralbodenstandorten mit günstiger Nährstoffversorgung reicht in der DZ mit 5.415 n ha^{-1} an den Durchschnittswert der Höhenstufe heran. In der EZ liegt sie mit 8.717 n ha^{-1} sogar deutlich über dem Vergleichswert (+52 %). Die Buche erreicht hier in der DZ einen sichtbaren Anteil und in der EZ weist sie eine höhere Pflanzendichte auf als auf schwach versorgten Mineralstandorten.

Bei der Betrachtung der „gesicherten Verjüngung“ gleichen die Mineralbodenstandorte mit günstiger Nährstoffversorgung, in Bezug auf die Pflanzenzahlen, den schwach versorgten Mineralbodenstandorten. Sowohl in der DZ (321 n ha^{-1}) als auch in der EZ (106 n ha^{-1}) ist die durchschnittliche Pflanzenzahl $\geq 2 \text{ m}$ um 6 % geringer. Bemerkenswert ist der vergleichsweise hohe Anteil der Buche in der DZ (20 %). Das Auftreten von Buchenverjüngung auf Mineralbodenstandorten beschränkt sich auf knapp 7 % der Stichprobenflächen und ist damit relativ konzentriert. Da der Anteil der Buchenbestände in der 2. Höhenstufe jedoch deutlich unter diesem Prozentsatz liegt (0,5 %), belegen die Zahlen eine erfolgreiche Ausbreitung dieser Baumart, welche vermutlich weitgehend

auf aktiven Voranbau der Buche zurückzuführen ist. **Kleinstrukturen:** Torfstandorte verfügen gegenüber dem Durchschnitt der 2. Höhenstufe über deutlich weniger Kleinstrukturen an lebenden Bäumen, solche an Totholz sind etwas häufiger (Tab. 20). Schwach nährstoffversorgte Mineralstandorte zeigen sowohl in der DZ als auch in der EZ eine durchschnittliche Häufigkeit hinsichtlich der Kleinstrukturen an lebenden Bäumen. Kleinstrukturen an Totholzobjekten sind in der DZ etwas häufiger. Bedenkt man dabei das deutlich höhere Totholzaufkommen in der DZ, so fallen die Unterschiede erstaunlich gering aus. Auf günstig nährstoffversorgten Standorten gibt es, wenn man von den Rindenverletzungen absieht, eine recht deutliche Diskrepanz hinsichtlich der Häufigkeit von Kleinstrukturen. Insbesondere sind Kleinstrukturen an lebenden Bäumen und stehendem Totholz in der DZ wesentlich häufiger. Dort liegen die Werte teils deutlich über dem Mittel der 2. Höhenstufe, vor allem aufgrund zahlreicher Höhlen im Stammfußbereich. Auch auf den günstig nährstoffversorgten Standorten sind die Unterschiede in Bezug auf das Totholz verhältnismäßig gering, bedenkt man die vielfach höheren Vorräte in der DZ (insbesondere beim stehenden Totholz).

3.2.1.3 Mittlere Lagen (3. Höhenstufe, 450 - 700 m ü. NHN)

In den Mittleren Lagen (3. Höhenstufe) entspricht die durchschnittliche Stammzahl des Derbhholzbestandes mit 549 n ha^{-1} (Tab. 21) etwa dem Durchschnitt des Gesamtkollektivs (538 n ha^{-1}). Der lebende Baumbe-

Tab. 21: Mittelwerte waldwachstumskundlicher Kenngrößen nach Baumarten bzw. Baumartengruppen für die 3. Höhenstufe (Mittlere Lagen, N = 1.080 Probekreise). *Liegende Totholzobjekte wurden erst ab BHD bzw. Durchmesser am stärkeren Ende $\geq 20 \text{ cm}$ aufgenommen.

Baumart	Stehend					Liegend Tot Volumen [m ³ /ha] *	Totholz gesamt Volumen [m ³ /ha] *
	Lebend			Tot			
	Stammzahl [N/ha]	Grundfläche [m ² /ha]	Volumen [m ³ /ha]	Stammzahl [N/ha]	Volumen [m ³ /ha]		
Fichte	434	30,0	311	69	17	16	32
Buche	79	3,9	51	3	1	1	2
Eiche	0,3	0,04	0,4	0	0	0	0
Bergahorn	3	0,1	1	0	0	0	0
Eberesche	4	0,1	0	1	0	0	0
Birke	13	0,3	3	1	0	0	0
Lärche	3	0,3	4	1	0	0	0
Andere Nadelbäume	1	0,2	2	0	0	0	0
Andere Laubbäume	11	0,3	3	1	0	0	0
Summe	549	35	375	76	18	17	35

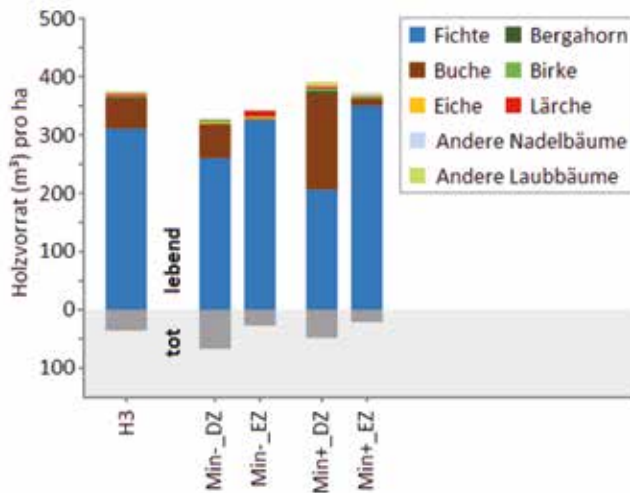


Abb. 61: Holzvorräte des lebenden und abgestorbenen Baumbestandes in der gesamten 3. Höhenstufe (H3, inkl. Stichprobenpunkte auf Torfstandorten und ohne Angaben zum Standort) und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).



Abb. 62: Fichten-Buchen-Mischbestand in der Waldforschungsfläche Mittelberg in einer Höhe von 580 m ü. NHN (Foto: H. Thiel).



Abb. 63: Birkendominierte Sukzessionsfläche. Blick vom Taubenklippenweg Richtung Zwißeltal (Foto: G. Karste).

stand weist dabei ein 16 % höheres Holzvolumen auf ($375 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Der Totholzvorrat beträgt mit $35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ lediglich gut die Hälfte des Gesamtdurchschnitts für den NLP (Abb. 61). Den Aufnahmen nach lässt sich der Großteil der Bestände auch in den Mittleren Lagen als Reinbestände (d.h. weniger als 10 % Mischungsanteil anderer Baumarten) der Fichte charakterisieren (72 % der Stichprobepunkte). Buchenreinbestände, welche natürlicherweise charakteristisch wären, sind mit 11 % lediglich der zweithäufigste Bestandestyp. Mischbestände der beiden Baumarten finden sich auf 4 % der Fläche (Abb. 62). Das Auftreten von Blößen (5 % der Stichprobepunkte) und meist birkendominierter, frühsukzessionaler Waldstadien (gut 2 %) ist ebenfalls erwähnenswert (Abb. 63). Fichte und Buche stellen gemeinsam 93 % der Stammzahl in den Mittleren Lagen und 97 % des lebenden Holzvorrats.

Zum Zeitpunkt der Aufnahmen ist der Anteil der Jungbestände in den Mittleren Lagen gegenüber dem Gesamtdurchschnitt verhältnismäßig gering, dafür sind mehr Bestände in der „natürlichen Altersstufe“ des mittleren Baumholzes (Abb. 64). Auch starkes Baumholz ist etwas stärker vertreten.

Die Pflanzenzahlen der Gehölzverjüngung (Abb. 65) liegen mit 6.133 n ha^{-1} geringfügig über dem Durchschnittswert für das Gesamtkollektiv der Stichprobenpunkte. Etwa 2/3 der Pflanzen sind Fichten, die Buche stellt in den Mittleren Lagen knapp 20 % der Gehölzverjüngung. Daneben erreicht lediglich Eberesche mit 10 % einen erwähnenswerten Anteil. Betrachtet man nur die „gesicherte Verjüngung“ (Pflanzenhöhe $\geq 2 \text{ m}$), dann verschieben sich die Anteile zugunsten der Buche, welche hier mit 54 % vertreten ist. Die Fichte hat nur einen Anteil von 35 % und Birken sind mit gut 5 % vertreten. Der Anteil der Eberesche beträgt weniger als 2 %.

Hinsichtlich der Kleinstrukturen an lebenden Bäumen unterscheidet sich die 3. Höhenstufe nicht wesentlich vom Gesamtkollektiv (Tab. 22). Ähnliches gilt für die Häufigkeit von Kleinstrukturen an liegenden Totholzobjekten. Solche an stehendem Totholz kommen teils deutlich seltener vor. Stehendes Totholz hat in diese Höhenstufe jedoch auch nur einen verhältnismäßig kleinen Anteil am ohnehin relativ geringen Totholzvorrat. Dies ist vielerorts auf die Beräumung der Flächen insbesondere nach Störungen (Windwurf, Borkenkäferbefall) und im Borkenkäfersicherungsstreifen zurückzuführen.

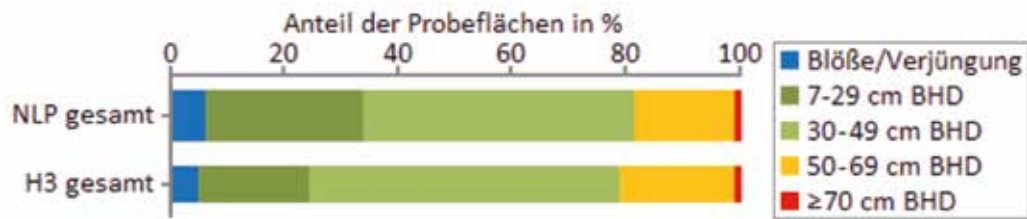


Abb. 64: Anteile der Stichprobenpunkte in unterschiedlichen „natürlichen Altersstufen“ am Gesamtkollektiv der Stichprobenpunkte (NLP gesamt) und an sämtlichen Stichprobenpunkten der 3. Höhenstufe (H3 gesamt).

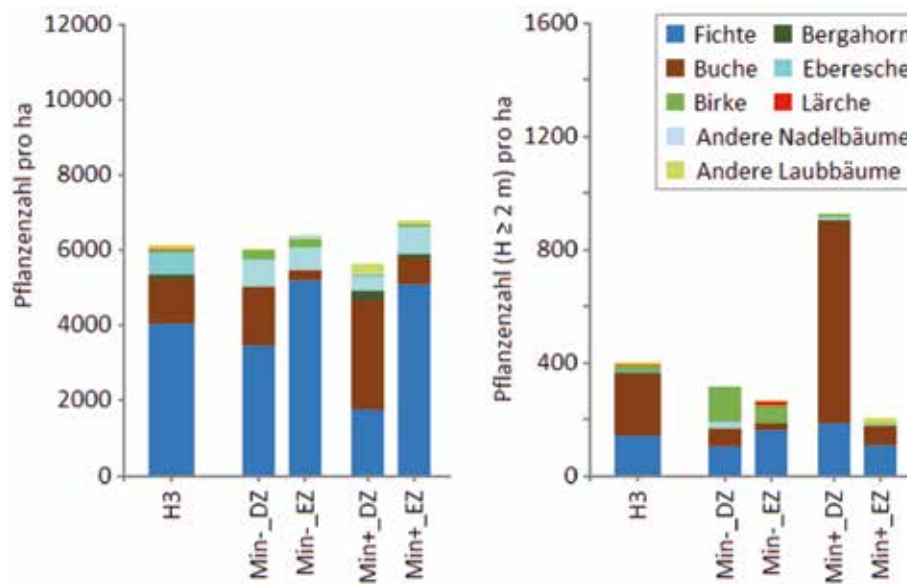


Abb. 65: Durchschnittliche Pflanzenzahlen der Gehölzverjüngung (≥ 0,1 m Höhe und < 7 cm BHD, links) und der „gesicherten Verjüngung“ (≥ 2 m Höhe und < 7 cm BHD, rechts) in der 3. Höhenstufe insgesamt (H3, inkl. Stichprobenpunkte auf Torfstandorten und ohne Angaben zum Standort) und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

Tab. 22: Durchschnittliche Anzahl der verschiedenen Kleinstrukturtypen je Hektar, an lebenden Bäumen, stehendem und liegendem Totholz in der gesamten 3. Höhenstufe und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

Kleinstruktur	N ha ⁻¹				
	3. Höhenstufe	3_Min-_DZ	3_Min-_EZ	3_Min+_DZ	3_Min+_EZ
Lebender Bestand					
Rindenverletzung	240	293	287	227	191
Spechthöhle	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2
Asthöhle	0,5	0,3	0,3	0,6	0,0
Stammhöhle	5,2	1,6	1,3	6,1	2,6
Stammfußhöhle	8,5	4,1	10,0	9,6	8,7
Moose und Flechten	2,3	0,9	0,1	2,6	0,8
Pilzkonsole	1,2	0,6	0,7	1,3	0,4
Nekrose	3,0	0,6	1,0	3,6	0,9
Rindentasche	1,1	4,1	0,3	0,4	0,7
Risse/Spalten	4,0	2,8	3,8	4,3	2,0
Kronentotholz	0,2	0,3	0,0	0,1	0,0
Summe (o. Rind.)	26,3	15,6	17,8	28,8	16,4
Stehendes Totholz					
Rindenverletzung	22,3	41,6	27,1	17,7	15,3
Spechthöhle	0,5	1,6	0,4	0,2	0,2
Asthöhle	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Stammhöhle	1,1	1,6	0,6	1,0	0,8
Stammfußhöhle	1,1	1,3	0,4	1,0	0,5
Moose und Flechten	0,7	0,6	0,3	0,7	0,6
Pilzkonsole	11,8	17,8	5,8	10,4	5,0
Rindentasche	14,2	45,3	7,5	6,8	7,1
Summe (o. Rind.)	29,4	68,1	15,3	20,1	14,2
Liegendes Totholz					
Stammhöhle	0,5	0,3	0,6	0,6	0,4
Stammfußhöhle	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Moose und Flechten	21,6	10,0	16,1	24,3	26,8
Pilzkonsole	17,9	12,8	8,9	19,1	10,4
Summe	40,0	23,1	25,7	44,0	37,6

Standortgruppen der Mittleren Lagen

In den Mittleren Lagen gibt es nur vereinzelte Vorkommen von Torfstandorten (< 2 % der Stichprobepunkte). Sie werden folglich nicht als eigene Gruppe im Detail beschrieben (Gruppe NA in Abb. 66). Die Mineralstandorte sind sehr zahlreich und ermöglichen hier eine Unterteilung nach dem Nährstoffgehalt des Bodens und der Entwicklungszonierung, so dass vier Gruppen von Standorten genauer dargestellt werden (Abb. 66).

Baumbestand: Wie bereits in der Gesamtbetrachtung deutlich wird, tritt in der 3. Höhenstufe neben der Fichte nun auch vermehrt die Buche in Erscheinung. In der Betrachtung der verschiedenen Aspekte der Waldstruktur in den einzelnen Standortgruppen wird daher teilweise auf die jeweiligen Anteile beider Baumarten eingegangen.

Die schwach nährstoffversorgten Standorte der Dynamikzone (3_Min-_DZ) sind mit durchschnittlich 728 n ha⁻¹ ausgesprochen Stammzahlreich

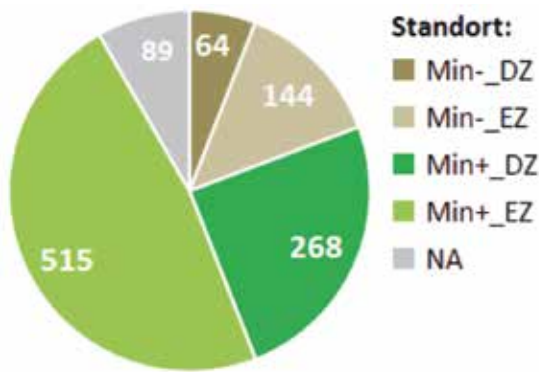


Abb. 66: Aufteilung der Stichprobenpunkte in der 3. Höhenstufe (n = 1.080) in Mineralbodenstandorte mit schwacher bzw. günstiger Nährstoffversorgung (Min- bzw. Min+) in der Dynamikzone (DZ) und der Entwicklungszone (EZ). Stichprobenpunkte mit unzureichenden Angaben bezüglich des Standortes und auf Torfstandorten (Gruppe zu klein) sind durch die Standortskategorie NA repräsentiert.



Abb. 67: Stammzahlreicher Fichtenreinbestand am Oberen Meineckenberg auf einem schwach nährstoffversorgten Standort mit Blockbestreuung in der Dynamikzone (Foto: U. Springemann).

(+1/3 gegenüber dem Durchschnitt der 3. Höhenstufe, Abb. 67). Die Anteile von Fichte und Buche liegen bei 82 bzw. 9 %. Die Birken halten gut 8 % an der Stammzahl. Der Holzvorrat (328 m³ ha⁻¹, Abb. 61) entspricht in etwa dem Durchschnittswert des Gesamtkollektivs, liegt aber etwas unter dem der 3. Höhenstufe. Die Anteile von Fichte und Buche liegen bei 80 bzw. 18 %. Weitere Baumarten sind am Holzvorrat nicht in nennenswertem Maße beteiligt. Der Totholzvorrat (70 m³ ha⁻¹) beträgt das Zweifache des Durchschnittswertes für die 3. Höhenstufe und liegt damit etwas über dem Durchschnittswert des Gesamtkollektivs (+13 %). Es handelt sich fast ausschließlich um abgestorbene Fichten (99 %). Das Verhältnis von stehendem zu liegendem Totholz beträgt etwa 2:1 (Abb. 68). In beiden Zustandsklassen des Totholzes (d.h. stehend und liegend) sind die Anteile im Stadium beginnender Zersetzung verhältnismäßig hoch (95 % bzw. 62 %). In der Betrachtung der „natürlichen Altersstufen“ (Abb. 69) nehmen Jungbestände einen

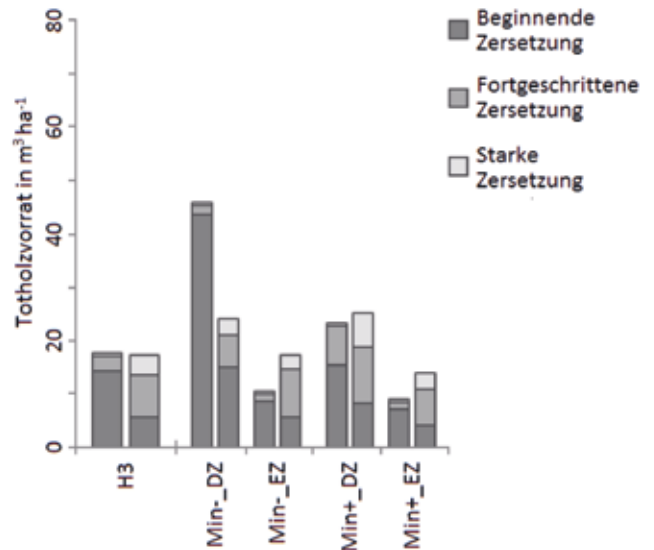


Abb. 68: Stehender und liegender Totholzvorrat in m³ ha⁻¹ (rechter bzw. linker Balken) nach Grad der Zersetzung (dunkelgrau = beginnende Zersetzung, mittelgrau = fortgeschrittene Zersetzung, hellgrau = starke Zersetzung) in der 3. Höhenstufe (H3) und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

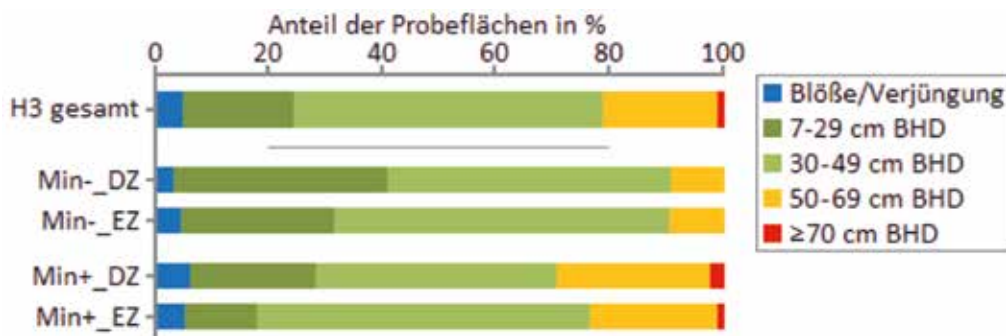


Abb. 69: Anteile der Stichprobenpunkte in unterschiedlichen „natürlichen Altersstufen“ an sämtlichen Stichprobepunkten der 3. Höhenstufe (H3 gesamt) sowie an den Stichprobepunkten der hier ausgewiesenen Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

für die 3. Höhenstufe verhältnismäßig großen Anteil ein. Bestände im starken Baumholz treten deutlich seltener auf und Altholzbestände sind hier keine vorhanden. Der Großteil der Bestände ist auch hier dem mittleren Baumholz zuzuordnen.

Auf schwach nährstoffversorgten Standorten in der Entwicklungszone (3_Min-_EZ) fällt die durchschnittliche Stammzahl mit 666 n ha^{-1} (gegenüber der DZ) etwas geringer aus, ist aber im Vergleich mit dem Durchschnitt der Mittleren Lagen immer noch recht hoch. Die Repräsentanz der Fichte liegt bei knapp 93 %. Buchen sind dagegen kaum vertreten ($< 1 \%$). Auch der Anteil der Birke ist gegenüber der DZ geringer ($< 4 \%$, Abb. 70). Lärchen haben einen Anteil von knapp 2 % an der Stammzahl. Mit $345 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ liegt der Holzvorrat auch hier etwas unter dem Durchschnittswert der Höhenstufe. Neben der Fichte (95 %) erreichen nur Lärchen einen nennenswerten Anteil von knapp 3 % (Abb. 61). Der Totholzvorrat in der EZ ($28 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) beträgt weniger als die Hälfte dessen, was in der DZ vorgefunden wurde und liegt damit unter dem Durchschnittswert der Mittleren Lagen. Vor allem ist weniger stehendes Totholz vorhanden, das hier nur gut 1/3 des Totholzvorrats stellt. Dies ist vielerorts auf die Beräumung der Flächen insbesondere nach Störungen (Windwurf, Borkenkäferbefall) und im Borkenkäfersicherungsstreifen zurückzuführen. Die Anteile der Zersetzungsstadien im stehenden und liegenden Totholz sind durchschnittlich. Wie auch in der DZ ist der Anteil der Bestände im starken Baumholz relativ gering und Altholzbestände fehlen. Jungbestände sind auf den schwach nährstoffversorgten Standorten in der EZ ebenfalls verhältnismäßig häufig, doch mehr noch als in der DZ sind Bestände im mittleren Baumholz prägend.

Die Stammzahl auf Standorten in der Dynamikzone, welche eine günstige Nährstoffversorgung aufweisen (3_Min+_DZ), beträgt 579 n ha^{-1} und ist damit deutlich geringer als auf den schwach versorgten Standorten (-20%), liegt jedoch noch etwas über dem Durchschnittswert der 3. Höhenstufe. Der Anteil der Fichte daran ist mit 47 % vergleichsweise gering und die Buche mit einem Anteil von 45 % nahezu gleichauf. Der lebende Holzvorrat liegt mit $393 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ etwa im Mittel der Höhenstufe, wobei der Anteil von Fichte (53 %) in diesem Aspekt über dem der Buche (42 %) liegt. Die Totholzvorräte ($48 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, davon 82 % Fichte) liegen über dem Durchschnitt der Höhenstufe, fallen aber gegenüber den schwach nährstoffversorgten Standorten der DZ geringer aus. Die Anteile von stehendem und liegendem Totholz sind fast gleich (Abb. 68). Auffällig sind dabei das für die DZ vergleichsweise



Abb. 70: Auf einem schwach nährstoffversorgten Standort in der Entwicklungszone im Bereich des Großen Birkenkopfs ist die Birke sehr dominant (Foto: T. Schultz).

geringe Vorratsvolumen des stehenden Totholzes und ein relativ geringer Anteil dessen im Stadium beginnender Zersetzung. Ein verhältnismäßig großer Anteil der Bestände ist dem starken Baumholz zuzuordnen. Auch Altholzbestände treten hier vermehrt, aber dennoch mit geringem Anteil auf. Dafür fällt vor allem der Anteil der Bestände im mittleren Baumholz geringer aus.

In der Entwicklungszone liegt die Stammzahl auf Standorten mit günstiger Nährstoffversorgung (3_Min+_EZ) bei 461 n ha^{-1} und somit etwa 16 % unter dem Durchschnittswert der 3. Höhenstufe. Die Fichte ist hier mit einem Anteil von gut 90 % wieder deutlich vorherrschend und der Anteil von Buche beträgt lediglich 4 %. Trotz der deutlich geringeren Stammzahl gegenüber der DZ erreicht der lebende Holzvorrat mit $374 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ fast dasselbe Niveau und liegt somit etwa im Durchschnitt der 3. Höhenstufe. Der Fichtenanteil am Holzvorrat ist mit 94 % noch höher als bei der Stammzahl, während die Anteile der meisten anderen Baumarten geringer ausfallen (3 % Buche). Auch auf den günstig nährstoffversorgten Standorten beträgt der Totholzvorrat in der EZ ($23 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) weniger als die Hälfte dessen, was in der DZ vorgefunden wurde. Ste-

hendes Totholz hat daran einen vergleichbar geringen Anteil (38 %). Dies ist vielerorts auf die Beräumung der Flächen insbesondere nach Störungen (Windwurf, Borkenkäferbefall) und im Borkenkäfersicherungsstreifen zurückzuführen.

Verjüngung: In Bezug auf die mittlere Anzahl der Verjüngungspflanzen gibt es zwischen den Standortsgruppen der 3. Höhenstufe keine gravierenden Unterschiede (5.633 - 6.761 n ha⁻¹), wohl aber in den Anteilen der Baumarten (Abb. 65). So ist der Anteil der Buche sowohl auf schwach als auch auf günstig nährstoffversorgten Standorten in der DZ (26 bzw. 52 %) um ein vielfaches höher als in der EZ (4 bzw. 11 %, Faktor 5 für Min- bzw. 7 für Min+). Auf günstig versorgten Standorten treten in der Verjüngung neben Birke und Eberesche auch vermehrt Bergahorn und weitere Laubbäume auf.

Bei der Betrachtung der „gesicherten Verjüngung“ gibt es zwischen den Standortsgruppen sowohl in der Baumartenzusammensetzung als auch in der Pflanzenzahl deutliche Unterschiede. Auf schwach mit Nährstoffen versorgten Standorten liegt die Zahl der Pflanzen ≥ 2 m (313 n ha⁻¹) in der DZ nur bei 78 % des Durchschnittswertes der 3. Höhenstufe. Ein Großteil der Pflanzen (40 %) sind Birken, während Buche nur einen Anteil von etwa 20 % ausmacht. In der EZ ist die Pflanzendichte noch etwas niedriger (264 n ha⁻¹, 66 %) und die Anteile von Birke und Buche sind deutlich geringer (24 % bzw. 8 %), während der Fichtenanteil höher ausfällt.

Auf günstig nährstoffversorgten Standorten in der Dynamikzone beträgt die Pflanzenzahl in der „gesicherten Verjüngung“ mit 930 n ha⁻¹ mehr als das doppelte des Durchschnittswertes der Höhenstufe. Die Buche dominiert stark in diesem Segment (77 % der Pflanzen). Hohe Pflanzenzahlen der Buche in der Verjüngung wurden vorwiegend in Beständen dokumentiert, in denen Buchen die herrschende Bestandesschicht dominieren, während sie in den Fichtenreinbeständen eher sporadisch angetroffen wurde (vermutlich Buchenvoranbau). Auf vergleichbaren Standorten in der EZ fällt die Zahl der Verjüngungspflanzen ≥ 2 m mit 203 n ha⁻¹ deutlich geringer aus und beträgt lediglich die Hälfte des Durchschnittswertes der Mittleren Lagen. Die Buche stellt mit einem Drittel der Pflanzen einen beträchtlichen Anteil, dennoch dominiert hier die Fichte, welche mehr als die Hälfte der Pflanzen ausmacht.

Kleinstrukturen: Wenn man von Rindenverletzungen absieht, sind Kleinstrukturen an lebenden Bäumen

auf schwach nährstoffversorgten Standorten allgemein etwas seltener als im Mittel der 3. Höhenstufe (Tab. 22). Auffällig ist dabei eine wesentlich geringere Zahl an Stammfußhöhlen in der DZ. Deutlich häufiger als im Durchschnitt der Höhenstufe sind hingegen Kleinstrukturen an stehendem Totholz auf schwach nährstoffversorgten Standorten in der DZ. Hier ist jedoch der Vorrat an stehendem Totholz besonders hoch (Abb. 68). Trotz des ebenfalls höheren Vorrats an liegendem Totholz sind Kleinstrukturen an selbigem seltener als im Mittel der Höhenstufe. Dies betrifft vor allem den epiphytischen Bewuchs.

Günstig nährstoffversorgte Standorte in der DZ weisen überdurchschnittlich viele Kleinstrukturen an lebenden Bäumen auf. Auf vergleichbaren Standorten in der EZ sind Kleinstrukturen an lebenden Bäumen deutlich seltener und liegen unter dem Mittel der 3. Höhenstufe. Die Häufigkeit von Kleinstrukturen an liegendem Totholz ist durchschnittlich, die an stehendem Totholz (geringer Anteil am Totholzvorrat) liegt unter dem Mittel.

3.2.1.4 Rand- und Tallagen (4. Höhenstufe, 250 - 450 m ü. NHN)

Die Rand- und Tallagen (4. Höhenstufe) weisen im Vergleich mit dem Durchschnitt des Gesamtkollektivs eine höhere Stammzahl (+ 16 %) und einen deutlich höheren Holzvorrat (+28 %) auf (Tab. 23, Abb. 71). Obwohl der Großteil der Rand- und Tallagen in der Dynamikzone liegt (> 92 % der Stichprobenpunkte), beträgt der durchschnittliche Totholzvorrat mit 31 m³ ha⁻¹ lediglich die Hälfte dessen, was für das Gesamtkollektiv ermittelt wurde. Die Buche hält in dieser Höhenstufe mit Abstand den größten Anteil an Stammzahl und Holzvorrat (62 bzw. 68 %). Die Fichte ist als zweithäufigste Art in deutlich geringerem Maße vertreten (21 bzw. 18 %). Beide Baumarten treten meist in Form von Reinbeständen, seltener als Bestandteil von Mischbeständen auf. Daneben kommen in der 4. Höhenstufe eine Reihe weiterer Baumarten hinzu. Diese erreichen jedoch nur geringe Anteile an Stammzahl bzw. Holzvorrat. Erwähnenswerte Anteile (≥ 2 %) in einem der Merkmale erreichen Birken, Bergahorn und Eichen (Abb. 72).

Die Anteile der „natürlichen Altersstufen“ in der 4. Höhenstufe zeigen deutliche Abweichungen gegenüber dem Gesamtkollektiv des NLP (Abb. 73). Blößen und Verjüngungsflächen sind in den Rand- und Tallagen selten und auch Jungbestände sowie mittleres Baumholz haben hier geringere Anteile. Dafür sind Bestände im starken Baumholz und Altbestände deut-

Tab. 23: Mittelwerte waldwachstumskundlicher Kenngrößen nach Baumarten bzw. Baumartengruppen für die 4. Höhenstufe (Rand- und Tallagen, N = 253 Probekreise). *Liegende Totholzobjekte wurden erst ab BHD bzw. Durchmesser am stärkeren Ende ≥ 20 cm aufgenommen.

Baumart	Stehend					Liegend Tot	Totholz gesamt
	Lebend			Tot	Tot		
	Stammzahl [N/ha]	Grundfläche [m ² /ha]	Volumen [m ³ /ha]	Stammzahl [N/ha]	Volumen [m ³ /ha]	Volumen [m ³ /ha] *	Volumen [m ³ /ha] *
Fichte	130	7,4	75	27	9	9	18
Buche	388	21,3	282	11	1	8	9
Eiche	13	1,2	16	1	2	0	2
Bergahorn	22	0,8	9	1	0	0	0
Eberesche	1	0,0	0	0	0	0	0
Birke	36	1,0	9	3	1	1	1
Lärche	3	0,3	5	1	0	0	0
Andere Nadelbäume	3	0,2	1	0	0	0	0
Andere Laubbäume	30	1,5	19	2	0	0	0
Summe	625	34	416	45	13	19	31

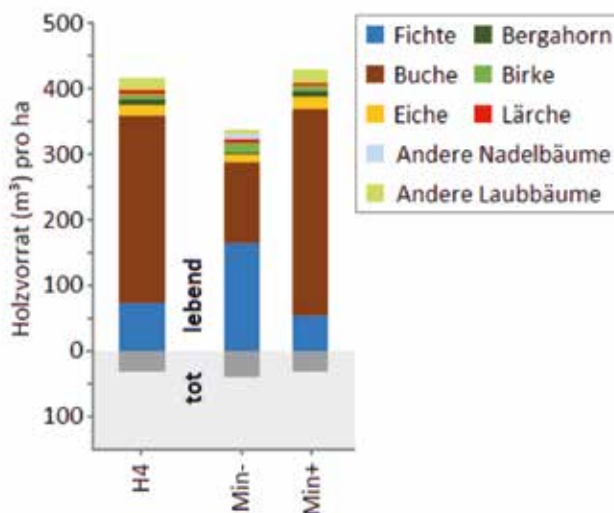


Abbildung 71: Holzvorräte des lebenden und abgestorbenen Baumbestands in der gesamten 4. Höhenstufe (H4, inkl. Stichprobenpunkte ohne Angaben zum Standort) und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

lich häufiger anzutreffen. Dabei ist anzumerken, dass in der 4. Höhenstufe ein nicht unerheblicher Anteil der Stichprobenpunkte (11,5 %) über eine heterogene, plenterartige Vertikalstruktur verfügt. Bei diesen Beständen handelt es sich überwiegend um Buchenreinbestände (Abb. 74). Anhand der „natürlichen Altersstufen“ sind sie zum Großteil als starkes Baumholz klassifiziert.

Die Pflanzendichte in der Verjüngung ist in der 4. Höhenstufe mit 9.560 n ha^{-1} deutlich höher als der Durchschnittswert des Gesamtkollektivs (+64 %,

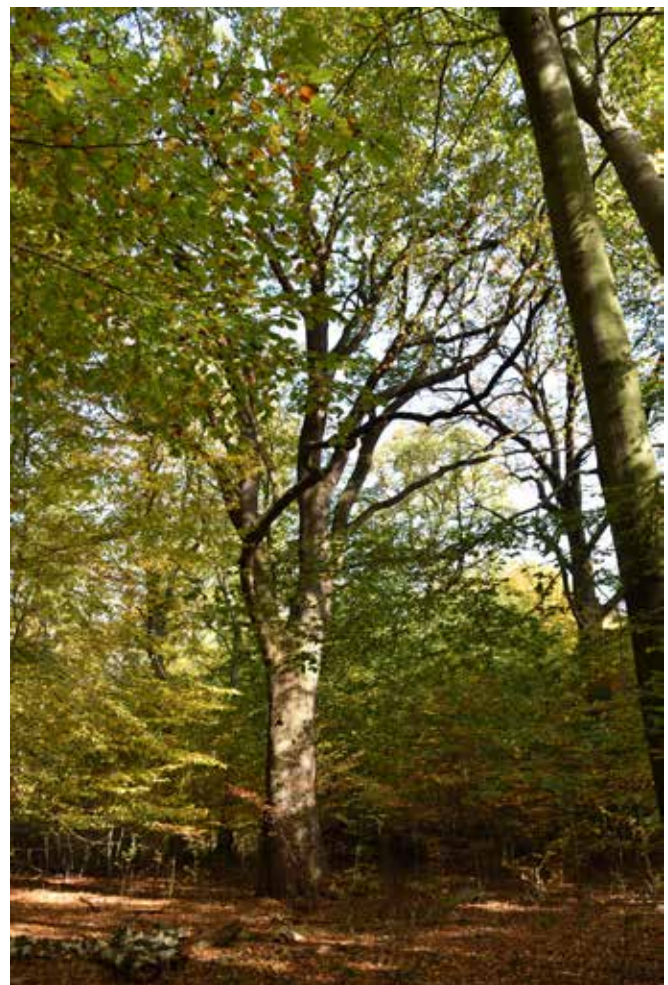


Abb. 72: Im Köhlerholz bei Ilsenburg sind Buchenbestände vorhanden, die einen hohen Anteil an Alteichen haben (Foto: T. Schultz).

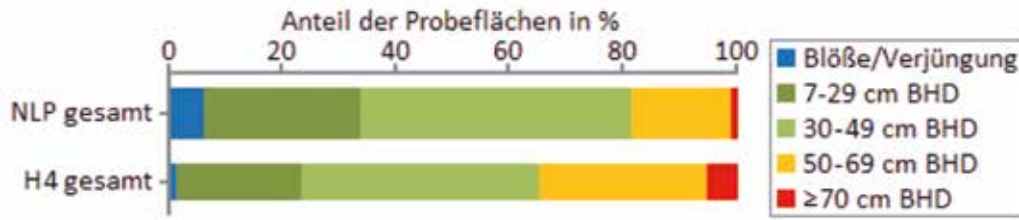


Abb. 73: Anteile der Stichprobenpunkte in unterschiedlichen „natürlichen Altersstufen“ am Gesamtkollektiv der Stichprobenpunkte (NLP gesamt) und an sämtlichen Stichprobenpunkten der 4. Höhenstufe (H4 gesamt).



Abb. 74: Heterogener Buchenreinbestand im Köhlerholz bei Ilsenburg (Foto: U. Springemann).

Abb. 75). Auch hinsichtlich der Artenanteile sind die Unterschiede gravierend. Die Fichte hat nur einen geringen Anteil von knapp 9 % und die Buche stellt etwa die Hälfte der Pflanzen. Als weitere Baumarten kommen in der Verjüngung der Rand- und Tallagen vor allem Bergahorn 20 % und Esche (18 %, in Abb. 75 in „Andere Laubbäume“ enthalten) zum Tragen. In der „gesicherten Verjüngung“ beträgt die Pflanzendichte mit 1.238 n ha⁻¹ knapp das Dreifache des Durchschnittswertes des NLP. Die Buche stellt mit 84 % die deutliche Mehrheit der Pflanzen, während die Anteile von Bergahorn (gut 5 %) und Fichte (2,5 %) deutlich geringer ausfallen. Für die Eschenverjüngung wurden nur einzelne Exemplare mit einer Höhe ≥ 2 m dokumentiert. Die Birkenverjüngung hingegen hat überwiegend die Höhe von 2 m überschritten, weshalb ihr in der „gesicherten Verjüngung“ ein sichtbarer Anteil von gut 6 % zukommt.

Allgemein kommen in den Rand- und Tallagen deutlich weniger Kleinstrukturen vor als im Durchschnitt des Gesamtkollektivs. Während es an lebenden

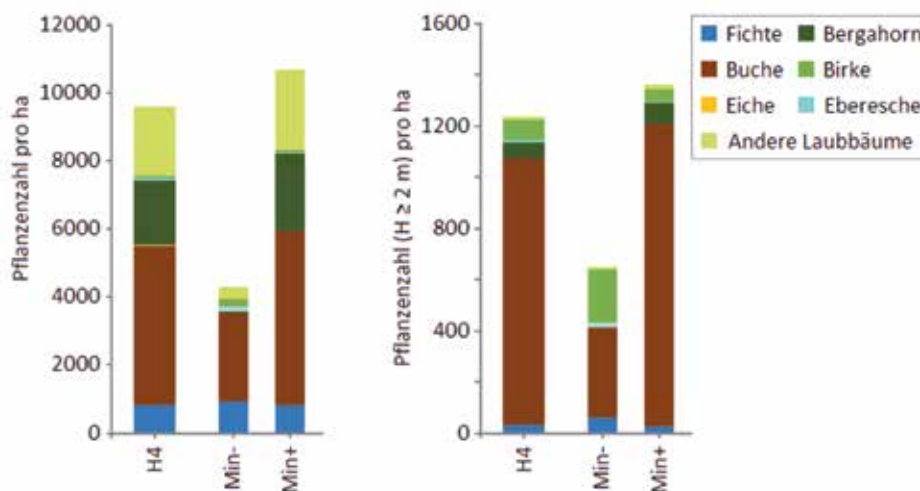


Abb. 75: Durchschnittliche Pflanzenzahlen der Gehölzverjüngung (≥ 0,1 m Höhe und < 7 cm BHD, links) und der „gesicherten Verjüngung“ (≥ 2 m Höhe und < 7 cm BHD, rechts) in der 4. Höhenstufe insgesamt (H4, inkl. Stichprobenpunkte ohne Angaben zum Standort) und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

Bäumen etwas mehr sind, wurden Kleinstrukturen an liegendem und besonders an stehendem Totholz deutlich seltener dokumentiert (Tab. 24). Da der Totholzvorrat in dieser Höhenstufe nur die Hälfte des Durchschnittswerts beträgt und liegendes Totholz dabei den größeren Anteil stellt (Abb. 76), erklären sich die geringeren Vorkommen der daran gebundenen Kleinstrukturen.

Tab. 24: Durchschnittliche Anzahl der verschiedenen Kleinstrukturtypen je Hektar, an lebenden Bäumen, stehendem und liegendem Totholz in der gesamten 4. Höhenstufe und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

Kleinstruktur	N ha ⁻¹		
	4. Höhenstufe	4_Min-	4_Min+
Lebender Bestand			
Rindenverletzung	100	166	86
Spechthöhle	0,0	0,0	0,0
Asthöhle	1,5	1,0	1,6
Stammhöhle	6,3	1,0	7,3
Stammfußhöhle	5,2	1,4	6,0
Moose und Flechten	0,3	0,0	0,4
Pilzkonsole	0,9	0,5	1,0
Nekrose	5,2	3,3	5,5
Rindentasche	0,8	0,5	0,9
Risse/Spalten	2,1	1,4	2,3
Kronentotholz	0,7	1,0	0,7
Summe (o. Rind.)	23,0	10,0	25,6
Stehendes Totholz			
Rindenverletzung	4,7	13,3	3,0
Spechthöhle	0,6	0,5	0,6
Asthöhle	0,1	0,0	0,1
Stammhöhle	0,8	0,5	0,9
Stammfußhöhle	0,6	0,0	0,7
Moose und Flechten	0,3	0,5	0,3
Pilzkonsole	6,3	15,7	4,5
Rindentasche	5,6	4,3	5,8
Summe (o. Rind.)	14,2	21,4	12,8
Liegendes Totholz			
Stammhöhle	0,6	0,5	0,6
Stammfußhöhle	0,0	0,0	0,0
Moose und Flechten	12,0	13,8	11,6
Pilzkonsole	9,4	8,6	9,5
Summe	21,9	22,9	21,7

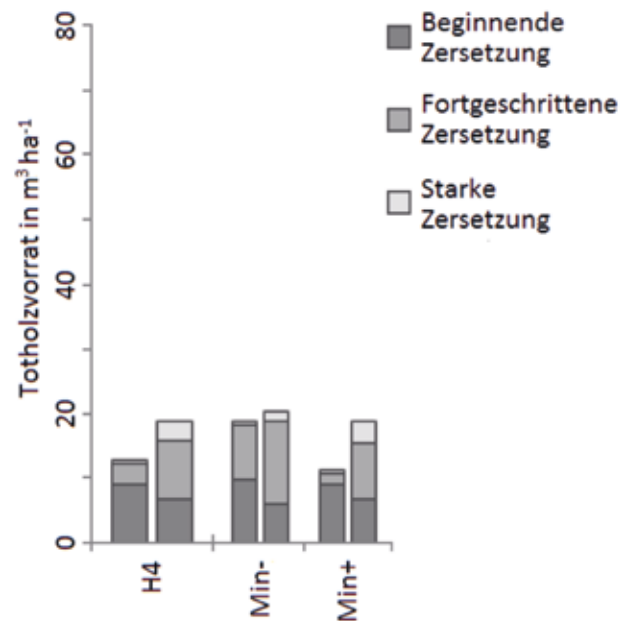


Abb. 76: Stehender und liegender Totholzvorrat in m³ ha⁻¹ (rechter bzw. linker Balken) nach Grad der Zersetzung (dunkelgrau = beginnende Zersetzung, mittelgrau = fortgeschrittene Zersetzung, hellgrau = starke Zersetzung) in der 4. Höhenstufe (H4) und in den dort auftretenden Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40).

Standortgruppen der Rand- und Tallagen

In den Rand- und Tallagen des NLP liegen fast alle Stichprobenpunkte auf mineralischen Standorten, welche meist eine günstige Nährstoffversorgung aufweisen (Abb. 77). Da nur ein geringer Anteil der Entwicklungszone zugeordnet ist (gut 8 %), wird in dieser Höhenstufe nicht nach der Entwicklungszonierung unterschieden. Folglich werden nur zwei Gruppen, Mineralstandorte mit schwacher bzw. mit günstiger Nährstoffversorgung, genauer beschrieben.

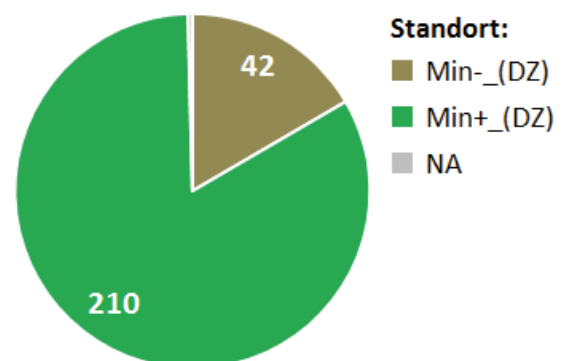


Abb. 77: Aufteilung der Stichprobenpunkte in der 4. Höhenstufe (n = 253) in Mineralbodenstandorte mit schwacher bzw. günstiger Nährstoffversorgung (Min- bzw. Min+). Lediglich für einen Stichprobenpunkt in der Höhenstufe waren die Angaben bezüglich des Standortes unzureichend (NA = nicht angegeben).

Baumbestand: Auf den schwach nährstoffversorgten Standorten (4_Min-) liegt die Stammzahl (640 n ha^{-1}) geringfügig über dem Durchschnittswert der 4. Höhenstufe. Der lebende Holzvorrat hingegen fällt mit $340 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ um einiges geringer aus (-18 %). Die Fichte hat gegenüber der Buche sowohl an der Stammzahl als auch am Holzvorrat einen größeren Anteil (54 zu 29 % bzw. 49 zu 36 %). Mit relativ geringen Anteilen (< 5 % des Holzvorrats) sind auch Eiche, Birke, Lärche und Kiefer auf diesen Standorten vertreten. Neben Reinbeständen aus Buche (14 %) und Fichte (36 %, Abb. 78) treten vielfältige Mischbestandsformen auf. Der Totholzvorrat auf den schwach nährstoffversorgten Standorten liegt mit $39 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ über dem (allgemein geringen) Durchschnittswert der 4. Höhenstufe. Die Fichte hat mit 77 % einen überproportional hohen Anteil am Totholzaufkommen. Stehendes und liegendes Totholz sind in etwa gleicher Menge vorhanden (Abb. 76). Das stehende Totholz befindet sich zu einem verhältnismäßig großen Anteil bereits im Stadium fortgeschrittener Zersetzung. Hinsichtlich der „natürlichen Altersstufen“ (Abb. 80) gibt es auf den schwach nährstoffversorgten Standorten im Vergleich zum Durchschnitt der 4. Höhenstufe

anteilmäßig mehr Jungbestände und Bestände im mittleren Baumholz. Blößen und Verjüngungsflächen sind ebenfalls etwas häufiger vertreten. Bestände im starken Baumholz und Altbestände sind dafür deutlich seltener. Eine ausgeprägt heterogene Vertikalstruktur ist auf den schwach nährstoffversorgten Standorten sehr selten dokumentiert. Standorte mit günstiger Nährstoffversorgung bilden in den Rand- und Tallagen die mit Abstand größere Gruppe (Abb. 77) und prägen daher stark die Durchschnittswerte der 4. Höhenstufe. Entsprechend weichen Stammzahl (622 n ha^{-1}) und Holzvorrat ($431 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) der Gruppe nur in geringem Maße von diesen ab (-0,5 % bzw. + 3,6 %). Die Buche ist mit einem Anteil von 69 % an der Stammzahl die bei weitem häufigste Baumart und stellt einen vergleichbar hohen Anteil des Holzvorrats (73 %, Abb. 71). Die Anteile der Fichte liegen bei nur 14 %. Geringe, aber dennoch nennenswerte Anteile erreichen Eiche, Bergahorn, Birke, Lärche und Esche (in Abb. 71 in „Andere Laubbäume“ enthalten, Abb. 79, 81). Der Totholzvorrat ($29 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) entspricht in etwa dem Durchschnittswert. Der Anteil des stehenden Totholzes liegt dabei deutlich unter dem des liegenden Totholzes (Abb. 76).



Abb. 78: Stammzahlreicher Fichtenreinbestand in der Waldforschungsfläche Eckertal-Ost in einer Höhe von 400 m ü. NHN auf einem Mineralbodenstandort mit schwacher Nährstoffversorgung über Granit (Foto: U. Springemann).



Abb. 79: Buchen-Eschenwald im Oberen Schimmerwald bei Bad Harzburg (Foto: D. Hartung).

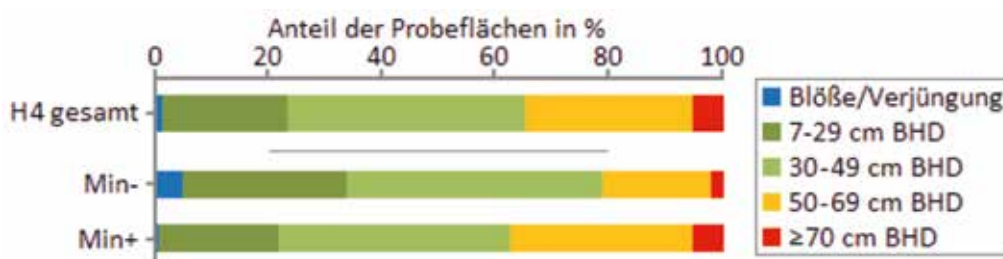


Abb. 80: Anteile der Stichprobenpunkte in unterschiedlichen „natürlichen Altersstufen“ an sämtlichen Stichprobepunkten der 4. Höhenstufe (H4 gesamt) sowie an den Stichprobepunkten der hier ausgewiesenen Standortsgruppen (siehe Text und Abb. 40).



Abb. 81: Mischwald im Köhlerholz unweit vom Trompeterkopf (Foto: U. Springemann).

Bei den „natürlichen Altersstufen“ gleichen die günstig nährstoffversorgten Standorte quasi dem Mittel der Rand- und Tallagen (Abb. 80). Der Anteil des starken Baumholzes liegt etwas über dem Durchschnittswert, die Anteile der „jüngeren“ Altersstufen fallen dafür geringfügig kleiner aus.

Verjüngung: Auf Mineralstandorten mit schwacher Nährstoffversorgung liegt die Gehölzpflanzendichte mit 4.295 n ha^{-1} weit unter dem Durchschnittswert der 4. Höhenstufe (-55 %, Abb. 75). Bergahorn und Esche, die in den Rand- und Tallagen allgemein einen großen Anteil an der Verjüngung haben, sind auf diesen Standorten quasi nicht vertreten. Hinzu kommt eine deutlich geringere Pflanzenzahl bei der Buche. Die der Fichte liegt etwa gleichauf mit dem Durchschnittswert der 4. Höhenstufe. Weitere Baumarten mit relativ geringen, jedoch nennenswerten Anteilen in der Verjüngung sind Roterle (in Abb. 75 in der Klasse „Andere Laubbäume“ enthalten), Birke und Eberesche. Auch in der „gesicherten Verjüngung“ fallen die Pflanzenzahlen vergleichsweise gering aus (648 n ha^{-1} ,



Abb. 82: Naturverjüngung von Buche im Köhlerholz bei Ilsenburg (Foto: T. Schultz).

-48 %) gegenüber dem Durchschnitt der 4. Höhenstufe. Neben der Buche haben auch Birken einen hohen Anteil, während der von Fichte hier deutlich kleiner ausfällt als in der Gehölzverjüngung insgesamt. Die günstig mit Nährstoffen versorgten Standorte weisen gegenüber dem Durchschnitt der 4. Höhenstufe sowohl in der Gehölzverjüngung insgesamt als auch in der „gesicherten Verjüngung“ um gut 10 % höhere Pflanzenzahlen auf (10.659 n ha^{-1} bzw. $1.362 \text{ n ha}^{-1} \geq 2 \text{ m}$, Abb. 82). Die Anteile der Baumarten entsprechen dabei etwa dem Durchschnitt der 4. Höhenstufe. Das heißt Buche ist in der „gesicherten Verjüngung“ die deutlich dominierende Baumart (87 %), wobei Bergahorn und Birke geringe, aber sichtbare Anteile halten (6 bzw. 4 %).

Kleinstrukturen: Kleinstrukturen an lebenden Bäumen sind auf Standorten mit günstiger Nährstoffversorgung deutlich häufiger als auf solchen mit schwacher Nährstoffversorgung (Tab. 24). Herausragend ist dabei das Vorkommen von Höhlenstrukturen (Abb. 83). Kleinstrukturen an stehendem Totholz treten auf günstig versorgten Standorten seltener auf, allerdings ist hier der Vorrat an stehendem Totholz auch



Abb. 83: Spechthöhle an einer lebenden Buche (Foto: T. Späth).



Abb. 84: Totholzreicher Buchenreinbestand am Wienberg bei Ilsenburg (Foto: T. Schultz).

wesentlich geringer (Abb. 76, 84). Bezüglich der Kleinstrukturen an liegendem Totholz gibt es keine nennenswerten Unterschiede.

3.3 Interpretation der Ergebnisse

Eingangs ist noch einmal hervorzuheben, dass die Wälder des Nationalpark Harz stark durch den Menschen geprägt sind. Quasi sämtliche Waldflächen des Harzes unterlagen in der Vergangenheit einer mehr oder weniger intensiven, geregelten Bewirtschaftung. Daraus resultiert, dass in weiten Bereichen des Schutzgebietes anstatt strukturreicher Buchen- und Buchenmischwälder relativ einheitlich strukturierte Altersklassenwälder, vor allem Fichtenreinbestände, vorherrschen. Im Bereich des Nationalparks wird der Anteil der bewirtschafteten Fläche seit den frühen 90er Jahren sukzessive reduziert. Heute ist ein Großteil des Nationalparks (ca. 60 % der Fläche) seiner eigendynamischen Entwicklung überlassen. Bis zu drei Jahrzehnte eigendynamischer Entwicklung sind jedoch, verglichen mit der Länge des Entwicklungszyklus von Wäldern erst ein relativ kurzer Zeitraum. Wie lange es dauert bis sich ein etwaiger „dynamischer Gleichgewichtszustand“ einstellt, bleibt darüber hinaus unklar. Der Wandel des Klimas erschwert diesbezügliche Annahmen zusätzlich. Nichtsdestotrotz lassen sich aus den Ergebnissen der permanenten Stichprobeninventur Tendenzen der waldstrukturellen Entwicklung ableiten.

Wie in Kapitel 3.2 erläutert, wurden die Stichprobepunkte anhand der Faktoren Höhenstufe, Standortgüte (Bodentyp) und Entwicklungszonierung in 13 Gruppen eingeteilt und diese in den jeweiligen Unterkapiteln (3.2.1.1 - 3.2.1.4) detailliert beschrieben. Der Einfluss der einzelnen Faktoren auf die unterschiedlichen waldstrukturellen Eigenschaften/Merkmale wird im Folgenden gruppenübergreifend analysiert und interpretiert.

3.3.1 Einfluss der Entwicklungszonierung

Als erstes wird der Faktor Entwicklungszonierung genauer betrachtet. Ein sinnvoller direkter Vergleich zwischen Dynamikzone (DZ) und Entwicklungszone (EZ) lässt sich nur innerhalb derselben Höhenstufe und Standortskategorie anstellen. Sowohl auf günstig als auch auf schwach nährstoffversorgten Standorten der 2. und 3. Höhenstufe wurden beide Zonen als eigene Gruppe ausgewiesen. Es ist anzumerken, dass mögliche Unterschiede in der Entwicklung zwischen EZ und DZ durch die sukzessive Überführung von der einen in die andere Zone abgeschwächt werden. Hinzu kommt, dass bei der Erweiterung der DZ eine ge-

richtete Ausweisung der Flächen vorgenommen wird (vorwiegend nach Nähe zur potentiell natürlichen Vegetation, Etablierung der Buche), was eine direkte Vergleichbarkeit teilweise weiter einschränkt. Üblicherweise steigen die Holzvorräte in Waldbeständen nach der Nutzungsaufgabe über viele Jahre hin an, da durch vergangene forstliche Eingriffe die Bestandesdichte meist unterhalb des Potentials gehalten wurde und dieses „Vakuum“ für das Baumwachstum (unter relativ geringem Konkurrenzdruck) zur Verfügung steht. In den Oberen Lagen (H2) liegt der lebende Holzvorrat aber auf günstig und auf schwach nährstoffversorgten Standorten jeweils in der EZ etwas über dem der DZ (Abb. 53). In dieser ist wiederum deutlich mehr Totholz akkumuliert. Die Diskrepanz entsteht vor allem durch höhere Totholz-mengen im mittleren Baumholz (30 - 50 cm BHD) in der DZ. Dabei handelt es sich überwiegend um stehendes Totholz (Abb. 59). Etwa 6 % der Fläche in der DZ sind Blößen und Verjüngungsflächen, welche in der EZ nicht auftreten. Sie hat einen höheren Anteil an Jungbeständen, die im Mittel geringere Stammzahlen und deutlich geringere Holzvorräte aufweisen. Zusammengenommen weisen die Fakten auf das örtliche Wirken von massivem Borkenkäferbefall in der Dynamikzone hin. In der Entwicklungszone wurden vergleichbare Ereignisse vermutlich weitgehend durch den Menschen unterbunden. Bestände im mittleren und starken Baumholz, welche in der Vergangenheit nicht von starkem Borkenkäferbefall betroffen waren, weisen jeweils höhere Holzvorräte in der DZ auf (+9 bzw. 21 %) und entsprechen somit dem eingangs erwähnten Trend der Vorratsakkumulation. In den Mittleren Lagen (H3) werden zunächst Unterschiede in der Baumartenzusammensetzung zwischen DZ und EZ deutlich. Während der Buche in der DZ eine bedeutende Rolle zukommt, ist die EZ fast ausschließlich von Fichte geprägt (Abb. 61). Dieser Umstand beruht vermutlich weniger auf eigendynamischen Prozessen seit der Ausweisung zur Dynamikzone, sondern er ist auf die gerichtete Ausweisung und Erweiterung von dieser zurückzuführen. Vorrangig wurden und werden solche Flächen in die eigendynamische Entwicklung entlassen, welche der potentiell natürlichen Vegetation (hier Buchenwälder) entsprechen bzw. nahekommen oder das Potential aufweisen, sich dahingehend zu entwickeln (z.B. durch bereits erfolgten Buchenvoranbau oder Buchennaturverjüngung). Auf den von Fichtenreinbeständen dominierten schwach nährstoffversorgten Standorten sind die lebenden Holzvorräte in der DZ ebenfalls geringer als in

der EZ und die Totholzvorräte höher. Die Unterschiede fallen jedoch insbesondere beim lebenden Holzvorrat weniger deutlich aus. Auch hier sind im Wesentlichen höhere Mortalitätsabgänge im mittleren Baumholz (30 - 50 cm BHD) für den höheren Totholzvorrat in der DZ verantwortlich. Es treten jedoch in beiden Bereichen Blößen und Verjüngungsflächen auf. Die Jungbestände sind zwar häufiger in der DZ, weisen aber vergleichbare Stammzahlen und Holzvorräte auf wie Jungbestände in der EZ. Vermutlich sind beide Bereiche in der Vergangenheit ähnlich stark von Borkenkäferbefall betroffen gewesen. Das anfallende „Schadholz“ wurde in der EZ anschließend weitestgehend aufgearbeitet, während es in der DZ auf den Flächen verblieb.

Auf Standorten mit günstiger Nährstoffversorgung sind Fichte und Buche in der DZ bereits etwa gleichermaßen vertreten. Hier sind sowohl der lebende Holzvorrat als auch der Totholzvorrat etwas höher als in der EZ, welche sich fast ausschließlich aus Fichtenbeständen zusammensetzt (Abb. 61). Ein überproportionaler Anteil der Fichte am Totholzaufkommen (gut 85 %) deutet darauf hin, dass diese Baumart hier seit längerem verstärkt unter Druck steht. In beiden Bereichen treten Blößen und Verjüngungsflächen auf, welche auf größere Störungsereignisse in Fichtenbeständen, wie z.B. Windwurf, hindeuten (Abb. 69). Im Bereich der EZ wurden diese verstärkt aufgearbeitet und der Totholzvorrat so auf niedrigem Niveau gehalten. Anschließender Borkenkäferbefall scheint eine geringere Rolle gespielt zu haben, da sich ein vergleichsweise geringer Anteil des Totholzvorrats in der DZ in stehendem Zustand befindet (Abb. 68). Je nach Lage (Randzone) und Ausweisungszeitpunkt könnte auch auf Flächen der heutigen DZ eine Totholzentnahme zur aktiven Bekämpfung des Borkenkäfers erfolgt sein.

Der deutlich höhere Anteil an Beständen in der „natürlichen Altersstufe“ mittleres Baumholz in der EZ könnte darauf beruhen, dass diese relativ reifen Bestände noch verstärkt genutzt bzw. umgebaut werden sollen, während eine „Endnutzung“ bzw. ein erfolgreicher Waldumbau in den Jungbeständen für den Zeitraum bis zur vollständigen Nutzungsaufgabe oft nicht mehr abzusehen ist und diese daher verstärkt bereits in die DZ entlassen wurden.

Der Anteil der als Fichtenreinbestände klassifizierten Stichprobenpunkte, für welche ein Auftreten von Buchenverjüngung dokumentiert wurde, liegt grundsätzlich höher in der jeweiligen EZ als in der DZ. Darin spiegelt sich das Bemühen des aktiven Waldumbaus im Bereich der EZ wider. Der Anteil solcher Flächen auf günstig und schwach versorgten Standorten der 2. und 3. Höhenstufe liegt zu Zeitpunkt der Aufnah-

men bei 14 %. Eine mehr oder weniger flächenhafte Ausbreitung der Buche in der folgenden Waldgeneration erscheint unter den derzeitigen Umständen daher noch eher fraglich.

Vergleicht man DZ und EZ hinsichtlich der Kleinstrukturen (Tab. 20 und 22) deutet sich lediglich für Kleinstrukturen an stehendem Totholz ein konsistenter Trend an. Demnach sind diese grundsätzlich seltener in der EZ (vor allem Konsolenpilze und Stammfußhöhlen). Dieser Befund steht sicherlich in engem Zusammenhang mit der künstlichen Entnahme absterbender und toter Bäume (zur Vermeidung der Ausbreitung von Borkenkäfern) in diesem Bereich und den dadurch geringen Totholzvorräten (s.o.). Da bei der Bewirtschaftung der EZ an sich Naturschutzaspekte im Vordergrund stehen, werden Kleinstrukturen (wo möglich) generell erhalten bzw. gefördert.

3.3.2 Einfluss der Standortgüte

Die Vergleiche zur Auswirkung der Standortgüte werden grundsätzlich innerhalb derselben Höhenstufe und Entwicklungszonierung angestellt. Allgemein geht in allen Höhenstufen mit einer Verbesserung der Standortgüte ein Anstieg der lebenden Holzvorräte einher (Abb. 42, 53, 61 und 71). Besonders drastisch fällt der Unterschied zwischen Torfstandorten und Mineralbodenstandorten aus (+ 52 % in der 1. Höhenstufe und +169 % in der 2. Höhenstufe). Der Anstieg von schwach zu günstig nährstoffversorgten Mineralstandorten ist dagegen eher moderat (8 - 27 %). Betrachtet man die Einteilung in „natürliche Altersstufen“ zeigt sich in allen Höhenstufen mit Verbesserung der Standortgüte ein Anstieg der Anteile von mittlerem und starkem Baumholz. Meist steigt auch der Anteil der Altholzbestände, während der von Jungbeständen grundsätzlich geringer wird. Dieses Muster lässt sich als logische Konsequenz des gemeinhin anzunehmenden Produktivitätsanstiegs mit Verbesserung der Standortgüte erklären. Bäume auf besser versorgten Standorten erreichen schneller höhere Durchmesserklassen und die Bestände im selben Zeitraum folglich höhere „natürliche Altersstufen“, als dies auf schlechter versorgten Standorten der Fall ist. Die Totholzvorräte zeigen in der 1. und 2. Höhenstufe keine Tendenz bezüglich der Standortgüte auf. Betrachtet man den Totholzvorrat allerdings in Relation zum lebenden Vorrat, so ist dieses Verhältnis auf Torfstandorten (ca. 1/1) gegenüber den Mineralbodenstandorten als überaus hoch einzustufen (vor allem in der 2. Höhenstufe). Es gibt verschiedene Faktoren, die einen hohen Totholzanteil auf Torfstandorten begünstigen. Der Standort bedingt tendenziell geringere Wi-

derstandsfähigkeit gegenüber abiotischen Störungen (z.B. Stürme, Boden bietet wenig Halt) und biotischen Störungen (z.B. Insekten aufgrund schlechter Nährstoffversorgung). Daher ist hier von einer erhöhten Mortalitätsrate auszugehen. Hinzu kommt, dass die Flächen oft schwer zugänglich und aus ökonomischer Sicht wenig profitabel sind. Windwürfe wurden vermutlich seltener aufgearbeitet und Borkenkäferbefall nicht so intensiv bekämpft. Des Weiteren werden die Zersetzungsprozesse im Totholz durch das saure Milieu und häufige Austrocknung durch intensive Besonnung (aufgrund der geringen Bestandesdichte) vermutlich verlangsamt.

In der 3. und 4. Höhenstufe sind die Totholzvorräte auf günstig versorgten Standorten etwas geringer als auf schwach versorgten Standorten. Dieser Trend ist im Zusammenhang mit der Baumartenzusammensetzung zu sehen. Denn mit Verbesserung der Standortgüte nimmt hier der Anteil von Buchenbeständen deutlich zu. Diese weisen, verglichen mit Fichtenbeständen, im Mittel wesentlich geringere Totholzmengen auf. Zum einen fällt in den Buchenbeständen vergleichsweise weniger Totholz an, da großflächige Mortalitätsereignisse (z.B. Windwurf) bisher eine eher geringe Rolle spielen. Zum anderen wird Totholz der Buche schneller abgebaut als Fichtentotholz, weshalb es sich nicht über vergleichbar lange Zeiträume akkumuliert.

Neben der Buche erlangen mit Zunahme der Standortgüte auch weitere Arten sichtbare, wenngleich geringe Anteile am lebenden Holzvorrat in der 3. und 4. Höhenstufe (z.B. Bergahorn). Insbesondere spiegelt sich die positive Wirkung zunehmender Standortgüte in der Artenvielfalt in der Gehölzverjüngung der Rand- und Tallagen wider. Bergahorn und Esche, welche ein höheres Nährstoffbedürfnis aufweisen, erreichen hier bedeutende Anteile. Für die Gehölzverjüngung deutet sich auch ein positiver Zusammenhang zwischen Standortgüte und Pflanzendichte an. In der 4. Höhenstufe ist der Anstieg der Pflanzendichte mit Verbesserung der Standortgüte besonders ausgeprägt. Teilweise fällt dieser aber auch eher schwach aus oder es verhält sich gar gegensätzlich (DZ der 3. Höhenstufe). Auch hinsichtlich der Häufigkeit von Kleinstrukturen zeichnen sich Tendenzen im Zusammenhang mit der Standortgüte ab, allerdings nur innerhalb der Dynamikzone. Kleinstrukturen an lebenden Bäumen nehmen mit Verbesserung der Standortgüte zu und die Häufigkeit von Kleinstrukturen an stehendem Totholz nimmt ab. Bei einer detaillierten Betrachtung der einzelnen Kleinstrukturen zeigt sich für die meisten jedoch kein konsistenter Trend.

3.3.3 Einfluss der Höhenstufe

Um Auswirkung der Höhenstufe auf die Waldbestände zu analysieren, werden Gruppen derselben Standortskategorie und Entwicklungszonierung miteinander verglichen.

Die Torfstandorte der 1. und 2. Höhenstufe weisen fast identische Vorräte im lebenden Bestand und beim Totholz auf (Abb. 85). Auf den ersten Blick scheint hier das Bodensubstrat einen stark limitierenden Faktor für die Produktivität bzw. Tragfähigkeit darzustellen, so dass Effekte durch die Höhenlage nicht sichtlich zum Tragen kommen. Betrachtet man jedoch die Anteile in den „natürlichen Altersstufen“ (Abb. 50 und 60), so fällt auf, dass Torfstandorte der 2. Höhenstufe keine Bestände im generell vorratsreichen starken Baumholz aufweisen, dafür aber einen höheren Anteil an Jungbeständen. Vergleicht man die jeweiligen „natürlichen Altersstufen“ der beiden Höhenstufen miteinander, so sind deren lebende Holzvorräte in der 2. Höhenstufe deutlich höher (+ 32 % in Jungbeständen, +56 % im mittleren Baumholz), was einen Produktivitätsanstieg mit abnehmender Höhe nahelegt. Warum in der 2. Höhenstufe keine Bestände im starken Baumholz vertreten sind, ist schwer zu sagen. Da die Totholzvorräte in beiden Höhenstufen auf gleichem Niveau liegen und auch keine Unterschiede in der Stärke (BHD) der abgestorbenen Bäume vorliegen, müssten verantwortliche Störungsereignisse, welche die Struktur auf Landschaftsebene beeinflussen (z.B. Windwurf, evtl. stärkerer Borkenkäferbefall aufgrund von milderem Klima), bereits lange zurückliegen. Auf Mineralbodenstandorten mit schwacher Nährstoffverfügbarkeit in der DZ nimmt der lebende Holzvorrat mit abnehmender Höhe zu. Von der 1. zur 2. Höhenstufe ist die Zunahme deutlich (+87 %), im Folgenden eher gering (7 % bzw. 4 %). Eine Beurteilung hinsichtlich der Produktivität in den Höhenstufen ist jedoch angesichts unterschiedlich hoher Totholzvorräte schwierig. Diese sinken relativ kontinuierlich mit abnehmender Höhe. Gründe für die Abnahme des Totholzvorrats sind vermutlich ein sinkendes Risiko von Sturmschäden (und anschl. Borkenkäferbefall) und eine Zunahme des Buchenanteils. Einzig für den Übergang von der 1. in die 2. Höhenstufe scheint ein Anstieg der Produktivität mit abnehmender Höhe eindeutig.

Auf den günstig nährstoffversorgten Standorten der DZ sind beim Übergang der Höhenstufen (von der 2. bis zur 4. Höhenstufe) ähnliche Trends zu beobachten, wobei der Anstieg des Holzvorrats von der 3. zur 4. Höhenstufe etwas deutlicher ausfällt (+10 %). Bezüglich der „natürlichen Altersstufen“ steigt mit

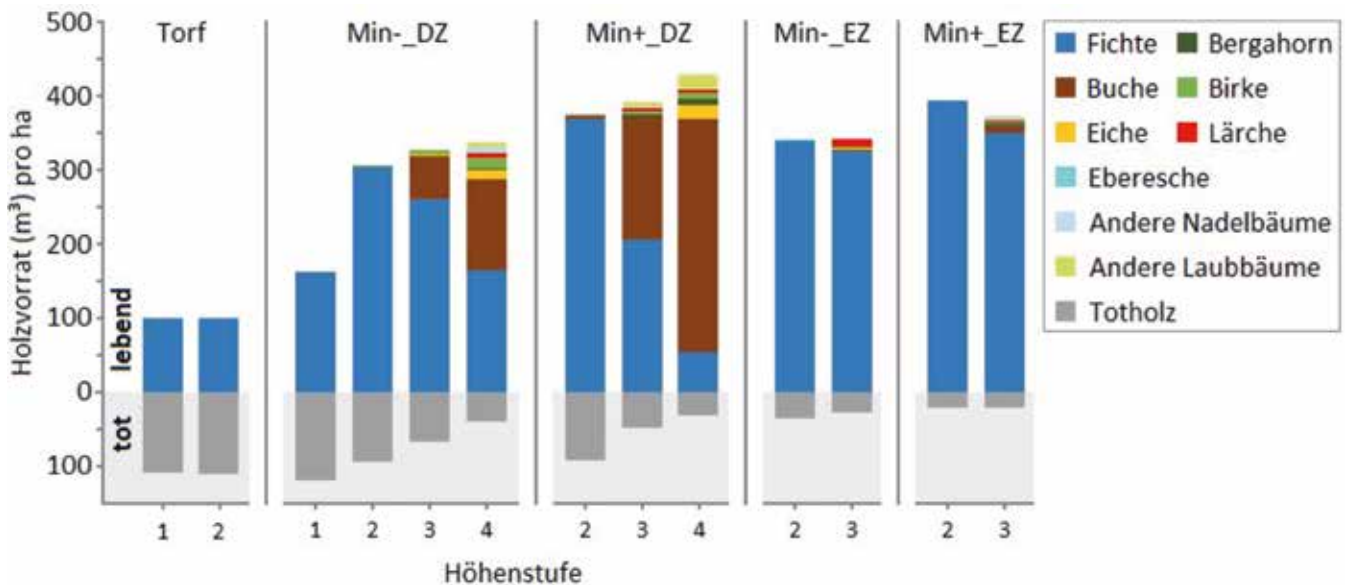


Abb. 85: Holzvorräte des lebenden und abgestorbenen Baumbestands in den unterschiedlichen Höhenstufen für Gruppen derselben Standortskategorie (Torf, Min- und Min+) und Entwicklungszonierung (DZ und EZ).

sinkender Höhe der Anteil starken Baumholzes, während der gemeinsame Anteil von Jungbeständen, Blößen und Verjüngungsflächen sinkt. Dieser Umstand könnte als Indiz für einen schnelleren „Reifeprozess“ (d.h. eine steigende Produktivität) mit sinkender Höhe gewertet werden (s.o., Kap. 3.3.2).

Sowohl auf schwach, vor allem aber auf günstig nährstoffversorgten Mineralbodenstandorten nehmen mit sinkender Höhe die Anteile von Buche und anderen Baumarten deutlich zu. Vor dem Hintergrund der langen Nutzungsgeschichte sind die Baumartenanteile weniger als Resultat der ökologischen Eigenschaften der Baumarten zu sehen, sondern das Ergebnis waldbaulicher Entscheidungen in der Vergangenheit. In der potentiell natürlichen Vegetation wäre die Buche in der 2. Höhenstufe wohl stark vertreten und die 3. und 4. Höhenstufe wäre mit mehr oder weniger reinen Buchenwäldern bestockt.

Die Artenvielfalt in der Gehölzverjüngung ist generell eng an die Baumartenvielfalt im Derbholzbestand gebunden. Sie steigt dementsprechend ebenfalls mit sinkender Höhe. Bezüglich der Pflanzendichte ist eine deutliche Zunahme von der 1. zur 2. Höhenstufe zu beobachten, anschließend gibt es keinen einheitlichen Trend. Der starke Anstieg auf günstig nährstoffversorgten Standorten von der 3. zur 4. Höhenstufe beruht vor allem auf dem häufigen Auftreten von Esche und Bergahorn in den Rand- und Tallagen, welche hier (im Gegensatz zu den Mittleren Lagen) auch im Derbholzbestand vertreten sind (Abb. 86).

In der EZ können nur die 2. und 3. Höhenzone mit-

einander verglichen werden. Abgesehen von einer geringen Zunahme der Artendiversität im Derbholzbestand und in der Gehölzverjüngung mit sinkender Höhe deuten sich keine einheitlichen Trends an. Auch in der DZ sind die Unterschiede zwischen diesen Höhenstufen teils wenig ausgeprägt (s.o.). Zusätzlich wirkt die anhaltende menschliche Einflussnahme (z.B. Totholzentnahme und die Überführung von Buchenbeständen in die DZ) der Entwicklung möglicher Tendenzen entgegen.

Bezüglich der Häufigkeit von Kleinstrukturen gibt es keine konsistenten Trends im Zusammenhang mit der Höhenzonierung.

3.3.4 Schlüsselfaktoren für Kleinstrukturen

Wie in den vorangehenden Unterkapiteln angesprochen, sind hinsichtlich der Häufigkeit von Kleinstrukturen kaum einheitliche Trends in Bezug auf die Gruppierungsfaktoren erkennbar. Zudem stehen diese Trends teilweise in Zusammenhang mit der Dichte der Objekte, an welchen die Kleinstrukturen auftreten (z.B. Anzahl stehender, toter Bäume je Hektar). Zwei Faktoren, denen für das Auftreten von Kleinstrukturen eine Schlüsselrolle beigemessen wird, nämlich Baumart und Baumdimension (BHD), werden im Folgenden genauer betrachtet.

Wie in Abbildung 87 zu sehen ist, weisen lebende Fichten überproportional häufig Rindenverletzungen auf, welche nur bedingt als natürliche Kleinstrukturen anzusehen sind (siehe Kap. 3.1). Andere Kleinstrukturen dagegen sind verhältnismäßig selten an Fichten

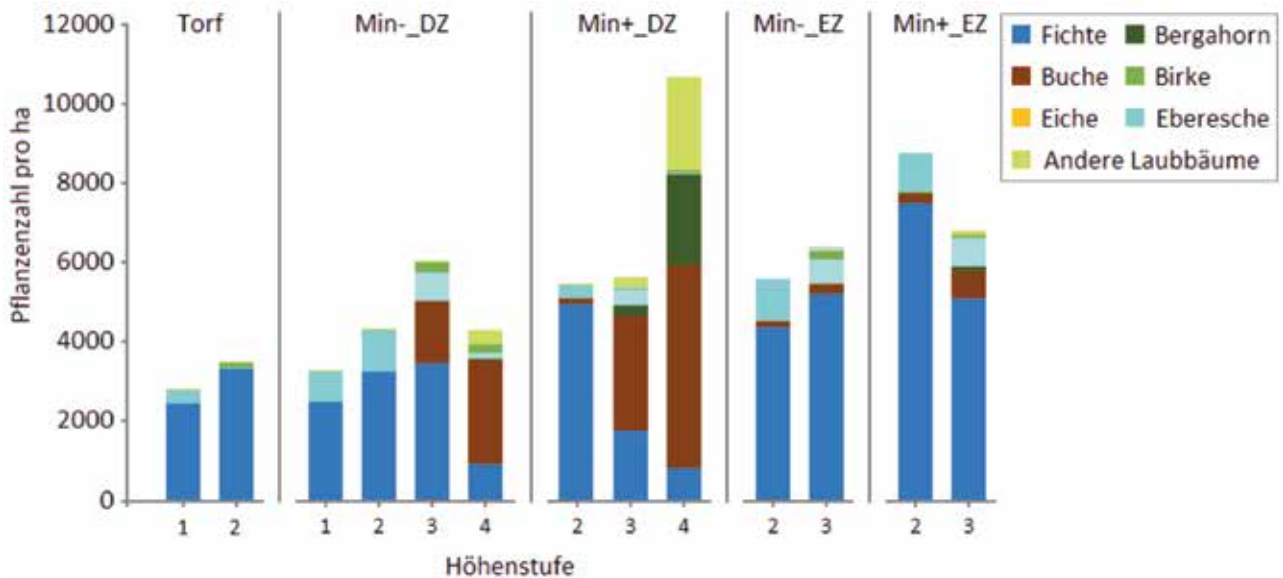


Abb. 86: Dichte der Gehölzverjüngung nach Baumarten in den unterschiedlichen Höhenstufen für Gruppen derselben Standortskategorie (Torf, Min- und Min+) und Entwicklungszonierung (DZ und EZ).

dokumentiert. Buchen und andere Laubbäume weisen deutlich seltener Rindenverletzungen auf. Während die anderen Laubbäume ähnlich häufig wie Fichten Kleinstrukturen aufweisen, sind diese an Buchen überproportional häufig dokumentiert. Sowohl Rindenverletzungen als auch Kleinstrukturen sind an anderen Nadelbäumen verhältnismäßig selten. Beim stehenden Totholz liegen die relativen Häufigkeiten von Rindenverletzungen und anderen Kleinstrukturen an Fichte geringfügig über dem Durchschnitt. Da der Durchschnitt jedoch maßgeblich von der Fichte geprägt ist (Fichtenanteil > 95 %), stellt für diese Baumart bereits eine geringe Abweichung vom Mittelwert eine Tendenz dar, die erst bei der Betrachtung des Verhältnisses gegenüber den anderen Baumarten deutlich wird. Demnach sind Rindenverletzungen an stehendem Totholz ebenfalls vorwiegend an Fichte zu finden. Bezüglich des Auftretens von Kleinstrukturen an stehendem Totholz fällt vor allem deren geringe Häufigkeit an anderen Nadelbäumen aus dem Rahmen. Aber auch an Buchen sind diese verhältnismäßig selten. Kleinstrukturen an liegendem Totholz wurden besonders häufig an Buchenstämmen dokumentiert. Auch in dieser Kategorie weisen andere Nadelbäume das geringste Vorkommen von Kleinstrukturen auf.

Ein genaueres Bild zur relativen Häufigkeit der einzelnen Kleistrukturen in Abhängigkeit der Baumarten wird in Abbildung 88 gegeben. Dabei wird deutlich, dass die oben beschriebenen Tendenzen nicht für alle Typen von Kleinstrukturen gleichermaßen zutreffen.

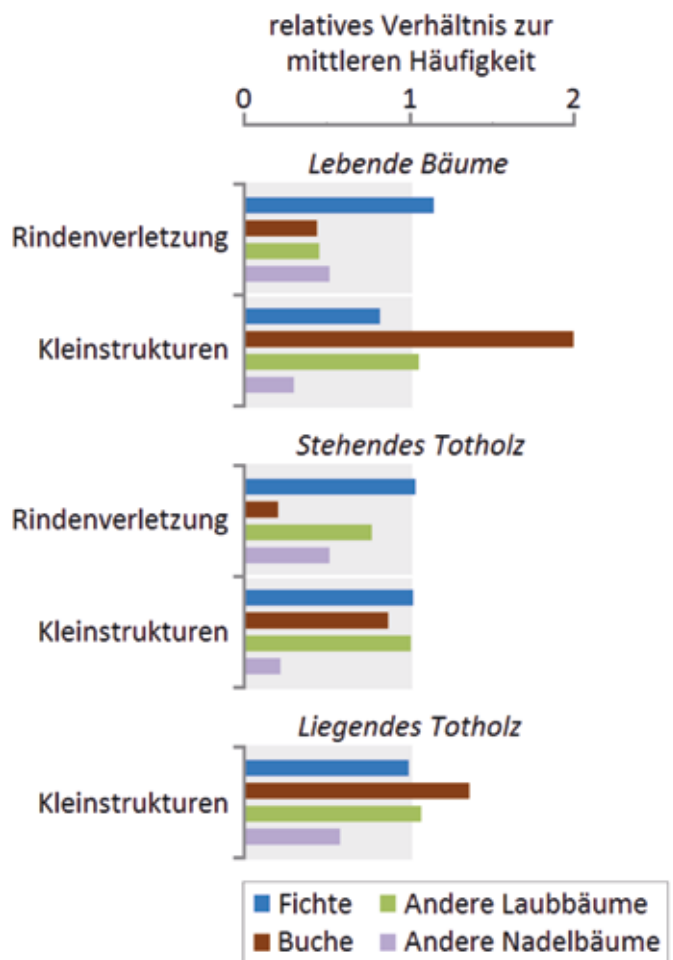


Abb. 87: Relatives Verhältnis der Häufigkeit des Auftretens von Rindenverletzungen und anderen Kleinstrukturen an einer bestimmten Baumart (oder Baumartengruppe) gegenüber der mittleren Häufigkeit deren Auftretens an der Gesamtheit der Bäume (d.h. unabhängig von der Baumart).

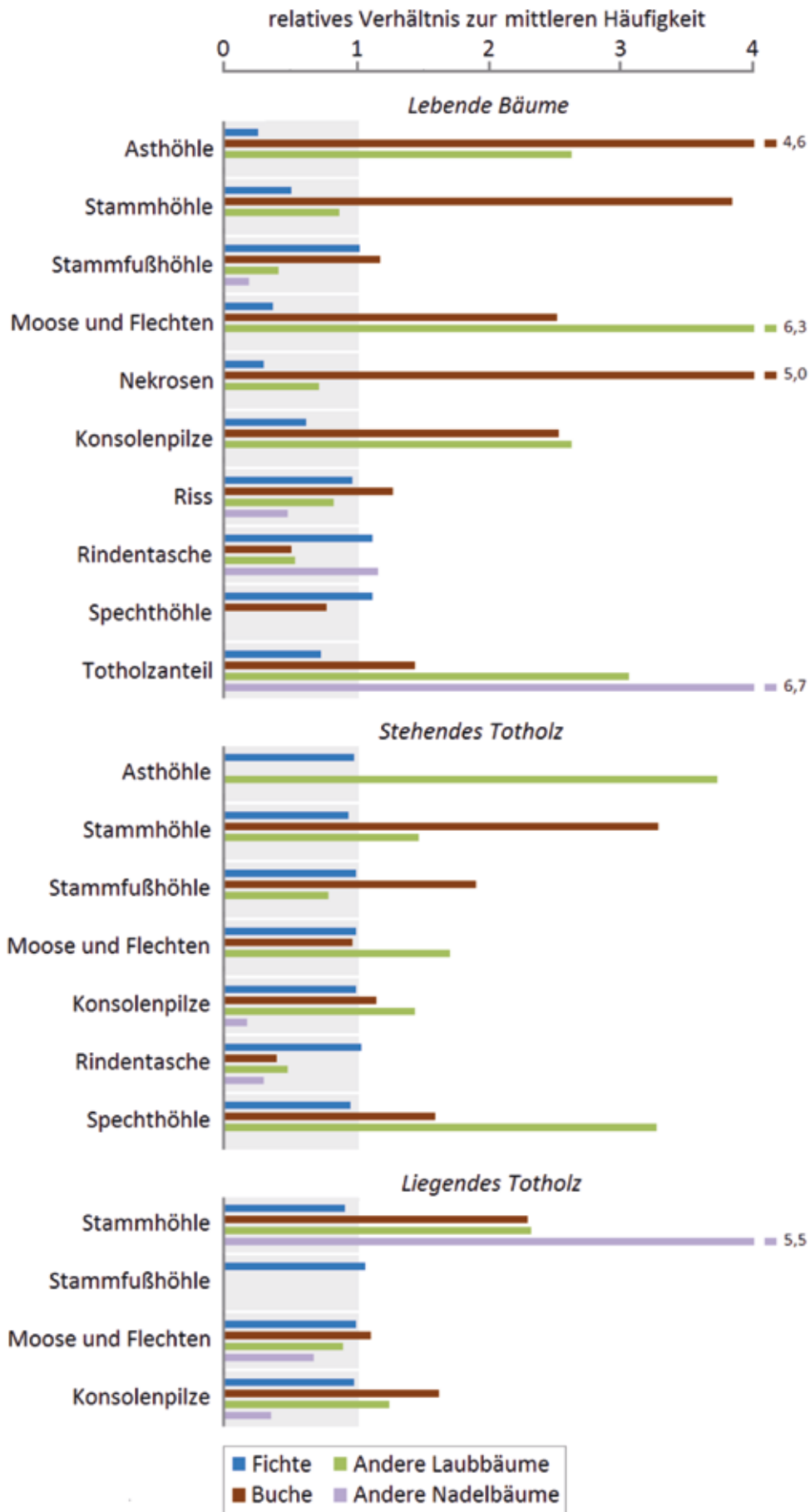


Abb. 88: Relatives Verhältnis der Häufigkeit des Auftretens der einzelnen kartierten Kleinstrukturen an einer bestimmten Baumart (oder Baumartengruppe) gegenüber der mittleren Häufigkeit deren Auftreten an der Gesamtheit der Bäume (d.h. unabhängig von der Baumart).

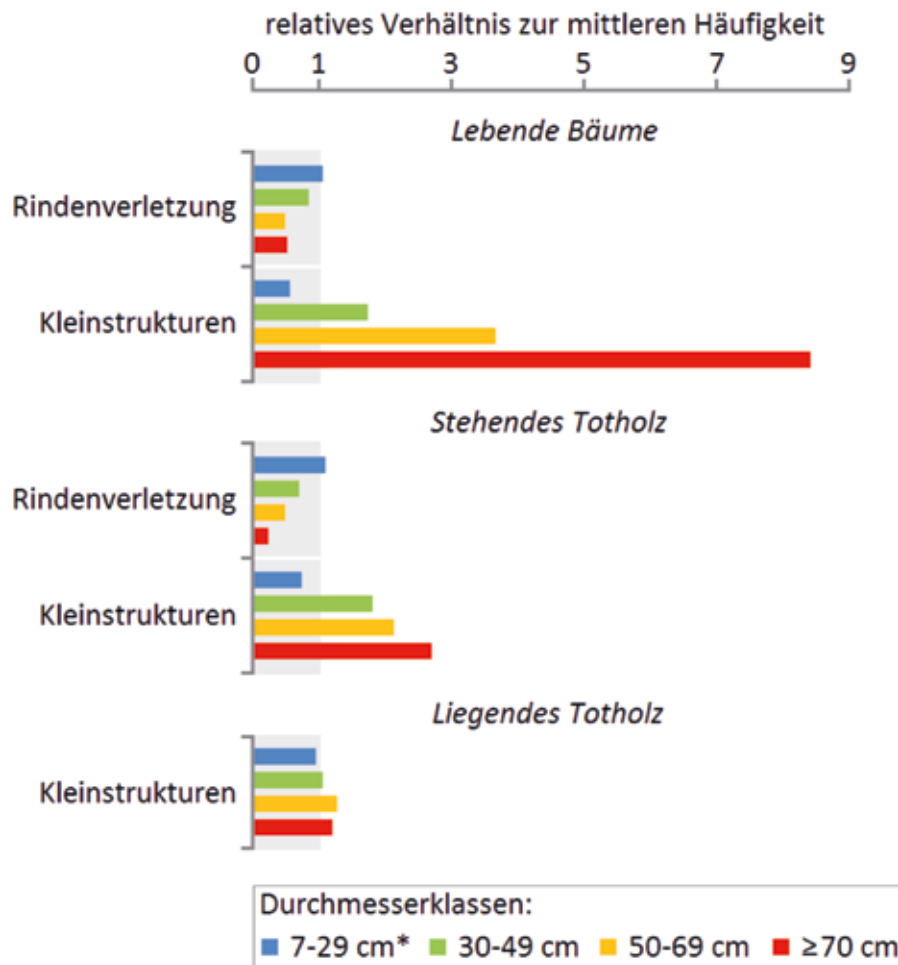


Abb. 89: Relatives Verhältnis der Häufigkeit des Auftretens von Rindenverletzungen und anderen Kleinstrukturen an Bäumen einer bestimmten Durchmesserklasse (BHD) gegenüber der mittleren Häufigkeit deren Auftreten an der Gesamtheit der Bäume (d.h. Bäume aller Durchmesser).

So treten z.B. Spechthöhlen häufiger an Fichten als an anderen Baumarten auf und andere Nadelbäume weisen überproportional häufig einen bedeutenden Totholzanteil (> 30 % des Baumes abgestorben) auf. Der Zusammenhang zwischen der Baumdimension (BHD) und dem Auftreten von Kleinstrukturen ist in Abbildung 89 dargestellt. Demnach nimmt der Anteil der lebenden Bäume, welche eine Rindenverletzung aufweisen, mit zunehmendem Durchmesser ab. Bei den Kleinstrukturen verhält es sich gegensätzlich. Deren Häufigkeit nimmt mit steigendem Durchmesser exponentiell zu.

Bei stehendem Totholz ist die Tendenz ähnlich wie bei lebenden Bäumen. Rindenverletzungen nehmen mit zunehmendem Durchmesser ab und die Häufigkeit von Kleistrukturen zu. Besonders deutlich fällt diese Zunahme von der untersten Durchmesserklasse auf die nächst größere (7 - 29 cm auf 30 - 49 cm) aus. Beim liegenden Totholz sind die Unterschiede zwischen den Durchmesserklassen eher gering, aber

auch hier sind Kleinstrukturen tendenziell häufiger an Bäumen größerer Dimension (≥ 50 cm BHD) zu finden. Eine detaillierten Betrachtung der einzelnen Kleinstrukturen (Abb. 90) zeigt, dass sich die positive Wirkung der zunehmenden Baumdimension auf die Häufigkeit von Kleinstrukturen nicht auf deren Summe beschränkt (wie beim Einfluss der Baumart), sondern sich relativ konsistent über die unterschiedlichen Typen von Kleinstrukturen erstreckt. Da die Ausbildung der meisten Kleinstrukturen an lebenden Bäumen an deren Schwächung im Alterungsprozess, Kontinuität oder Zufallsereignisse gekoppelt ist, akkumuliert sich deren Auftrittswahrscheinlichkeit mit dem Alter. Nach dem Absterben haben die Kleinstrukturen oft Bestand, was zumindest teilweise zum Effekt der Baumdimension beim Totholz beiträgt. Generell ist für die Abnahme der Häufigkeit von Rindenschäden mit zunehmendem Stammdurchmesser nicht von einer geringeren Schädigung durch den Rothirsch (Rindenschale als Hauptschädigungsfaktor)

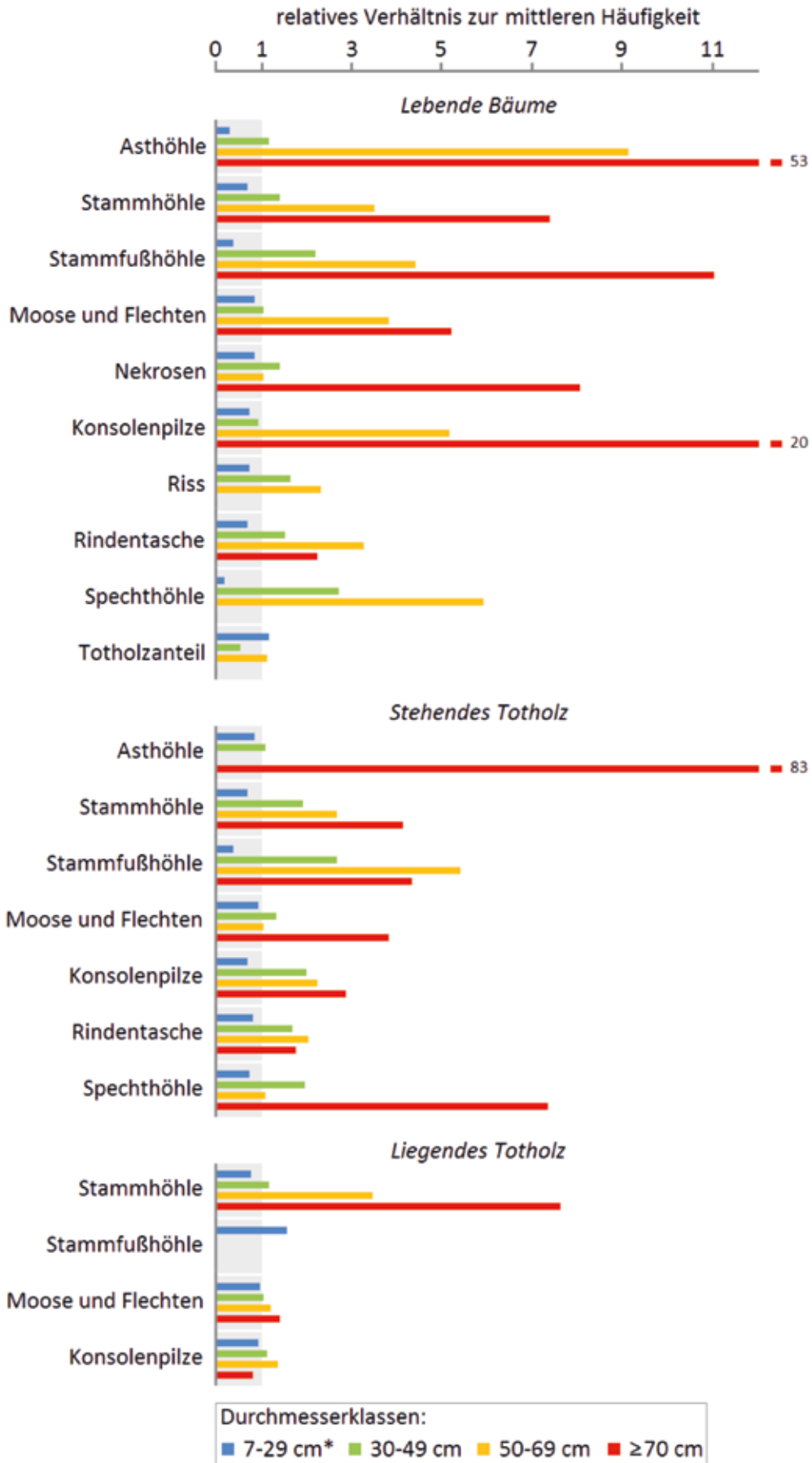


Abb. 90: Relatives Verhältnis der Häufigkeit des Auftretens der einzelnen kartierten Kleinstrukturen an Bäumen einer bestimmten Durchmesserklasse (BHD) gegenüber der mittleren Häufigkeit deren Auftreten an der Gesamtheit der Bäume (d.h. Bäume aller Durchmesser).

in der Vergangenheit als Erklärungsansatz auszugehen. Der Trend ist sicher beeinflusst durch eine Auslese unversehrter Bäume im Rahmen vergangener Durchforstungen. Hinzu kommt, dass sich die Rinde im späteren Wachstumsverlauf häufig regeneriert, indem Rindenverletzungen überwallt werden. Da nur relativ junge Bäume geschält werden, kommt es nur selten zu Rindenschäden im späteren Entwicklungsverlauf, z.B. aufgrund von Schlagschäden durch umgebene bzw. gefällte Bäume.

3.3.5 Verbiss

Das Abäsen der Triebknospen von Gehölzverjüngung durch Schalenwild (gemeinhin als Verbiss bezeichnet) führt zur Schädigung des Leittriebs der Pflanzen und kann bei wiederholtem Auftreten einen starken Hemmfaktor für deren erfolgreiche Entwicklung darstellen und kann bis zum Absterben der Verjüngung führen. Durch selektives Äsungsverhalten prägt das Wild unter Umständen maßgeblich die Zusammensetzung der folgenden Waldgeneration. In diesem Abschnitt wird ein kurzer Überblick hinsichtlich der Verbissituation im Nationalpark Harz gegeben. Betrachtet man die Verbissituation der Gehölzverjüngung für den gesamten NLP Harz (Tab. 25), so ist die Verjüngung der Fichte in geringstem Maße durch Wildverbiss beeinträchtigt (18 % der Pflanzen verbissen). Als einzige Baumart ist die Fichte in allen Bereichen des Untersuchungsgebietes, d.h. in allen Standortgruppen von den Hochlagen bis in die Rand- und Tallagen, in bedeutendem Maße vertreten. Der Anteil der verbissenen Pflanzen erreicht lediglich auf Torfstandorten der 2. Höhenstufe einen gegenüber dem Durchschnitt deutlich höheren Wert (41 %). In

diesem Bereich beeinträchtigt das Ausmaß des Verbisses möglicherweise die Höhenentwicklung der Pflanze, d.h. deren Einwachsen in die „gesicherte Verjüngung“. Auch die eher spärlich auftretende Verjüngung von Eberesche und Birke ist in diesem Bereich extrem stark verbissen. Möglicherweise begünstigen spezielle Umstände in diesem Bereich ein hohes lokales Schalenwildvorkommen. So liegen die Flächen z.B. nahezu komplett in der DZ und sind schwer zugänglich, was eine geringe Störung des Wildes durch den Menschen bedingt. Zudem herrscht ein Nebeneinander von offenen Bereichen mit gutem Äsungsangebot und geschlossenen Bereichen, welche dem Wild gute Deckung bieten.

Die Eberesche tritt ebenfalls in sämtlichen Bereichen auf, hat aber teilweise (besonders in den Rand- und Tallagen) nur einen geringen Anteil an der Gehölzverjüngung. Sie ist deutlich häufiger verbissen als die Fichte (34 %). In den verschiedenen Bereichen des NLP Harz (d.h. den Standortgruppen) fällt der Verbiss unterschiedlich stark aus (9 - 59 %), es zeichnen sich aber keine offensichtlichen Tendenzen diesbezüglich ab. In ähnlicher Weise treffen diese Aussagen auch auf Birken zu, welche aber gemeinhin seltener und in manchen Bereichen gar nicht dokumentiert sind. Da buchendominierte Bestände in weiten Teilen des Schutzgebietes der potentiell natürlichen Vegetation entsprechen und wo eine Einflussnahme möglich ist (z.B. durch künstlich begründete Buchenverjüngung in der EZ), eine dahingehende Entwicklung angestrebt wird, liegt auf der Baumart Buche ein besonderes Augenmerk. Der Anteil der geschädigten Pflanzen liegt bei der Buche mit 30 % etwas höher als bei der Fichte, kann aber insgesamt noch als moderat angesehen

Tab. 25: Prozentualer Anteil der durch Verbiss geschädigten Pflanzen an der Gehölzverjüngung (< 2 m) nach Baumarten (bzw. Baumartengruppen) im Gesamtbereich des NLP Harz sowie in den einzelnen Standortgruppen (siehe Text und Abb. 40). Mindestvoraussetzung zur Angabe des Anteils verbissener Pflanzen ist die Dokumentation von mindestens 10 Pflanzen.

Baumart	NLP	1_Torf	1_Mineral	2_Torf	2_Min_DZ	2_Min_EZ	2_Min+DZ	2_Min+EZ	3_Min_DZ	3_Min_EZ	3_Min+DZ	3_Min+EZ	4_Min-	4_Min+
Fichte	18	27	23	41	12	8	10	7	11	13	24	20	22	82
Buche	30					63	62	49	7	53	28	47	15	28
Bergahorn	24										19	54		22
Eberesche	34	16	43		20	30	33	31	9	29	41	35	36	59
Birke	38		63	75					9	29	62	29		17
Andere Nadelbäume	55										41	46	22	58
Andere Laubbäume	20									5		33		

werden. Der Verbiss durch Schalenwild an Buche ist aber tendenziell dort besonders stark, wo diese verhältnismäßig selten an der Verjüngung beteiligt ist (Obere Lagen und EZ der Mittleren Lagen, 49 - 63 % der Pflanzen verbissen). Die Buche ist also dort einem erhöhten Verbissdruck ausgesetzt, wo eine Einbringung bzw. eine Erhöhung des Anteils dieser Art angestrebt wird, was die entsprechenden Bemühungen erschwert. In Bereichen mit hohen Pflanzenzahlen und einem hohen Anteil an Laubbaumarten (DZ der Mittleren Lagen und Rand- und Tallagen) sind merklich weniger Buchen verbissen (7 - 28 %). Die Menge und Vielfalt des Äsungsangebots und die Nähe zu landwirtschaftlich genutzten Flächen (Äcker, Wiesen) scheinen hier den Druck auf die Einzelpflanze allgemein deutlich zu senken, während die Buchenverjüngung in den fichtendominierten Bereichen eine willkommene Abwechslung bzw. Ergänzung des Nahrungsangebots darstellt.

Bergahorn und andere Laubbaumarten treten in größeren Stückzahlen erst auf günstig nährstoffversorgten Standorten der 3. und 4. Höhenstufe in Erscheinung und sind teils stark verbissen. Dies trifft besonders auf die Esche zu, welche in diesem Bereich die Pflanzendichte in der Kategorie „anderen Laubbaumarten“ und somit auch die Intensität des Verbisses an diesen stark prägt. Andere Nadelbäume werden, soweit man das sagen kann, recht selten verbissen, aber ihr seltenes Auftreten macht eine Aussage diesbezüglich vage und eine Ableitung von Tendenzen unmöglich.

4 Zusammenfassung

Mit der Realisierung eines dauerhaften Monitoringsystems für den Nationalpark Harz wurde ein Instrument zur Dokumentation der Waldentwicklung geschaffen. Es eröffnet die Möglichkeit, Zeitreihen aufzubauen, die die dynamischen Veränderungen der Waldstrukturen beschreiben. Die Inventarisierung der gesamten Waldfläche erfolgt im Rahmen einer permanenten Stichprobeninventur, die in regelmäßigen Abständen wiederholt wird. Die flächendeckende Ersterhebung fand in den Jahren 2015 bis 2017 statt. Hierzu wurde ein dauerhaftes Netz an Stichprobenpunkten in einem Raster 300 x 300 m eingerichtet. Die Gesamtzahl der Stichprobenpunkte umfasst 2.411 Punkte, wovon 2.377 Probekreise á 500 m² aufgenommen wurden. Das entspricht einer Gesamtaufnahmefläche von 118,85 ha.

Im ersten Kapitel des Berichtes erfolgt eine ausführliche Beschreibung der Methodik der Waldstrukturaufnahme. Als Grundlage der Inventarisierung dient das Verfahren der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Naturwaldreservaten.

Im Anschluss an den methodischen Teil werden die Ergebnisse der Waldstrukturaufnahme auf der Ebene des Gesamtkollektivs im NLP Harz dargestellt. Zum Zeitpunkt der Aufnahmen sind weite Teile des Untersuchungsgebietes durch die Fichte geprägt (80 %). Die Zweithäufigste Baumart ist die Buche mit 14 %. Einen nennenswerten Anteil nehmen Bergahorn, Sand-, Moorbirke, Roterle und Eberesche ein. Selten sind sie bestandesprägend. Der durchschnittliche lebende Holzvorrat liegt bei 324 m³ ha⁻¹. Der durchschnittliche Totholzvorrat beträgt 62 m³ ha⁻¹, wobei 60 % auf das stehende Totholz entfallen. Die durchschnittliche Dichte der Gehölzverjüngung beträgt im NLP Harz 5.844 n ha⁻¹. Vorherrschend ist die Fichte, gefolgt von der Buche. Des Weiteren kommen Eberesche und Bergahorn hinzu. Zu den am häufigsten aufgenommenen Kleinstrukturen zählen die Rindenverletzungen. Weiterhin wurden insbesondere am Totholz vor allem Pilzkonsolen, Rindentaschen sowie Moos- und Flechtendecken dokumentiert.

Nach der Ergebnisdarstellung des Gesamtkollektivs werden die Probeflächen im anschließenden Kapitel dann in 13 Gruppen eingeteilt, die sich anhand ausgewählter Faktoren (Höhenstufe, Bodentyp und Entwicklungszonierung) voneinander abgrenzen. Die abschließende vergleichende Betrachtung dieser Gruppen ermöglicht es, die Wirkungsweise der unterschiedlichen Faktoren auf verschiedene Aspekte der Waldstruktur gruppenübergreifend zu analysieren.

5 Literatur

BAUMANN, K. (2009): Entwicklung der Moorvegetation im Nationalpark Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 4. 244 S.

KARSTE, G., WEGENER, U., SCHUBERT, R., KISON, H.-U. (2011a): Die Pflanzengesellschaften des Nationalparks Harz (Niedersachsen). Eine kommentierte Vegetationskarte. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 6. 80 S.

KARSTE, G., WEGENER, U., SCHUBERT, R., KISON, H.-U. (2011b): Die Pflanzengesellschaften des Nationalparks Harz (Sachsen-Anhalt). Eine kommentierte Vegetationskarte. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 7. 60 S.

KOPERSKI, M. (2011): Die Moose des Nationalparks Harz. Eine kommentierte Artenliste. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 8. 250 S.

KORPEL, Š. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

MEYER, P. (2000): Waldkundliche Dauerbeobachtung von Naturwaldkernflächen in den Niedersächsischen Landesforsten. Stand 10/2000. Auszug.

NATIONALPARK HARZ (2011): Nationalparkplan für den Nationalpark Harz 2011-2020. 132 S.

NATIONALPARK HARZ (2013): Zur Situation der Gewässer im Nationalpark Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 10. 91 S.

TABAKU, V. (2000): Struktur von Buchen-Urwäldern in Albanien im Vergleich mit deutschen Buchen-Naturwaldreservaten und -Wirtschaftswäldern. Dissertation, Cuvillier Verlag, Göttingen.

MEYER, P., ACKERMANN, J., BALCAR, P., BODDENBERG, J., DETSCH, R., FÖRSTER, B., FUCHS, H., HOFFMANN, B., KEITEL, W., KÖLBEL, M., KÖTHKE, C., KOSS, H., UNKRIG, W., WEBER, J. & WILLIG, J. (2001): Untersuchung der Waldstruktur und ihrer Dynamik in Naturwaldreservaten. Methodische Empfehlungen. Erarbeitet im Auftrag des Arbeitskreises Naturwälder in der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung. Herstellung: Berchtesgadener Anzeiger, Berchtesgaden.

MEYER, P., WEVELL VON KRÜGER, A., STEFFENS, R. & UNKRIG, W. (2006): Naturwälder in Niedersachsen. Schutz und Forschung. Band 1. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen.

MEYER, P., SCHMIDT, M. & STEFFENS, R. (2009): Permanente Stichprobeninventur im Nationalpark Kellerwald-Edersee. Verfahren und Ablauf. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen.

MEYER, P. (2011): Aufnahmeanleitung für die Datenerhebung auf Probekreisen in hessischen Naturwaldreservaten. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen.

Online-Quellen

[1] <https://www.dwd.de> (mehrfach aufgerufen 2022).

[2] <https://www.wetterkontor.de> (mehrfach aufgerufen 2022).

Anhang

Umrechnungstabelle Horizontal- zu Geländeentfernung (Quelle: NW-FVA)

Probekreisrand										
gon	12,62	17,84		gon	12,62	17,84		gon	12,62	17,84
1	12,62	17,84		21	13,34	18,86		41	15,78	22,31
2	12,63	17,85		22	13,41	18,96		42	15,97	22,58
3	12,63	17,86		23	13,49	19,07		43	16,17	22,86
4	12,64	17,88		24	13,57	19,19		44	16,38	23,15
5	12,66	17,90		25	13,66	19,31		45	16,60	23,46
6	12,68	17,92		26	13,75	19,44		46	16,82	23,78
7	12,7	17,95		27	13,85	19,57		47	17,06	24,12
8	12,72	17,98		28	13,95	19,72		48	17,31	24,47
9	12,75	18,02		29	14,05	19,87		49	17,57	24,84
10	12,78	18,06		30	14,16	20,02		50	17,85	25,23
11	12,81	18,11		31	14,28	20,19		51	18,13	25,64
12	12,85	18,16		32	14,4	20,36		52	18,44	26,06
13	12,89	18,22		33	14,53	20,54		53	18,75	26,51
14	12,93	18,28		34	14,66	20,73		54	19,08	26,98
15	12,98	18,35		35	14,8	20,92		55	19,43	27,47
16	13,03	18,42		36	14,95	21,13		56	19,80	27,99
17	13,08	18,5		37	15,1	21,34		57	20,18	28,53
18	13,14	18,58		38	15,26	21,57		58	20,59	29,11
19	13,2	18,67		39	15,43	21,81		59	21,02	29,71
20	13,27	18,76		40	15,6	22,05		60	21,47	30,35

Bisher erschienen:

- KISON, H.-U. & WERNECKE, J. (2004): Die Farn- und Blütenpflanzen des Nationalparks Hochharz. Forschungsbericht. Wernigerode, 184 S. (vergriffen).
- NATIONALPARKVERWALTUNG HARZ (2007) (Hrsg.): Walddynamik und Waldumbau in den Entwicklungszonen von Nationalparks. Tagungsbericht zum Wald-Workshop des Nationalparks Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 1. 73 S.
- NATIONALPARKVERWALTUNG HARZ (2008) (Hrsg.): Tun und Lassen im Naturschutz. Tagungsbericht zur 7. wissenschaftlichen Tagung im Nationalpark Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 2. 119 S.
- NATIONALPARKVERWALTUNG HARZ (2009) (Hrsg.): Aktuelle Beiträge zur Spechtforschung - Tagungsband 2008 zur Jahrestagung der Projektgruppe Spechte der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 3. 92 S.
- BAUMANN, K. (2009): Entwicklung der Moorvegetation im Nationalpark Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 4. 244 S.
- SCHULTZ, T. (2010): Die Großpilzflora des Nationalparks Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 5. 216 S.
- KARSTE, G., WEGENER, U., SCHUBERT, R. & KISON, H.-U. (2011): Die Pflanzengesellschaften des Nationalparks Harz (Niedersachsen). Eine kommentierte Vegetationskarte. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 6. 80 S.
- KARSTE, G., SCHUBERT, R., KISON, H.-U. & WEGENER, U. (2011): Die Pflanzengesellschaften des Nationalparks Harz (Sachsen-Anhalt). Eine kommentierte Vegetationskarte. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 7 (unveränderter Nachdruck der Ausgabe von 2006). 59 S.
- KOPERSKI, M. (2011): Die Moose des Nationalparks Harz. Eine kommentierte Artenliste. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 8. 248 S.
- NATIONALPARKVERWALTUNG HARZ (2012) (Hrsg.): Waldforschung im Nationalpark Harz - Waldforschungsfläche Bruchberg; Methodik und Aufnahme 2008/09. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 9. 120 S.
- NATIONALPARKVERWALTUNG HARZ (2013) (Hrsg.): Zur Situation der Gewässer im Nationalpark Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 10. 92 S.
- NATIONALPARKVERWALTUNG HARZ (2013) (Hrsg.): Die Libellen des Nationalparks Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 11. 211 S.
- NATIONALPARKVERWALTUNG HARZ (2014) (Hrsg.): Waldentwicklung und Wildbestandsregulierung im Nationalpark Harz, Band 12. 97 S.
- SCHIKORA, H.-B. (2015): Die Webspinnen des Nationalparks Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 13. 371 S.
- NATIONALPARKVERWALTUNG HARZ (2016): 125 Jahre Brockengarten. Festsymposium 2015 in Drübeck. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 14. 82 S.
- SCHINDLER, H., STEIN, H. & HAHN, H.-J. (2017): Quellen im Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 15. 224 S.

- KISON, H.-U., SEELEMANN, A., CZARNOTA, P., UNGETHÜM, K., SCHIEFELBEIN, U. & HAMMELSBECK, U. (2017): Die Flechten im Nationalpark Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 16, 305 S.
- NATIONALPARKVERWALTUNG HARZ (2019) (Hrsg.): Heile Welt Nationalpark? Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 17. 84 S.
- NATIONALPARKVERWALTUNG HARZ (2020) (Hrsg.): Vögel des Nationalparks Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 18. 148 S.
- KISON, H.-U., CIONGWA, P., CZICHOWSKI H.-J., HAMMELSBECK, U., HERDAM, H., ILLIG, W., KARSTE, G., SPRICK, P., THIEL, H., WEGENER, U. (2020): Flora des Nationalparks Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 19. 575 S.
- REINECKE, H. (2022): Die Joch- und Zieralgen in den Mooren, Teichen und Weihern des Nationalparks Harz. Schriftenreihe des Nationalparks Harz, Band 20. 140 S.
- GFN (2023) (Hrsg.): Raum und Zeit im Naturschutz – insbesondere in Nationalparks. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 21. 100 S.
- GFN (2023) (Hrsg.): Der Luchs in der Harzregion – Ergebnisse des Monitorings und der Forschung. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 22. 128 S.
- SCHULTZ, T. & SPRINGEMANN, U. (2023): Beiträge zur Großpilzflora des Nationalparks Harz. Schriftenreihe aus dem Nationalpark Harz, Band 23. 312 S.