

Handbuch Waldmonitoring

für Flächen des Nationalen Naturerbes



Stefan Schwill, Egon Schleyer, Jana Planek
Naturstiftung David

Inhalt

Einführung	3
Zielsetzung des Monitorings	3
Planung und Vorbereitung	3
Einrichtung von Probekreisen	3
Aufnahmeflächen innerhalb der Probekreise	5
Bildung von Aufnahmeteams	5
Datenerhebung	5
Aufsuchen der Probekreise	5
Datenerhebung innerhalb des Hauptkreises	6
Datenerhebung innerhalb des Satellitenkreises	7
Materialliste für 1 Aufnahmeteam	8
Definition der Mikrohabitate und Ansprache der Zersetzungsgrade von Totholz	10
Datenhaltung	11
Datenauswertung	12
Möglichkeiten für ein vertieftes Waldmonitoring	13
Erfassung der Waldentwicklungsphasen	13
Erfassung zusätzlicher Parameter in den Probekreisen	15
Literatur	15



Handbuch Waldmonitoring auf Flächen des Nationalen Naturerbes

Hrsg.: Naturstiftung David 2016

Autoren: Stefan Schwill (Michael Succow Stiftung) und

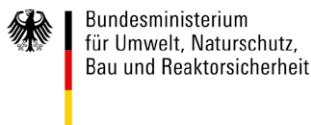
Egon Schleyer (Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA), Zentrale Bundesforst, Abteilung Naturschutz) unter Mitarbeit von Jana Planek

Foto Titelseite: Stefan Schwill

Gestaltung: Stephan Arnold

Dieses Handbuch wurde im Rahmen der Projekte „Verbändeplattform Nationales Naturerbe“ und „Flächenmanagement Nationales Naturerbe“ erstellt, gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.

Weitere Partner:



Einführung

Seit dem Jahr 2012 erarbeiten zahlreiche Naturschutzorganisationen gemeinsam mit Einrichtungen des Bundes und der Länder verschiedene Module für ein angepasstes Monitoring auf Flächen des Nationalen Naturerbes. Sie verfolgen damit das Ziel, die Entwicklung dieser Gebiete anhand ausgewählter Parameter zu dokumentieren und dabei gleichzeitig die zumeist eng begrenzten personellen wie finanziellen Ressourcen innerhalb derjenigen Naturschutzstiftungen und -verbände im Blick zu behalten, die Flächen des Nationalen Naturerbes übernommen haben. Daher beinhalten die einzelnen Module i.d.R. eine „schlanke“ Basisvariante und werden durch Hinweise auf optionale Erweiterungs- und Vertiefungsmöglichkeiten ergänzt.

Etwa zwei Drittel der Fläche des Nationalen Naturerbes entfällt – bei deutlichen regionalen Unterschieden – auf Wälder. Im Regelfall sollen sie sich,

ggf. nach einer Übergangsphase mit Initialmaßnahmen, dauerhaft eigendynamisch, ohne ein aktives Management entwickeln. Diesen Wäldern fällt daher eine besondere Rolle zu, wenn die Entwicklung des Nationalen Naturerbes erfasst und der Erfolg dieses Schutzinstruments in seiner Gesamtheit beurteilt und nach außen getragen werden soll. Aus diesem Grund wurde als eines der ersten Module des NNE-Monitorings das Waldmonitoring konzipiert.

Der mit diesem Handbuch vorgestellte und empfohlene Methodenstandard ist grundsätzlich für alle Waldflächen geeignet. Er basiert einerseits auf langjährigen Erfahrungen bei der forstlichen Inventarisierung und Bewirtschaftungsplanung (Forsteinrichtung) sowie aktuellen waldökologischen Forschungen und andererseits zahlreichen Testläufen zur Erprobung dieses Standards durch Naturschutzverbände und -stiftungen.

Zielsetzung des Monitorings

Ziel des NNE-Waldmonitoring ist es, aus Naturschutzsicht wichtige Aussagen zur Entwicklung der Bestandesstruktur, zum Totholz, zum Vorkommen von Mikrohabitaten (Sonderstrukturen) und zur Waldverjüngung zu generieren. Damit soll zunächst die Dokumentation der Waldentwicklung

in den einzelnen Naturerbegebieten ermöglicht werden. Darüber hinaus ist es Ziel, diese Ergebnisse gebietsübergreifend zusammenführen zu können und damit die Möglichkeit einer Gesamtbetrachtung der Waldentwicklung innerhalb des Nationalen Naturerbes zu erhalten.

Planung und Vorbereitung

Einrichtung von Probekreisen

Das NNE-Waldmonitoring sollte möglichst **alle 10 Jahre** erfolgen. Es basiert auf Stichproben, genauer gesagt auf **Probekreisen**, die rasterförmig über die Fläche verteilt sind (Abbildungen 1 und 2). An jedem Schnittpunkt der gedachten Rasterlinien befindet sich ein Probekreis. Die Datenerhebung erfolgt außerhalb der Vegetationsperiode, bei Laubwäldern in der laubfreien Zeit.

Für statistisch sinnvoll auswertbare Daten werden i.d.R. mehr als 20 Probekreise je Auswertungsein-

heit (Stratum) benötigt. Die Rasterweite ist somit abhängig von Größe und Struktur des zu untersuchenden Waldes sowie davon, ob z.B. für einen Wald lediglich eine Gesamtaussage getroffen werden soll oder detaillierte Ergebnisse auch für Einzelparameter oder Einzel(Teil-)Flächen innerhalb dieses Waldes gewünscht werden. Im ersten Fall wäre die Mindestanzahl der Probekreise homogen über den gesamten Wald zu verteilen, im zweiten Fall würden für die Einzelparameter oder Einzel(-Teil-)Flächen **jeweils** mehr als 20 Probekreise erforderlich sein.

Das heißt, in großen, relativ homogenen Wäldern sowie bei geringem Detailgrad der gewünschten Aussage kann ein weitmaschiges Raster (z.B. 300 x 300 m, 200 x 400 m, ...) gewählt werden, während kleinere und heterogenere Wälder ggf. ein engmaschigeres Raster erfordern (z.B. 50 x 100 m). Die

Abbildungen 1 und 2 illustrieren modellhaft verschiedene Varianten für die Einrichtung der Untersuchungsflächen.

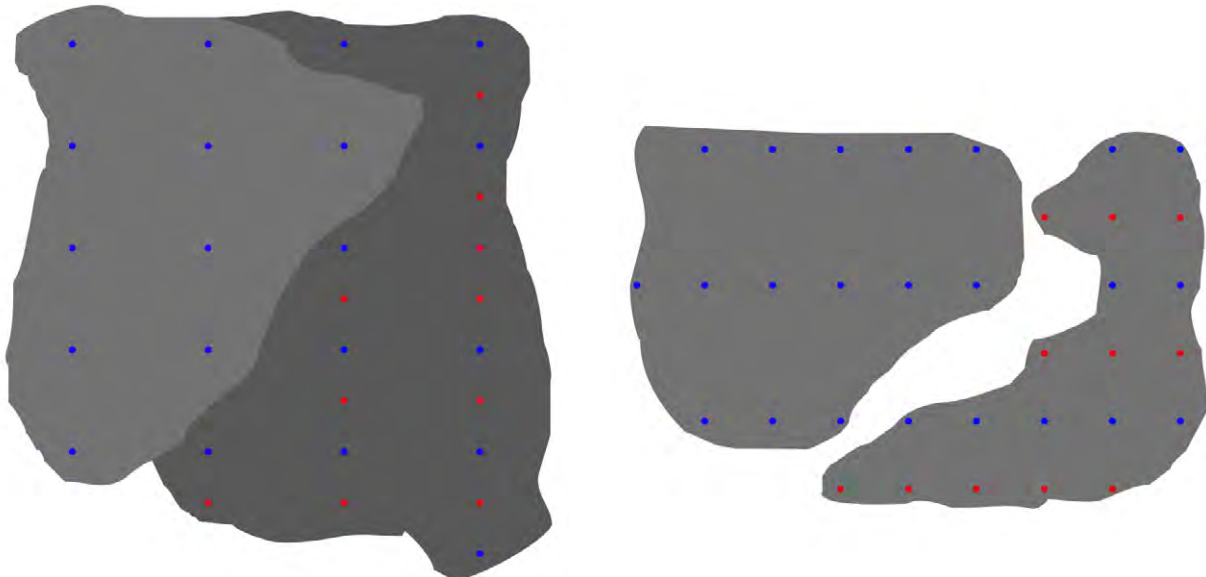


Abb. 1 & 2: Schematische Darstellung der Probekreisanlage in einem geschlossenen Wald (links) und einem aus zwei getrennten Waldparzellen bestehenden Untersuchungsgebiet (rechts). Soll jeweils nur für das gesamte Untersuchungsgebiet eine Aussage getroffen werden, reicht ein grobes Probekreisraster, bei dem die Probekreise ggf. auch auf mehrere voneinander räumlich getrennte Teilbestände verteilt werden können (blaue Punkte). Sind detailliertere Aussagen auch zu Teilflächen/Einzelparametern gefragt, müssen auch innerhalb der Teilflächen jeweils mehr als 20 Probekreise vorhanden sein. Hier wurde jeweils in einem Teilbestand das Ausgangsraster durch Zwischenpunkte verdichtet (rote Punkte). Grundsätzlich ist dabei unerheblich, ob das Untersuchungsgebiet aus einer zusammenhängenden Waldfläche besteht oder sich aus Clustern zusammensetzt.

Sind Waldflächen zu klein, um selbst bei sehr enger Rasterweite die Mindestanzahl an Probekreisen aufzunehmen, muss eine Vollaufnahme dieses Waldbestandes erfolgen. Das heißt, die weiter unten beschriebenen Parameter werden nicht in Probekreisen, sondern auf der gesamten Waldfläche erfasst.

Das für die Untersuchungsfläche spezifische Probekreisdesign wird idealerweise mit einem Geografischen Informationssystem (GIS), z.B. ArcGIS (kostenpflichtig) oder QGIS (Freeware) eingerichtet. Steht derartige Software nicht zur Verfügung, können die Koordinaten der Probekreis-Mittelpunkte (= Schnittpunkte der Rasterlinien) auch manuell in ein GPS-Gerät eingegeben werden. Dazu kann mithilfe von freien Kartenbetrachtern

im Internet (Google Earth oder ähnliche) die Koordinaten eines Startpunkts innerhalb der zu untersuchenden Waldfläche ermittelt und die Koordinaten aller weiteren Probekreis-Mittelpunkte davon ausgehend errechnet werden.

Das folgende Rechenbeispiel zeigt die Bestimmung der Probekreis-Mittelpunkte unter Verwendung von Hoch- und Rechtswerten:

- » Voraussetzung: bekannter Startpunkt (z.B. Mittelpunkt der Fläche):
RW 3365540, HW 5769639
- » Festlegung der Maschenweite des Rasters:
100×100 m
- » Berechnung des nächsten Probekreis-Mittelpunktes östlich vom Startpunkt:

- Addition des Rechtswertes um 100
(3365540 + 100 = 3365640)
→ neuer Punkt RW 3365640, HW 5769639
- » Berechnung des nächsten Probekreis-Mittelpunktes südlich vom Startpunkt: Subtraktion des Hochwertes um 100 (5769639 – 100 = 5769539)
→ neuer Punkt RW 3365540, HW 5769539
- » Berechnung des nächsten Probekreis-Mittelpunktes westlich vom Startpunkt: Subtraktion des Rechtswertes um 100
(3365540 – 100 = 3365440)
→ neuer Punkt RW 3365440, HW 5769639
- » Berechnung des nächsten Probekreis-Mittelpunktes nördlich vom Startpunkt: Addition des Hochwertes um 100 (5769639 + 100 = 5769739)
→ neuer Punkt RW 3365540, HW 5769739

Aufnahmeflächen innerhalb der Probekreise

Die einzelnen Probekreise bestehen aus zwei Teilflächen (Abbildung 3), dem Hauptkreis mit 500 m² und einem Satellitenkreis zur Erfassung der Verjüngung mit ca. 7 m². Für beide Teilflächen werden separate Erfassungsbögen genutzt.

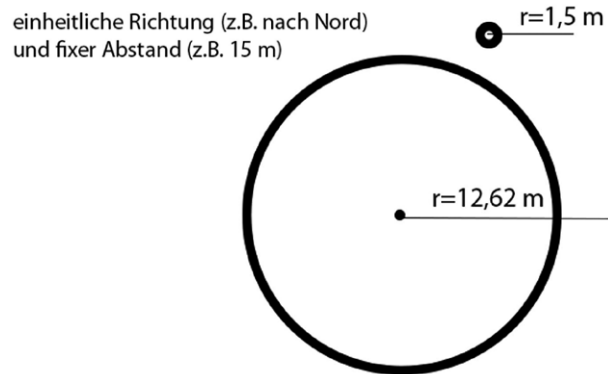


Abb. 3: Probefläche bestehend aus Haupt- und Satellitenkreis. Die Radien entsprechen ca. 500 m² bzw. 7 m².

Bildung von Aufnahmeteams

Für die Geländearbeiten hat sich die Bildung von Aufnahmeteams bestehend aus jeweils zwei bis drei Personen bewährt. Nach Möglichkeit sollten mehrere Aufnahmeteams zeitgleich vor Ort arbeiten. Dies ermöglicht einen gegenseitigen Austausch bei etwaig auftretenden Unklarheiten oder Problemen. Sofern an der Kartierung mindestens eine Person mit forstbotanischen Kenntnissen und forstlicher Aufnahmeerfahrung teilnimmt, können die Aufnahmeteams auch aus interessierten Laien zusam-

mengestellt werden. Insbesondere in derartigen Fällen hat sich die gemeinsame Aufnahme einiger Probekreise zu Beginn eines jeden Aufnahmetages als sehr sinnvoll erwiesen, um die gesamte Gruppe mit der Methodik vertraut zu machen und für mögliche Schwierigkeiten zu sensibilisieren. Auch erhöht ein solches Vorgehen die Sicherheit, dass Parameter einheitlich angesprochen werden und das Fehlerrisiko durch unterschiedliche Bearbeiter möglichst klein bleibt.

Datenerhebung

Aufsuchen der Probekreise

Für das Basis-Monitoring ist es ausreichend, die Mittelpunkte der Probekreise im Gelände mit Hilfe eines GPS-Gerätes aufzusuchen und auf deren Markierung im Gelände zu verzichten. Erfahrungsgemäß weisen handelsübliche GPS-Geräte insbesondere in Wäldern aufgrund der Verschattung gewisse Ungenauigkeiten in der Positions-

bestimmung (mitunter bis zu 10 Metern) auf, die im Rahmen dieses Basis-Monitorings jedoch vernachlässigt werden können. Bei Verwendung von GIS-Systemen sollte die Dokumentation der Koordinaten zusätzlich zum GIS-Layer auch als Tabelle erfolgen, um eine dauerhafte Sicherung der Daten zu gewährleisten.

stufe besteht). Stufe 2 erhält ein Wald, der aus zwei Baumschichten besteht (z. B. einem alten Kiefernwald mit darunter aufkommendem homogenem Buchenjungbestand). Stufe 3 kennzeichnet einen Waldbestand der aus mindestens drei Baumschichten besteht.

Die unter dem Kopf stehende Tabelle enthält die zu erfassenden Strukturparameter. Die einzelnen Zeilen dieser Tabelle entsprechen jeweils einem Baum bzw. einem Totholzelement. Hier werden alle lebenden Bäume sowie stehendes Totholz ab 7 cm Brusthöhendurchmesser (gemessen in 1,3 m Höhe) erfasst. Liegendes Totholz wird aufgenommen, sofern der Mittendurchmesser 7 cm und die Länge 2 m überschreitet. Totholzelemente werden dann aufgenommen, wenn das dickere Ende im Probekreis liegt.

Es werden dann folgende Eintragungen vorgenommen:

Nr.

fortlaufende Nummerierung

Lebender Bestand

Baumart

Kürzel der Baumart (s. Tab. 1)

BHD

in cm; Brusthöhendurchmesser in 1,3 m Höhe, zu messen mit einer Kluppe (Kluppschenkel zeigt zum Mittelpunkt), hilfsweise Umfang (mit „u“ kennzeichnen) zu messen per Maßband

Höhe

in m; Baumhöhe, zu messen mit einem Baumhöhenmesser (s. Abb. 7) auf 0,5 m genau; zu messen bei 10 % der Bäume jeder Art (i.d.R. reichen dazu 3 Bäume pro Art aus, wobei diese möglichst unterschiedliche BHD aufweisen sollten)

Höhlen Anzahl

Anzahl der Baumhöhlen

Kronenbruch

wenn ja ankreuzen

Ersatzkronenbaum

wenn ja ankreuzen

Risse/Spalten

wenn ja ankreuzen

Wurzelteller

wenn ja ankreuzen

Zwieselabbruch

wenn ja ankreuzen

Zunderschwamm oder andere Pilze

wenn ja ankreuzen

ausgehöhlter Stammfuß

wenn ja ankreuzen

Totholz

Baumart

Kürzel der Baumart

(sofern noch erkennbar; s. Tab. 1)

Typ

1=stehendes, 2=liegendes Totholz

Zersetzungsgrad

nach Albrecht (1990), siehe Abbildung 6

BHD/Mittendurchmesser

bei stehendem Totholz Brusthöhendurchmesser in 1,3 m Höhe, hilfsweise Umfang (mit „u“ kennzeichnen), bei liegendem Totholz Durchmesser an der Stammmitte; in cm

Höhe/Länge

in m

Als fehlerempfindlich hat sich die einheitliche Ansprache von Mikrohabitaten erwiesen (s. entsprechende Definitionen weiter unten). Darüber hinaus kam es bei Testläufen v.a. am Beginn der Aufnahmen gehäuft zu Fehlern bei der Messung von Baumhöhen. Gemeinsames Üben und gegenseitiges „sich Eichen“ kann die Fehlerquote reduzieren.

Datenerhebung

innerhalb des Satellitenkreises

Der Satellitenkreis dient der Erfassung des Jungwuchses. Um eine Beeinträchtigung der jungen Gehölze durch die Arbeiten innerhalb des Hauptkreises zu vermeiden, wird die Untersuchungsfläche zur Waldverjüngung außerhalb des Hauptaufnahmegebietes platziert. Erfasst werden hier alle Gehölze mit einem Brusthöhendurchmesser von weniger als 7 cm, diesjährige Sämlinge werden nicht erfasst, da diese noch nicht als etabliert gelten. Die Daten werden in den **Aufnahmebogen Teil 2 – Verjüngung** eingetragen. Der Aufnahmebogen ist auf der Website www.naturstiftung-david.de als Download erhältlich.

- » Fernglas (hilfreich für Artbestimmung [Knospen] und Überprüfung Sonderstrukturen)
- » Fotoapparat
- » Klemmbrett

- » ausreichend Erfassungsbögen inkl. Legendenblatt
- » mehrere Bleistifte (schreiben auch auf feuchtem Papier)
- » Transportbeutel/Tasche

Tab. 1: Abkürzungen für Baum- und Straucharten, jeweils aufgeführt mit deutschem und lateinischem Namen.

Baumarten

As	Aspe (Zitterpappel)	<i>Populus tremula</i>
BAh	Bergahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>
Bi	Birke	<i>Betula spec.</i>
Bu	Rotbuche	<i>Fagus sylvatica</i>
Dgl	Douglasie	<i>Pseudotsuga mezesii</i>
Ei	Eiche	<i>Quercus spec.</i>
ELä	Europäische Lärche	<i>Larix decidua</i>
Er	(Schwarz-)Erle	<i>Alnus glutinosa</i>
Es	Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>
FAh	Feldahorn	<i>Acer campestre</i>
Fi	Fichte	<i>Picea abies</i>
Hbu	Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i>
JLä	Japanische Lärche	<i>Larix kaempferi</i>
Kie	Gemeine Kiefer	<i>Pinus silvestris</i>
Kir	(Vogel-)Kirsche	<i>Prunus avium</i>
Kta	Küstentanne	<i>Abies grandis</i>
Lä	Lärche	<i>Larix spec.</i>
Li	Linde	<i>Tilia spec.</i>
Mb	Mehlbeere	<i>Sorbus aria</i>
MBi	Moorbirke	<i>Betula pubescens</i>
REi	Roteiche	<i>Quercus rubra</i>
Rob	Robinie	<i>Robinia pseudoacacia</i>
SAh	Spitzahorn	<i>Acer platanoides</i>
SEi	Stieleiche	<i>Quercus robur</i>
sLb	sonstige Laubbäume	
SLi	Sommerlinde	<i>Tilia platyphyllos</i>
sNb	sonstige Nadelbäume	
SPa	Schwarzpappel	<i>Populus nigra</i>
Spe	Speierling	<i>Sorbus domestica</i>
Ta	Weißtanne	<i>Abies alba</i>
TEi	Traubeneiche	<i>Quercus petraea</i>
Ul	Ulme	<i>Ulmus spec.</i>
Vb	Vogelbeere/Eberesche	<i>Sorbus aucuparia</i>
WKi	Weymouthskiefer	<i>Pinus strobus</i>
WLi	Winterlinde	<i>Tilia cordata</i>

Straucharten

Be	Berberitze	<i>Berberis vulgaris</i>
Gi	Besenginster	<i>Sarothamnus scoparius</i>
Br	Brombeere	<i>Rubus sectio Rubus</i>
Bw	Bruchweide	<i>Salix fragilis</i>
Kr	Echter Kreuzdorn	<i>Rhamnus catharticus</i>
Pf	Europäisches Pfaffenhütchen	<i>Euonymus europaeus</i>
Fb	Faulbaum	<i>Frangula alnus</i>
Gs	Gagelstrauch	<i>Myrica gale</i>
GHa	Gelber Hartriegel	<i>Cornus mas</i>
GTk	Gewöhnliche Traubenkirsche	<i>Prunus padus</i>
Gw	Grauweide	<i>Salix cinerea</i>
Has	Hasel	<i>Coryllus avellana</i>
Hi	Himbeere	<i>Rubus idaeus</i>
HRO	Hundsrose	<i>Rosa canina</i>
Jo	Johannisbeere	<i>Ribes species</i>
KRO	Kartoffelrose	<i>Rosa rugosa</i>
Kow	Korbweide	<i>Salix viminalis</i>
Krw	Kriechweide	<i>Salix repens</i>
Lig	Liguster	<i>Ligustrum vulgare</i>
Pw	Purpurweide	<i>Salix purpurea</i>
Hk	Rote Heckenkirsche	<i>Lonicera xylosteum</i>
RJo	Rote Johannisbeere	<i>Ribes rubrum</i>
RHa	Roter Hartriegel	<i>Cornus sanguinea</i>
RHo	Roter Holunder	<i>Sambucus racemosa</i>
Sd	Sanddorn	<i>Hippophae rhamnoides</i>
Sc	Schlehe	<i>Prunus spinosa</i>
Sb	Schneeball	<i>Viburnum opulus</i>
Sbe	Schneebeere	<i>Symphoricarpos albus</i>
SJo	Schwarze Johannisbeere	<i>Ribes nigrum</i>
SHo	Schwarzer Holunder	<i>Sambucus nigra</i>
Sw	Silberweide	<i>Salix alba</i>
TKi	Späte Traubenkirsche	<i>Prunus serotina</i>
Stb	Stachelbeere	<i>Ribes uva crispa</i>
Stp	Stechpalme	<i>Ilex aquifolium</i>
Sp	Sumpfporst	<i>Ledum palustre</i>
Wa	Wacholder	<i>Juniperus communis</i>
Wd	Weißdorn	<i>Crateagus</i>
Wei	Weide	<i>Salix spec.</i>
WSb	Wolliger Schneeball	<i>Viburnum lantana</i>












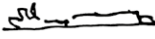
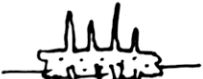





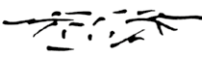
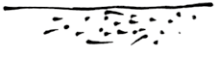
Zustandstyp	ZERSETZUNGSGRAD			
	Z°1 „frisch tot“	Z°2 „beginnende Zersetzung“	Z°3 „fortgeschrittene Zersetzung“	Z°4 „stark zersetzt, vermodert“
toter Baum				
Wurzelstöcke				
liegender Baum				
liegendes Stammteil, Starkast				
schwaches Totholz (Zweige, Reisig)				

Abb. 6: Schlüssel zur Bestimmung des Zersetzungsgrades von Totholz nach Albrecht (1990)

Definition der Mikrohabitate und Ansprache der Zersetzungsgrade von Totholz

Die folgenden Definitionen von Mikrohabitaten (Sonderstrukturen) erfolgen nach Winter (2005):

Höhlen: Spechthöhlen und Astlöcher ab 5 cm Öffnungsbreite werden berücksichtigt, wobei bei der Ermittlung der Gesamtzahl von Sonderstrukturen ein Höhlenbaum unabhängig von der Anzahl der Höhlen als eine Struktur gezählt wird.

Risse/Spalten: Riss- oder Spaltenstruktur geht in den Splint hinein und ist mind. 50 cm am Stamm herablaufend.

Ausgehöhlter Stammfuß: Großhöhle, die nur bei eindeutigem Nachweis (z.B. Höhlenausgang) erfasst wird

Wurzelteller: Aufrecht stehende Wurzelteller werden erfasst, wenn sie mind. 1,2 m hoch sind.



Abb. 7: Suunto- (oben) und Leiss-Baumhöhenmesser (unten).

Zwieselabbrüche: Vollständiger Abbruch eines

Zwieselstammes an der Ansatzstelle des Zwiesels.

Kronenbrüche: Mindestens 50 % der Krone und Starkäste 1. Ordnung sind abgebrochen.

Ersatzkronenbäume: Bäume, die nach Stammbruch eine Sekundärkrone gebildet haben, deren Stammbereich aber schon überwiegend (meist zu über 80 %) tot ist und sich langsam zersetzt. Der noch lebende Bereich mit Assimilationsstrom und

tätigem Kambium bedeckt meist weniger als 1/3 des Stammumfangs.

Zunderschwamm, o.a. Pilzkonsolen: Alle lebenden Bäume, die erkennbar von Baumpilzen besiedelt werden. Das Problem dieser Kategorie liegt in dem nicht ganzjährigen Auftreten vieler Fruchtkörper und der daraus folgenden Zufälligkeit der Kartierung in Abhängigkeit vom Aufnahmezeitpunkt.

Datenhaltung

Die erhobenen Daten können mit dem frei verfügbaren Liegenschaftsmanagementsystem **LieMaS** (www.liemas.de) verwaltet und archiviert werden. Hierfür wurde ab der Version 6.0 ein eigener Eingabebereich für die Daten des NNE-Waldmonitorings eingerichtet. Dieser ist über das Hauptformu-

lar „Flächenbewirtschaftung“ und dort im Reiter „Analyse“ zu erreichen.

Alternativ können die Daten auch als **Excel-Tabellen** archiviert werden.

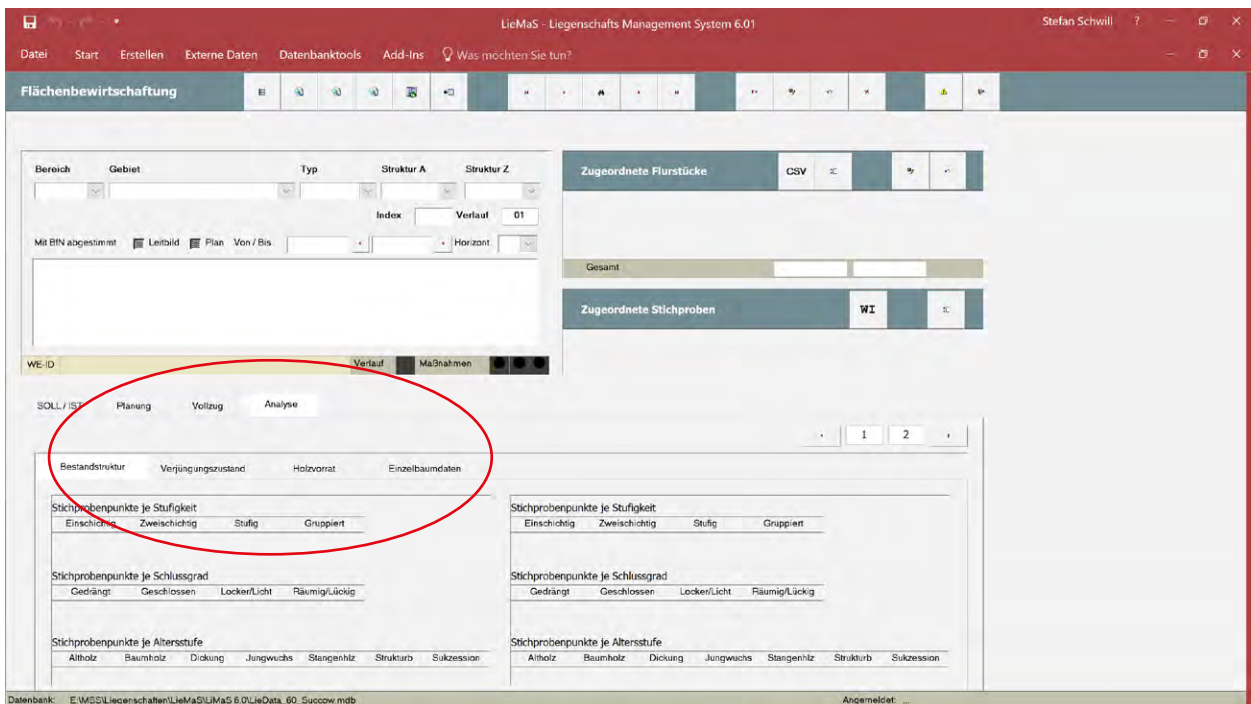


Abb. 8: Screenshot LieMaS, Eingabebereich für Daten des NNE-Waldmonitorings.

Datenauswertung

Aus den erhobenen Daten sollten für den Gesamtbestand bzw. bei ausreichender Probekreisanzahl auch für Teilbestände folgende Angaben abgeleitet werden:

- Anteil walddgesellschaftstypischer (standortheimischer) Baumarten (%)
- mittlerer BHD (cm)
- mittlerer BHD des stärksten Drittels (cm)
- Vorrat lebender Bestand (m³/ha)
- Vorrat Totholz (m³/ha) liegend/stehend/ggf. Zersetzungsgrade
- Schichtung (ein-, zwei-, mehrschichtig)
- Anzahl der Mikrohabitate (N/ha)
- Verjüngungszahlen nach Baumarten (N/ha)
- Verbiss der Verjüngung nach Baumarten (%)

Grundsätzlich erfolgt die Auswertung bei Parametern mit Hektarbezug (z.B. Anzahl der Sonderstrukturen pro ha) indem die betreffenden Daten aus allen relevanten Probekreisen summiert werden, das Ergebnis mit 10.000 m² multipliziert und durch die Gesamtfläche aller Probekreise dividiert wird. Wurden beispielsweise in einem Untersuchungsgebiet 25 Probekreise à 500 m² angelegt, beträgt deren Gesamtfläche 12.500 m². Wurden in diesen Probekreisen insgesamt 20 Baumhöhlen registriert, wird diese Zahl mit 10.000 m² (= 1 ha) multipliziert und durch 12.500 m² dividiert. In diesem Beispiel würde das Untersuchungsgebiet im Mittel über 16 Baumhöhlen pro ha verfügen. Nicht ha-bezogene Parameter (z.B. der Verbissanteil in der Verjüngung) werden als Mittelwert aus allen betreffenden Probekreisdaten angegeben.

Die Berechnung des Anteils walddgesellschaftstypischer Baumarten, des mittleren BHD, des mittleren BHD des stärksten Drittels, der mittleren Schichtung sowie der mittleren Anzahl von Mikrohabitaten, der Verjüngungszahlen und Verbissanteile erfolgt mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen, z.B. Excel. Die Möglichkeit einer möglichst weitgehenden Datenverarbeitung innerhalb von LieMaS wird geprüft und ggf. in eine künftige LieMaS-Version integriert.

Insbesondere die Berechnung der Vorräte (lebender Bestand, Totholz) erfordert zusätzlich einige Zwischenschritte. Zunächst muss für alle Bäume, deren Höhe nicht durch eine Messung bestimmt wurde, eine entsprechende Höhenberechnung erfolgen. Hierzu werden für jede Baumart getrennt, aber über alle betreffenden Probekreise hinweg, die gemessenen Paare aus Höhe und BHD in eine Excel-Tabelle aufgenommen. Über die Diagrammfunktion werden diese Werte dargestellt und eine logarithmische Trendlinie hinzugefügt. Die zu dieser Trendlinie (Bestandeshöhenkurve) gehörende Kurvengleichung (die über die Formatierung der Trendlinie eingeblendet werden kann) dient anschließend zur Berechnung aller nicht gemessenen Baumhöhen der jeweiligen Baumart innerhalb des Untersuchungsgebietes auf Basis des erfassten BHD. Ein Beispiel gibt Abbildung 9.

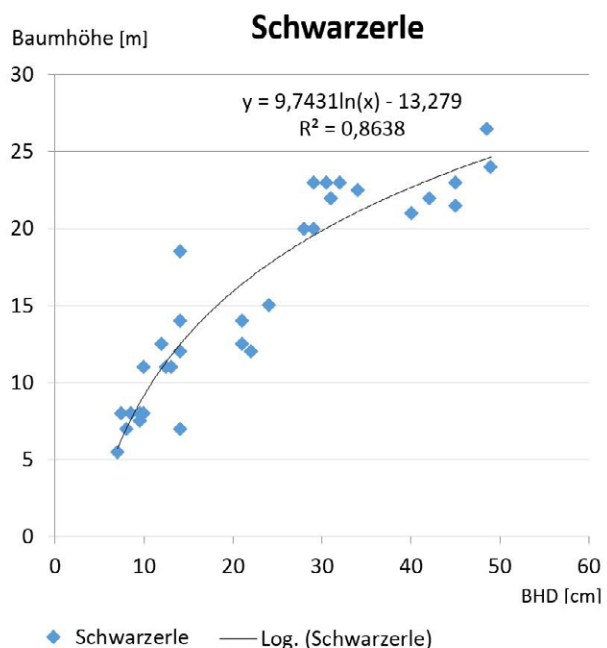


Abb. 9: Bestandeshöhenkurve der Schwarzerle im NSG Lanken bei Greifswald (Mecklenburg-Vorpommern).

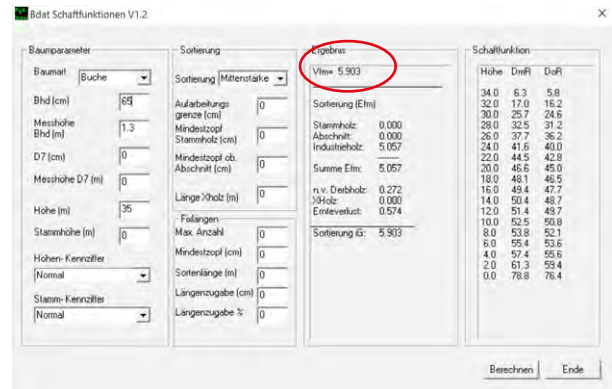
Liegen zu allen in den Probekreisen erfassten lebenden Bäumen gemessene oder berechnete Höhen sowie die jeweiligen BHD vor, steht der Volumenberechnung nichts mehr im Wege. Bewährt hat sich hierzu das kostenlos erhältliche Programm BDATPRO (www.fva-bw.de/indexjs.html?)

www.fva-bw.de/forschung/bui/bdatpro.html, s. Abb. 10). Nach Auswahl der jeweiligen Baumart und Eingabe von Baumhöhe und BHD gibt das Programm das Holzvolumen als Vorratsfestmeter aus. Allerdings muss dieser Schritt für jeden Einzelbaum vollzogen werden.

Bei sehr kurzen, abgebrochenen Stammstücken ist es zudem erforderlich, im Feld Höhen-Kennziffer den Eintrag Wipfel- bzw. Kronenbruch ausgewählt werden.

Das Volumen von liegendem Totholz wird – sofern statt des BHD der Mittendurchmesser erfasst wurde – über die Zylinderfunktion (Produkt aus Kreisfläche und Stammlänge) berechnet ($\pi/4 \cdot d^2 \cdot l$).

Abb. 10: Screenshot von BDATPRO. Rot umrandet das hier relevante Ergebnis.



Die Ergebnisse werden anschließend in eine Excel-Tabelle übernommen und können als Diagramme sehr anschaulich dargestellt werden. Das gilt nicht nur für die Holzvorräte, sondern auch für die Ergebnisse zu den übrigen Parametern.

Möglichkeiten für ein vertieftes Waldmonitoring

Erfassung der Waldentwicklungsphasen

Die Verteilung der Waldentwicklungsphasen innerhalb eines Waldes ist ein sehr aussagekräftiger Parameter zur Bewertung der Naturnähe. Da die meisten NNE-Wälder einer bis in die jüngste Vergangenheit andauernden Nutzungstradition entstammen, nehmen die einzelnen Waldentwicklungsphasen i.d.R. noch relativ große, zusammenhängende Flächen ein. Mit zunehmender Dauer eigendynamischer Entwicklung ist davon auszugehen, dass sich diese Cluster mosaikartig auflösen. Dieser Prozess kann mit einer entsprechenden Erfassung dokumentiert werden.

Die Kartierung der Waldentwicklungsphasen erfolgt im laubfreien Zustand **vollflächig** oder entlang breiter **Transsekte**. Es werden alle **homogenen Teilflächen** ab einem Durchmesser von 15 m (max. Kronendurchmesser von Altbäumen) erfasst und jeweils einer von neun Waldentwicklungsphasen (s. Tab. 2, nach Tabaku 1999) zugeordnet.

Erfassung zusätzlicher Parameter in den Probekreisen

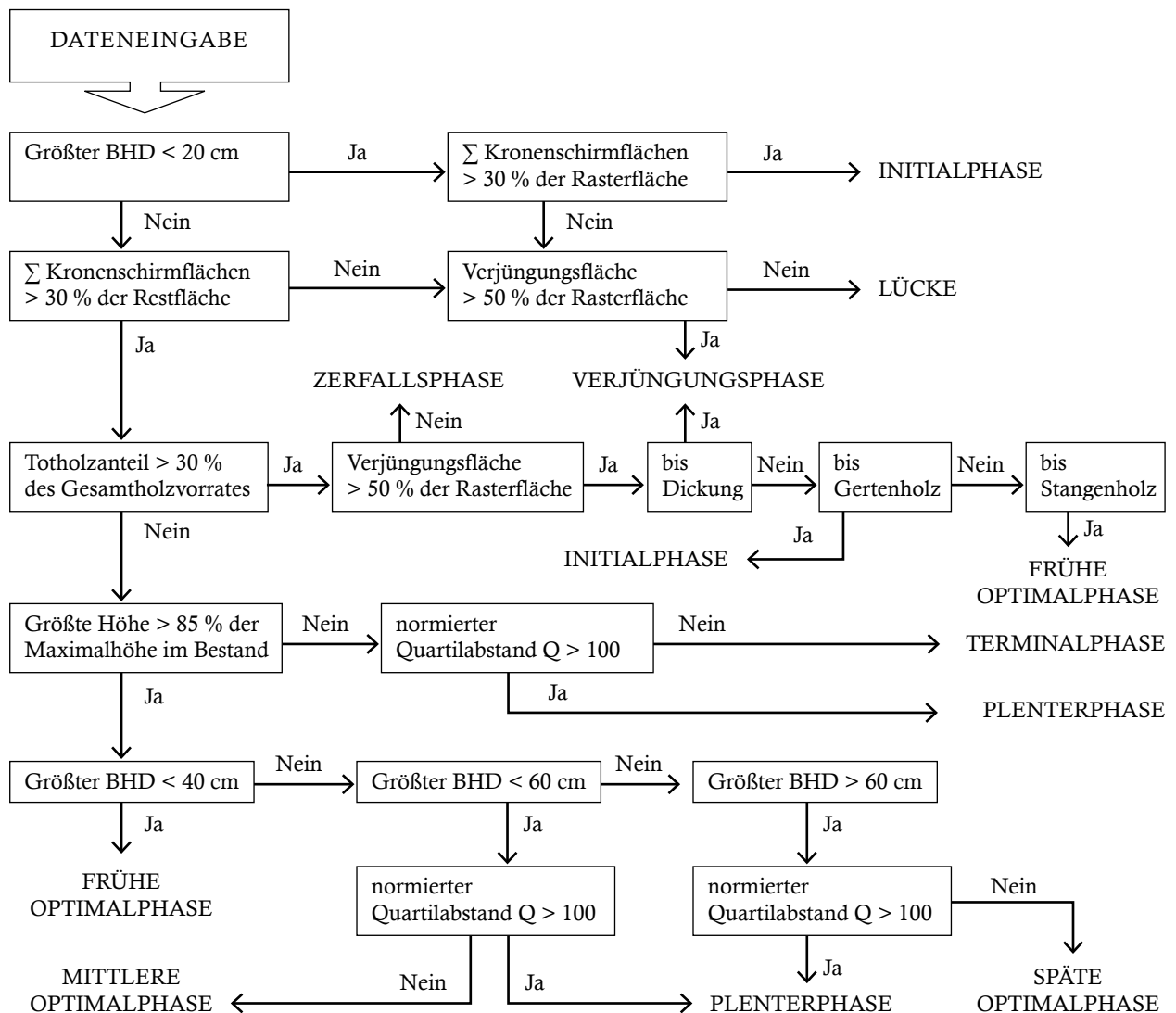
Neben den hier vorgestellten Parametern gibt es zahlreiche weitere Aspekte, die an den Probekreisen erfasst werden können. Beispielsweise hat die Stiftung Reepsholt dazu die Aufnahmebögen um folgende Parameter ergänzt:

- Weitere Mikrohabitate (siehe z.B. Winter 2005)
- Krautige Bodenvegetation (Samenpflanzen, Moose, Flechten)
- Epiphytische Moose und Flechten
- Stubben
- Strukturen innerhalb der Probekreise (z.B. Gewässer, Wege)

Zu beachten ist dabei, dass vor der Aufnahme zusätzlicher Parameter in die Datenerfassung, Klarheit darüber bestehen sollte, welche Fragen anhand dieser Daten beantwortet werden sollen und wie diese Daten ausgewertet werden können.

Tab. 2: Verbale Beschreibung der Entwicklungsphasen in Anlehnung an Tabaku (1999).

Lücke	Die Überschirmung des Derbholzbestandes liegt unter 30 % und der Anteil der Verjüngungsflächen (Jungwuchs und Dickung) unter 50 %.
Verjüngungsphase	Bei langsamer Auflösung des Altbestandes entsteht in Lücken eine Verjüngungsphase mit gruppen- und horstweise verteilten jungen Bäumen unter 7 cm BHD (Jungwuchs und Dickung) mit einer Deckung von mehr als 50 % der Bezugsfläche.
Initialphase	Stammzahlreiche Jungbestände unter 20 cm BHD bis Stangenholz, hervorgegangen aus Naturverjüngung. Diese Phase kann nicht der Optimalphase zugeordnet werden, weil ihre Holzvorräte erheblich geringer sind. Die Phase ist bereits leicht vertikal gestuft und besitzt eine hohe Stammzahl.
Frühe Optimalphase	Beginnend mit dem Erreichen eines BHD von 20 cm, zeichnet sich die Optimalphase durch einen deutlichen Nettoaufbau an Holzbiomasse aus. Es sind stammzahlreiche und zuwachskräftige Baumholzbestände mit vitaler Oberschicht.
Mittlere Optimalphase	Die Baumzahlen der Mittel- und Oberschicht nehmen mehr oder weniger ab. Jungwuchs fehlt fast ganz. Kronendachlücken schließen sich rasch.
Späte Optimalphase	Die recht lange Optimalphase wird nach dem maximalen BHD in drei weitere Teilphasen unterteilt: Frühe Optimalphase bei 20–40 cm, mittlere bei 41–60 cm, späte bei BHD über 60 cm.
Plenterphase	Große Durchmesserdivergenz auf kleiner Fläche. Da sich auf- und abbauende Prozesse gegenseitig ausgleichen, findet kein Nettoaufbau an Derbholzbiomasse statt. Es besteht eine Entwicklungstendenz zur Optimalphase. Diese Struktur kann vorübergehend auch durch einen sehr langen Verjüngungszeitraum oder durch die räumliche Überlagerung von Zerfalls- und früher Optimalphase entstehen.
Terminalphase	Starke Baumholzbestände mit altersbedingtem Ausfall einzelner Bäume und Trupps. Es findet kein Nettoaufbau an Derbholzbiomasse statt, weil der Zuwachs altersbedingt stagniert. Stammzahlärmere Starkholzbestände mit Vorratsmaximum, Vitalitätsrückgang und beginnender Bestandsauflösung. Zunehmende Mortalität in der Oberschicht. Je nach Fortschritt der Vorratsabnahmen geht die Terminalphase in die Zerfallsphase über.
Zerfallsphase	Sehr stammzahlarme, stärker aufgelockerte Starkholz-Restbestände mit raschem Vorratsabbau und beginnender Verjüngung. Hoher Totholzvorrat bei zunehmender vertikaler Strukturierung und größere Bestandslücken. Falls sich auf dem überwiegenden Teil der Fläche Verjüngung etabliert hat, geht die Zerfallsphase in die Verjüngungsphase über.



Der normierte Quartilabstand (Q) ergibt sich aus dem 75. Perzentil, 25. Perzentil und Median der Durchmesserverteilung der Bäume im Rasterumfeld:

$$\text{Quartilabstand} = \frac{(75. \text{ Perzentil} - 25. \text{ Perzentil}) \times 100}{\text{Median}}$$

Abb. 11: Flussdiagramm zur Bestimmung der Waldentwicklungsphasen auf Flächen von 12,5 x 12,5 m (aus Tabaku 1999).

Literatur

ALBRECHT, L. (1990): Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten. Schriftenr. Naturwaldreservate in Bayern 1, München, 219 S.

TABAKU, V. (1999): Struktur von Buchen-Urwäldern in Albanien im Vergleich mit deutschen Buchen-Naturwaldreservaten und -Wirtschaftswäldern. Cuvilier Verlag, 206 S.

WINTER, S. (2005): Ermittlung von Struktur-Indikatoren zur Abschätzung des Einflusses forstlicher Bewirtschaftung auf die Biozönosen von Tiefland-Buchenwäldern. Dissertation an der Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Fachbereich Forstwissenschaften; Technische Universität Dresden, 397 S.