

Erfassung biodiversitäts-
relevanter Waldstrukturen
an Einzelbäumen und
Baumgruppen:

Methodenleitfaden

zur systematischen Erhebung
von Baum-Mikrohabitaten
und Totholz

Josef Großmann, Lena Carlson



Forstliche Versuchs-
und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg



Landes
Forst
Verwaltung
BW

Impressum

Autoren

Josef Großmann^{1,2}
Lena Carlson¹

Design und Layout

Lena Carlson

Zugehörigkeit:

- 1) Abteilung Waldnaturschutz, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
- 2) Professur für Waldbau, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Herausgeber

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 2021

Lizenz

Dieses Dokument "Erfassung biodiversitäts-relevanter Waldstrukturen an Einzelbäumen und Baumgruppen: Methodenleitfaden zur systematischen Erhebung von Baum-Mikrohabitaten und Totholz" von Josef Großmann und Lena Carlson, herausgegeben durch die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, ist lizenziert unter einer [Creative Commons CC BY-ND 4.0 Namensnennung - keine Bearbeitung](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/) Lizenz.

Zitierempfehlung

Großmann, J. & Carlson, L. 2021. Erfassung biodiversitäts-relevanter Waldstrukturen an Einzelbäumen und Baumgruppen: Methodenleitfaden zur systematischen Erhebung von Baum-Mikrohabitaten und Totholz. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. [DOI: 10.6094/UNIFR/193828](https://doi.org/10.6094/UNIFR/193828)

Danksagung

Die Grundlage zu diesem Methodenleitfaden wurde im Rahmen des „Sonderprogramms zur Stärkung der Biologischen Vielfalt“ der Landesregierung Baden-Württemberg entwickelt, daher gilt ihr unser erster Dank, da ohne die finanzielle Unterstützung dieses Projekt nicht zu Stande gekommen wäre! Weiterhin möchten wir uns bei allen Kolleginnen und Kollegen der FVA für ihre Hinweise, Erfahrungen und Rückmeldungen bedanken. Dies gilt insbesondere für: Anne Wevell von Krüger, Axel Buschmann und Stefan Stängle.

Für die wertvollen Rückmeldungen aus der praktischen Anwendung des Methodenleitfadens geht unser herzliches Dankeschön an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter folgender Unternehmungen: Geokestrel GmbH (Philipp Würth), Hesse Forst (Alfred Hesse), Landschaftspflege & Forstwirtschaft (Thomas Weich, Swantje Schaubhut).

Zusammenfassung

Prozessschutz, als Bestandteil des Waldnaturschutzes, ist der Schutz der natürlichen Walddynamik, wodurch insbesondere die Alters- und Zerfallsphasen, die in bewirtschafteten Wäldern selten vorkommen, wieder entstehen können. Prozessschutz im Wald findet auf verschiedenen räumlichen Ebenen statt: Bannwälder oder Kernzonen von Nationalparks sind großflächiger, Habitatbäume und Habitatbaumgruppen kleinflächig, punktuell und in die Waldbewirtschaftung integriert. Die Erfassung und Beobachtung der Dynamik solcher Prozessschutzelemente findet für großflächige Gebiete im Rahmen eines Monitorings statt, welche an Standard-Inventurverfahren (beispielsweise die Bundeswaldinventur) angelehnt sind. Diese Verfahren lassen sich nicht auf integrative Prozessschutzelemente variierender Flächengröße übertragen. Weiterhin werden bei Inventurverfahren biodiversitätsrelevante Strukturen oft nur grob und vor allem in Form von Totholz und sog. Sonderstrukturen (z.B. Spechthöhlen, Mulmhöhlen) erhoben. Der vorliegende Methodenleitfaden stellt eine Möglichkeit vor, Probeflächen unterschiedlicher Form und Größe standardisiert zu erfassen und legt zusätzlich einen dezidierten Fokus auf biodiversitätsrelevante Waldstrukturen: Baum-Mikrohabitate und Totholz. Ein Ansatzpunkt für Auswertungsverfahren und ein Anwendungsbeispiel sind ebenfalls beigefügt.

Schlüsselwörter Habitatbaum, Waldstruktur, Mikrohabitate, Totholz, Inventur, Biodiversität, Strukturvielfalt, Monitoring

Abstract

Protecting natural forest dynamics such as late successional forest development phases is an integral part of forest conservation. In Germany, the size of a protected area within a forest can range from large, such as a forest preserve (a “Bannwald” or “Naturwaldreservat”) or national park, to small: a group of trees or a single designated habitat tree within a managed forest. Standardized inventory practices like the national forest inventory (“Bundeswaldinventur”, BWI) are used to monitor forest dynamics in large protected areas. This general approach cannot be applied in the much smaller protected areas and patches found within managed forests. Furthermore, the broad scope of a national forest inventory cannot accommodate the level of detail needed to assess structural diversity in forests. The following document presents an inventory approach for patches and plots of varying sizes while also considering the comparability of results. Included in this inventory approach are survey methods for tree-related microhabitats and deadwood that provide important habitats for many plants, animals and fungi, as well as examples of data analysis and application.

Keywords habitat tree, forest structure, tree related microhabitat, coarse woody debris, dead wood, inventory, biodiversity, structural diversity, monitoring

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	i
Zusammenfassung	ii
Vorwort	1
1 Prozessschutz im Wald	2
2 Die Herausforderung von Probeflächen unterschiedlicher Größe	3
3 Bevor es losgeht – Vorbereitung der Geländeaufnahme	4
4 Geländeaufnahme	5
4.1 Datenerhebung	6
4.1.1 Plot Informationen	6
4.1.2 Baum Informationen	9
4.2 Baum-Mikrohabitate	14
5 Zusammenführung der Daten	19
6 Ausblick	20
Literaturverzeichnis	21
Anhang I	I
Anhang II	II
Anhang III	V
Anhang IV	VI

Vorwort

Die quantitative Erfassung von Baum-Mikrohabitaten und Totholz an Einzelbäumen und in Baumgruppen kann genutzt werden, um sich der ökologischen Wertigkeit von Einzelbäumen und Baumgruppen in bewirtschafteten Wäldern anzunähern. Aber wie können diese Strukturen praktisch erfasst werden? Welche Zusatzinformationen sind wichtig? In welchem Umfang sollten sie erfasst werden? Und wie könnten die Erhebungsflächen aussehen? Dieser Methodenleitfaden entstand zwischen 2016 und 2020 und wurde im Rahmen verschiedener Kartierkampagnen, Pilotstudien und Projekte hinweg entwickelt und angewandt. Geografisch waren diese vornehmlich in Baden-Württemberg verortet, weswegen im nachfolgenden Text oftmals Bezüge oder Beispiele aus Baden-Württemberg genannt werden.

Im vorliegenden Methodenleitfaden werden zwei Aspekte in den Fokus gestellt:

1) Möglichkeiten zur baumbezogenen Erfassung von biodiversitätsrelevanter Strukturen, dies sind insbesondere Baum-Mikrohabitats und Totholz.

2) Erfassung von Einzelbäumen oder Baumgruppen variierender Flächengröße (im Gegensatz zu herkömmlichen Inventurverfahren mit festen Flächengrößen).

Die nachfolgenden Erläuterungen sollen als Anregung und Grundlage verstanden werden und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die hier vorgestellten Methoden können an die jeweilig individuellen Zielsetzungen anderer Biodiversitätsprojekte angepasst werden. Der vorliegende Methodenleitfaden ist eine Anleitung zur Kartierung von Einzelbäumen und Baumgruppen, am Beispiel von Elementen des in Baden-Württemberg umgesetzten Alt- und Totholzkonzepts. Einzelne Bestandteile und die hier beschriebenen Größen sollten situationsbedingt abgeändert, ergänzt und reduziert werden. Eine Übertragung der hier vorgestellten Methodik

auf ein Erhebungsverfahren mit festgelegten Probenflächengrößen (etwa Probekreisinventuren) ist ebenso möglich.

Im weiteren Verlauf werden nun unterschiedliche Bereiche thematisiert: Die Hintergründe (**1. Prozessschutz im Wald**) und die Problemstellung (**2. Die Herausforderung von Probeflächen unterschiedlicher Größe**) bei der Erfassung von Waldstrukturen auf Einzelbaum- und Baumgruppenebene. Weiterhin wird auf das Stichprobendesign und vorbereitende Aspekte eingegangen (**3. Bevor es losgeht – Vorbereitung der Geländeaufnahme**). Der Hauptteil liegt bei der Geländeaufnahme und der Beschreibung von Variablen (**4. Geländeaufnahme**). Ausleitend wird eine mögliche Datenauswertung skizziert (**5. Zusammenführung der Daten**). In den Anhängen finden sich detailliertere Informationen zu Geräten, weitere Hinweise und Quellen als auch ein Auswertungsbeispiel (**Anhang I - Anhang IV**).

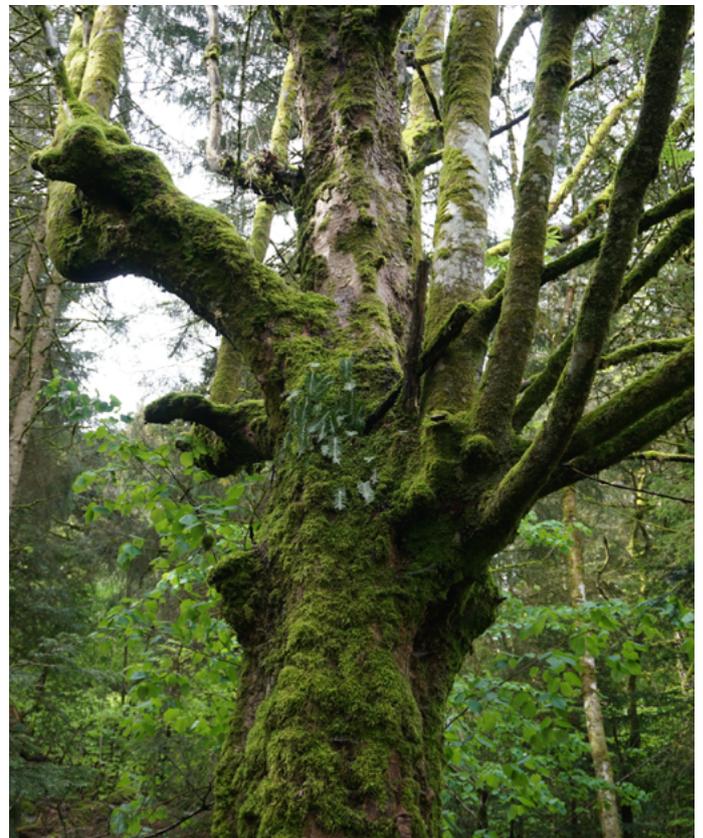


Abbildung 1 Ein abgestorbener Bergahorn mit epiphytischen Moosen und Farnen bewachsen (Foto: Carlson).

1 Prozessschutz im Wald

Ein wesentliches Instrument zur Biodiversitätsförderung im Wald ist die Stilllegung oder der vorübergehende Nutzungsverzicht von Wäldern und Waldteilen. Nutzungsfreie Wälder im Sinne von Prozessschutzflächen sind ein wesentliches Element des Waldnaturschutzes, welches im Staatswald Baden-Württembergs durch unterschiedliche, teils segregative (Bannwälder, Großschutzgebiete) und teils integrative (Alt- und Totholzkonzept) Konzepte umgesetzt wird (ForstBW, 2010a, ForstBW, 2015). In großen Prozessschutzflächen auf Landschaftsebene wird die Walddynamik in Form von systematischen Wiederholungsinventuren, basierend auf einem Stichprobenraster mit kreisförmigen Stichprobenflächen untersucht (Wevell v. Krüger et al., 2016). Auch bei Waldrefugien, im Rahmen der Forsteinrichtung ausgewiesene Prozessschutzflächen auf der Ebene von Waldbeständen, kann ein Vorgehen mit Stichprobenflächen gleicher Größe als Grundlage zur Erfassung dienen. Als integrative Prozessschutzelemente werden in diesem Kontext einzelne Habitatbäume und auch Habitatbaumgruppen bezeichnet (ForstBW, 2010a). Dies können lebende oder tote Bäume sein, die einzeln oder gruppiert als Prozessschutzelement markiert (ForstBW, 2010b) und dauerhaft von der forstlichen Bewirtschaftung ausgenommen sind (ForstBW, 2010a, 2017).



Abbildung 2 Eine halboffene Mulmhöhle (Öffnung $\varnothing > 30$ cm) in einem Bergahorn (Foto: Carlson).

2 Die Herausforderung von Probeflächen unterschiedlicher Größe

Im Gegensatz zu flächigen Prozessschutzelementen wird eine systematische Inventur von integrativen Prozessschutzelementen variabler Größe und Gestalt mit einem Probekreisverfahren nicht möglich sein. Kleinere Prozessschutzelemente benötigen ein anderes Aufnahmedesign. Im Folgenden werden die im Rahmen dieses Projekts für gut befundenen und erprobten Aufnahmemethoden für Habitatbaumgruppen vorgestellt. Sie lassen sich jedoch problemlos auf andere Probeflächen oder Einzelbäume übertragen. Habitatbaumgruppen (HBG) sind Prozessschutzelemente welche im Rahmen der Waldbewirtschaftung

in den Beständen durch die Revierleitungen ausgewiesen, markiert und kartiert werden (ForstBW, 2010a). Sie variieren in ihrer Größe und Form. Die Begrenzung einer HBG wird über die Randbäume, welche im baden-württembergischen Staatswald in der Regel mit einer Wellenlinie markiert sind (siehe **Abbildungen 3 und 4**), definiert. Um den Rand einer HBG sichtbar zu machen, können im Gelände alle Randbäume mit Hilfe eines Markierungsbandes verbunden werden. Der Begriff „Probefläche“ bezieht sich nachfolgend auf die innere Fläche einer HBG.

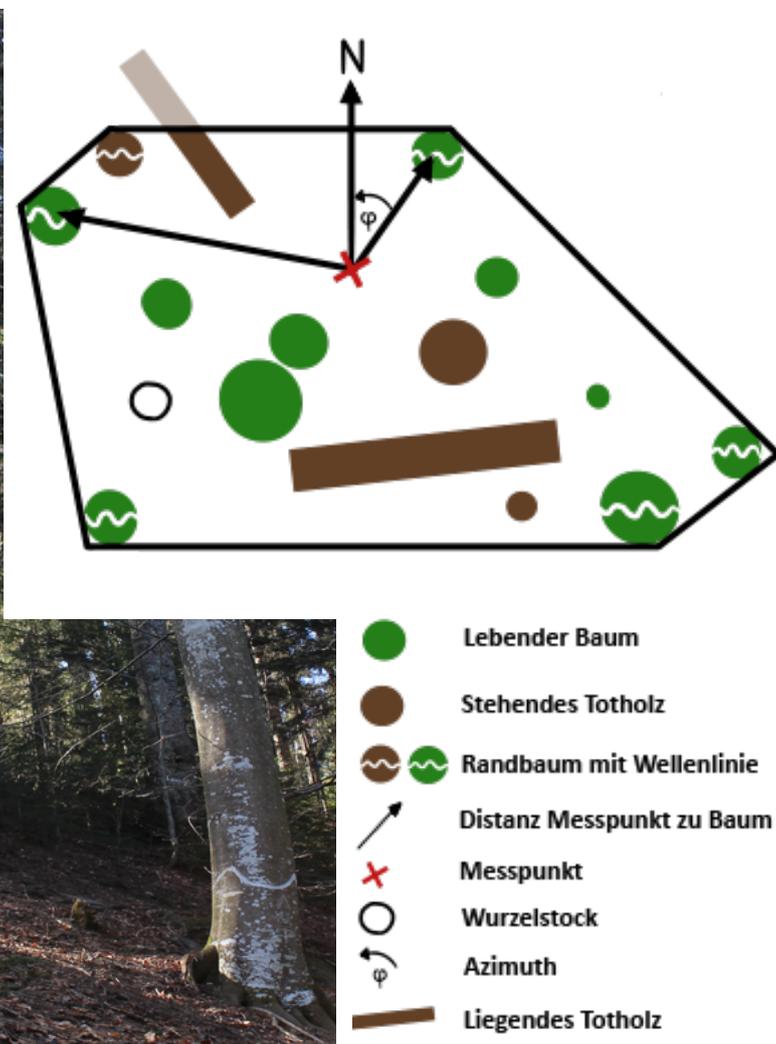


Abbildung 3 Eine mit weißen Wellenlinien markierte Habitatbaumgruppe bei St.Märgen in Baden-Württemberg (Foto: Carlson).

Abbildung 4 Schematische Darstellung einer Habitatbaumgruppe als Probefläche (Skizze: Wetzel, FVA; ergänzt durch Carlson).

3 Bevor es losgeht – Vorbereitung der Geländeaufnahme

Im nachfolgenden Text werden einige Aspekte zu Ausrüstung und Vorbereitung von Inventuren genannt, welche im Rahmen der Anwendung des Methodenleitfadens relevant waren. Allgemeine Anleitungen und Grundlageninformationen zur Inventur von Bäumen und Waldbeständen sind einerseits ausreichend in der Literatur beschrieben (BMELV, 2011, BMEL, 2020) und andererseits können Anforderungen an diese auch je nach Fragestellung variieren.

In jedem Fall sind Aspekte der Arbeitssicherheit (etwa Gefährdung durch Totholz oder unwegsames Gelände (ForstBW, 2014, SVLFG, 2020) sowie rechtliche Gesichtspunkte (z.B. Restriktionen beim Betreten der Flächen aus Naturschutzgründen) bei der Kartierungsplanung zu berücksichtigen.



Abbildung 5 Geländeaufnahme in einem Buchenwald in Baden-Württemberg (Foto: Carlson).

Folgende Ausrüstungsgegenstände sind für die Kartierung notwendig oder empfehlenswert:

Tablet (enthält beispielsweise Karte, GPS, Aufnahmesoftware, gegebenenfalls weitere Unterlagen) mit **Stift**

Fernglas (zur besseren Einsicht in die Baumkronen und Identifikation von Baum-Mikrohabitaten)

Bussole mit Stativ (Peilung der Baumposition vom Messpunkt aus)

Kluppe / Umfangmaßband je nach Durchmesser

Vertex mit Transponder (zur Messung von Entfernungen, Baumhöhen, Hangneigungen)

Maßband (mind. 10 m) zur Kalibrierung des Vertex

Meterstab (Feststellen der BHD-Messstelle, Überprüfung von Dimensionen)

Markierkreide (Vermeidung von Mehrfacherhebungen)

Helm (Gefahr herabfallender Äste)

Taschenmesser (zur Bestimmung von Zersetzungsgraden bei Totholz)

Einige weitere Informationen zur Handhabung und Bedienung der Geräte finden sich im (**Anhang II Geräte**), ebenso wie Vorschläge zu verfügbaren Softwares für die Datenverarbeitung im Feld (**Anhang II Software**).

4 Geländeaufnahme

Die Probenflächen werden mit Hilfe der Karte und des GPS aufgesucht. HBG sind, im Staatswald von Baden-Württemberg, in der Regel an ihren Randbäumen farblich mit einer Wellenlinie markiert und können auf diese Weise im Gelände erkannt werden (**Abbildung 3**).

Die Fläche der Habitatbaumgruppen bildet ein Vieleck und keinen Kreis, sodass es keinen definierten Mittelpunkt gibt (**Abbildung 4**). An Stelle eines Mittelpunktes dient hier ein Messpunkt, welcher vor Ort definiert wird. Der Messpunkt dient als Ausgangspunkt für die Kartierung, sollte nach Möglichkeit auch in Zukunft wieder auffindbar sein und muss vor Ort gewählt werden. Daraus ergeben sich folgende Anforderungen: **1)** gute Einsicht in alle Bereiche der HBG und **2)** zukünftige Wiederauffindbarkeit.

Die gute Sicht ist wichtig, damit die Positionen aller Bäume exakt bestimmt werden können. Soll die Probefläche im Rahmen eines Monitorings wiederholt erfasst werden empfiehlt sich eine temporäre oder dauerhafte Vermarkung des Messpunktes, zum Beispiel mit einem Metallpflock (vergleiche Bundeswaldinventur (BMEL, 2020)). Damit der Messpunkt beide Anforderungen erfüllt, ergeben sich für die Festlegung folgende Möglichkeiten:

a) Der Messpunkt wird in der Mitte auf einer gedachten Linie zwischen zwei markanten Bäumen gewählt. Markant in diesem Zusammenhang bedeutet, dass beide Bäume in Zukunft (10, 20 oder mehr Jahre) noch auffindbar sein sollte und sich durch ihre Dimension und/oder Art hervorheben.

b) Sollte a) nicht möglich sein, kann von einem markanten Baum innerhalb der HBG, der Messpunkt in einem Abstand von beispielsweise 2 m in einer Haupthimmelsrichtung (N, O, S, W) gewählt werden. Dies muss im Kommentarfeld mit Baumnummer, Abstand und Himmelsrichtung dokumentiert werden.

Die Kartierung wird in einem zwei-Personen-Verfahren durchgeführt. Dies erleichtert die Geländeaufnahmen, dient der Arbeitssicherheit und der Datenqualität (Paillet et al., 2015). Die Aufnahme untergliedert sich in a) allgemeine Informationen zur Probefläche (**siehe 4.1.1 Plot Informationen**) und b) die Aufnahme der Einzelbäume (stehender Bestand und Totholzelemente) inklusive der Baum-Mikrohabitate (**siehe 4.1.2 Baum Informationen**).

Für die Geländeaufnahme ist die bestmögliche Einsicht in die Baumkronen sicherzustellen. Die Kartierung sollte deshalb im laubfreien Zustand und bei guter Witterung stattfinden (siehe **Abbildung 6**). Voll belaubte Bäume, Nebel, Regen oder eine geschlossene Schneedecke schränken die Datenerhebung erheblich ein.



Abbildung 6 Stehendes Totholz und Bäume im laubfreien Zustand bei guter Witterung (Foto: Carlson).

4.1 Datenerhebung

Für Habitatbaumgruppen werden sowohl Informationen auf Ebene der Probefläche („Plot Informationen“) als auch auf Einzelbaumebene („Baum Informationen“) erfasst. Die nachfolgende Beschreibung basiert auf digitaler Datenerfassung (siehe **Anhang II Software**) Informationen auf Ebene der Probefläche (**4.1.1 Plot Informationen**) sollen der Charakterisierung und Einordnung nach forstlichen und waldökologischen Kenngrößen dienen. Besteht die Probefläche aus nur einem Baum, können die „Plot Informationen“ weggelassen oder auf die unmittelbare Umgebung des Einzelbaumes bezogen werden. Kenngrößen auf der Ebene des einzelnen Aufnahme Elements (etwa stehende oder liegende Bäume, siehe **4.1.2 Baum Informationen**) betreffen beispielsweise Standardparameter wie Baumart, Durchmesser, Status ebenso wie Baum-Mikrohabitate.

4.1.1 Plot Informationen

Die Plot Informationen liefern allgemeine Daten zur Probefläche und der aktuellen Aufnahme. Das Aufnahmeteam führt die Ansprache der Probefläche gemeinsam durch. Es werden forstliche Kenngrößen (Altersphase, Bestandesschichtung, Kronenschlussgrad, etc.) aufgenommen und die Exposition wird angesprochen. Die fotografische Dokumentation der Probefläche findet vom Messpunkt aus statt.

Element-ID Individuelle Kennnummer der Stichprobenfläche.

Position Positionsbestimmung des Messpunktes mittels GPS (nur bei gutem GPS-Empfang durchführbar). Bei Tablets kann dies über ein internes GPS erfolgen.

Datum Eintragung des aktuellen Datums und der Uhrzeit.

Bestandesschichtung Innerhalb der Probefläche wird der Bestandaufbau anhand der Stufigkeit des Kronendachs beschrieben. Die Bäume werden

in Bezug zur Oberhöhe (das sind per Definition die 100 stärksten Bäume im Bestand, für die Probefläche werden also die stärksten Bäume herangezogen) folgenden Kronenschichten zugeordnet (Schütz, 2003):

- **Oberschicht:** >2/3 Oberhöhe
- **Mittelschicht:** 2/3 – 1/3
- **Unterschicht:** <1/3 Oberhöhe

Hier werden nur Bäume oberhalb der Derbholzgrenze (BHD > 7 cm) berücksichtigt, Naturverjüngung oder Jungwuchs stellt bei dünneren Durchmessern (BHD < 7 cm) keine eigene Schicht dar. Nach der Schichtzuordnung wird eine der folgenden Optionen ausgewählt (vergleiche **Abbildung 7**):

- **Einschichtig:** Das Kronendach ist horizontal geschlossen und glatt, es treten hauptsächlich Bäume in der Oberschicht auf. Bäume anderer Schichten treten mit weniger als 30 % Deckung auf.
- **Zweischichtig:** Der Bestandaufbau lässt eine Unterteilung in Oberschicht und eine deutlich abgrenzbare Mittel- oder Unterschicht zu. Dabei ist das Kronendach der Oberschicht lückig und jede Schicht nimmt mindestens 30 % Deckung ein.
- **Stufig:** Das Kronendach weist keinen horizontalen Kronenschluß auf, die einzelnen Bäume können keiner eindeutigen Schicht zugeordnet werden.
- **Geklumpt/ Rottenstruktur:** Gedrängt stehende Baumkollektive. Die Bäume innerhalb der Gruppen sind unterschiedlich hoch, einseitig und meist tief beastet.

Verjüngung Einschätzung der Verjüngungssituation in der Probefläche. Der geschätzte Deckungsgrad der vorhandenen Verjüngung wird in % angegeben: Beispielsweise 40 %, wenn 40 % der Probefläche von Jungwuchs bedeckt ist. Als Verjüngung werden alle verholzenden Baum- und Straucharten mit einem BHD < 7 cm aufgefasst. Bei Bedarf kann das Aufnahmeschema erweitert werden um die Zusammensetzung der Verjüngung zu spezifizieren.

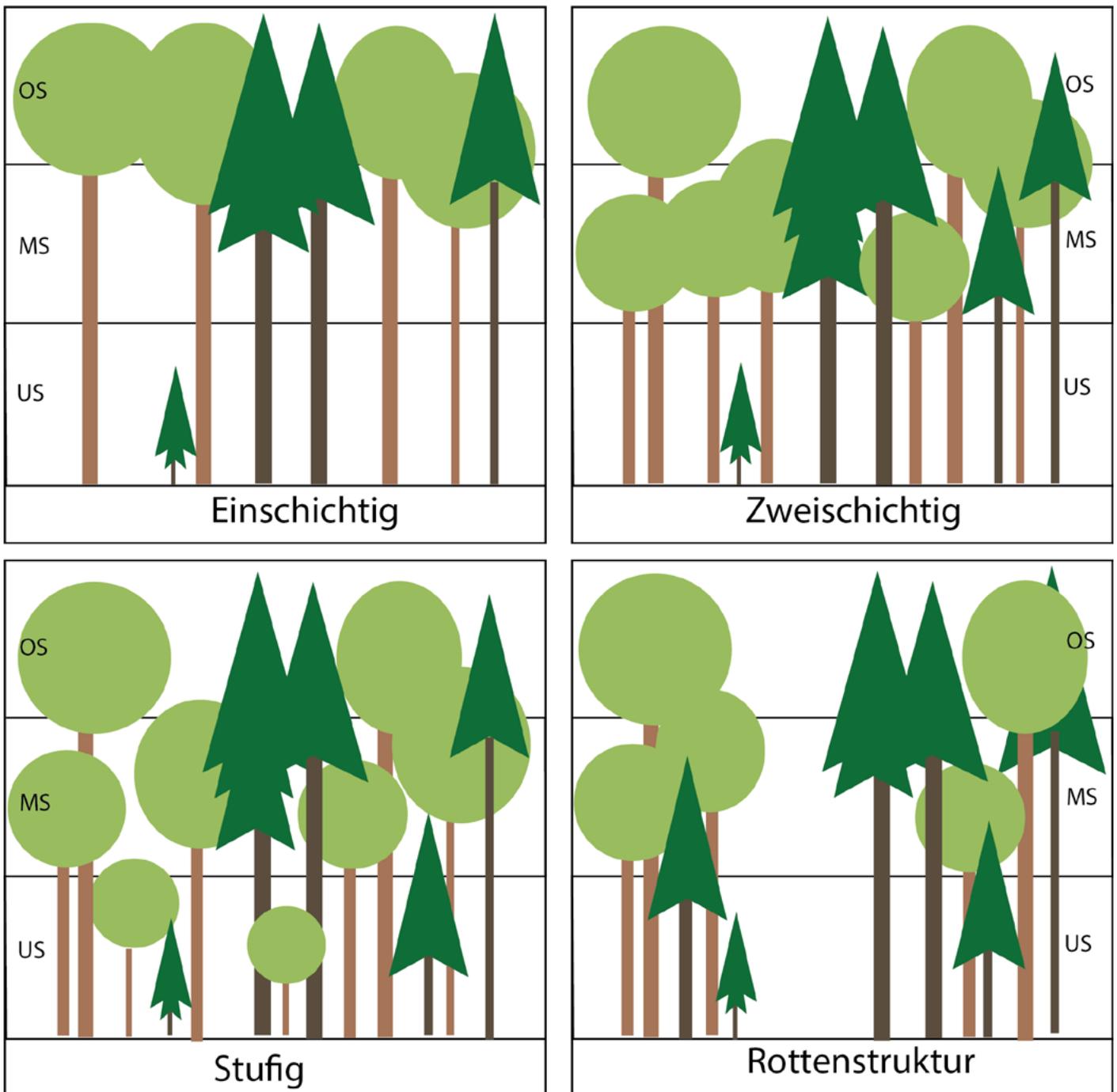


Abbildung 7 Schematischer Bestandesaufbau (Wevell v. Krüger et al. (2016); ergänzt durch Carlson).

Altersstufe Ansprache der dominierenden Altersstufe des Bestandes in der Probefläche (IWW, 2016):

- **Freifläche:** Ohne erkennbaren Bestand, auch keine Verjüngung (VJ)
- **Jungwuchs:** Naturverjüngung oder Kultur bis 2 m Oberhöhe
- **Dickung/ Stangenholz:** Überwiegend Bäume mit BHD 7- 20 cm oder > 2 m Oberhöhe
- **Baumholz:** Überwiegend Bäume mit BHD 21 – 50 cm
- **Altholz ohne VJ:** Überwiegend Bäume mit BHD >

50 cm ohne Verjüngung (natürlich oder gepflanzt)

- **Altholz mit VJ:** Überwiegend Bäume mit BHD > 50 cm mit Verjüngung

Mischungsform (Baumarten) Verbale Beschreibung der Mischungsform wenn mehrere Baumarten im Plot vorkommen (IWW, 2016):

- **einzel**
- **truppweise**
- **gruppenweise**

Kronenschlussgrad Ansprache der Kronendichte der Bäume der Oberschicht in Relation zu deren Kronengröße (Kramer and Akça, 2008, IWW, 2016):

- **Gedrängt:** Die Kronen greifen tief ineinander über
- **Geschlossen:** Die Kronen berühren sich mit den Zweigspitzen.
- **Locker:** Der Kronenabstand ist kleiner als 1 Kronenbreite.
- **Licht:** der Kronenabstand beträgt eine Kronenbreite.
- **Räumig:** Der Kronenabstand überschreitet eine Kronenbreite.
- **Lückig:** der Bestand ist weitgehend geschlossen, weist aber an wenigen Stellen Unterbrechungen des Kronendaches von mind. einer Kronenbreite auf.

Exposition Ausrichtung der Probefläche: entweder „eben“ oder eine der acht Haupt- bzw. Nebenhimmelsrichtungen (N, NO, O, etc.). Die Exposition kann auch exakt in Grad angegeben werden.

melsrichtungen (N, NO, O, etc.). Die Exposition kann auch exakt in Grad angegeben werden.

Hangneigung Steilheit der Probefläche in Grad oder Prozent.

Kommentar Feld für sonstige nennenswerte Informationen zur Probefläche.

Foto N Hochkantfoto, vom Mittelpunkt aus nach Norden (siehe **Abbildung 8, Abbildung 26**). Für etwaige Folgeaufnahmen sollten die Spezifikationen der Kamera, als auch des Bildformates (Größe, Auflösung) dokumentiert werden.

Foto O Hochkant-Foto, vom Mittelpunkt aus nach Osten (siehe **Abbildung 8**).

Foto S Hochkant-Foto, vom Mittelpunkt aus nach Süden (siehe **Abbildung 8**).

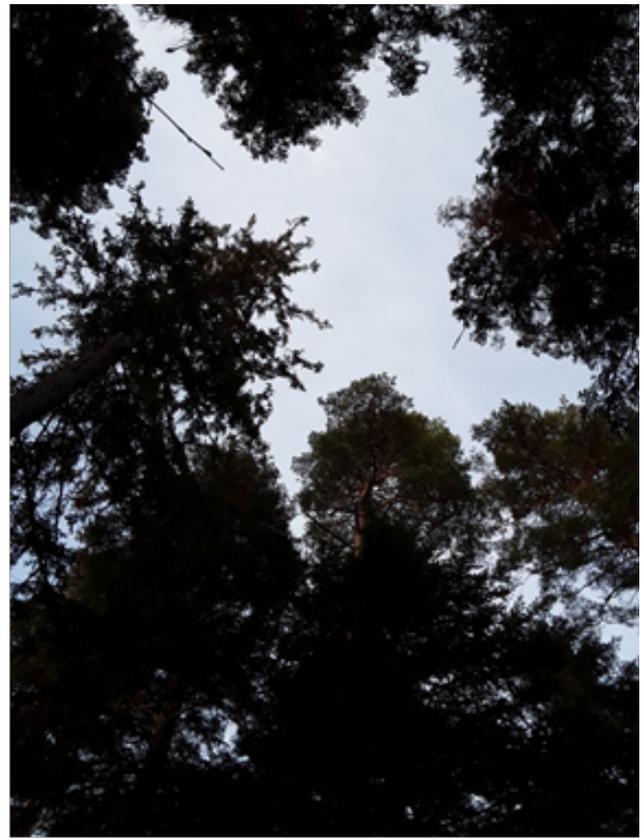


Abbildung 8 Beispielfotos, links: Foto über den Messpunkt hinweg nach Osten. Rechts: Nach Norden gerichtetes Foto senkrecht über dem Messpunkt (Fotos: Großmann).

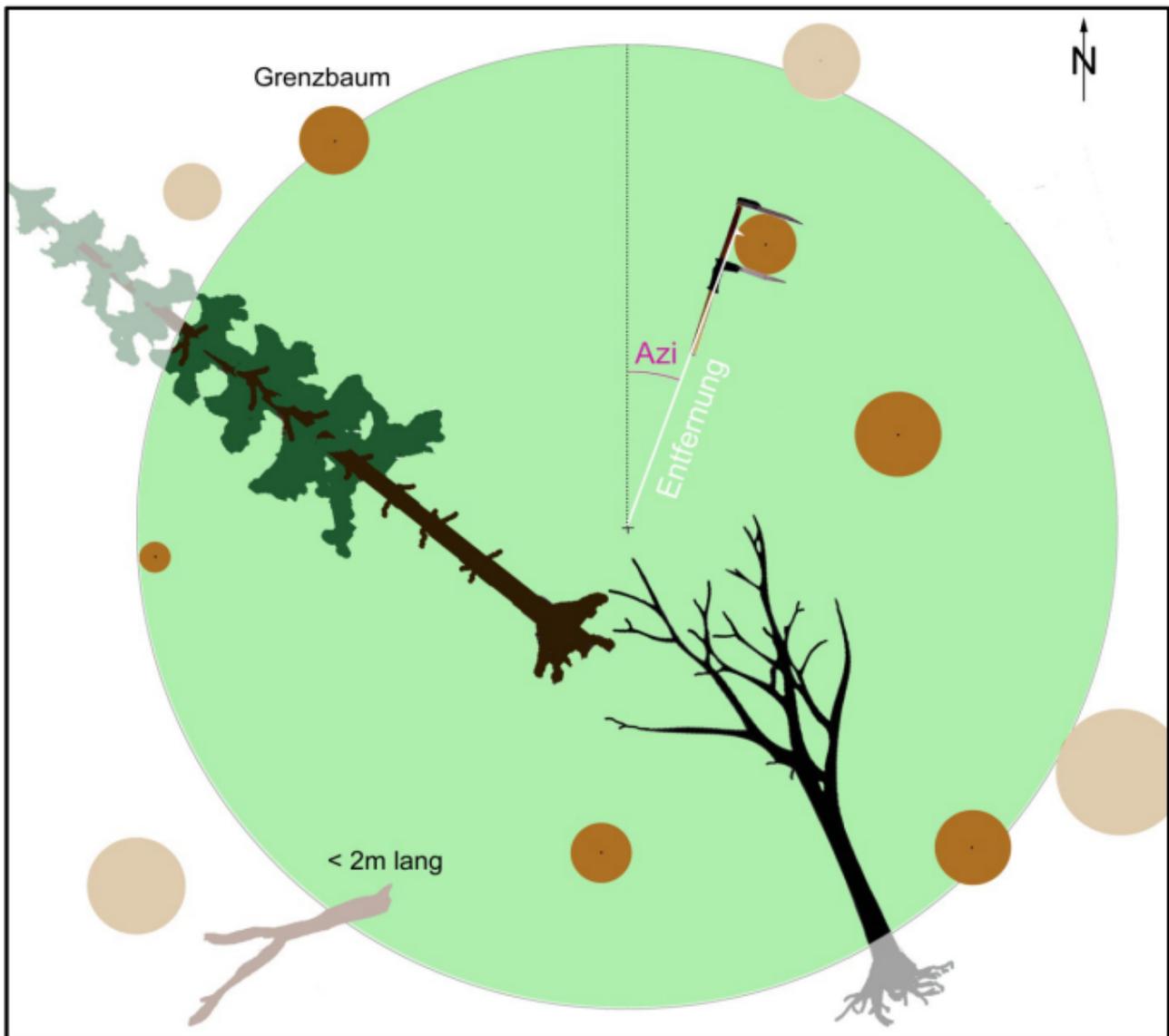


Abbildung 9 Schematische Darstellung einer Stichprobenfläche mit stehenden und liegenden Bäumen. Hell hinterlegte Bereiche werden für die Datenerfassung nicht berücksichtigt (Abbildung aus Wevell v. Krüger et al. (2016)).

Foto W Hochkant-Foto, vom Mittelpunkt aus nach Westen (siehe **Abbildung 8**).

Foto H Hochkant-Foto, vom Mittelpunkt aus senkrecht nach oben, Schmalseite nach Norden gerichtet (siehe **Abbildung 8**).

Fotokommentare Hinweise oder Erläuterungen für die Fotos.

4.1.2 Baum Informationen

In der gesamten Probefläche werden von allen stehenden Gehölzen (Strauch- und Baumarten, vgl. **Tabelle 2**) oberhalb der Derbhholzgrenze (7 cm BHD)

Informationen über Art, Durchmesser, Position, Zustand (lebend/tot), soziale Stellung und Baum-Mikrohabitate aufgenommen. Des Weiteren wird liegendes Totholz kartiert. Für liegendes Totholz gilt die Begrenzung der Aufnahmefläche, es wird also nur ab beziehungsweise bis zur Grenze gemessen, auch wenn das liegende Totholz über die Grenze hinausragt (siehe **Abbildung 9**).

Baum-ID Fortlaufende Identifikationsnummer aller Aufnahmeelemente (stehende Bäume oder Totholz) innerhalb einer Probefläche.

Baumart Bei digitaler Datenerfassung: Auswahl der Baumart aus einer Liste (vgl. **Tabelle 2**). Wurde

die Baumart nicht in der Liste gefunden, „sonstiges“ auswählen und im Feld Baumart Name präzisieren. Wenn die Baumart nicht erkennbar ist „sonstiges“ auswählen und „nicht erkennbar“ eingeben. Gilt auch für liegendes Totholz. Nach Möglichkeit immer den größten Grad an Präzision angeben, d.h. wenn erkennbar die Art (z.B. *Abies alba* = Weißtanne) angeben, dann Gattung (z.B. Tanne) oder Kategorie (z.B. Nadelholz).

Baumart Name freies Textfeld für Baumarten, welche nicht in der Liste in Feld Baumart auftauchen.

BHD (Brusthöhendurchmesser) Durchmesser stehender Bäume und Sträucher ≥ 7 cm in 1,3 m Höhe hangoberseits gemessen (Brokaw and Thompson, 2000) mit Umfangmaßband oder Kluppe. Der BHD ist für alle stehenden und liegenden Bäume innerhalb der Stichprobenfläche zu erfassen. Bäume mit einem BHD < 80 cm können mit der Kluppe (Kreuzweise kluppen, mit Kluppenschenkel zum Mittelpunkt gerichtet und im 90° -Winkel dazu). Mess-

positionen und Sonderfälle sind in **Abbildung 10** bis **12** dargestellt.

Bäume, die sich unterhalb von 1,3 m teilen, werden als zwei getrennte Individuen erfasst. Befindet sich an der Messstelle eine Wucherung/Ast/Ausbeulung, wird oberhalb und unterhalb gemessen und dann der Mittelwert als BHD notiert.

Bei liegendem Totholz wird der Durchmesser in 1,3 m vom dicken Ende her erfasst und ebenfalls als BHD notiert (siehe **Abbildung 12**).

Baumhöhe Für stehende Bäume ist die Höhe als Distanz in Meter von der Baumspitze (oder Bruchstelle) zum Stammfuß definiert (Pretzsch, 2019). Neben der Gesamthöhe können weitere Höhen gemessen werden, etwa der Ansatzpunkt der untersten Äste (tot/lebend) zur Bestimmung der astfreien Schaftlänge oder der Ansatz der grünen Krone zur Herleitung des Kronenprozentages.

Distanz Horizontale Distanz in Meter (auf 1 Dezi-

Abbildung 10 Messpositionen des BHD für verschiedene Situationen (Abbildung aus Wevell v. Krüger et al. (2016)).

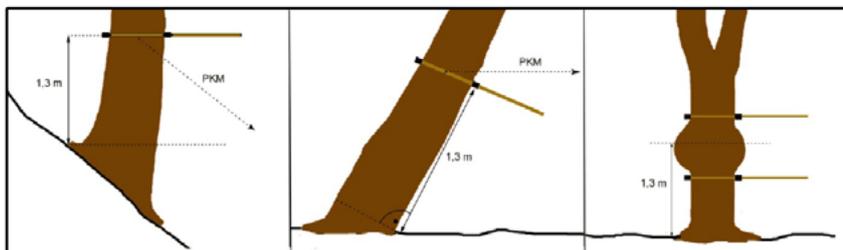


Abbildung 11 Messpositionen des BHD an Zwieseln (Abbildung aus Wevell v. Krüger et al. (2016)).

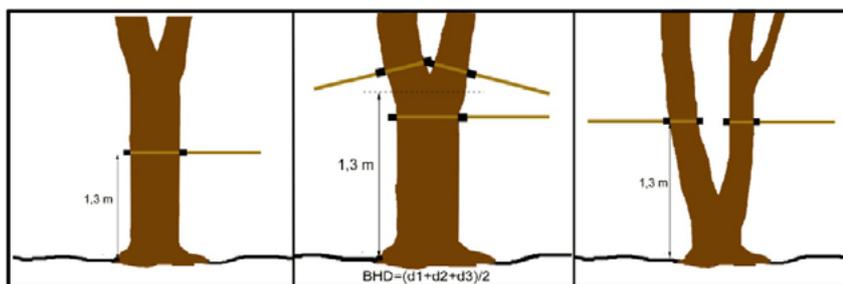
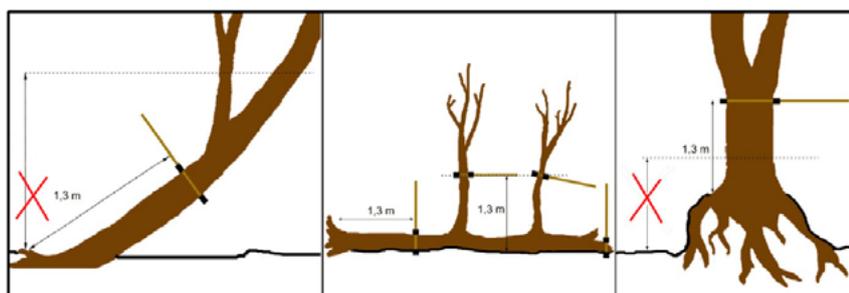


Abbildung 12 Messpositionen des BHD für besondere Baumformen (Abbildung aus Wevell v. Krüger et al. (2016)).



malstelle mathematisch gerundet) des Baumes zum Probeflächen-Messpunkt. Die Entfernung wird in der Regel mit dem Vertex bestimmt und erfolgt von der Stammmitte aus in BHD-Höhe (1,3 m). Bei liegenden Elementen wurde die Distanz zur BHD-Messstelle erfasst.

Azimet Der Winkel zwischen der magnetischen Nordrichtung und der Linie vom Probeflächen-Mittelpunkt zum Probebaum, Angabe in Grad oder Gon.

Zustand

Zustand des Baumes:

- **lebend:** Alle stehenden Bäume mit grünen Blättern oder Nadeln.
- **tot:** stehende, abgestorbene Bäume, auch Bruchstücke, wenn diese höher als 1,3 m sind oder liegendes Totholz und Stubben (Wurzelstöcke und Bruchstücke < 1,3 m).

Baumschicht Nur für lebende Bäume. Schichtzugehörigkeit des Baumes nach IUFRO-Klassifikation (Braeker, 2008):

- **Keine Zuordnung möglich** (beispielsweise im Plenterwald)
- **Oberschicht** (Baumhöhe > 2/3 Oberhöhe. Oberhöhe in Bezug auf den Waldbestand in den die Probefläche eingebettet ist)
- **Mittelschicht**
- **Unterschicht** (Baumhöhe < 1/3 Oberhöhe)
- **Überhälter** (einzelner Solitär, der deutlich über die Oberschicht hinausragt)

Vitalität Einordnung der Vitalität der lebenden Bäume Baumes nach IUFRO-Klassifikation (Braeker, 2008, Kramer and Akça, 2008):

- **Üppig:** vorwüchsiger Baum mit überdurchschnittlicher Vitalität
- **Normal:** Baum entspricht der durchschnittlichen Entwicklung
- **Kümmernd:** deutlich herabgesetzte Vitalität

Tendenz Entwicklungstendenz der lebenden Bäume Baumes nach IUFRO-Klassifikation (Braeker, 2008):

- **Vorwüchsend:** der Baum wird zukünftig eine dominierende Rolle übernehmen
- **Mitwüchsend:** der Baum wird sich normal weiter entwickeln
- **Zurückbleibend:** der Baum wird hinter seinen Konkurrenten zurückbleiben

Felder **Vitalität** und **Tendenz** sind in Größen zur soziologischen Stellung des Bestandes welche besonders in ungleichförmigen Beständen Verwendung finden (IUFRO-Klassifikation).

In gleichförmigen Beständen können alternativ die **Kraft'schen Klassen** (Kraft, 1884) erhoben werden:

- **vorherrschend**
- **herrschend**
- **mitherrschend**
- **beherrscht**
- **unterständig**

Kronenklasse Angabe zur Kronenlänge im Vergleich zur Baumhöhe. Hierbei wird der Ansatzpunkt des untersten lebenden Primärastes gewählt:

- **Äste bis zum Stammfuß vorhanden**
- **Langkronig:** Kronenlänge > ½ der Baumhöhe
- **Mittelkronig:** Kronenlänge ½ - ¼ der Baumhöhe
- **Kurzkronig:** Kronenlänge < ¼ der Baumhöhe

Alternativ können auch Kronenansatzpunkt und Baumhöhe ermittelt werden, um so das Kronenprozent exakt bestimmen zu können (vgl. **Baumhöhe**).

Baum-Mikrohabitate Baum-Mikrohabitate werden an jedem Aufnahmeelement erfasst. Hier könnte auch eine Beschränkung bspw. auf stehende Bäume stattfinden. Die Beschreibungen der einzelnen Mikrohabitate finden sich im gesonderten Teil (**4.2 Baum-Mikrohabitate**).

Totholztyp Kategorisierung des Totholzes in Anlehnung an die Aufnahmeanweisung der Bundeswaldinventuren (BMELV, 2011, BMEL, 2020). Äste oder Kronenbruchstücke sind entsprechend einzuordnen.

- **Stehend, ganzer Baum mit Krone**
- **Stehend, Bruchstück ohne Krone** (Höhe > 1,3 m)



Abbildung 13 Ein stark zersetzter (Zersetzungsgrad: Moderholz) liegender Baumstamm mit Mehrjährigen Porlingen (Foto: Carlson).

- **Wurzelstock** (Höhe < 1,3 m)
- **Liegend, ganzer Baum mit Wurzel**
- **Liegend, Stammstück mit Wurzel**
- **Liegend, Baum mit Krone ohne Wurzel**
- **Liegend, Stamm ohne Krone, ohne Wurzel**

Mindestkriterien für **liegendes Totholz** sind:

1. Kontakt zum Erdboden an mindestens zwei Stellen
2. Länge in der Probefläche ≥ 2 m
3. Durchmesser am Dicken Ende ≥ 10 cm
4. Durchmesser am dünnen Ende („Zopf“) ≥ 7 cm

Im Falle eines liegenden Stammes mit nach oben stehenden toten Ästen werden diese als stehendes Totholz erfasst, wenn dessen **BHD ≥ 7 cm** ist, und der liegende Stamm als liegendes Totholz erfasst.

Zersetzungsgrad Der Zersetzungsgrad wird für stehendes und liegendes Totholz festgestellt. „Die Festigkeit von totem Holz lässt sich mit einem Taschenmesser ermitteln. Mit dem Messer wird geprüft, wie groß der Widerstand des Holzkörpers gegenüber der Klinge ist. Wenn ein Holzstück in mehrere Kategorien

passt, ist der überwiegende Aspekt maßgebend.“ (aus (Keller, 2005)).

Die hier vorgestellte Methode zur Bestimmung des Zersetzungsgrades hat im Vergleich zu anderen Methoden den Vorteil, dass das Verhalten eines definierten Objektes (hier Messer) beim Eindringen in den Holzkörper beschrieben und entsprechend klassifiziert werden kann.

Die **Zersetzungsgrade** sind wie folgt definiert (Keller, 2005):

- **(1) Frischholz:** saftführend.
- **(2) Totholz:** saftlos, fest; das Messer dringt in Faserrichtung nur sehr schwer ein.
- **(3) Morschholz:** weniger fest; das Messer dringt in Faserrichtung leicht ein, nicht aber quer.
- **(4) Moderholz:** weich; das Messer dringt in jeder Richtung leicht ein.
- **(5) Mulmholz:** sehr locker oder pulverig, kaum noch zusammenhängend.

Länge des liegenden Totholzes in der Probefläche ≥ 2 m

Besonnung Totholz Beschreibung der Besonnungs-Situation des Totholzes (stehend oder liegend):

- **Geschlossener Bestand**, keine Besonnung
- **Lücke einer Baumkrone** (12 m im Durchmesser)
- **Lücke von 4 bis 5 Baumkronen** (25 m im Durchmesser)
- **Große Lücke** (50 m im Durchmesser)

Entstehung Totholz Auswahlfeld über die Entstehung des Totholzes:

- **Natürlich** (z.B. Sturmwurf oder Konkurrenzdruck)
- **Menschlich** (durch Fällung, wenn klarer Sägeschnitt erkennbar ist)

Höhenklasse stehendes Totholz Aus Gründen der Praktikabilität wurden die Höhen von stehendem Totholz in 3 Höhenstufen eingeteilt:

- **1,3 – 5 m**
- **5 – 10 m**
- **> 10 m**

Alternativ kann auch die exakte Höhe des stehenden Totholzes bestimmt werden (vgl. **Baumhöhe**).

Totholz Länge Länge des liegenden Totholzes in Meter innerhalb der Probefläche, das den Aufnahmekriterien (vgl. **Totholztyp**) entspricht. Gegebenenfalls kann hier zusätzlich auch noch die Ausrichtung des liegenden Totholzes erfasst werden.

Totholz Bodenkontakt Nur für liegendes Totholz! Angabe zu wie viel Prozent der Länge liegendes Totholz Kontakt zum Boden hat (Werte in Dezimalangabe zwischen 0 und 1 in 0,1 Abstufungen). Dies ist wichtig weil mit zunehmendem Bodenkontakt die Zersetzungsgeschwindigkeit des Totholzes steigt (Keller, 2005).



Abbildung 14 Der Feuersalamander (*Salamandra atra*) verkriecht sich bei trockenem Wetter unter feuchte-speicherndem liegendem Totholz mit Bodenkontakt (Foto: Carlson).

Baumkommentar Feld für sonstige nennenswerte Informationen zum Baum.

Baumfoto 1 Foto-Möglichkeit für Einzelbäume, beispielsweise besondere Strukturen. Dies sind optionale Felder, welche nur bei Bedarf Verwendung finden.

Baumfoto Kommentar Hinweise und Kommentare zum Baumfoto.

In welcher Variation und in welchem Detailgrad die jeweiligen Parameter bestimmt werden (können),

hängt von Zielsetzung, Budget und Ressourcenverfügbarkeit ab.

Die Auswahl der zu erhebenden Parameter wurde im vorliegenden Fall in Anlehnung an pragmatische Gesichtspunkte gewählt. Zum Beispiel wurden keine Baumhöhen gemessen, da dieser Parameter in Bezug auf die Zielgröße „Baum-Mikrohabitate“ nur wenig zu einem besseren Verständnis beiträgt und vergleichsweise zeitintensiv bei der Erhebung ist. Ebenso wurde ein Aufnahmeschema zur Vereinfachung der Datenerhebung entwickelt: Ein einzelnes Erfassen dünner Bäume ohne Mikrohabitate stellte einen unverhältnismäßig großen Aufwand dar, daher wurden diese unterhalb einer Kluppschwelle (hier 20 cm) in gruppierter Form erfasst.

Auf diese Weise wurde der Fokus auf den Zielvariablen belassen, relevante Parameter jedoch nicht außen vor gelassen. Insgesamt können vier Fälle unterschieden werden:

- **Fall 1 „lebend“ & „Einzelbaum“:** aufgenommen werden unter anderem Baumart, BHD, Position, sowie Baum-Mikrohabitate.
- **Fall 2 „lebend“ & „Gruppe“:** in der Regel für viele gleichförmige Bäume ohne Baum-Mikrohabitate. Aufgenommen werden unter anderem Baumart, mittlerer BHD, Anzahl der Bäume.
- **Fall 3 „tot“ und „Einzelbaum“:** aufgenommen werden unter anderem Baumart, BHD, Position, Zersetzungsgrad, Totholztyp sowie eine eingeschränkte Auswahl von Baum-Mikrohabitaten.
- **Fall 4 „tot“ & „Gruppe“:** in der Regel für viele gleichförmige Elemente, wie zum Beispiel zahlreiche dünne Stubben. Aufgenommen werden unter anderem Baumart, mittlerer BHD, Anzahl der Elemente.

4.2 Baum-Mikrohabitate

Zur Verbesserung der Datenqualität sollten Baum-Mikrohabitate im Team erfasst werden (Paillet et al., 2015) und aufgrund der bessern Kroneneinsicht bei Laubbäumen im Herbst oder Winter nach dem Laubfall stattfinden (Bütler et al., 2020, Larrieu et al., 2018). Die Erfassung von Mikrohabitaten findet an stehenden Bäumen (lebend und tot) und auch an liegendem Totholz statt. An stehenden lebenden Bäumen werden alle Mikrohabitate berücksichtigt. Mikrohabitate werden vom Boden aus mit Unterstützung von Ferngläsern erfasst. Zählbare Mikrohabitate (z.B. Spechthöhlen, Astlöcher oder Totäste) werden – sofern sie die beschriebenen Kriterien (z.B. Größe, Durchmesser, Anzahl) erfüllen – in ihrer Anzahl erfasst, nicht-zählbare Mikrohabitate (beispielsweise epiphytischer Bewuchs) in ihrem Bedeckungsgrad prozentual geschätzt (Wertebereich 0 bis 1 in 0,1 Schritten) oder nach einem Präsenz-Absenz-Schema (0 oder 1). Als Standardwert ist in jedem Feld



Abbildung 15 Ein Buntspecht an seiner Bruthöhle in einer Buche in Baden-Württemberg (*Dendrocopos major*) (Foto: Carlson).



Abbildung 16 Elemente einer Habitatbaumgruppe mit einem rotandigen Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*), ein mehrjähriger Porling (Foto: Carlson).

„0“ angegeben um unnötiges Eintippen zu ersparen. **Baum-Mikrohabitate** oder einfacher **„Mikrohabitate“** – oftmals auch als Schlüsselstrukturen oder Sonderstrukturen bezeichnet – sind kleine, klar abgrenzbare Strukturelemente an (lebenden und toten) Bäumen. Mikrohabitate stellen ökologische Nischen bereit und tragen so zur Struktur- und Artenvielfalt in Wäldern bei. Für die Kartierung von Mikrohabitaten

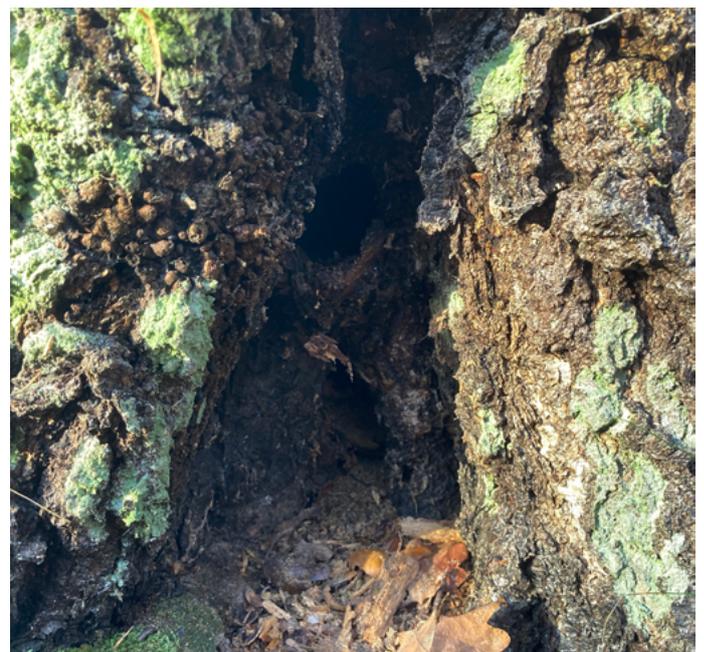


Abbildung 17 Eichelreste vor einem Mauseloch in einer Stammfußhöhle eines Baumes (Foto: Carlson).

wird hier der Katalog von Larrieu et al. (2018) verwendet -- „*Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization*“. Es werden 7 Formen von Mikrohabitaten unterschieden, die sich in 15 Gruppen und 47 einzelne Mikrohabitate untergliedern. Diese Kategorisierung unterscheidet sich leicht von der des „*Katalog der Baummikrohabitate -- Referenzliste für Feldaufnahmen*“ (Kraus et al. 2016) welche bei Geländeaufnahmen ergänzend hinzugezogen werden kann. Zur Identifikation und weiteren Erläuterung kann auch der „*Taschenführer*

der Baum-Mikrohabitate“ (Bütler et al., 2020) herangezogen werden. Einen Überblick über die hier verwendete Kategorisierung der Baum-Mikrohabitate gibt **Tabelle 1**.

Die Erfassung von Mikrohabitaten an Einzelbäumen findet mit hoher Genauigkeit statt, das heißt für die Kartierung werden insgesamt 47 Mikrohabitate unterschieden. Für ein präzises Ansprechen von Mikrohabitaten sind Schulung des eigenen Blickes und Übung sowie der Austausch mit anderen Personen unerlässlich.



Abbildung 18 In einer Rindentasche (oben offen) an einem Totholzstubben verbirgt sich das Nest eines Zaunkönigs (*Troglodytes troglodytes*) (Foto: Carlson).



Abbildung 19 Viele Laufkäfer wie diese Dunkelblauen Laufkäfer (*Carabus intricatus*) überwintert in Totholz (z.B. unter loser Rinde). Die Larven des *C. intricatus* leben in Totholz und ernähren sich von Insekten während die adulten Käfer unter anderem in den epiphytischen Moosen an Laubbäumen Schnecken und Insekten jagen (Foto: Carlson).

Table 1 Gliederung und Definition von Baum-Mikrohabitaten mit Definition und Schwellenwerten (Larrieu et al., 2018). Für Beispielfotos und Illustrationen kann der „Taschenführer der Baum-Mikrohabitats“ (Bütler et al., 2020) zu Rate gezogen werden, weitere Informationen finden sich in **Anhang II 5.2.4** weitere Beispiele (Fotobeispiele: Carlson).

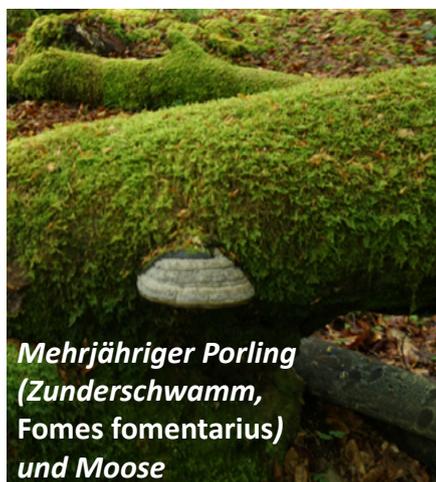
Formen	Gruppen	Code	Mikrohabitat	Definition und Schwellenwert
Höhlungen	Spechthöhlen	c11	Kleine Bruthöhlen ($\varnothing < 4\text{cm}$)	Höhleneingang $\varnothing < 4\text{ cm}$
		c12	Mittelgroße Bruthöhle ($\varnothing = 4\text{-}7\text{ cm}$)	Höhleneingang $\varnothing = 4\text{-}7\text{ cm}$
		c13	Große Bruthöhle ($\varnothing > 10\text{ cm}$)	Höhleneingang $\varnothing > 10\text{ cm}$
		c14	Höhlenetagen	Höhleneingang $\varnothing > 3\text{cm}$
	Mulmhöhlen	c21	Mulmhöhle mit Bodenkontakt	Öffnung $\varnothing > 10\text{ cm}$
		c22	Mulmhöhle ohne Bodenkontakt	Öffnung $\varnothing > 10\text{ cm}$
		c23	Mulmhöhle halboffen	Öffnung $\varnothing > 30\text{ cm}$
		c24	Kaminartiger, hohler Stamm mit Bodenkontakt	Öffnung $\varnothing > 30\text{ cm}$
		c25	Kaminartiger, hohler Stamm ohne Bodenkontakt	Öffnung $\varnothing > 30\text{ cm}$
		c26	Asthöhle	Öffnung $\varnothing > 10\text{ cm}$
	Insektenlöcher	c31	Insektengalerien und Bohrlöcher	Loch $\varnothing > 2\text{ cm}$ oder zahlreiche kleinere Löcher $> 300\text{ cm}^2$ (A5)
	Vertiefungen	c41	Dendrotelme und wassergefüllte Baumhöhlungen	Öffnung $\varnothing > 15\text{ cm}$
		c42	Fraßlöcher (Spechte)	Tiefe $> 10\text{ cm}$, Öffnung $\varnothing > 10\text{ cm}$
		c43	Rindenbedeckte Einbuchtungen am Stamm	Tiefe $> 10\text{ cm}$, Öffnung $\varnothing > 10\text{ cm}$
		c44	Stammfußhöhle	Eingang $\varnothing > 10\text{ cm}$



Formen	Gruppen	Code	Mikrohabitat	Definition und Schwellenwert
Stammverletzungen und freiliegendes Holz	Freiliegendes Splintholz	i11	Holz ohne Rinde	Fläche > 300 cm ² (DIN A5)
		i12	Brandverletzungen	Fläche > 600 cm ² (DIN A4)
		i13	Rindentasche (unten offen)	Abstand > 1 cm; Breite > 10 cm; Höhe > 10 cm
		i14	Rindentasche (oben offen)	Abstand > 1 cm; Breite > 10 cm; Höhe > 10 cm
	Freiliegendes Splintholz und Kernholz	i21	Stammbruch	Stamm \varnothing > 10 cm Bruchstelle
		i22	Starkastbruch mit freiliegendem Kernholz	Fläche > 300 cm ² (A5)
		i23	Riss, Spalte	Länge > 30 cm, Breite > 1 cm, Tiefe > 10 cm
		i24	Blitzrinne	Länge > 30 cm, Breite > 1 cm, Tiefe > 10 cm
		i25	Riss bei Zwiesel	Länge > 30 cm
Kronentotholz	Kronentotholz	d11	Tote Äste	Ast \varnothing > 10 cm, oder Ast \varnothing > 3 cm und > 10% Kronentotholz
		d12	Abgestorbene Kronenspitze	> 10 cm an der Basis
		d13	Starkastabbruch	Ast \varnothing > 20 cm bei Bruchstelle, Länge des restlichen Asts > 50 cm
Wucherungen	Hexenbesen und Wasserreiser	x11	Hexenbesen	Größter \varnothing > 50 cm
		x12	Wasserreiser	> 5 Zweige
	Maserknollen und Krebse	x21	Maserknollen	Größter \varnothing > 20 cm
		x22	Krebse	Größter \varnothing > 20 cm oder großer Teil des Stammes bedeckt



Formen	Gruppen	Code	Mikrohabitat	Definition und Schwellenwert
Feste und schleimige Pilzfruchtkörper	Mehrjährige Pilzfruchtkörper	f11	Mehrjährige Porlinge	Größter \varnothing > 5 cm oder Gruppe > 10 Fruchtkörper
	Kurzlebige Pilzfruchtkörper und Schleimpilze	f21	Einjährige Porlinge	Größter \varnothing > 5 cm oder Gruppe > 10 Fruchtkörper
		f22	Ständerpilze	Größter \varnothing > 5 cm oder Gruppe > 10 Fruchtkörper
		f23	Große Schlauchpilze	Fruchtkörper \varnothing > 3 cm oder Gruppe > 100 cm ²
		f24	Schleimpilze	Größter \varnothing > 5 cm
Epiphytische, epixylische und parasitische Strukturen	Pflanzen und Flechten, epiphytisch oder parasitisch	e11	Moose oder Lebermoose	> 10 % Stamm bedeckt
		e12	Blatt- oder Strauchflechten	> 10 % Stamm bedeckt
		e13	Efeu oder Lianen	> 10 % Stamm bedeckt
		e14	Farne	> 5 Wedel
		e15	Misteln	Größter \varnothing > 20 cm für <i>Viscum</i> spp. und <i>Loranthus europaeus</i> ; > 10 Büschel für <i>Arceuthobium oxycedri</i>
	Nester	e21	Nester von Wirbeltieren	\varnothing > 10 cm
		e22	Nester von Wirbellosen	Präsenz (direkte Beobachtung oder assoziierte Insekten)
	Mikroböden	e31	Mikroböden (Rinde)	Präsenz (direkte Beobachtung oder Pilze)
		e32	Mikroböden (Krone)	Präsenz
	Ausflüsse	Saft- und Harzfluss	r11	Aktiver Saftfluss
r12			Starker Harzfluss	Länge > 10 cm



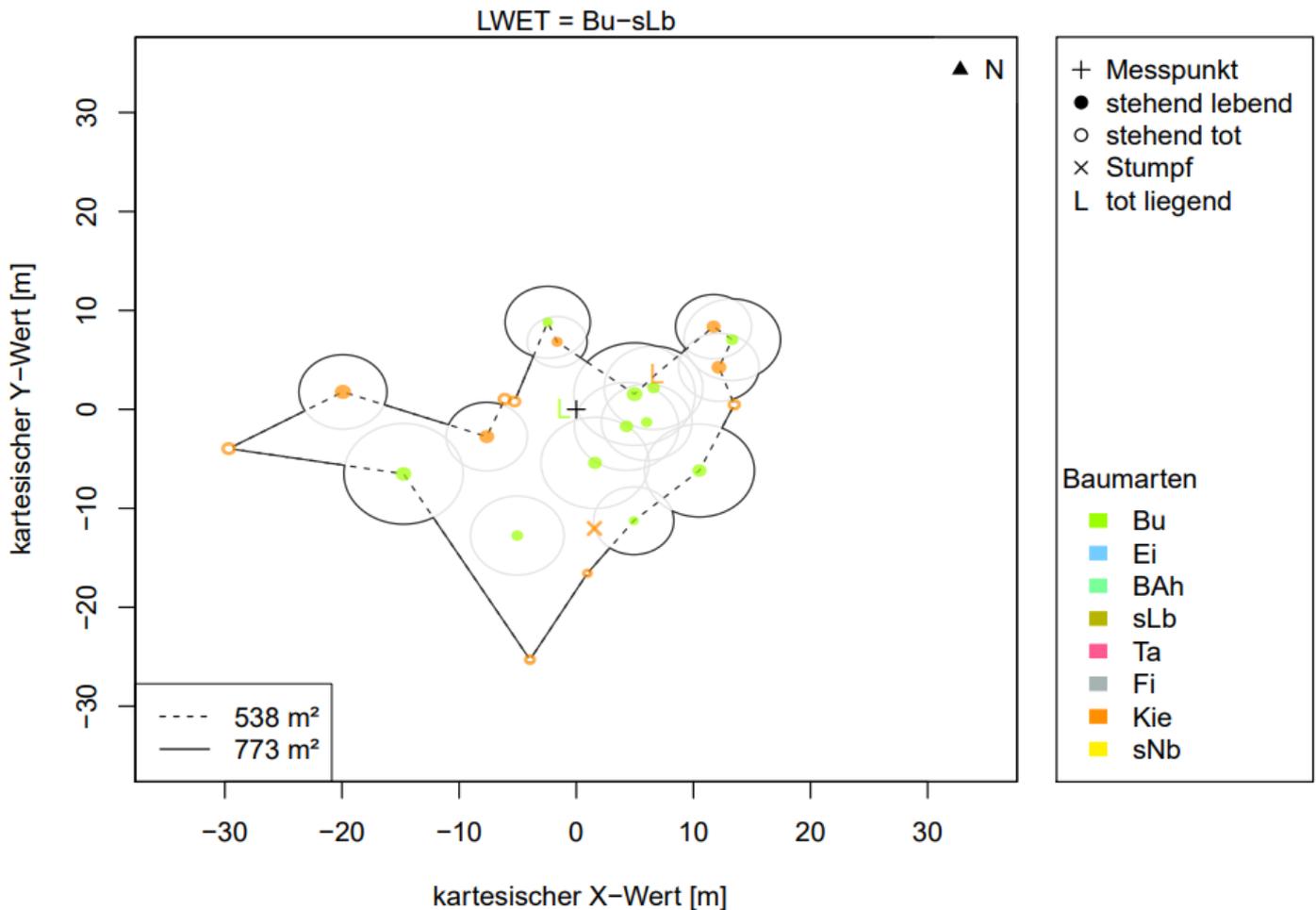


Abbildung 20 Stammfußkarte der Habitatbaumgruppe. Von einem Messpunkt (+) aus wurden alle Bäume der Habitatbaumgruppe erfasst und eingemessen. Die Punktgröße spiegelt, um Faktor 2 überhöht, den BHD eines Baumes wider. Die Kronenschirmflächen (große Kreise mit grauem Rand) wurden für lebende Bäume artspezifisch mittels BHD aus Tabellenwerken abgeleitet.

5 Zusammenführung der Daten

Die erfassten Daten auf Einzelbaumebene können mit Hilfe der Koordinaten in einen räumlichen Bezug gesetzt und auf Probeflächen-Ebene zusammengeführt werden. Beispielsweise lassen sich auf diese Weise Stammfuß-Karten der kartierten Baumgruppen erstellen (**Abbildung 20**). Hierfür müssen zunächst die Azimut- und Entfernungsdaten in ein Koordinatensystem übertragen werden, damit erhält jedes Aufnahmeelement eine Position. Über die Punkt-Koordinaten lassen sich dann Flächen herleiten.

Weiterhin können auch mittlere Distanzen zwischen Bäumen oder entfernungs-basierte Indizes (beispielsweise zur Konkurrenz) berechnet werden. Mit der Herleitung eines Flächenbezuges können auch unterschiedlich große Baumgruppen miteinander verglichen werden, indem alle Werte beispielsweise auf einen Hektar hochgerechnet werden. Details zur Flächenherleitung von Baumgruppen finden sich in **Anhang III**. Ein Auswertungsbeispiel einer Habitatbaumgruppe ist im **Anhang IV**.

6 Ausblick

Die Erhebungen der hier vorgestellten biodiversitätsrelevanten Waldstrukturen, Baum-Mikrohabitate und Totholz, stellen einen Ansatz dar, die ökologische Wertigkeit an Bäumen und in Wäldern für waldbewohnende Organismen zu quantifizieren. Dieser Methodenleitfaden soll als Anhaltspunkt dienen, wie eine solche Erhebungen auch für Einzelbäume und unterschiedlich großen Baumgruppen durchgeführt werden kann. Das Einbeziehen aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse, als auch die Verwendung von Definitionen und Erfassungskriterien stellt eine solide Grundlage für zielgerichtete und reproduzier-

bare Inventuren dar. Zudem soll die Verwendung von Open-Source-Software die Anwendbarkeit erleichtern.

Langzeitdaten im Kontext von biodiversitätsrelevanten Waldstrukturen sind bislang spärlich verfügbar und decken oftmals eine vergleichsweise grobe Detailschärfe ab. Umso wichtiger ist es, Inventuren in diesem Kontext auf eine fundierte Basis zu stellen, um gegebenenfalls zukünftige Wiederholungskartierungen zu erleichtern und eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen.



Abbildung 21 Eine Vielfalt an Baum-Mikrohabitaten und Totholz (starkes-, liegendes- und stehendes Totholz in verschiedenen Zersetzungsgraden) in einem Laubmischwald in Baden-Württemberg (Foto: Carlson).

Literaturverzeichnis

ALBRECHT, A., KOHNLE, U. & NAGEL, J. 2012. Parametrisierung und Evaluierung von BWinPro für Baden-Württemberg anhand waldwachstumskundlicher Versuchsflächendaten, Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldwachstum.

ALEFF, N. 2016. Beiträge zur Methodik der Flächenermittlung von Habitatbaumgruppen in Baden-Württemberg Untersuchungen zur flächenbasierten Berechnung von Opportunitätskosten. Bachelorthesis, Albert-Ludwigs-Universität.

BMEL, B. F. E. U. L. 2020. Aufnahmeanweisung für die vierte Bundeswaldinventur (BWI 2022). 1. Auflage, Juni 2020 (Version 1.01).

BMELV, B. F. E., LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ 2011. Aufnahmeanweisung für die dritte Bundeswaldinventur (BWI³) (2011-2012) 2. geänderte Auflage.

BRAEKER, O. U. 2008. Skript Waldwachstum I/II

BROKAW, N. & THOMPSON, J. 2000. The H for DBH. Forest Ecology and Management, 129, 89-91.

BÜTLER, R., LACHAT, T., KRUMM, F., KRAUS, D. & LARRIEU, L. 2020. Taschenführer der Baummikrohabitate. 61.

DÖBBELER, H., ALBERT, M., SCHMIDT, M., NAGEL, J. & SCHRÖDER, J. 2011. BWinPro Programm zur Bestandesanalyse und Prognose - Handbuch zur gemeinsamen Version von BWinPro und BWinPro-S- Version 6.3, Göttingen/Dresden.

EFI. 2020. Catalogue of Tree Microhabitats [Online]. European Forestry Institute. Abrufbar: <https://informar.eu/tree-microhabitats> [Accessed 21.10.2020 2020].

FORSTBW. 2010A. Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg.

FORSTBW. 2010B. AuT-Praxishilfe Auswahl und Markierung von Habitatbaumgruppen. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg.

FORSTBW. 2014. Arbeitssicherheit auf den Punkt gebracht - Waldarbeit im Staatswald 2013.

FORSTBW. 2015. Die Gesamtkonzeption Waldnaturschutz ForstBW mit den Waldnaturschutzzielen 2020.

FORSTBW. 2017. Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg. Stuttgart.

IWW, P. F. W. U. D. 2016. Vereinfachter Leitfaden zur Bestandesbeschreibung und Planung.

KAHLE, M. 2004. Untersuchungen zum Wachstum der Elsbeere (*Sorbus torminalis* [L.] Crantz) am Beispiel einiger Mischbestände in Nordrhein-Westfalen.

KELLER, M. 2005. Schweizerisches Landesforstinventar Anleitung für die Feldaufnahmen der Erhebung 2004–2007. 393.

KRAFT, G. 1884. Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben, Hannover, Klindworth.

KRAMER, H. & AKCA, A. 2008. Leitfaden zur Waldmesslehre, Frankfurt am Main, Sauerländer.

KRAUS, D., BÜTLER, R., KRUMM, F., LACHAT, T., LARRIEU, L., MERGNER, U., PAILLET, Y., RYDKVIST, T., SCHUCK, A., UND WINTER, S., 2016. Katalog der Baummikrohabitate – Referenzliste für Feldaufnahmen. Integrate+ Technical Paper. 16 S.

LARRIEU, L., PAILLET, Y., WINTER, S., BÜTLER, R., KRAUS, D., KRUMM, F., LACHAT, T., MICHEL, A. K., REGNRY, B. & VANEKERKHOVE, K. 2018. Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: A hierarchical typology for inventory standardization. Ecological Indicators, 84, 194-207.

PAILLET, Y., COUTADEUR, P., VUIDOT, A., ARCHAUX, F. & GOSSELIN, F. 2015. Strong observer effect on tree microhabitats inventories: A case study in a French lowland forest. Ecological Indicators, 49, 14-23.

PRETZSCH, H. 2019. Grundlagen der Waldwachstumsforschung, Berlin, Heidelberg, Springer.

SCHÜTZ, J. P. 2003. Waldbau I -- Die Prinzipien der Waldnutzung und der Waldbehandlung. Zürich.

SVLFG. 2020. Schadholzeinschlag [Online]. Available: <https://www.svlfg.de/schadholzeinschlag> [Accessed 18.10.2020 2020].

WEVELL V. KRÜGER, A., MOOSMANN, S., WINKLER, K. & KÄRCHER, R. 2016. Methodenhandbuch für die Waldstrukturaufnahme in ungenutzten Wäldern in Baden-Württemberg und Luxemburg.

WSL. 2020. Aufnahme mit dem Smartphone [Online]. WSL. Available: <https://totholz.wsl.ch/de/habitatbaeume/erhaltung-von-habitatbaeumen/aufnahme-mit-dem-smartphone.html> [Accessed 21.10.2020].

Anhang I

Tabelle 2 Beispielhafte Liste der Baum- und Straucharten. Die häufigsten Baumarten in den ersten sieben Zeilen, dann alphabetisch nach deutschem Namen.

Baumarten	
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
<i>Fagus sylvatica</i>	Buche
<i>Quercus petraea</i>	Traubeneiche
<i>Abies alba</i>	Weißtanne
<i>Pinus sylvestris</i>	Gem. Kiefer
<i>Picea abies</i>	Gem. Fichte
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Bergahorn
<i>Fraxinus excelsior</i>	Esche
<i>Populus tremula</i>	Aspe
<i>Populus balsamifera</i>	Balsampappel
<i>Ulmus glabra</i>	Bergulme
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglasie
<i>Taxus baccata</i>	Eibe
<i>Sorbus torminalis</i>	Elsbeere
<i>Castanea sativa</i>	Eßkastanie
<i>Larix decidua</i>	Eur. Lärche
<i>Rhamnus frangula</i>	Faulbaum
<i>Acer campestre</i>	Feldahorn
<i>Ulmus minor</i>	Feldulme
<i>Ulmus laevis</i>	Flatterulme
<i>Quercus pubescens</i>	Flaumeiche
<i>Prunus padus</i>	Gew. Traubenkirsche
<i>Alnus incana</i>	Grauerle
<i>Populus canescens</i>	Graupappel
<i>Carpinus betulus</i>	Hainbuche
<i>Corylus avellana</i>	Hasel
<i>Populus canadensis</i>	Hybridpappel
<i>Populus spec.</i>	Kulturpappel
<i>Abies grandis</i>	Küstentanne
<i>Tilia spec.</i>	Linde (allg.)
<i>Sequoia gigantea</i>	Mammutbaum
<i>Sorbus aria</i>	Mehlbeere
<i>Betula pubescens</i>	Moorbirke

Baumarten	
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
<i>Abies nordmanniana</i>	Nordmannstanne
<i>Populus spec.</i>	Pappel (allg.)
<i>Platanus spec.</i>	Platane
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinie
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Roßkastanie
<i>Quercus rubra</i>	Roteiche
<i>Salix caprea</i>	Salweide
<i>Betula pendula</i>	Sandbirke
<i>Prunus spinosa</i>	Schwarzdorn, Schlehe
<i>Alnus glutinosa</i>	Schwarzerle
<i>Pinus nigra</i>	Schwarzkiefer
<i>Juglans nigra</i>	Schwarznuss
<i>Populus nigra</i>	Schwarzpappel
<i>Populus alba</i>	Silberpappel
<i>Salix alba</i>	Silberweide
<i>Tilia platyphyllos</i>	Sommerlinde
<i>sonstiges</i>	sonstiges
<i>Sorbus domestica</i>	Speierling
<i>Acer platanoides</i>	Spitzahorn
<i>Ilex aquifolium</i>	Stechpalme
<i>Quercus robur</i>	Stieleiche
<i>Ulmus spec.</i>	Ulme (allg.)
<i>Sorbus aucuparia</i>	Vogelbeere
<i>Prunus avium</i>	Vogelkirsche
<i>Juniperus communis</i>	Wacholder
<i>Juglans regia</i>	Walnuss
<i>Salix spec.</i>	Weide (allg.)
<i>Crataegus spec.</i>	Weißdorn
<i>Pinus strobus</i>	Weymouthskiefer
<i>Malus sylvestris</i>	Wildapfel
<i>Pyrus pyraster</i>	Wildbirne
<i>Tilia cordata</i>	Winterlinde

Anhang II

In den nachfolgenden Abschnitten werden exemplarisch einige Materialien (Geräte und Software) mit ihren wichtigsten Funktionen erläutert. Diese sollen als Anregung dienen. Anwendungsdetails müssen den jeweiligen Voraussetzungen angepasst werden.

Geräte

Tablet

Für die Kartierung werden unterschiedliche Versionen des „Samsung Galaxy Tab Active“ verwendet.

Vertex

„Zu Beginn einer Aufnahme sowie bei Witterungsänderungen (Temperatur, Feuchte) während der Aufnahme ist der Vertex III bzw. IV zu kalibrieren. Vor dem Kalibrieren muss das Gerät die Temperatur der Umgebungsluft angenommen haben und darf während der Messungen keinem erheblichen Temperaturwechsel ausgesetzt werden, da das Messergebnis dadurch beeinflusst werden kann. Beispiele dafür: Nach der Anfahrt mit dem Auto vor der Kalibrierung erst einige Minuten abkühlen lassen, bei Kälte nicht in die Jackentasche stecken oder in einen beheizten Raum mitnehmen. Beim Ablesen der Hangneigung mit dem Vertex muss immer der Wert „degree“ (DEG) abgelesen werden. „Degree“ bezeichnet die Hangneigung in Grad (360° Einteilung), die Angabe Grad dagegen steht für Grad Gon (400 Grad Einteilung).“ (Wevell v. Krüger et al., 2016)

Bussole

„Bei den Messungen ist sicherzustellen, dass die Bussole nicht von metallischen oder magnetischen Gegenständen beeinflusst wird. Beachten Sie einen ausreichenden Abstand zu Feldcomputer, Brille, Handy, Regenschirm o.ä.. Der Feldcomputer darf nicht auf direkter Höhe neben der Bussole gehalten werden. In ebenem Gelände befindet sich der Feldcomputer in ausreichendem Abstand unter der Bussole. In starken Hanglagen ist insbesondere beim Arbeiten oberhalb der Bussole auf einen maximal möglichen Abstand zwischen Bussole und Feldcomputer zu achten. Wird die Bussole direkt über dem vermarkten Stichprobenpunkt aufgestellt, ist eine Beeinflussung durch die Magneten des Stichprobenpunktes geringfügig und kann vernachlässigt werden.“ (Wevell v. Krüger et al., 2016)

Umfangmaßband

„Bei der Bestimmung des Durchmessers mit dem Umfangmessband ist darauf zu achten, dass es sich nicht verdreht und rund um den Stamm auf gleicher Höhe (1,3m) gleichmäßig anliegt. Ein Umfangmaßband wird dann verwendet, wenn der BHD größer ist als 80 cm (Grenzwert der großen Kluppe).“ (Wevell v. Krüger et al., 2016)

Software

Auf dem bereitgestellten Tablet kommen für die Kartierung verschiedene Apps zum Einsatz, die im Folgenden kurz vorgestellt werden. Detaillierte Anleitungen und Nutzungsmöglichkeiten werden zu einem späteren Zeitpunkt spezifiziert.

ODK (Open Data Kit)

Zur Erfassung der Daten wird die App ‚ODK Collect‘ verwendet (<https://opendatakit.org/>). Für jeden Plot wird ein eigenes Eingabeformular ausgefüllt (siehe **Abbildung 22**). Eingabeformulare können leicht on- oder offline erstellt werden. Es gibt auch die Möglichkeit einer Synchronisation vom mobilen Endgerät zu einem Server.

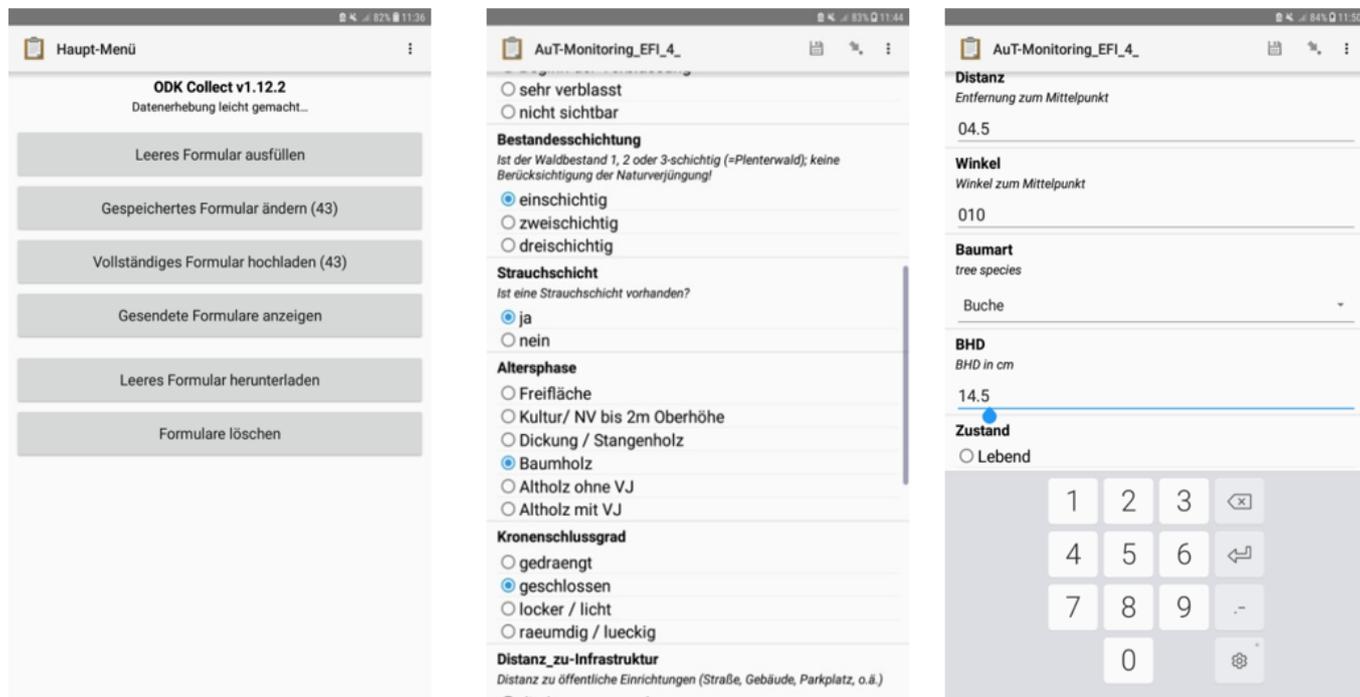


Abbildung 22 Screenshot aus der ODK Collect App. Links Hauptmenü, Mitte und rechts beispielhafte Darstellung der Eingabeoberfläche.

QField

QField (www.qfield.org) ist die mobile Applikation des frei verfügbaren GIS-Programmes QGIS. Mittels dieser App können Hintergrundinformationen wie zum Beispiel Bestandes-Abgrenzungen, Luftbilder oder Geländetopografie bereitgestellt werden. Ebenso besteht die Möglichkeit der direkten Erfassung von Informationen im Feld (siehe **Abbildung 23**).

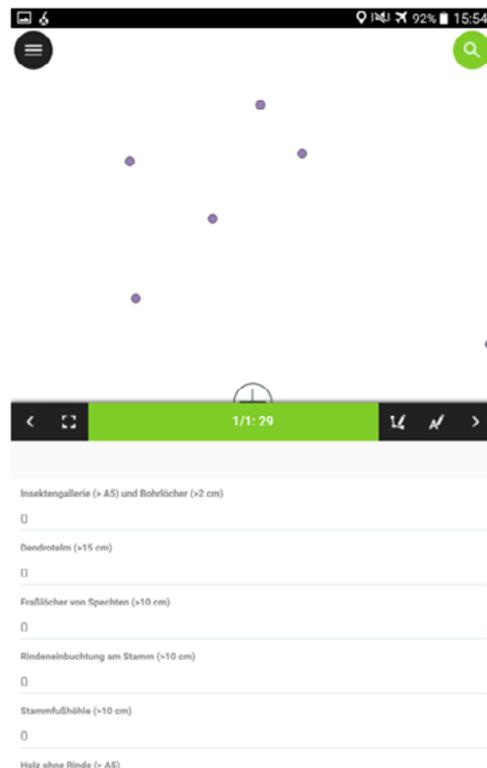


Abbildung 23 Screenshot aus QField-App. Bereits kartierte Bäume sind hier durch lila Punkte repräsentiert. Unten die zugehörige Attributtabelle im Editiermodus.

OsmAnd

OsmAnd (Offline mobile maps and navigation, siehe www.osmand.net) ist eine offline Navigations-App auf der Basis von Openstreetmap. Mittels GPS-Punkten können beispielsweise Probeflächen aufgesucht werden (siehe **Abbildung 11**). Die App kann gut zur Orientierung und groben Navigation verwendet werden, bietet in ihrer freien Version jedoch keine topografischen Informationen.

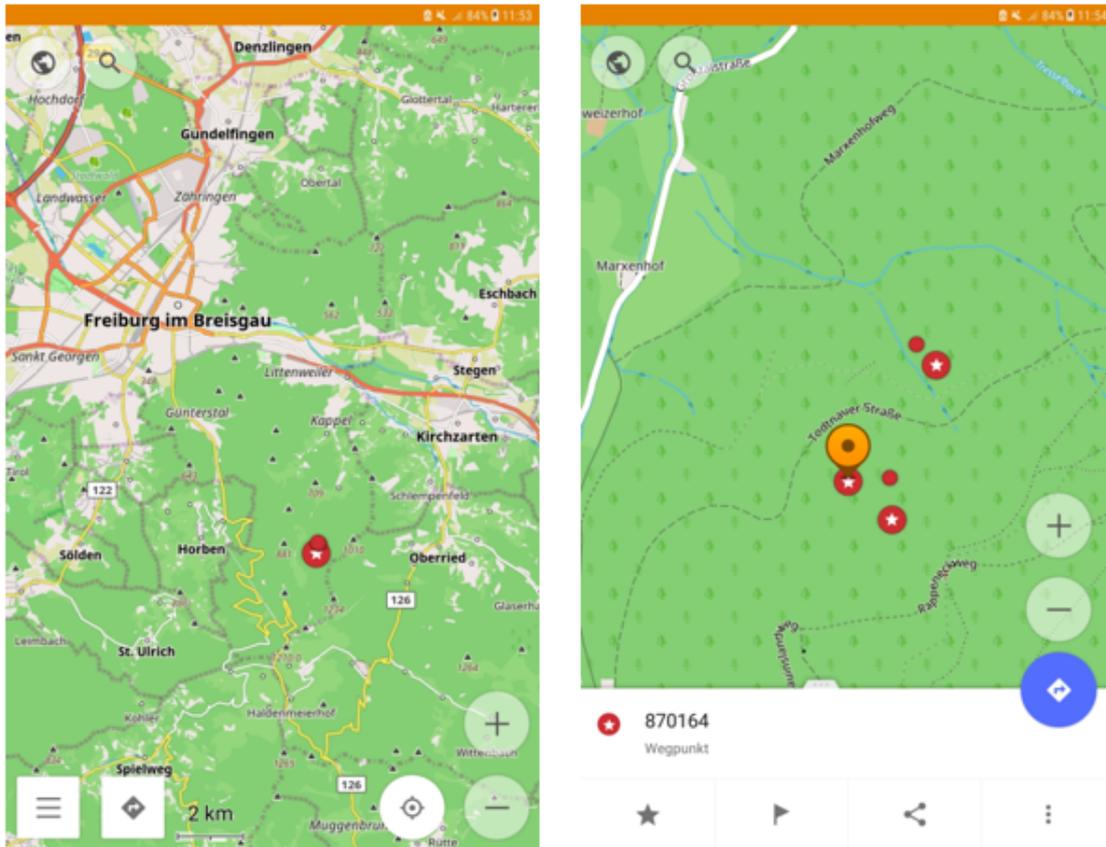


Abbildung 24 Screenshot aus OsmAnd mit beispielhafter Darstellung von Probeflächen.

weitere Beispiele

- **Integrate+** tree microhabitat phone App, Tree Microhabitat Catalogue App vom European Forestry Institute (EFI, 2020).
- **HabiApp**, Erfassungs-App für Habitatbäume (WSL, 2020).

Anhang III

Flächenherleitung

Um sich einer "Bestandesfläche" basierend auf einzelnen Bäumen oder Baumgruppen anzunähern, stehen verschiedene Methoden zur Verfügung (Aleff, 2016):

- Addition von Kronenschirmflächen
- Konvex- oder Konkavpolygon auf Basis der Stammfußpositionen
- Erweitertes Stammfußpolygon um Kronenschirmflächen lebender und/oder toter Bäume

Das im Folgenden vorgestellte Vorgehen, leitet eine Fläche ab, deren Grundlage das Stammfußpolygon bildet. Dieses wird um die Kronenschirmflächen nach außen erweitert. Die Methode basiert auf der Ableitung von Standraumflächen nach Zustand, Baumart, BHD und Position aller Elemente die sich innerhalb der HBG befinden.

Zunächst werden die Positionen aller aufgenommenen Elemente von Polarkoordinaten (Distanz, Azimut) in kartesische Koordinate (Rechts- und Hochwert) überführt. Dabei repräsentiert der Mittelpunkt bzw. der Messpunkt des BHDs die jeweilige Koordinate. Auf diese Weise erhält man eine Stammfußkarte. Wird nun eine Hülle um die äußersten Bäume gelegt erhält man eine Standraumfläche (vgl. **Abbildung 20** gestrichelte Linie), welche in diesem Fall zur Berechnung der Totholzvorräte herangezogen wurde, da liegendes Totholz entlang der Außenkanten "abgeschnitten" wurde. Die Baumkronen der lebenden Bäume ragen über den Rand dieses Stammfußpolygons hinaus. Die Kronenradien wurden über allometrische Formeln auf Grundlage des BHD und der Baumart berechnet (Albrecht et al., 2012, Döbbeler et al., 2011, Kahle, 2004). Alternativ können Kronenbreiten durch Ablotung vor Ort erfasst werden.

Mit den berechneten Flächen der Probestflächen können Bestandes-bezogene Parameter als Werte pro Hektar ausgedrückt werden. Dies ermöglicht eine Vergleichbarkeit unterschiedlich großer Flächen. Für die in **Abbildung 20** gezeigte Stammfußkarte werden verschiedene flächenbezogene Kenngrößen zusammengefasst in **Anhang IV** wiedergegeben.

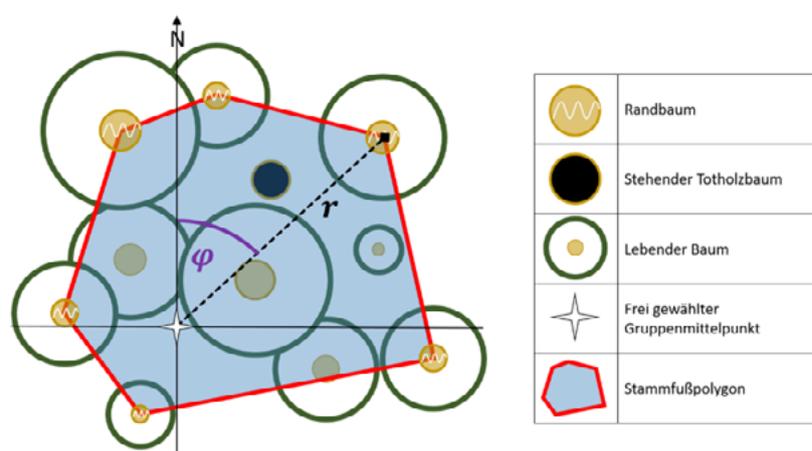


Abbildung 25 Schematische Darstellung von einer Konvexpolygonfläche mit Stammfuß als Eckpunkte (Abbildung aus Aleff, 2016).

Anhang IV

Auswertungsbeispiel

Tabelle 3 Nachfolgende Tabelle beschreibt den Zustand der Habitatbaumgruppe zum Zeitpunkt der Kartierung. Die forstlichen Grundinformationen werden einmal für die Habitatbaumgruppe selbst und als Hektar-basierte Angaben wiedergegeben. Letztere wurden auf Basis der Kronenschirmfläche und des Standraums der Habitatbaumgruppe (vergleiche **Abbildung 20**) abgeleitet. Bestockung und Grundfläche wurden aus der Anzahl stehender Bäume oberhalb der Derbholzgrenze hergeleitet. Volumina wurden mittels BHD mit Hilfe von allometrischen Formeln (auf Basis der BWI3 in Baden-Württemberg) berechnet und sind somit als Näherungswerte zu verstehen.

Kartierdatum	Stichproben-Nr.	WET	AKL	Ausweisungs-jahr
14.02.2019	1145	Bu-sLb	II	2011
Bestandes-schichtung	Kronenschluss-grad	Altersphase	Verjüngungs-%	Summe Mikrohabitate
Einschichtig	Gedrängt	Altholz mit VJ	20	77
Bestockung [N]	Grundfläche [m ²]	Vorrat lebend [m ³]	Totholz stehend [m ³]	Totholz liegend [m ³]
16	2	32,8	10,6	0,2
Bestockung [N/ha]	Grundfläche [m ² /ha]	Vorrat lebend [m ³ /ha]	Totholz stehend [m ³ /ha]	Totholz liegend [m ³ /ha]
207	25,9	424,2	197,9	4,1



Abbildung 26 Fotos der Habitatbaumgruppe zum Zeitpunkt der Kartierung (vgl. **Tabelle 3**) (Fotos: Großmann).

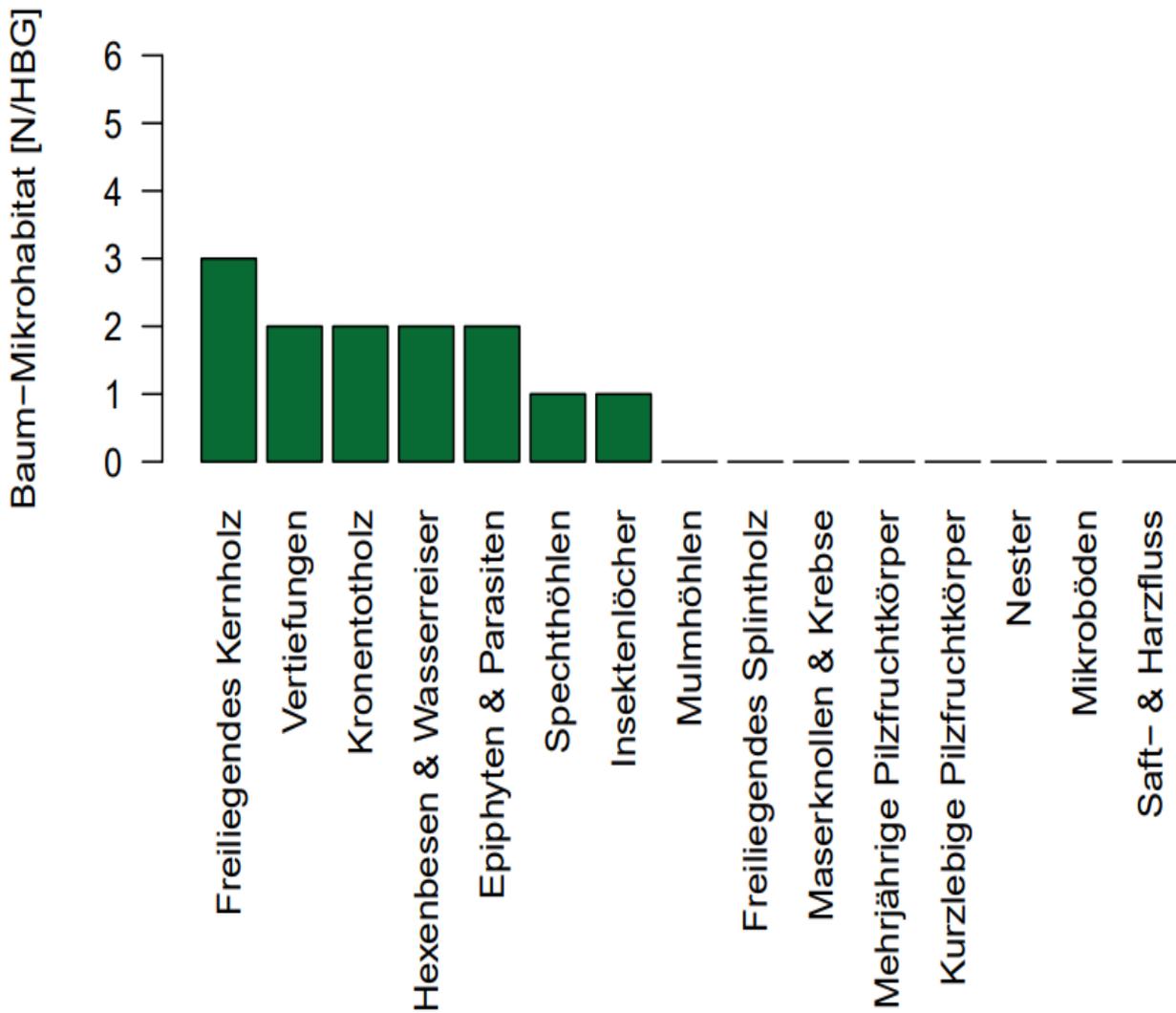


Abbildung 27 Die Häufigkeit von Baum-Mikrohabitaten an den lebenden Bäumen der Habitatbaumgruppe unterteilt nach Gruppen: Spechthöhlen (z.B. Bruthöhlen, Höhlenetagen), Mulmhöhlen (z.B. Mulmhöhlen am Stamm, Asthöhlen), Insektenlöcher, Vertiefungen (z.B. Stammfußhöhlen, Wassertöpfe), Freiliegendes Splintholz (z.B. Rindenverletzungen, Rindentaschen), Freiliegendes Kernholz (z.B. Stammbruch, Kronenbruch, Risse), Kronentotholz (z.B. tote Äste, abgestorbene Kronenspitze), Hexenbesen und Wasserreiser, Maserknollen und Krebse, mehrjährige Pilzfruchtkörper, kurzlebige Pilzfruchtkörper, Epiphyten und Parasiten (z.B. Moose, Flechten, Efeu, Misteln), Nester (z.B. Singvogelnester, Horste), Mikroböden (z.B. sich zersetzende Ansammlung von Laub oder Moosen in Astgabelungen oder am Wurzelanlauf), Saft- und Harzfluss.

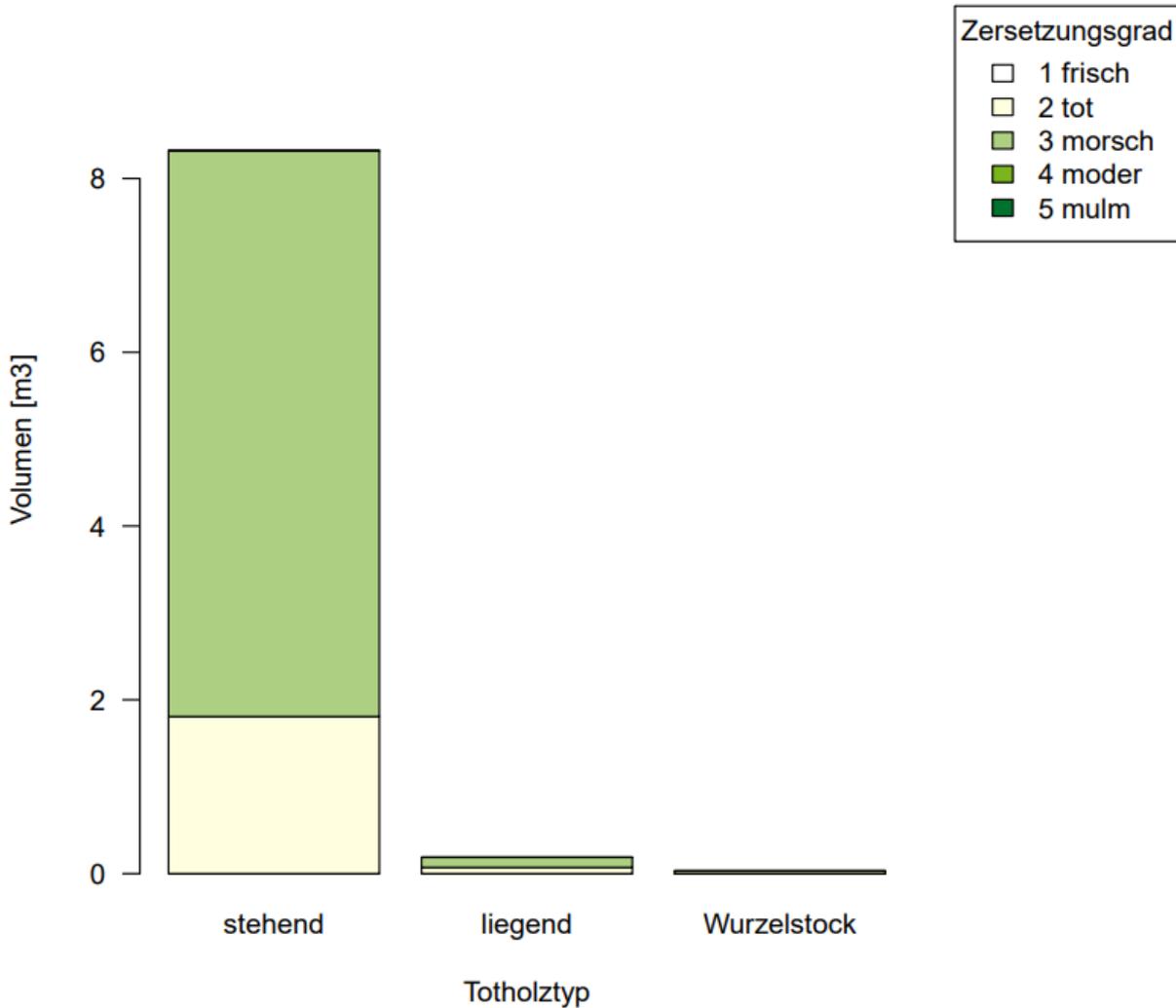


Abbildung 28 Zusammenfassung des Totholzvorkommens innerhalb der Habitatbaumgruppe getrennt nach Totholztyp und Zersetzungsgrad. Volumina wurden auf Basis des Durchmessers und des Zersetzungsgrades ermittelt. Durchmesser wurden wie folgt ermittelt: an stehendem Totholz (BHD), an liegendem Totholz bei 1,3 m vom dicken Ende her, an Wurzelstöcken in 30 cm Höhe. Zersetzungsgrade wurden nach dem Verfahren der schweizerischen Landesforstinventur (vgl. (Keller, 2005)) bestimmt. Frischholz: saftführend; Totholz: saftlos, fest, das Messer dringt in Faserrichtung nur sehr schwer ein; Morschholz: weniger fest; das Messer dringt in Faserrichtung leicht ein, nicht aber quer; Moderholz: weich, das Messer dringt in jeder Richtung leicht ein; Mulmholz: sehr locker oder pulverig, kaum noch zusammenhängend.

Baum-Mikrohabitat	Definition und Schwellenwert	
Kleine Bruthöhlen ($\varnothing < 4\text{ cm}$)	Höhleneingang $\varnothing < 4\text{ cm}$	0
Mittelgroße Bruthöhle ($\varnothing = 4\text{-}7\text{ cm}$)	Höhleneingang $\varnothing = 4\text{-}7\text{ cm}$	1
Große Bruthöhle ($\varnothing > 10\text{ cm}$)	Höhleneingang $\varnothing > 10\text{ cm}$	2
Höhlenetagen	Höhleneingang $\varnothing > 3\text{ cm}$	2
Mulmhöhle mit Bodenkontakt	Öffnung $\varnothing > 10\text{ cm}$	3
Mulmhöhle ohne Bodenkontakt	Öffnung $\varnothing > 10\text{ cm}$	3
Mulmhöhle halboffen	Öffnung $\varnothing > 30\text{ cm}$	3
Kaminartiger, hohler Stamm mit Bodenkontakt	Öffnung $\varnothing > 30\text{ cm}$	4
Kaminartiger, hohler Stamm ohne Bodenkontakt	Öffnung $\varnothing > 30\text{ cm}$	4
Asthöhle	Öffnung $\varnothing > 10\text{ cm}$	4
Insektengalerien und Bohrlöcher	Loch $\varnothing > 2\text{ cm}$ oder zahlreiche kleinere Löcher $> 300\text{ cm}^2$ (A5)	5
Dendrotelme und wassergefüllte Baumhöhlungen	Öffnung $\varnothing > 15\text{ cm}$	6
Fraßlöcher (Spechte)	Tiefe $> 10\text{ cm}$, Öffnung $\varnothing > 10\text{ cm}$	6
Rindenbedeckte Einbuchtungen am Stamm	Tiefe $> 10\text{ cm}$, Öffnung $\varnothing > 10\text{ cm}$	7
Stammfußhöhle	Eingang $\varnothing > 10\text{ cm}$	7
Holz ohne Rinde	Fläche $> 300\text{ cm}^2$ (DIN A5)	8
Brandverletzungen	Fläche $> 600\text{ cm}^2$ (DIN A4)	8
Rindentasche (unten offen)	Abstand $> 1\text{ cm}$; Breite $> 10\text{ cm}$; Höhe $> 10\text{ cm}$	9
Rindentasche (oben offen)	Abstand $> 1\text{ cm}$; Breite $> 10\text{ cm}$; Höhe $> 10\text{ cm}$	9
Stammbruch	Stamm $\varnothing > 10\text{ cm}$ Bruchstelle	10
Starkastbruch mit freiliegendem Kernholz	Fläche $> 300\text{ cm}^2$ (A5)	10
Riss, Spalte	Länge $> 30\text{ cm}$, Breite $> 1\text{ cm}$, Tiefe $> 10\text{ cm}$	11
Blitzrinne	Länge $> 30\text{ cm}$, Breite $> 1\text{ cm}$, Tiefe $> 10\text{ cm}$	11
Riss bei Zwiesel	Länge $> 30\text{ cm}$	12
Tote Äste	Ast $\varnothing > 10\text{ cm}$, oder Ast $\varnothing > 3\text{ cm}$ und $> 10\%$ Kronentotholz	12
Abgestorbene Kronenspitze	$> 10\text{ cm}$ an der Basis	13
Starkastabbruch	Ast $\varnothing > 20\text{ cm}$ bei Bruchstelle, Länge des restlichen Asts $> 50\text{ cm}$	13
Hexenbesen	Größter $\varnothing > 50\text{ cm}$	14
Wasserreiser	> 5 Zweige	14
Maserknollen	Größter $\varnothing > 20\text{ cm}$	15
Krebse	Größter $\varnothing > 20\text{ cm}$ oder großer Teil des Stammes bedeckt	15
Mehrjährige Porlinge	Größter $\varnothing > 5\text{ cm}$ oder Gruppe > 10 Fruchtkörper	16
Einjährige Porlinge	Größter $\varnothing > 5\text{ cm}$ oder Gruppe > 10 Fruchtkörper	16
Ständerpilze	Größter $\varnothing > 5\text{ cm}$ oder Gruppe > 10 Fruchtkörper	17
Große Schlauchpilze	Fruchtkörper $\varnothing > 3\text{ cm}$ oder Gruppe $> 100\text{ cm}^2$	17
Schleimpilze	Größter $\varnothing > 5\text{ cm}$	18
Moose oder Lebermoose	$> 10\%$ Stamm bedeckt	18
Blatt- oder Strauchflechten	$> 10\%$ Stamm bedeckt	19
Efeu oder Lianen	$> 10\%$ Stamm bedeckt	19
Farne	> 5 Wedel	20
Misteln	Größter $\varnothing > 20\text{ cm}$ für <i>Viscum</i> spp. und <i>Loranthus europaeus</i> ; > 10 Büschel für <i>Arceuthobium oxycedri</i>	20
Nester von Wirbeltieren	$\varnothing > 10\text{ cm}$	21
Nester von Wirbellosen	Präsenz (direkte Beobachtung oder assoziierte Insekten)	22
Mikroboden (Rinde)	Präsenz (direkte Beobachtung oder Pilze)	22
Mikroboden (Krone)	Präsenz	23
Aktiver Saftfluss	Länge $> 10\text{ cm}$	23
Starker Harzfluss	Länge $> 10\text{ cm}$	23

Übersicht für die Geländeaufnahme:
Baum-Mikrohabitate mit Definitionen & Schwellenwerten aus Larrieu et al. (2018).