

# Endbericht

## Strukturanalyse von Karbonat Lärchen-Zirbenwälder im Nationalpark Gesäuse

Ersteinrichtung von Dauerversuchsflächen zur Beurteilung des Erhaltungszustandes und langfristigen  
Prognose der Entwicklung der Zirbenbestände in den Nordöstlichen Kalkalpen

**Langmaier Magdalena und Hochbichler Eduard**



**Universität für Bodenkultur Wien**  
Department für Wald- und Boden-  
wissenschaften

Boku Wien – Institut für Waldbau

Wien, Dezember 2015

### **Lenkungsgruppe:**

Mag. Daniel Kreiner, MSc - Leiter des Fachbereichs Naturschutz / Naturraum der Nationalpark Gesäuse GmbH

DI Andreas Holzinger - Direktor der Steiermärkischen Landesforste

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Eduard Hochbichler – Professor am Institut für Waldbau Wien

DI<sup>in</sup> Magdalena Langmaier – wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Waldbau Wien

## Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	5
2. Abstract.....	6
3. Einleitung und Hintergrund .....	7
4. Untersuchungsgebiet.....	8
5. Aufnahmemethodik.....	9
Untersuchungsgebiet 1 (UG 1).....	9
Untersuchungsgebiet 2 (UG 2).....	11
Untersuchungsgebiet 3 (UG 3).....	13
Untersuchungsgebiet 4 (UG 4).....	15
Vollaufnahme.....	16
N15 – Stichprobe.....	17
Verjüngungsinventur.....	17
Totholzinventur.....	19
Liegendes Totholz (Totholzstücke, Stöcke und Asthaufen).....	19
Aufnahme von Latschen- und Grünerlensträuchern .....	20
Solitäre .....	20
6. Datenauswertung und Datenmaterial.....	22
Höhenkurve.....	22
Biometrische Kennzahlen .....	22
Altersbestimmung.....	22
Auswertung der Verjüngungsinventur.....	23
Bäume < 1,3 m Höhe .....	23
Bäume > 1,3m Höhe und BHD 0,01-3,99 cm .....	23
Auswertung der Totholzinventur .....	24
Auswertung der Deckungsgrade der Sträucher.....	24
Strukturmerkmale.....	24
Variationskoeffizient.....	24

Shannon-Index [Hs] .....	25
Simpson-Index .....	25
Auswertung der Solitäre .....	25
Kronenparameter .....	25
Ermittlung des H/D-Wertes .....	26
7. Ergebnisse.....	27
Untersuchungsgebiet 1 (UG1) [Vollaufnahme].....	27
Höhenkurve .....	27
Allgemeine Parameter der Bäume .....	27
Biometrische Kennzahlen .....	27
Untersuchungsgebiet 2 (UG2) [N15 - Aufnahme].....	30
Allgemeine Parameter der Bäume .....	30
Biometrische Kennzahlen .....	30
Untersuchungsgebiet 3 (UG3) [Vollaufnahme].....	32
Höhenkurve .....	32
Allgemeine Parameter der Bäume .....	32
Biometrische Kennzahlen .....	33
Untersuchungsgebiet 4 (UG4) [N15 – Aufnahme] .....	34
Allgemeine Parameter der Bäume .....	34
Biometrische Kennzahlen .....	35
Vergleich der Untersuchungsgebiete.....	38
Bestandeskennzahlen pro Hektar.....	38
Verjüngung (Jungwuchs) < 1,3m Höhe .....	39
Dickung (> 1,3m Höhe; bis Bhd <4cm).....	42
Totholz .....	45
Deckungsgrad Sträucher.....	48
Strukturmerkmale.....	49
Altersstruktur.....	52

Solitäre.....	53
8.  Übersicht Kennwerte Zirbe im Nationalpark Gesäuse .....	56
9.  Diskussion und Schlussfolgerungen.....	57
10.  Literaturverzeichnis .....	61
11.  Glossar .....	63
12.  Anhang.....	65
Fotos.....	65
UG 1 .....	65
UG 2 .....	67
UG 3 .....	69
UG 4 .....	71
13.  Abbildungsverzeichnis .....	73
14.  Tabellenverzeichnis .....	76

## 1. Zusammenfassung

Der Nationalpark Gesäuse ist das östlichste Verbreitungsgebiet in den Nördlichen Kalkalpen von Österreich, wo die Zirbe bestandesbildend vorkommt. Um mehr über diese Refugien herauszufinden und auch ihre Weiterentwicklung beobachten zu können, wurde dieses Projekt durchgeführt. In Zuge des Projektes wurden im Jahr 2014 und 2015 vier Dauerversuchsflächen im Nationalpark Gesäuse angelegt. Die Flächen wurden in den Zirben-Schwerpunktgebieten des Nationalparks angelegt. Es wurden zwei Flächen zu je einem Hektar vollkluppiert und in zwei Gebieten wurden entlang einer Linie N15-Stichproben (15 nächsten Bäume) aufgenommen. Bei den Vollaufnahmen sowie auch bei den N15-Stichproben wurden allgemeine forstliche Parameter wie Brusthöhendurchmesser, Höhe, Alter usw. erhoben. Des Weiteren wurden Totholz, Verjüngung, Straucheinfluss sowie Solitäre aufgenommen.

Die Fülle an Daten wurde hinsichtlich der zentralen Fragen im Projekt ausgewertet. So war es von besonderer Bedeutung, welchen Einfluss die Latschensträucher auf das Fortbestehen der Bestände haben und welche anderen Baumarten in diesen Gebieten vorkommen und Konkurrenzdruck auf die Zirbe (Lärche) ausüben.

Aus derzeitiger Sicht ist die Ausbreitung von Lärchen-Zirbenwälder nach oben hin durch die Latsche stark limitiert. Die Latsche bildet eine markante, scheinbar unüberwindbare Grenze für die Bäume aus. Es ist eindeutig erkennbar, dass dort wo die Latsche massiv auftritt, Bäume nur auf Freiflächen eine Chance haben und nur so lange bis diese nicht auch von der Latsche überwachsen werden.

Abgesehen von den Sträuchern, üben Lärche und Fichte den größten Konkurrenzdruck auf die Zirbe aus. Das geringe Vorkommen von Vogelbeere und Tanne ist kein Konkurrenzdruck für die Zirbe, sondern eine Diversitätssteigerung dieser Gebiete.

Das Fortbestehen der Bestände ist derzeit nur mit sehr geringer Verjüngung gesichert. Es konnte zwar Zirbenverjüngung in allen Gebieten erhoben werden, jedoch fiel die Stammzahl pro Hektar in den Gebieten sehr gering aus.

Mit der Anlage dieser Flächen ist ein erster wichtiger Schritt für das Monitoring der Zirbenbestände im Gesäuse gegeben, wie sich diese Bestände entwickeln werden wird jedoch die Zukunft zeigen.

## 2. Abstract

The National Park Gesäuse in Austria is the most eastern distribution area in the Northern Limestone Alps where the Swiss stone pine in closed forest stands can be found. This project was carried out to learn more about this Swiss stone pine forests and to be able to observe Swiss stone pine development in this refuge. The project had four permanent sample plots which were laid out in the National Park Gesäuse during 2014 and 2015. The areas were located in the Swiss stone pine-hot spots of the National Park.

In two areas permanent plots of one hectare each tree were measured and in the other two areas a N15-sample inventory (nearest 15 trees) was operated along one line. For the enumeration of all trees, as well as the N15-sampling, general forestry parameters such as diameter at breast height, height, age and many more were collected. Furthermore, deadwood, rejuvenation, bush influence and single trees (crown morphology etc.) were measured.

The wealth of data was evaluated with regard to the key issues in the project.

It was very important to get more information about the influence of dwarf-pine shrubs on the continued existence of the Swiss stone pine forests and to get more information about other tree species present in this area which can have competitive impact on Swiss stone pine (and larch).

From today's perspective the spread of larch and Swiss stone pine forests at the timberline is strongly limited by dwarf-pine bushes. The dwarf-pine shrubs form a distinctive, seemingly insurmountable limit for the trees. It is obvious that in areas where dwarf-pine shrubs massively occur, trees will only have a chance to grow in open areas and only as long as they are not overgrown by the shrubs.

Apart from the bushes, larch and spruce carry the biggest competitive pressure on the Swiss stone pine. The low occurrence of rowan berry and fir is not a competition for the Swiss stone pine, but increase the diversity of trees in this area.

The continued existence of Swiss stone pine forest is currently secured only with a very low rejuvenation. Rejuvenation from Swiss stone pine was found at every sample plot, but in a very small number.

The installation of these sample plots, is the first important step for monitoring the Swiss stone pine in the National Park Gesäuse, but how these stands will develop only the future will show.

### **3. Einleitung und Hintergrund**

Trotz des geringen Vorkommens der Zirbe in Österreich (0,5 % der Waldfläche), spielt sie für einige Betriebe eine wichtige Rolle. Die Zirbe bildet als Schlussbaumart oft die obere Waldgrenze von Beständen aus. Für den Nationalpark stellt sie eine wichtige Bedeutung dar, da sie das östlichste zusammenhängende Zirbenareal von Österreich ist.

In Österreich kann zwischen dem zentralalpinen Silikat-(Lärchen)-Zirbenwald und dem Karbonat-(Lärchen)-Zirbenwald unterschieden werden. Da es bereits umfassende waldbauliche Untersuchungen für Zirben im Silikat gibt (Figala, 1928; Kammerlander, 1985; Pitterle, 1988; Lick, 1991) und nur wenige für die Karbonatstandorte (Kleine, 1984; Ruprecht, 2003), ist es umso interessanter, die kleinflächigen Standorte im Nationalpark Gesäuse zu untersuchen. Abgesehen vom Karbonatstandort macht auch die Naturnähe der Flächen diese Untersuchungen aus wissenschaftlicher Sicht wichtig. Die Aufnahmen sollen für den Nationalpark eine Ergänzung zu den Arbeiten von Carli (2014) darstellen.

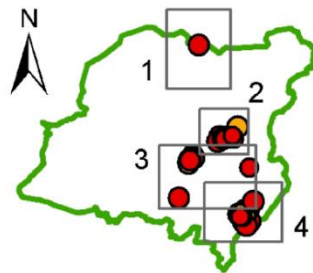
Folgende Fragen und Themengebiete stehen im Zuge des Forschungsprojektes im Vordergrund:

- 1) Die Ausbreitungsmöglichkeit beziehungsweise -geschwindigkeit des Lärchen-Zirben-Waldes nach oben hin anstelle heutiger Latschenfelder oder alpiner Rasen
- 2) Unterwanderung aktueller Lärchen-Zirben-Wälder mit anderen Baumarten (insbesondere Fichte, Bergahorn, Vogelbeere, Tanne)
- 3) Verjüngungsentwicklung, Wuchsverhalten (Kronenparameter und Astparameter), Konkurrenzbedingungen, Biodiversität (Art, Totholz) und Bestandesparameter bei der Zirbe in unbehandelten Wäldern
- 4) Kronenmorphologie von Zirbensolitären

## 4. Untersuchungsgebiet

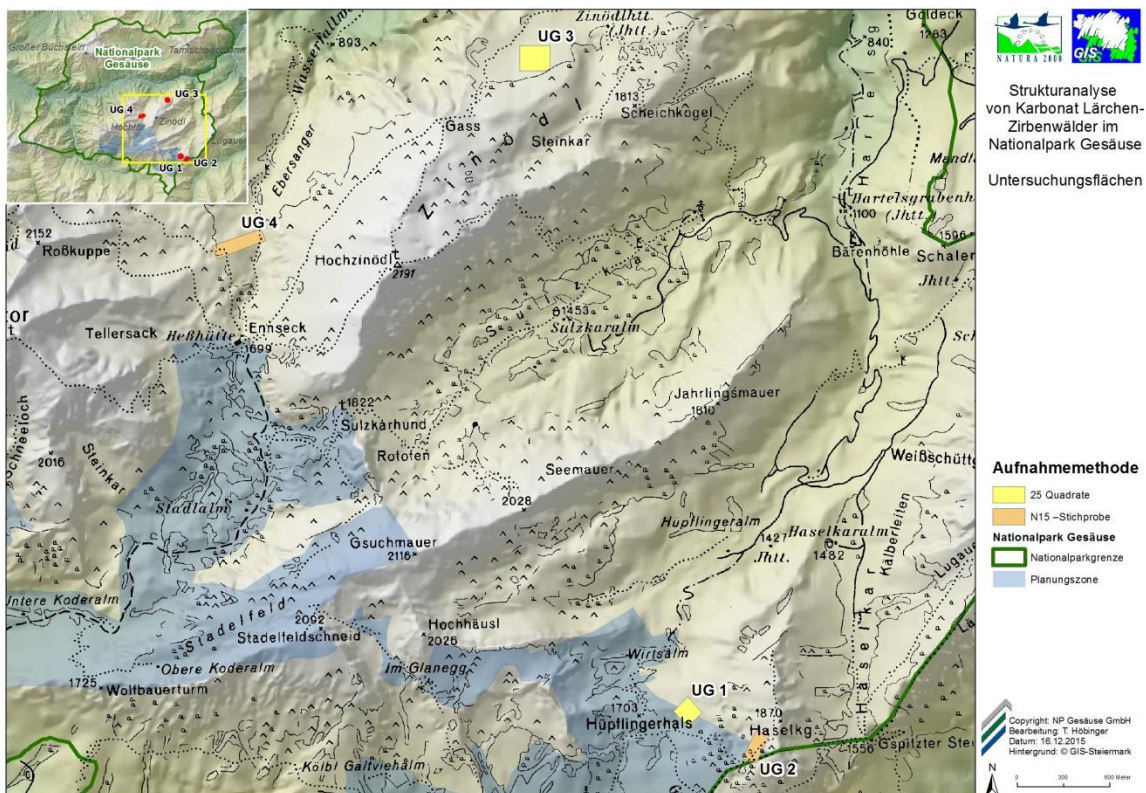
Das Untersuchungsgebiet liegt im forstlichen Wuchsgebiet 4.2 - Nördliche Randalpen – Ostteil (Killian, Müller, & Starlinger, 1994).

Das Untersuchungsgebiet im Nationalpark Gesäuse umfasst die Gebiete Haselkogel (4), Zinödl (2) und Ebersanger (3), wie in Abbildung 1 ersichtlich ist. Diese Gebiete waren auch Teil der Vegetationsaufnahmen von Carli (2014). Im Zuge der Vegetationsaufnahmen wurde auch noch das Gebiet Tamischbachturm (1) aufgenommen. Da dieses Vorkommen sehr kleinflächig ist, spielt es aber in dieser Arbeit keine Rolle.



**Abbildung 1:** Übersicht über die Untersuchungsgebiete im Nationalpark Gesäuse

Im Jahr 2014 wurden nur Aufnahmen im Gebiet Haselkogel - Hüpfingerhals durchgeführt (Abbildung 2). Wobei hier die Flächen UG 1 und UG 2 bearbeitet wurde. 2015 wurde das Gebiet beim Zinödlmassivs zur Wolfbauernhochalm [UG 3] hin aufgenommen sowie die Flächen am Ebersanger [UG 4] (Hochtal nördlich der Hesshütte).

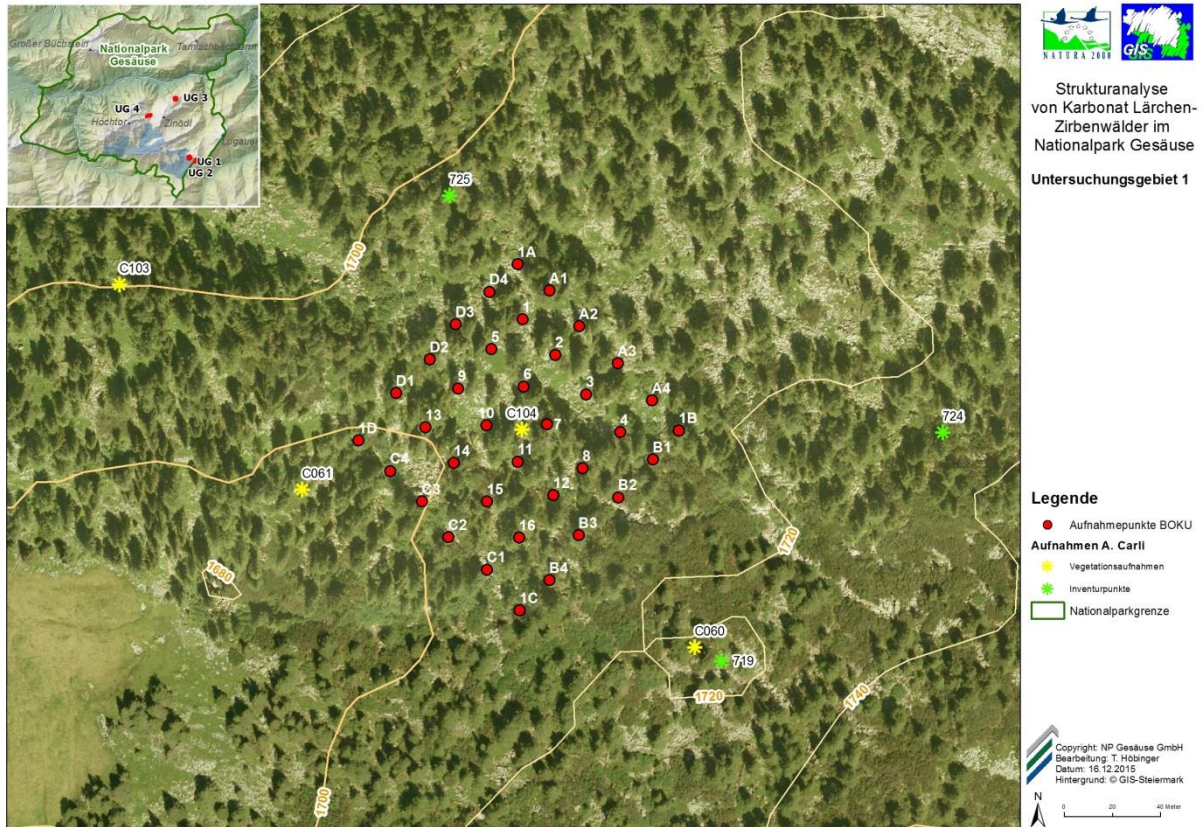


**Abbildung 2:** Untersuchungsgebiete der Aufnahmen



## 5. Aufnahmemethodik

### Untersuchungsgebiet 1 (UG 1)



**Abbildung 3:** Orthofoto mit den Punkten der dauerhaft verpflockten Vollaufnahme auf dem UG 1

Das Untersuchungsgebiet 1 wurde rund um den Punkt C 104 angelegt. Es wurde eine Fläche von 100 m x 100 m (1 ha) dauerhaft verpflockt. Um das Ausmessen der Fläche sowie auch die weiteren Messungen zu erleichtern, wurde die Fläche in 20 m x 20 m Quadrate unterteilt und ebenfalls verpflockt (in Summe 25 = XXV Quadrate). An den Punkten 1 bis 16 wurden sowohl die Verjüngungs- und Totholzinventur sowie die Aufnahme von Latschen- und Grünerlensträuchern durchgeführt. Im rechten oberen Eck der Abbildung 4 ist das Schema der Verjüngungs- und Totholzaufnahmen ersichtlich. Die genauere Aufnahmemethodik wird weiter hinten genau erläutert. Des Weiteren dienen diese Hilfspunkte, sowie auch die restlichen Eckpunkte, als Einmesspunkte für die aufgenommen Bäume.

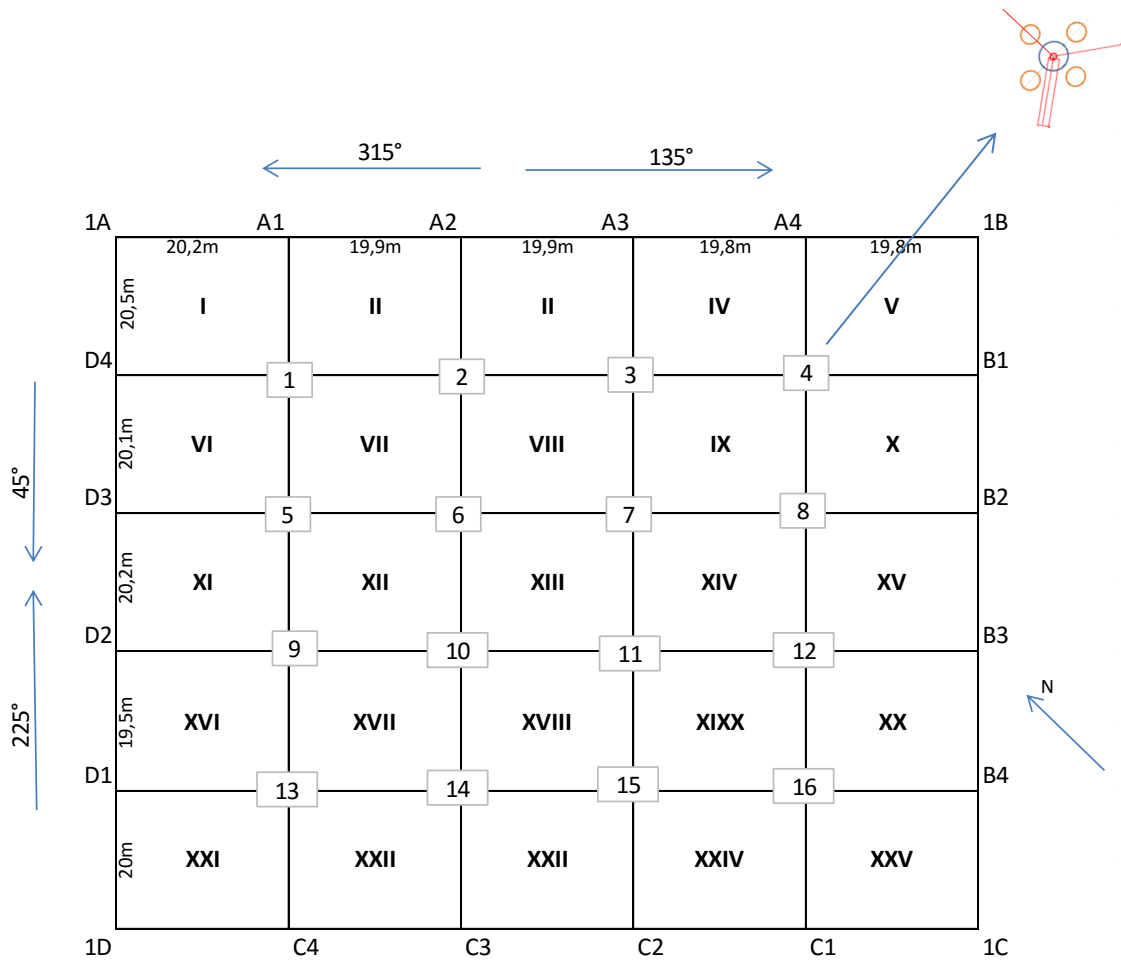


Abbildung 4: Schematische Skizze zum Untersuchungsgebiet 1

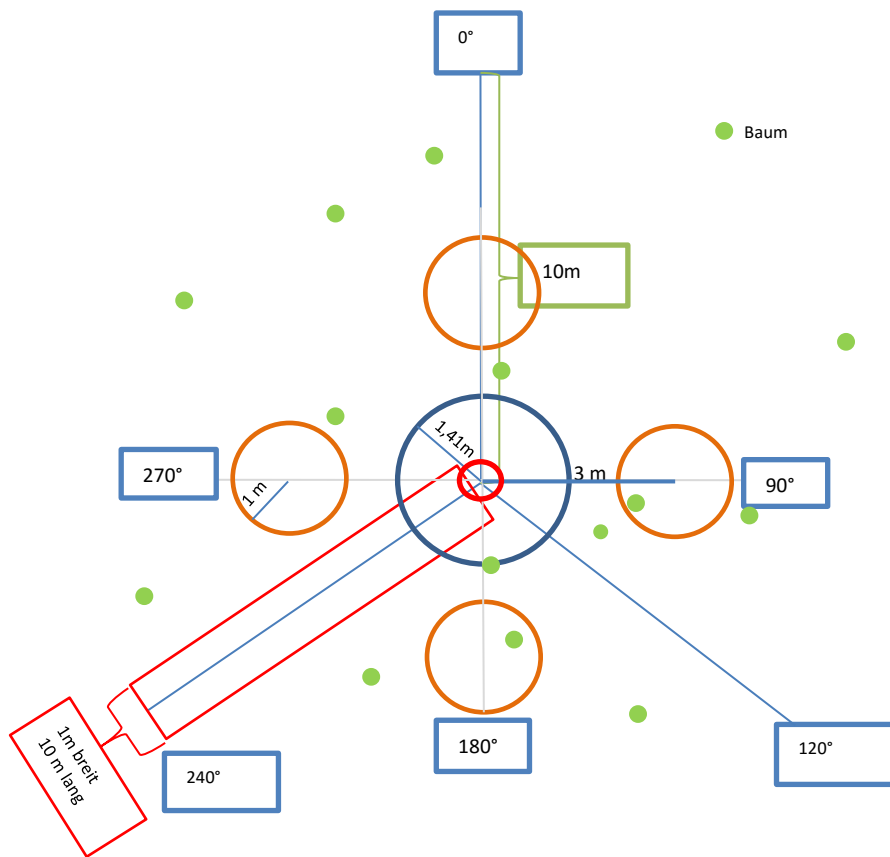
## Untersuchungsgebiet 2 (UG 2)

Das Untersuchungsgebiet 2 wurde rund um den Punkt C 107 angelegt. Da dieses Gebiet sehr latschenreich und damit auch schwer begehbar ist, wurde das Aufnahmeverfahren abgeändert. Vorteil des Gebietes ist, dass es über einen alten Pirschsteig erreichbar ist (rote Linie in Abbildung 5). Anhand dieses Pirschsteiges wurden zirka alle 50-100 m Aufnahmepunkte verpflockt. Insgesamt wurden 5 Punkte angelegt, wobei Punkt C 107 [Punkt 5] auch aufgenommen wurde.



**Abbildung 5:** Orthofoto mit den Aufnahmepunkten des UG 2

Abbildung 5 zeigt die Punkteverteilung im UG 2. An diesen fünf Punkten wurde jeweils eine N15 – Stichprobenaufnahme, Verjüngungs- und Totholzinventur sowie die Aufnahme von Latschen- und Grünerlengebüsch durchgeführt. In der Abbildung 6 ist eine schematische Skizze zu den Aufnahmen auf einem N15-Punkt ersichtlich. Die grünen Punkte stellen die 15 Bäume dar, die aufgenommen wurden. Des Weiteren sind die Verjüngungs- und Totholzaufnahmen ersichtlich, welche weiter hinten in der Methodik noch genau erläutert werden.



**Abbildung 6:** Schematische Skizze der Aufnahmedetails auf einem N15-Punkt [grüne Punkte stellen die 15 Bäume dar; Kreise stellen die Radien dar; Linien sind die Transekte;]

### Untersuchungsgebiet 3 (UG 3)

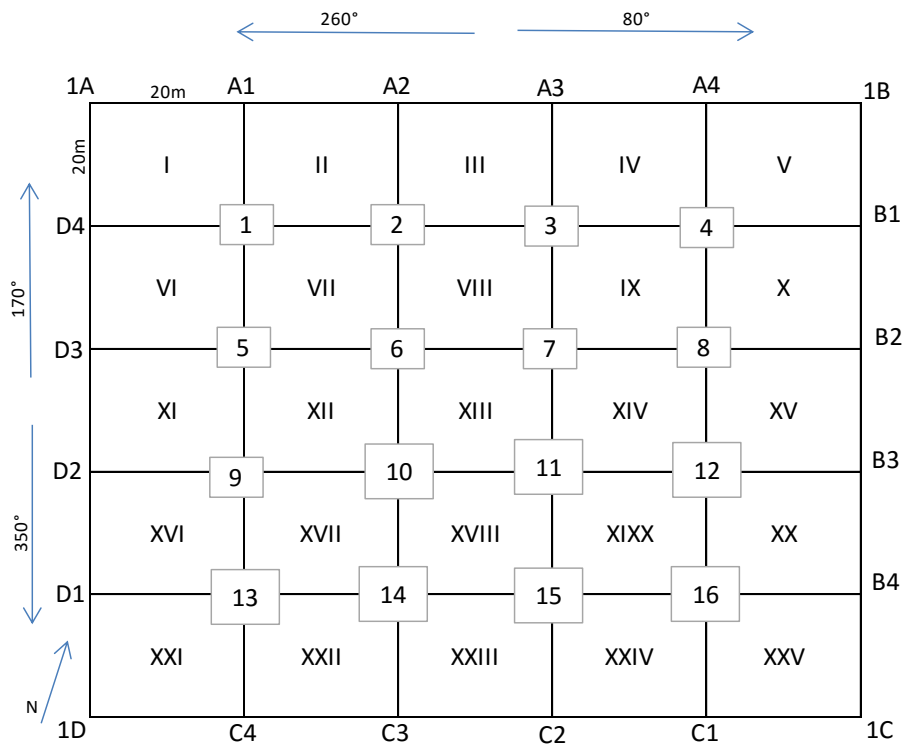


Abbildung 7: Schematische Skizze zum Untersuchungsgebiet 3

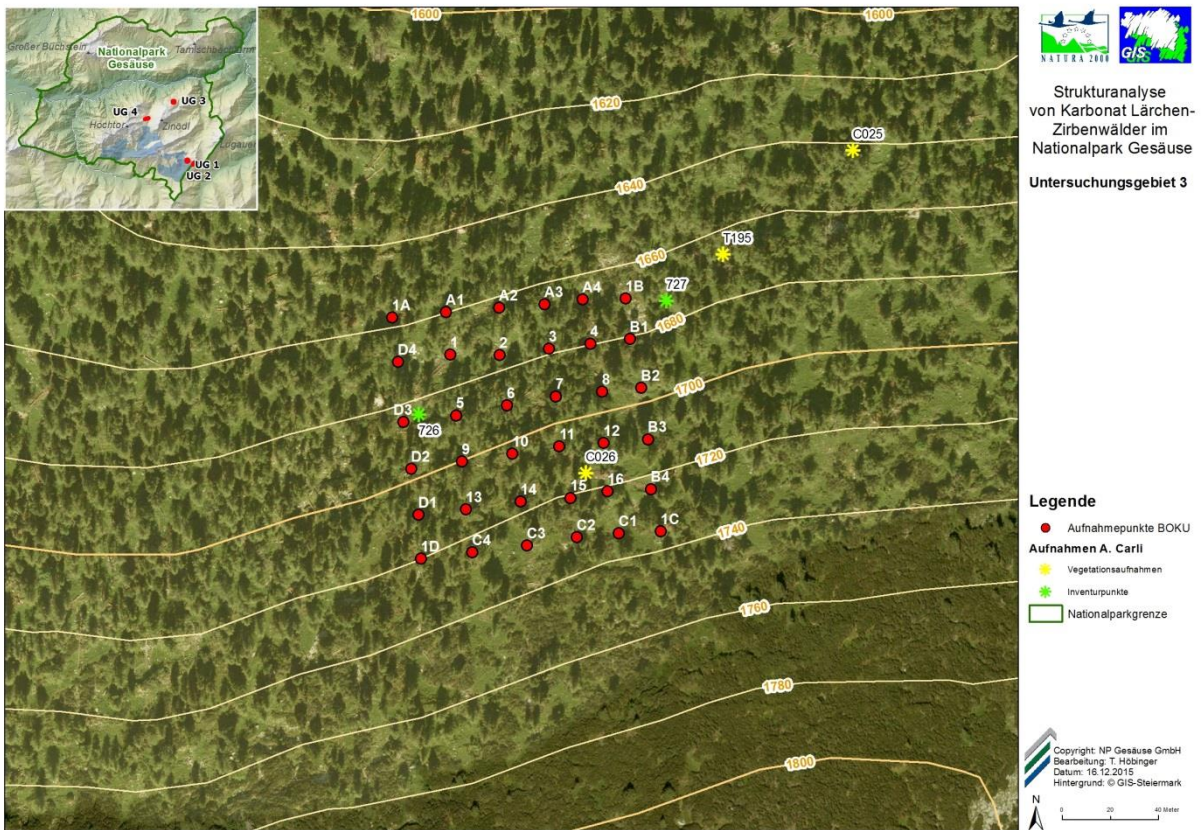


Abbildung 8: Orthofoto vom UG 3 mit der aufgenommenen Hektarfläche, sowie in Gelb die Vegetationsaufnahmen von Carli

Das Untersuchungsgebiet 3 wurde zwischen den Punkten C 25 und C 26 angelegt. Es wurde wie im UG 1 eine Fläche von 100 m x 100 m (1 ha) dauerhaft verpflockt. An den Punkten 1 bis 16 wurden sowohl die Verjüngungs- und Totholzinventur sowie die Aufnahme von Latschen- und Grünerlensträuchern durchgeführt. Des Weiteren dienen diese Punkte, sowie auch die restlichen Eckpunkte, als Einmesspunkte für die aufgenommenen Bäume.

## Untersuchungsgebiet 4 (UG 4)

Da dieses Gebiet schwer begehbar ist, wurde das Aufnahmeverfahren abgeändert. Anhand eines Höhentransektes wurde zirka alle 50-100 m ein Aufnahmepunkt verpflockt. Insgesamt wurden 6 Punkte angelegt, wobei die Punkte zwischen den Carli Punkten C105 und C106 angelegt wurden. Abbildung 7 zeigt die Punkteverteilung im UG 4.

An diesen sechs Punkten wurde, wie im UG 2 jeweils eine N15 – Stichprobenaufnahme, Verjüngungs- und Totholzinventur sowie die Aufnahme von Latschen- und Grünerlengebüsch durchgeführt.



Abbildung 9: Aufnahmepunkte des UG 4 (Maßstab 1:1000)

## Vollaufnahme

Im UG 1 und UG 3 wurde auf der vermessenen Fläche jeder Baum ab Kluppschwelle 4 cm (4 cm Durchmesser auf 1,3 m Stammhöhe) aufgenommen. Jeder Baum wurde einem Quadranten zugewiesen und von einem verpflockten Punkt wurde die Horizontalabstand wie auch der Azimut gemessen. Des Weiteren bekam jeder Baum eine Nummer zugewiesen, welche am Stammfuß hangoberseits mit einem verzinkten Nagel und Aluplättchen befestigt wurde. Von diesem Nagel aus wurde mit Hilfe einer Messlatte die Höhe (1,3 m) für die Messung des Durchmessers bestimmt. Es soll somit gewährleistet sein, dass auch bei den nächsten Aufnahmen wieder an der gleichen Stelle der Durchmesser gemessen wird (Abbildung 10).



**Abbildung 10:** Markierung der Bäume mittels Aluplättchen

Folgende Parameter wurden an den Bäumen erhoben:

- Baumart
- Lebend/Tot
- Durchmesser in 1,3m Länge des Stammes [bei liegend wachsenden Bäumen ist das somit nicht der Brusthöhendurchmesser (BHD) gewesen]
- Höhe [rund 30 Bäume pro Baumart]
- PKA [= Primärkronenansatz; rund 30 Bäume pro Baumart]
- Durchmesser in 10 cm Höhe ( $d_{10}$ ) [bei den 30 Bäumen, wo auch die Höhe gemessen wurde]
- Habitus des Baumes
  - Gerade
  - Bogig
  - Liegend



- Höhe der Kandelaberbrüche [es wurden die drei niedrigsten gemessen, weitere wurden nicht berücksichtigt]
- Zwiesel, sowie auch die Höhe des Zwiesel
- Schältschäden
  - Schälgrad: 0= keine Schale; 1=  $b < 5\text{cm}$ ; 2=  $b > 5\text{cm}$ ,  $l < 100\text{cm}$ ; 3=  $b > 5\text{cm}$ ,  $l > 100\text{cm}$ ; 4=  $b > 1/2$  Stammumfang
  - Schälalter: 0= keine Schale; 1= diesjährig; 2= letztes Triebjahr; 3= älter als letztes Triebjahr; 4= überwallt
  - wenn ansprechbar → Sommer- oder Winterschale
- Fege- und Schlagschäden
- Verbiss
  - Leittriebverbiss frisch
  - Leittriebverbiss alt (älter als vorletztes Triebjahr)
  - Seittriebverbiss frisch
  - Seittriebverbiss alt (älter als vorletztes Triebjahr)
- Trittschaden
- Sonstige Anmerkungen (Wipfelbruch, Steinschlag etc.)
- Einmessen der Einzelbäume von zumindest einem Eckpunkt des dazugehörigen Quadranten

## **N15 – Stichprobe**

Im UG 2 und UG 4 wurde an den verpflockten Aufnahmepunkten an jedem Punkt eine N15-Stichprobenaufnahme durchgeführt. Das heißt, es werden die 15 nächsten Bäume ab Kluppschwelle 4 cm aufgenommen.

An diesen 15 Bäumen wurden dieselben Parameter aufgenommen wie auch auf der Vollaufnahmefläche im UG 1 und UG 3. Jeder dieser 15 Bäume pro Punkt wurde ebenfalls mit einer Nummer am Stammfuß vermerkt.

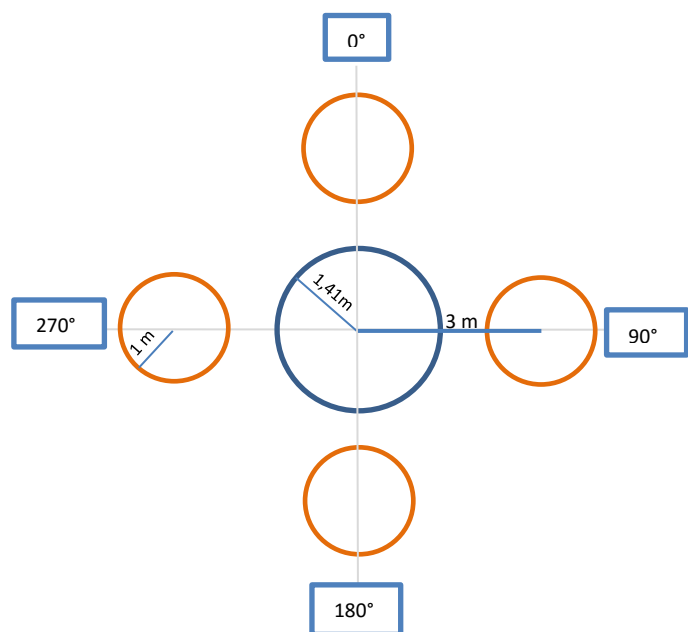
## **Verjüngungsinventur**

Bei der Verjüngungsinventur wurde ausgehend vom Mittelpunkt auf 3 m Entfernung in den vier Haupthimmelsrichtung ein 1 m Radius aufgenommen (Abbildung 11). Innerhalb dieses Radius wurden alle Bäume bis 1,3 m aufgenommen.

Folgende Parameter wurden an diesen Bäumen erhoben:

- Baumart
- Höhe

- Durchmesser in 10 cm Höhe (d10)
- Habitus des Baumes
  - Gerade
  - Bogig
  - Liegend
- Anzahl
- Lebend/Tot
- Verbiss
  - Leittriebverbiss frisch
  - Leittriebverbiss alt (älter als vorletztes Triebjahr)
  - Seitentriebverbiss frisch
  - Seitentriebverbiss alt (älter als vorletztes Triebjahr)
- Kollerbusch
- Schäle
  - Schälgrad: 0= keine Schäle; 1=  $b < 5\text{cm}$ ; 2=  $b > 5\text{cm}$ ,  $l < 100\text{cm}$ ; 3=  $b > 5\text{cm}$ ,  $l > 100\text{cm}$ ; 4=  $b > 1/2$  Stammumfang
  - Schälalter: 0= keine Schäle; 1= diesjährig; 2= letztes Triebjahr; 3= älter als letztes Triebjahr; 4= überwallt
  - wenn ansprechbar → Sommer- oder Winterschäle
- Fege
- Trittschaden
- Verjüngungsart
  - Humuspolster
  - Totholz
  - Rohboden
  - Strauchvegetation
  - Fels
  - gras/krautiger Boden
  - sonstiges



**Abbildung 11:** Schematische Skizze zur Verjüngungsinventur

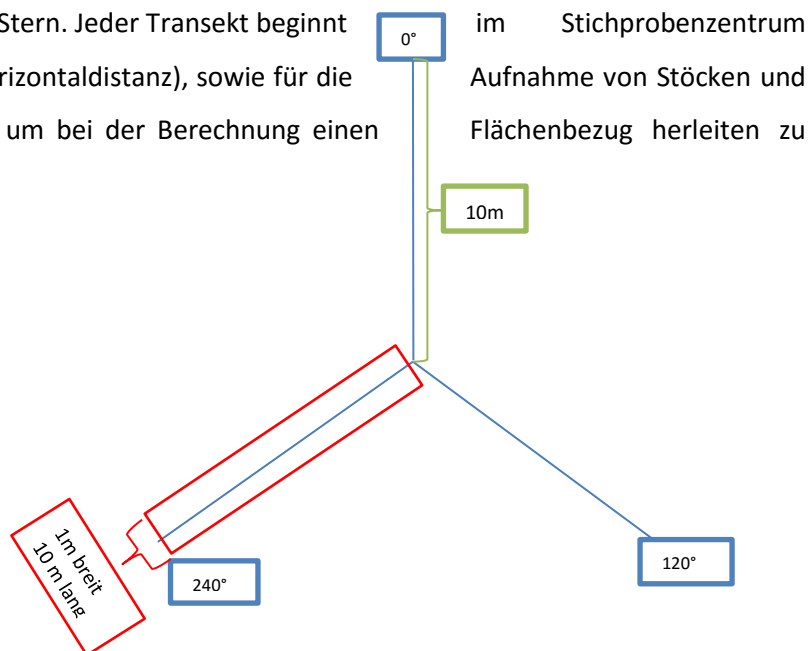
Mit der Verjüngungsartansprache soll versucht werden, abzuschätzen ob es einen Trend gibt, wie sich in diesen Höhenlagen die Bäume am ehesten verjüngen.

Des Weiteren wurde im Mittelpunkt ein Radius von 1,41 m angelegt. In diesem Radius wurden alle Bäume von 0,1 bis 3,9 cm Brusthöhendurchmesser aufgenommen. Ansonsten wurden die gleichen Parameter aufgenommen wie bei dem 1 m Radius aber ohne die  $d_{10}$  Messung dafür aber mit Kronenansatzmessung.

## Totholzinventur

### Liegendes Totholz (Totholzstücke, Stöcke und Asthaufen)

Liegendes Totholz wurde nach der Anleitung des Schweizer Landesforstinventars LFI (Keller, 2005) aufgenommen. Erfasst wurden das liegende Totholz auf jeweils drei Linientransekte (Abbildung 12). Transekt Nummer eins verläuft in Richtung 0 Grad (Nordrichtung), Transekt Nummer zwei verläuft in Richtung 120 Grad und Transekt Nummer drei verläuft in Richtung 240 Grad. Die drei Transekt-Linien bilden somit einen dreistrahligen Stern. Jeder Transekt beginnt im Stichprobenzentrum und hat eine Länge von 10 m (Horizontaldistanz), sowie für die Aufnahme von Stöcken und Asthaufen, eine Breite von 1 m, um bei der Berechnung einen Flächenbezug herleiten zu können.



**Abbildung 12:** Schematische Skizze zur Totholzinventur

Es werden sämtliche abgestorbenen Holzteile wie: Stämme, Stammteile, Äste und andere Holzteile, deren kleinster Durchmesser mindestens fünf Zentimeter beträgt gemessen. Sämtliche Totholzstücke, die vom Linientransekt geschnitten wurden und die genannten Kriterien erfüllen, wurden aufgenommen. Die Messung des Durchmessers erfolgte am Schnittpunkt zwischen Transekt und Zentralachse des Totholzstückes mit einer Kluppe. Erfasst wurden der Durchmesser am Schnittpunkt, die Baumart und der Zersetzungsgrad (ZG).

Des Weiteren wurden Stöcken aufgenommen, bei denen der Mindestdurchmesser sieben Zentimeter beträgt (Keller, 2005). Ein Stock zählt dann, wenn er entweder von der Linie genau geschnitten

wurde oder mit mindestens seiner Hälfte des Durchmessers in das Transekt fiel. Es wurde die Baumart, d10, Stockhöhe sowie der ZG aufgenommen.

Zusätzlich wurden noch Asthaufen aufgenommen. Hierfür wurde der Zersetzungsgrad, die Länge, Höhe sowie Breite aufgenommen. Die Breite wurde aber mit höchstens 1 m (50 cm links und 50 cm rechts vom Linientransekt) limitiert (Langmaier, Hochbichler, & Huber, 2014).

Im UG 1 und UG 3 wurden zusätzlich zu den Linientransekten auch noch alle Totholzstücke aufgenommen die einen Mittendurchmesser > 20 cm hatten. Diese Stücke wurden mit einer Nummer markiert um ihren weiteren Zersetzungsprozess zu verfolgen.

Bei der Totholzansprache wird der Zersetzungsgrad angesprochen. Die Klassifikation des Zersetzungsgrades wurde nach der Anleitung des Schweizer Landesforstinventars LFI (Keller, 2005) durchgeführt und ist in Tabelle 1 ersichtlich.

**Tabelle 1:** Klassifikation des Zersetzungsgrades nach Anleitung des Schweizer LFI (Keller, 2005)

Zersetzungsgrad	Bezeichnung	Beschreibung
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 pulvrig; kaum noch zusammenhängend

### **Aufnahme von Latschen- und Grünerlensträuchern**

Aufgrund der festgelegten Fragestellung war es wichtig den Einfluss durch Latschen- und Grünerlensträucher zu erheben. Da Latschen- und Grünerlensträucher oft ziemlich invasiv und großflächig auftreten, wurden sie mit der gleichen Methodik aufgenommen wie die Asthaufen aus den Totholztransekten.

### **Solitäre**

Um auch etwas über das Wuchsverhalten von Zirbensolitären im Nationalpark Gesäuse herauszufinden, wurden zwölf Solitäre über die Durchmesserklassen und Aufnahmegebiete verteilt aufgenommen.

Obwohl im Nationalpark Gesäuse die Bestände ab einer Seehöhe von 1600 m oft sehr lückig sind, war es nicht so einfach geeignete Zirbensolitäre zu finden. Ein Solitär soll ein freistehender Baum

sein, welcher ohne Konkurrenz aufgewachsen ist. Im Nationalpark kommen aber gerade, ab dieser Höhe die Bäume meist in Kleingruppen beziehungsweise Rotten vor. Des Weiteren war es wichtig, dass die Bäume überhaupt zum Messen erreichbar waren, was durch Dolinen oder dergleichen im Nationalpark nicht immer so einfach ist. Ein weiteres Kriterium für die Auswahl der Solitäre war Geradschaftigkeit und wenn möglich weniger als einen Kandelaberwuchs oder Zwiesel. Durch die Summe der Anforderungen war das Auffinden von Zirbensolitären nicht einfach.

Folgende Parameter wurden erhoben:

- Brusthöhendurchmesser
- Höhe
- Primärkronenansatz
- Durchmesser in 100 cm Höhe
- Acht Kronenablotungen [Nord, Nordost, .....; West; Nordwest]
- Anzahl der lebenden und toten Äste bis 1 m Baumhöhe
- die stärksten Äste bis 2 m Baumhöhe, teilweise bis 3m Baumhöhe [Astbasisdurchmesser, Länge, Lebend oder Tot]

## 6. Datenauswertung und Datenmaterial

### Höhenkurve

Für die Berechnung der Massenermittlung müssen zuerst die fehlenden Höhen berechnet werden. Dafür werden verschiedene Funktionstypen berechnet und jener mit dem höchsten Korrelationskoeffizient und bester grafischer Übereinstimmung wird schlussendlich verwendet. Folgende Höhenkurventypen werden miteinander verglichen:

$$h_{[m]} = e^{a_0 + \frac{a_1}{BHD_{[cm]}}} \text{ (Pollanschütz)} \quad \text{Formel 1}$$

$$h_{[m]} = e^{a_0 + a_1 \ln BHD_{[cm]}} \text{ (Keylwerth)} \quad \text{Formel 2}$$

$$h_{[m]} = \frac{1}{\left(a_0 + \frac{a_1}{BHD_{[cm]}}\right)^2} + 1,3 \text{ (Petterson)} \quad \text{Formel 3}$$

$$h_{[m]} = e^{a_0 + a_1 \ln \left\{ \frac{BHD_{[cm]}}{(1+BHD_{[cm]})} \right\}} + 1,3 \text{ (Kern)} \quad \text{Formel 4}$$

$$h_{[m]} = e^{a_0 + a_1 \ln BHD_{[cm]} + a_2 \ln^2 BHD_{[cm]}} \text{ (Korsun)} \quad \text{Formel 5}$$

$h_{[m]}$  = Höhe in Meter  
 $BHD_{[cm]}$  = Brusthöhendurchmesser in Zentimeter  
 $a_0, a_1, a_2$  = Koeffizienten aus der Regression

Mit Hilfe der Regressionsanalyse können die Korrelationskoeffizienten beziehungsweise das Bestimmtheitsmaß berechnet werden.

### Biometrische Kennzahlen

Für die Auswertung der biometrischen Kennzahlen wurde das Auswerteprogramm EAV (Ertragskundliche Auswertung forstlicher Inventuren & Versuchsflächen) zu Hilfe genommen.

### Altersbestimmung

Insgesamt konnte für die Altersbestimmung der Zirbe 51 Bohrkernproben herangezogen werden. Es wurden zirka 60 Zirben gebohrt, wobei einige davon morsch beziehungsweise innen faul waren und eine Altersbestimmung dadurch nicht möglich war.

Das Alter wurde auf einer Stammhöhe von 1 m gebohrt. Um das wahre Alter zu erhalten wurden 15 Jahre addiert um das Alter des Baumes zu erhalten. Die 15 Jahre sind ein Erfahrungswert wie lange die Zirbe braucht bis sie 1 m hoch ist.

Um auch von den restlich gemessenen Zirben das Alter bestimmen zu können, werden zwei lineare Regressionen berechnet.

Lineare Regression Brusthöhendurchmesser in Zentimeter und Alter:

$$\mathbf{Alter} = e^{(a+b \cdot \ln BHD)}$$

Formel 6

BHD = Brusthöhendurchmesser in Zentimeter  
a, b = Koeffizienten aus der Regression

Lineare Regression Höhe in Meter und Alter:

$$\mathbf{Alter} = e^{(a+b \cdot \ln H\ddot{o}he)}$$

Formel 7

H = Höhe in Meter  
a, b = Koeffizienten aus der Regression

## Auswertung der Verjüngungsinventur

### Bäume < 1,3 m Höhe

Beim fixen Probekreis wurde zuerst die Kreis-Probefläche berechnet.

$$\mathbf{Probefläche} = r_{[m]}^2 * \pi$$

Formel 8

$r_{[m]}$  = Radius der Probefläche

Für die Bäume unter 1,3 m Höhe wurde ein 1 m Radius gewählt. Dieser wurde pro Punkt vier Mal wiederholt.

Der Blow-Up-Faktor (BF; repräsentierte Baumzahl) berechnet sich für die Hektarwerte aus:

$$\mathbf{BF} = \frac{10.000}{3,14159}$$

Formel 9

Die aufsummierte repräsentierte Baumzahl je Probepunkt stellt die Stammzahl pro Hektar je Punkt dar. Dividiert durch die Anzahl der Probepunkte wurde die Stammzahl pro Hektar für jedes UG berechnet.

### Bäume > 1,3m Höhe und BHD 0,01-3,99 cm

Beim fixen Probekreis wurde zuerst die Kreis-Probefläche berechnet (siehe Formel 8).

Für die Bäume über 1,3 m Höhe wurde ein 1,41 m Radius gewählt.

Der Blow-Up-Faktor berechnet sich für die Hektarwerte aus:

$$\mathbf{BF} = \frac{10.000}{6,24580}$$

Formel 10

Die aufsummierte repräsentierte Baumzahl je Probepunkt stellt die Stammzahl pro Hektar je Punkt dar. Dividiert durch die Anzahl der Probepunkte wurde die Stammzahl pro Hektar für jedes UG berechnet.

### Auswertung der Totholzinventur

Ausgehend von den aufgenommenen Daten wurde das Totholzvolumen der liegenden Teile nach Van Wagner (1968) mittels folgender Formel berechnet:

$$V_{[LTh.]} = \frac{\pi^2 \sum d^2}{8L} \quad \text{Formel 11}$$

V = Volumen des liegenden Totholzstückes in Kubikmeter pro Hektar

d = Durchmesser des liegenden Totholzstückes in Zentimeter

L = Transektlänge in Meter

### Auswertung der Deckungsgrade der Sträucher

Als erstes wurden von den aufgenommenen Sträuchern die Deckungsgrade in m<sup>2</sup> [DG<sub>m<sup>2</sup></sub>] berechnet.

$$DG_{m^2} = \text{Länge}_m * \text{Breite}_m \quad \text{Formel 12}$$

Die DG<sub>m<sup>2</sup></sub> wurden dann in Deckungsgrade Prozent umgerechnet:

$$DG_{\%} = (DG_{m^2} / 10) * 100 \quad \text{Formel 13}$$

Der Wert 10 steht für die 10m<sup>2</sup> (10[Länge]\*1[Breite]) aus dem Linientransekt.

Die DG% wurden dann für die einzelnen Punkte summiert. Um den mittleren Deckungsgrad für das Untersuchungsgebiet zu bekommen, wurde die Summe aus DG% durch die Stichprobenanzahl [n] dividiert.

$$\overline{DG_{\%}} = \sum DG_{\%} / n \quad \text{Formel 14}$$

### Strukturmerkmale

#### Variationskoeffizient

Er ist eine Kennzahl, die die Streuung eines Merkmals beschreibt. Je größer der Wert des Variationskoeffizienten ist, desto höher ist die Heterogenität der untersuchten Merkmale.

Berechnet wird er indem die Standardabweichung [s] der Daten durch den Mittelwert [ $\bar{x}$ ] geteilt wird:

$$\text{Variationskoeffizient } \% = 100 * \frac{s}{\bar{x}} \quad \text{Formel 15}$$



### Shannon-Index [Hs]

Als sein Maß für die Biodiversität wird oft der Shannon-Index herangezogen. Er beschreibt die relative Häufigkeit und Dominanz einer Art. Der Index wird in drei Schritten berechnet: Shannon-Index (Hs); Shannon-Max (Hmax) und die Eveness (E).

$$Hs = - (\sum pi * (\ln(pi)))$$

Formel 16

pi = gewichteter Anteil

Bevor die Eveness berechnet werden kann, muss noch der Shannon-Max berechnet werden. Die Formel dazu lautet:

$$Hmax = - (\ln(1/n))$$

Formel 17

n = Anzahl der Baumarten

Das Verhältnis von Hs/Hmax wird häufig als Eveness [E] bezeichnet. Dieser Quotient liegt zwischen den Werten 0 bis 1. Je stärker E von 1 verschieden ist, desto mehr weichen die Dominanzverhältnisse verschiedener Arten von der Gleichverteilung ab. Vollkommene Eveness (E=1) wird erreicht, wenn alle Arten mit dem gleichen Anteil vertreten sind (Hs = Hmax)

### Simpson-Index

Der Simpson-Index gibt die Wahrscheinlichkeit an, beim Ziehen einer Stichprobe von zwei Individuen solcher unterschiedlicher Art zu ziehen. Die Wahrscheinlichkeit ist umso größer, je größer die Artenzahl und je gleicher die einzelnen relativen Häufigkeiten sind. Simpson-Index von 1 bedeutet, dass alle Arten gleich häufig sind.

$$Simpson - Index = (\sum(pi * (1 - pi)))/(1 - 1/n)$$

Formel 18

pi = gewichteter Anteil  
n = Anzahl der Baumarten

## **Auswertung der Solitäre**

### Kronenparameter

Folgende Kronenparameter wurden berechnet:

$$Kronenlänge_{[m]} = Baumhöhe_{[m]} - Kronenansatz_{[m]}$$

Formel 19

Zuerst musste die Kronenlänge berechnet werden, da dieser Parameter für einige weitere Berechnungen vonnöten war. Die Kronenlänge gibt die Länge vom Baumwipfel bis zum Kronenansatz an (Kramer & Akca, 2008).

$$\text{Kronenprozent} = \frac{\text{Kronenlänge[m]}}{\text{Baumhöhe[m]}} * 100$$

Formel 20

Das Kronenprozent ist ein Vitalitätsweiser.

### Ermittlung des H/D-Wertes

Der H/D-Wert [Höhe/Durchmesser – Wert] ist ein Maß für die Stabilität von Bäumen. Je höher der H/D-Wert ist, desto instabiler ist der Baum (Burschel & Huss, 1997). BURSCHEL & HUSS (1997) haben 4 Klassen für die H/D-Wert-Einteilung gebildet.

**Tabelle 2:** H/D-Wert Klassen nach BURSCHEL & HUSS (1997)

H/D-Wert	>100	Sehr instabil
H/D-Wert	80-100	Instabil
H/D-Wert	<80	Stabil
H/D-Wert	<45	Solitärbaum

Der H/D-Wert wurde mit folgender Formel berechnet:

$$\text{H/D – Wert} = H_{[m]} / \text{BHD}_{[m]}$$

Formel 21

H<sub>[m]</sub> = Höhe in Meter

BHD<sub>[m]</sub> = Brusthöhendurchmesser in Meter

## 7. Ergebnisse

### Untersuchungsgebiet 1 (UG1) [Vollaufnahme]

#### Höhenkurve

Wie schon in der Methodik erwähnt, mussten die fehlenden Höhen berechnet werden.

Für Fichte und Lärche wurde die Formel 2 herangezogen und für Zirbe die Formel 3. Die berechneten Koeffizienten lauten:

**Tabelle 3:** Koeffizienten für Formel 2 für Fichte und Lärche und Formel 3 für Zirbe

Koeffizienten	Fichte	Lärche	Zirbe
$a_0$	-0,363298276	0,293588836	0,225186352
$a_1$	0,873306241	0,647315036	2,925991114

#### Allgemeine Parameter der Bäume

**Tabelle 4:** Allgemeine Parameter der Bäume im UG 1

Baumart	min-max BHD $cm$	$\bar{x}$ BHD $cm$	min-max Höhe $m$	$\bar{x}$ Höhe $m$
Fichte	4,1 – 72,2	23,3	2,4 – 29,2	10,6
Lärche	4,0 – 73,8	26,6	3,3 – 21,7	10,4
Zirbe	4,1 – 80,2	34,7	2,4 – 15,9	10,3
Tanne	5,1 -28,1	16,9	2,3 – 11,2	6,9
Vogelbeere	9,8 – 11,0	10,4	7,8 – 11,5	9,7
Grünerle	7,2 – 9,4	8,6	2,3 – 6,3	3,7

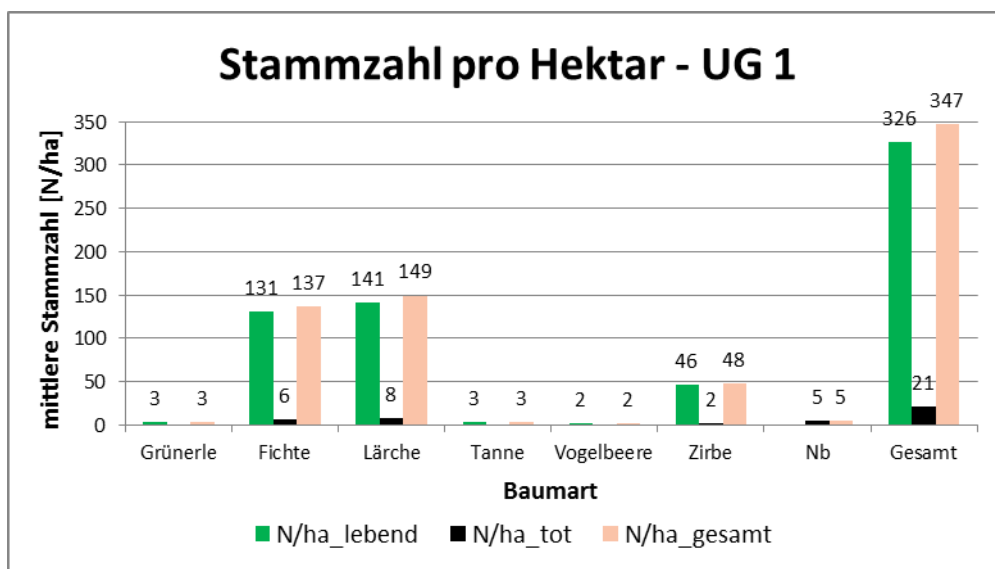
In Tabelle 4 sind die Minima, Maxima und Mittelwert der allgemeinen Parameter wie BHD und Höhe im UG 1 nach Baumarten getrennt ersichtlich. Den mächtigsten Durchmesser hat die Zirbe mit 80,2 cm. Die höchste Höhe hat die Fichte mit 29,2 m.

#### Biometrische Kennzahlen

Für die Auswertung des UG 1 wurden die Grundparameter wie Stammzahl (N), Grundfläche (G), Vorratsfestmeter Derbholz (Vd) berechnet. Es wurden nur gerade und bogige Bäume für die Auswertung der lebenden Bäume herangezogen. Des Weiteren ist in Tabelle 5 der dg (Grundflächenmittelstamm), hL (Lorey'sche Mittelhöhe) und h100 (Oberhöhe nach Assmann) mit dem zugehörigen Grundflächenmittelstämmen der Oberhöhenstämmen (d100) ersichtlich.

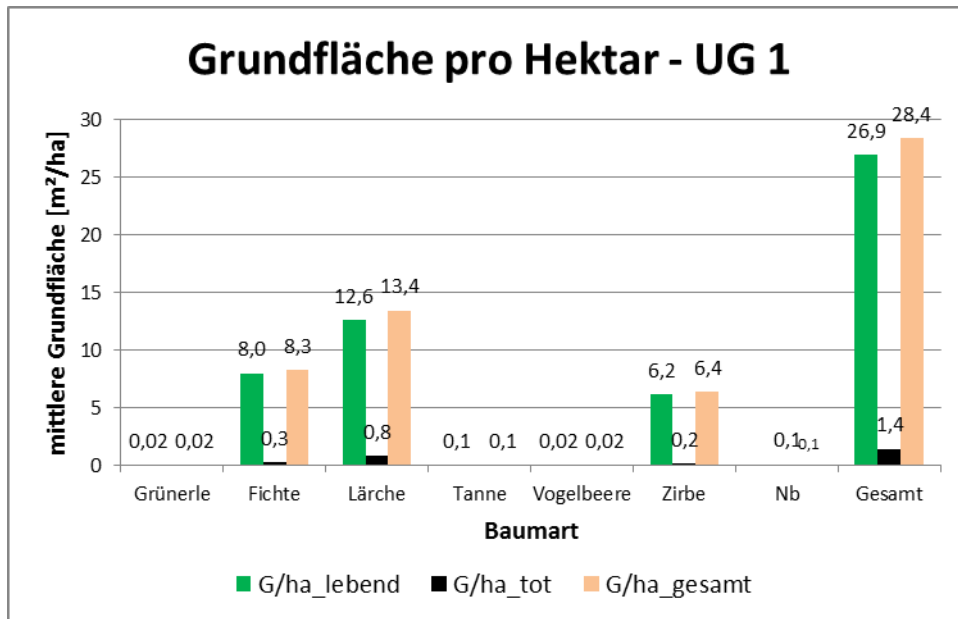
**Tabelle 5:** Biometrische Kennzahlen des UG 1

	N/ha	G/ha <sub>m</sub> <sup>2</sup>	Vd/ha		dg <sub>cm</sub>	hL <sub>m</sub>	h100 <sub>m</sub>	d100 <sub>cm</sub>
<b>Fichte</b>	131	8	64		27,9	17,8	18,0	31,7
<b>Lärche</b>	141	12,6	98		33,7	16,7	16,9	39,9
<b>Zirbe</b>	46	6,2	37		41,4	14,1		
<b>Grünerle</b>	3	0,02	0,02		8,7	4,2		
<b>Tanne</b>	3	0,09	0,4		19,4	9,9		
<b>Vogelbeere</b>	2	0,02	0,1		10,4	9,4		
<b>Summe Lebend</b>	<b>326</b>	<b>26,9</b>	<b>199</b>	Mittelwert	<b>23,6</b>	<b>12,0</b>		



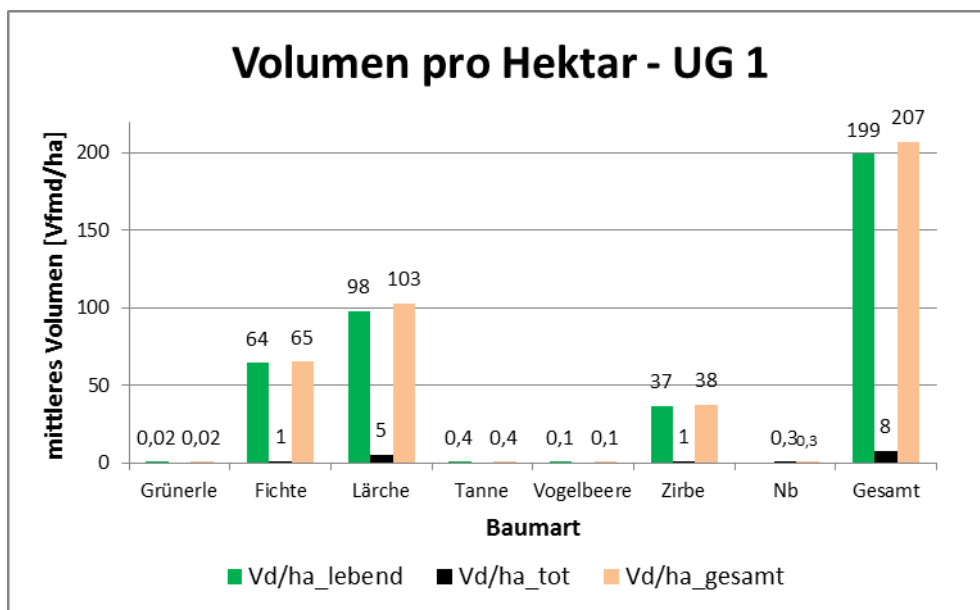
**Abbildung 13:** Stammzahl pro Hektar für das UG 1 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

In Abbildung 13 ist die Stammzahlverteilung pro Hektar im UG 1 zu sehen. Es ist ersichtlich, dass die am häufigste vorkommende Baumart die Lärche ist, gefolgt von Fichte und Zirbe. Vereinzelt wurde auch Tanne und Vogelbeere im UG 1 aufgenommen.



**Abbildung 14:** Grundfläche pro Hektar für das UG 1 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

Obwohl Lärche und Fichte bezüglich ihrer Stammzahl fast gleich oft vorkommen, hat die Lärche eine viel größere Grundfläche als die Fichte. Die Zirbe, welche nur zu zirka einem Drittel so oft vorkommt wie die Fichte, hat beinahe dieselbe Grundfläche wie die Fichte (siehe Abbildung 14).



**Abbildung 15:** Volumen Derbholz für das UG 1 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot [Vfmd = Vorratsfestmeter Derbholz]

In der Vorratshaltung verhält sich das Verhältnis von Lärche zu Fichte zu Zirben 60:30:10 wie in Abbildung 15 ersichtlich ist. Der Gesamtvorrat pro Hektar beträgt 207 Vorratsfestmeter Derbholz (199 vfmd lebendes und 8 vfmd totes Holz).

## Untersuchungsgebiet 2 (UG2) [N15 - Aufnahme]

### Allgemeine Parameter der Bäume

**Tabelle 6:** Allgemeine Parameter der Bäume im UG 2

Baumart	min-max BHD <sub>cm</sub>	$\bar{x}$ BHD <sub>cm</sub>	min-max Höhe <sub>m</sub>	$\bar{x}$ Höhe <sub>m</sub>
<b>Fichte</b>	4,0 – 64,3	19,3	2,0 – 19,3	8,5
<b>Lärche</b>	5,0 – 45,8	21,1	2,9 – 19,0	8,1
<b>Zirbe</b>	7,7 – 87,9	39,7	3,2 – 19,1	12,0

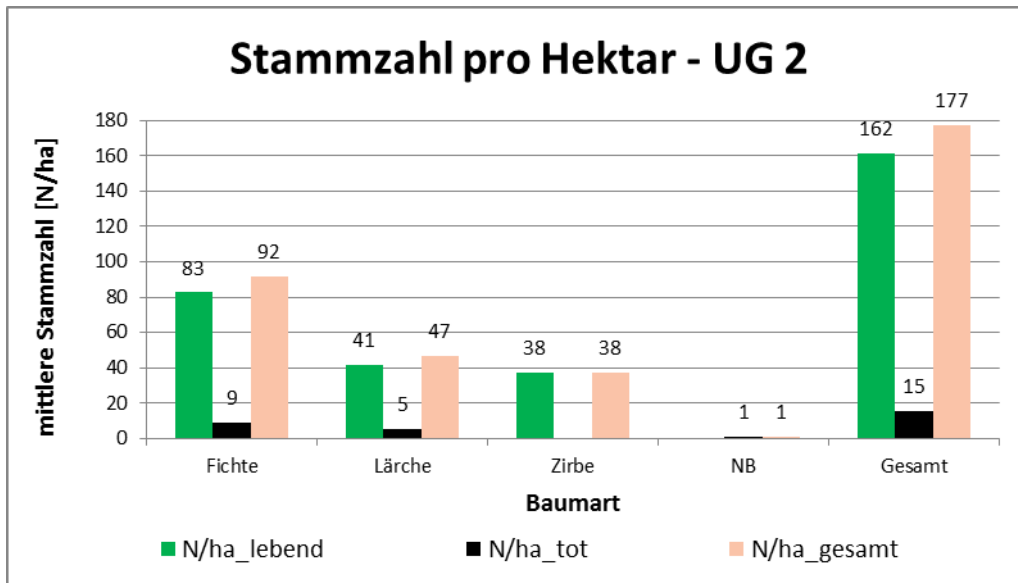
In Tabelle 6 sind Minima, Maxima und Mittelwerter der allgemeinen Parameter wie BHD und Höhe im UG 2 nach Baumarten getrennt ersichtlich. Den mächtigsten Durchmesser hat die Zirbe mit 87,9 cm. Die höchste Höhe hat die Fichte mit 19,3 m.

### Biometrische Kennzahlen

Für die Auswertung des UG 2 wurden die Grundparameter wie Stammzahl (N), Grundfläche (G), Vorratsfestmeter Derbholz (Vd) berechnet. Es wurden nur gerade und bogige Bäume für die Auswertung der lebenden Bäume herangezogen. Des Weiteren ist in Tabelle 7 der  $d_g$  (Grundflächenmittelstamm),  $h_L$  (Lorey'sche Mittelhöhe) und  $h_{100}$  (Oberhöhe nach Assmann) mit dem zugehörigen Grundflächenmittelstämmen der Oberhöhenstämmen ( $d_{100}$ ) ersichtlich.

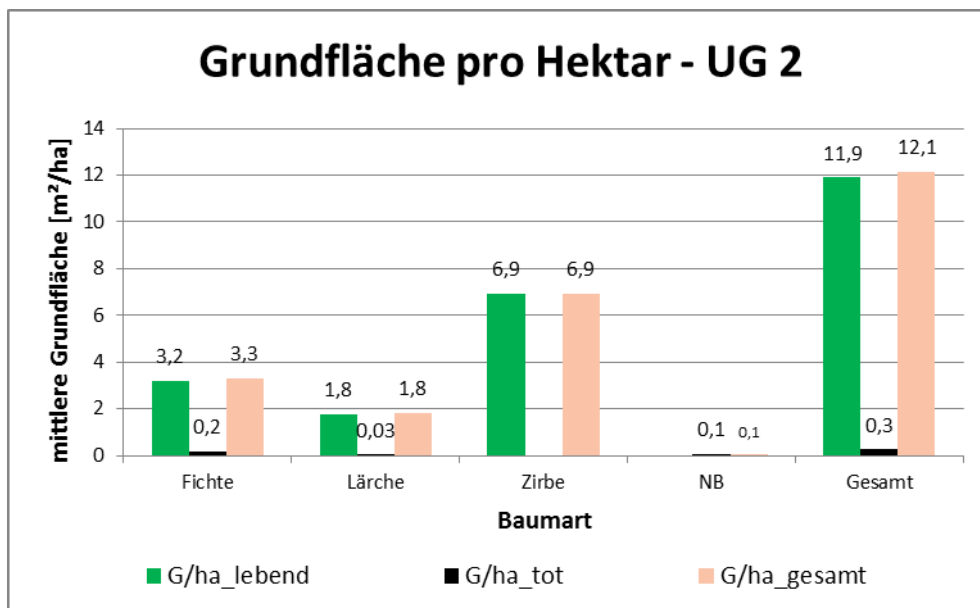
**Tabelle 7:** Biometrische Kennzahlen des UG 2

	N/ha	G/ha <sub>m</sub> <sup>2</sup>	Vd/ha	$d_{gcm}$	$h_{Lm}$
<b>Fichte</b>	83	3	19	24,7	12,0
<b>Lärche</b>	41	2	11	23,8	10,5
<b>Zirbe</b>	38	7	47	46,2	14,1
<b>Mittelwert Lebend</b>	<b>162</b>	<b>12</b>	<b>76</b>	<b>32</b>	<b>12</b>



**Abbildung 16:** Stammzahl pro Hektar für das UG 2 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

In Abbildung 16 ist die Stammzahlverteilung pro Hektar im UG 2 zu sehen. Es ist ersichtlich, dass die am häufigste vorkommende Baumart die Fichte ist, gefolgt von Lärche und Zirbe.



**Abbildung 17:** Grundfläche pro Hektar für das UG 2 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

Die größte Grundfläche pro Hektar weist die Zirbe mit 6,9 m<sup>2</sup> pro Hektar auf. Die Zirbe hat auch das größte mittlere Volumen mit 47 Vorratsfestmeter Derbholz pro Hektar. Es fällt auf, dass die Werte bei der Zirbe für Volumen und Grundfläche höher sind als die Stammzahl. Dies lässt sich auf wenige aber sehr starke Zirben zurückführen. Hingegen sind bei der Fichte stückzahlmäßig mehr vorhanden, aber in einer niedrigeren Durchmesserklasse.

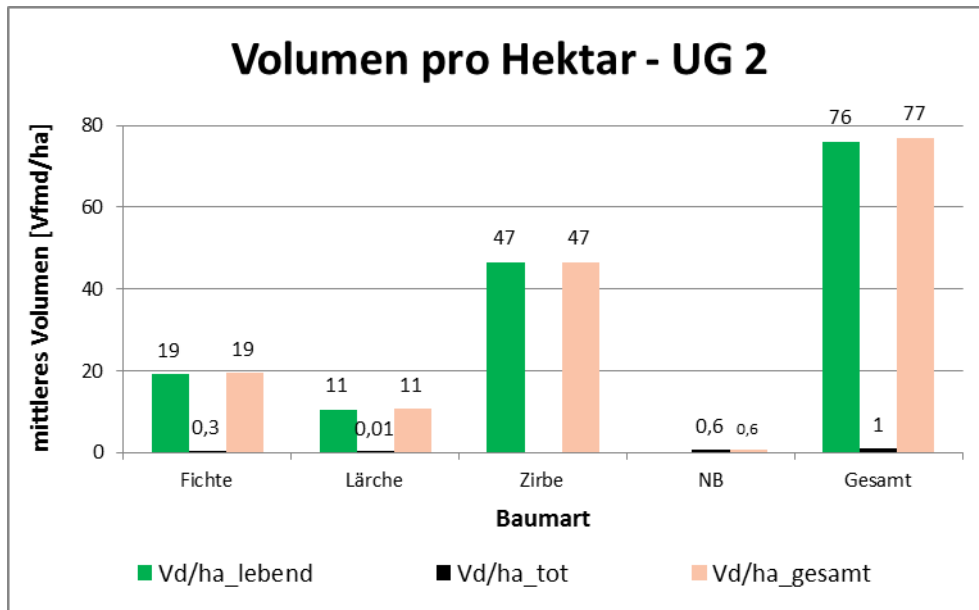


Abbildung 18: Volumen Derbholz für das UG 2 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

### Untersuchungsgebiet 3 (UG3) [Vollaufnahme]

#### Höhenkurve

Wie schon in der Methodik erwähnt, mussten die fehlenden Höhen berechnet werden.

Für Fichte wurde die Formel 2 herangezogen und für Zirbe und Lärche die Formel 3. Die berechneten Koeffizienten lauten:

Tabelle 8: Koeffizienten für Formel 2 für Fichte und Formel 3 für Lärche und Zirbe

Koeffizienten	Fichte	Lärche	Zirbe
$a_0$	0,842355332	3,39669949	2,992543387
$a_1$	-0,239540385	0,155320761	0,216306231

#### Allgemeine Parameter der Bäume

Tabelle 9: Allgemeine Parameter der Bäume im UG 3

Baumart	min-max BHD <sub>cm</sub>	$\bar{x}$ BHD <sub>cm</sub>	min-max Höhe <sub>m</sub>	$\bar{x}$ Höhe <sub>m</sub>
Fichte	4,2 – 57,4	21,4	2,6 – 23,9	10,0
Lärche	4,2 – 56,2	32,0	2,4 – 22,8	15,4
Zirbe	4,0- 63,5	30,3	2,4 – 15,7	10,3
Vogelbeere	21,0 – 21,0	21,0	5,9 – 5,9	5,9



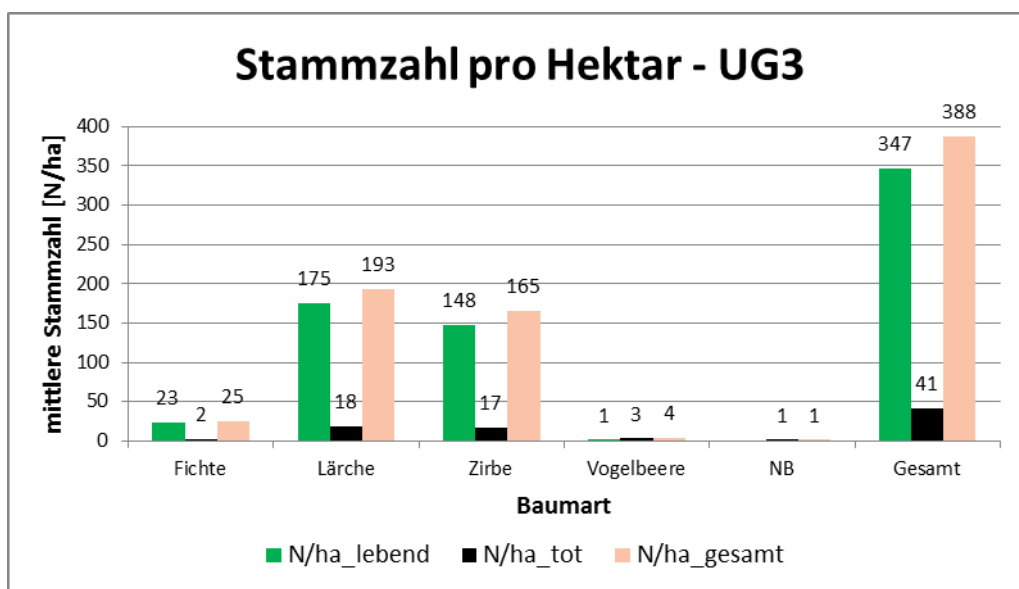
In Tabelle 9 sind die Minima, Maxima und Mittelwert der allgemeinen Parameter wie BHD und Höhe im UG 2 nach Baumarten getrennt ersichtlich. Den mächtigsten Durchmesser hat die Zirbe mit 63,5 cm. Die höchste Höhe hat die Fichte mit 23,9 m.

### Biometrische Kennzahlen

Für die Auswertung des UG 3 wurden die Grundparameter wie Stammzahl (N), Grundfläche (G), Vorratsfestmeter Derbholz (Vd) berechnet. Es wurden nur gerade und bogige Bäume für die Auswertung der lebenden Bäume herangezogen. Des Weiteren ist in Tabelle 10 der dg (Grundflächenmittelstamm), hL (Lorey'sche Mittelhöhe) und h100 (Oberhöhe nach Assmann) mit dem zugehörigen Grundflächenmittelstämmen der Oberhöhenstämmen (d100) ersichtlich.

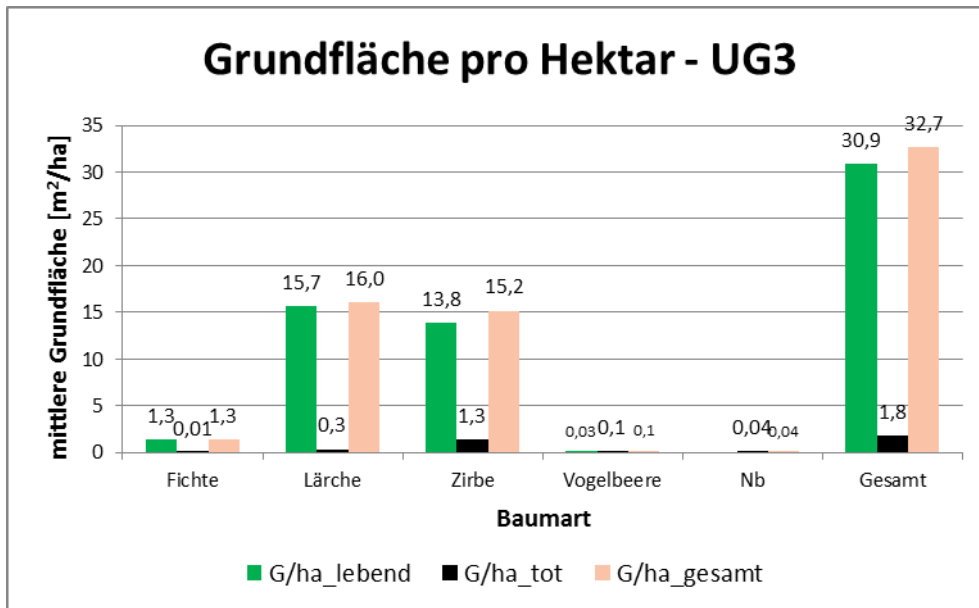
**Tabelle 10:** Biometrische Kennzahlen des UG 3

	N/ha	G/ha <sub>m</sub> <sup>2</sup>	Vd/ha		dg <sub>cm</sub>	hL <sub>m</sub>	h100 <sub>m</sub>	d100 <sub>cm</sub>
<b>Fichte</b>	23	1,3	11		27,1	18,0		
<b>Lärche</b>	175	15,7	136		33,8	17,8	18,9	40,0
<b>Zirbe</b>	148	13,8	84		34,5	13,4	13,6	41,2
<b>Vogelbeere</b>	1	0,03	0,1		21,0	5,9		
<b>Summe Lebend</b>	<b>347</b>	<b>30,9</b>	<b>230</b>	<b>Mittelwert</b>	29,1	13,8		



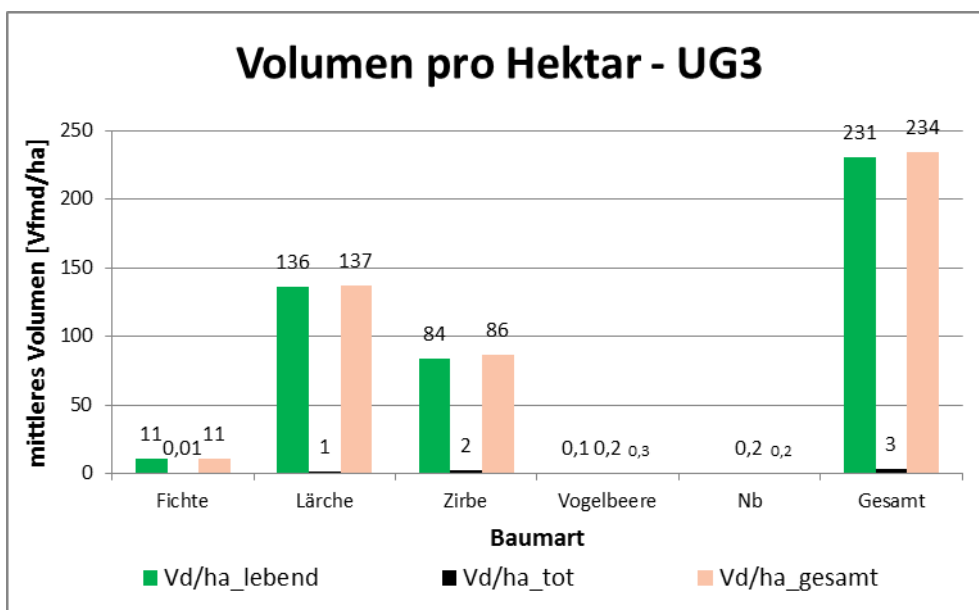
**Abbildung 19:** Stammzahl pro Hektar für das UG 3 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

In Abbildung 19 ist die Stammzahlverteilung pro Hektar im UG 3 zu sehen. Es ist ersichtlich, dass die am häufigste vorkommende Baumart die Lärche ist, gefolgt von Zirbe und Fichte. Vereinzelt wurde auch Vogelbeere im UG 3 aufgenommen.



**Abbildung 20:** Grundfläche pro Hektar für das UG 3 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

Die Grundfläche ist bei Lärche und Zirbe fast gleich hoch. Beim Volumen hingegen, hat die Lärche mit 137 Vorratsfestmeter Derbholz um 50 vfmd mehr als die Zirbe.



**Abbildung 21:** Volumen Derbholz für das UG 3 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

## Untersuchungsgebiet 4 (UG4) [N15 – Aufnahme]

### Allgemeine Parameter der Bäume

In Tabelle 11 sind die Minima, Maxima und Mittelwerter der allgemeinen Parameter wie BHD und Höhe im UG 4 nach Baumarten getrennt ersichtlich. Den mächtigsten Durchmesser hat die Lärche mit 65,1 cm. Die höchste Höhe hat ebenfalls die Lärche mit 20,2 m.

**Tabelle 11:** Allgemeine Parameter der Bäume im UG 4

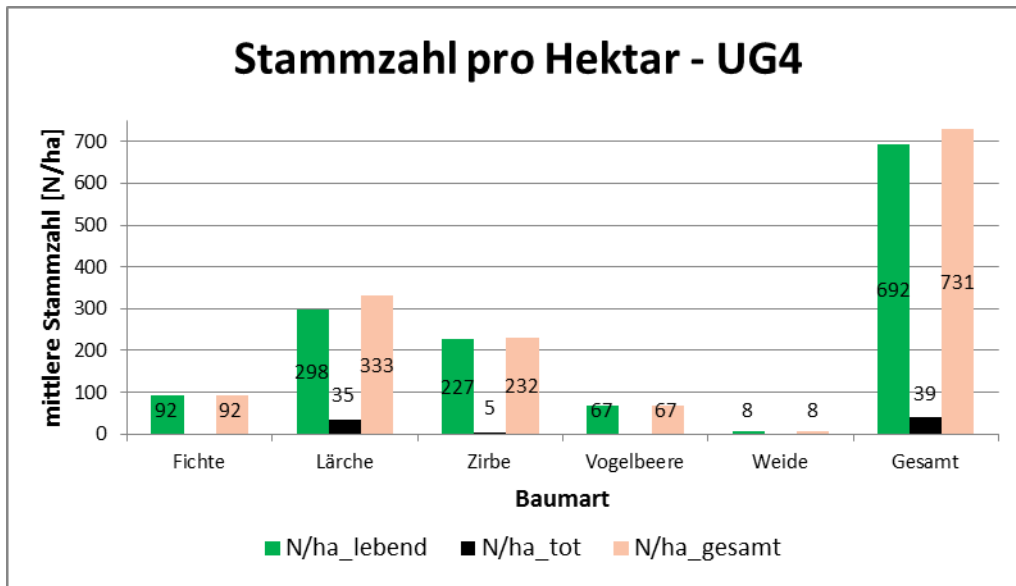
Baumart	min-max BHD <sub>cm</sub>	$\bar{x}$ BHD <sub>cm</sub>	min-max Höhe <sub>m</sub>	$\bar{x}$ Höhe <sub>m</sub>
<b>Fichte</b>	5,0 – 49,1	17,2	3,0 – 17,8	7,0
<b>Lärche</b>	7,5 – 65,1	28,3	5,6 – 20,2	13,3
<b>Zirbe</b>	4,2 – 63,6	25,8	3,2 – 19,1	9,2
<b>Vogelbeere</b>	4,7 – 19,0	12,1	3,4 – 11,4	7,2
<b>Weide</b>	5,3 – 5,3	5,3	2,5 – 2,5	2,5

Biometrische Kennzahlen

Für die Auswertung des UG 4 wurden die Grundparameter wie Stammzahl (N), Grundfläche (G), Vorratsfestmeter Derbholz (Vd) berechnet. Es wurden nur gerade und bogige Bäume für die Auswertung der lebenden Bäume herangezogen. Des Weiteren ist in Tabelle 12 der dg (Grundflächenmittelstamm), hL (Lorey'sche Mittelhöhe) und h100 (Oberhöhe nach Assmann) mit dem zugehörigen Grundflächenmittelstämmen der Oberhöhenstämmen (d100) ersichtlich.

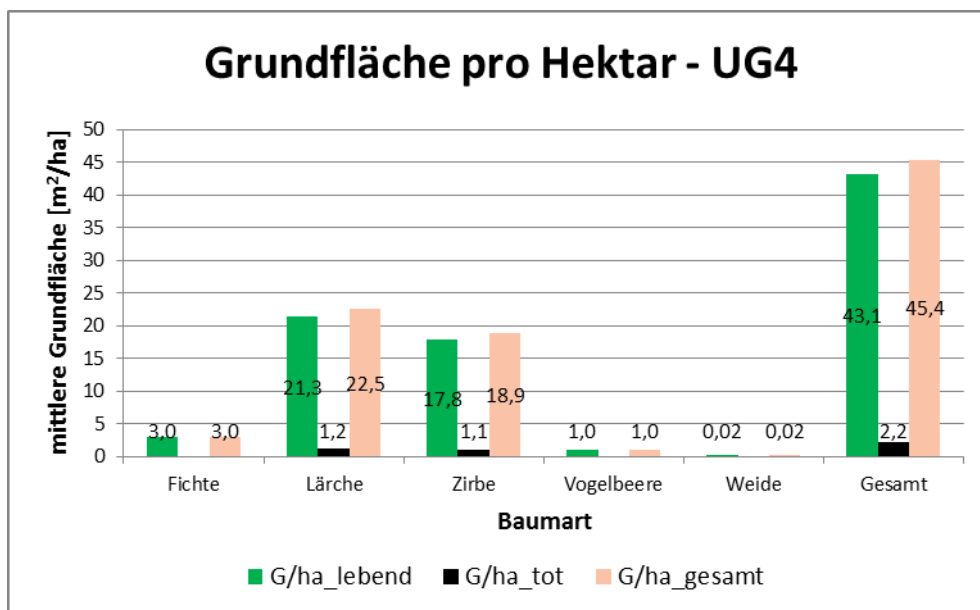
**Tabelle 12:** Biometrische Kennzahlen des UG 4

	N/ha	G/ha <sub>m</sub> <sup>2</sup>	Vd/ha	dg <sub>cm</sub>	hL <sub>m</sub>	h100 <sub>m</sub>	d100 <sub>cm</sub>
<b>Fichte</b>	92	3,0	19	19,9	10,4	8,1	17,1
<b>Lärche</b>	298	21,3	157	34,0	15,5	16,6	42,2
<b>Zirbe</b>	227	17,8	99	32,4	12,5	13,1	43,6
<b>Vogelbeere</b>	67	1,0	4	13,1	8,6	10,2	15,4
<b>Weide</b>	8	0,02	0	5,3	2,5		
<b>Mittelwert Lebend</b>	<b>692</b>	<b>43,1</b>	<b>280</b>	<b>20,9</b>	<b>9,9</b>	<b>12,0</b>	<b>29,6</b>



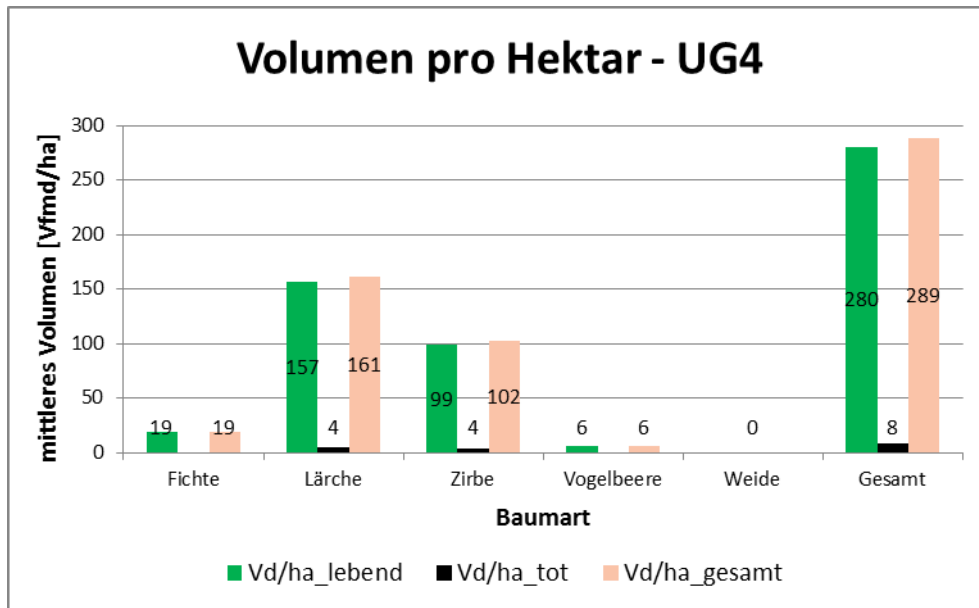
**Abbildung 22:** Stammzahl pro Hektar für das UG 4 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

In Abbildung 22 ist die Stammzahlverteilung pro Hektar im UG 4 zu sehen. Es ist ersichtlich, dass die am häufigste vorkommende Baumart die Lärche ist, gefolgt von Zirbe und Fichte. Vereinzelt wurde auch Weide und Vogelbeere im UG 4 aufgenommen.



**Abbildung 23:** Grundfläche pro Hektar für das UG 4 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

Die Grundfläche ist bei Lärche und Zirbe fast gleich hoch. Beim Volumen hingegen, hat die Lärche mit 161 Vorratsfestmeter Derbholz um ein Drittel mehr als die Zirbe.



**Abbildung 24:** Volumen Derbholz für das UG 4 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot

## Vergleich der Untersuchungsgebiete

### Bestandeskennzahlen pro Hektar

In den folgenden drei Tabellen sind die Bestandeskennzahlen der vier Untersuchungsgebiete getrennt nach Baumarten gegenübergestellt.

Stammzahl: In Tabelle 13 sind die Stammzahlen pro Hektar ersichtlich. Die höchste Stammzahl konnte im UG 4 berechnet werden, die niedrigste hingegen im UG 2. Auf den beiden Vollaufnahmeflächen ist die Stammzahl relativ ähnlich.

**Tabelle 13:** Übersicht der Stammzahl pro Hektar auf den vier Untersuchungsgebieten getrennt nach Baumarten

	<b>UG 1</b>	<b>UG 2</b>	<b>UG 3</b>	<b>UG 4</b>
<b>Fichte</b>	131	83	23	92
<b>Lärche</b>	141	41	175	298
<b>Zirbe</b>	46	38	148	227
<b>Grünerle</b>	3	-	-	-
<b>Tanne</b>	3	-	-	-
<b>Vogelbeere</b>	2	-	1	67
<b>Weide</b>	-	-	-	8
<b>Stammzahl/ha</b>	<b>326</b>	<b>162</b>	<b>347</b>	<b>692</b>

Grundfläche: In Tabelle 14 ist die Grundfläche pro Hektar ersichtlich. Die höchste Grundfläche konnte im UG 4 mit 43,1 m<sup>2</sup> pro Hektar berechnet werden, die niedrigste hingegen im UG 2 mit 12 m<sup>2</sup> pro Hektar. Auf den beiden Vollaufnahmeflächen ist die Grundfläche im UG 3 um 4 m<sup>2</sup> höher als im UG 1.

**Tabelle 14:** Übersicht der Grundfläche pro Hektar auf den vier Untersuchungsgebieten getrennt nach Baumarten

	<b>UG 1</b>	<b>UG 2</b>	<b>UG 3</b>	<b>UG 4</b>
<b>Fichte</b>	8,0	3,0	1,3	3,0
<b>Lärche</b>	12,6	2,0	15,7	21,3
<b>Zirbe</b>	6,2	7,0	13,8	17,8
<b>Grünerle</b>	0,02	-	-	-
<b>Tanne</b>	0,09	-	-	-
<b>Vogelbeere</b>	0,02	-	0,03	1,0
<b>Weide</b>	-	-	-	0,02
<b>Grundfläche/ha</b>	<b>26,9</b>	<b>12,0</b>	<b>30,9</b>	<b>43,1</b>

Volumen Derbholz: In Tabelle 15 ist das Volumen Derbholz pro Hektar ersichtlich. Der höchste Vorrat stockt im UG 4 mit 280 Vfmd pro Hektar, der niedrigste Vorrat hingegen stockt im UG 2 mit 76 Vfmd pro Hektar. Auf den beiden Vollaufnahmeflächen ist der Vorrat im UG 3 um 30 Vfmd höher als im UG 1.

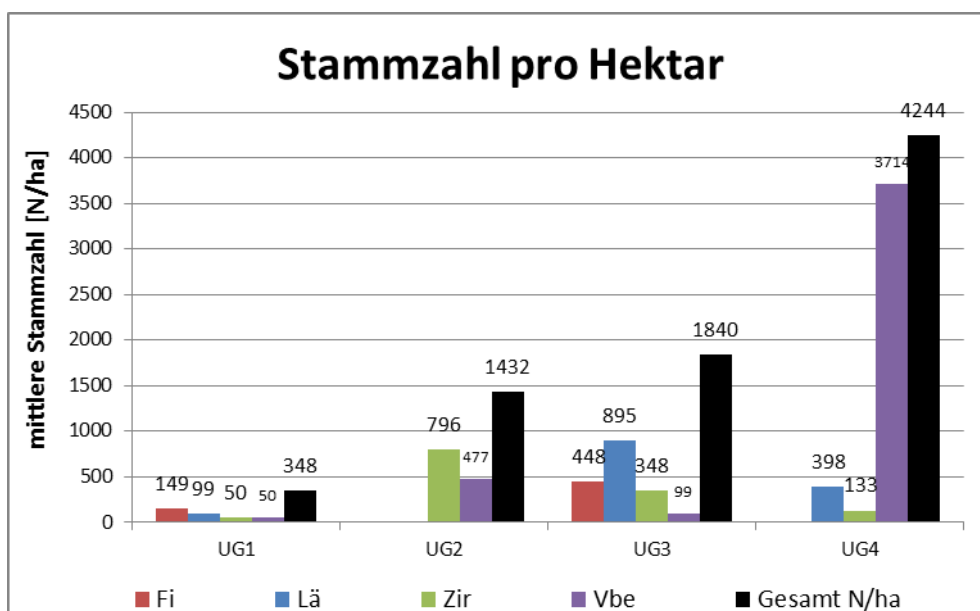
**Tabelle 15:** Übersicht des Volumen Derbholz pro Hektar auf den vier Untersuchungsgebieten getrennt nach Baumarten

	UG 1	UG 2	UG 3	UG 4
<b>Fichte</b>	64	19	11	19
<b>Lärche</b>	98	11	136	157
<b>Zirbe</b>	<b>37</b>	<b>47</b>	<b>84</b>	<b>99</b>
<b>Grünerle</b>	0,02	-	-	-
<b>Tanne</b>	0,4	-	-	-
<b>Vogelbeere</b>	0,1	-	0,1	4
<b>Weide</b>	-	-	-	0
<b>Volumen Derbholz/ha</b>	<b>199</b>	<b>76</b>	<b>230</b>	<b>280</b>

Verjüngung (Jungwuchs) < 1,3m Höhe

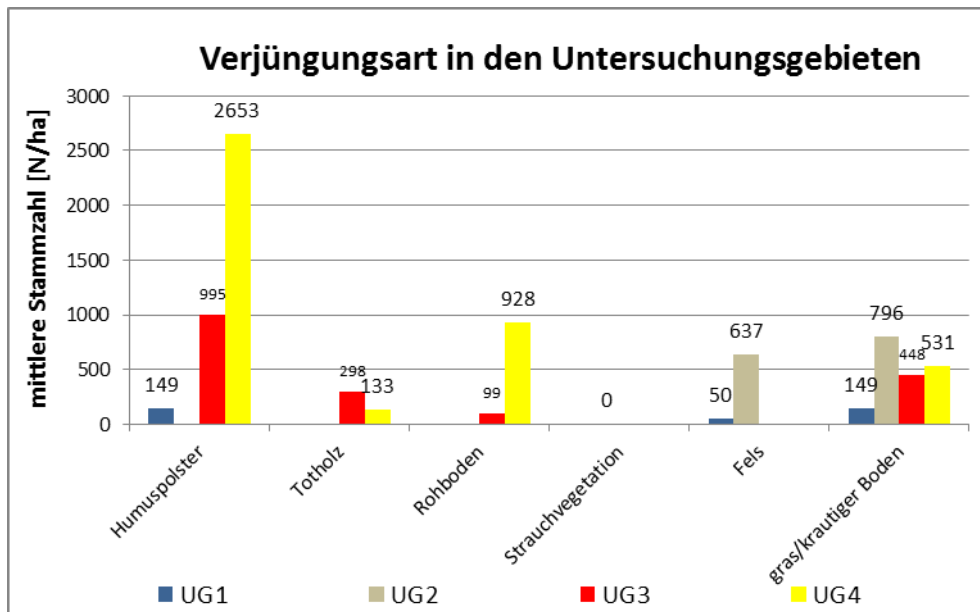
*Baumartenzusammensetzung*

In Abbildung 25 sind die N/ha für die Verjüngungsbäume < 1,3m ersichtlich. Die Grafik zeigt, dass im UG 4 die höchste Stammzahl an Verjüngung vorhanden ist. Diese hohe Zahl ist vor allem durch die Pionierbaumart Vogelbeere mit 3714 Bäumen pro Hektar gegeben. Des Weiteren ist ersichtlich, dass Verjüngung der Vogelbeere sowie Zirbe auf allen Flächen vorhanden ist. Lärchenverjüngung konnte im UG 2 keine aufgenommen werden und Fichtenverjüngung im UG 2 und UG 4 nicht. Am wenigsten Verjüngung ist im UG 1 vorhanden.



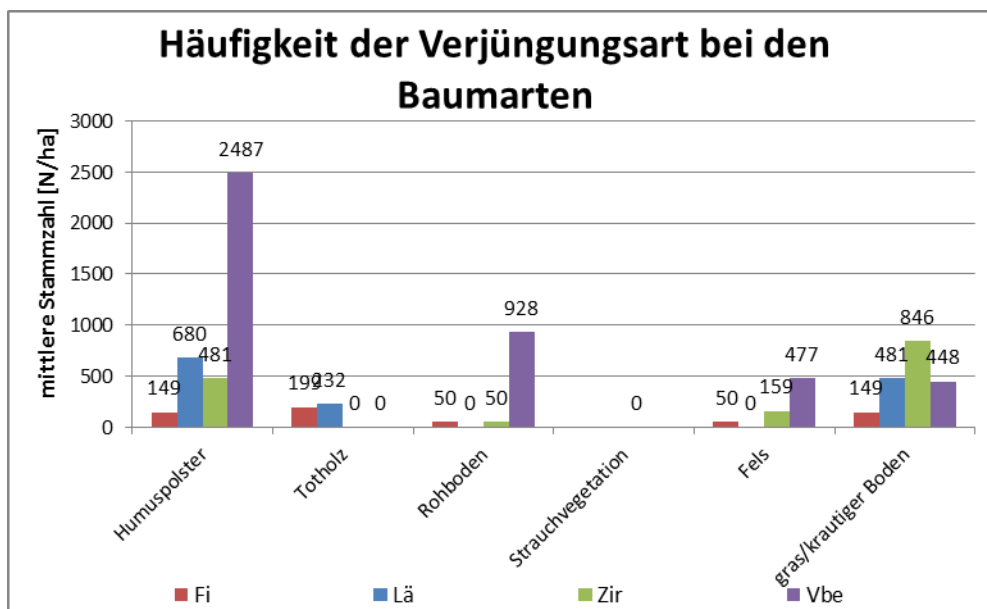
**Abbildung 25:** Stammzahl pro Hektar getrennt nach Baumarten der Verjüngung < 1,3 m Höhe auf den zwei UG

## Verjüngungsart



**Abbildung 26:** Verjüngungsart der Jungpflanzen < 1,3 m Höhe auf den Untersuchungsgebieten

Abbildung 26 zeigt die Verjüngungsarten in den Untersuchungsgebiete. Die häufigste Art sich zu verjüngen ist auf Humuspolster, gefolgt von gras/krautiger Vegetation. Auf Strauchvegetation konnte überhaupt keine Verjüngung gefunden werden. Im UG 1 und UG 2 konnte auch keine Verjüngung auf Totholz und Rohboden aufgenommen werden, hingegen konnte Verjüngung auf Fels nur im UG 1 und UG 2 aufgenommen werden.



**Abbildung 27:** Verjüngungsart nach Baumarten der Jungpflanzen < 1,3 m Höhe

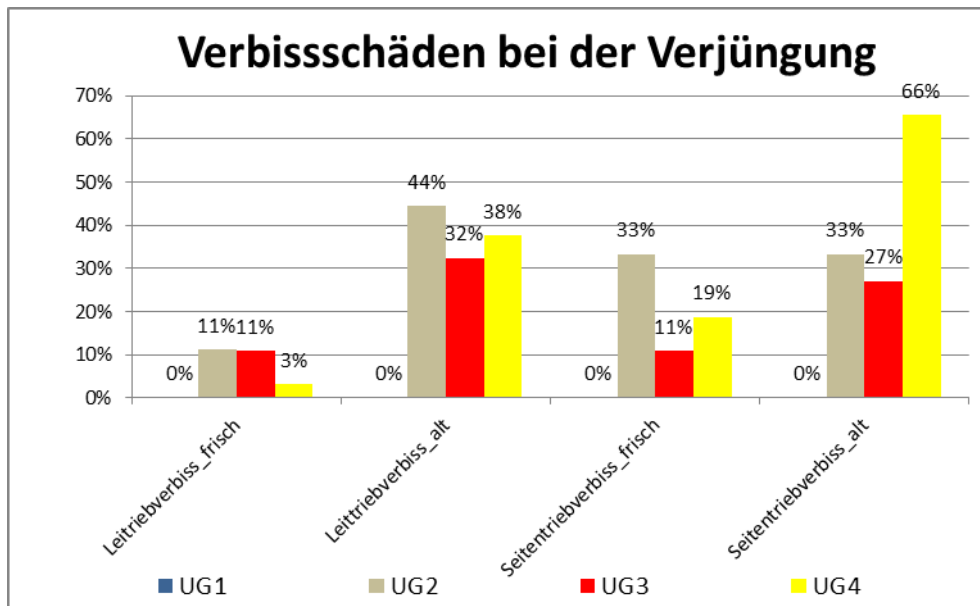
Abbildung 27 zeigt wie häufig die verschiedenen Baumarten auf den Verjüngungsarten vorgekommen sind. Es ist dabei ersichtlich, dass die Lärche als Rohbodenkeimer, sich im Zuge dieser Aufnahmen, nie auf Rohboden verjüngt hat. Am häufigsten hat sich die Lärche in Humuspölstern



verjüngt, wie auch die Zirbe und Vogelbeere. Lärche wurde am öftesten auf Totholz verjüngt vorgefunden. Am öftesten auf Rohboden hat sich die Vogelbeere verjüngt.

### Verbisseinfluss(-schaden)

In Abbildung 28 sind die Verbisschäden in den Untersuchungsgebieten ersichtlich. Im UG 1 konnte überhaupt keine verbissene Pflanze aufgenommen werden, in allen anderen Gebieten war Verbiss vorhanden. Den höchsten Leittriebverbiss frisch gab es im UG 2 und UG 3, wobei der Leittriebverbiss frisch im Gegensatz zu den anderen Verbissarten noch relativ gering war. Hingegen ist  $\frac{1}{3}$  der Pflanzen auf der UG 2 an den Seitentrieben frisch verbissen. Im UG 3 sind es elf Prozent und im UG 4 immerhin  $\frac{1}{3}$  der Pflanzen bei denen die Seitentriebe frisch verbissen wurden. Den weitaus höheren Anteil macht der Leittriebverbiss alt und Seitetriebverbiss alt aus, wobei hier ja mehr als zwei Jahre betroffen sind. Den höchsten Seitetriebverbiss alt gibt es im UG 4 mit 66 %. Den höchsten Leittriebverbiss alt gibt es mit 44 % im UG 2.



**Abbildung 28:** Verbisschäden bei der Verjüngung in den Untersuchungsgebieten

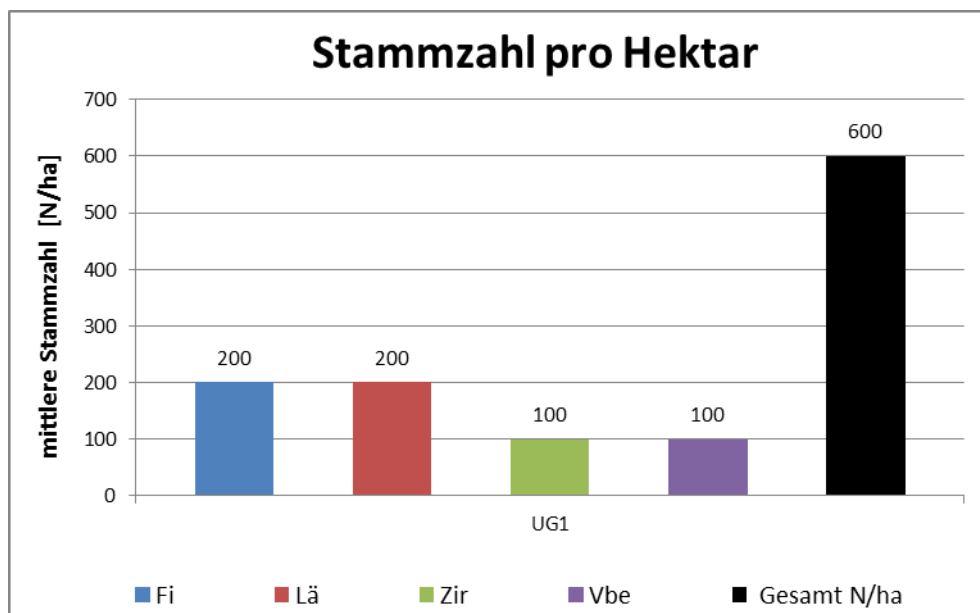
Fegeschäden und Schälsschäden sind im ganzen Gebiet vernachlässigbar gering.

Dickung (> 1,3m Höhe; bis Bhd <4cm)

*Baumartenzusammensetzung*

Verjüngungspflanzen größer 1,3 m Höhe wurden nur im UG 1 aufgenommen. In den drei anderen Aufnahmegebiete UG2, UG 3 und UG 4 wurde keine einzige Pflanze in diesem Verjüngungsradius gefunden. Das in den anderen Untersuchungsgebieten keine Verjüngungspflanzen in diesem Radius aufgenommen werden konnten, kann zum einen auf den Verbissdruck von Wild zurückgeführt werden zum anderen kann es aber auch sein, dass sie durch abiotisch Einflüsse (zum Beispiel Schnee) die Verjüngung nicht weiterentwickeln konnte. Die Ergebnisse können somit nur für UG 1 abgebildet werden.

In Abbildung 29 sind die N/ha für die Verjüngungsbäume > 1,3m ersichtlich. Die Grafik zeigt deutlich, dass im UG 1 sowohl Lärche, Fichte, Zirbe und Vogelbeere in der Verjüngung vorgekommen sind. Die gesamte Stammzahl beträgt 600 Bäume pro Hektar. Wobei Fichte und Lärche jeweils mit 200 Bäumen pro Hektar vorkommen und Zirbe und Vogelbeere jeweils mit 100 Bäumen.



**Abbildung 29:** Stammzahl pro Hektar getrennt nach Baumarten der Verjüngung > 1,3 m Höhe im UG 1



Abbildung 30: Lärchenverjüngung auf Fels

### Verjüngungsart

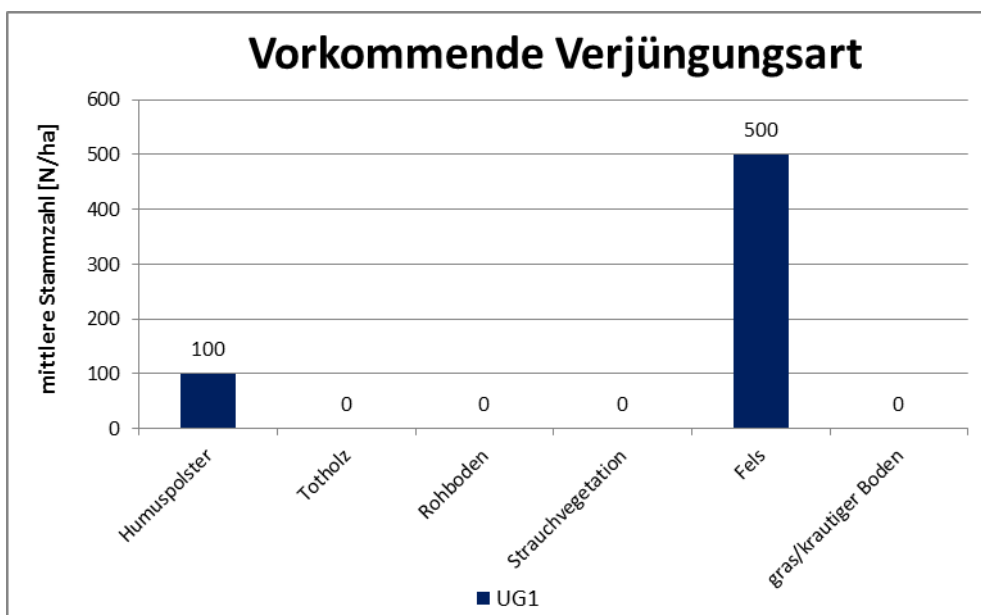
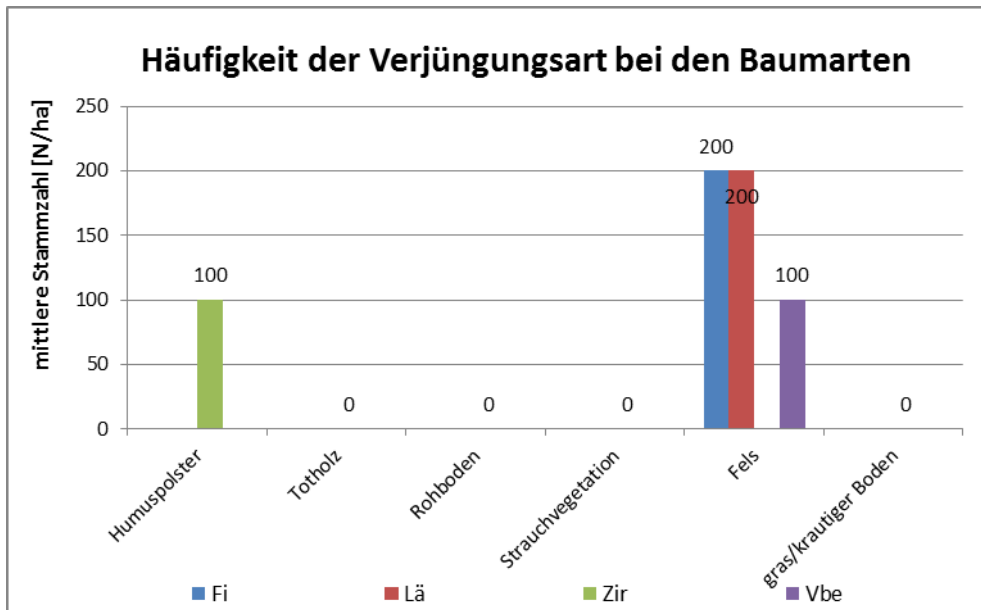


Abbildung 31: Verjüngungsart der Jungpflanzen > 1,3 m Höhe im UG 1

Bäume > 1,3 m Höhe haben sich nur auf Humuspolster und Fels verjüngt, wobei der Großteil der Bäume sich über Fels verjüngt hat, wie in Abbildung 31 ersichtlich ist. Auffallend ist, dass sich die Zirbe nur auf Humuspolster verjüngt hat, Fichte, Lärche und Vogelbeere jedoch nur auf Fels (Abbildung 32).



**Abbildung 32:** Verjüngungsart nach Baumarten der Jungpflanzen > 1,3 m Höhe im UG 1

## Totholz

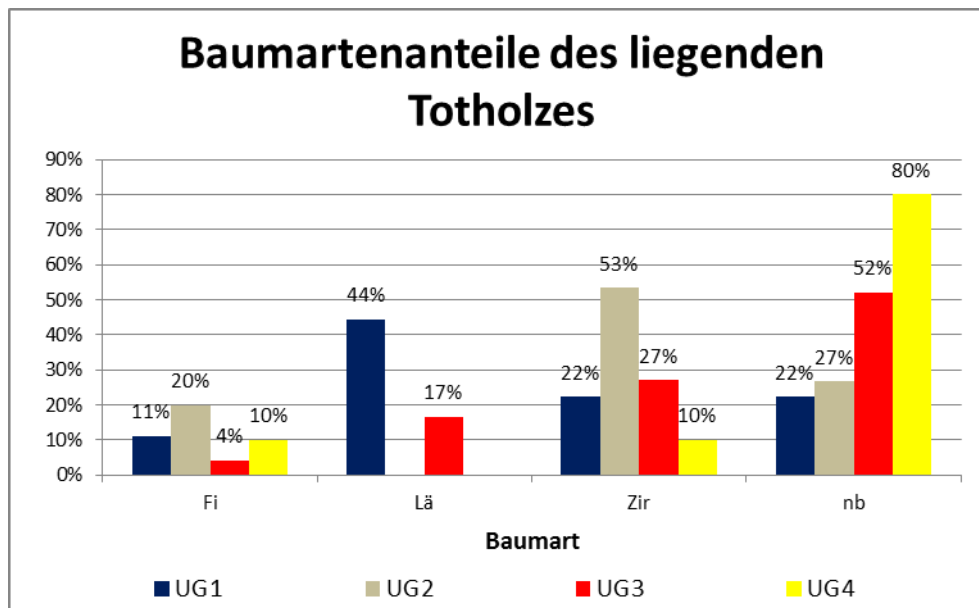
### *Stehend*

In Tabelle 16 ist das stehende Totholz der vier Untersuchungsgebiete zusammengefasst ersichtlich. Das meiste stehende Totholz wurde im UG 3 aufgenommen mit 41 Bäumen pro Hektar. Das wenigste stehende Totholz konnte im UG 2 aufgenommen werden.

**Tabelle 16:** Übersicht des stehenden Totholzes pro Hektar auf den vier Untersuchungsgebieten getrennt nach Baumarten

	UG 1	UG 2	UG 3	UG 4
<b>Fichte</b>	6	9	-	-
<b>Lärche</b>	8	5	18	34
<b>Zirbe</b>	2	-	27	5
<b>Vogelbeere</b>	-	-	3	-
<b>nicht bestimmbar</b>	5	1	1	-
<b>Stammzahl/ha</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>41</b>	<b>39</b>

### *Liegend*



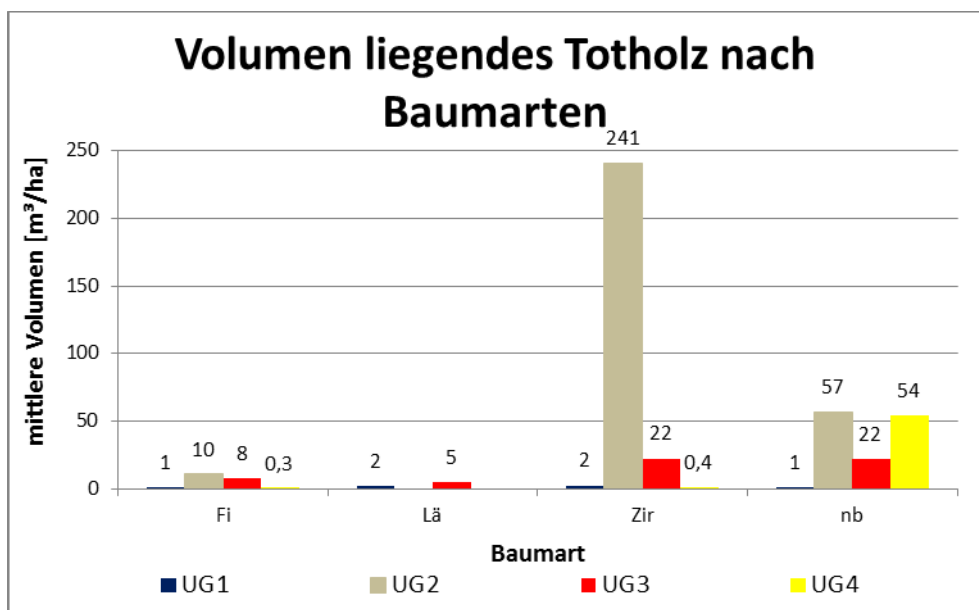
**Abbildung 33:** Baumartenanteile des liegenden Totholzes in Prozent auf den UG [nb = nicht bestimmbar]

In Abbildung 33 ist die Gegenüberstellung ersichtlich wie viel Prozent der jeweiligen Baumart in Form von Totholz auf den Untersuchungsgebieten vorzufinden war. Totholz der Lärche war nur im UG 1 und UG 3 vorhanden. Fichte, Zirbe und nicht näher bestimmbare Baumarten wurde in allen Gebieten aufgenommen. Den größten Anteil an Totholz der Zirbe wie auch der Fichte ist im UG 3 vorhanden. Totholz der Lärche ist am häufigsten mit 44 % im UG 1 aufgenommen worden. Der größte Anteil von Totholz, bei dem die Zersetzung schon so weit fortgeschritten war das es keiner Baumart zugewiesen werden konnte, wurde im UG 4 aufgenommen.

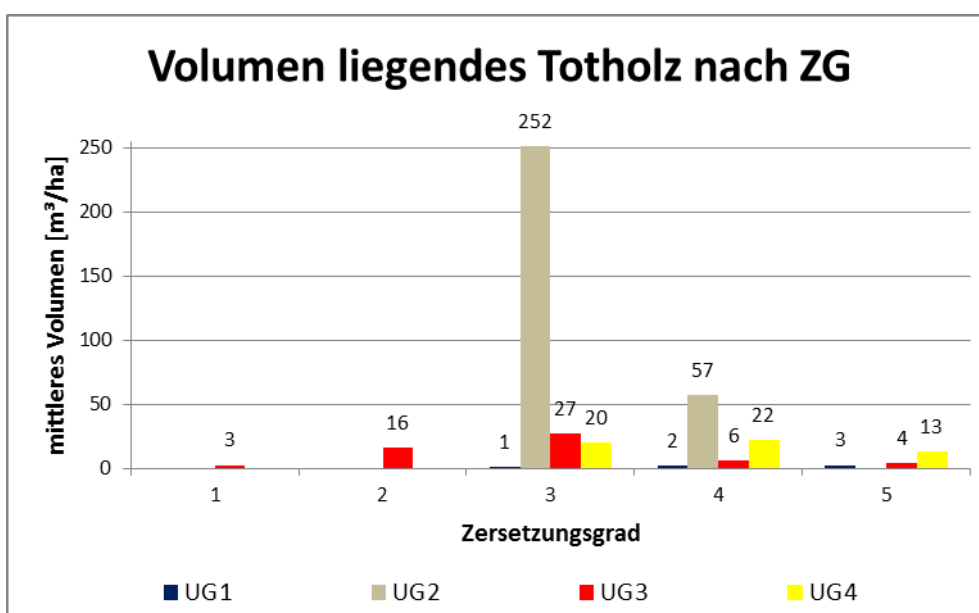
**Tabelle 17:** Übersicht über das Volumen des liegenden Totholzes in den vier Untersuchungsgebieten

Volumen liegendes Totholz [m <sup>3</sup> /ha]	UG 1	UG 2	UG 3	UG 4
		6	308	57

In Tabelle 17 ist eine Gegenüberstellung des Volumens des liegenden Totholzes ersichtlich. Das meiste liegende Totholz konnte im UG 2 mit 308 m<sup>3</sup>/ha berechnet werden. Im UG 3 und UG 4 liegt ungefähr gleich viel Totholz. Mit Abstand am wenigsten Totholz liegt im UG 1 mit nur 6 m<sup>3</sup>/ha. Abbildung 34 verdeutlicht diesen Umstand. Das Totholz der Zirbe macht volumsmäßig den größten Anteil aus.



**Abbildung 34:** Volumen des liegenden Totholzes nach Baumarten getrennt auf den UG

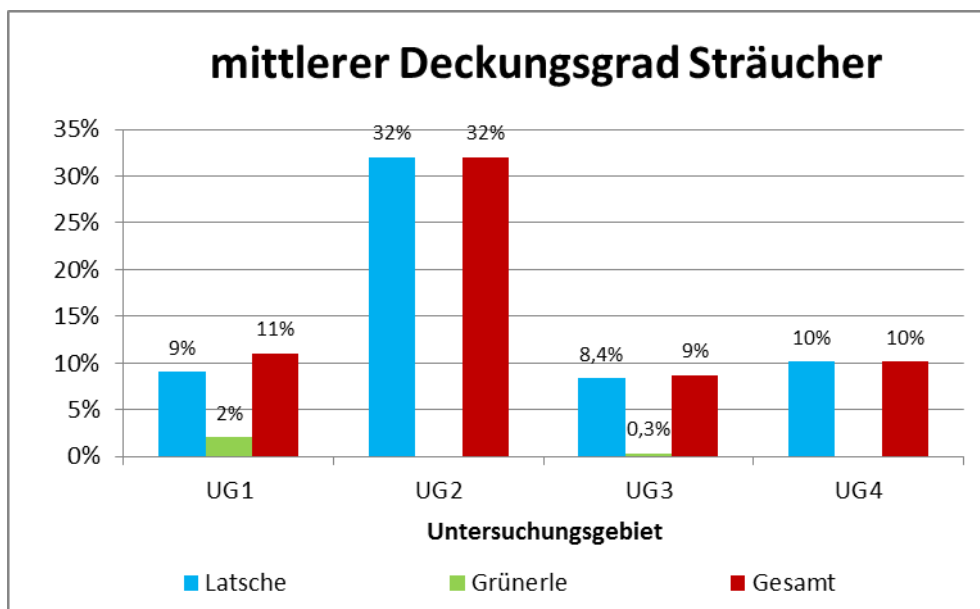


**Abbildung 35:** Volumen des liegenden Totholzes getrennt nach ZG auf den UG

Abbildung 35 zeigt noch einmal, wie sich das Totholz nach Zersetzungsgraden auf die Gebiete aufteilt. Im UG 2 gibt es keinen Zersetzungsgrad 1, 2 und 5, hingegen gibt es im UG 1 und UG 4 nur ZG 1 und 2 nicht. Im UG 3 kommen alle Zersetzungsgrade vor. Das meiste Totholz konnte mit ZG 3 aufgenommen werden.

### Deckungsgrad Sträucher

In Abbildung 36 ist die Gegenüberstellung der Untersuchungsgebiete ersichtlich. Es ist klar zu erkennen, dass im UG 2 ein höherer Deckungsgradanteil an Sträuchern vorhanden ist, als in den restlichen drei Gebieten. Grünerle konnte nur im UG 1 [1698 m - 1722 m Seehöhe] und UG 3 [1661 m - 1737 m Seehöhe] aufgenommen werden. Wird die Abbildung 5 betrachtet so entsteht der Eindruck, dass der Deckungsgrad im UG 2 noch viel höher sein müsste, da es aber das vorrangige Ziel der Untersuchung ist, Bäume zu erheben, wurden die Punkte im UG 2 so gewählt, dass zumindest 15 Bäume halbwegs zu erreichen und messen waren. Die niedrigen Deckungsgrade der Sträucher auf den anderen drei Untersuchungsgebieten sind auch auf die niedrigere Seehöhe als im UG 2 [1767 m – 1814 m Seehöhe] zurück zu führen. Werden die zwei Luftbilder [Abbildung 5 und Abbildung 9] von UG 2 und UG 4 [1594 m - 1671 m Seehöhe] miteinander verglichen so wird ersichtlich, dass das UG 2 in einem viel schrofferen Gelände ist als das UG 4.

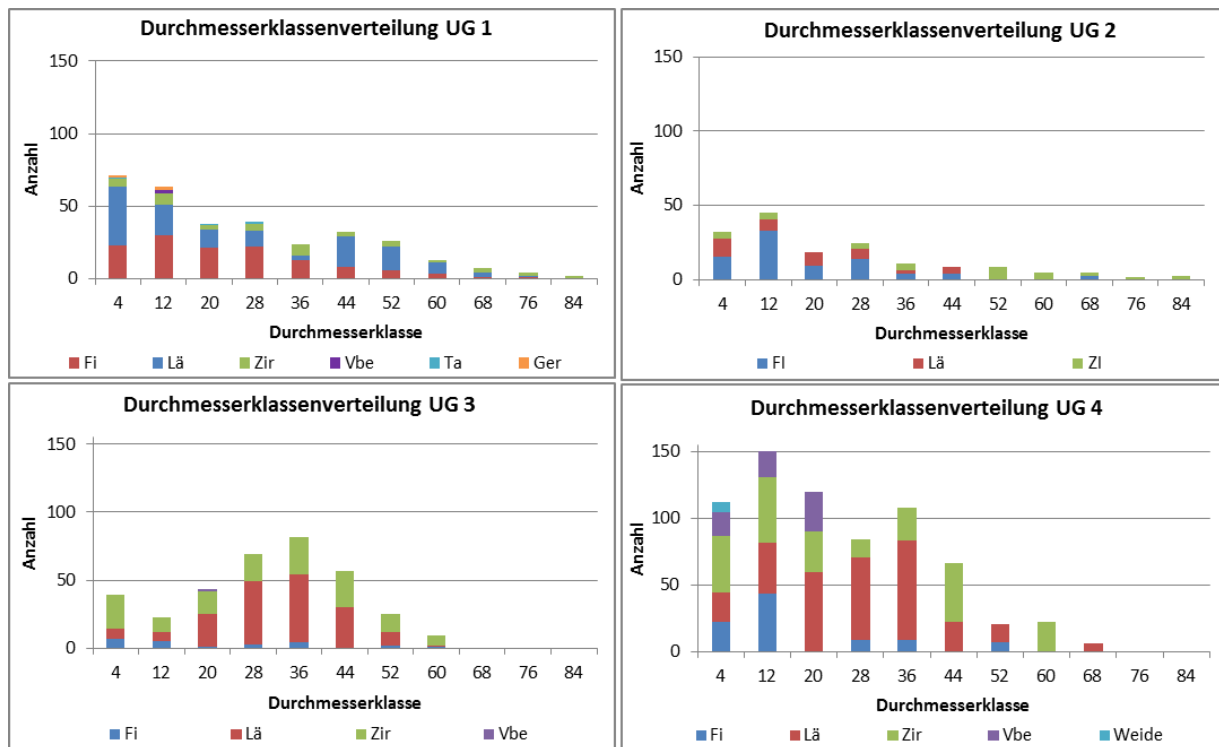


**Abbildung 36:** Mittlere Deckungsgrade der Sträucher (Latsche und Grünerle) in Prozent auf den Untersuchungsgebieten



## Strukturmerkmale

### Durchmesserklassenverteilung

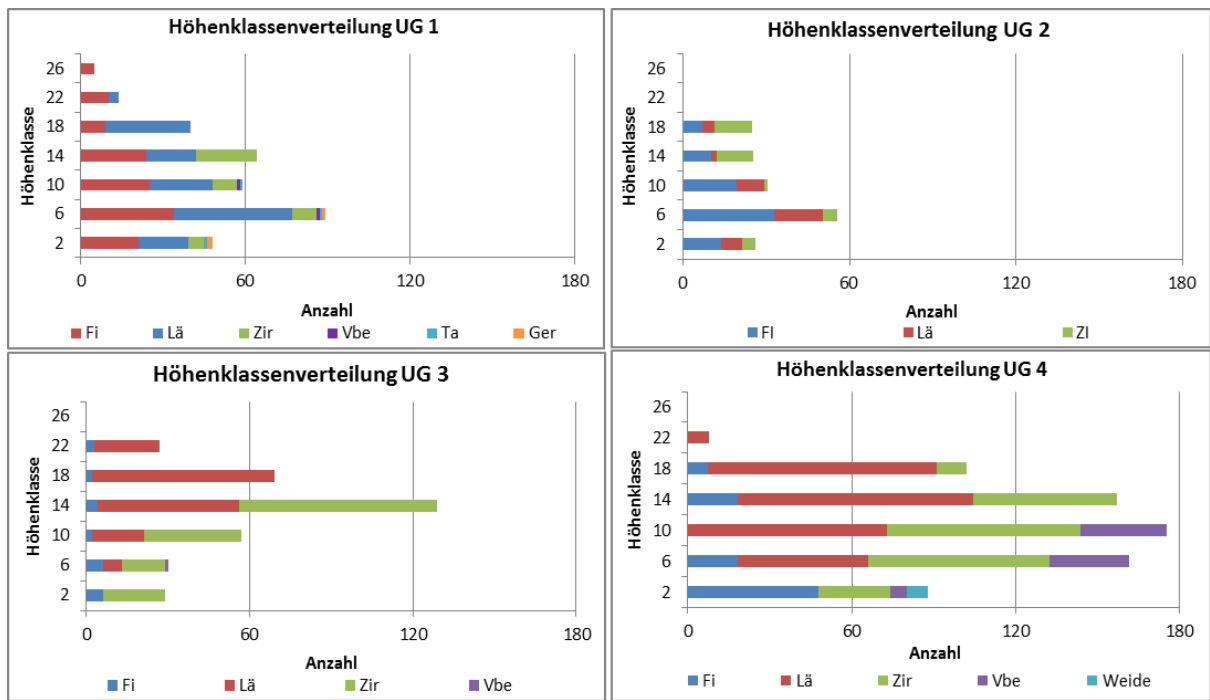


**Abbildung 37:** Durchmesserklassenverteilung in den vier Untersuchungsgebieten nach Baumarten [Durchmesserklassen: 4 = 0-7,9 cm; 12 = 8-15,9 cm; usw.]

In Abbildung 37 ist die Durchmesserklassenverteilung in den vier Untersuchungsgebieten ersichtlich. Die Durchmesserklassenspreitung ist am größten im UG 1 und UG 2. Am geringsten ist die Durchmesserklassenspreitung im UG 3 wo die letzte Durchmesserklasse Klasse 60 [56-63,9 cm] ist. Die Anzahl der Bäume in den verschiedenen Klassen ist in den vier Untersuchungsgebieten sehr unterschiedlich. Im UG 1 und auch UG 2 sind die meisten Bäume in den Durchmesserklassen 4 und 12 vorhanden, hingegen sind im UG 3 die meisten Bäume in den mittleren Durchmesserklassen 28 bis 44 zu finden. In diesem Untersuchungsgebiet gibt es jedoch keine Bäume in den höheren Durchmesserklassen. Im UG 4 sind die meisten Bäume in den Klassen 12 und 20.

### Höhenklassenverteilung

In Abbildung 38 ist die Höhenklassenverteilung in den vier Untersuchungsgebieten ersichtlich. Es gibt nur im UG 1 die Höhenklasse 26 [24-27,9 m]. Im UG 2 gibt es auch keine Höhenklasse 22. Im UG 1 und UG 2 sind die meisten Bäume in der Klasse 2 und 6 vorhanden. Im UG 3 sind die meisten Bäume in der Höhenklasse 14 vorhanden. Im UG 4 sind die meisten Bäume zwischen der Höhenklasse 6-14 vorhanden. Die Verteilung zeigt in alle vier Gebieten, wie schon bei der Durchmesserklassenverteilung, eine hohe Spreitung über mehrere Höhenklassen.



**Abbildung 38:** Höhenklassenverteilung in den vier Untersuchungsgebieten nach Baumarten [Höhenklassen: 2 = 0-3,9 cm; 6 = 4-7,9 cm; usw.]

### Variationskoeffizient

**Tabelle 18:** Gegenüberstellung des Variationskoeffizienten, Mittelwertes und Standardabweichung des Brusthöhendurchmessers und der Höhe in den vier Untersuchungsgebieten über alle Baumarten

Untersuchungsgebiete	UG 1	UG 2	UG 3	UG 4
<b>Variationskoeffizient BHD</b>	74%	75%	47%	65%
<b>Mittelwert</b>	26,1	25,5	30,5	24,1
<b>Standardabweichung</b>	19,3	19,0	14,2	15,6
<b>Variationskoeffizient Höhe</b>	55%	54%	40%	48%
<b>Mittelwert</b>	5,7	9,4	12,8	10,3
<b>Standardabweichung</b>	10,4	5,1	5,2	4,9

In Tabelle 18 sind die Variationskoeffizienten für jedes Untersuchungsgebiet ersichtlich. Einmal wurde der Variationskoeffizient über die Brusthöhendurchmesser gerechnet und einmal über die Höhe. Die Variationskoeffizienten über die Brusthöhendurchmesser haben eine höhere Heterogenität als über die Höhen, was aber auch anhand der höheren Spreitung klar ist. Je größer der Wert des Variationskoeffizienten ist, desto höher ist die Heterogenität der Durchmesserbeziehungweise Höhenverteilung. Es ist aber ganz klar ersichtlich, dass eine Strukturiertheit in jedem der Untersuchungsgebiete gegeben ist und keine Homogenität vorherrscht, was auch Abbildung 37 und Abbildung 38 deutlich zeigen.

### *Shannon-Index*

In Tabelle 19 sind die Werte für die vier Untersuchungsgebiete ersichtlich. Eine Eveness von 1 (100%) würde bedeuten, dass alle Arten gleich häufig vorkommen. Im Fall von zum Beispiel UG 1 ist die Eveness 0,63, dies kann noch als nahe eins bezeichnet werden, aber es weist darauf hin, dass es sehr wohl Unterschiede in den Arten gibt, beziehungsweise geben muss, dass es jedoch Arten gibt, die am häufigsten vorkommen.

Anhand der aufgenommenen Bäume im UG 1 ist ersichtlich, dass dieses Ergebnis bestätigt werden kann. Es wurden Fichten und Lärche (die am häufigsten vorkommen) sowie Zirbe, Vogelbeere und Tanne erhoben. Die letzten drei Baumarten drücken die Eveness unter eins. Hingegen ist die Eveness im UG 2 fast 1, hier sind drei Baumarten vorhanden gewesen. Die Zirbe und die Lärche kamen fast gleich häufig vor. Dass der Wert nicht genau 1 ergibt, ist auf die Fichte zurückzuführen, die häufiger als die anderen beiden Baumarten vorkommt.

Anhand des Shannon-Index ist klar ersichtlich, dass es in allen Untersuchungsgebieten eine Diversität hinsichtlich Baumartenzusammensetzung gibt.

**Tabelle 19:** Gegenüberstellung des Shannon-Index in den vier Untersuchungsgebieten

<b>Untersuchungsgebiete</b>	<b>UG 1</b>	<b>UG 2</b>	<b>UG 3</b>	<b>UG 4</b>
<b>Shannon</b>	1,12	1,03	0,91	1,27
<b>Shannon Max</b>	1,79	1,10	1,39	1,61
<b>Eveness</b>	0,63	0,94	0,65	0,79

### *Simpson-Index*

Ein Simpson-Index von 1 bedeutet, dass alle Arten gleich häufig vorkommen. In der Tabelle 20 ist ersichtlich, dass die Werte bei allen Untersuchungsgebieten sehr hoch sind, das heißt es gibt verschiedene Arten, jedoch kommen einzelne davon öfter vor als andere, was ebenso beim Shannon-Index bereits beschrieben wurde. Der Simpson-Index unterstreicht die Ergebnisse der anderen Strukturmerkmale noch einmal hinsichtlich Diversität der Baumarten.

**Tabelle 20:** Gegenüberstellung des Simpson-Index in den vier Untersuchungsgebieten

<b>Untersuchungsgebiete</b>	<b>UG 1</b>	<b>UG 2</b>	<b>UG 3</b>	<b>UG 4</b>
<b>Simpson-Index</b>	0,76	0,93	0,75	0,85

## Altersstruktur

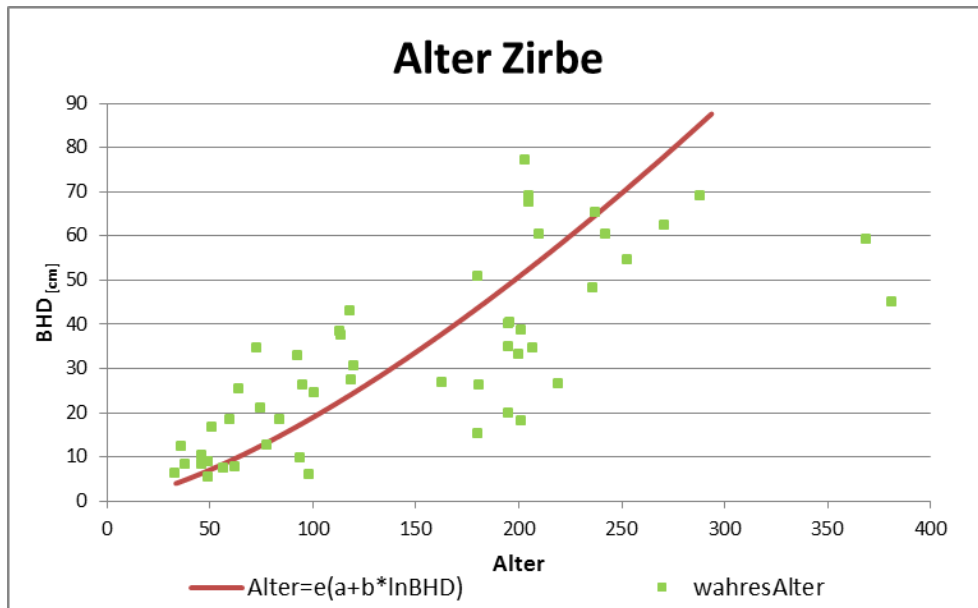


Abbildung 39: Beziehung zwischen Alter und Brusthöhendurchmesser

In Abbildung 39 und Abbildung 40 ist die Verteilung des Alters der Zirbe über BHD und Höhe ersichtlich. Die älteste gemessene Zirbe im Gesäuse ist 381 Jahre alt.

Generell konnte eine breite Altersspanne aufgenommen werden. Durch die lineare Regression konnten dann auch für die restlichen Zirben ein Alter berechnet werden. Die Beziehung ist sowohl über den BHD als auch über die Höhe sehr straff, das heißt das Alter kann sowohl über den BHD wie auch über die Höhe berechnet werden. Bei der Regression über den BHD konnte ein Bestimmtheitsmaß von 80,4% berechnet werden und bei der Regression über die Höhe ein Bestimmtheitsmaß von 81,2%.

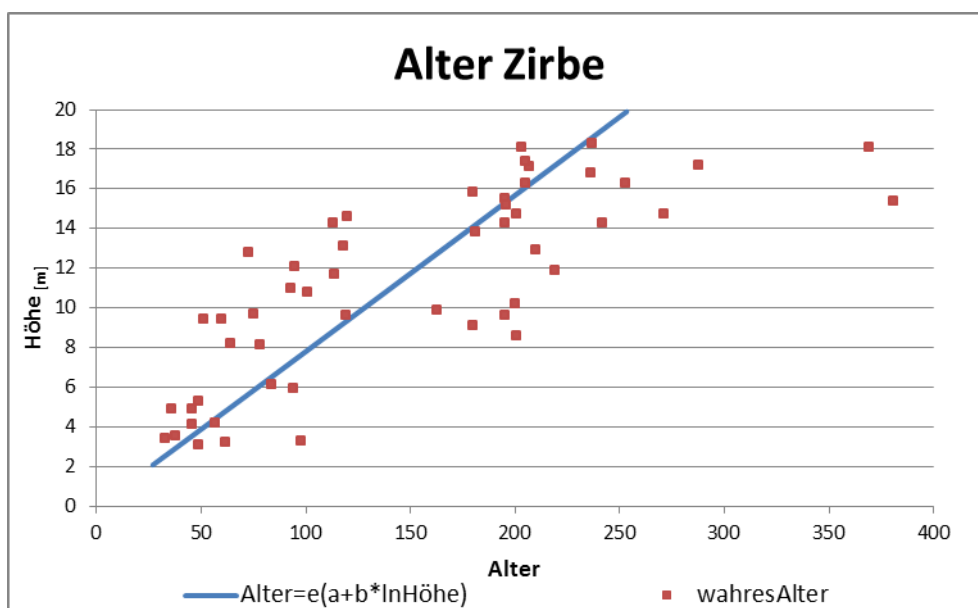
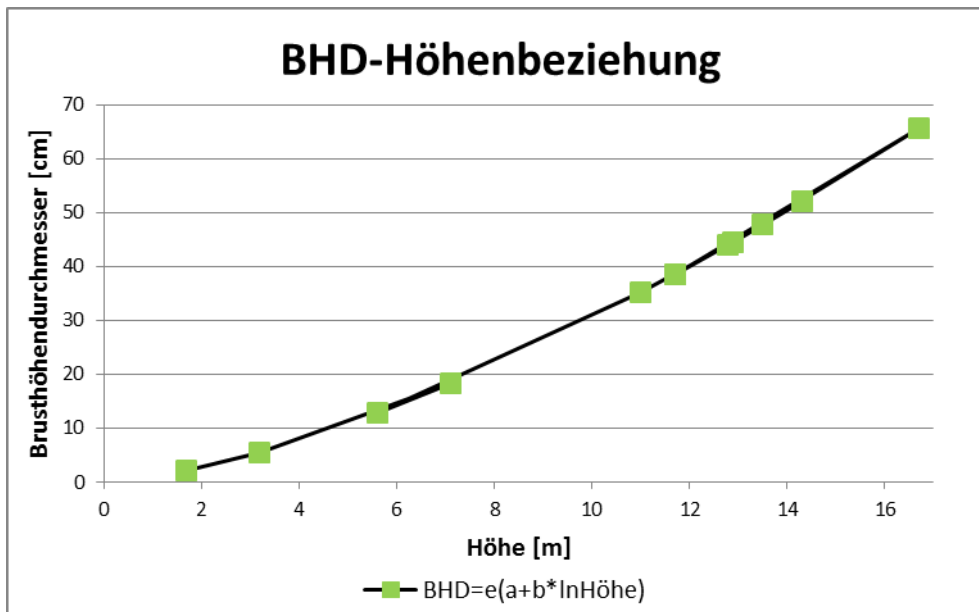


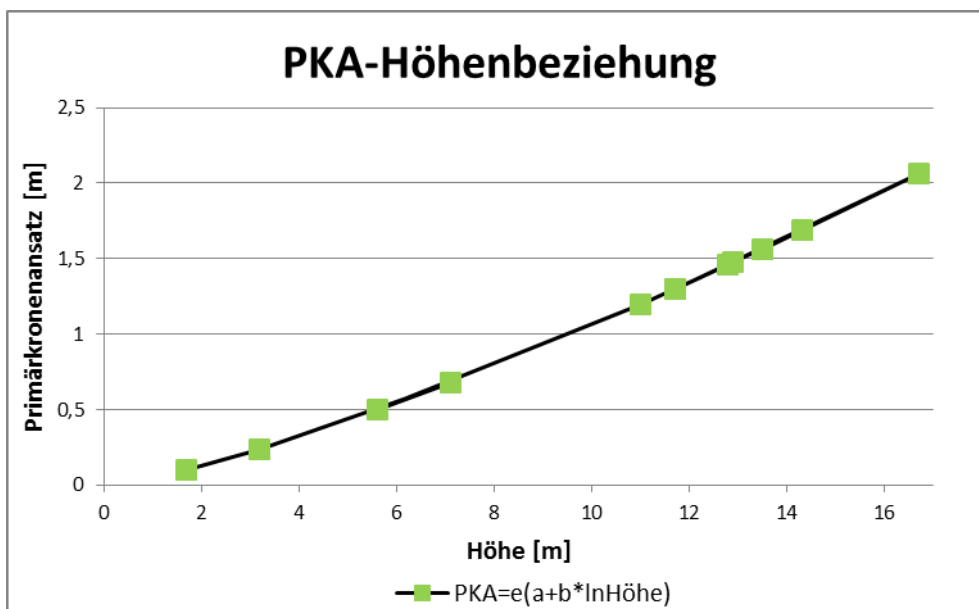
Abbildung 40: Beziehung zwischen Alter und Höhe

## Solitäre



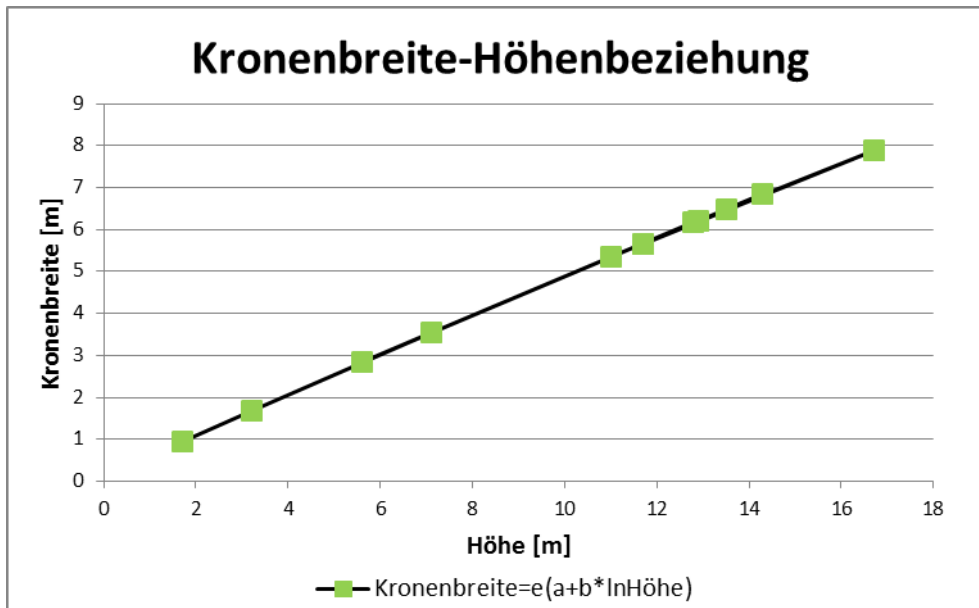
**Abbildung 41:** Beziehung zwischen Brusthöhendurchmesser und Baumhöhe

Abbildung 41 zeigt die Beziehung zwischen Brusthöhendurchmesser und Höhe an. Die Beziehung ist mit einem Bestimmtheitsmaß von 93,2% sehr straff. Mit dieser Beziehung lässt sich nun bei bekannter Höhe der potentielle Brusthöhendurchmesser eines Zirbensolitäres berechnen.



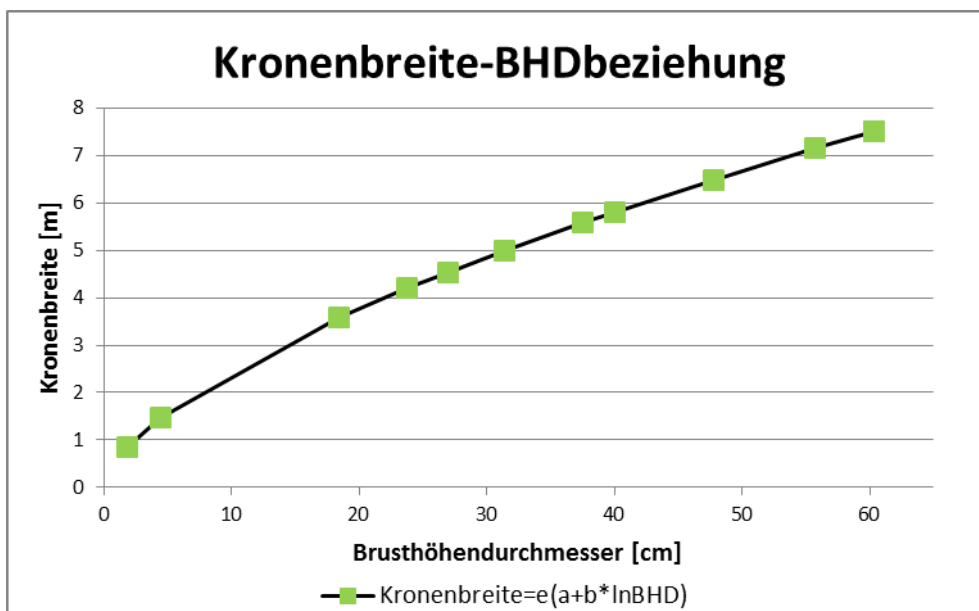
**Abbildung 42:** Beziehung zwischen Primärkronenansatzhöhe und Baumhöhe

Abbildung 42 zeigt den Zusammenhang zwischen Primärkronenansatz und Höhe. Diese Beziehung hat ein Bestimmtheitsmaß von 44,6% und ist somit weit weniger straff als die Brusthöhendurchmesser-Höhenbeziehung. Wie auch bei der Brusthöhendurchmesser-Höhenbeziehung nimmt auch hier mit zunehmender Höhe der Primärkronenansatz zu.



**Abbildung 43:** Beziehung zwischen Kronenbreite und Höhe

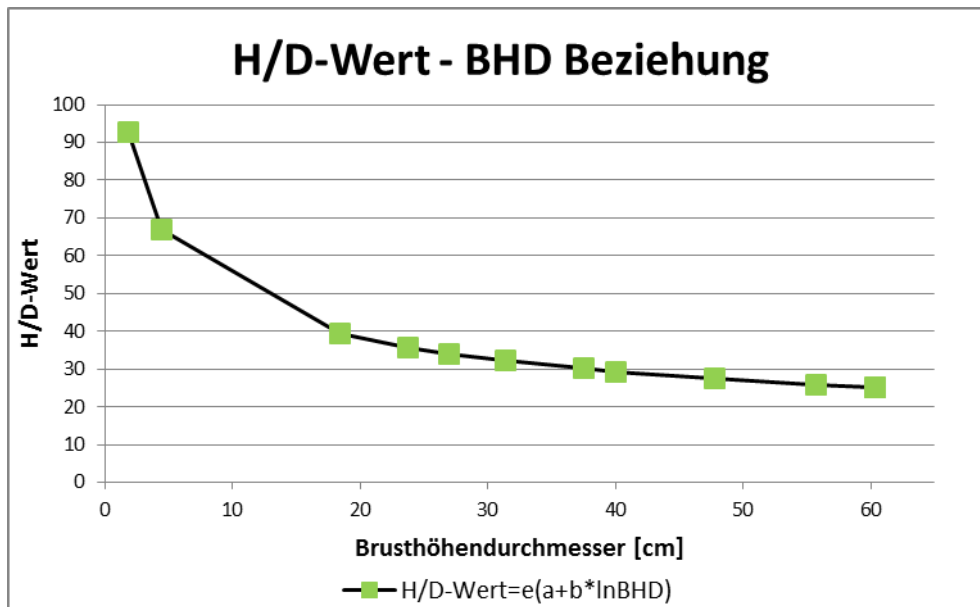
Die Beziehung der Kronenbreite zu Höhe ist mit einem Bestimmtheitsmaß von 90,4% nicht so straff wie die Beziehung von Kronenbreite zu Brusthöhendurchmesser (Bestimmtheitsmaß 97,6%), das heißt mit der Berechnung der Kronenbreite über den BHD, ist eine höhere Genauigkeit gegeben, als wie die Berechnung der Kronenbreite über die Höhe. Dennoch ist der Zusammenhang sehr deutlich. Es lässt sich somit auch über die Höhe eine zu erwartende Kronenbreite berechnen.



**Abbildung 44:** Beziehung zwischen Kronenbreite und Brusthöhendurchmesser

Die Beziehung der Kronenbreite zum Brusthöhendurchmesser ist mit einem Bestimmtheitsmaß von 97,6% eine sehr straffe Beziehung. Durch diesen sehr straffen Zusammenhang lässt sich über den Brusthöhendurchmesser der benötigte Standraum für die verschiedenen Durchmesser berechnen. Dadurch kann abgeleitet werden wie viele Zirbensolitäre theoretisch auf einem Hektar mit

bestimmtem Durchmesser Platz hätten. Des Weiteren lässt sich dadurch ableiten wieviel Einfluss ein Baum auf seinen Nachbar hat. Natürlich ist auch hier die Kronenbreite weiter, desto stärker der Baum ist.



**Abbildung 45:** Beziehung zwischen H/D-Wert [Höhe/Durchmesser Wert] und Brusthöhendurchmesser

In Abbildung 45 ist die Beziehung zwischen H/D-Wert und Brusthöhendurchmesser ersichtlich. Diese Beziehung weist ein Bestimmtheitsmaß von 83,4% auf. In der Abbildung ist ersichtlich, dass ab einem Brusthöhendurchmesser von größer >5 cm der H/D-Wert stark abfällt. Dies bestätigt die Einteilung nach Burschel & Huss (1997) aus Tabelle 2, welche für Solitäre einen H/D-Wert <45 angeben.

## 8. Übersicht Kennwerte Zirbe im Nationalpark Gesäuse

### *Älteste Zirbe*

Die älteste gemessene Zirbe im Zuge dieser Aufnahmen ist 381 Jahre alt mit einem Brusthöhendurchmesser von 45 cm und einer Höhe von 15,4 m. Diese Zirbe wurde im Gebiet Ebersanger, nördlich der Hesshütte gefunden.

### *Stärkste Zirbe*

Die stärkste Zirbe wurde am Haselkogel mit einem Durchmesser von 87,9 cm gemessen. Diese Zirbe hat eine Höhe von 16,8 m. Das Alter konnte nicht gemessen werden, da der Baum innen morsch ist. Das berechnete [geschätzte] Alter über den Brusthöhendurchmesser beträgt 327 Jahre.

### *Höchste Zirbe*

Die höchste Zirbe wurde auf der Wolfbauernhochalm mit 19,9 m gemessen. Sie hat einen Durchmesser von 47,3 cm. Das berechnete Alter über die Höhe beträgt 273 Jahre.



**Abbildung 46:** Zirbe im UG 1



## **9. Diskussion und Schlussfolgerungen**

### *1) Die Ausbreitungsmöglichkeit beziehungsweise -geschwindigkeit des Lärchen-Zirben-Waldes nach oben hin anstelle heutiger Latschenfelder oder alpiner Rasen*

Das größte Vorkommen von Sträuchern wurde im UG 2 aufgenommen, dies lässt sich auf die Seehöhe zurückführen. Das UG 2 ist das einzige der vier Untersuchungsgebiete welches sich weit über 1750 m Seehöhe erstreckt. Laut den vegetationsökologischen Aufnahmen nach Carli (2014) ist dieses Untersuchungsgebiet im Rasen-Typ. Dies wirkt ein wenig verwirrend, ist es doch viel schroffer und schwerer begehbar ist als die anderen Flächen. Auch sind immer wieder Steingeröllfelder vorhanden. Die vorhandenen Bäume wurden auf kleinflächigen Rasenfeldern aufgenommen [deshalb auch Rasen-Typ], welche aber auch immer mehr mit Latsche unterwandert werden.

Aus derzeitiger Sicht ist die Ausbreitungsmöglichkeit von Lärchen-Zirbenwäldern nach oben hin durch die Latsche stark limitiert. Die Latsche bildet eine markante, scheinbar unüberwindbare Grenze für die Bäume aus. Es ist eindeutig erkennbar, dass dort wo die Latsche massiv auftritt, Bäume nur auf Freiflächen eine Chance haben und nur so lange bis diese nicht auch von Latschen überwachsen werden. Einzelne Bäume die mitten aus einem Latschenfeld ragen, sind eher die Ausnahme. Es ist also eher unwahrscheinlich, dass sich im Nationalpark Gesäuse die Baumgrenze in den nächsten Jahren nach oben verschieben wird.

Als offene Frage bleibt, wie sich die Latsche in den nächsten Jahren nach unten ausbreiten wird und wie sich die Grünerlensträucher entwickeln werden. Da derzeit noch keine vergleichbaren Aufnahmen vorliegen, ist es schwer eine Prognose dafür auszusprechen. Zukünftige Aufnahmen auf den verpflockten Flächen können Auskunft darüber geben.

### *2) Unterwanderung aktueller Lärchen-Zirben-Wälder mit anderen Baumarten*

Die Unterwanderung der Lärchen-Zirben Wälder durch andere Baumarten ist sehr unterschiedlich. Das Vorkommen von Tanne ist vernachlässigbar gering und sie wurde auch nur im UG 1 vorgefunden und auch hier nur mit drei Bäumen pro Hektar. Auch das Vorkommen von Weide ist vernachlässigbar gering und wurde nur im UG 4 aufgenommen. Von den Laubhölzern wurde sonst nur mehr Vogelbeere vorgefunden. Vogelbeere wurde abgesehen vom UG 2 in allen Untersuchungsgebieten gefunden. Im UG 4 mit 67 Bäumen pro Hektar, macht die Vogelbeere sogar fast 1/10 der Gesamtstammzahl aus. Verjüngung der Vogelbeere ist hingegen in jedem der vier Untersuchungsgebiete vorhanden. Es ist dadurch zu erwarten, dass die Vogelbeere auch in Zukunft in geringer Stammzahl in den Lärchen-Zirben Wälder des Nationalparks Gesäuse vorkommen wird.

Von den Nadelbaumarten wurde abgesehen von den bereits erwähnten, noch Fichte vorgefunden. Fichte wurde in allen vier Untersuchungsgebieten aufgenommen, jedoch in verschiedenem Ausmaß. Den größten Anteil macht die Fichte im UG 1 und UG 2 aus. Im UG 1 macht sie von der Stammzahl  $\frac{1}{3}$  aus und im UG 2 sogar die Hälfte der Stammzahl. Im UG 3 und UG 4 kommt sie jedoch verhältnismäßig wenig vor. Die Verjüngungssituation der Fichte schaut da hingegen anders aus. So konnte im UG 2 und UG 4 keine Verjüngungspflanze der Baumart Fichte aufgenommen werden. Im UG 2 lässt sich dies auf die Unterwanderung mit Latsche zurückführen, warum in UG 4 überhaupt keine Verjüngung vorgefunden wurde, ist schwer zu begründen. Ansätze, dass es etwas mit den vegetationsökologischen Verhältnissen zu tun hat, wurden wieder verworfen, befindet sich doch der Punkt C105 nach Carli (2014) im Rasen-Typ und der Punkt C106 im Blocktyp und die aufgenommenen Punkte genau zwischen diesen zwei Punkten und konnten somit auch, bis auf zwei, keinen genauen Punkt zugeordnet werden. Ein möglicher Grund könnte der erhöhte Verbissdruck im Vergleich zu den anderen Flächen sein.

### *3) Verjüngungsentwicklung, Wuchsverhalten, Konkurrenzbedingungen, Biodiversität und Bestandesparameter bei der Zirbe in unbehandelten Wäldern*

#### Verjüngungsentwicklung

Die Verjüngungsentwicklung der Bäume <1,3 m mit Lärche und Zirbe ist auf allen Flächen sehr gering. Lärchenverjüngung kommt im UG 2 überhaupt nicht vor. Zirbenverjüngung konnte auf allen Flächen aufgenommen werden. Am meisten Zirbenverjüngung wurde im UG 2 mit fast 800 Pflänzchen pro Hektar erhoben. Dieser Wert darf aber nicht zu euphorisch interpretiert werden, waren bei den Aufnahmen auch ein vergessenes Samendepot vom Tannenhäher dabei, aus welchem fünf Pflänzchen gewachsen sind (vgl. Abbildung 52). Die Zirbenverjüngung wird auch in den nächsten Jahrzehnten stark vom Tannenhäher abhängig sein, dies ist spätestens seit Mattes (1982) bewiesen. Die Zirbe ist auf Grund ihrer flugunfähigen Samen auf die aktive Verbreitung angewiesen. Der Tannenhäher stellt hierbei das effektivste Mittel dar. Die hohe Verjüngungszahl im UG 2 lässt sich auch darauf zurückführen, dass der Tannenhäher auch immer wieder Depots oberhalb der Baumgrenze anlegt, manche von diesen Depots werden ebenso vergessen wie jene im Bestand. Der große Vorteil für die Zirbe ist, dass diese Depots in schon geeignetem Keimsubstrat für sie angelegt werden (Mattes, 1982). Soll die Zirbe also weiterhin im Nationalpark Gesäuse erhalten bleiben, ist auch auf die Population des Tannenhähers zu achten. Ein weiterer Grund für die hohe Verjüngungszahl der Zirbe im UG 2 ist ihre Konkurrenzüberlegenheit gegenüber anderen Bäumen in dieser Höhe. Hingegen hat die Zirbe in tieferen Lagen mit einem höheren Konkurrenzdruck durch Fichte und Lärche zu kämpfen.

Die Verjüngung aller Baumarten ist am geringsten im UG 1, hier konnten nur knapp 350 Pflanzen pro Hektar erhoben werden. Gefolgt von UG 2 mit 1430 Pflanzen, UG 3 mit 1840 Bäumen und im UG 4 sogar mit 4244 Bäumen. Die hohe Anzahl im UG 4 muss aber auch genauer betrachtet werden. So kommt Fichte in der Verjüngung überhaupt nicht vor und auch Lärchen- und Zirbenverjüngung sind sehr spärlich vorhanden. Den größten Anteil als Pionierbaumart macht die Vogelbeere mit rund 4240 Pflanzen pro Hektar aus. Die Vogelbeere tut sich bei der Ansamung bezüglich Konkurrenz leichter als andere Baumarten so hat sie den Vorteil, dass sie gegenüber Fichte, Lärche und Zirbe schon bei wenig Licht rascher wächst.

Lärchenverjüngung ist, im Vergleich zur Stammzahl der Bäume im Bestand, sehr gering vorhanden. Dies lässt sich durch zwei Argumente begründen. Zum einem sind die Bestände nicht mehr beweidet, somit fällt Viehtritt und somit Bodenverwundung als Chance für Lärchenverjüngung weg. Zum Zweiten fehlen eben durch Viehtritt aber auch dadurch, dass keine Nutzungen oder Windwürfe vorhanden sind Rohbodenstellen, auf denen sich die Lärche verjüngen könnte. Interessant ist jedoch, dass die Lärchenverjüngung welche im Zuge des Projektes erhoben wurde, nie auf Rohboden gefunden wurde, sondern vor allem auf Humuspolster.

Die Verjüngungsentwicklung der Bäume >1,3 m und einem Brusthöhendurchmesser von 0,1-3,9 cm mit Lärche und Zirbe kann nur für UG 1 diskutiert werden. In den drei anderen Untersuchungsgebiete konnte kein einziger Baum >1,3 m aufgenommen werden. Es wurden Lärche und Fichte mit je 200 Bäumen pro Hektar aufgenommen und Vogelbeere und Zirbe mit je 100 Bäumen pro Hektar. Interessant ist, dass Lärche und Fichte in gleichen Teilen vorkommen, denn im Bereich unter 1,3 m Baumhöhe konnten auf dieser Fläche mehr Fichten als Lärchen aufgenommen werden.

#### Biodiversität und Konkurrenz

Anhand der verschiedenen Strukturmerkmale, welche berechnet beziehungsweise grafisch dargestellt wurden, ist klar ersichtlich, dass eine Diversität in der Baumartenzusammensetzung vorherrscht. Es ist erfreulich, dass auch die Vogelbeere immer wieder auf den Flächen vorgefunden wurde. Die Zirbe wurde auf allen Flächen vorgefunden, jedoch kommt sie im UG 1 sowie auch im UG 2 seltener vor als in den anderen beiden Untersuchungsgebieten. Im UG 1 und UG 2 dominieren die Fichte und auch die Lärche stark und sind eine Konkurrenz für die Zirbe. Die Konkurrenzbedingungen für die Zirbe können in diesen Gebieten einen weiteren Rückgang der Zirbe mit sich bringen. Im UG 2 stellt auch die Strauchvegetation eine starke Konkurrenz dar.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist für diese Höhenstufe eine hohe Baumartendiversität vorhanden, sowie auch eine hohe Strukturvielfalt hinsichtlich Höhen- und Durchmesservertelung.

#### 4) *Kronenmorphologie von Zirbensolitären*

Es wurden im Zuge der Aufnahmen zwölf Zirbensolitäre gemessen. Obwohl im Nationalpark Gesäuse die Bestände ab einer Seehöhe von 1600 m oft sehr lückig sind, war es nicht so einfach geeignete Zirbensolitäre zu finden. Die Aufnahme der Solitäre im Nationalpark Gesäuse sollten zum einen eine Ergänzung einer bereits bestehenden Datenbank aus Zirbensolitären von verschiedenen Gebieten Österreichs sein und zum anderen um sich das Wuchsverhalten von Zirbensolitären auf Kalk anzuschauen, ob es Unterschiede zu Zirbensolitären auf Silikat gibt.

Anhand der Schwierigkeit der Auffindung von geeigneten Solitären, lässt sich auch ableiten, dass freistehende Zirben einem viel höheren Einfluss von Schnee, Wind etc. ausgesetzt sind und sich dadurch oft durch Wipfelbrüche und Astbrüche Kandelaberwüchse ausbilden und somit die sogenannten Wetterzirben entstehen.

Werden die Ergebnisse mit der Arbeit von Stampfer (1995) verglichen, so stimmen die Ergebnisse im wesentlichen Überein. Wobei die Zusammenhänge in dieser Arbeit in allen Beziehungen viel straffer sind, als in jener von Stampfer. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Zirbensolitäre hier alle aus dem gleichen Wuchsgebiet stammen während die Solitäre von Stampfer quer durch ganz Österreich gemessen wurden. Es lässt sich somit nicht zu 100% ausschließen, dass der Standort nicht ebenfalls Einfluss auf das Wachstum von Solitären hat.

## 10. Literaturverzeichnis

- Assmann, E. (1959). Höhenbonität und wirkliche Ertragsleistung. *Sonderdruck aus Forstw.Cbl.78.Jg, S. 1-20.*
- Brosius, F. (2012). *SPSS 20 für Dummies*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH.
- Burschel, P., & Huss, J. (1997). *Grundriß des Waldbaues - 2.Auflage*. Berlin: Pareys Buchverlag.
- Carli, A. (2014). *Die Lärchen-Zirbenwälder im Nationalpark Gesäuse sowie pflanzensoziologische Diskussion des Carbonat-Lärchen-Zirbenwaldes in Österreich*. Weng im Gesäuse: Nationalpark Gesäuse GmbH.
- Figala, H. (1928). *Studien über die Nordtiroler Zirbe*. Wien: Dissertatin der Universität für Bodenkultur.
- Hespeler, B. (1999). *Wildschäden Heute*. München: BLV Verlagsgesellschaft mbH.
- Kammerlander, H. (1985). *Waldbauliche Analyse des Oberhauser Zirbenschutzwaldes*. Wien: Dissertation der Universität für Bodenkultur.
- Keller, M. (2005). *Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Feldaufnahmen der Erhebung 2004-2007*. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- Killian, W., Müller, F., & Starlinger, F. (1994). *Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs - Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten*. Wien: Forstliche Bundesversuchsanstalt Waldforschungszentrum.
- Kleine, M. (1984). *Waldbauliche Untersuchungen im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald Warscheneck/Totes Gebirge mit Verkarstungsgefahr*. Wien: Dissertation der Universität für Bodenkultur.
- Kramer, H., & Akca, A. (2008). *Leitfaden zur Waldmesslehre - 5.Auflage*. Frankfurt am Main: J.D.Sauerländer´s Verlag.
- Langmaier, M., Hochbichler, E., & Huber, C. (2014). *Totholzinventur auf Dauerversuchsflächen*. Wien: Unpubliziert.
- Lick, H. (1991). *Das Wachstum der Zirbe bei Murau*. Wien: Diplomarbeit der Universität für Bodenkultur .
- Mattes, H. (1982). *Die Lebensgemeinschaft von Tannenhäher, Nucifraga caryocatactes (L.), und Arve, Pinus cembra L., und ihre forstliche Bedeutung in der oberen Gebirgswaldstufe*. Birmensdorf: Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen.
- Pitterle, A. (1988). *Waldbauliche Analyse und Behandlungsmaßnahmen von anthropogen beeinflussten subalpinen Fichten- sowie Lärchen-Zirbenwäldern im Villgratental/Osttirol*. Wien: Dissertation der Universität für Bodenkultur.

- Prien, S. (1997). *Wildschäden im Wald - Ökologische Grundlagen und integrierte Schutzmaßnahmen*. Berlin: Parey.
- Ruprecht, H. (2003). *Waldbauliche Analyse zirbenbeeinflusster Wälder am Haselkogel/Stmk* . Wien: Diplomarbeit der Universität für Bodenkultur.
- Stampfer, E. (1995). *Solitärdimensionen österreichischer Baumarten*. Raumberg: Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

## **11. Glossar**

### **Bestimmtheitsmaß:**

Das Bestimmtheitsmaß sagt aus „wie fit das Modell ist“. Es misst von 0 bis 1, wie gut sich die abhängigen Variablen anhand der unabhängigen (erklärenden) Variable erklären beziehungsweise herleiten lassen. Ein Wert von 1 bedeutet, dass sich die Werte der abhängigen Variable zu 100% aus den unabhängigen Variablen berechnen lassen. Ein Wert von 0 zeigt an, dass überhaupt kein Zusammenhang besteht (Brosius, 2012).

### **Blow-Up Faktor:**

repräsentierte Baumzahl = 10.000/Probefläche in Meter

### **Fege- und Schältschaden:**

Sie entstehen wenn Geweih- und Hornträger den Bast von ihren fertig geschobenen Geweih beziehungsweise Gehörn an Bäumen abreiben. Abgesehen vom Entfernen des Bastes wollen sie durch das Fegen mit Hilfe der Pflanzensäfte ihr Geweih färben und polieren. Vor allem Rehböcke fegen bis in den Spätsommer hinein um ihr Revier zu markieren und angestaute Aggressivität abzubauen.

Der Schaden an den Bäumen besteht im Verlust der Rinde, wodurch oft die Leitungsbahnen beschädigt sind und so der Zustrom von Wasser und Nährstoffe in die oberen Bereich der Pflanze unterbrochen sind. Bei starken Schäden stirbt die Pflanze ab. (Hespeler, 1999; Prien, 1997).

### **Grundflächenmittelstamm:**

Der Grundflächenmittelstamm, oder auch Kreisflächemittelstamm, ist der Stamm mit der mittleren Kreisfläche. Sein Durchmesser errechnet sich aus der Umkehr der Formel für die Kreisfläche

### **Mittelhöhe nach Lorey**

Die Loreysche Mittelhöhe (hL) ist die mit der Grundfläche gewichtete mittlere Höhe der Baumarten.

### **Oberhöhe nach Assmann**

Das ist die Oberhöhe des Grundflächenmittelstammes der 100 stärksten Bäume je Hektar. Es wird unterstellt, dass die Höhe eines Mittelwertes eine möglichst über das ganze Bestandesleben hinweg gleichen Kollektives ist, also das die 100 stärksten Bäumen in einem Jungbestand die gleichen sind, welche im Altbestand auch zu den 100 stärksten zählen (Assmann, 1959).

### **Schäle:**

Bei der Schäle wird die Rinde vom Stamm für die Nahrungsaufnahme abgenagt. Schältschäden entstehen vor allem durch Rotwild. Es wird unterschieden in Sommer- und Winterschäle. Bei der

Sommerschäle wird die Rinde voll vom Stamm abgehoben. Im Sommer kann es auch passieren, dass an den Wurzelanläufen geschält wird. Bei der Winterschäle wird mehr genagt als abgezogen, was auch darauf rückzuführen ist, dass der Baum in Saftruhe ist. Es sind die Zahnsuren dadurch deutlich erkennbar und somit leicht von der Sommerschäle zu unterscheiden. Bei der Sommerschäle wird meist auch das Kambium verletzt, wodurch sie für die Pflanzen gefährlicher ist als die Winterschäle (Hespeler, 1999; Prien, 1997).



## 12. Anhang

### Fotos



**Abbildung 47:** Latschenfelder bilden in vielen Gebieten im Nationalpark Gesäuse eine markante Baumgrenze ab

### UG 1



**Abbildung 48:** Typische lockige Struktur im UG 1 mit Fichte, Lärche, Zirbe



**Abbildung 49:** Grünerlensträucher im UG 1



**Abbildung 50:** Stehendes Totholz



**Abbildung 51:** Geradschaftige Zirbe mit sehr feinem Astbild

UG 2



**Abbildung 52:** Zirbenverjüngung auf Punkt 2\_3



**Abbildung 53:** Punkt 2\_2 - Totholz, Latschen-Sträucher und Bäume aus der N 15



**Abbildung 54:** Totholz auf Punkt 2\_2



**Abbildung 55:** Typischer Kleinflächencharakter umgeben von Latsche im UG 2 (Punkt 2\_4)

UG 3



**Abbildung 56:** Hoher Lärchenanteil im UG 3



**Abbildung 57:** Kleine Freiflächen mit Totholz kommen im ganzen Gebiet immer wieder vor



**Abbildung 58:** Die verschiedenen Baumarten [Lärche, Zirbe, Fichte] prägen das Landschaftsbild in diesem Teil des Nationalparks

UG 4



**Abbildung 59:** Selten, aber doch kommt die Vogelbeere vor [Höchster Anteil im UG 4]



**Abbildung 60:** Blick auf das obere Ende des UG 4 vom Gegenhang; die Baumgrenze mit Latsche ist gut erkennbar



**Abbildung 61:** Blick von der Hesshütte Richtung UG 4 – Ebersanger [Norden zum UG 4]



### **13. Abbildungsverzeichnis**

<b>Abbildung 1:</b> Übersicht über die Untersuchungsgebiete im Nationalpark Gesäuse .....	8
<b>Abbildung 2:</b> Untersuchungsgebiete der Aufnahmen .....	8
<b>Abbildung 3:</b> Orthofoto mit den Punkten der dauerhaft verpflockten Vollaufnahme auf dem UG 1....	9
<b>Abbildung 4:</b> Schematische Skizze zum Untersuchungsgebiet 1 .....	10
<b>Abbildung 5:</b> Orthofoto mit den Aufnahmepunkten des Untersuchungsgebietes 2 .....	11
<b>Abbildung 6:</b> Schematische Skizze der Aufnahmedetails auf einem N15-Punkt [grüne Punkte stellen die 15 Bäume dar; Kreise stellen die Radien dar; Linien sind die Transekte;] .....	12
<b>Abbildung 7:</b> Schematische Skizze zum Untersuchungsgebiet 3 .....	13
<b>Abbildung 8:</b> Orthofoto vom UG 4 mit der aufgenommenen Hektarfläche, sowie in Gelb Vegetationsaufnahmen von Carli.....	13
<b>Abbildung 9:</b> Aufnahmepunkte des Untersuchungsgebietes 4 (Maßstab 1:1000).....	15
<b>Abbildung 10:</b> Markierung der Bäume mittels Aluplättchen.....	16
<b>Abbildung 11:</b> Schematische Skizze zur Verjüngungsinventur.....	18
<b>Abbildung 12:</b> Schematische Skizze zur Totholzinventur .....	19
<b>Abbildung 13:</b> Stammzahl pro Hektar für das UG 1 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot	28
<b>Abbildung 14:</b> Grundfläche pro Hektar für das UG 1 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot .....	29
<b>Abbildung 15:</b> Volumen Derbholz für das UG 1 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot [Vfmd = Vorratsfestmeter Derbholz] .....	29
<b>Abbildung 16:</b> Stammzahl pro Hektar für das UG 2 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot	31
<b>Abbildung 17:</b> Grundfläche pro Hektar für das UG 2 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot .....	31
<b>Abbildung 18:</b> Volumen Derbholz für das UG 2 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot.....	32
<b>Abbildung 19:</b> Stammzahl pro Hektar für das UG 3 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot	33
<b>Abbildung 20:</b> Grundfläche pro Hektar für das UG 3 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot .....	34
<b>Abbildung 21:</b> Volumen Derbholz für das UG 3 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot.....	34
<b>Abbildung 22:</b> Stammzahl pro Hektar für das UG 4 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot	36
<b>Abbildung 23:</b> Grundfläche pro Hektar für das UG 4 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot .....	36
<b>Abbildung 24:</b> Volumen Derbholz für das UG 4 getrennt nach Baumarten sowie lebend und tot.....	37
<b>Abbildung 25:</b> Stammzahl pro Hektar getrennt nach Baumarten der Verjüngung < 1,3 m Höhe auf den zwei UG.....	39

<b>Abbildung 26:</b> Verjüngungsart der Jungpflanzen < 1,3 m Höhe auf den Untersuchungsgebieten .....	40
<b>Abbildung 27:</b> Verjüngungsart nach Baumarten der Jungpflanzen < 1,3 m Höhe .....	40
<b>Abbildung 28:</b> Verbisschäden bei der Verjüngung in den Untersuchungsgebieten .....	41
<b>Abbildung 29:</b> Stammzahl pro Hektar getrennt nach Baumarten der Verjüngung > 1,3 m Höhe im UG 1.....	42
<b>Abbildung 30:</b> Lärchenverjüngung auf Fels.....	43
<b>Abbildung 31:</b> Verjüngungsart der Jungpflanzen > 1,3 m Höhe im UG 1 .....	43
<b>Abbildung 32:</b> Verjüngungsart nach Baumarten der Jungpflanzen > 1,3 m Höhe im UG 1.....	44
<b>Abbildung 33:</b> Baumartenanteile des liegenden Totholzes in Prozent auf den UG [nb = nicht bestimmbar] .....	45
<b>Abbildung 34:</b> Volumen des liegenden Totholzes nach Baumarten getrennt auf den UG.....	46
<b>Abbildung 35:</b> Volumen des liegenden Totholzes getrennt nach ZG auf den UG .....	46
<b>Abbildung 36:</b> Mittlere Deckungsgrade der Sträucher (Latsche und Grünerle) in Prozent auf den Untersuchungsgebieten .....	48
<b>Abbildung 37:</b> Durchmesserklassenverteilung in den vier Untersuchungsgebieten nach Baumarten [Durchmesserklassen: 4 = 0-7,9 cm; 12 = 8-15,9 cm; usw.] .....	49
<b>Abbildung 38:</b> Höhenklassenverteilung in den vier Untersuchungsgebieten nach Baumarten [Höhenklassen: 2 = 0-3,9 cm; 6 = 4-7,9 cm; usw.].....	50
<b>Abbildung 39:</b> Beziehung zwischen Alter und Brusthöhendurchmesser.....	52
<b>Abbildung 40:</b> Beziehung zwischen Alter und Höhe .....	52
<b>Abbildung 41:</b> Beziehung zwischen Brusthöhendurchmesser und Baumhöhe .....	53
<b>Abbildung 42:</b> Beziehung zwischen Primärkronenansatzhöhe und Baumhöhe .....	53
<b>Abbildung 43:</b> Beziehung zwischen Kronenbreite und Höhe .....	54
<b>Abbildung 44:</b> Beziehung zwischen Kronenbreite und Brusthöhendurchmesser .....	54
<b>Abbildung 45:</b> Beziehung zwischen H/D-Wert [Höhe/Durchmesser Wert] und Brusthöhendurchmesser .....	55
<b>Abbildung 46:</b> Zirbe im UG 1.....	56
<b>Abbildung 47:</b> Latschenfelder bilden in vielen Gebieten im Nationalpark Gesäuse eine markante Baumgrenze ab.....	65
<b>Abbildung 48:</b> Typische lockige Struktur im UG 1 mit Fichte, Lärche, Zirbe .....	65
<b>Abbildung 49:</b> Grünerlensträucher im UG 1 .....	66
<b>Abbildung 50:</b> Stehendes Totholz .....	66
<b>Abbildung 51:</b> Geradschaftige Zirbe mit sehr feinem Astbild.....	67
<b>Abbildung 52:</b> Zirbenverjüngung auf Punkt 2_3 .....	67
<b>Abbildung 53:</b> Punkt 2_2 - Totholz, Latschen-Sträucher und Bäume aus der N 15 .....	68

<b>Abbildung 54:</b> Totholz auf Punkt 2_2.....	68
<b>Abbildung 55:</b> Typischer Kleinflächencharakter umgeben von Latsche im UG 2 (Punkt 2_4) .....	69
<b>Abbildung 56:</b> Hoher Lärchenanteil im UG 3 .....	69
<b>Abbildung 57:</b> Kleine Freiflächen mit Totholz kommen im ganzen Gebiet immer wieder vor .....	70
<b>Abbildung 58:</b> Die verschiedenen Baumarten [Lärche, Zirbe, Fichte] prägen das Landschaftsbild in diesem Teil des Nationalparks.....	70
<b>Abbildung 59:</b> Selten, aber doch kommt die Vogelbeere vor [Höchster Anteil im UG 4] .....	71
<b>Abbildung 60:</b> Blick auf das obere Ende des UG 4 vom Gegenhang; die Baumgrenze mit Latsche ist gut erkennbar .....	71
<b>Abbildung 61:</b> Blick von der Hesshütte Richtung UG 4 – Ebersanger [Norden zum UG 4].....	72

## 14. Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Klassifikation des Zersetzungsgrades nach Anleitung des Schweizer LFI (Keller, 2005) .....	20
<b>Tabelle 2:</b> H/D-Wert Klassen nach BURSCHEL & HUSS (1997).....	26
<b>Tabelle 3:</b> Koeffizienten für Formel 2 für Fichte und Lärche und Formel 3 für Zirbe .....	27
<b>Tabelle 4:</b> Allgemeine Parameter der Bäume im UG 1 .....	27
<b>Tabelle 5:</b> Biometrische Kennzahlen des UG 1 .....	28
<b>Tabelle 6:</b> Allgemeine Parameter der Bäume im UG 2 .....	30
<b>Tabelle 7:</b> Biometrische Kennzahlen des UG 2 .....	30
<b>Tabelle 8:</b> Koeffizienten für Formel 2 für Fichte und Formel 3 für Lärche und Zirbe .....	32
<b>Tabelle 9:</b> Allgemeine Parameter der Bäume im UG 3 .....	32
<b>Tabelle 10:</b> Biometrische Kennzahlen des UG 3 .....	33
<b>Tabelle 11:</b> Allgemeine Parameter der Bäume im UG 4 .....	35
<b>Tabelle 12:</b> Biometrische Kennzahlen des UG 4 .....	35
<b>Tabelle 13:</b> Übersicht der Stammzahl pro Hektar auf den vier Untersuchungsgebieten getrennt nach Baumarten.....	38
<b>Tabelle 14:</b> Übersicht der Grundfläche pro Hektar auf den vier Untersuchungsgebieten getrennt nach Baumarten.....	38
<b>Tabelle 15:</b> Übersicht des Volumen Derbholz pro Hektar auf den vier Untersuchungsgebieten getrennt nach Baumarten .....	39
<b>Tabelle 16:</b> Übersicht des stehenden Totholzes pro Hektar auf den vier Untersuchungsgebieten getrennt nach Baumarten .....	45
<b>Tabelle 17:</b> Übersicht über das Volumen des liegenden Totholzes in den vier Untersuchungsgebieten .....	46
<b>Tabelle 18:</b> Gegenüberstellung des Variationskoeffizienten, Mittelwertes und Standardabweichung des Brusthöhendurchmessers und der Höhe in den vier Untersuchungsgebieten über alle Baumarten .....	50
<b>Tabelle 19:</b> Gegenüberstellung des Shannon-Index in den vier Untersuchungsgebieten.....	51
<b>Tabelle 20:</b> Gegenüberstellung des Simpson-Index in den vier Untersuchungsgebieten .....	51