

# **Stammzahlversuchsflächen für Fichte im Wolschartwald**

## **Diplomarbeit**

eingereicht von

**Benjamin Bozic, Michael Jannach, Erich Kueß**

Gemäß § 34 (3) SCHUG BGBl. Nr. 472/1986 idgF  
u. d. Prüfungsordnung BMHS BGBl. II Nr. 177/2012 idgF  
im Rahmen der Reife- u. Diplomprüfung

an der

**Höheren Bundeslehranstalt**

**für Forstwirtschaft Bruck an der Mur**

A-8600 Bruck/Mur, Dr.-Theodor-Körner-Straße 44

in Zusammenarbeit mit

Forstbetrieb „Wolschartwald“, Dipl.-Ing. Günter Kleinszig

Mag. Thomas Brandner

OStR DI Martin Kugler

Teilthemen

**Vergleich einer Nullfläche mit einem starken Eingriff (Benjamin Bozic)**

**Gegenüberstellung einer strukturierten Fläche mit einer  
Naturverjüngungsfläche (Michael Jannach)**

**Vergleich einer Standarddurchforstungsfläche in einem  
Nadel- und Laubholzbestand (Erich Kueß)**

## Eidesstattliche Erklärung

Ich, **Benjamin Bozic**, erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche gekennzeichnet habe. Die durchgeführten Erhebungen, Untersuchungen und daraus abgeleiteten Ergebnisse wurden ebenfalls eigenständig erarbeitet und aufbereitet.

Bruck an der Mur, im März 2023

Unterschrift:

Ich, **Michael Jannach**, erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche gekennzeichnet habe. Die durchgeführten Erhebungen, Untersuchungen und daraus abgeleiteten Ergebnisse wurden ebenfalls eigenständig erarbeitet und aufbereitet.

Bruck an der Mur, im März 2023

Unterschrift:

Ich, **Erich Kueß**, erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche gekennzeichnet habe. Die durchgeführten Erhebungen, Untersuchungen und daraus abgeleiteten Ergebnisse wurden ebenfalls eigenständig erarbeitet und aufbereitet.

Bruck an der Mur, im März 2023

Unterschrift:

## Abstract

Untersuchungsgegenstand der Diplomarbeit sind fünf Fichtenbestände, die sich im „Wolschartwald“ (Nähe St. Veit/Kärnten) befinden und als Stammzahlversuchsflächen vom Landesforstdienst Kärnten seit 2011 geführt werden. Zusätzlich wurde auch ein Roteichenbestand aufgenommen, welcher nach einer Standarddurchforstung für Laubholz behandelt wurde.

Aus den Jahren 2012, 2014 und 2019 wurden Aufnahmen aus Probeflächenaufnahmen mit je 100 m<sup>2</sup> von der LFD zur Verfügung gestellt. Damit konnte eine zeitliche Entwicklung von Bestandesparametern rekonstruiert werden. Im Jahr 2022 wurde mit Hilfe von 300 m<sup>2</sup> großen Rechtecken eine Neuerhebung durchgeführt. Alle Bäume dieser Probeflächen wurden hinsichtlich Koordinaten, BHD, Höhe, Kronenansatzhöhe und Kronendurchmesser vermessen. Die daraus berechneten Werte wurden hinsichtlich ihrer Entwicklung untereinander und ihrer zeitlichen Entwicklung gegenübergestellt.

Aus heutiger Sicht lässt sich sagen, dass der „Starke Eingriff“ den besten H/D-Wert aufweist und somit auch am stabilsten ist. Der H/D-Wert für den gesamten Bestand liegt hier bei 88 und der H/D-Wert der Z-Bäume bei 79. Im Vergleich dazu findet man die höchsten und somit schlechtesten H/D-Werte auf der „Nullfläche“. Auf dieser Fläche beträgt der H/D-Wert für den ganzen Bestand 112 und der H/D-Wert der Z-Bäume liegt bei 102. Der BHD des gesamten Bestandes und auch der Z-Bäume ist auch beim „Starken Eingriff“ mit 19 Zentimetern beziehungsweise 21,9 Zentimetern am stärksten. Das höchste Volumen mit 299 Vfm/ha befindet sich aufgrund der hohen Stammzahl (2500 Stk.) auf der Nullfläche. Auf der „Strukturierten Fläche“ befinden sich 231 Vfm/ha und bei der „Standarddurchforstung“ 280 Vfm/ha.

Aus der zeitlichen Entwicklung lässt sich sagen, dass alle Bestände einen großen Sprung hinsichtlich BHD und Höhe gemacht haben. Auch die Stammzahl hat sich bei allen Beständen verringert, sei es wegen der Konkurrenz bei der Nullfläche oder durch explizites Freistellen wie bei der „Strukturierten Fläche“.

## Abstract

The subject of this thesis is a survey of five spruce stands, which are located in the "Wolschartwald" (near St. Veit/Carinthia) and have been managed as stem number test areas by the Provincial Forest Service Carinthia since 2011. In addition, a red oak stand was also included, which was treated according to a standard thinning for hardwoods.

From the years 2012, 2014 and 2019, recordings from sample plot surveys of 100 m<sup>2</sup> each were provided by the LFD. This allowed a temporal evaluation of stand parameters to be reconstructed. In 2022, a final survey was conducted using 300 m<sup>2</sup> rectangles. All trees in these sample plots were measured in respect to coordinates, BHD, height, crown base height and crown diameter. The timber values calculated from these measurements were compared in respect to their development among each other and their development over time.

From today's point of view, it can be said that the "strong intervention" has the best H/D-value and is therefore also the most stable. The H/D-value for the whole stand is 88 and the H/D-value of the future crop trees is 79. In comparison, the highest and therefore worst H/D-values are found on the "zero area". On this plot, the H/D value for the whole stand is 112 and the H/D value of the future crop trees is 102. The BHD of the whole stand and also of the future crop trees is also the highest in the "strong intervention" with 19 centimeters and 21.9 centimeters, respectively. The highest volume with 299 Vfm/ ha is on the zero-area due to the high number of trunks (2500 pcs.). In the "structured area" there are 231 Vfm/ ha and in the "standard thinning" 280 Vfm/ ha.

Regarding the development over time, it can be said, that all stands have made a big increase in terms of BHD and height. The number of stems has also decreased in all stands, either due to competition in the zero area or due to explicit clearing as in the "structured area".

## Vorwort

Wir haben uns aufgrund unserer persönlichen Interessen für Waldbau und Forstvermessung dazu entschieden, eine Diplomarbeit über Versuchsflächen hinsichtlich verschiedener Durchforstungsvarianten zu schreiben. Dies war einer der Beweggründe dafür, dass wir das Thema „Stammzahlversuchsflächen für Fichte im Wolschartwald“ gewählt haben.

Ein weiterer Grund war, dass wir unser Wissen bezüglich der Vorgehensweise bei einer Vollaufnahme, den dazugehörigen Berechnungen und unser Waldbau-Wissen erweitern wollten.

Aufgrund unserer gemeinsamen Interessen und der Nähe zum „Wolschartwald“ entschieden wir uns, diese Diplomarbeit zu dritt zu schreiben.

Diese Diplomarbeit verfassten wir als abschließende schriftliche Arbeit an der HBLA für Forstwirtschaft in Bruck an der Mur.

Uns wurde vom Landesforstdienst in Kärnten das Angebot gemacht, die Versuchsflächen neu aufzunehmen und diese mit den Daten der Vorjahre zu vergleichen.

Zusätzlich ist auch der Waldbesitzer, Herr Dipl.- Ing. Günter Kleinszig, sehr daran interessiert, welche Bewirtschaftungsmethode für seinen Wald am besten geeignet ist. Wir nutzten die Zeit in den Sommerferien zwischen dem zweiten und dritten Aufbaulehrgang, um unsere Aufnahmen für die weiteren Berechnungen zeitnah fertigzustellen.

Anschließend führten wir jegliche Berechnungen durch, fertigten Zeichnungen an und mit Hilfe dessen begannen wir unsere Diplomarbeit schriftlich zu dokumentieren.

## Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei allen bedanken, die uns während der Anfertigung dieser Diplomarbeit unterstützt und geholfen haben.

Zuerst gilt unser Dank Herrn Prof. OStR DI Martin Kugler, welcher unsere Diplomarbeit betreut und begutachtet hat. Er zeigte stets Verständnis für unsere Fragestellungen und brachte uns während des gesamten Projektes mit den richtigen Hilfestellungen auf den richtigen Weg. Für diese tatkräftige Unterstützung möchten wir ihm herzlich danken.

Außerdem möchten wir uns beim Betriebsleiter des „Wolschartwaldes“, Herrn Dipl.-Ing. Günter Kleinszig, sehr herzlich bedanken. Während unserer gesamten Arbeit unterstützte er uns, besonders bei den Aufnahmen zeigte er großes Interesse und half uns, wo er nur konnte.

Ein besonderer Dank gilt auch Herrn Mag. Thomas Brandner, der uns seitens des Forstwesens des Landes Kärntens sehr unterstützte und uns die nötigen Daten zukommen ließ.

Abschließend möchten wir uns noch bei unseren Eltern, Geschwistern, Verwandten und Freunden bedanken, die uns während unserer gesamten Arbeit motivierten und mithalfen, wo sie nur konnten.

# Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung.....	1
2	Einleitung.....	2
2.1	Allgemeine Betriebsbeschreibung .....	2
2.2	Bekanntere größere Schadereignisse im Wolschartwald .....	3
2.3	Projekte im Forstbetrieb .....	4
2.3.1	Drohneinsatz.....	4
2.3.2	Alleinarbeiterschutz.....	4
2.3.3	Schottergrube .....	5
2.4	Beschreibung der Baumarten .....	5
2.4.1	Beschreibung der Fichte – <i>Picea abies</i> .....	5
2.4.2	Wachstum und Aussehen .....	5
2.4.3	Die Fichte im Klimawandel.....	6
2.4.4	Beschreibung der Roteiche – <i>Quercus rubra</i> .....	7
2.4.5	Roteiche als Zukunftsbaumart .....	9
3	Erläuterung Durchforstungsarten.....	10
3.1	Nullfläche.....	10
3.2	Starker Eingriff.....	10
3.3	Strukturierter Eingriff.....	10
3.4	Naturverjüngung .....	10
3.5	Nach Förderrichtlinie .....	11
3.6	Laubholzfläche .....	11
3.7	Erklärung Berechnungen und Zeichnungen .....	14
3.7.1	Erklärung Berechnungen .....	14
3.7.2	Erklärung Zeichnungen.....	14
4	Aufnahmemethodik und Beschreibung der Geräte.....	16
4.1	Vermessung der einzelnen Probeflächen.....	16

4.2	Detaillierte Beschreibung der Geräte.....	16
4.2.1	Theodolit.....	16
4.2.2	Stativ.....	18
4.2.3	Laserdistanzmessgerät.....	18
4.2.4	Bussole.....	19
4.2.5	Vertex 5.....	20
4.2.6	Stahlmaßband.....	21
4.2.7	Handy GPS.....	22
5	Erläuterung der Vorgehensweisen.....	23
5.1	Theodolit für die Messung der Richtungen.....	23
5.2	Laserdistanzmesser zum Messen der Distanzen.....	24
5.3	Bussole für die Messungen der Richtungen.....	24
5.4	Messband zur Bestimmung der Distanzen.....	24
5.5	Vertex 5 zur Bestimmung der Distanzen.....	25
5.6	Aufnahme der Eckpunkte mit Hilfe des Handy GPS.....	25
6	Aufnahme der einzelnen Bäume.....	26
6.1	Brusthöhendurchmesser.....	26
6.2	Messen der Höhe mit dem Vertex.....	27
6.3	Messen der Kronenansatzhöhe mit dem Vertex.....	27
6.4	Einmessen in das Koordinatensystem.....	27
6.5	Messen der Kronenbreite.....	28
7	Ergebnisse.....	28
8	Nullfläche.....	30
8.1	Flächenvermessung.....	30
8.2	Allgemein.....	30
8.3	Vollaufnahme.....	31
8.4	Stammzahlverteilung pro Hektar.....	33
8.5	Lageplan Nullfläche (Probefläche).....	34

9	„Starker Eingriff“ .....	36
9.1	Flächenvermessung .....	36
9.2	Allgemein.....	36
9.3	Vollaufnahme.....	37
9.4	Stammzahlverteilung pro Hektar .....	39
9.5	Lageplan Starker Eingriff .....	40
10	Strukturierte Fläche .....	42
10.1	Flächenvermessung.....	42
10.2	Vollaufnahme .....	42
10.3	Stammzahlverteilung.....	45
10.4	Lageplan .....	46
11	Naturverjüngungsfläche.....	48
11.1	Flächenvermessung.....	48
11.2	Vollaufnahme .....	48
11.3	Stammzahlverteilung.....	50
11.4	Lageplan .....	51
12	Laut Förderrichtlinie.....	53
12.1	Flächenvermessung .....	53
12.2	Vollaufnahme .....	53
12.3	Stammzahlverteilung.....	54
12.4	Lageplan .....	56
13	Laubholzfläche .....	58
13.1	Flächenvermessung .....	58
13.2	Vollaufnahme .....	58
13.3	Stammzahlverteilung.....	60
13.4	Lageplan .....	61
14	Vergleich der alten und der neuen Daten .....	63
14.1	Starker Eingriff .....	64

14.2	Fläche laut Förderrichtlinie .....	65
14.3	Strukturierte Fläche .....	66
14.4	Z-Bäume Strukturierte Fläche .....	67
15	Vergleich untereinander .....	68
15.1	Vergleich Nullfläche und Starker Eingriff .....	68
15.2	Abschließender Vergleich zwischen Nullfläche und Starker Eingriff .....	71
15.3	Vergleich Starker Eingriff und Strukturierte Fläche .....	72
15.4	Abschließender Vergleich zwischen Starker Eingriff und Strukturiertes Fläche .....	74
15.5	Vergleich Strukturierte Fläche und Fläche nach Förderrichtlinie .....	74
15.6	Abschließender Vergleich zwischen Strukturiertes Fläche und Fläche laut Förderrichtlinie .....	76
15.7	Vergleich zwischen einer Durchforstung nach Förderrichtlinie in einem Fichtenbestand und einer Standarddurchforstung bei der Roteiche .....	77
15.8	Abschließender Vergleich zwischen einer Durchforstung nach Förderrichtlinien und einer Standarddurchforstung bei der Roteiche .....	79
16	Vergleich unterschiedlicher Durchforstungsmodelle .....	80
16.1	Stammzahlleitkurve nach Pollanschütz .....	80
16.2	Durchforstungshilfe 2010 von Abetz .....	81
17	Zusammenfassung .....	83
17.1	Vergleich der alten Daten .....	83
17.2	Vergleich untereinander .....	84
17.3	Vergleich unterschiedlicher Durchforstungsmodelle .....	85
18	Literaturverzeichnis .....	86
19	Abbildungsverzeichnis .....	89
20	Tabellenverzeichnis .....	91

# 1 Problemstellung

Wir widmen uns bei unserer Diplomarbeit der Darstellung von unterschiedlichen Parametern (Dimension, Baumhöhe, Schirmfläche und Kronendurchmesser) bei unterschiedlichen Versuchsflächen im Wolschartwald, welche vom Landesforstdienst in Kärnten betreut werden. Die Versuchsflächen unterteilen sich in einen „Starken Eingriff“, eine „Strukturierte Fläche“, eine „Nullfläche“, eine „Naturverjüngungsfläche“, eine Durchforstungsfläche nach „Förderrichtlinie“ für einen Fichtenbestand und eine „Laubholzfläche“. In jeder Probefläche befindet sich ein 300 m<sup>2</sup> großes Rechteck, in dem die Aufnahme erfolgte.

Mit Hilfe sehr genauer Aufnahmen (Vollaufnahme) soll gezeigt werden, wie sich unterschiedliche Behandlungskonzepte auf die oben angeführten Parameter auswirken. Mit Grafiken und Tabellen werden die Unterschiede der einzelnen Flächen deutlich gemacht. Zusätzlich wird von jeder Probefläche ein Lageplan mit Hilfe von AutoCAD gezeichnet, wo der Gesamtbestand ersichtlich ist. Durch diesen kann die Verteilung der Z-Bäume hinsichtlich ihrer Schirmfläche dargestellt werden. Anhand von verschiedenen Berechnungen (H/D-Wert) wird auch gezeigt, wie stabil die Bestände gegenüber Schadereignissen sind.

Ziel ist es, die optimale Durchforstungstechnik und Bewirtschaftungsform in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und Wertleistung festzustellen.

## 2 Einleitung

### 2.1 Allgemeine Betriebsbeschreibung

Das Forstrevier Wolschartwald liegt im Sankt Veiter Hügelland im Zentrum des Bezirkes Sankt Veit an der Glan. Anfang des 19. Jahrhunderts war der Bestand von Eichen, Kiefern und Hainbuchen geprägt.

Der Betrieb umfasst circa 272 ha, davon sind rund 260 ha Waldfläche. Der Rest besteht aus Nichtholzfläche – hauptsächlich Forststraßen.

Seit 2002 ist Dipl. Ing. Günter Kleinszig der Betriebsführer, davor war der Betriebsführer Ing. Herbert Kleinszig, der bereits intensiv mit dem Bestandesumbau begonnen hat.

Die Erschließung umfasst insgesamt 32 km auf 272 ha Waldfläche, was circa 118 lfm/ha Schotter–Forststraßen ergibt. Die Feinerschließung machen Rückewege und Harvestergassen aus.

Als Grundgestein findet man hauptsächlich silikatische Grundmoräne. Als Bodentypen findet man meist leichte Braunerden, in geringem Umfang Pseudogley, wo der Hauptdolomit durchsticht, vereinzelt auch Rendzinen.

Der Betrieb liegt auf einer Seehöhe von 540 bis 590 m und befindet sich im Wuchsgebiet 6.2, Klagenfurter Becken. Die Aufnahmeflächen liegen auf dem Bodentyp „lehmiger Feinsand auf graubraunem Feinsand über sandigem Schotter“ und gehören zur Gruppe der Auböden. Das Klima in Sankt Veit an der Glan ist gemäßigt warm. Es wird eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,4 °C erreicht und es gibt einen Jahresniederschlag von 1010 mm. Der wärmste Monat des Jahres ist der Juli mit einer durchschnittlichen Temperatur von 18,4 °C. Der kälteste Monat des Jahres hingegen ist der Januar mit einer Durchschnittstemperatur von -2,3 °C.

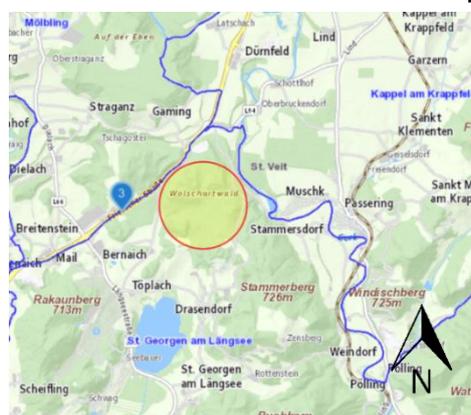


Abbildung 1 Lageplan Wolschartwald (gelber Kreis)

## **Eckdaten Betrieb Wolschartwald**

Seit 2 - 3 Baumgenerationen wurde der Wald in eine Fichten-Monokultur umgewandelt, was im Jahr 1990 in einem Anteil von 95 % Fichte mündete. 4 % Kiefern und ein paar sonstige Laub- und Nadelhölzer bildeten den restlichen Bestand. Der Betrieb wurde immer als klassischer Naturverjüngungsbetrieb geführt. Es wurde somit stets versucht, durch langsames Auflichten der Bestände die Naturverjüngung einzuleiten, um so ohne künstliche Aufforstungen auszukommen.

Seit ca. 1990 wurde eine Zunahme des Borkenkäfer-Schadholzes bemerkt. Das extreme Schneebruchereignis im Winter 1995/96 wurde vom damaligen Betriebsführer Ing. Herbert Kleinszig (geb. 1930, gest. 2013) dazu genutzt, alternative Baumarten (Laub- und Nadelgehölze) auf den Schadflächen verstärkt einzubringen. Sein Sohn Dipl. Ing. Günter Kleinszig, Betriebsführer seit 2002, hat diese Strategie fortgesetzt. Der Klimawandel fordert eine Änderung der Waldbewirtschaftung.

Die Baumarten, auf die seitdem vermehrt gesetzt wird, sind:

- Stieleiche, Traubeneiche, Roteiche
- Rotbuche
- Schwarzerle
- Tanne
- Lärche
- Kiefer
- Douglasie

## **2.2 Bekannte größere Schadereignisse im Wolschartwald**

- 1892 erstes Auftreten der Nonne (*Lymantria monacha*)
- 1927-1933 Befall der Nonne auf 143 ha, Resultat: 35.000 fm Schadholz
- Jahre später Sekundärbefall durch Borkenkäfer (*Scolytinae*)
- 1948 erstmals Auftreten der Kleinen Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina*)
- 1951 chemische Bekämpfung der Fichtenblattwespe auf 63 ha
- seit circa 1990 verstärkter Borkenkäferbefall
- Winter 1995/96 sehr starker Schneebruch
- 2008 mittelstarker Windwurf
- 2015 extremer Befall durch Borkenkäfer
- 2016 zwei starke Windwurfereignisse bei Sommergewittern

## 2.3 Projekte im Forstbetrieb

### 2.3.1 Drohneneinsatz

Seit Herbst 2016 wird eine Drohne des Typs Yuneec Typhoon H zur Früherkennung von Borkenkäferbefall getestet. Die aufgenommenen Bilder können im GIS durch Aktualisierung der Forstkarte verwendet werden. Diese Methode ist nur sinnvoll, wenn man die Bestände in regelmäßigen Zeiträumen abfliegt. Selbstverständlich erfolgen Kontrollen auch zu Fuß oder per Quad.



*Abbildung 2 Drohneneinsatz in der Forstwirtschaft*

### 2.3.2 Alleinarbeiterschutz

Im Revier Wolschart ist durch den Umbau auf Mischwald sehr viel Pflegearbeit notwendig. Die in den letzten Jahren aufgeforsteten Laubbäume müssen entsprechend gepflegt werden, damit daraus später wertvolle Stämme entstehen.

Je nach Baumarbeit muss jeder Baum alle 2 - 3 Jahre besucht und bearbeitet werden. Nach der Auslese betrifft dies nur noch die Z-Bäume (Zukunftsbäume). Derzeit werden circa 70.000 Bäume gepflegt, was natürlich erfahrenes Personal erfordert. Neben dem Waldpflegeverein ([www.waldpflegeverein.at](http://www.waldpflegeverein.at)) hat der Betrieb auch zwei erfahrene Pensionisten, die diese Tätigkeit hervorragend und natürlich auch in angemeldeter Form erledigen.

Da in den ersten Jahren die Pflege ohne Leiter und Motorsäge möglich ist, ist dies ein typischer Alleinarbeitsplatz.

Es werden zwei Systeme verwendet:

- Swissphone (Gerät aus der Schweiz)

- TWIG (Gerät aus Finnland)

### 2.3.3 Schottergrube

*Abbildung 3 Swissphone*

Seit dem Jahr 2010 werden durch die ideale Verkehrsanbindung und die unter einer nur geringmächtigen Humus- und Mineralbodenschicht bestehenden Schottervorkommen abgebaut. Der Abbauplan für die bestehende Schottergrube sieht vor, dass der Sichtschutzwall zur Bundesstraße B317 im Bereich der Abfahrt Kappel am Krappfeld schrittweise abgetragen wird. Da auf Sichtschutzmaßnahmen geachtet wird, wird daran gearbeitet, die Grube in einen weiterhin nicht einsichtigen Bereich zu verlegen.

Die Abbaugenehmigung hält die Firma Swietelsky AG. (Kleinszig, 2019)

## 2.4 Beschreibung der Baumarten

### 2.4.1 Beschreibung der Fichte – *Picea abies*

#### **Vorkommen der Fichte**

Die Fichte dient in Österreich als Hauptbaumart. Sie ist Bestandteil in bis zu 80 Prozent aller heimischen Wälder. Rund 40 Prozent der Bestände bestehen ausschließlich aus Fichte. Durch das veränderte Klima ist das Vorkommen dieser dominanten Baumart aber rückläufig. Fichtenbestände treten in Österreich in Mischwäldern in niedrigeren und mittleren Lagen bis in den alpinen Bereich in 2.000 Meter Seehöhe auf. Sie wächst auch auf Böden mit geringerem Nährstoffgehalt, da sie keine hohen Ansprüche an den Boden stellt. Grundsätzlich bevorzugt die Fichte aber höhere Lagen mit ausreichender Feuchtigkeit. (Büchsenmeister, 2012)

### 2.4.2 Wachstum und Aussehen

Die Fichte zählt zu den immergrünen Baumarten, das heißt, sie verliert im Winter keine Nadeln. Sie zählt zu den Flachwurzlern und kann bis zu 40 Meter hoch und eineinhalb Meter dick werden. Durch das flache Wurzelsystem ist sie deutlich anfälliger für Sturmschäden.

Ihr Wachstum ist kegelförmig, das heißt, nach oben verjüngt, schmaler werdend. Ihre Rinde hat, vor allem bei jungen Bäumen, eine rötliche bis braune Färbung. Ältere Bäume, oder solche in höheren oder sehr wetteranfälligen Lagen, haben eine gräuliche Rindenfärbung. Das Holz ist gleichmäßig hell, eher weich und daher auch

gut zu bearbeiten. Nicht zuletzt ist sie wegen ihres geraden Stammes ein beliebtes Bauholz. (Jagdfakten.at, 2023)

Die Fichte besitzt immergrüne, vierkantige und spitze Nadeln. Im Durchschnitt werden sie ein bis zwei Zentimeter lang. Gesunde Individuen können die gleichen Nadeln über mehrere Jahre halten. Es kann aber auch vorkommen, dass durch Trockenheit, Krankheit oder Schädlingsbefall die Nadeln früher verloren gehen. Die Anordnung der Nadeln am Zweig ist kreisrund und dabei wachsen die Nadeln aus kleinen stielartigen Ansätzen.

Bis zum ersten Blühen der Fichte dauert es mindestens zehn Jahre, es kann aber auch bis zu 40 Jahre dauern. Durch die trockenen Sommer der letzten Jahre kam es vermehrt jedes Jahr zur Blüte, was zu einem Trockenstress des Baumes führt und anschließend zu Schädlingsbefall durch den Borkenkäfer. Abhängig von der Höhenlage blüht ein gesunder Baum alle drei bis vier Jahre, in höheren Lagen etwa alle sieben Jahre. Bei den Blüten wird zwischen männlichen und weiblichen Blüten unterschieden. Die weiblichen Blüten sind rötlich und stehen in der Baumkrone zapfenartig nach oben. Die männlichen Blüten sind an der Spitze der Zweige zu sehen, zuerst rötlich und dann gelblich und etwa einen Zentimeter groß.

Die Zapfen der Fichte hängen an den Ästen des Baumes nach unten, werden zehn bis 15 Zentimeter lang und drei bis vier Zentimeter breit. Die Zapfen sind sehr fett- und nährstoffreich und dadurch eine wichtige Nahrungsquelle für verschiedene Waldtiere, wie zum Beispiel Eichhörnchen oder Vögel.

Die Fichte ist im Vergleich zu anderen Baumarten sehr schnellwüchsig und kann bis zu 600 Jahre alt werden. Es dauert nur rund 80 Jahre, bis sie als Bauholz genutzt werden kann.

In Österreich hauptsächlich zu finden sind:

- Gemeine Fichte – *Picea abies*
- Blau- oder Stechfichte
- Serbische Fichte
- Sapindus-Fichte aus dem Kaukasus

### 2.4.3 Die Fichte im Klimawandel

Die Folgen des Klimawandels wie Temperaturanstieg, andauernde Trockenperioden, Wetterextreme, Stürme und Borkenkäfer machen der Fichte das Leben schwer,

dadurch verliert sie immer mehr an Fläche und die Bewirtschaftung wird zu einer Herausforderung.

Durch die Trockenheit ist die Abwehrfähigkeit der Bäume gegen Borkenkäfer nicht mehr gegeben, zum anderen sind durch höhere Temperaturen eine raschere Entwicklung und mehrere Generationen der Käfer zu erwarten. In Gebieten, wo die Niederschlagsverteilung und Niederschlagsmenge nicht mehr dem Normalwert entsprechen, werden in Zukunft Massenvermehrungen der Borkenkäfer auch ohne Brutmaterial aus Sturm- und Schneeschäden möglich sein.

Das in den letzten Jahren beobachtete Massenblühen der Fichten kann auch als Stressreaktion auf den Klimawandel zurückgeführt werden. Das Blühen der Bäume ist ein sehr großer Energieaufwand, somit verkürzen sich die Erholungsphasen und die Baumart ist dadurch anfälliger für Schädlingsbefall durch Borkenkäfer.

(BFW, Die Fichte im Klimawandel, 2022)

#### 2.4.4 Beschreibung der Roteiche – *Quercus rubra*

##### 2.4.4.1 Vorkommen der Roteiche

Ursprünglich stammt die Roteiche aus den Osten Nordamerikas, wurde aber 1691 in die Schweiz importiert.

Die Roteiche wird zur Ergänzung des heimischen Baumartenspektrums eingesetzt. Sie stellt eher geringe Ansprüche an den Boden und bevorzugt kalkarme Böden in feucht mildem Klima. Auf Lehm- oder Tonböden mit starkem Wasserstau, Vernässungen, kalkhaltigen oder sehr trockenen Standorten ist mit Roteiche nicht zu arbeiten, dafür zeigt sie aber auf Standorten mit mäßiger Wasser- und Nährstoffversorgung noch gute Wachstumsleistungen.

Die Roteiche ist im Vergleich zu den heimischen Eichenarten resistenter gegen Schädlinge und Krankheiten. Außerdem ist sie toleranter gegenüber Schatten und Zuwachsstärker als zum Beispiel die Traubeneiche oder Stieleiche. (Ruhm, 2013)

##### 2.4.4.2 Wachstum und Aussehen

Die Blätter der Roteiche verfärben sich im Herbst leuchtend orange bis rot. Sie sind zehn bis 25 Zentimeter groß, tief eingeschnitten mit spitz zulaufenden Lappen.

In der Jugend hat sie eine graue glatte Rinde. Mit zunehmendem Alter wird keine tiefrissige Borke gebildet, jedoch bildet sich aus der Pfahlwurzel ein Herzwurzelsystem, wodurch die Roteiche sehr sturmfest ist.

Die Roteiche zeichnet sich aus durch:

- Sehr gute Qualitäts- und Massenleistung
- Relativ geringe Ansprüche an den Standort
- Häufige und starke Fruktifikation (Samenbildung)
- Besondere Robustheit gegenüber Schädlingen und Krankheiten
- Optische Attraktivität und damit Bereicherung des Landschaftsbildes

Mit der Roteiche kann man sowohl in Reinbeständen als auch als Beimischung in Buchen- und Nadelholzbeständen arbeiten. Von Vorteil sind gruppen-, horst- oder streifenweise Mischungen, da dies zu stabilen Beständen führt. Mit einer Pflanzenzahl von 3500 bis 4000 Stück pro Hektar mit einem Abstand von 2 x 1,5 Metern erzeugt man durch den Dichtstand eine optimale natürliche Astreinigung.

Die Roteiche besitzt ein langanhaltendes starkes Wachstum und wächst nach der Pflanzung bei guten Bedingungen gut an. Bei entsprechendem Dichtstand des Bestandes ist die natürliche Astreinigung gegeben.

Wenn der Bestand eine astfreie Schaftlänge von sechs bis zehn Metern erreicht, dies geschieht meist bei einer Oberhöhe von 16 bis 18 Metern, werden 60 bis 80 Z-Bäume gekennzeichnet und freigestellt.

Generell ist das Produktionsziel bei Laubholz gerades astfreies Wertholz mit einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von 50 bis 70 Zentimeter zu erzielen, um es als Furnier oder hochwertiges Schnittholz zu vermarkten.

Um die Umtriebszeit so gering wie möglich zu halten, ist eine konsequente Kronenpflege unumgänglich. Schwache Eingriffe führen zu kurzchronigen Individuen mit mäßigem Zuwachs und reduzierter Vitalität. Die Umtriebszeit bei Roteiche ist mit circa 80 Jahren angeschrieben.

## 2.4.5 Roteiche als Zukunftsbaumart

### Vorteile

- Rasches Wachstum
- Starkes Holz mit 70 bis 80 Jahren
- Geringe Bodenansprüche
- Trockenresistenz

### Nachteile

- Holz ist anfälliger gegenüber Pilzen, daher als weniger gut geeignet
- Holz erreicht nur die Hälfte des Wertes von heimischen Eichen
- Nicht geeignet für kalkhaltige Böden

(BFW, Welche Baumarten haben Zukunft?, 2023)



Bauholz

## 3 Erläuterung Durchforstungsarten

### 3.1 Nullfläche

Bei der Nullfläche wurde der Versuch durchgeführt, den Wald komplett auf sich alleine zu stellen und ohne jeglichen Eingriff in den Bestand zu arbeiten. Das Ziel dieses Versuches ist es zu sehen, ob der Wald, wenn er komplett auf sich alleine gestellt ist, in der Lage ist, mit gepflegten Beständen mitzuhalten. Vorteil dieser Bewirtschaftungsart ist, dass keine Kosten für Dickungspflege oder Durchforstungen anfallen. Der Nachteil hingegen ist, dass durch die hohen Stammzahlen und den viel zu dichten Bestand eine geringe Bestandesstabilität, schlechte H/D-Werte sowie eine schlechte Holzqualität zu erwarten sind.

### 3.2 Starker Eingriff

Bei dieser Versuchsfläche wurde bereits im jungen Alter stark eingegriffen, um die Stammzahl des Bestandes eher gering zu halten und den Zuwachs der verbleibenden Individuen stärker zu fördern. Ziel dieser Durchforstungsart ist es, durch starke Eingriffe die Zuwächse und somit die Umtriebszeit des Bestandes zu verringern. Durch die kürzere Umtriebszeit sollen höhere Gewinne erzielt werden.

### 3.3 Strukturierter Eingriff

Unter einem derartigen Eingriff versteht man das gezielte Freistellen und Fördern von zuvor ausgezeichneten Z-Bäumen. Direkte Bedränger werden entfernt. Durch diesen Eingriff werden die Zuwächse durch Freistellen auf die zu fördernden Individuen gelenkt, da ihnen mehr Licht und Platz zur Verfügung steht. Ziel davon ist es, eine hohe Bestandesstabilität sowie gute Holzqualitäten zu erreichen.

### 3.4 Naturverjüngung

Bei der naturverjüngten Fläche ist erst vor kurzem eine Dickungspflege durchgeführt worden. Die Dickungspflege ist eine oftmals vernachlässigte, aber äußerst wichtige Maßnahme für den Bestand. Besonders wichtig hierbei ist es, den richtigen Zeitpunkt für den Eingriff in den jungen Bestand nicht zu versäumen. Hierbei wird empfohlen, bei

einer Höhe von bis zu fünf Metern einzugreifen. Die Maßnahme kann, wenn der Bestand bereits größer ist, auch bis zu zehn Metern Höhe nachgeholt werden. In zu dichten Beständen mit einer Höhe von bereits 10 Metern ist der Eingriff mit einem hohen Risiko verbunden. So steigt die Gefahr für den Bestand unter Schneebruch, Schneedruck und Wind starke Schäden davonzutragen. Unter einer Dickungspflege versteht man das Umschneiden von Jungbäumen, die bereits qualitative Mängel aufweisen. So achtet man darauf, besonders Zwiesel, Protzen oder gar verletzte Bäume zu entfernen. Dabei darf die räumliche Verteilung des Bestandes aber nicht außer Acht gelassen werden. Bei korrekter Durchführung einer Dickungspflege sollte es möglich sein, mit ausgestreckten Armen durch den Bestand zu gehen und dabei keine Äste zu berühren. In der Regel wird die Dickungspflege mit einer Motorsäge durchgeführt, um das anfallende Material klein zu schneiden, sodass das Material schnell vertrocknet und für Schädlinge nicht als Brutmaterial in Frage kommt. (Maschinenring, 2022)

### 3.5 Nach Förderrichtlinie

In diesem Bestand wurde nach Vorgaben der Förderrichtlinie eingegriffen. Dies bedeutet, dass eine gewöhnliche Auslesedurchforstung durchgeführt wurde. Das Ziel von Auslesedurchforstungen ist es, durch gezieltes Eingreifen in den Bestand zuvor ausgewählte Zukunftsbäume (Z-Bäume) zu fördern sowie die Bestandesstabilität zu steigern. Die Auswahl der Z-Bäume erfolgt durch mehrere Kriterien. Gereiht nach Wichtigkeit sind dies die Stabilität, Vitalität, Qualität, räumliche Verteilung, Baumartenverteilung sowie die Ökologie. Der erste Eingriff erfolgt bei einer Bestandeshöhe zwischen 10 m und 15 m und sollte ungefähr 50 bis 60 Prozent betragen. In gut geeigneten Beständen werden zwei bis drei der stärksten Bedränger des Z-Baumes entnommen. Eingegriffen wird lediglich in die Oberschicht. Unterständige Individuen sollen im Bestand verbleiben, da sie für die Z-Bäume keine Konkurrenz sind. (Landwirtschaftskammer, 2015)

### 3.6 Laubholzfläche

Bei der Laubholzfläche handelt es sich um einen Roteichenbestand, der nach dem Q/D-Prinzip durchforstet wird. Die Abkürzung Q/D steht für die zwei Erziehungsphasen Qualifizierung und Dimensionierung. Die Qualifizierung beginnt ab der gesicherten

Kultur und endet mit dem Erreichen der gewünschten astfreien Schaftlänge. Die astfreie Schaftlänge ist im späteren Verlauf für die Qualität der hochwertigen Erdbloche entscheidend. Dies spielt bei der Vermarktung eine große Rolle: Umso weniger Äste und umso länger der Block, desto höher ist der Wert.

Als Faustzahl dafür gilt:

Astfreie Stammlänge : Krone : Höhe im Endbestand = 1 : 2 : 3

Je nach Baumart und Standortverhältnissen sollte eine astfreie Stammlänge von 6 bis 10 m angestrebt werden.

Zum Erzielen eines astfreien Stammes können folgende Maßnahmen gesetzt werden:

- 1.) In der Kultur kann es notwendig sein, Stark- bzw. Steiläste sowie Zwiesel durch Formschnitte zu entfernen.
- 2.) Die Dichtung in Laubholzbeständen soll möglichst lange mit hoher Stammzahl gehalten werden, um die natürliche Astreinigung zu fördern. Dabei muss aber beachtet werden, dass die Bäume, ganz besonders die Z-Bäume, noch ausreichend Platz zur Verfügung haben, um eine ausreichend ausgebaute Krone mit einem Anteil von über 30 % entwickeln zu können.
- 3.) Bedränger von Z-Bäumen können durch Ringeln oder Köpfen soweit in ihrem Wuchs reduziert werden, dass sie für den Z-Baum keine Konkurrenz und Gefahr darstellen, der Dichtstand aber noch ausreichend ist, um die natürliche Astreinigung aufrecht zu erhalten.
- 4.) Reicht die natürliche Astreinigung des Bestandes nicht aus, so muss manuell geastet werden, um die Qualität des Bestandes zu steigern. Bei der Wertastung von Laubholzbeständen ist darauf zu achten, die korrekte Technik zu verwenden. Die Schnittfläche soll so klein wie möglich gehalten werden, deshalb soll der Ast im rechten Winkel abgesägt werden.

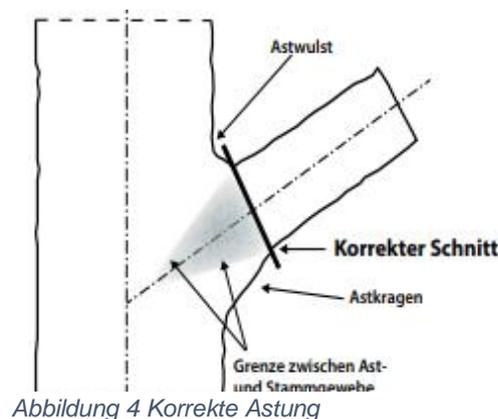


Abbildung 4 Korrekte Astung

Nach der abgeschlossenen Qualifizierung folgt sofort die Dimensionierung. Bei der Dimensionierung liegt das Hauptaugenmerk darauf, die Zuwächse auf die zu fördernden Individuen zu lenken. Dies gelingt durch stetiges Eingreifen in den Bestand und gezieltes Entfernen von Bedrängern der Z-Bäume.

Die Vorgehensweise in der Dimensionierungsphase ist wie folgt:

- 1.) Pro Z-Baum und Eingriff sollen 2 bis 3 Bedränger entfernt werden.
- 2.) Anfangs je Jahrzehnt 2 bis 3 Eingriffe, später deutlich weniger.
- 3.) Es muss so stark eingegriffen werden, dass die Krone erhalten bleibt und nicht durch Absterben starker Äste nach oben wandert.
- 4.) Es darf aber auch nicht zu stark eingegriffen werden, wenn die Gefahr von Wasserreiserbildung gegeben ist. Dies ist besonders bei Ahorn und Eiche zu beachten.
- 5.) In Baumgruppen zwischen den Z-Bäumen soll nicht eingegriffen werden.

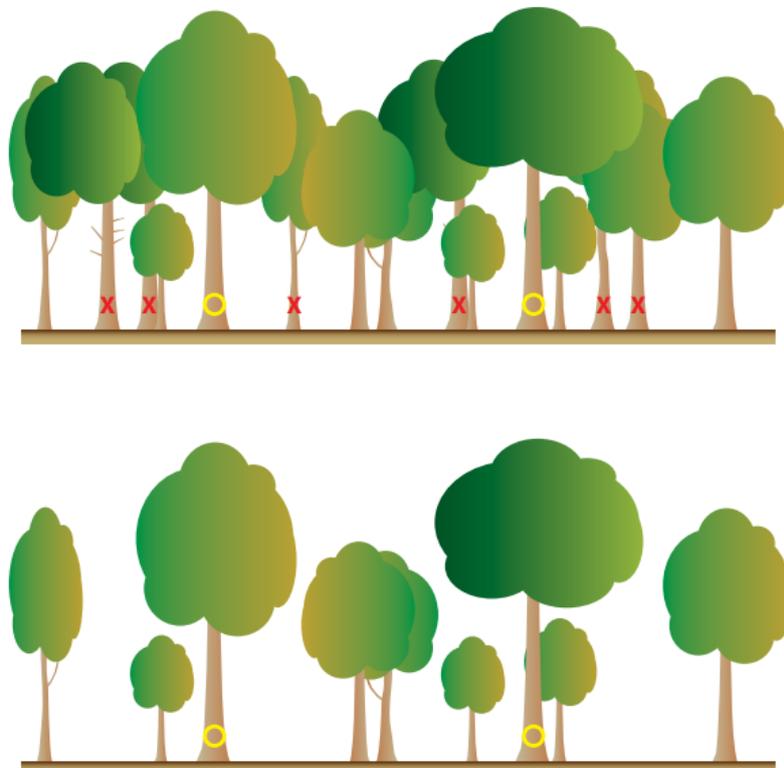


Abbildung 5: Modell zur Entnahme von Bedrängern

(Reh, Krogger, Schuster, & Zobl, 2015)

## 3.7 Erklärung Berechnungen und Zeichnungen

### 3.7.1 Erklärung Berechnungen

Als ersten Schritt zur Berechnung der Flächen mussten die handschriftlich erhobenen Werte in Excel digitalisiert werden. Zur genaueren Berechnung wurde eine mit Makros versehene Excel-Datei verwendet. Mithilfe dieser Makros konnte anhand der Baumart, der Höhe und des Brusthöhendurchmessers eine ziemlich genaue Formzahl für jeden einzelnen Baum errechnet werden. Mit den digitalisierten Daten wurden anschließend die Grundfläche, das Volumen, die Stammzahl, H/D-Wert, Oberhöhe sowie sämtliche Durchschnittswerte von Brusthöhendurchmesser, Baumhöhe, Kronendurchmesser und Kronenansatzhöhe berechnet. Anhand der errechneten Werte konnten Diagramme erstellt werden, womit die Unterschiede zwischen den einzelnen Durchforstungsarten der Bestände veranschaulicht werden. Zum besseren Vergleich wurden Tabellen mit sämtlichen Ergebnissen erstellt, um einen gut erkennbaren Vergleich zu haben. Diese Tabellen sind untergliedert in Gesamter Bestand, nur Z-Bäume und den restlichen verbleibenden Bestand. Dafür wurden alle Ergebnisse mittels Blow-Up-Faktor von 33.33 auf Hektar-Werte hochgerechnet, um diese Bestände mit jedem anderen Bestand vergleichen zu können.

### 3.7.2 Erklärung Zeichnungen

Um einen groben Überblick über die Aufteilung und das Erscheinungsbild der Bestände zu bekommen, wurden im Vorfeld handschriftlich alle Bäume der einzelnen Versuchsflächen ausgemessen und aufgenommen. Zur Aufnahme dieser Werte wurden entlang der X- sowie der Y-Achse Wäscheleinen gespannt, um immer genaue und nachvollziehbare Werte zu erhalten. Anhand dieser Werte und den mittels Theodolit, Laserdistanzmesser sowie Vertex vermessenen Flächen wurden anschließend alle Flächen mit dem Computerprogramm AutoCad nachgezeichnet. Um den Plan nicht zu kompliziert zu gestalten, wurde für die Fläche ein Rechteck mit 15 mal 20 Meter angenommen, um auf die im Wald gemessenen 300 m<sup>2</sup> zu kommen. Anschließend wurde jeder einzelne Baum mit den genauen Werten eingezeichnet. Zu jedem Bestand wurden zwei Zeichnungen angefertigt. Auf einer Zeichnung wurden lediglich die Zukunftsbäume eingezeichnet, um die räumliche Verteilung sowie den Standraum dieser Bäume betrachten zu können. Bei der zweiten Zeichnung wurde der gesamte Bestand der Flächen eingezeichnet, um zu sehen, wie der Bestand zum

Zeitpunkt der Aufnahmen ausgesehen hat. In den Flächen eingezeichnet sind Brusthöhendurchmesser sowie Kronendurchmesser der Bäume. Ebenso ist jeder einzelne Baum beschriftet, um anhand der digitalisierten Daten einen Überblick zu haben und um alles nachvollziehbar zu gestalten. Weiters wurde das Computerprogramm AutoCad dazu verwendet, um die Anwendung von Durchforstungsmethoden zu veranschaulichen und deutlich zu machen, wann Bäume als Bedränger für die Zukunftsbäume zählen und wann noch nicht.

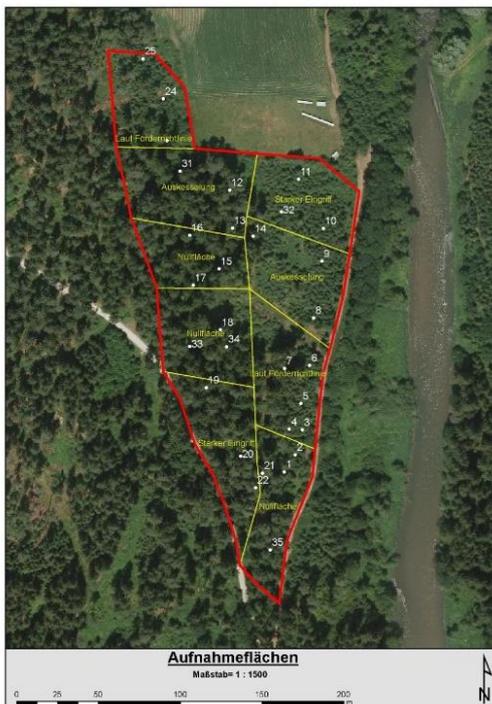


Abbildung 6 Lageplan der Rechtecke



Abbildung 7 Lageplan der einzelnen Probeflächen

## 4 Aufnahmemethodik und Beschreibung der Geräte

### 4.1 Vermessung der einzelnen Probeflächen

Als erster Schritt wurde überlegt, mit welcher Methode die Flächen am genauesten vermessen werden können. Nach intensiven Recherchen wurde der Entschluss gefasst, verschiedene Methoden miteinander zu vergleichen, um damit selbst feststellen zu können, wie hoch die Abweichungen zwischen den unterschiedlichen Vorgehensweisen sind.

Nachfolgende Methoden wurden dabei ausgewählt:

- Theodolit für die Messung der Richtungen
- Laserdistanzmesser zum Messen der Distanzen
- Bussole für die Messungen der Richtungen
- Messband zur Bestimmung der Distanzen
- Vertex 5 zur Bestimmung der Distanzen
- Aufnahme der Eckpunkte mit der Hilfe des Handy GPS

### 4.2 Detaillierte Beschreibung der Geräte

Das folgende Kapitel erläutert die verwendeten Geräte genauer und gibt einen Überblick über die einzelnen Funktionen.

#### 4.2.1 Theodolit

Der Theodolit misst die vertikalen und horizontalen Richtungen, welche in Gon oder in Grad angegeben werden. Der Theodolit kann sowohl in der Horizontale um seine Achse gedreht werden als auch die vertikale Richtung verändern. Der Theodolit besteht aus einem festem und aus einem beweglichen Teil.

Um das Gerät feststellen und es exakt ausrichten zu können, gibt es Klemmen und Feintriebschrauben. Um den Theodolit mit Hilfe der Visur in die exakte Richtung bringen zu können, werden die Feintriebschrauben benötigt. Mit ihnen lässt sich das Messgerät um kleine Teile in der Horizontalachse verschieben. Um das Fernrohr genau ausrichten zu können, befindet sich ein Fadenkreuz im Absehen. Mit Hilfe des Stellrades wird das Bild scharf gestellt.

Besonders wichtig ist es, dass das Gerät immer genau in der Waage steht, da nur so genaue Messwerte erzielt werden können.

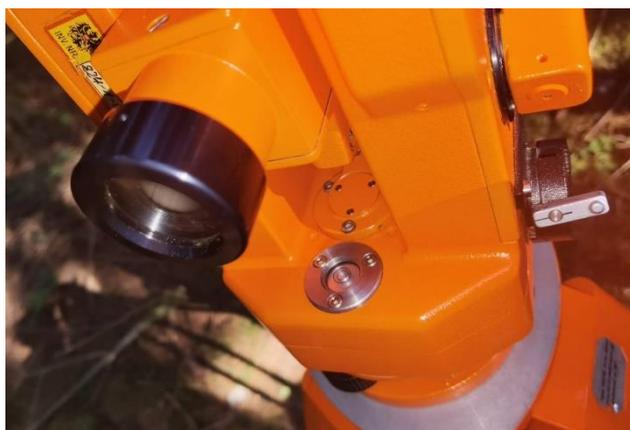
Die Technologie hinter einem Theodolit funktioniert bereits seit Jahrzehnten gleich. Das Messgerät besitzt vier definierte Achsen, die in einer vordefinierten Beziehung zueinanderstehen müssen:

- **Kippachse** (senkrechte Achse durch den Drehpunkt des Fernrohres)
- **Stehachse** (waagrechte Achse durch den Drehpunkt des Oberbaues)
- **Zielachse** (Achse entlang der Ziellinie im Fernrohr)
- **Libellenachse** (parallel zur Kippachse, entlang der Röhrenlibelle)

Aus den Richtungen werden im Anschluss die Horizontalwinkel ermittelt. Mit ihnen kann dann die Fläche der gemessenen Punkte mit der Hilfe von mathematischen Formeln errechnet werden.



*Abbildung 9 Theodolit mit Stativ*



*Abbildung 8 In die Waage bringen des Theodolits*

#### 4.2.2 Stativ

Um mit einem Theodolit messen zu können, wird immer ein Stativ benötigt. Dieses Stativ besteht in der Regel aus drei Stativbeinen und aus einem Stativkopf. Das Stativ muss immer so aufgestellt werden, dass es schon eine grob horizontierte Unterlage für den Theodoliten gibt. Die Verbindung zwischen Theodolit und Stativ wird mit der Hilfe einer Schraube, welche sich in der Mitte des Gerätes befindet, hergestellt. An dem Stativ befindet sich zudem eine Libelle, mit deren Hilfe kann das Stativ horizontiert werden.

#### 4.2.3 Laserdistanzmessgerät

Ein Laser-Entfernungsmesser ist ein hochpräzises Gerät zur Ermittlung von Distanzen und Abständen. Das Gerät wird auf den gewünschten Punkt gehalten, wohin gemessen werden soll, und es liefert blitzschnell ein sehr genaues Ergebnis. Das Laserdistanzmessgerät ermöglicht eine absolut exakte Erfassung von Entfernungen beziehungsweise von Distanzen. Der Laser misst die Distanz zwischen dem Gerät und dem Endpunkt des Strahls. Hierbei ermittelt der Entfernungsmesser die Dauer, bis er reflektiert und dann wieder zurück ins Gerät strahlt. Dank dieses modernen Gerätes können Messungen selbst durchgeführt werden und es kann auch noch Zeit gespart werden. Bei korrekter Durchführung liefert das Laserdistanzmessgerät sehr exakte Daten.

Jedoch ist die Verwendung eines solchen Gerätes in der Forstwirtschaft nicht immer einfach. Ein Problem ist die Helligkeit. Wenn an einem sonnigem Tag Messungen durchgeführt werden, kann in den wenigsten Fällen erkannt werden, wo sich der Laserpunkt des Gerätes befindet. Ein weiteres Problem sind die vielen Störfaktoren, wie zum Beispiel Äste oder Pflanzen. Durch sie kann oft nicht an den Punkt gekommen werden, zu welchem gemessen werden soll.

Ein gewöhnlicher Laser-Entfernungsmesser kann in der Regel 100 - 500 Meter weit messen. Die übliche Abweichung beträgt +/- 2 Zentimeter. In dichten Beständen ist das Messen mit einem Laserdistanzmessgerät fast nicht möglich, weil mit dem Laser ein Durchkommen in den Bestand nicht durchführbar ist. Beim Messen muss außerdem darauf geachtet werden, dass keiner anderen Person in die Augen geleuchtet wird, denn dies kann zu starken Sehstörungen führen.

Auf der Webseite [www.laser-messgeraete.de](http://www.laser-messgeraete.de) wird folgendes erklärt:

*Einfache Geräte messen lediglich Distanzen und geben diese auf dem Display wieder. Meistens sind hier schon zwei und mehr Messwerte möglich. Komplexere Laser-Entfernungsmesser ermitteln aus den Daten auch Flächen und Volumen. Für den professionellen Bedarf ist es sinnvoll, wenn diese Daten auch noch Speicherplätzen zugeordnet werden können. So lassen sich alle gewünschten Werte vor Ort ermitteln und später im Büro übertragen/auswerten. (Christoph, 2022)*



Abbildung 10 Messen mit Laserdistanzmessgerät

#### 4.2.4 Bussole

Zu der Bussole findet sich auf der Webseite [www.Spektrum.de](http://www.Spektrum.de) folgendes:

*Bussole, Bussoleninstrument, E compass, ein mit Gradeinteilung und Zielvorrichtung versehener Magnetkompass zur Messung magnetischer Azimute  $\alpha_m$ . Man unterscheidet Röhren- und Kreisbussolen. Je nach der Art der Visiereinrichtung differenziert man auch in Diopter- und Fernrohrbussolen. Ist die Kompasskreisteilung entgegen dem Uhrzeigersinn beziffert und verläuft die Zielachse des Instruments durch den  $0^\circ$ - $180^\circ$ -Durchmesser der Teilung, so werden an letzterer mittels des Nordendes der Magnetnadel unmittelbar magnetische Azimute abgelesen. Die Genauigkeit der Richtungsmessung mit Bussolen ist nicht sehr hoch. Sie werden z.B. in der Forstvermessung oder in Aufnahmegebieten ohne dichtes Festpunktfeld zur Orientierung der Geländeaufnahmen nach Norden verwendet. (Spektrum.de, 2001)*



Abbildung 11 Busssole

#### 4.2.5 Vertex 5

Mit der Hilfe des Vertex lassen sich Höhen, Neigungen und Distanzen einfach und mit sehr hoher Genauigkeit messen. Der große Vorteil des Vertex ist, dass er aufgrund seiner Ultraschalltechnik auch in sehr dichten Beständen genauso gut funktioniert wie auf der freien Fläche.

Bevor der Vertex in Betrieb genommen werden kann, muss dieser zuerst kalibriert werden. Hierfür sollte das Gerät ein paar Minuten lang im Außenbereich sein, damit es sich an die Temperaturen anpassen kann. Um mit dem Vertex die Distanzen messen zu können, wird ein Transponder benötigt, welcher auf den gewünschten Punkt, welcher zu messen ist, angebracht wird.

Die Höhen können von jeder gewünschten Entfernung gemessen werden, wenn der Transponder auf Brusthöhe angebracht wird. Der empfohlene Abstand zum Baum, welcher gemessen werden soll, beträgt laut Herstellerangaben eine bis eineinhalb Baumhöhen. Beim Messen wird zuerst der Transponder anvisiert und der Hauptknopf gedrückt. Abschließend wird die Spitze des Baumes anvisiert und der Hauptknopf abermals gedrückt. (Haglöff, 2020)

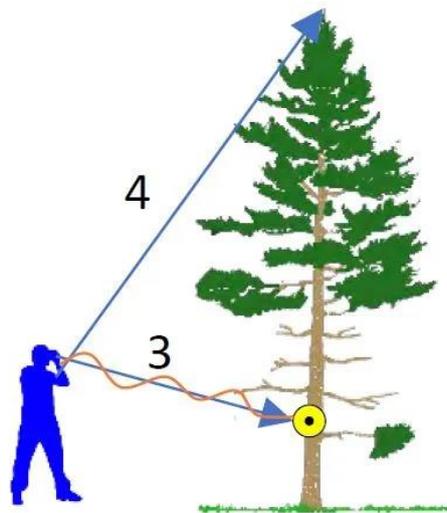


Abbildung 12 Anwendung Vertex



Abbildung 13 Distanzen messen mit dem Vertex

#### 4.2.6 Stahlmaßband

Ein Stahlmaßband ist eine einfache Art und Weise, um Distanzen zu ermitteln. Bei der Messung muss darauf geachtet werden, dass das Maßband immer gut gespannt ist, um möglichst genaue Ergebnisse zu erzielen. Wenn es sich um eine Fläche handelt, welche sich auf einem geneigten Hang befindet, muss, wenn eine Fläche gemessen wird, eine Formel zur Neigungskorrektur angewendet werden.

#### 4.2.7 Handy GPS

Die Genauigkeit bei der Messung mit Hilfe des Handy GPS hat sich in den letzten Jahren enorm verbessert. Doch bei der Messung im Wald, wo die Bestände geschlossen sind, ist es nicht sinnvoll, mit dem GPS des Handys zu messen.

Die Webseite [www.inside-digital.de](http://www.inside-digital.de) führt zu dem Thema folgendes an:

*Pauschal lässt sich sagen: Je mehr GPS-Signale ein fähiges Gerät empfangen, desto genauer lässt sich der Standort bestimmen. Der Empfänger benötigt generell eine Antenne, eine Quarzuhr sowie einen Speicher und einen Prozessor, um die GPS-Signale verarbeiten zu können. Wie bereits erwähnt, sind mindestens die Signale von drei Satelliten notwendig, um eine Ortung durchzuführen. Ein viertes Signal präzisiert den Standort anhand der Zeitbestimmung. In der zivilen Nutzung bei Smartphones und Co. arbeiten GPS-Empfänger mittlerweile mit bis zu zwölf Satellitensignalen. Je nachdem, ob das Gerät auch über GLONASS, Galileo oder Beidou verfügt, erweitert sich die theoretische Sichtbarkeit und noch mehr Radiowellen können empfangen werden.*

*Unter freiem Himmel ist der Sichtkontakt zwischen Satelliten und Empfänger meist kein Problem, sofern keine Schlechtwetterfront aufzieht. Die GPS-Genauigkeit kann jedoch durch äußere Umstände gestört werden. Beeinträchtigt wird die Ausstrahlung der Radiowellen beziehungsweise der Empfang durch vielerlei Faktoren, unter anderem durch Satelliten- und Uhrenfehler. Die Folge: Teils starke Abweichungen vom genauen Standort. (Warnke, 2021)*



Abbildung 14 GPS Daten Handy

## 5 Erläuterung der Vorgehensweisen

Im folgenden Kapitel werden die ausgewählten Methoden und Vorgehensweisen genauer beschrieben.

### 5.1 Theodolit für die Messung der Richtungen

Der Theodolit wurde genutzt, um die Probeflächen mit Hilfe einer freien Stationierung des Messgerätes zu verwenden. Hierfür wurde der Theodolit so auf der Fläche positioniert, dass alle vier Eckpunkte von einem Standort aus gesehen werden konnten. Daraufhin wurde das Messgerät in Waage gebracht und so ausgerichtet, wie für die Messungen benötigt.

Anschließend wurden die Eckpunkte der Flächen anvisiert, die Richtung zum jeweiligen Eckpunkt abgelesen und diese wurden in das Aufnahmeprotokoll notiert. Der große Vorteil des Theodolits ist, dass die daraus resultierenden Daten sehr exakt sind, zudem ist es schnell möglich, alle erforderlichen Punkte aufzunehmen. Der Nachteil bei dieser Messmethode ist, dass alle Punkte gesehen werden müssen, um den Standort des Theodolits nicht während des Messvorgangs wechseln zu müssen.



Abbildung 15 Messen mit Theodolit und Bussole

## 5.2 Laserdistanzmesser zum Messen der Distanzen

Mit der Hilfe eines Laserdistanzmessgerätes der Firma Leica wurden die Distanzen vom Standort des Theodolits weg bis hin zu den Eckpunkten gemessen. Der Laserdistanzmesser wurde immer genau an den Mittelpunkt des Theodolits gehalten. Um die Eckpunkte messen zu können, wurde immer ein Brett am jeweiligen Messpunkt hochgehalten. Es erwies sich nicht immer als ganz einfach, mit dem Laser an das gewünschte Ziel zu kommen.

## 5.3 Bussole für die Messungen der Richtungen

Die Bussole wurde verwendet, um die Richtungen der Eckpunkte von den Theodoliten aus zu den Eckpunkten messen zu können. Es handelte sich um eine Bussole der Marke Suunto. Um möglichst genaue Daten erreichen zu können, muss darauf geachtet werden, dass nichts am Körper ist, was die Messung mit der Bussole stören kann, wie zum Beispiel ein Mobiltelefon.

## 5.4 Messband zur Bestimmung der Distanzen

Zum Vergleich wurden die Flächen auch mit einem handelsüblichen Stahlmaßband vermessen. Hierbei lag der Fokus darauf, dass beim Messen eine Kurve erzeugt wurde und dass das Maßband immer zur Genüge gespannt war.



Abbildung 16 Messen mit Stahlmaßband

## 5.5 Vertex 5 zur Bestimmung der Distanzen

In den dichteren Beständen war es mit den herkömmlichen Messmethoden (Laser, Maßband) schwierig, die Distanzen zu ermitteln, da oft Bäume im Weg standen. Für dieses Problem war der Vertex die optimale Lösung, weil er aufgrund seiner Ultraschall-Messungen auch in dichteren Beständen die gewünschten Resultate erbrachte.



Abbildung 17 Anbringen des Transponders auf 130 cm

## 5.6 Aufnahme der Eckpunkte mit Hilfe des Handy GPS

Um die Genauigkeit der Handys hinsichtlich GPS im Wald vergleichen zu können, wurde die Messung mit unterschiedlichen Geräten durchgeführt. Bereits bei dem ersten Eckpunkt wurde deutlich, dass es große Abweichungen und Ungenauigkeiten zwischen den Geräten gibt.

## 6 Aufnahme der einzelnen Bäume

Um die verschiedenen Bestände vergleichen zu können, mussten die Bäume mit Hilfe einer Vollaufnahme aufgenommen werden. Als erstes wurde jedem Baum eine Nummer gegeben, um diesen später in einem Lageplan einzeichnen und wiedererkennen zu können.

Anschließend wurden von jedem Baum folgende Kriterien aufgenommen:

- Brusthöhendurchmesser
- Höhe
- Kronenansatzhöhe (Grünastbereich)
- Kronenbreite (X&Y-Richtung)
- Einmessen in ein Koordinatensystem (X&Y-Achse)

### 6.1 Brusthöhendurchmesser

Mit Hilfe eines Maßbandes, welches eine Länge von zwei Metern hatte, wurde von jedem Baum der Umfang in einer Höhe von 130 Zentimetern gemessen. Der gemessene Wert wurde hierbei immer abgerundet. Es wurde ein Maßband verwendet, da damit genauere Werte erzielt werden als bei einer Messkluppe. Der Grund dafür ist, dass sich ein Maßband an die Unförmigkeit der Bäume anpasst.



Abbildung 18 Messen des BHDs

## 6.2 Messen der Höhe mit dem Vertex

Mit Hilfe des Vertex können Höhen schnell und sehr genau gemessen werden. Die Vorgangsweise wurde bereits bei der Gerätebeschreibung näher erläutert.

## 6.3 Messen der Kronenansatzhöhe mit dem Vertex

Zuerst wird der Transponder am Baum, welcher gemessen werden soll, angebracht und anschließend wird mit dem Vertex zuerst der Transponder anvisiert, der niedrigste grüne Ast wird ins Visier genommen und hierbei wird jeweils der Hauptknopf gedrückt. Daraufhin kann die Höhe, in welcher sich der Kronenansatz befindet, vom Gerät abgelesen werden.

## 6.4 Einmessen in das Koordinatensystem

Über die vorgegebene Probefläche wurde auf einer Seite die X- und auf der anderen Seite die Y-Achse gelegt. Mit Hilfe einer Schnur, welche von Eckpunkt zu Eckpunkt gespannt wurde, konnte sichergestellt werden, dass immer die exakte Entfernung gemessen wurde. Mit Hilfe des Laserdistanzmessgerätes und mit Hilfe eines Stahlmaßbandes wurde die Entfernung zur X- und zur Y-Achse abgemessen. Dies wurde an jedem Baum gemacht, um später einen genauen Lageplan zeichnen zu können.



Abbildung 19 Schnur zum Einmessen ins Koordinatensystem

## 6.5 Messen der Kronenbreite

Die Breite der Kronen wurde mit der Hilfe eines Maßbandes gemessen. Es wurde hierbei in vier Richtungen gemessen. Die Richtungen sind ident mit den Richtungen des Koordinatensystems.

## 7 Ergebnisse

Die einzelnen Probeflächen wurden bereits in den Jahren 2012, 2014 und 2019 aufgenommen. Zu dieser Zeit wurden jeweils Probekreise ausgewählt, welche eine Fläche von 100 m<sup>2</sup> hatten. Im Jahre 2019 wurde dann ein Rechteck mit 300 Quadratmetern angelegt. Anhand der alten Daten und der neuen Daten soll nun ein Vergleich erstellt werden, wie sich die Flächen untereinander unterscheiden und was sich in den letzten Jahren getan hat. Die alten Daten wurden hierfür aus den damaligen Daten herausgenommen und auf einen Hektar hochgerechnet. Zudem werden die Flächen noch nach den verschiedenen Durchforstungsrichtlinien verglichen und es wird beschrieben, wie sie diese erfüllen.

Die Flächenaufnahmen wurden in AutoCAD dargestellt. Die Parameter Brusthöhendurchmesser und Kronendurchmesser wurden dargestellt.

Als (0/0) - Punkt wurde immer die rechte untere Ecke angenommen, das ist jener Pflock auf der Probefläche, welcher sich im Nordwesten befindet und somit auf jener Seite, die den Forststraßen zugewandt ist.

Für die einzelnen Probeflächen wurde aufgrund der geringen Abweichungen zur Zielfläche von 300 m<sup>2</sup> immer der Blow-up-Faktor von 33,33 hergenommen.

Die Vollaufnahmedaten wurden mit Excel ausgewertet, wobei Funktionen für die Formzahlen hinterlegt sind, weiters wurden alle Daten auf Hektarwerte hochgerechnet.

## Aufbau beim Darstellen der Ergebnisse:

1. Ergebnisse, welche bei den unterschiedlichen Verfahren zum Vermessen der Fläche herausgekommen sind und kurze Erklärung.

Zudem kurze Interpretation, wieso genau jene Methoden gewählt wurden und was die Vor- und Nachteile dabei sind. Es werden immer jene Messmethoden beschrieben, welche auf dieser Fläche auch angewandt wurden.

2. Allgemeine Beschreibung und Foto der Fläche.

Kurze Information über die Fläche und wie die einzelnen Parameter sich auswirken.

3. Daten pro Hektar

Sämtliche Ergebnisse, welche aufgenommen wurden, werden dargestellt und eine Erklärung, was die einzelnen Parameter zu bedeuten haben.

4. Stammzahlverteilungsgrafiken

Diese Grafik soll veranschaulichen, in welchen BHD-Stufen sich die meisten Bäume befinden und wie die allgemeine Verteilung der Stammzahl nach Stärkeklassen ist. Zudem werden auch noch die bereits abgestorbenen und jene Bäume, die die Aufnahmekriterien (unter 8 Zentimeter BHD) nicht erfüllten, berücksichtigt.

5. Lagepläne für Z-Bäume und alle Bäume

Der Lageplan soll veranschaulichen, wie die einzelnen Bäume auf der Probefläche (300 m<sup>2</sup>) verteilt sind. Es wird zudem auch der Kronendurchmesser eingezeichnet, welcher zeigen soll, ob die Krone der einzelnen Bäume genügend Platz hat, um sich zu entwickeln. Bei den Z-Bäumen ist außerdem erkennbar, wie gut sie auf der Fläche verteilt sind und ob es hierbei größere Löcher gibt. Bei dem sonstigen Bestand wurden die Kronendurchmesser der gesamten Bäume dazu gemittelt.

## 8 Nullfläche

### 8.1 Flächenvermessung

Vergleich der einzelnen Messvarianten	
Methoden	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Theodolit + Vertex	299,80
Handy GPS	113,75

*Tabelle 1 Ergebnisse vermessen Nullfläche*

Auf dieser Fläche machte es aufgrund der extremen Dichte nur Sinn, mit Theodolit und Vertex zu arbeiten. Mit der Hilfe des Theodolits sind die Richtungen bestimmt worden und mit dem Vertex die Distanzen. Mit dem Laserdistanzmessgerät war es aufgrund der hohen Stammzahl nicht möglich, genaue und sinnvolle Werte zu messen. Auch die Messung mit dem Maßband war unmöglich.

Mit der Hilfe eines Onlinerechners wurde anhand der GPS-Koordinaten die Fläche errechnet. Wie in der oberen Tabelle ersichtlich, liegt der errechnete Wert deutlich unter der Zielfläche von 300 m<sup>2</sup>. Aufgrund dieses Beispiels ist gut erkennbar, dass man mit dem Handy GPS im Wald keine genauen Messungen durchführen kann. Es reicht zwar, um sich grob durch den Wald navigieren zu können, jedoch ist es so gut wie unmöglich, die Größe einer Fläche damit zu bestimmen. Zum weiteren Rechnen wurde die Fläche aufgrund der Messtoleranz mit 300 m<sup>2</sup> angenommen.

### 8.2 Allgemein

Ein unbehandelter Fichtenbestand „Nullfläche“ ist in der Regel ein sehr dichter Bestand. Die große Konkurrenz bewirkt eine kostenlose Stammzahlreduktion durch natürliche Mortalität. Auch die Anzahl der Anwarter nimmt ab und beträgt im optimalen Fall 400 Stück, davon 200 Z-Bäume bei einer Oberhöhe von 25 Metern. Fichten in einem unbehandelten Bestand haben in der Regel auch eine kürzere Krone. Der H/D-Wert ist in solchen Beständen zumeist sehr hoch, jedoch gibt es einzelne stabile Gerüstbäume, welche zufällig auf der Fläche verteilt sind. Vergleichsweise sind in den unbehandelten Fichtenbeständen sehr hohe Grundflächen und Vorräte zu erwarten. (Ammann, 2004). Aus den Aufnahmen lässt sich gut herauslesen, dass es tatsächlich einen vergleichsweise sehr großen Vorrat mit knapp 300 Vfm pro Hektar gibt und auch die Grundfläche ist mit 36,5 m<sup>2</sup> sehr hoch. Dies ist auf die enorme Stammzahl zurückzuführen.



Abbildung 20 Nullfläche

### 8.3 Vollaufnahme

Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Parameter, welche bei der Vollaufnahme erhoben wurden. Die Hektarwerte ergeben sich, wenn die Werte am Ort mal dem Blow-up-Faktor gerechnet werden. Deutlich zu erkennen ist, dass die Stammzahl mit 2500 Stück pro Hektar enorm hoch ist. Aufgrund der hohen Stammzahl sind auch die Brusthöhendurchmesser niedrig, jedoch ist die Höhe mit durchschnittlich 15,6 Metern hoch genug, dass der H/D-Wert bei 112 liegt. Der H/D-Wert errechnet sich aus dem Durchmesser des Baumes in 1,3 Metern und durch die Höhe des Baumes. Ein hoher H/D-Wert bedeutet, dass die Standfestigkeit und somit auch die Lebenserwartung des Bestandes niedrig sind. Bei sehr dichten Beständen kann keine große und kräftige Krone entstehen und somit kann der Baum auch nur schlecht an Masse und Durchmesser zulegen. (Wald-Prinz, H/D-Wert als Indikator für die Standfestigkeit eines Baums, 2013)

<b>Datenübersicht Nullfläche [ha]</b>	
Stammzahl/ha	2500
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	36,5
Volumen/ha [Vfm]	299
Oberhöhe [m]	18,8
Ø BHD [cm]	13,1
Ø H/D-Wert	112
Ø Baummasse [Vfm]	0,12
Ø Höhe [m]	15,6
Ø Kronendurchmesser [m]	3,2
Ø Kronenansatzhöhe [m]	7,8

*Tabelle 2 Datenübersicht Nullfläche*

In der folgenden Tabelle werden die Werte Hektar nach Zukunftsbäumen und nach sonstigem Bestand unterschieden. Die Werte zeigen deutlich, wie sich die Zukunftsbäume vom verbleibenden Bestand unterscheiden. Der deutlichste Unterschied ist beim durchschnittlichen Brusthöhendurchmesser zu erkennen. Dies spiegelt sich auch in der durchschnittlichen Kubatur wider. Zudem ist die Stammzahl (Hektar) des verbleibenden Bestandes gut achtmal so groß wie bei Zukunftsbäumen.

<b>Datenübersicht Nullfläche [ha]</b>		
	<b>sonstiger Bestand</b>	<b>Z-Bäume</b>
Stammzahl/ha	2233	267
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	29,5	7,0
Volumen/ha [Vfm]	234	65
Ø BHD [cm]	12,5	17,9
Ø H/D-Wert	113	102
Ø Baummasse [Vfm]	0,10	0,24
Ø Höhe [m]	14,9	17,7
Ø Kronendurchmesser [m]	3,1	3,2
Ø Kronenansatzhöhe [m]	7,7	8,0

*Tabelle 3 Datenvergleich zwischen Z-Bäume und sonstigem Bestand bei der Nullfläche*

## 8.4 Stammzahlverteilung pro Hektar

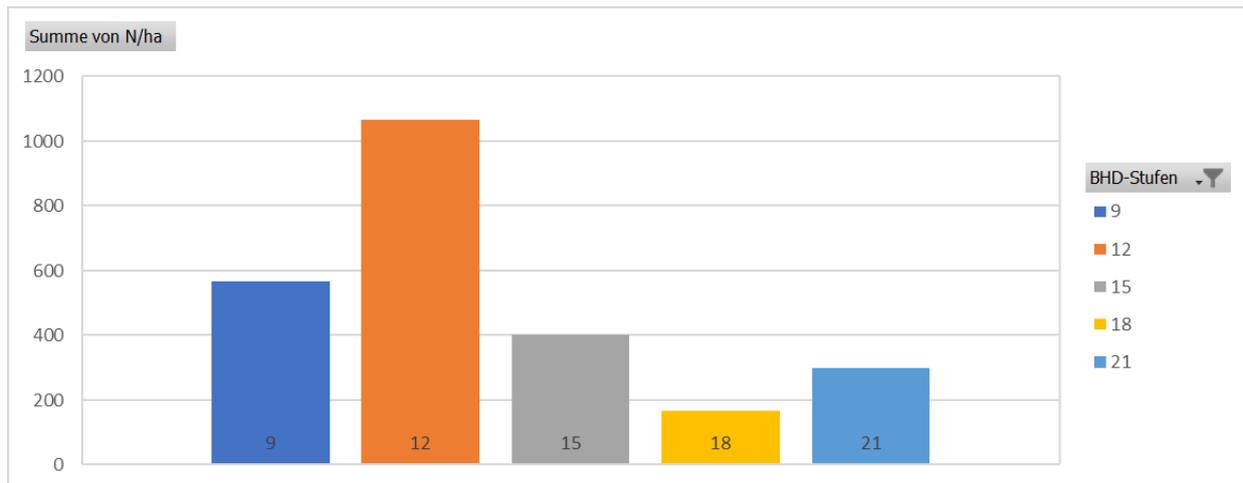


Abbildung 21 Stammzahlverteilung nach BHD-Stufen auf der Nullfläche (nur messrelevante Bäume)

Wie im obigen Diagramm erkennbar, befinden sich die meisten Bäume in der BHD-Stufe 12 (cm). In dieser BHD-Stufe sind rund 1050 Bäume. Die Bäume in diesem Bestand haben einen Brusthöhendurchmesser zwischen 8 und 22 Zentimetern.

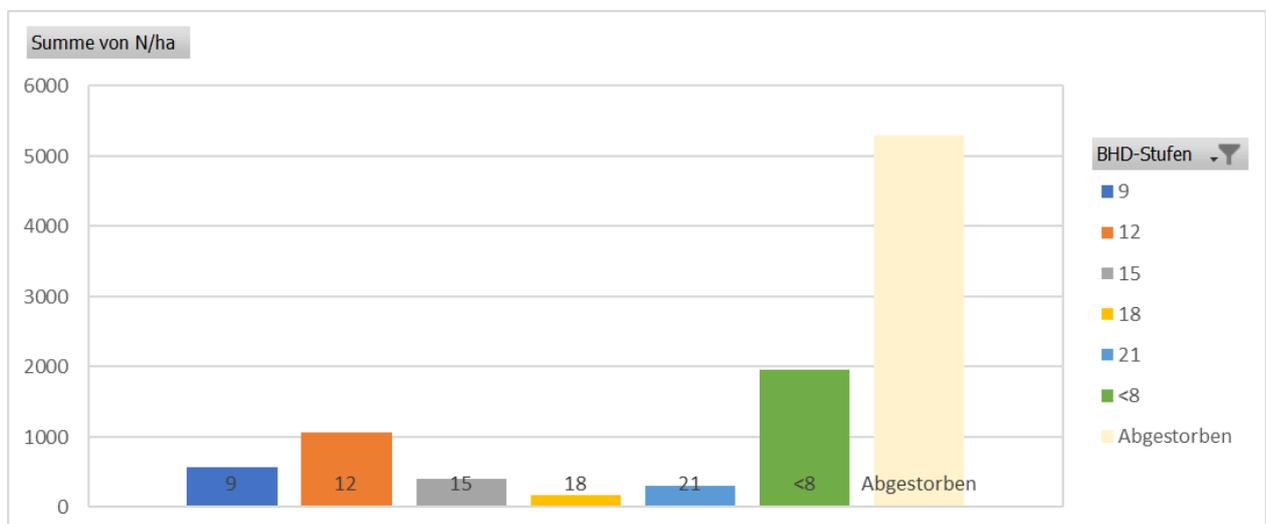


Abbildung 22 Stammzahlverteilung nach BHD-Stufen (alle Bäume)

Werden bei der Stammzahlverteilung die Bäume, die bereits abgestorben sind, berücksichtigt, beziehungsweise jene, welche die Aufnahmekriterien nicht erfüllten (<8 cm), sieht die Stammzahlverteilung deutlich anders aus. Wie in der obigen Grafik erkennbar, sind hochgerechnet auf den Hektar bereits rund 5000 Bäume abgestorben und rund 2000 haben einen Brusthöhendurchmesser unter 8 Zentimetern.

## 8.5 Lageplan Nullfläche (Probefläche)

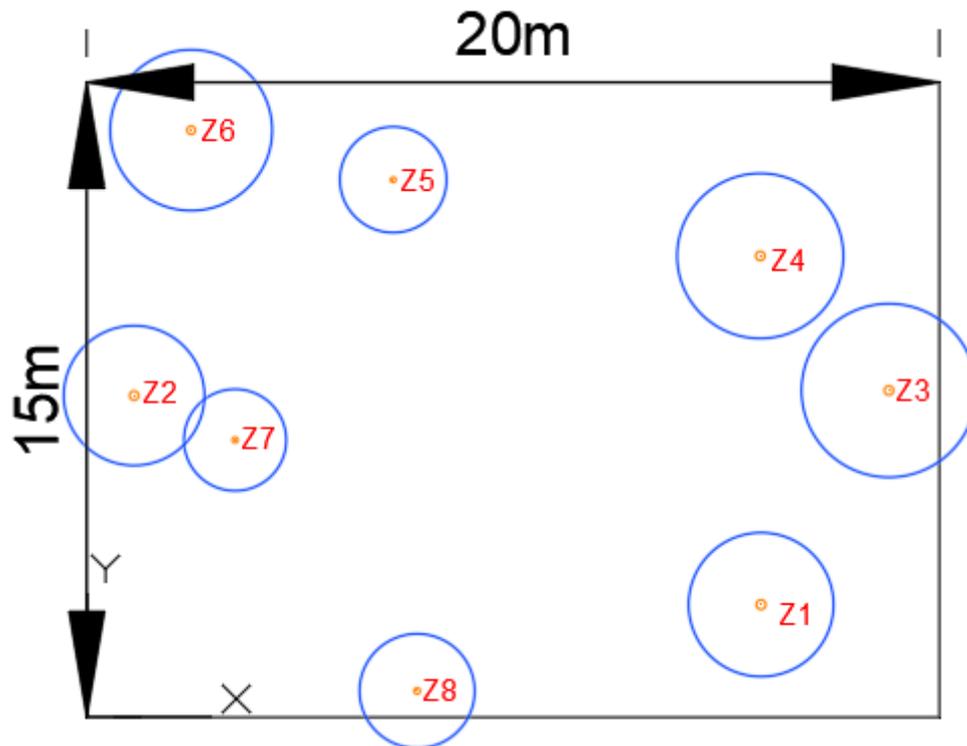


Abbildung 23 Verteilung der Z-Bäume auf der Probefläche

Die orangenen Kreise stehen für den Brusthöhendurchmesser und die blauen Kreise zeigen den Kronendurchmesser der einzelnen Zukunftsbäume. Deutlich erkennbar ist, dass die Z-Bäume auf dieser Fläche eher ungünstig verteilt sind, da es in der Mitte doch ein großes Loch gibt. Damit die Z-Bäume nicht um Wasser, Licht und Nährstoffe konkurrieren, müssen sie einen Mindestabstand zueinander haben. Je nach Zielsetzung und Baumart beträgt der Mindestabstand 8 bis 12 Meter. (von Willert, 2023) Die sehr kleinen Kronen der Z-Bäume 5, 7 und 8, welche einen Durchmesser von rund 2,5 Metern aufweisen, lassen darauf schließen, dass diese Bäume nicht die besten Voraussetzungen haben, um ein Z-Baum zu sein. Zukünftig muss die Frage gestellt werden, ob nicht Bäume aus dem Nebenbestand diese ersetzen sollten.

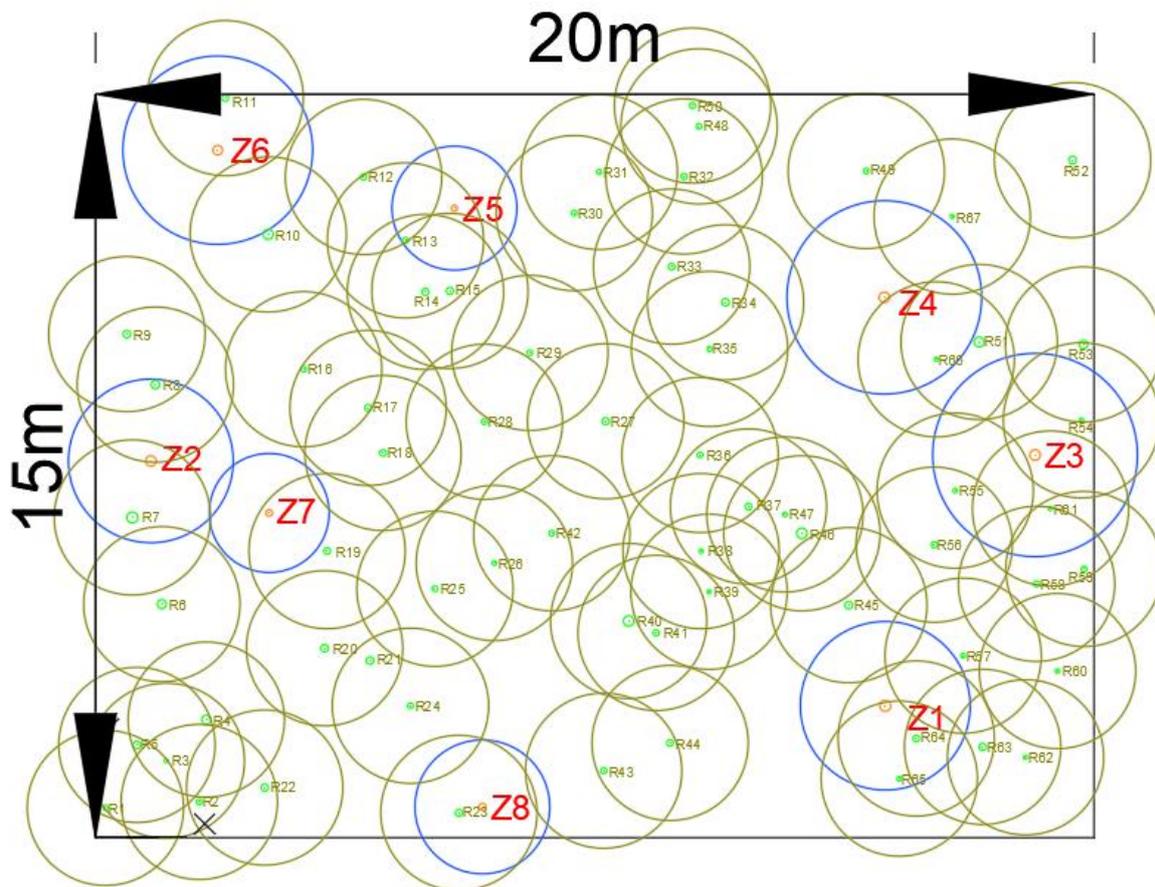


Abbildung 24 Verteilung des gesamten Bestandes auf der Probefläche

Die grünen Kreise zeigen jetzt noch zusätzlich den BHD und den Kronendurchmesser des Nebenbestandes. Eindeutig erkennbar ist, dass die Stammzahl enorm hoch ist und die Kronen sich überschneiden. Der gemittelte Radius beim sonstigen Bestand beträgt bei dieser Probefläche 3,1 Meter. Dadurch ist anzunehmen, dass aufgrund der kleinen und stark bedrängten Kronen die Wuchsleistung der Bäume nicht allzu hoch ist.

## 9 „Starker Eingriff“

### 9.1 Flächenvermessung

Vergleich der einzelnen Messvarianten	
Methoden	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Theodolit + Laser	297,70
Bussole + Vertex	298,34
Maßband	301,09

Tabelle 4 Ergebnisse vermessen „Starker Eingriff“

Die verschiedenen Messmethoden, welche angewandt wurden, um die Größe der Fläche zu bestimmen, unterscheiden sich nur geringfügig. Auf dieser Probefläche war das Messen mit den verschiedenen Varianten nicht sehr schwer, weil aufgrund der geringen Stammzahl die Sichtweite zu den einzelnen Eckpunkten sehr gut war. Die geringfügig höheren Werte, welche beim Messen mit dem Stahlmaßband entstanden sind, lassen sich dadurch erklären, dass die Spannung des Maßbandes beim Messen sehr hoch sein muss, sodass das Maßband keine Kurve hat. Befindet sich ein Baum oder ein anderer Störfaktor im Weg, dann ist das Messen mit dem Vertex am genauesten. Für die weiteren Berechnungen wurde eine Fläche von 300 m<sup>2</sup> angenommen, da die Fläche ursprünglich 300 m<sup>2</sup> haben sollte und weil die geringen Abweichungen als Messfehler angenommen wurden. Aufgrund dessen ergibt sich ein Blow-up-Faktor von 33,33.

### 9.2 Allgemein

Bei der Fläche handelt es sich um einen Bestand, in welchem bereits in der Jugend stark eingegriffen wurde. Um einen stabilen Fichtenbestand erzielen zu können, benötigen die einzelnen Individuen genügend Platz, um sich entwickeln zu können. Bei einem stabilen Bestand ist das Risiko von Schäden gering, der Waldbesitzer ist somit nicht gezwungen, Holz bei schlechten Marktverhältnissen zu verkaufen. In kräftig durchforsteten Beständen ist es zudem möglich, hiebsreife Stämme zu einem früheren Zeitpunkt zu ernten. (Knoke, 1998) Das Volumen und die Grundfläche sind bei stark

durchforsteten Jungbeständen in der Regel gering, jedoch ist die Kubatur des einzelnen Baumes höher und auch die Kronenlänge der Bäume ist länger.

Durchforstungen haben einen starken Einfluss in oberirdische und unterirdische Baumkennwerte. Nicht nur das Aussehen des Waldes verändert sich nach einem Durchforstungseingriff, sondern auch das Aussehen der Werte. Fichten reagieren besonders im jungen Alter besonders stark auf Durchforstungen und sie sind zu dieser Zeit auch sehr reaktionsfreudig. (Pierre, 2006)



Abbildung 25: Starker Eingriff

### 9.3 Vollaufnahme

In der nachfolgenden Abbildung ist erkennbar, dass der H/D-Wert mit 88 zwar immer noch ein bisschen zu hoch ist, jedoch befindet es sich noch in einem akzeptablen Bereich. Die Stammzahl mit 899 Stück pro Hektar ist für diese AKL und für den mittleren Durchmesser gering. Die Krone macht fast zwei Drittel der Baumlänge aus und der Kronendurchmesser beträgt im Durchschnitt 4,7 Meter. Je tiefer die Krone beginnt, desto vitaler ist der Baum. Es soll ein Grünkronenanteil von ungefähr 50 Prozent angestrebt werden. Dadurch verlagert sich der Schwerpunkt nach unten und der Baum verfügt somit über eine verbesserte Standfestigkeit. Bäume mit großen Kronen haben zudem auch ein ausgedehnteres Wurzelsystem und sind somit besser im Boden verankert. Die Krone ist der Motor des Baumes und sie bestimmt das Wachstum. Wenn mehr Grünmasse vorhanden ist, können die Lebensprozesse besser ablaufen. Die Nadeln eines Zweiges überleben nur so lange, wie sie mit ausreichend Licht versorgt werden. (Jirikowski, 2012)

<b>Datenübersicht Starker Eingriff [ha]</b>	
Stammzahl/ha	899
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	26,7
Volumen/ha [Vfm]	223
Oberhöhe [m]	19,2
Ø BHD [cm]	19,04
Ø H/D-Wert	88
Ø Baummasse [Vfm]	0,25
Ø Höhe [m]	16,3
Ø Kronendurchmesser [m]	4,7
Ø Kronenansatzhöhe [m]	5,8

*Tabelle 5 Datenübersicht "Starker Eingriff"*

Der Vergleich der Werte am Hektar unterteilt in Zukunftsbäume und den sonstigen Bestand zeigt deutlich, dass die Z-Bäume mit knapp 22 Zentimetern einen deutlich stärkeren Brusthöhendurchmesser haben. Auch der H/D-Wert der Z-Bäume liegt bei 79 und befindet sich somit im optimalen Bereich. Aufgrund des stärkeren Brusthöhendurchmessers und der leicht höheren Höhe der Z-Bäume gegenüber dem verbleibenden Bestand ist auch die durchschnittliche Masse der Zukunftsbäume im Durchschnitt um rund 0,1 Vorratsfestmeter größer. Obwohl die Stammzahl des restlichen Bestandes mit 633 Stück mehr als doppelt so groß ist wie die der Z-Bäume mit 266 Stück, ist die Grundfläche des sonstigen Bestandes nur annähernd 35 % größer als die der Z-Bäume. Anhand dieser Tatsache ist deutlich erkennbar, dass die Brusthöhendurchmesser der Z-Bäume größer sein müssen.

<b>Datenübersicht Starker Eingriff [ha]</b>		
	<b>Sonstiger Bestand</b>	<b>Z-Bäume</b>
Stammzahl/ha	633	266
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	16,4	10,3
Volumen/ha [Vfm]	136	87
Ø BHD [cm]	17,8	21,9
Ø H/D-Wert	91	79
Ø Baummasse [Vfm]	0,22	0,33
Ø Höhe [m]	16,1	17,1
Ø Kronendurchmesser [m]	4,5	4,8
Ø Kronenansatzhöhe [m]	5,9	5,6

*Tabelle 6 Datenvergleich zwischen Z-Bäumen und sonstigem Bestand (Starker Eingriff)*

## 9.4 Stammzahlverteilung pro Hektar

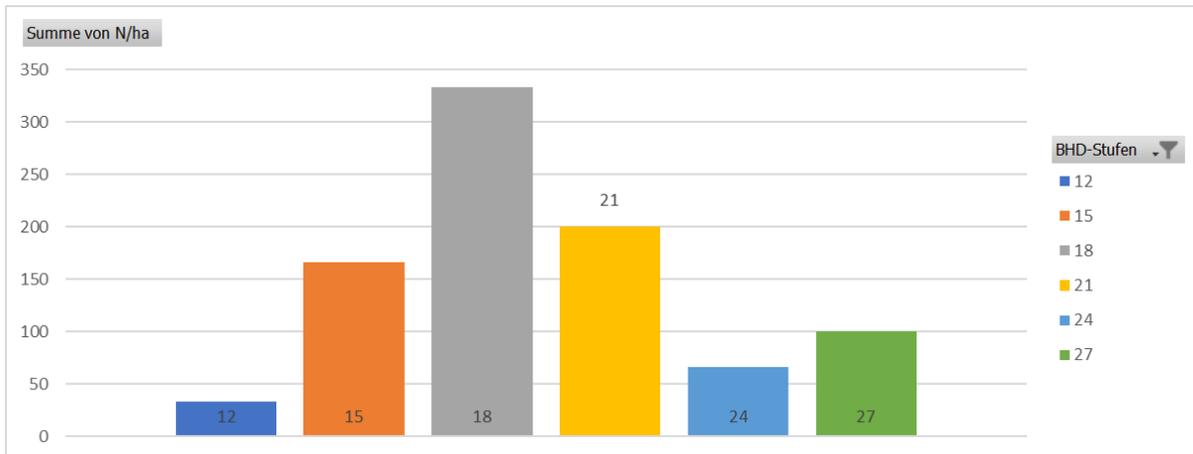


Abbildung 26 Stammzahlverteilung nach BHD-Stufen

Bei der Verteilung der Bäume hinsichtlich BHD-Stufen ist zu erkennen, dass sich die meisten Bäume in der BHD-Stufe 18 befinden, nämlich rund 340 Bäume. Die Stammzahlen nehmen auf der Seite der schwächeren als auch auf der Seite der stärkeren BHD-Stufen fast fortlaufend ab.

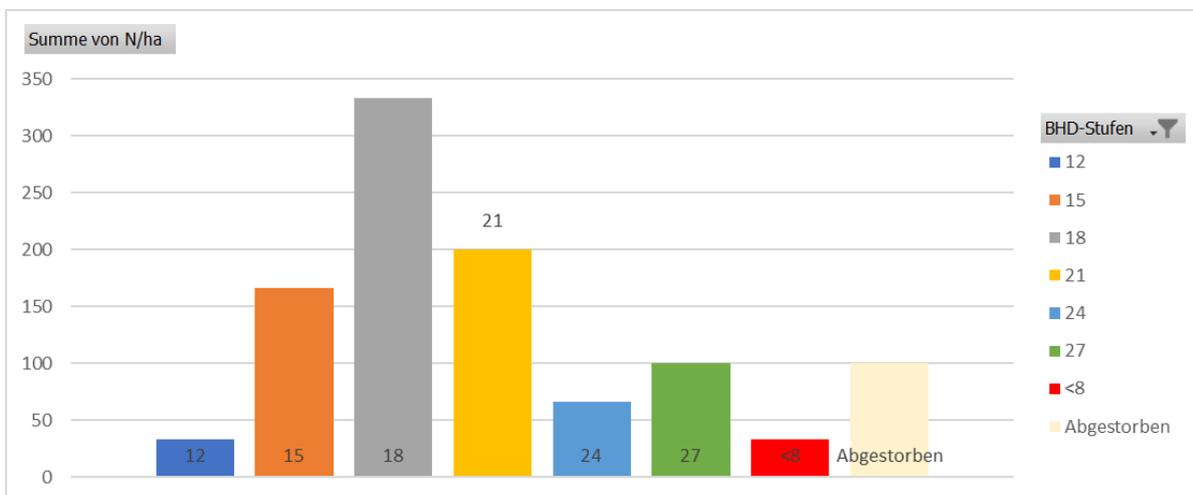


Abbildung 27 Stammzahlverteilung nach BHD-Stufen (alle Bäume)

Dieses Diagramm zeigt die Stammzahlverteilung pro Hektar, wenn auch die abgestorbenen und zu dünnen Bäume (<8 cm) in Betracht gezogen werden. Auf einem Hektar befinden sich in diesem Fall 100 abgestorbene Individuen und rund 30, welche unter 8 Zentimetern stark sind.

## 9.5 Lageplan Starker Eingriff

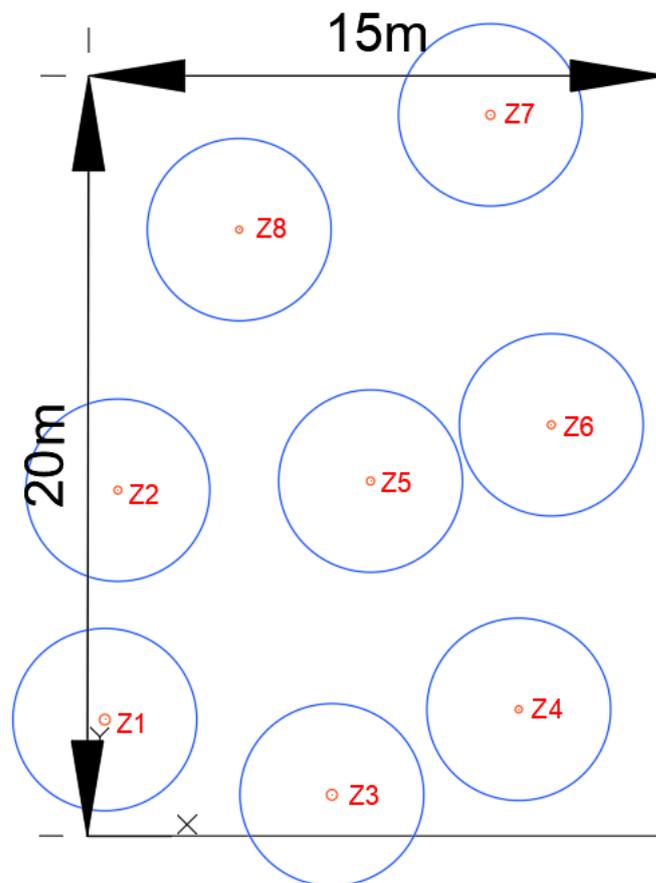


Abbildung 28: Verteilung der Z-Bäume auf der Probefläche

Wie im Lageplan erkennbar, sind die Z-Bäume auf der Probefläche gut verteilt, denn die Kronen der einzelnen Bäume berühren sich nicht. Aufgrund dessen werden sich die Z-Bäume zukünftig nicht beziehungsweise kaum gegenseitig bedrängen. Es ist die Schlussfolgerung zu ziehen, dass die Z-Bäume richtig ausgewählt wurden. Die Z-Bäume 3 und 7 weisen mit 5,85 Metern beziehungsweise 5,1 Metern den größten Kronendurchmesser auf. Der Z-Baum mit dem kleinsten Kronendurchmesser ist der Z2, er hat einen Durchmesser von 4,4 Metern, das ist ein Unterschied von fast 1,5 Metern zum Baum mit der größten Krone.

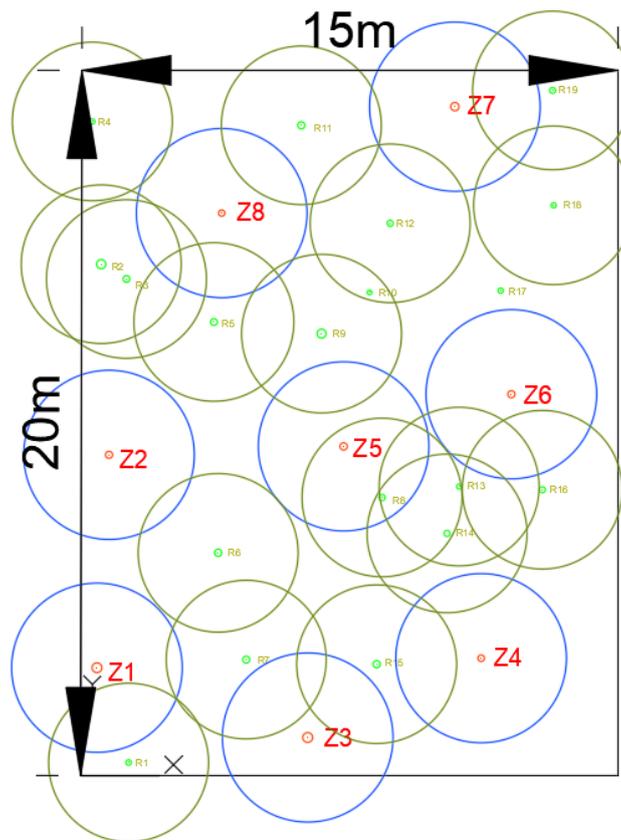


Abbildung 29 Verteilung der Z-Bäume und des sonstigen Bestandes

Der sonstige Bestand füllt die Lücken, welche zwischen den Z-Bäumen entstanden sind und zudem überschneiden sich die Kronen des verbleibenden Bestandes nur geringfügig. Für den verbleibenden Bestand wurde ein gemittelter Kronenradius von 4,8 Metern zum Zeichnen angenommen. Die Z-Bäume sind, wie im Lageplan ersichtlich, vermutlich schon einmal freigestellt worden. Ein vermehrtes Überschneiden der Kronen ist bei den Z-Bäumen 5 und 6 zu erkennen. Hier stehen die Bäume des sonstigen Bestandes eng beisammen. Dies ist ein Punkt, wo in nächster Zeit wohl eingegriffen werden muss, um das beste Wachstum der Z-Bäume garantieren zu können.

## 10 Strukturierte Fläche

### 10.1 Flächenvermessung

Vergleich der einzelnen Messvarianten	
Methode	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Theodolit + Laser	300,88
Bussole + Vertex	298,87
Maßband	299,82

Tabelle 7 Ergebnis Flächenvermessung "Strukturierte Fläche"

Bei der „Strukturierten Fläche“ wurden drei verschiedene Messvarianten angewendet, um die Ausgangsfläche, welche 300 m<sup>2</sup> groß ist, nachzumessen und zu überprüfen. Gemessen wurde mit dem Theodolit mit Laser, der Bussole mit Vertex und einem Maßband. Zwischen den einzelnen Varianten gibt es nur geringfügige Abweichungen, die man als Messfehler annehmen kann. Da es keine Hindernisse, wie zum Beispiel Äste, Sträucher oder Sonstiges gab, war auf dieser Fläche das Messen sehr einfach.

### 10.2 Vollaufnahme

Die vorliegende Tabelle zeigt die wichtigsten Daten, die bei der Aufnahme erhoben wurden. Bei der strukturierten Fläche wurden nur die Z-Bäume gefördert, um den Zuwachs genau auf diese zu lenken. Deswegen liegt die Stammzahl pro Hektar etwas über dem Sollwert nach einer Erstdurchforstung, nämlich bei 1600 Stk./ha. Die Oberhöhe ist mit 17,4 m sehr gut, jedoch der durchschnittliche BHD (Brusthöhendurchmesser) ist mit 15 cm zu schwach. Daher ergibt sich ein durchschnittlicher H/D-Wert von 103. Sinnvoller wäre ein H/D-Wert kleiner 80, um die Stabilität und Vitalität des Bestandes zu erhalten, um besser gegen Schadereignisse arbeiten zu können. Durch frühzeitige Durchforstung mit Stammzahlreduktion wird über den gesamten Bestand ein niedriges H/D-Verhältnis erreicht. Bei diesen Durchforstungsmaßnahmen werden schwächere Bäume entnommen, dadurch erhalten die Zukunftsbäume mehr Licht. Weiters positiv ist, dass die Z-Bäume eine bessere Krone ausbilden und dadurch ein hohes Dickenwachstum erreichen. (Jirikowski, 2012)

<b>Datenübersicht Strukturierte Fläche [ha]</b>	
Stammzahl/ha	1600
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	29,8
Volumen/ha [Vfm]	231
Oberhöhe [m]	17,4
Ø BHD [cm]	15
Ø H/D-Wert	103
Ø Baummasse [Vfm]	0,14
Ø Höhe [m]	14,9
Ø Kronendurchmesser [m]	4
Ø Kronenansatzhöhe [m]	5,6

*Tabelle 8 Datenübersicht "Strukturierte Fläche"*

In der nachstehend abgebildeten Tabelle wurde ein Vergleich zwischen dem verbleibenden Bestand und den Z-Bäumen am Ort erstellt. Man kann erkennen, dass der Wert des H/D-Wertes der Z-Bäume näher beim Sollwert liegt, verglichen mit jenem des verbleibenden Bestandes. Aufgrund von nur 6 Z-Bäumen und 42 „normalen“ Bäumen sind die Werte der Z-Bäume bei der Stammzahl, der Grundfläche und dem Volumen geringer als jene des verbleibenden Bestandes. Dafür gibt es beim BHD einen erkennbaren Unterschied. Mit rund 19 cm sind die Z-Bäume um 5 cm stärker als die verbleibenden Bäume. Die Kronenansatzhöhe liegt beim verbleibenden Bestand etwas höher als bei den Z-Bäumen, dafür haben letztere einen besseren H/D-Wert. Jedoch ist dieser mit einem Wert von 92 auch nicht optimal. Der H/D-Wert ist ein gutes Maß für die Standhaftigkeit des Einzelbaumes oder Bestandes und ergibt sich aus der Baumhöhe in cm dividiert durch den BHD in cm. Werte um 80 bzw. unter 80 bringen für die Fichte hohe Standfestigkeit bei zufriedenstellender Wuchsleistung. Werte über 80 hingegen sprechen für einen instabilen Bestand und sind dadurch bezüglich Schnee und Wind gefährdeter.

(Landesregierung, 2022)

Datenübersicht Strukturierte Fläche [ha]		
	Sonstiger Bestand	Z-Bäume
Stammzahl/ha	1400	200
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	24	6
Volumen/ha [Vfm]	180	50
Ø BHD [cm]	14	19
Ø H/D-Wert	113	92
Ø Baummasse [Vfm]	0,1	0,25
Ø Höhe [m]	14,6	17,2
Ø Kronendurchmesser [m]	3,5	4,6
Ø Kronenansatzhöhe [m]	5,7	5,4

*Tabelle 9 Datenvergleich zwischen Z-Bäumen und sonstigem Bestand (Strukturierte Fläche)*



*Abbildung 30 Strukturierte Fläche*

### 10.3 Stammzahlverteilung

In diesem Diagramm sind die einzelnen BHD-Stufen und die Stück/ha ersichtlich. Am meisten Bäume befinden sich in der 9. und 12. BHD-Stufe. Beachtet man den braunen Balken, so sieht man, dass sich auf dieser Fläche rund 600 abgestorbene Bäume pro Hektar befinden.

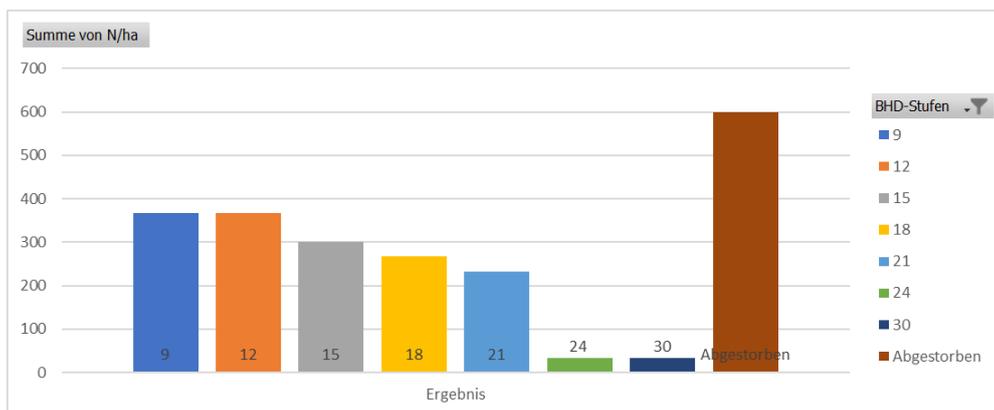


Abbildung 31 Stammzahlverteilung pro Hektar unter Rücksichtnahme der abgestorbenen Individuen

Im nächsten Diagramm sind die abgestorbenen Bäume ausgeblendet. Jedoch ändert sich gegenüber den anderen BHD-Stufen nichts. Die meisten Bäume befinden sich in der 9. und 12. BHD-Stufe. Von der 15. bis zur 21. BHD-Stufe nimmt es gleichmäßig ab.

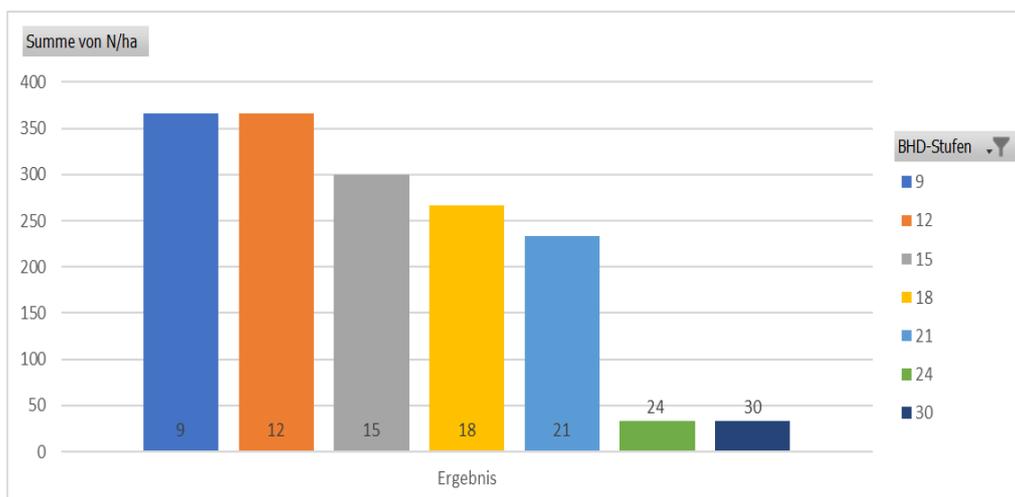


Abbildung 32 Stammzahlverteilung pro Hektar ohne abgestorbene Individuen

## 10.4 Lageplan

Wie in der ersten Abbildung gut erkennbar, sind die Z-Bäume gut über die Fläche verteilt und bedrängen sich nicht. Der orangene Kreis innen zeigt den BHD des Baumes und der blaue Kreis außen stellt den gemittelten Kronendurchmesser dar.

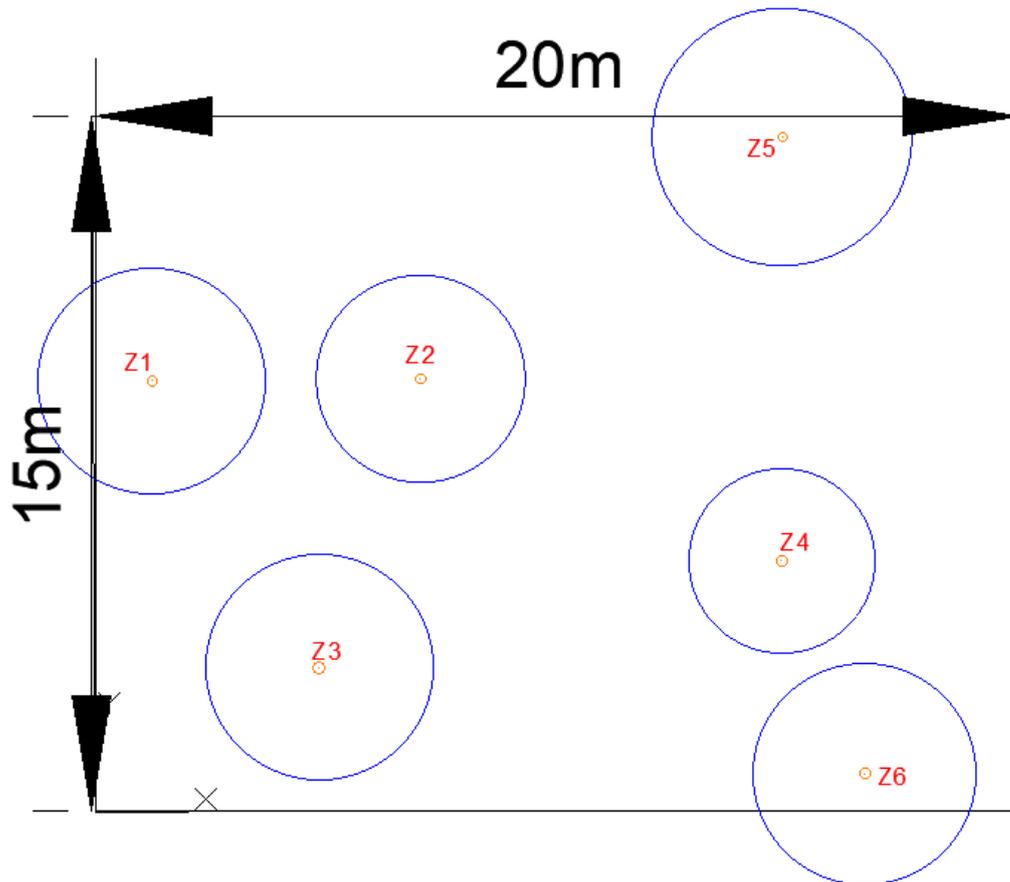


Abbildung 33 Lageplan Strukturierte Fläche Z-Bäume

In der zweiten Abbildung wird der gesamte Bestand dargestellt, also Z-Bäume plus Nebenbestand. Der BHD des Nebenbestandes ist grün eingezeichnet und der gemittelte Kronendurchmesser olivgrün. Es wurde ein gemittelter Kronendurchmesser von 3,5 m beim verbleibenden Bestand angenommen. Waldbaulich kann man sagen, dass durch die Kronen des Nebenbestandes die Z-Bäume bedrängt werden und die Gefahr von Zuwachseinbußen besteht. Deswegen sollte man in den folgenden Jahren die Bedränger der Z-Bäume entfernen, um letzteren wieder Platz zu schaffen.

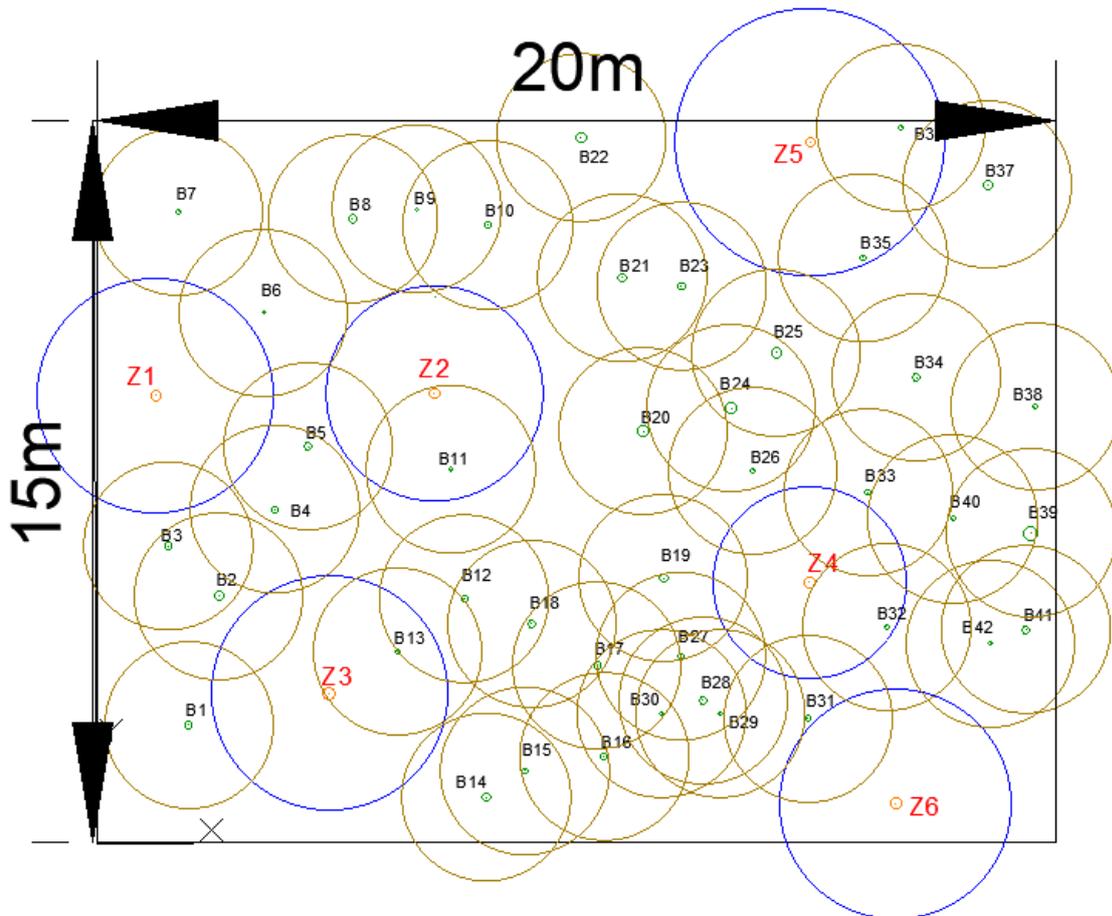


Abbildung 34 Strukturierte Fläche Gesamtbestand

# 11 Naturverjüngungsfläche

## 11.1 Flächenvermessung

Vergleich der einzelnen Messvarianten	
Methode	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Theodolit + Laser	296,02
Bussole + Laser	295,91

Tabelle 10 Ergebnis Flächenvermessung „Naturverjüngungsfläche“

Bei der „Naturverjüngungsfläche“ wurden nur zwei Messvarianten angewendet. Es wurde mit dem Theodolit mit Laser und der Bussole mit Laser gemessen. Ein Messen mit dem Maßband wäre aufgrund des Dichtstandes der Bäume und dem Astmaterial der letzten Dickungspflege, welches auf dem Waldboden in der Probestfläche lag, nicht möglich. Mit dem Maßband würde die Messung nie genau werden, da man ständig im Astmaterial oder den stehenden Bäumen hängen bleiben würde. Ähnlich ist es mit dem Handy-GPS. Es wurde versucht, eine Messung durchzuführen, aber die Genauigkeit wurde auf bis zu 50 m angezeigt, sodass anschließend bei der Berechnung über den Koordinaten keine genaue Flächengröße entstehen würde. Die „Naturverjüngungsfläche“ ist ebenso 300 m<sup>2</sup> groß. Aufgrund der oben angeführten Probleme in Bezug auf den Dichtstand und dem Astmaterial am Waldboden kann man aus der Tabelle erkennen, dass es größere Schwankungen der Flächengröße gibt, es technisch aber nicht anders lösbar ist.

## 11.2 Vollaufnahme

Die Stammzahl ist mit 1500 Stück pro Hektar für eine Naturverjüngungsfläche sehr gut. Das liegt daran, dass erst kürzlich eine Dickungspflege durchgeführt wurden. Ein guter H/D-Wert ist die Voraussetzung für einen stabilen Fichtenbestand. Bei dieser Fläche liegt dieser bei 88. Da es sich jedoch um eine Dickung handelt, ist mit einem H/D-Wert von 88 noch nichts verloren, weil man mit Eingriffen bei einem Oberhöhenzuwachs von allen 2 m den Bestand stabil umbauen kann. Der Standraum jedes Einzelbaumes kann durch frühzeitigen Eingriff reguliert werden. Durch die Dickungspflege kann eine vitale Krone ausgebildet werden und durch sie der gesamte

Baum. In gleicher Zeit wird die Stabilität verbessert und das Wurzelsystem prägt sich deutlich besser aus. Die verbleibenden Bäume auf der Fläche werden durch die Dickungspflege besser mit Licht, Wasser und Nährstoffen versorgt, dies wirkt sich im späteren Verlauf auch positiv auf den wirtschaftlichen Aspekt des Bestandes aus. (Maschinenring Ö. , 2021)

<b>Datenübersicht Naturverjüngung [ha]</b>	
Stammzahl/ha	1500
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	6,5
Volumen/ha [Vfm]	37
Oberhöhe [m]	12,6
Ø BHD [cm]	12,7
Ø H/D-Wert	88
Ø Baummasse [Vfm]	0,139
Ø Höhe [m]	10,7
Ø Kronendurchmesser [m]	3,8
Ø Kronenansatzhöhe [m]	2,7

*Tabelle 11 Datenübersicht "Naturverjüngung"*

Der Bestand erweist sich als sehr wüchsig, da der durchschnittliche BHD der Z-Bäume 18,4 cm beträgt und rund 7 cm stärker ist als jener des verbleibenden Bestandes. Der H/D-Wert der Z-Bäume liegt bei 70, was für einen stabilen und vitalen Bestand spricht. Bei der durchschnittlichen Baummasse gibt es eine große Differenz. Durch die stärkeren Durchmesser und rund 2 m Unterschied der Baumhöhe von den Z-Bäumen im Vergleich zum verbleibenden Bestand ist die Krone bei den Z-Bäumen besser und breiter ausgebildet.

<b>Datenübersicht Naturverjüngung [ha]</b>		
	<b>Sonstiger Bestand</b>	<b>Z-Bäume</b>
Stammzahl/ha	1267	233
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	14	6
Volumen/ha [Vfm]	80	37
Ø BHD [cm]	11,6	18,4
Ø H/D-Wert	91	70
Ø Baummasse [Vfm]	0,002	0,139
Ø Höhe [m]	10,4	12,2
Ø Kronendurchmesser [m]	3,2	4,4
Ø Kronenansatzhöhe [m]	2,8	2,6

*Tabelle 12 Datenvergleich zwischen Z-Bäumen und sonstigem Bestand (Naturverjüngung)*



*Abbildung 35 Naturverjüngungsfläche*

### 11.3 Stammzahlverteilung

In der darunterliegenden Grafik sind pro Hektar die BHD-Stufen mit der jeweiligen Anzahl der Bäume, welche in eine Stufe fallen, ersichtlich. Mit rund 700 Bäumen weist die BHD-Stufe 12 die meisten Bäume auf. Die BHD-Stufe 9 weist circa 380 Bäume auf und die BHD-Stufe 15 circa 275 Bäume. Miteinbezogen wurden auch abgestorbene Bäume sowie Bäume, welche einen Durchmesser unter 8 cm aufweisen. Da auf der Fläche erst kürzlich eine Dickungspflege durchgeführt wurde, ist diese Zahl bei beiden Parametern Null.

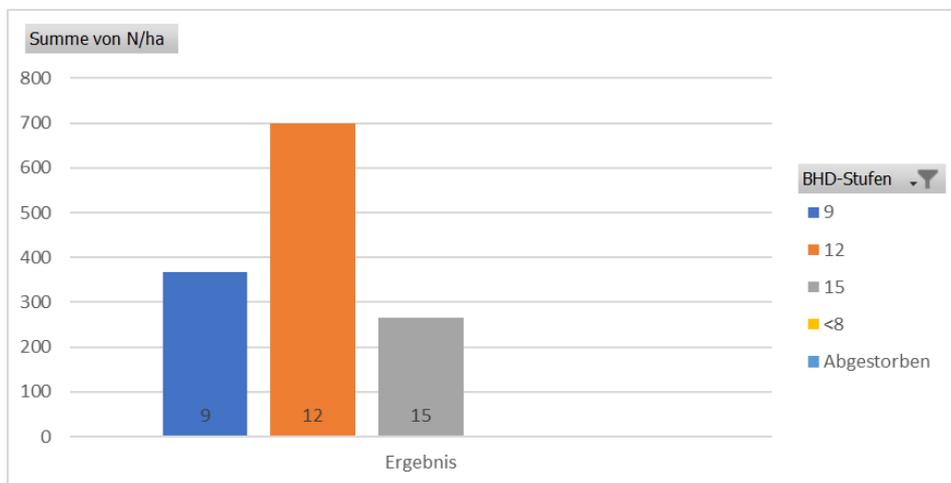


Abbildung 36 Stammzahlverteilung pro Hektar und Individuen <8 cm und abgestorbene Individuen

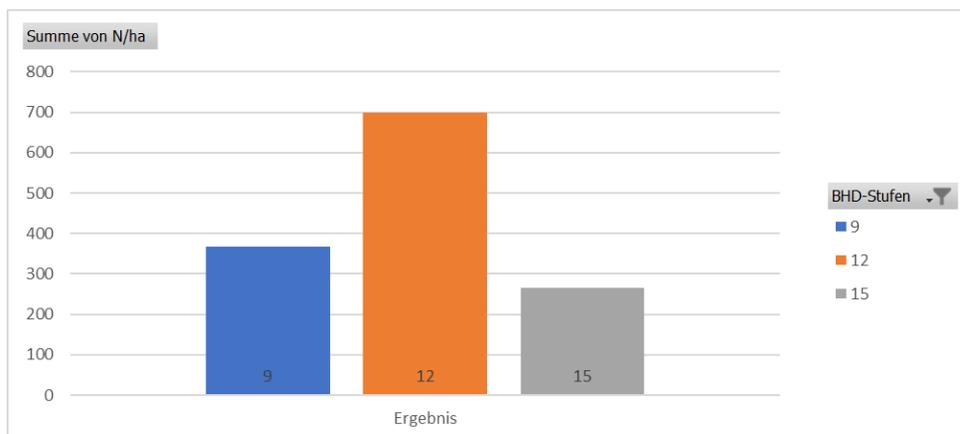


Abbildung 37 Stammzahlverteilung pro Hektar von den BHD-Stufen 9, 12 und 15

## 11.4 Lageplan

In der unten abgebildeten AutoCad-Zeichnung sieht man die Z-Bäume der Naturverjüngungsfläche. Wie schon in den Zeichnungen darüber, ist der orange Kreis der BHD der Bäume und der blaue Kreis der Kronendurchmesser. Es ist ersichtlich, dass die Verteilung der Z-Bäume nicht optimal ist. Die Kronen der Z-Bäume 3 und 7 berühren sich. Man sollte bei der 1. Durchforstung weitere mögliche Z-Bäume auszeigen und diese fördern. Wenn Z-Bäume sich gegenseitig mit der Krone berühren, können sie stehen bleiben, wenn die Kontaktfläche von beiden Seiten Licht erhält. Zu geringe Z-Baumzahlen führen zu niedrigem Wert-Zuwachs im Bestand. Mehr als 20 % der ersten ausgezeigten Z-Bäume gehen in den nächsten 4 Jahrzehnten durch Naturereignisse bzw. Ernteschäden verloren. (Ebert, 2009)

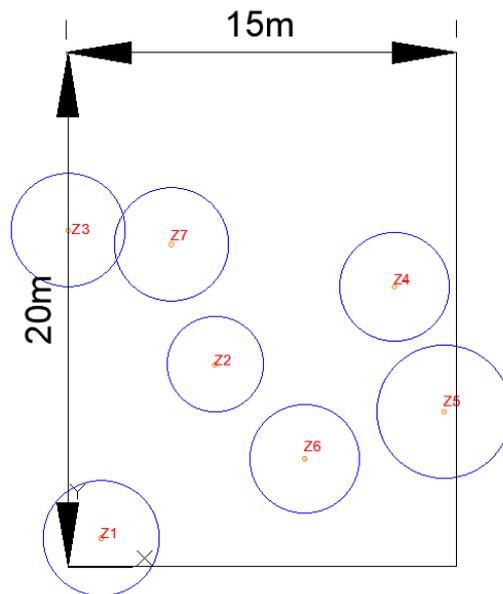


Abbildung 38 Lageplan Naturverjüngungsfläche Z-Bäume

Bei dieser Zeichnung sieht man wieder den gesamten Bestand. Die Durchmesser des Nebenbestandes sind mit einem grünen Kreis dargestellt und der Kronendurchmesser mit einem olivgrünen Kreis. Es wurde ein gemittelter Kronendurchmesser von 3,2 m beim verbleibenden Bestand angenommen. Hier sieht man gut, dass der Nebenbestand die Z-Bäume stark bedrängt. Eine 1. Durchforstung ist aber aufgrund der schwachen Dimensionen irrelevant, da diese die Erntekosten nicht decken würden.

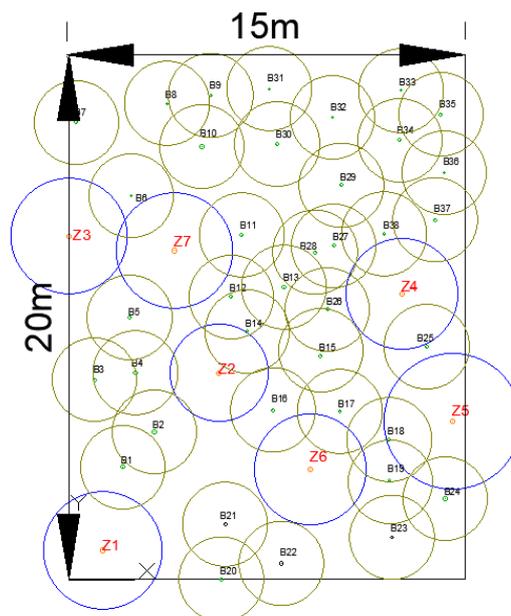


Abbildung 39 Lageplan Naturverjüngungsfläche Gesamtbestand

## 12 Laut Förderrichtlinie

### 12.1 Flächenvermessung

Vergleich der einzelnen Messvarianten	
Methode	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Theodolit + Laser	303,06
Bussole+ Vertex	300,58
Maßband	299,76

Tabelle 13 Ergebnis Flächenvermessung "Laut Förderrichtlinie"

Die Flächenvermessung dieses Bestandes erfolgte ebenso mit 3 verschiedenen Messmethoden. Verwendet wurden Theodolit, Vertex, Laser, Bussole und das Maßband. Die Variante mit Handy-GPS wurde aufgrund einer angezeigten Ungenauigkeit von 60 bis 100 Metern je nach Standpunkt weggelassen. Als Fläche für diesen Bestand wurden aufgrund von Messungenauigkeiten ebenso 300 m<sup>2</sup> angenommen. Trotzdem ist zu sagen, dass die gewählten Vermessungsmethoden auf dieser Fläche sehr gut und auch ziemlich genau funktioniert haben und sich die Messungenauigkeiten im Rahmen befinden.

### 12.2 Vollaufnahme

Datenübersicht Laut Förderrichtlinie [ha]	
Stammzahl/ha	1467
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	33,75
Volumen/ha [Vfm]	280,3
Oberhöhe [m]	18,85
Ø BHD [cm]	16
Ø H/D-Wert	100
Ø Baummasse [Vfm]	0,19
Ø Höhe [m]	15,72
Ø Kronendurchmesser [m]	4,42
Ø Kronenansatzhöhe [m]	6,60

Tabelle 14 Datenübersicht "Laut Förderrichtlinie"

Mit 1467 Stück pro Hektar befindet sich die Stammzahl dieser Fläche im optimalen Bereich. Die durchschnittliche Höhe ist mit 15,72 m ebenso in einem guten Bereich. Der Brusthöhendurchmesser ist mit durchschnittlich 16 cm aber etwas zu niedrig.

Daher ergibt sich ein H/D-Wert von 100. Für eine gute Stabilität und Vitalität des Bestandes wäre ein Wert bis 80 sinnvoll. Das bedeutet aber nicht, dass der Bestand keine Zukunft hat - im Gegenteil. Durch die Eingriffe in den Bestand und die Stammzahlreduktion kann man den Dickenzuwachs des Bestandes steigern und somit auch den H/D-Wert senken. Dies hätte den Vorteil, dass der Bestand deutlich vitaler und stabiler wäre und somit auch resistenter gegen Kalamitäten wie Windwurf, Windbruch, Schneedruck und Schneebruch. Auch die Widerstandskraft gegenüber Schädlingen und Krankheitserregern wäre besser. (Waldverband, 2018)

Datenübersicht Laut Förderrichtlinie [ha]		
	sonstiger Bestand	Z-Bäume
Stammzahl/ha	1133	333
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	21,16	12,60
Volumen/ha [Vfm]	173	107
Ø BHD [cm]	15	22
Ø H/D-Wert	105	83
Ø Baummasse [Vfm]	0,15	0,32
Ø Höhe [m]	15	18
Ø Kronendurchmesser [m]	3,82	5,03
Ø Kronenansatzhöhe [m]	6,39	6,83

*Tabelle 15 Datenvergleich zwischen Z-Bäumen und sonstigem Bestand (Laut Förderrichtlinie)*

Die oben dargestellte Tabelle gibt einen Überblick über den Bestand, aufgeteilt in Z-Bäumen und dem sonstigen Bestand. Gut zu erkennen ist, dass sich die vergangenen Eingriffe durchaus positiv auf die Z-Bäume ausgewirkt haben. Sowohl Baumhöhe als auch Brusthöhendurchmesser und H/D-Wert befinden sich in einem sehr guten Bereich. Der H/D-Wert ist noch minimal erhöht, dies ist aber so gering, dass man darüber hinwegsehen kann. Deutlich zu erkennen ist, dass die Eingriffe Wirkung zeigen und die Z-Bäume im Vergleich zum sonstigen Bestand auch wirklich gefördert werden.

### 12.3 Stammzahlverteilung

In der unten angefügten Grafik ist die Stammzahlverteilung pro Hektar in die vorhandenen BHD-Stufen unterteilt. Auf dieser Fläche sind in der BHD-Stufe 18 mit rund 370 Stück die meisten Individuen dieses Bestandes. Am schwächsten vertreten sind die BHD-Stufen 24 und 27 mit jeweils rund 70 Stück. Abgestorbene Individuen

schlagen auf dieser Fläche mit knapp 170 Bäumen zu Buche. Die BHD-Stufen 12 und 15 sind in diesem Bestand mit jeweils 300 Stück auch relativ stark vertreten.

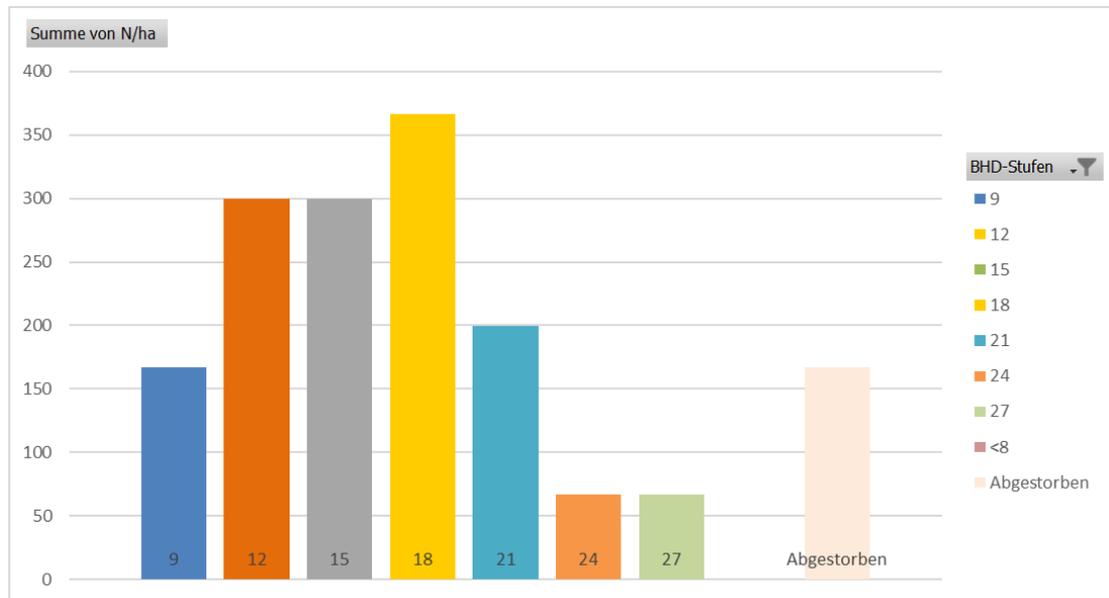


Abbildung 40 Stammzahlverteilung pro Hektar und Individuen <8 cm und abgestorbene Individuen

Die folgende Grafik bietet lediglich einen Überblick über alle relevanten Individuen. Dementsprechend werden nur die BHD-Stufen 9, 12, 15, 18, 21, 24, und 27 angezeigt.

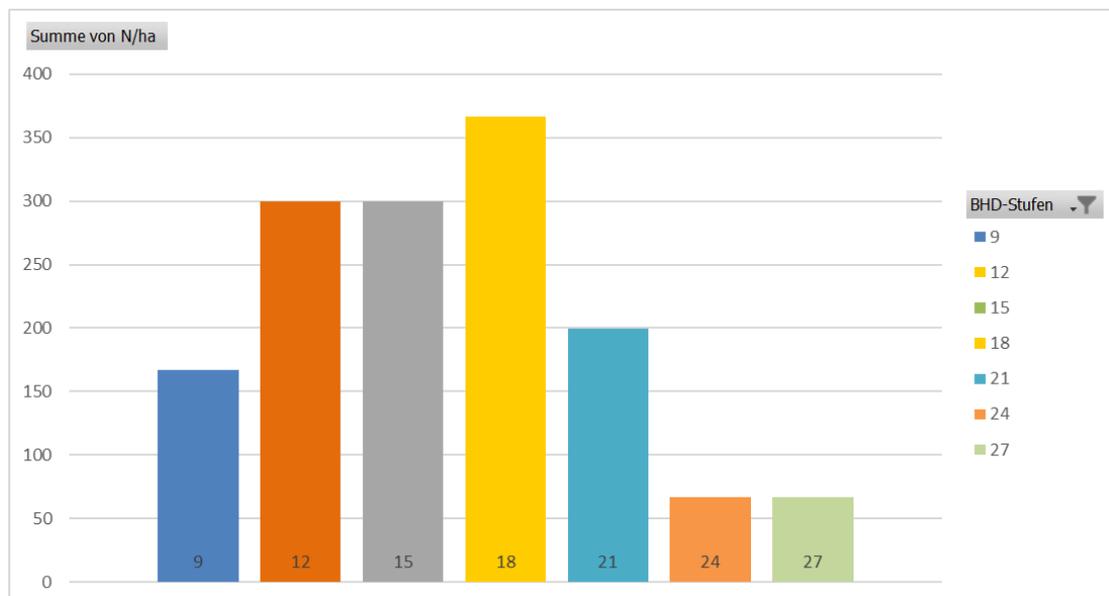


Abbildung 41 Stammzahlverteilung pro Hektar von den allen BHD-Stufen

## 12.4 Lageplan

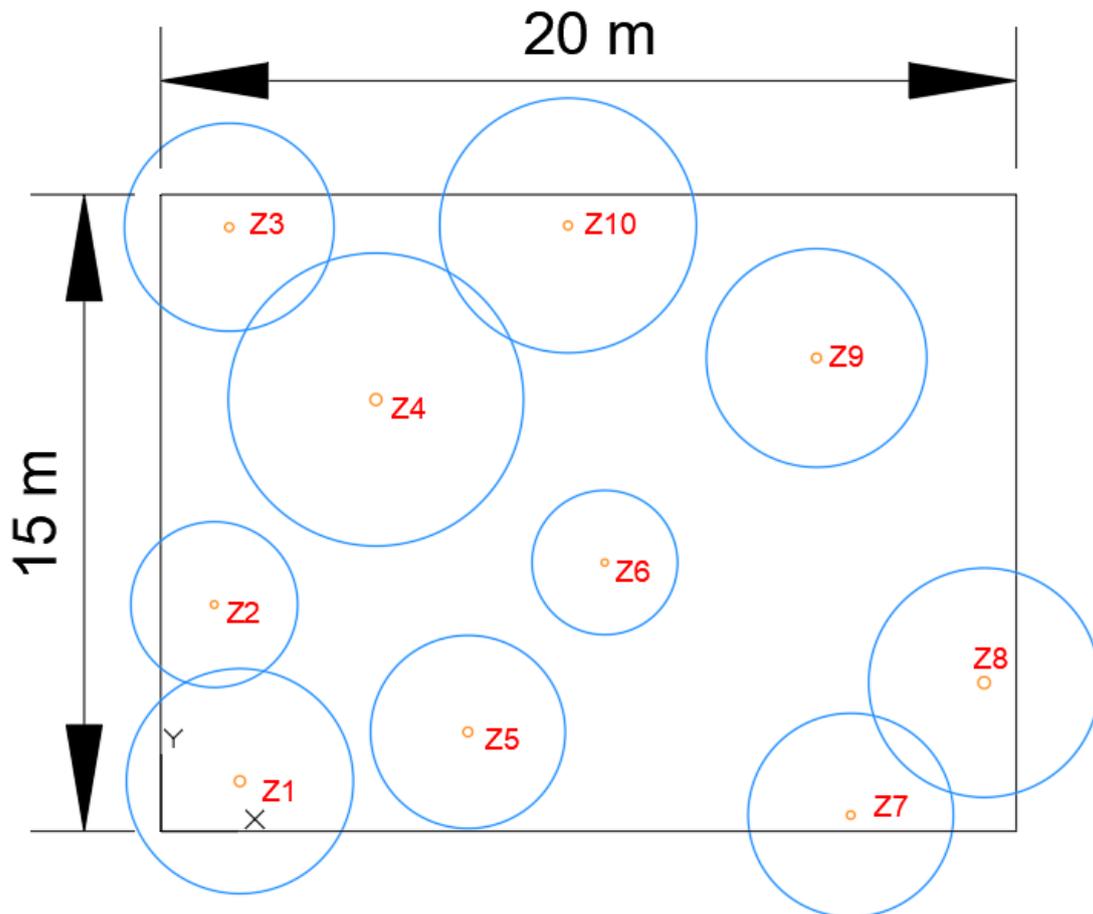


Abbildung 42 Lageplan der Z-Bäume "Laut Förderrichtlinie"

In der obigen AutoCad-Zeichnung sind in orange die Brusthöhendurchmesser der Z-Bäume und blau der Kronendurchmesser der einzelnen Z-Bäume eingezeichnet. Ebenso ist zu erkennen, wie die Z-Bäume auf der Fläche verteilt sind und welchen Standraum die Bäume zur Verfügung haben. Als Grundfläche für die Zeichnung wurde eine rechteckige Fläche mit einer Länge von 20 m und einer Breite von 15 m und somit exakt 300 m<sup>2</sup> angenommen.

In der folgenden AutoCAD- Zeichnung ist der komplette Bestand eingezeichnet. Für die Kronendurchmesser des sonstigen Bestandes wurde ein Mittelwert der aufgenommenen Kronendurchmesser angenommen, daher sind alle olivgrünen Kreise, die den Kronendurchmesser des sonstigen Bestandes darstellen, mit einem Durchmesser von 3,82 m eingezeichnet. Die grünen Kreise stellen wie die orangefarbenen Kreise die Brusthöhendurchmesser der einzelnen Bäume dar.

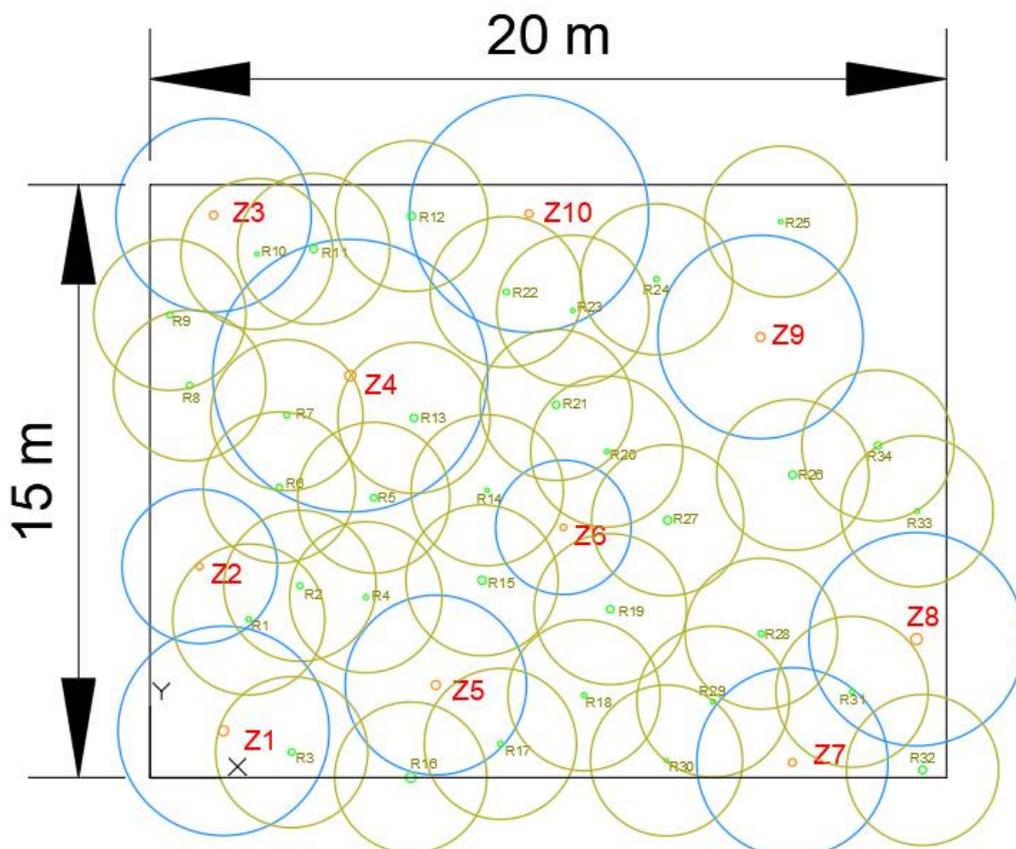


Abbildung 43 Lageplan des gesamten Bestandes "Laut Förderrichtlinie"



Abbildung 44 Laut Förderrichtlinie

## 13 Laubholzfläche

### 13.1 Flächenvermessung

Vergleich der einzelnen Messvarianten	
Methode	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Theodolit + Laser	302,33
Bussole + Vertex	302,85
Maßband	301,25

Tabelle 16 Flächenvermessung Ergebnisse

Die Flächenmessungen auf der Laubholzfläche waren aufgrund des lichten und hallenartigen Bestandes mit allen Messvarianten sehr gut möglich und ziemlich genau. So wie bei allen anderen Flächen wurde eine Grundfläche von genau 300 m<sup>2</sup> angenommen, da die Abweichung von nicht einmal 3 m<sup>2</sup> aufgrund von Messungenauigkeiten vernachlässigt werden kann. Gemessen wurde wieder mit Theodolit und Laser, Bussole und Vertex, sowie mit dem Maßband.

### 13.2 Vollaufnahme

Datenübersicht Laubholzfläche [ha]	
Stammzahl/ha	833
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	17,14
Volumen/ha [Vfm]	137,4
Oberhöhe [m]	16,81
Ø BHD [cm]	16
Ø H/D-Wert	97
Ø Baummasse [Vfm]	0,16
Ø Höhe [m]	15,32
Ø Kronendurchmesser [m]	5,19
Ø Kronenansatzhöhe [m]	6,65

Tabelle 17 Datenübersicht Laubholzfläche

Die oben angeführte Tabelle gibt einen Überblick über die zusammengefassten Hektarwerte für die Laubholzfläche. Der H/D-Wert des Bestandes liegt im Durchschnitt bei 97, was noch zu hoch ist. Optimal wären Werte kleiner als oder maximal 80, um einen möglichst stabilen und vitalen Bestand zu haben. Dies wird sich aber in den

zukünftigen Eingriffen noch verbessern, wenn die Bäume freigestellt werden und in das Dickenwachstum übergehen.

<b>Datenübersicht Laubholzfläche [ha]</b>		
	<b>sonstiger Bestand</b>	<b>Z-Bäume</b>
Stammzahl/ha	733	100
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	15,05	2,10
Volumen/ha [Vfm]	120	17
Ø BHD [cm]	16	16
Ø H/D-Wert	97	95
Ø Baummasse [Vfm]	0,16	0,17
Ø Höhe [m]	15	16
Ø Kronendurchmesser [m]	4,54	5,83
Ø Kronenansatzhöhe [m]	6,06	7,23

*Tabelle 18 Datenvergleich zwischen Z-Bäumen und sonstigem Bestand (Laubholzfläche)*

In der oben angeführten Tabelle ist der Bestand in Z-Bäume und den sonstigen Bestand aufgeteilt. Interessant zu sehen ist, dass sich die H/D-Werte zwischen Z-Bäumen und dem sonstigen Bestand kaum unterscheiden. Bei den Fichtenbeständen konnte man deutlichere Unterschiede feststellen. Die Anzahl der Z-Bäume mit 100 Stück ist etwas hoch angesetzt. Optimal wäre eine Anzahl von 60 bis 80 Z-Bäumen pro Hektar. Auch die Brusthöhendurchmesser weisen im Durchschnitt kaum Unterschiede auf. Bei Kronenansatzhöhe sowie Baumhöhe und Kronendurchmesser kann man aber erkennen, dass die Z-Bäume von den Werten her ein bisschen besser sind. (Reh, Krogger, Schuster, & Zobl, 2015)

### 13.3 Stammzahlverteilung

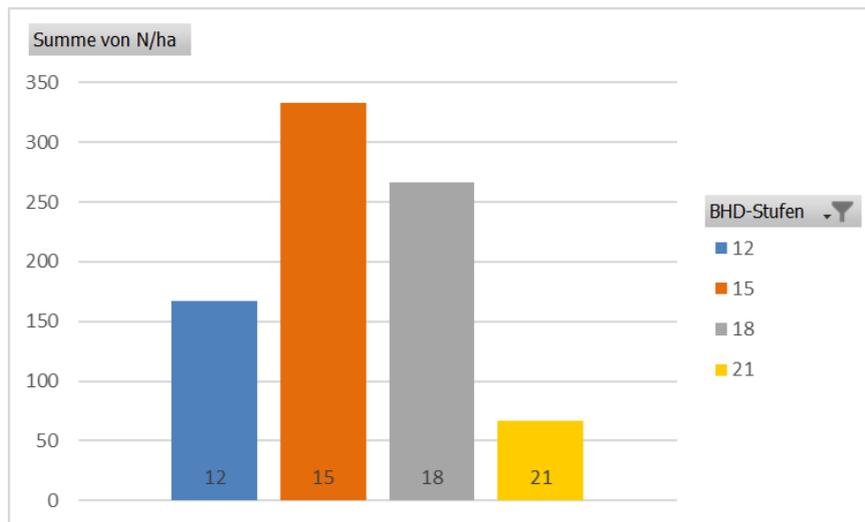


Abbildung 45 Stammzahlverteilung pro Hektar in die BHD-Stufen 12, 15, 18 und 21 (Laubholzfläche)

Im oben angeführten Diagramm ist die Stammzahlverteilung pro Hektar der Laubholzfläche abgebildet. Zu sehen ist, dass die BHD-Stufe 15 mit einer Stammzahl von rund 330 Stück pro Hektar am stärksten vertreten ist. Mit knapp 270 Stämmen pro Hektar ist die BHD-Stufe 18 auch gut vertreten. Eine zweite Tabelle wie bei den Fichtenbeständen gibt es hier nicht. Dies liegt daran, dass auf der Fläche weder abgestorbene Bäume noch Brusthöhendurchmesser unter 8 cm vorzufinden waren.

## 13.4 Lageplan

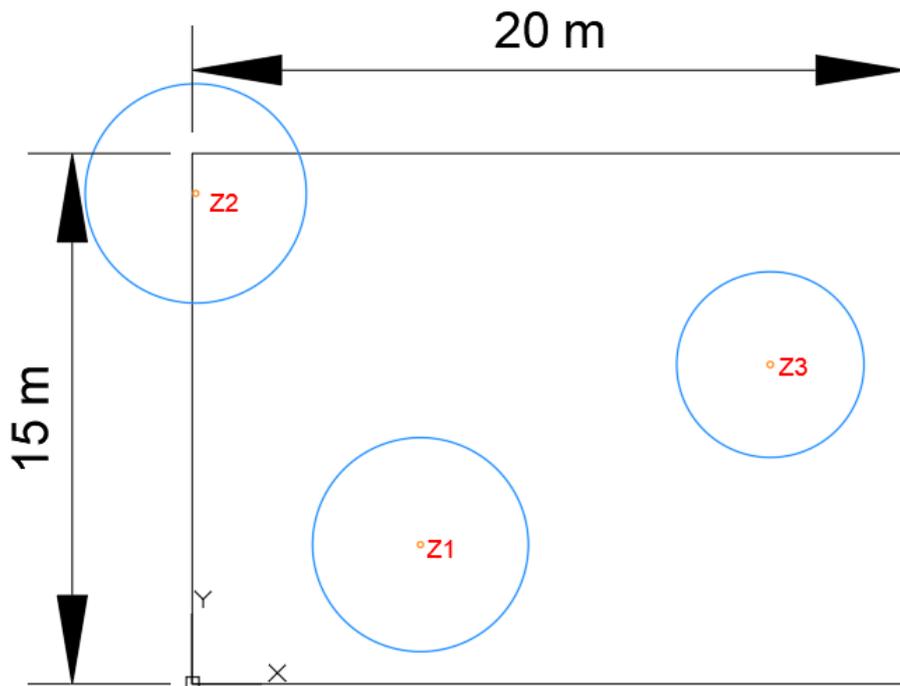


Abbildung 46 Lageplan der Z-Bäume "Laubholzfläche"

Die oben abgebildete AutoCAD-Zeichnung stellt die Lage der Z-Bäume auf der Laubholzfläche dar. Orangefarben sind die Brusthöhendurchmesser der Z-Bäume eingezeichnet. Die blauen Kreise stellen die Kronendurchmesser der einzelnen Z-Bäume dar. Schön zu sehen ist, dass die Verteilung der Z-Bäume sehr gleichmäßig und in einem passenden Abstand gewählt wurde. Für den Bestand wurde so wie bei allen anderen Probeflächen auch eine Fläche von 300 m<sup>2</sup> angenommen.

Die Folgende Zeichnung stellt den gesamten Laubholzbestand dar. Mit den grünen Kreisen sind die sonstigen Bäume eingezeichnet. Gut zu sehen ist, dass die Z-Bäume vom sonstigen Bestand teilweise stark bedrängt werden.

"

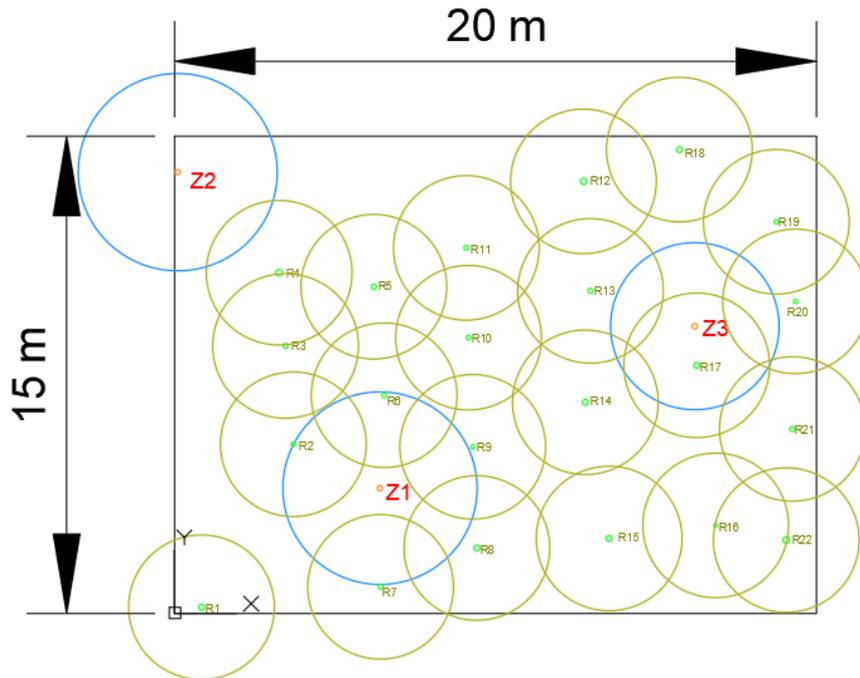


Abbildung 47 Lageplan des gesamten Bestandes "Laubholzfläche"



Abbildung 48 Laubholzfläche

## 14 Vergleich der alten und der neuen Daten

Es wurden bereits vor vielen Jahren die Bestände im Wolschartwald aufgenommen. Durch weitere Folgeaufnahmen können die Daten der einzelnen Flächen verglichen werden.

In diesem Fall werden die Parameter Stammzahl, BHD, H/D-Wert, Höhe und Kronenansatzhöhe der einzelnen Durchforstungsart verglichen. Dadurch kann man sich in weiterer Folge für die optimale Durchforstungsart bei der Fichte für den Betrieb entscheiden.

Die Probeflächen sind jeweils 300 m<sup>2</sup> groß. Die daraus folgenden Werte beziehungsweise Daten wurden aber mit dem Blow-up-Faktor von 33,33 auf einen Hektar-Wert hochgerechnet, um realistischere und plausiblere Daten zu erhalten.

Der Vergleich erfolgt über den Gesamtbestand, also Z-Bäume plus Nebenbestand.

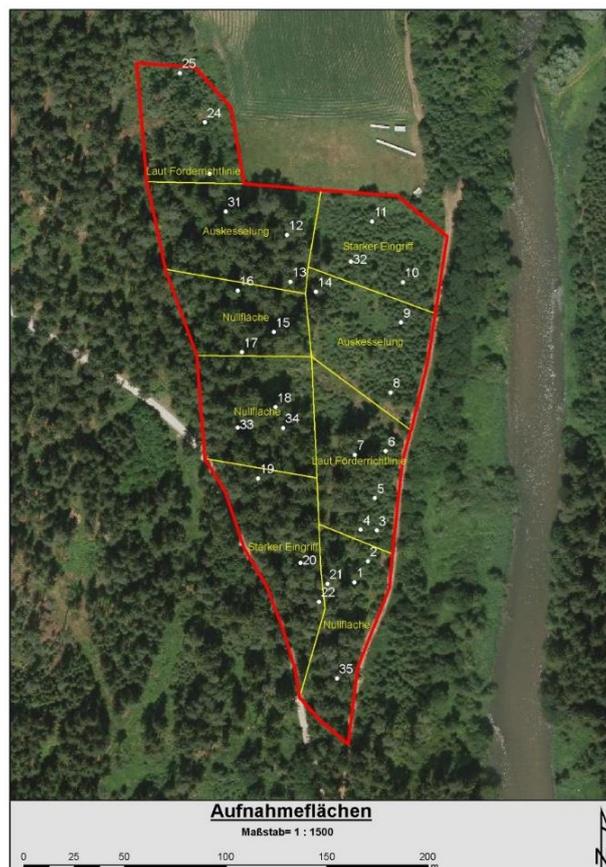


Abbildung 49 Lageplan alte Probekreise

## 14.1 Starker Eingriff

Bei diesem Vergleich werden die Daten des starken Eingriffs der Jahre 2012, 2019 und 2022 des Gesamtbestandes verglichen. Die Stammzahl wurde von 2012 bis 2022 von 1500 auf 899, also rund 600 Individuen pro Hektar reduziert. Der durchschnittliche BHD stieg pro Aufnahme circa 5 cm an. 2012 war dieser 10 cm, 2019 15 cm und 2022 19 cm.

Der durchschnittliche H/D-Wert des Bestandes veränderte sich kaum. Bei der durchschnittlichen Höhe waren es 2012 8,6 m, 2019 rund 14 m und im Jahre 2022 16,3 m.

Die durchschnittliche Kronenansatzhöhe verändert sich von 2012 zu 2019 nicht. Erst bei der Aufnahme von 2022 stieg diese um 1,7 m an. Dieser Wert liegt 2022 bei 5,8 m durchschnittlicher Kronenansatzhöhe.

Zu hohe H/D-Werte beziehungsweise zu niedrige Kronenprozentage weisen in Nadelholzbeständen auf Pflegerückstände hin. Deshalb muss bei Durchforstungen bei diesen Verhältnissen in jüngeren Beständen stärker und bei älteren Beständen mit Oberhöhen von mehr als 22 m vorsichtiger und geringer eingegriffen werden. (Wald.de, 2023)

Starker Eingriff			
	2012	2019	2022
Stammzahl	1500	1433	899
Ø BHD [cm]	10	15	19
Ø H/D-Wert	89	89	88
Ø Höhe [m]	8,6	13,8	16,3
Ø Kronenansatzhöhe [m]	4,2	4,1	5,8

*Tabelle 19 Datenübersicht der Jahre 2012, 2019, 2022*

## 14.2 Fläche laut Förderrichtlinie

Der hier zu sehende Vergleich zeigt den Unterschied der Aufnahmedaten des Gesamtbestandes der Förderrichtlinien-Fläche der Jahre 2012, 2019 und 2022 dar. Bei dieser Fläche wurde laut Förderrichtlinien durchforstet. Dies bedeutet eine normale Z-Baum-Auszeige, die Bedränger wurden ebenfalls markiert und anschließend entfernt. Optimal sollte eine Erstdurchforstung bei vorher richtig durchgeführter Jungwuchs- und Dickungspflege bei einer Bestandeshöhe von 10 bis 15 m erfolgen. Eine Zweitudurchforstung sollte dann bei einer Oberhöhe von 25 bis 27 m erfolgen. Eine Auslesedurchforstung soll dazu führen, dass der Zuwachs auf ausgewählte Bäume gelenkt und die Stabilität des Bestandes erhöht wird. Der Eingriff des Zeitpunktes hängt ab vom Anteil der grünen Krone zur Gesamthöhe der Bäume. Der Anteil sollte 50 – 60 Prozent betragen. (Reh, Krogger, Schuster, & Zobl, 2015). Die Stammzahl der Jahre 2012 und 2019 unterscheidet sich nur geringfügig. Man sieht jedoch, dass nach 2019 ein Eingriff durchgeführt wurde. Die Stammzahl wurde von 2019 von 1933 auf 1467 Bäume pro Hektar im Jahr 2022 verringert. Dadurch ist der durchschnittliche BHD um 5 cm zwischen 2019 und 2022 angestiegen. Dieser lag 2012 bei 7 cm, 2019 bei 13 cm und 2022 bei 18 cm. Der durchschnittliche H/D-Wert hat sich von 2019 zu 2022 trotz eines Eingriffes kaum geändert. Es kann mehrere Jahre dauern, bis ein Eingriff auf den Bestand Wirkung zeigt und sich der Bestand wieder stabilisieren kann. Die durchschnittliche Höhe lag im Jahr 2012 bei 7,2 m, im Jahr 2019 bei 11,6 m und im Jahr 2022 bei 16 m. Die durchschnittliche Kronenansatzhöhe lag 2012 bei 2,8 m, 2019 bei 3,1 m und 2022 bei 6,6 m.

Förderrichtlinien Fläche			
	2012	2019	2022
Stammzahl	2000	1933	1467
Ø BHD [cm]	7	13	18
Ø H/D-Wert	108	90	89
Ø Höhe [m]	7,2	11,6	16
Ø Kronenansatzhöhe [m]	2,8	3,1	6,6

*Tabelle 20 Datenübersicht der Jahre 2012, 2019, 2022*

### 14.3 Strukturierte Fläche

Bei diesem Vergleich wird der Gesamtbestand der Jahre 2012, 2019 und 2022 der strukturierten Fläche verglichen. Die Stammzahl im Jahre 2012 liegt bei 3600 N/ha. Diese wurde bis zum Jahr 2019 auf 2933 reduziert. Hierbei wurden 667 N/ha entnommen. Im Jahr 2022 beträgt die Stammzahl 1600 N/ha.

Der durchschnittliche BHD 2012 lag bei 6 cm, im Jahr 2019 bei 11 cm und im Jahr 2022 bei 15 cm. Der wirtschaftlich noch nutzbare Durchmesser bei der Fichte ist abhängig von der Technik der Sägewerke. Deshalb werden Fichten im Wirtschaftswald selten stärker als 100 Zentimeter. Abhängig vom Standort sind auch Durchmesser bis 200 Zentimeter möglich. Je älter ein Baum ist, desto anfälliger ist er für Rot- bzw. Weiß- oder Braunfäule, welche das Holz zersetzen, den Baum im Stammbereich instabiler machen und dem Holz einen enormen wirtschaftlichen Schaden zufügen. (Fieber, 2023)

Beim durchschnittlichen H/D-Wert gibt es zwischen 2012 und 2019 eine Differenz von 6. 2012 lag dieser bei 106 und 2019 bei 97. Interessant ist, dass der H/D-Wert bis zum Jahr 2022 auf 103 angestiegen ist. Dies basiert auf der Tatsache, dass die durchschnittliche Höhe von 2022 um rund 5 m höher liegt als jene von 2019. 2019 war der Bestand im Durchschnitt rund 11 m hoch und 2022 war er rund 15 m hoch.

Im Jahr 2012 liegt die Kronenansatzhöhe bei 2,4 m, 2019 bei 3,8 m und 2022 bei 5,6 m.

Strukturierte Fläche			
	2012	2019	2022
Stammzahl	3600	2933	1600
Ø BHD [cm]	6	11	15
Ø H/D-Wert	106	97	103
Ø Höhe [m]	6,2	10,9	14,9
Ø Kronenansatzhöhe [m]	2,4	3,8	5,6

Tabelle 21 Datenübersicht der Jahre 2012, 2019, 2022

## 14.4 Z-Bäume Strukturierte Fläche

Bei diesem Vergleich werden die Z-Bäume der strukturierten Fläche der Jahre 2012, 2019 und 2022 verglichen. Die Stammzahl ist 2012 gleich hoch wie im Jahr 2019. Diese liegt bei 167 N/ha. In 3 Jahren ist diese auf 200 angestiegen, diese beträgt im Jahr 2022 200 N/ha. Der durchschnittliche BHD zwischen dem Jahr 2019 und 2022 blieb gleich, nämlich 19 cm. Dies ist wahrscheinlich zurückzuführen auf die gestiegene Stammzahl von 2022. Der durchschnittliche H/D-Wert von 2022 ist mit 90 etwas über dem Sollwert. Ein Eingriff könnte diesen wieder senken. Die durchschnittliche Höhe war im Jahr 2012 bei 9,1 m, im Jahr 2019 bei 14,2 m und im Jahr 2022 bei 17,2 m. Zwischen den Jahren 2019 und 2022 legten die Z-Bäume durchschnittlich 3 m an Höhenzuwachs zu. Die durchschnittliche Kronenansatzhöhe verschob sich ebenfalls von einer Aufnahme zur nächsten. Im Jahr 2012 lag diese bei 2,8 m, im Jahr 2019 bei 3,7 m und im Jahr 2022 bei 5,4 m. Die durchschnittliche Kronenansatzhöhe gibt an, ab welcher Höhe der Baum grüne Äste trägt. Je nachdem, ob die Fichte in einem geschlossenen Bestand steht oder auf einer Freifläche, kann am unteren Kronenansatz der Durchmesser der Krone bis zu 10 Metern betragen. (Fieber, 2023)

Z-Bäume Strukturierte Fläche			
	2012	2019	2022
Stammzahl	167	167	200
Ø BHD [cm]	10	19	19
Ø H/D-Wert	88	77	90
Ø Höhe [m]	9,1	14,2	17,2
Ø Kronenansatzhöhe [m]	2,8	3,7	5,4

*Tabelle 22 Datenübersicht der Jahre 2012, 2019, 2022*

## 15 Vergleich untereinander

Der Vergleich der Probeflächen untereinander wird zeigen, wie unterschiedlich sich die verschiedenen Durchforstungsarten auf den Zustand des Bestandes, welcher jeweils gleich alt ist, auswirken. Auf nicht durchforsteten Flächen (Nullfläche) ist die Konkurrenz hoch und mit dem Zusammenspiel des Zufalles kommt es dazu, dass einzelne Bäume dem Wachstum ihrer Nachbarn unterliegen und absterben. Um lebenswichtige Ressourcen findet im Kronen- (Licht) und Wurzelraum (Wasser und Nährstoffe) ein ständiger Wettkampf statt. Ob der Schaft des Baumes möglichst kreisrund ist, beziehungsweise ob er gerade ist, spielt beim Konkurrenzkampf keine Rolle. Die Konkurrenzsituation der einzelnen Bäume wird durch die Bestandespflege und die Durchforstungen signifikant beeinflusst, zudem lenken sie den Bestandeszuwachs auf Bäume, deren Anblick den qualitativen Anforderungen am besten entspricht. Durch gezielte Steuerung werden Zufall und Konkurrenz teilweise oder ganz ersetzt. (Martens, 2012)

### 15.1 Vergleich Nullfläche und Starker Eingriff

Wenn man die nicht durchforsteten Flächen mit einem Bestand vergleicht, in welchem in den letzten Jahren besonders stark eingegriffen wurde, so kann davon ausgegangen werden, dass sich wohl der größtmögliche Unterschied herauskristallisiert. In der folgenden Tabelle werden sämtliche aufgenommenen Parameter miteinander verglichen. Die unterschiedliche Stammzahl gibt bereits Aufschluss darüber, dass es sich hierbei um zwei enorm unterschiedliche Bestände handelt. Die Stammzahl der Nullfläche ist fast dreimal so groß als jene des starken Eingriffes, dies weist bereits auf einen sehr großen Konkurrenzkampf auf der Nullfläche hin. Wie anhand des Volumens und der Grundfläche erkennbar ist, wirkt sich die hohe Stammzahl jedoch positiv auf die Grundfläche und das Volumen aus. Dies kommt dadurch zustande, da die hohe Anzahl an Bäumen den niedrigen Brusthöhendurchmesser, welcher rund fünf Zentimeter kleiner ist als beim starken Eingriff, wieder ausgleicht. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass beim starken Eingriff bereits Läuterungen und auch Durchforstungen durchgeführt wurden und somit bereits einiges an Holz entfernt wurde. Der H/D-Wert ist mit 88 bei dem starken Eingriff und mit 112 bei der Nullfläche völlig verschieden. Die Nullfläche ist aufgrund des hohen H/D-Wertes sehr gefährdet, bei starkem Wind oder großen Schneefällen einen

Schaden zu erleiden. Der H/D-Wert der Probefläche des starken Eingriffes ist mit 88 im labilen Bereich, dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Bestände in diesem Gebiet sehr wüchsig sind und somit auch eine große Baumhöhe aufweisen. Der H/D-Wert der Z-Bäume im starken Eingriff ist mit 79 im stabilen Bereich. Die Baumhöhe der zwei verglichenen Bestände unterscheidet sich nur gering. In dem nicht durchforsteten Bestand ist dies darauf zurückzuführen, dass die Bäume aufgrund des hohen Konkurrenzkampfes stark in die Höhe gewachsen sind, um genügend Licht zu bekommen, das ist auch an der hohen Kronenansatzhöhe mit 7,8 Metern erkennbar. Wie nun einfach errechnet werden kann, beträgt der Kronenanteil der einzelnen Bäume auf der Nullfläche 50 %. Die Bäume des starken Eingriffes konnten sich aufgrund des hohen Platzangebotes in den letzten Jahren viel stärker entwickeln und deshalb ist auch die Krone des einzelnen Baumes im Durchschnitt eineinhalb Meter breiter als jene der Nullfläche.

<b>Vergleich Starker Eingriff/Nullfläche [ha]</b>		
	<b>Starker Eing.</b>	<b>Nullfläche</b>
Stammzahl/ha	899	2500
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	26,7	36,5
Volumen/ha [Vfm]	223	299
Oberhöhe [m]	19,2	18,8
Ø BHD [cm]	19,04	13,1
Ø H/D-Wert	88	112
Ø Baummasse [Vfm]	0,25	0,12
Ø Höhe [m]	16,3	15,6
Ø Kronendurchmesser [m]	4,7	3,2
Ø Kronenansatzhöhe [m]	5,8	7,8

*Tabelle 23 Vergleich gesamter Bestand (Starker Eingriff/Nullfläche)*

<b>Vergleich der Z-Bäume [ha]</b>		
	<b>Starker Eing.</b>	<b>Nullfläche</b>
Stammzahl/ha	266	267
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	10,3	7,0
Volumen/ha [Vfm]	87	65
Ø BHD [cm]	21,9	17,9
Ø H/D-Wert	79	102
Ø Baummasse [Vfm]	0,33	0,24
Ø Höhe [m]	17,1	17,7
Ø Kronendurchmesser [m]	4,8	3,2
Ø Kronenansatzhöhe [m]	5,6	8,0

*Tabelle 24 Vergleich Z-Bäume (Starker Eingriff/Nullfläche)*



*Abbildung 50: Vergleich Nullfläche (links), starker Eingriff (rechts)*

## 15.2 Abschließender Vergleich zwischen Nullfläche und Starker Eingriff

Im direkten Vergleich zeigt sich, dass die Probefläche, in die stark eingegriffen wurde, deutlich stabiler gegenüber sämtlichen Einflüssen ist als die nicht durchforstete Fläche. Das ist anhand des H/D- Wertes erkennbar, dieser liegt beim „Starkem Eingriff“ bei 88 und bei der „Nullfläche“ bei 112. Im Vergleich des einzelnen Baumes lässt sich außerdem erkennen, dass die Bäume des starken Eingriffes bereits einen deutlich stärkeren Brusthöhendurchmesser aufweisen und eine signifikant größere Krone. Konkret heißt das, dass der Brusthöhendurchmesser beim „Starkem Eingriff“ um rund 6 Zentimeter größer ist und die Krone einen 1,5 Meter größeren Durchmesser hat. Aufgrund der großen Krone ist deshalb zu erwarten, dass das gute Wachstum der Bäume auch in den nächsten Jahren erhalten bleiben wird. Die Krone ist der Motor des Baumes und somit hängt der Durchmesser eines Baumes von der Größe der Krone ab. Die jetzige Grundfläche und das jetzige Volumen, welches sich auf den untersuchten Beständen befindet, ist zwar auf der nicht durchforsteten Fläche mit 299 Vfm beziehungsweise 36,5 m<sup>2</sup> deutlich höher als (Ammann, 2004) bereits feststellte, jedoch sind die meisten Bäume der Nullfläche zu dünn, um daraus brauchbares Holz zu ernten und eine beachtliche Anzahl der Bäume, welche sich auf der Fläche befinden, sind auch nicht mehr allzu vital. Es lässt sich also sagen, dass die Nullfläche ohne einen Eingriff in künftiger Zeit wohl in den nächsten Jahren darunter leiden wird und des Öfteren durch Umwelteinflüsse geschädigt wird. Der „Starke Eingriff“ wird wegen des niedrigeren H/D-Wertes, welcher bei 88 liegt, bei Unwettern, Stürmen etc. wohl glimpflicher davonkommen. Außerdem ist zu erwarten, dass die Umtriebszeit des stark eingegriffenen Bestandes aufgrund der höheren Brusthöhendurchmesser wohl auch um einiges niedriger sein wird als jene der Nullfläche.

### 15.3 Vergleich Starker Eingriff und Strukturierte Fläche

Bei der strukturierten Fläche wurde darauf geachtet, dass vor allem die Z-Bäume immer genügend Platz haben. Es soll der Effekt entstehen, dass sich die Z-Bäume am besten entwickeln, weil sie durch das hohe Angebot an Platz eine große Krone und somit einen großen „Motor“ entwickeln können. Denn jeder Baum benötigt eine große und vitale Krone, um Kohlendioxid aus der Atmosphäre aufnehmen und durch die Photosynthese Zucker entwickeln zu können. Je größer die Krone ist, desto größer ist auch das Wurzelsystem des Baumes. Es gilt je größer die Krone ist, desto größer ist auch die Verdunstungsfläche und aufgrund dessen muss auch das Wurzelsystem größer sein, um immer genügend Wasser aufnehmen zu können. Ein positiver Nebeneffekt davon ist zudem, dass die gute Wurzelbildung dazu führt, dass die Bäume standfester sind. Die hervorragende Nährstoffversorgung führt zu starken Brusthöhendurchmessern im Vergleich zur Baumhöhe. Aufgrund dessen befindet sich der H/D-Wert in einem Bereich, in dem die Bäume stabil sind. (Wald-Prinz, Auslese-Durchforstung: Das Z-Baum-Konzept, 2012)

Die unterschiedliche Stammzahl an der Fläche, in die stark eingegriffen wurde und bei der Fläche, in die explizit die Z-Bäume freigestellt wurden, unterscheidet sich stark. Es ist deutlich zu erkennen, dass beim „Starken Eingriff“ (899 Stk./ha) der ganze Bestand stark durchforstet wurde und, dass bei der „Strukturierten Fläche“ (1600 Stk./ha) nur die Z-Bäume stark freigestellt wurden. Allerdings ist die Anzahl der Zukunftsbäume pro Hektar bei der Fläche, in der diese ausgekesselt wurden, mit 200 Bäumen geringer. Ein Unterschied auf den ganzen Bestand bezogen ist der HD-Wert. Dieser befindet sich bei 88 im starken Eingriff und bei 103 auf der strukturierten Fläche. Bei den Z-Bäumen ist der Unterschied mit 79 beim „Starkem Eingriff“ und 92 auf der „Strukturierten Fläche“ nicht mehr allzu groß, jedoch trotzdem nicht vernachlässigbar, weil bei der gezielten Förderung der Z-Bäume ein niedrigerer H/D-Wert zu erwarten wäre als dies der Fall ist. Bei den sonstigen aufgenommenen Werten sind sich die Z-Bäume der unterschiedlichen Probestflächen sehr ähnlich. Auch auf den ganzen Bestand der Flächen bezogen gibt es keine großen Unterschiede.

Vergleich der Z-Bäume [ha]		
	Starker Eing.	Strukturierte F.
Stammzahl/ha	266	200
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	10,3	6,0
Volumen/ha [Vfm]	87	50
Ø BHD [cm]	21,9	19
Ø H/D-Wert	79	92
Ø Baummasse [Vfm]	0,33	0,25
Ø Höhe [m]	17,1	17,2
Ø Kronendurchmesser [m]	4,8	4,6
Ø Kronenansatzhöhe [m]	5,6	5,4

Tabelle 25 Vergleich der Z-Bäume (Starker Eingriff/Strukturierte Fläche)

Vergleich Starker Eingriff/Strukturierte Fläche [ha]		
	Starker Eing.	Strukturierte F.
Stammzahl/ha	899	1600
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	26,7	29,8
Volumen/ha [Vfm]	223	231
Oberhöhe [m]	19,2	17,4
Ø BHD [cm]	19,04	15
Ø H/D-Wert	88	103
Ø Baummasse [Vfm]	0,25	0,14
Ø Höhe [m]	16,3	14,9
Ø Kronendurchmesser [m]	4,7	4
Ø Kronenansatzhöhe [m]	5,8	5,6

Tabelle 26 Vergleich gesamter Bestand (Starker Eingriff/Strukturierte Fläche)



Abbildung 51: Vergleich strukturierte Fläche (links) und starker Eingriff (rechts)

## 15.4 Abschließender Vergleich zwischen Starker Eingriff und Strukturierter Fläche

Bei der gezielten Förderung der Z-Bäume ist davon auszugehen, dass die Z-Bäume hinsichtlich Brusthöhendurchmesser und H/D-Wert bessere Ergebnisse aufweisen als bei einer anderen Durchforstungsart. Doch die Fläche, in die stark eingegriffen wurde, hat gegenüber der strukturierten Durchforstung keine Einbußen. Ganz im Gegenteil, der H/D-Wert der Z-Bäume beim „Starken Eingriff“ ist mit 79 niedriger als bei der „Strukturierten Fläche“, wo der durchschnittliche H/D-Wert der Z-Bäume bei 92 liegt. Somit ist davon auszugehen, dass die Zukunftsbäume des „Starken Eingriffes“ eine bessere Stabilität und Standfestigkeit aufweisen. Der schlechtere H/D-Wert ergibt sich dadurch, dass der BHD rund zwei Zentimeter kleiner ist als bei den Z-Bäumen auf der stark durchforsteten Fläche. Bei den anderen aufgenommenen Parametern ist der Unterschied vernachlässigbar. Somit ist zu sagen, dass die gezielte Steuerung der Z-Bäume bis jetzt noch keinen Unterschied zu einer starken Durchforstungsstrategie gebracht hat.

## 15.5 Vergleich Strukturierte Fläche und Fläche nach Förderrichtlinie

Bei der Stammzahlreduktion und bei der Erstdurchforstung nach den Förderrichtlinien wird darauf geachtet, dass ein stabiler und gleichzeitig ein wertbringender Bestand generiert wird. Bei der Stammzahlreduktion werden zu viele oder schlecht geformte Bäume entfernt, um die Konkurrenz zu regulieren. Bei der Erstdurchforstung werden Ausleseebäume bestimmt und diese gegenüber den Konkurrenten freigestellt. Dadurch wird eine Verbesserung der Stabilität und Qualität und zudem eine Steigerung des Zuwachses der Ausleseebäume erhofft. (agrar.steiermark.at, 2023)

Die Randbäume eines Bestandes sollen zudem schon in der Jugend genügend Platz haben, um eine lange und mächtige Krone bilden zu können. Dadurch sind diese Bäume standfester gegen den angreifenden Wind und leiten ihn gezielt in das Bestandesinnere. Sowohl bei der Fläche, in der der Bestand nach den Förderrichtlinien gepflegt wurde, als auch auf der Fläche, in der speziell die Z-Bäume stark gefördert wurden, wurde darauf geachtet, dass die Krone der Bäume bereits in der Jugend mindestens zwei Drittel des Baumes einnimmt. Nur dadurch kann sich ein günstiges H/D-Verhältnis einstellen. Außerdem können Bäume mit großen Kronen einen

Wipfelbruch besser überstehen, weil in den meisten Fällen noch sehr viel grüne Krone übrig ist. (Reh, Krogger, Schuster, & Zobl, 2015)

Die Stammzahl bei der Standarddurchforstung laut Förderrichtlinien ist im Vergleich zur strukturierten Fläche um knappe 150 Stück pro Hektar geringer. Stammzahl der Z-Bäume ist jedoch bei der strukturierten Fläche um ein Drittel geringer. Dadurch haben die Z-Bäume auf einen Hektar gesehen eine sehr geringe Grundfläche und ein niedriges Volumen. Der Brusthöhendurchmesser ist auf den gesamten Bestand bezogen bei der Standarddurchforstung um 1,5 Zentimeter stärker und auch die Oberhöhe ist um 1,5 Meter höher. Beim H/D-Wert sind sich die zwei Flächen sehr ähnlich. Auf den gesamten Bestand sind beide mit Werten um 100 um einiges zu hoch. Werden nur die Z-Bäume betrachtet, dann ist erkennbar, dass die Durchmesser bei der Standarddurchforstung um gute 1,5 Zentimeter stärker sind, jedoch bei der Höhe sind sich die Bestände sehr ähnlich. Aufgrund dessen ergibt sich, dass der H/D-Wert der Zukunftsbäume auf der strukturierten Durchforstungsfläche mit 92 um einiges höher ist als jener auf der Fläche, wo nach den Förderrichtlinien gearbeitet wurde welcher 83 beträgt. Der Kronendurchmesser ist auf den ganzen Bestand gerechnet bei der Standarddurchforstung mit 4,4 Metern etwas größer und die Kronenansatzhöhe ist auch um einen Meter höher als bei der Fläche, wo explizit die Z-Bäume gefördert wurden. Werden nun die Z-Bäume einzeln betrachtet, so ist erkennbar, dass das Volumen (107 Vfm) und die Grundfläche (12,6 m<sup>2</sup>) bei der Durchforstung nach Förderrichtlinien deutlich höher ist als bei der strukturierten Fläche.

<b>Vergleich der Z-Bäume [ha]</b>		
	<b>Förderrichtlinien</b>	<b>Strukturierte F.</b>
Stammzahl/ha	333	200
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	12,6	6
Volumen/ha [Vfm]	107	50
Ø BHD [cm]	21,6	19
Ø H/D-Wert	83	92
Ø Baummasse [Vfm]	0,32	0,25
Ø Höhe [m]	17,6	17,2
Ø Kronendurchmesser [m]	5,0	4,6
Ø Kronenansatzhöhe [m]	6,8	5,4

*Tabelle 27 Vergleich Z-Bäume (Förderrichtlinien Fläche/Strukturierte Fläche)*

<b>Vergleich Strukturierte Fläche/Förderrichtlinien Fläche [ha]</b>		
	<b>Förderrichtlinien</b>	<b>Strukturierte F.</b>
Stammzahl/ha	1467	1600
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	33,8	29,8
Volumen/ha [Vfm]	280	231
Oberhöhe [m]	18,9	17,4
Ø BHD [cm]	16,5	15
Ø H/D-Wert	100	103
Ø Baummasse [Vfm]	0,19	0,14
Ø Höhe [m]	15,7	14,9
Ø Kronendurchmesser [m]	4,4	4
Ø Kronenansatzhöhe [m]	6,6	5,6

Tabelle 28 Vergleich gesamter Bestand (Förderrichtlinien/Strukturierte Fläche)



Abbildung 52 Vergleich strukturierte Fläche (links) Durchforstung nach Förderrichtlinien (rechts)

## 15.6 Abschließender Vergleich zwischen Strukturierter Fläche und Fläche laut Förderrichtlinie

Die zu erwarteten Vorteile hinsichtlich stärkerem Brusthöhendurchmesser, Höhe und H/D-Wert, welche es bei einer gezielten Förderung der Zukunftsbäume geben sollte, werden anhand der Probeflächen nicht bestätigt. Der BHD der Z-Bäume liegt bei der Standarddurchforstung bei 21,6 Zentimetern und die mittlere Höhe bei 17,6 Metern. Bei der „Strukturierten Fläche“ liegt der BHD bei 19 Zentimetern und die mittlere Höhe bei 17,2 Metern. Obwohl die Z-Bäume explizit freigestellt wurden, sind bis jetzt keine Vorteile zu erkennen. Ganz im Gegenteil, sowohl die Z-Bäume aber auch der gesamte Bestand sind bei der Durchforstung nach den Förderrichtlinien sowohl vom BHD stärker, von der Höhe höher und auch vom H/D-Wert besser. Somit ist davon auszugehen, dass die Standarddurchforstung nicht zu vernachlässigen ist und dass mit ihr durchaus sehr positive Ergebnisse erreicht werden können.

## 15.7 Vergleich zwischen einer Durchforstung nach Förderrichtlinie in einem Fichtenbestand und einer Standarddurchforstung bei der Roteiche.

Bei der Standarddurchforstung in einem Fichtenbestand ist jenes Wissen angewandt worden, welches nach dem heutigen Stand zu den besten Ergebnissen hinsichtlich Wuchsleistung und Holzqualität führt. Der Vergleich dieser beiden Flächen soll zeigen, wie unterschiedlich die Baumarten sind beziehungsweise welche Unterschiede es überhaupt gibt. Die Ansprüche bei der Jungwuchspflege und bei der Durchforstung sind zwischen der Fichte und der Roteiche grundlegend verschieden. Während die Fichte bereits in jungen Jahren Platz benötigt, um sich gut entwickeln zu können, sollte die Roteiche möglichst dichtgehalten werden, um eine astfreie Schaftlänge von mindestens 6 bis 8 Metern zu erreichen. Die Z-Bäume sollten daher auch erst spät ausgesucht werden und von möglichen Bedrängern befreit werden. Um ein gutes Wachstum erreichen zu können, benötigt auch die Roteiche eine stark ausgebildete und große Krone. Das bedeutet, dass Z-Bäume bei Durchforstungen konsequent von Konkurrenzstämmen befreit werden sollten. Als Lichtbaumart weist die Roteiche bereits ein enormes Wachstum auf, bei einzelnen Versuchen wurden daher Triebhöhen von bis zu 2,5 Metern gemessen. (Henning, 2021)

Die Stammzahl auf einen Hektar gerechnet unterscheidet sich sehr stark. Auf der Probefläche, wo die Fichten wachsen, ist die Stammzahl fast doppelt so hoch wie auf der Roteichenfläche. Der durchschnittliche Brusthöhendurchmesser und die durchschnittliche Höhe sind auf beiden Bäumen ungefähr gleich und auch der H/D-Wert ist sehr ähnlich. Jedoch sind das Volumen und die Grundfläche pro Hektar bei den Fichten deutlich höher, weil einfach die Stammzahl um vieles höher ist. Die Kronenansatzhöhe ist bei beiden Flächen gleich und liegt bei 6,6 Metern. Vor allem bei den Roteichen ist dies sehr positiv, weil ein astfreier Schaft essenziell für Wertholz ist. Der Kronendurchmesser ist bei den Eichen höher, was auf die enorme Kronenentwicklung bei Laubbäumen zurückzuführen ist. Werden nun die Z-Bäume genauer betrachtet, so wird auch hier klar, dass die Stammzahl bei den Roteichen dreimal geringer ist als bei den Fichten. Die niedrigere Stammzahl ist bei der Roteiche beziehungsweise bei Laubholzbäumen allgemein geringer und auch die Anzahl der Z-Bäume ist geringer. Nur wenn die Stammzahl gering ist, ist es möglich, dass die Bäume eine mächtige Krone entwickeln, um somit große Durchmesser im Endbestand in einer möglichst geringen Zeit erzielen zu können. Der durchschnittliche BHD und

auch die durchschnittliche Höhe sind bei der Standarddurchforstung im Fichtenbestand um einiges höher als bei der Standarddurchforstung im Roteichenbestand. Der Kronendurchmesser ist bei den Eichen höher und auch die Kronenansatzhöhe ist um 1,4 Meter höher. Die niedrigere Stammzahl und die höhere Kronenansatzhöhe sind genau das, was man sich von einer Laubholzfläche erwartet.

<b>Vergleich der Z-Bäume [ha]</b>		
	<b>Fichte</b>	<b>Roteiche</b>
Stammzahl/ha	333	100
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	12,6	2,1
Volumen/ha [Vfm]	107	17
Ø BHD [cm]	21,6	16,3
Ø H/D-Wert	83	95
Ø Baummasse [Vfm]	0,32	0,17
Ø Höhe [m]	17,6	15,6
Ø Kronendurchmesser [m]	5,0	5,8
Ø Kronenansatzhöhe [m]	6,8	7,2

*Tabelle 29 Vergleich der Z-Bäume (Fichte/Roteiche)*

<b>Vergleich Nadelholzfläche/Laubholzfläche [ha]</b>		
	<b>Fichte</b>	<b>Roteiche</b>
Stammzahl/ha	1467	833
Grundfläche/ha [m <sup>2</sup> ]	33,8	17,1
Volumen/ha [Vfm]	280	137
Oberhöhe [m]	18,9	16,8
Ø BHD [cm]	16,5	16,0
Ø H/D-Wert	100	97
Ø Baummasse [Vfm]	0,19	0,16
Ø Höhe [m]	15,7	15,3
Ø Kronendurchmesser [m]	4,4	5,2
Ø Kronenansatzhöhe [m]	6,6	6,6

*Tabelle 30 Vergleich gesamter Bestand (Fichte/Roteiche)*



*Abbildung 53 Vergleich Standarddurchforstung Fichte (links) und Standarddurchforstung Roteiche (rechts)*

## 15.8 Abschließender Vergleich zwischen einer Durchforstung nach Förderrichtlinien und einer Standarddurchforstung bei der Roteiche

Die beiden Probestflächen lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Ziele, welche erreicht werden wollen, nur schwer vergleichen. Bei beiden Beständen haben die Zukunftsbäume die zu erreichenden Ziele gut erfüllt. Klar lässt sich auch sagen, dass die Stammzahlen zwischen den beiden Flächen extrem unterschiedlich sind. Die niedrige Stammzahl bei der Roteiche mit 833 Individuen pro Hektar entspricht ungefähr den Richtwerten und bei der Fichte ist die Anzahl der Z-Bäume mit 333 Stück pro Hektar auch im Rahmen. Deutlich zu erkennen ist auch, dass die Roteichen bei der astfreien Schaftlänge, welche 7,2 Meter beträgt, beinahe bereits den Sollwert erreicht haben und dass auch der Kronendurchmesser mit 5,8 Metern bereits eine beachtliche Größe aufweist. Die Volumina (107 Vfm) und die Grundfläche (12,6 m<sup>2</sup>) auf den Hektar sind aufgrund der unterschiedlichen Stammzahl beim Fichtenbestand deutlich höher. Der H/D-Wert liegt bei der Standarddurchforstung im Fichtenbestand bei 83 und befindet sich somit in einem akzeptablen Bereich.

## 16 Vergleich unterschiedlicher Durchforstungsmodelle

### 16.1 Stammzahlleitkurve nach Pollanschütz

Das folgende Diagramm stellt die Stammzahlleitkurve nach Pollanschütz dar. Diese Leitkurve wird mit der Formel:  $(20000/\text{Oberhöhe})$  berechnet. Sie gibt an, welche Stammzahl in Abhängigkeit von der Oberhöhe gegeben sein sollte, um in einem Bestand eine sinnvolle Z-Baumauszeige durchführen zu können.

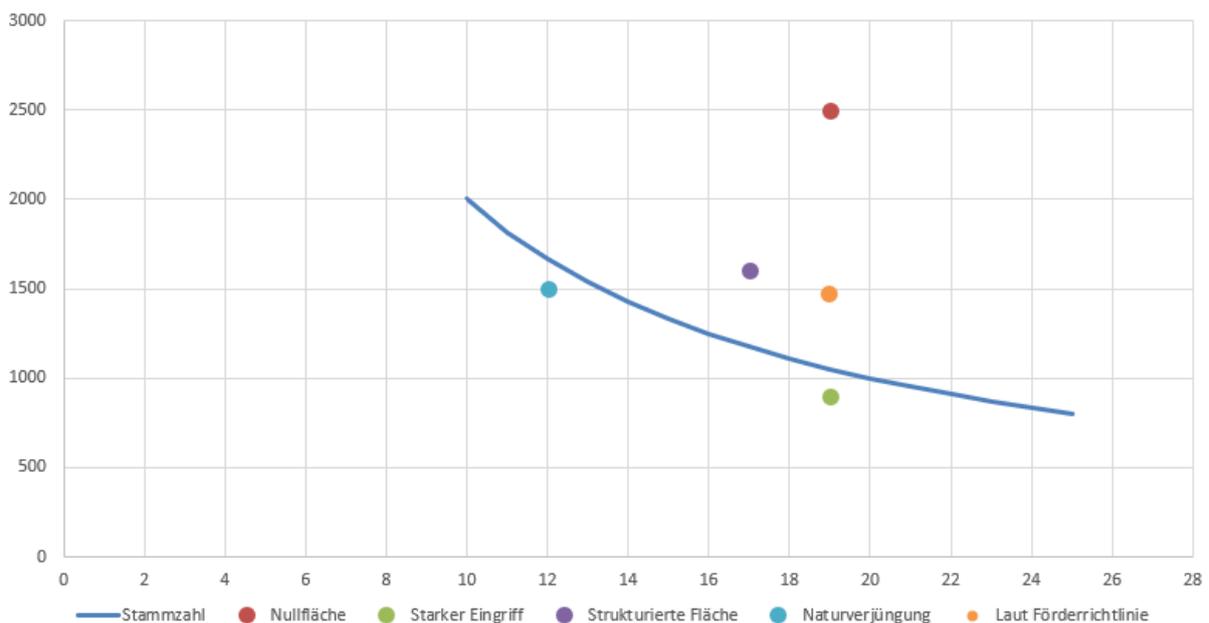


Abbildung 54 Stammzahlleitkurve nach Pollanschütz

Die Punkte, die über der Stammzahlleitkurve liegen sind die aufgenommenen Bestände: Nullfläche (rot), Strukturierte Fläche (violett) und Laut Förderrichtlinie (orange). Sie weisen, im Vergleich zur Stammzahllinie nach Pollanschütz eine viel zu hohe Stammzahl auf. In diesen Beständen finden sich nur sehr wenige Z-Bäume, die den Kriterien für Fichten-Z-Bäume entsprechen. Jene Punkte, die unter der Leitkurve liegen sind von der Stammzahl bereits im passenden Bereich und daher ist kein Eingriff notwendig. Dieses Diagramm lässt auch auf die H/D-Werte der Bestände Rückschlüsse ziehen. Befindet sich der Bestand über der Leitkurve so kann man davon ausgehen, dass nicht nur die Stammzahl des Bestandes zu hoch ist, sondern auch der H/D-Wert. Liegt der Bestand unter der Linie, so befinden sich Stammzahl und H/D-Wert im gewünschten Bereich.

## 16.2 Durchforstungshilfe 2010 von Abetz

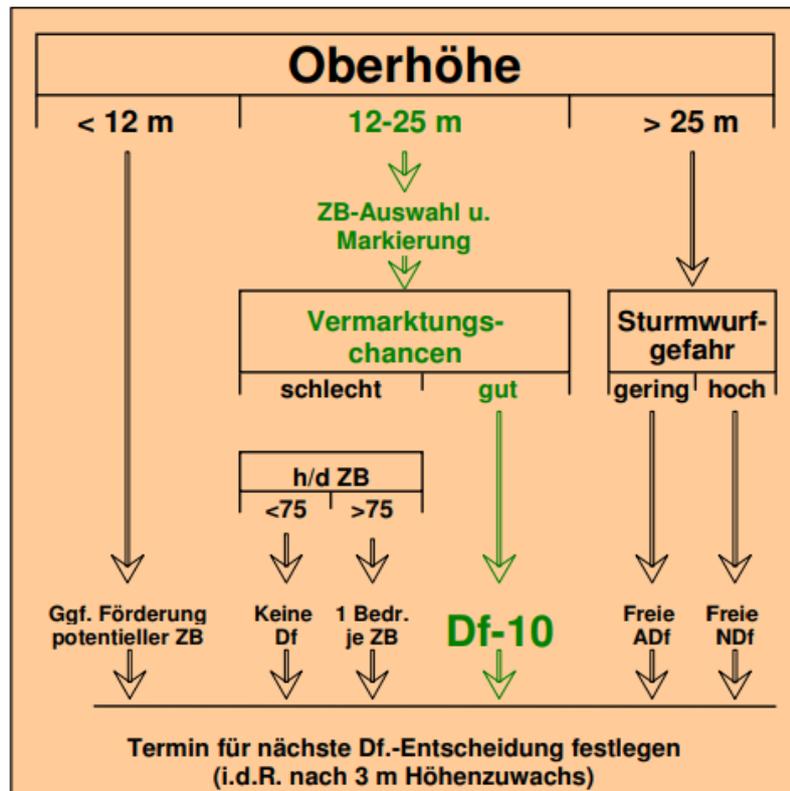


Abbildung 55 Entscheidungsdiagramm zur Anwendbarkeit der Df-Hilfe

Bei der Durchforstungshilfe wird empfohlen zwischen 12 und 25 Metern Oberhöhe in den Bestand einzugreifen. Als ersten Schritt müssen Z-Bäume ausgewählt und markiert werden. Wenn das getan ist, wird die Situation am Holzmarkt beobachtet. Bei guten Vermarktungschancen sowie einem passenden Holzpreis wird empfohlen die DF-10 anzuwenden. Sind die Marktlage und der Holzpreis schlecht, so soll auf die H/D-Werte der Z-Bäume geachtet werden. Bei H/D-Werten unter 75 muss nicht eingegriffen werden, liegen die H/D-Werte aber über 75, so wird empfohlen zumindest einen Bedränger je Z-Baum zu entfernen. Sind die Vermarktungschancen gut, so wird die Anwendung der Df-10 empfohlen. Zur Anwendung der Df-10 wird folgendes Diagramm benötigt.

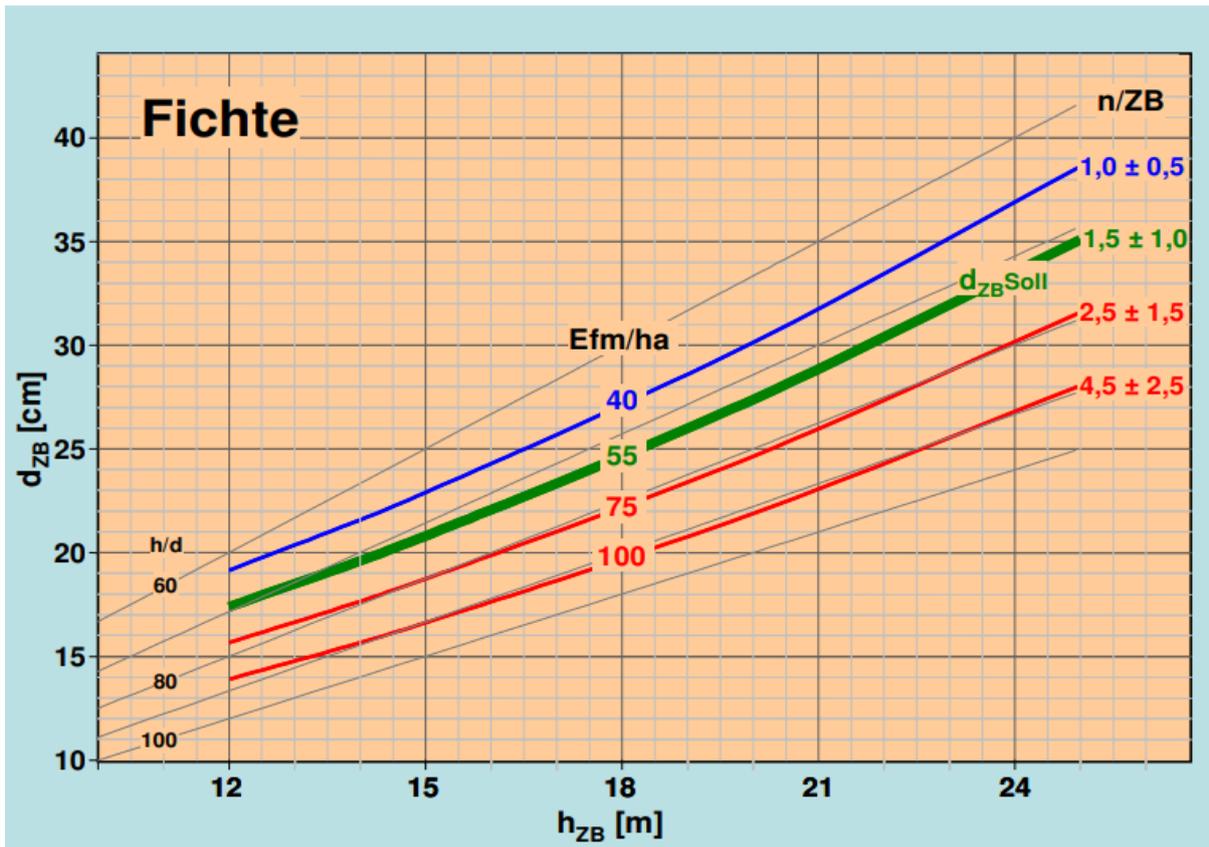


Abbildung 56 Anwendungsbeispiel DF 2010 Fichte

Das oben angeführte Diagramm stellt in Abhängigkeit von Höhe der Z-Bäume auf der X-Achse und Brusthöhendurchmesser der Z-Bäume auf der Y-Achse Richtlinien zur Eingriffsstärke in Efm/ ha je nach H/D-Wert dar. Umso höher die Z-Bäume, desto stärker muss der Brusthöhendurchmesser sein. Bei unpassendem Verhältnis und den daraus resultierenden schlechten H/D-Werten muss in den Bestand eingegriffen werden. Je nachdem wie hoch der H/D-Wert ist, so stark oder schwach muss eingegriffen werden. Als Beispiel: Bei einem H/D-Wert von 100 müsste man ca. 100 Efm/ha entnehmen, oder 4 bis 7 Bedränger je Z-Baum.

(Klädtker & Abetz, 2010)

## 17 Zusammenfassung

Untersuchungsgegenstand der Diplomarbeit sind fünf Fichtenbestände, die sich im „Wolschartwald“ (Nähe St. Veit/Kärnten) befinden und als Stammzahlversuchsflächen vom Landesforstdienst Kärnten seit 2011 geführt werden. Zusätzlich wurde auch ein Roteichenbestand aufgenommen, welcher nach einer Standarddurchforstung für Laubholz behandelt wurde.

Als erstes wurde in jeder Versuchsfläche eine 300 m<sup>2</sup> große Probefläche neu ausgepflockt und vermessen, wobei unterschiedliche Vermessungsmethoden angewandt wurden. Als beste Variante erwies sich das Vermessen mit dem Vertex in Kombination mit einem Theodolit für die Winkelmessung.

Aus den Jahren 2012, 2014 und 2019 wurden Aufnahmen aus Probeflächenaufnahmen mit je 100 m<sup>2</sup> von der LFD zur Verfügung gestellt. Damit konnte eine zeitliche Entwicklung von Bestandesparametern rekonstruiert werden. Im Vergleich der alten und neuen Daten kann gezeigt werden, wie sich die Bestände durch die unterschiedlichen Eingriffe verändert haben.

### 17.1 Vergleich der alten Daten

Der Vergleich der alten Daten soll zeigen, wie sich die Daten hinsichtlich der Aufnahmejahre 2012, 2019 und 2022 verändert bzw. entwickelt haben. Es wurden die Aufnahmen der Flächen „Starker Eingriff“, „Förderrichtlinien Fläche“, „Strukturierte Fläche“ und die Z-Bäume der „Strukturierten Fläche“ der Jahre 2012, 2019 und 2022 miteinander verglichen.

Durch einen starken Eingriff in den Bestand ist der durchschnittliche BHD der Fläche „Starker Eingriff“ von 2019 mit 15 cm bis zum Jahr 2022 auf 19 cm angestiegen.

Bei der Fläche laut Förderrichtlinien wurde nach dem Auslese-Prinzip vorgegangen. Die Stammzahl wurde von 2019 mit 1933 durch einen Eingriff auf 1467 Bäume pro Hektar im Jahr 2022 verringert. Dadurch stieg der BHD stark an. Dieser betrug 2012 7 cm, 2019 13 cm und 2022 18 cm.

Bei der „Strukturierten Fläche“ ist der durchschnittliche H/D-Wert trotz eines Eingriffs angestiegen. Dies beruht darauf, dass auch die Höhe angestiegen ist. Dieser betrug im Jahr 2012 106, 2019 97 und 2022 103.

Bei den Z-Bäumen der „Strukturierten Fläche“ ist ebenfalls der durchschnittliche H/D-Wert stark angestiegen, weil die durchschnittliche Höhe und die Stammzahl

angestiegen sind, aber der durchschnittliche BHD gleichblieb. Die Stammzahl der Z-Bäume betrug im Jahr 2012 167, im Jahr 2019 ebenso 167 und im Jahr 2022 200 Stück pro Hektar.

## 17.2 Vergleich untereinander

Der Vergleich untereinander sollte zeigen, mit welcher Durchforstungsvariante die Wertleistung, Wirtschaftlichkeit und die Stabilität gegenüber Umwelteinflüssen am höchsten sind. Den besten H/D-Wert weist der „Starke Eingriff“ auf. Der H/D-Wert für den gesamten Bestand liegt hier bei 88 und der H/D-Wert der Z-Bäume bei 79. Im Vergleich dazu finden sich die höchsten und somit schlechtesten H/D-Werte bei der „Nullfläche“. Auf dieser Fläche beträgt der H/D-Wert für den ganzen Bestand 112 und der H/D-Wert der Z-Bäume bei 102. Der BHD des gesamten Bestandes und auch der Z-Bäume ist auch beim „Starken Eingriff“ mit 19 Zentimetern beziehungsweise 21,9 Zentimetern am stärksten. Das meiste Volumen mit 299 Vfm/ha befindet sich aufgrund der hohen Stammzahl (2500 Stk.) auf der Nullfläche. Bei der „Strukturierten Fläche“ befinden sich 231 Vfm/ha und bei der „Standarddurchforstung“ 280 Vfm/ha. Die größten Kronendurchmesser haben die Bäume der Standarddurchforstung auf der Roteichenfläche mit 5,2 Metern. Die kleinsten Kronendurchmesser befinden sich auf der „Nullfläche“ mit 3,2 Metern. Die Kronenansatzhöhe ist mit 7,8 Metern Höhe bei „Nullfläche“ am höchsten und bei der „Strukturierten Fläche“ mit 5,6 Metern Höhe am niedrigsten. Aufgrund der oben angeführten Daten und Werte ist zu sagen, dass die größten Gegensätze die „Nullfläche“ und der „Starke Eingriff“ aufweisen. Die anderen Probeflächen liegen mit ihren Werten zum größten Teil zwischen diesen beiden Flächen. Aufgrund dieser Vergleiche ist jetzt schon erkennbar, dass die Umtriebszeit bei der Nullfläche gegenüber den anderen Flächen wohl um einiges höher sein wird. Nach heutigem Stand ist zu erwarten, dass der „Starke Eingriff“ die geringste Umtriebszeit haben wird.

### 17.3 Vergleich unterschiedlicher Durchforstungsmodelle

Im Vergleich der zwei Durchforstungsmodelle ist zu sagen, dass sich grundsätzlich das bestätigt, was bei den Berechnungen der Bestände bereits ersichtlich war. Jene Bestände mit schlechten H/D-Werten weisen laut beiden Durchforstungsarten eine zu hohe Stammzahl auf und sollten dementsprechend auch behandelt werden. Ein Unterschied zwischen den Durchforstungsmodellen ist, dass die DF 2010 nicht nur auf Oberhöhe, Stammzahl und H/D-Werte eingeht, sondern auch die Marktlage sowie die Vermarktungschance berücksichtigt. Die Durchforstungshilfe nach Abetz gibt auch je nach Situation und Notwendigkeit des Eingriffs die Stärke und Art des Eingriffs anhand des Diagrammes wieder. Dies ist bei der Stammzahlleitkurve nach Pollanschütz nicht der Fall. Bei dieser Variante wird lediglich ein Richtwert in Abhängigkeit der Oberhöhe vorgegeben. Liegt man über dem Richtwert muss eingegriffen werden, liegt man darunter kann man mit der nächsten Durchforstung noch warten. Grundsätzlich sind beide Durchforstungsmodelle nützlich, um einen Überblick zu bekommen. Die Durchforstungshilfe 2010 von Abetz ist jedoch weitaus präziser.

## 18 Literaturverzeichnis

- agr.ar.steiermark.at. (2023). *Waldbaumaßnahmen*. Abgerufen am 23. 2 2023 von <https://www.agrar.steiermark.at/cms/ziel/44042321/DE/>
- Ammann, P. L. (2004). *Untersuchung der natürlichen Entwicklungsdynamik in Jungwaldbeständen- Biologische Rationalisierung der waldbaulichen Produktion bei Fichte, Esche, Bergahorn und Buche*. Abgerufen am 17. 1 2023 von <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/148605>
- BFW. (2022). *Die Fichte im Klimawandel*. Abgerufen am 16. 1 2023 von <https://www.schutzwald.at/service/news/schutzwald/2022/fichte-im-klimawandel.html>
- BFW. (2023). *Welche Baumarten haben Zukunft?* Abgerufen am 15. 12 2022 von <https://www.klimafitterwald.at/fragen-und-antworten/welche-baumarten-haben-zukunft/>
- Büchsenmeister, R. (2012). *Verbreitung und Leistung der Fichte in Österreich*. Abgerufen am 14. 2 2023 von <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/nadelbaeume/oesterreich-verbreitung-der-fichte>
- Christoph, J. (2022). *Laser-Entfernungsmesser: Alles was Du wissen solltest [Ratgeber, Modelle & FAQ]*. Abgerufen am 26. 12 2022 von <https://laser-messgeraete.de/laser-entfernungsmesser/>
- Ebert, H.-P. (2009). *Die Zielbaum-Durchforstung - ein Weg zur Erziehung starken Wertholzes*. Abgerufen am 25. 11 2022 von <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/bestandesspflege/die-zielbaum-durchforstung>
- Fieber, J. (2023). *Fichte*. Abgerufen am 29. 3 2023 von <https://www.wald.rlp.de/de/wald/baeume-unserer-waelder/fichte/>
- Haglöf. (2020). *Vertex 5 Bedienungsanleitung*. Abgerufen am 3. 20 2023 von [https://cdn.grube.de/2021/06/09/BA\\_80-158\\_80-159\\_DE\\_j21.pdf](https://cdn.grube.de/2021/06/09/BA_80-158_80-159_DE_j21.pdf)
- Henning, B. (2021). *Roteiche*. Abgerufen am 1. 3 2023 von <https://www.forestbook.info/roteiche/>
- Jagdfakten.at. (2023). *Fichte: ein Steckbrief zum heimischen Nadelbaum*. Abgerufen am 10. 3 2023 von <https://www.jagdfakten.at/fichte-heimischer-nadelbaum/>

- Jirikowski, W. (2012). *Durchforstung im Bauernwald*. Abgerufen am 31. 1 2023 von [https://www.derwaldbauer.at/aktuelles/2012/06/durchforstung\\_imbauernwald.html](https://www.derwaldbauer.at/aktuelles/2012/06/durchforstung_imbauernwald.html)
- Klädtker, J., & Abetz, P. (2010). *Durchforstungshilfe 2010 Merkblatt 53/2010*. Abgerufen am 22. 3 2023 von [https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/merkblatt/mb\\_53.pdf](https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/merkblatt/mb_53.pdf)
- Kleinszig, G. (2019). *Betrieb und Geschichte*. Abgerufen am 29. 11 2022 von <https://zukunfft-wald.at/betrieb-geschichte-wolschartwald/>
- Knoke, T. (1998). Die Stabilisierung junger Fichtenbestände durch starke Durchforstungseingriffe- Versuch einer ökonomischen Bewertung. *Forstarchiv*, S. 219-226. Abgerufen am 1. 2 2023 von <https://mediatum.ub.tum.de/doc/738727/232%20Knoke.pdf>
- Landesregierung, A. d. (2022). *Zeitgerechtes Durchforsten bringt Wertzuwachs, Stabilität und Einkommen*. Abgerufen am 6. 1 2023 von <https://www.landoberoesterreich.gv.at/18090.htm#:~:text=Standfestigkeit%20leicht%20gemessen&text=Ein%20gutes%20Ma%C3%9F%20f%C3%BCr%20die,h%C3%B6chste%20Stabilit%C3%A4t%20bei%20zufriedenstellender%20Wuchsleistung>.
- Landwirtschaftskammer, Ö. (2015). *Durchforsten in Laub- und Nadelholzbeständen*. Abgerufen am 23. 2 2023 von [https://www.waldverband.at/wp-content/uploads/2015/10/Durchforstung\\_Web.pdf](https://www.waldverband.at/wp-content/uploads/2015/10/Durchforstung_Web.pdf)
- Martens, S. (2012). *Waldpflege lohnt sich*. Abgerufen am 8. 2 2023 von <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/bestandesspflege/durchforsten-lohnt-sich>
- Maschinenring. (2022). *Dickungspflege: Mehr Vitalität, Stabilität und Qualität*. Abgerufen am 16. 2 2023 von <https://www.maschinenring.at/maschinenring-service-tirol-reg-genmbh/dickungspflege-erhoehung-von-vitalitaet-stabilitaet-und-qualitaet#>
- Maschinenring, Ö. (2021). *Dickungspflege: Mehr Vitalität, Stabilität und Qualität*. Abgerufen am 8. 1 2023 von <https://www.maschinenring.at/maschinenring-service-tirol-reg-genmbh/dickungspflege-erhoehung-von-vitalitaet-stabilitaet-und-qualitaet#>
- Pierre, V. (2006). *Der Einfluss der Durchforstung auf die Verankerung der Fichte hinsichtlich ihrer Sturmresistenz*. Abgerufen am 1. 2 2023 von <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/149306>

- Reh, M., Krogger, J., Schuster, K., & Zobl, A. (2015). *Durchforstung in Laub- und Nadelwaldbeständen*. Abgerufen am 25. 2 2023 von [https://www.waldverband.at/wp-content/uploads/2015/10/Durchforstung\\_Web.pdf](https://www.waldverband.at/wp-content/uploads/2015/10/Durchforstung_Web.pdf)
- Ruhm, W. (2013). *Die Roteiche, wüchsig und attraktiv*. Abgerufen am 25. 12 2022 von <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/laubbaeume/roteiche>
- Spektrum.de. (2001). *Bussole*. Abgerufen am 5. 12 2022 von <https://www.spektrum.de/lexikon/kartographie-geomatik/bussole/701>
- von Willert, M. (2023). *Zukunftsbäume: Das Konzept der Z-Bäume*. Abgerufen am 31. 1 2023 von <https://www.waldhilfe.de/konzept-der-z-baume/>
- Wald.de. (2023). *Die Durchforstung - Grundlagen*. Abgerufen am 27. 2 2023 von <https://www.wald.de/forstwirtschaft/waldpflege/durchforstung/>
- Wald-Prinz. (2012). *Auslese-Durchforstung: Das Z-Baum-Konzept*. Abgerufen am 13. 2 2023 von <https://www.wald-prinz.de/auslese-durchforstung-das-z-baum-konzept/3466>
- Wald-Prinz. (2013). *H/D-Wert als Indikator für die Standfestigkeit eines Baums*. Abgerufen am 31. 1 2023 von <https://www.wald-prinz.de/der-hd-wert-als-indikator-fur-die-standfestigkeit-eines-baums/3654>
- Waldverband, Ö. (2018). *Aufforstung und Stammzahlreduktion*. Abgerufen am 17. 3 2023 von [https://www.waldverband.at/wp-content/uploads/2018/07/1x1-Aufforstung\\_Druck.pdf](https://www.waldverband.at/wp-content/uploads/2018/07/1x1-Aufforstung_Druck.pdf)
- Warnke, S. (2021). *Wie funktioniert GPS? Alles Wissenswerte zum Ortungssystem*. Abgerufen am 31. 1 2023 von <https://www.inside-digital.de/ratgeber/gps-erklaert-alles-wissenswertes-zum-ortungssystem>

## 19 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Lageplan Wolschartwald (gelber Kreis) .....	2
Abbildung 2 Drohneneinsatz in der Forstwirtschaft .....	4
Abbildung 3 Swissphone .....	5
Abbildung 4 Korrekte Astung .....	12
Abbildung 5: Modell zur Entnahme von Bedrängern .....	13
Abbildung 6 Lageplan der Rechtecke .....	15
Abbildung 7 Lageplan der einzelnen Probeflächen .....	15
Abbildung 8 In die Waage bringen des Theodolits .....	17
Abbildung 9 Theodolit mit Stativ .....	17
Abbildung 10 Messen mit Laserdistanzmessgerät .....	19
Abbildung 11 Bussole .....	20
Abbildung 12 Anwendung Vertex .....	21
Abbildung 13 Distanzen messen mit dem Vertex .....	21
Abbildung 14 GPS Daten Handy .....	22
Abbildung 15 Messen mit Theodolit und Bussole .....	23
Abbildung 16 Messen mit Stahlmaßband .....	24
Abbildung 17 Anbringen des Transponders auf 130 cm .....	25
Abbildung 18 Messen des BHDs .....	26
Abbildung 19 Schnur zum Einmessen ins Koordinatensystem .....	27
Abbildung 20 Nullfläche .....	31
Abbildung 21 Stammzahlverteilung nach BHD-Stufen auf der Nullfläche (nur messrelevante Bäume) .....	33
Abbildung 22 Stammzahlverteilung nach BHD-Stufen (alle Bäume) .....	33
Abbildung 23 Verteilung der Z-Bäume auf der Probefläche .....	34
Abbildung 24 Verteilung des gesamten Bestandes auf der Probefläche .....	35
Abbildung 25: Starker Eingriff .....	37
Abbildung 26 Stammzahlverteilung nach BHD-Stufen .....	39
Abbildung 27 Stammzahlverteilung nach BHD-Stufen (alle Bäume) .....	39
Abbildung 28: Verteilung der Z-Bäume auf der Probefläche .....	40
Abbildung 29 Verteilung der Z-Bäume und des sonstigen Bestandes .....	41
Abbildung 30 Strukturierte Fläche .....	44

Abbildung 31 Stammzahlverteilung pro Hektar unter Rücksichtnahme der abgestorbenen Individuen .....	45
Abbildung 32 Stammzahlverteilung pro Hektar ohne abgestorbene Individuen.....	45
Abbildung 33 Lageplan Strukturierte Fläche Z-Bäume .....	46
Abbildung 34 Strukturierte Fläche Gesamtbestand .....	47
Abbildung 35 Naturverjüngungsfläche .....	50
Abbildung 36 Stammzahlverteilung pro Hektar und Individuen <8 cm und abgestorbene Individuen .....	51
Abbildung 37 Stammzahlverteilung pro Hektar von den BHD-Stufen 9, 12 und 15..	51
Abbildung 38 Lageplan Naturverjüngungsfläche Z-Bäume.....	52
Abbildung 39 Lageplan Naturverjüngungsfläche Gesamtbestand .....	52
Abbildung 40 Stammzahlverteilung pro Hektar und Individuen <8 cm und abgestorbene Individuen .....	55
Abbildung 41 Stammzahlverteilung pro Hektar von den allen BHD-Stufen .....	55
Abbildung 42 Lageplan der Z-Bäume "Laut Förderrichtlinie" .....	56
Abbildung 43 Lageplan des gesamten Bestandes "Laut Förderrichtlinie" .....	57
Abbildung 44 Laut Förderrichtlinie .....	57
Abbildung 45 Stammzahlverteilung pro Hektar in die BHD-Stufen 12, 15, 18 und 21 (Laubholzfläche).....	60
Abbildung 46 Lageplan der Z-Bäume "Laubholzfläche".....	61
Abbildung 47 Lageplan des gesamten Bestandes "Laubholzfläche" .....	62
Abbildung 48 Laubholzfläche.....	62
Abbildung 49 Lageplan alte Probekreise .....	63
Abbildung 50: Vergleich Nullfläche (links), starker Eingriff (rechts) .....	70
Abbildung 51: Vergleich strukturierte Fläche (links) und starker Eingriff (rechts).....	73
Abbildung 52 Vergleich strukturierte Fläche (links) Durchforstung nach Förderrichtlinien (rechts).....	76
Abbildung 53 Vergleich Standarddurchforstung Fichte (links) und Standarddurchforstung Roteiche (rechts).....	78
Abbildung 54 Stammzahlleitkurve nach Pollanschütz.....	80
Abbildung 55 Entscheidungsdiagramm zur Anwendbarkeit der Df-Hilfe.....	81
Abbildung 56 Anwendungsbeispiel DF 2010 Fichte .....	82

## 20 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Ergebnisse vermessen Nullfläche .....	30
Tabelle 2 Datenübersicht Nullfläche .....	32
Tabelle 3 Datenvergleich zwischen Z-Bäume und sonstigem Bestand bei der Nullfläche.....	32
Tabelle 4 Ergebnisse vermessen „Starker Eingriff“ .....	36
Tabelle 5 Datenübersicht "Starker Eingriff" .....	38
Tabelle 6 Datenvergleich zwischen Z-Bäumen und sonstigem Bestand (Starker Eingriff) .....	38
Tabelle 7 Ergebnis Flächenvermessung "Strukturierte Fläche" .....	42
Tabelle 8 Datenübersicht "Strukturierte Fläche" .....	43
Tabelle 9 Datenvergleich zwischen Z-Bäumen und sonstigem Bestand (Strukturierte Fläche).....	44
Tabelle 10 Ergebnis Flächenvermessung „Naturverjüngungsfläche“ .....	48
Tabelle 11 Datenübersicht "Naturverjüngung" .....	49
Tabelle 12 Datenvergleich zwischen Z-Bäumen und sonstigem Bestand (Naturverjüngung).....	49
Tabelle 13 Ergebnis Flächenvermessung "Laut Förderrichtlinie" .....	53
Tabelle 14 Datenübersicht "Laut Förderrichtlinie" .....	53
Tabelle 15 Datenvergleich zwischen Z-Bäumen und sonstigem Bestand (Laut Förderrichtlinie).....	54
Tabelle 16 Flächenvermessung Ergebnisse .....	58
Tabelle 17 Datenübersicht Laubholzfläche.....	58
Tabelle 18 Datenvergleich zwischen Z-Bäumen und sonstigem Bestand (Laubholzfläche .....	59
Tabelle 19 Datenübersicht der Jahre 2012, 2019, 2022 .....	64
Tabelle 20 Datenübersicht der Jahre 2012, 2019, 2022 .....	65
Tabelle 21 Datenübersicht der Jahre 2012, 2019, 2022 .....	66
Tabelle 22 Datenübersicht der Jahre 2012, 2019, 2022 .....	67
Tabelle 23 Vergleich gesamter Bestand (Starker Eingriff/Nullfläche) .....	69
Tabelle 24 Vergleich Z-Bäume (Starker Eingriff/Nullfläche).....	69
Tabelle 25 Vergleich der Z-Bäume (Starker Eingriff/Strukturierte Fläche) .....	73
Tabelle 26 Vergleich gesamter Bestand (Starker Eingriff/Strukturierte Fläche).....	73

Tabelle 27 Vergleich Z-Bäume (Förderrichtlinien Fläche/Strukturierte Fläche) .....	75
Tabelle 28 Vergleich gesamter Bestand (Förderrichtlinien/Strukturierte Fläche) .....	76
Tabelle 29 Vergleich der Z-Bäume (Fichte/Roteiche) .....	78
Tabelle 30 Vergleich gesamter Bestand (Fichte/Roteiche) .....	78

Stundenaufzeichnung					
Bozic		Jannach		Kueß	
Datum	Stunden	Datum	Stunden	Datum	Stunden
24.03.2022	4,5	24.03.2022	4,5	24.03.2022	4,5
27.04.2022	1,5	27.04.2022	1,5	27.04.2022	1,5
03.06.2022	2,5	03.06.2022	2,5	03.06.2022	2,5
16.06.2022	11	16.06.2022	11	16.06.2022	11
01.07.2022	6	01.07.2022	6	01.07.2022	6
02.07.2022	7,5	02.07.2022	7,5	02.07.2022	7,5
07.09.2022	12,5	07.09.2022	12,5	07.09.2022	12,5
08.09.2022	9	08.09.2022	9	08.09.2022	9
13.09.2022	3	13.09.2022	4	13.09.2022	4
28.09.2022	1	13.10.2022	2	17.12.2022	3
12.10.2022	2	18.10.2022	3	20.12.2022	1
29.11.2022	3	26.10.2022	3	26.12.2022	2
05.12.2022	1,5	13.12.2022	2	28.12.2022	3
12.12.2022	2	14.12.2022	2	02.01.2023	4
13.12.2022	3,5	15.12.2022	2	05.01.2023	2
13.12.2022	3	20.12.2022	1	06.01.2023	4
14.12.2022	3	26.12.2022	3,5	07.01.2023	3
20.12.2022	1	26.12.2022	2,5	08.01.2023	4
21.12.2022	2,5	28.12.2022	3	12.01.2023	3
26.12.2022	4	29.12.2022	3	14.01.2023	2
28.12.2022	2	02.01.2023	3	15.01.2023	4
01.01.2022	4	03.01.2023	3	19.01.2023	3
02.01.2022	2,5	17.01.2023	0,75	20.02.2023	3
05.01.2023	3	25.01.2023	2	22.02.2023	2
06.01.2023	2,5	30.01.2023	4	23.02.2023	4
08.01.2023	3,5	30.01.2023	3	26.02.2023	3
17.01.2023	0,75	31.01.2023	2,5	28.02.2023	3
18.01.2023	2,5	31.01.2023	3	03.03.2023	4
19.01.2023	3	01.02.2023	2	05.03.2023	5
20.01.2023	3	07.02.2023	2,5	07.03.2023	4
23.01.2023	6	08.02.2023	2,5	08.03.2023	4
26.01.2023	2,5	14.02.2023	3,5	10.03.2023	3
30.01.2023	2	14.02.2023	3,5	11.03.2023	4
31.01.2023	4,5	15.02.2023	4	12.03.2023	5
01.02.2023	3	15.02.2023	3,5	14.03.2023	3
05.02.2023	3	21.02.2023	3,5	16.03.2023	4
12.02.2023	1,5	23.02.2023	3	18.03.2023	6
13.02.2023	2	27.02.2023	5	19.03.2023	6
14.02.2023	3,5	27.02.2023	3	20.03.2023	5
18.02.2023	3	28.02.2023	3	21.03.2023	5
20.02.2023	4,5	01.03.2023	2,25	22.03.2023	3
22.02.2023	2,5	01.03.2023	2	24.03.2023	5
23.02.2023	3	02.03.2023	4	26.03.2023	6
25.02.2023	3	03.03.2023	3,5	27.03.2023	4
26.02.2023	3	04.03.2023	3		
27.02.2023	4	05.03.2023	4		
27.02.2023	2,5	06.03.2023	3,5		
28.02.2023	3	06.03.2023	3		
01.03.2023	3,5	07.03.2023	1,5		
05.03.2023	4	07.03.2023	4		
06.03.2023	2,5	11.03.2023	3		
06.03.2023	3	12.03.2023	3		
07.03.2023	3	14.03.2023	3		
11.03.2023	3	16.03.2023	1,5		
14.03.2023	3,5	16.03.2023	1		
16.03.2023	1,5	20.03.2023	3,5		
16.03.2023	1	20.03.2023	2		
16.03.2023	1,5	21.03.2023	3		
19.03.2023	3,25	26.03.2023	2,5		
20.03.2023	3	27.03.2023	3		
21.03.2023	5				
<b>Summe</b>	<b>205</b>	<b>Summe</b>	<b>202</b>	<b>Summe</b>	<b>187</b>