

Einbringung von Mischbaumarten in Fichtenbestände im Raum Althofen/Kärnten

Diplomarbeit

eingereicht von

Jakob Mitterer, Leonard Strasser

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

Mag. Thomas Brandner

Dipl. Ing. Günter Kleinszig

Dipl. Ing. Dr. Andreas Auer-Welsbach

Teilthemen

Untersuchungen von Saatflächen mit Weißtanne (Leonard Strasser)

Untersuchungen von Saatflächen mit Stieleiche (Jakob Mitterer)

März 2024

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Jakob Mitterer, 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 April 2024

Unterschrift:

Ich, Leonard Strasser, 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 April 2024

Unterschrift:

Abstract (DE)

Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist die Baumartenwahl in der Forstwirtschaft ein häufig diskutiertes Thema. Vor allem in den letzten Jahren traten vermehrt Auswirkungen in Form von Starkregenereignissen sowie Stürmen mit hohen Windgeschwindigkeiten auf, welche die fichtendominierten Wälder Kärntens nicht nur primär durch große Windwurfflächen, sondern auch sekundär durch Borkenkäferkalamitätsflächen prägten. Eine vorbeugende Maßnahme gegen instabile Wälder stellt der Mischwald dar. In der vorliegenden Diplomarbeit wird untersucht, in welcher Form die Tanne und die Eiche im Raum Althofen mittels Saatgutausbringung einen ökonomisch lukrativen sowie ökologisch wertvollen Beitrag zur Förderung von Mischwaldgesellschaften darstellen.

Die Tannen- und Eichensaaten wurden in zwei Betrieben im Raum St. Veit im Jahr 2020 ausgebracht und eingezäunt. Die Erhebungen fanden im Sommer 2022 und 2023 statt. Aus den Erhebungen können folgende Aussagen getroffen werden: In beiden Betrieben wurden insgesamt 41 Eichensaatflächen untersucht und insgesamt 414 Eichen beurteilt. Als erfolgreich konnten nur 13 Saatflächen im Betrieb Auer-Welsbach beurteilt werden. Anhand des Korrelationskoeffizienten konnte mit dem Himmelsprozent und der Konkurrenzvegetation ein mittlerer Zusammenhang festgestellt werden. Von den insgesamt 30 untersuchten Tannensaatflächen in denen insgesamt 323 Tannen beurteilt wurden, konnten alle Flächen als erfolgreich beurteilt werden.

Die Kosten der Zaunflächen betragen im Schnitt ca. 45 €/Zaun und bei ca. 1.700 €/ha. In diesen Zahlen ist das Saatgut jedoch nicht enthalten. Die Erhebungen ergaben zum Teil gute Verjüngungen mit anderen Baumarten, die auf den Rohbodenbedingungen der Saatflächen zufällig keimten. Die dominanteste Baumart war dabei die Fichte. Genau diese Baumart will man aber mit dem Anlege von Saatflächen nicht fördern.

Abstract (EN)

Against the backdrop of climate change, the choice of tree species in forestry is a frequently discussed topic. In recent years, there has been an increased impact in the form of heavy rainfall events and storms with high wind speeds, which have devastated the spruce-dominated forests of Carinthia. Windthrow and bark beetles have come in the wake of the storms destroying unstable forests. A preventive measure against unstable forests is to establish a mixed forest. This diploma thesis examines how fir and oak in the Althofen area can make an economically lucrative and ecologically valuable contribution to the promotion of mixed forest communities. The areas were created artificially by seed sowing.

The fir and oak seeds were sown and fenced on two farms in the St. Veit area in 2020. We conducted the surveys in the summers of 2022 and 2023.

In total, 41 oak seed plots were examined on both farms. On these plots, 414 oak saplings were accounted for. Only 13 seeded areas on the Auer-Welsbach farm were deemed successful. Based on the correlation coefficient, a medium correlation was found betwixt the canopy density and the competing vegetation. In the 30 fir sowing areas analyzed, a total of 323 firs were assessed. All areas were judged to be successful.

If the cost of fencing the areas is included in the seeding, which averaged around €12/m² per fenced area, the seeding on these two farms must be assessed as economically unprofitable. The cost totaled around €1,700/ha. The surveys revealed that other tree species germinated randomly in the raw soil of the seeded areas. The most dominant tree species was spruce. However, it is precisely this tree species that the establishment of seed plots intends to avoid.

Vorwort

Koordination von verschiedenen Bewirtschaftungskonzepten für diverse Wälder, Weitervermarktung des Rohstoffes Holz und auch die Festlegung unterschiedlicher Maßnahmen für das sich verändernde Klima und dem daraus folgenden veränderten Waldbild sind die Grundaufgaben des modernen Försters. Für die Bewirtschaftung der heimischen Wälder muss nicht nur betriebswirtschaftliches Knowhow beherrscht, sondern auch stets ein Blick in die Zukunft geworfen werden. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Neu- bzw. Wiederaufforstung. Bei der Auswahl der passenden Baumarten für die vorherrschenden Standortverhältnisse müssen die zukünftig durch den Klimawandel veränderten Gegebenheiten berücksichtigt werden. Herkömmlich wird hierbei auf die Lochpflanzung gesetzt. Dabei werden entweder wurzelnacktes Pflanzgut oder Ballenpflanzen verwendet. Eine etwas in Vergessenheit geratene Pflanzvariante ist die Aussaat von forstlichem Saatgut. Früher, vor allem in der Nachkriegszeit, als große Kahlfelder wiederbewaldet werden mussten, wurde dieses Verfahren forciert. Dabei wurde die Saatgutherkunft vernachlässigt, was dazu führte, dass viele Flächen mit nicht standortangepasstem Saatgut aufgeforstet wurden. Dies führte zu einer höheren Anfälligkeit gegenüber biotischen und abiotischen Faktoren. Nach und nach wurde die Lochpflanzung immer populärer, so gibt es heute nur mehr wenige Betriebe, welche Aufforstungen mittels Saat durchführen. Unter der Leitung von Herrn Mag. Thomas Brandner fand im Jahr 2020 im Gebiet Althofen ein Versuch mit Tannen- und Eichensaatflächen statt, welche wir nutzten, um auf dieser Basis die vorliegende Diplomarbeit zu verfassen. In einem 30–40-jährigen Fichtenbestand wurden Saatflächen eingebracht, wobei jede einzelne Fläche eingezäunt wurde. Auf diese Weise wurde versucht, eine Verjüngung unter dem Schirm des Altbestandes einzubringen, um damit langsam wachsenden Baumarten, wie zum Beispiel der Tanne, einen Wuchsvorsprung zu verschaffen. Dieses Verfahren wird als Voranbau bezeichnet. Um den Erfolg der Saat zu bewerten, wurden Stückzahlen, Zuwächse, Ausfälle sowie Schäden und deren Ursachen erfasst. Dafür wurden die benötigten Parameter über eine Periode von knapp einem Jahr aufgenommen, ausgewertet und grafisch dargestellt, um Aussagen über die Entwicklung der Pflanzen treffen zu können.

Danksagung

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

Ein besonderer Dank gilt Herrn OStR Dipl. Ing. Martin Kugler für seine fachliche Begleitung und Unterstützung. Er stand uns stets mit guten und fachlich fundierten Ratschlägen zur Seite.

Bei Herrn Mag. Thomas Brandner (Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 10 - Land- und Forstwirtschaft, Ländlicher Raum - Unterabteilung Forstwirtschaft) möchten wir uns für die Anregung zu dieser Arbeit und seine Unterstützung ausdrücklich bedanken! Ohne seine fachliche Hilfestellung, sowie die Bereitstellung des Aufnahmematerials, wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Weiters bedanken wir uns bei den Betriebsleitern der beiden Forstbetriebe „Wolschart“ und „Gut Stoberdorf“, Herrn Dipl. Ing. Günter Kleinszig und Herrn Dipl. Ing. Dr. Andreas Auer-Welsbach. Sie unterstützten uns engagiert bei der Erstellung dieser Arbeit und zeigten großes Interesse daran.

Inhaltsverzeichnis

Abstract (DE).....	II
Abstract (EN).....	III
Vorwort.....	IV
Danksagung	V
1. Einleitung und Basisinformationen	1
1.1. Betriebsbeschreibung Auer-Welsbach.....	1
1.2. Betriebsbeschreibung Kleinszig.....	3
1.3. Verjüngungsverfahren.....	5
1.3.1. Fruktifikation	5
1.3.2. Klassifizierung von Mastintensitäten.....	8
1.3.3. Natürliche Verbreitung von Samen	9
1.3.4. Gesetzliche Vorschriften.....	11
1.3.5. Forstliches Vermehrungsgutgesetz-Stammzertifikat:.....	13
1.3.6. Ernteverfahren	17
1.3.7. Nachreife	17
1.3.8. Behandlung bis zur Saat	18
1.3.9. Stratifikation	18
1.3.10. Saatgutprüfung.....	19
1.4. Saat.....	20
1.4.1. Bodenvorbereitung und Aussaat.....	22
1.4.2. Tannensaat	24
1.4.3. Eichensaat	25
1.4.4. Keimung.....	27
1.5. Voranbau	28
1.6. Baumarten Beschreibung.....	29
1.6.1. Tanne	29
1.6.2. Stieleiche	32

2.	Problemstellung.....	36
3.	Methodik.....	37
3.1.	Aufnahmemethodik der Tannenflächen.....	37
3.1.1.	Auswahl der Tannenflächen.....	38
3.1.2.	Aufnahmemethodik im Betrieb Auer Welsbach – Tannen.....	39
3.1.3.	Aufnahmemethodik im Betrieb Kleinszig – Tannen.....	43
3.2.	Aufnahmemethodik Eichensaatflächen.....	45
3.3.	Methodik der Auswertung.....	50
3.3.1.	Auswertung des Himmelsprozent.....	50
3.3.2.	Eiche.....	51
3.3.3.	Tanne.....	52
4.	Ergebnisse.....	55
4.1.	Stieleiche.....	55
4.1.1.	Gesamtergebnisse.....	55
4.1.2.	Vergleich der Betriebe: Eiche.....	58
4.1.3.	Keimung.....	59
4.1.4.	Kategorisierung der Schäden.....	60
4.1.5.	Vergleich der Höhenverteilung.....	61
4.1.6.	Einflussgrößen auf die Pflanzzahl.....	64
4.1.7.	Konkurrenzvegetation.....	68
4.1.8.	Andere natürlich auftkommende Baumarten.....	72
4.1.9.	Vergleich mit der Naturverjüngung.....	73
4.2.	Buche.....	74
4.3.	Tanne.....	75
4.3.1.	Vergleich der Betriebe.....	77
4.3.2.	Anwuchserfolg.....	78
4.3.3.	Schäden.....	79
4.3.4.	Entwicklung der Höhenklassen.....	80

4.3.5.	Durchschnittliche Höhen und Höhenzuwachs	81
4.3.6.	Einflussgrößen auf die Pflanzenzahl	83
4.3.7.	Konkurrenzvegetation	85
4.3.8.	Relation Fichte-Tanne	90
4.4.	Kostenkalkulation	96
4.4.1.	Arbeitskosten	96
4.4.2.	Tanne Materialkosten	96
4.4.3.	Stieleiche Materialkosten	97
4.4.4.	Gesamtkosten	98
5.	Interpretation und Diskussion	99
5.1.	Eiche	99
5.2.	Tanne	105
5.3.	Vergleich der Baumart Eiche und Tanne	107
5.3.1.	Anwuchserfolg	107
5.3.2.	Konkurrenzvegetation und Überschirmung	108
5.3.3.	Nebenbaumarten	110
	Literaturverzeichnis	111
	Abbildungsverzeichnis	115
	Tabellenverzeichnis	120

1. Einleitung und Basisinformationen

1.1. Betriebsbeschreibung Auer-Welsbach

Die Betriebsbeschreibung wurde auf Basis der Angaben von Herrn Dipl. Ing. Dr. Auer-Welsbach erstellt. Der Betrieb Gut Stoberdorf ist im Besitz von Herrn Dipl. Ing. Dr. Andreas Auer-Welsbach. Das Gut liegt im Bezirk St. Veit an der Glan, genauer in der Gemeinde Mölbling, Bereich Althofen (siehe Abbildung 1). Der Betrieb erstreckt sich über 233ha, davon sind 158ha Waldfläche. Das Gut befindet sich auf 585m Seehöhe auf einem ebenen Talboden, beziehungsweise einer Terrasse. Dementsprechend ist das Kleinrelief großteils ausgeglichen, jedoch ist das Gebiet beim Gurkfluss, der den Betrieb durchschneidet, durch einen Hang geprägt. Das Gut Stoberdorf befindet sich im Übergangsbereich des Wuchsgebietes 3.2 Östliche Zwischenalpen Südteil in das Wuchsgebiet 6.2 Klagenfurter Becken. Der vorherrschende Bodentyp ist die Braunerde, das darunter liegende Grundgestein besteht aus fluviatilen Sedimenten. Der mittlere Jahresniederschlag in diesem submontanen Bereich beträgt 700 – 1.300 mm. In diesem Gebiet geht das Klima in eher zentralalpine Niederschlagsverhältnisse über, jedoch werden aufgrund der Beckenlage kalte Winter (Jännermittelwerte -5 bis -4°C) mit Inversionslagen und warme Sommer verzeichnet.

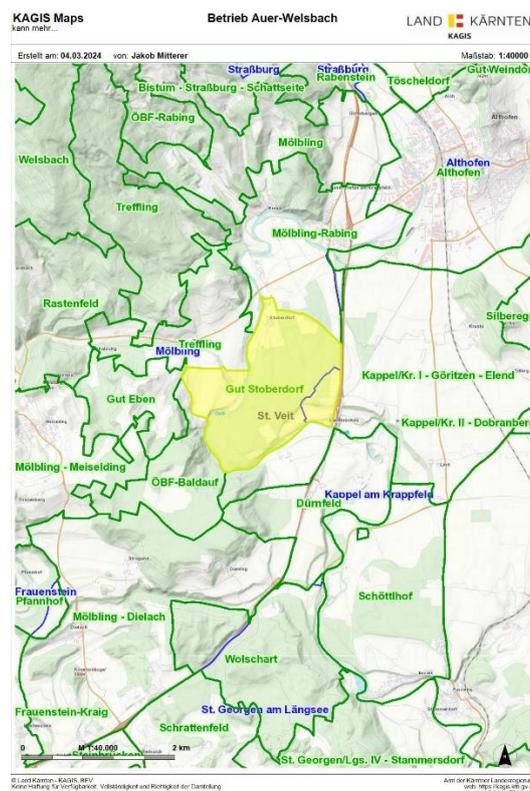


Abbildung 1 Forstbetrieb Auer Welsbach (Land Kärnten, 2024)

Die PNWG im Gut Stoberdorf wäre vorwiegend von Buchen und Eichen dominiert. Im Forstbetrieb ist in der Vergangenheit vorwiegend auf Fichtenmonokulturen mit einem geringen Kiefernanteil gesetzt

worden. Dementsprechend sind die Altbestände vorwiegend von Fichten dominiert. Seit 35 Jahren wird vorwiegend auf Mischbestände von Laub- und Nadelholz gesetzt. Wie in Abbildung 2 erkannt werden kann, hat sich die Baumartenverteilung 2013 hauptsächlich aus Fichtenbeständen zusammengesetzt. Lärche, Kiefer und Laubbaumarten waren zu dieser Zeit in einem geringeren Flächenanteil vorhanden. Wobei der Flächenanteil des Laubholzes in der ersten Höhenstufe neben der Fichte den zweitgrößten Flächenanteil hat. Seitdem wurde der Laubholzanteil in der ersten Altersklasse auf zumindest 50% erhöht. Dieser Laubholzanteil setzt sich zusammen aus: Stieleiche, Bergahorn, Roteiche, Birke, Hainbuche, Linde, Spitzahorn, Bronzebirke, Kirsche, Walnuss, Schwarznuss, Wildbirne, Wildapfel, Zitterpappel und Esche.

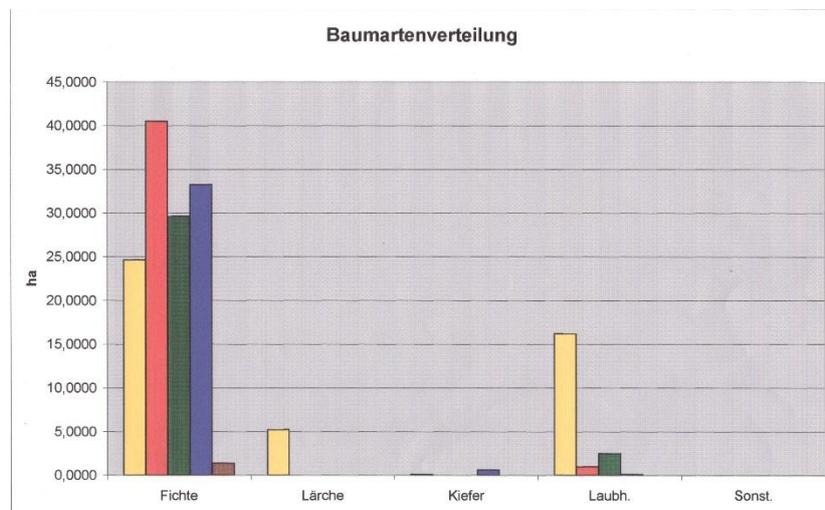


Abbildung 2 Baumartenverteilung im Betrieb Auer-Welsbach (Auer-Welsbach, 2013)

1.2. Betriebsbeschreibung Kleinszig

Folgende Daten für die Betriebsbeschreibung des Betriebes Kleinszig wurden aus einer Diplomarbeit (Bozic, Jannach, & Kueß, 2023) entnommen.

Der Betrieb von Herrn Dipl. Ing. Günter Kleinszig liegt mitten im Zentrum des Bezirkes Sankt Veit an der Glan und erstreckt sich über insgesamt 272 ha, wobei davon rund 260 ha Waldfläche sind. Anfang des 19. Jahrhunderts prägte ein Eichen-, Kiefern- und Hainbuchenwald die Betriebsfläche. Vor der Betriebsübernahme durch Herrn Dipl. Ing. Günter Kleinszig im Jahr 2002 wurde der Betrieb von Herrn Ing. Herbert Kleinszig geleitet, der maßgeblich für die Bestandesumwandlung verantwortlich war.

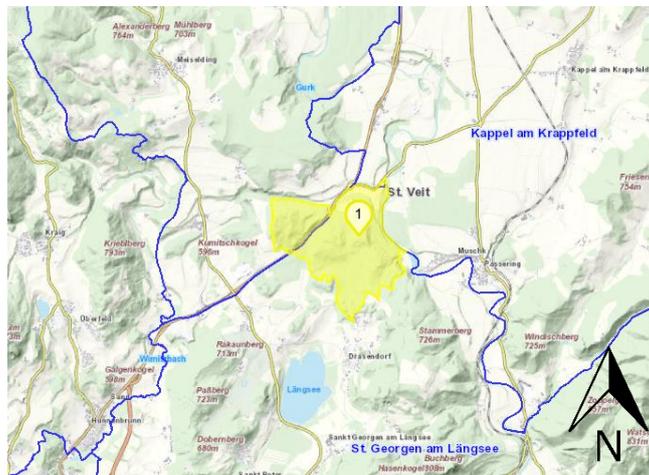


Abbildung 3 Wolschartwald (Gelb)

Quelle: (Land Kärnten, 2024)

Insgesamt umfasst die Erschließung durch das Forststraßennetz 32 km, was etwa 118 Laufmeter pro Hektar Schotter-Forststraßen entspricht, was vergleichsweise sehr hoch ist, da der Durchschnitt zwischen 30-50 Laufmeter pro Hektar Schotter-Forststraße liegt. Natürlich ist hier das Relief ein ausschlaggebender Faktor. Die forstlichen Eingriffe werden größtenteils maschinell durchgeführt, was zusätzliche Rückegassen zur Folge hat.

Der vorherrschende Untergrund besteht hauptsächlich aus silikatischer Grundmoräne, während die Bodentypen überwiegend leichte Braunerden umfassen, gelegentlich ergänzt durch Pseudogley und in Bereichen, wo der Hauptdolomit durchstößt, vereinzelt Rendzinen. Das Revier, auch Wolschartwald genannt, liegt im Wuchsgebiet 6.2, dem Klagenfurter Becken und erstreckt sich auf einer Seehöhe von 540 bis 590 m. Die Niederschläge schwanken in sub- und tiefmontanen Lagen zwischen 700 bis 1.300 mm. Im Klagenfurter Becken ist die Häufigkeit von Gewittern sehr hoch, wodurch vor allem sommerlicher Hagelschaden vermehrt auftritt. Das Klima ist geprägt von kalten Wintern und warmen Sommern, wie auch winterlichen Inversionswetterlagen und niedrigen Temperatur, wie Januarmittelwerte zwischen -4 bis -5°C.

Wie bereits erwähnt, hat sich die Bewirtschaftung weg von der eigentlichen potenziellen natürlichen Waldgesellschaft (PNWG), die im Wolschartwald ein Buchen-Eichen-Kiefernwald gewesen wäre, hin zu einem fichtendominierten Wald entwickelt. Im Jahr 1990 lag der Fichtenanteil bei 95% gefolgt von der Kiefer mit 4%, den Rest bildeten sonstige Laub- bzw. Nadelhölzer. Die Bestandesbegründung bzw. die Widerbewaldung wurde stets durch Naturverjüngung betrieben. Durch das Auflichten der Bestände wurde somit die Verjüngung eingeleitet, was Pflanz- sowie Personalkosten ersparte. Durch die Fichten dominierten Wälder hat auch hier Mitte der 1990-iger der Borkenkäfer Einzug erhalten. Im Zuge des Schneebruchereignisses im Jahr 1995/96, wurde daher der Fokus auf die Einbringung von diversen Baumarten gesetzt. Das Ziel der Diversifikation spielt auch für Herrn Dipl. Ing. Günter Kleinszig eine große Rolle, welcher vermehrt folgende Baumarten im Revier Wolschartwald setzt:

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

1.3. Verjüngungsverfahren

Die Bestandesbegründung wie auch die Wiederbewaldung läuft in den heutigen Forstbetrieben meist mit der herkömmlichen Lochpflanzung von wurzelnackten Pflanzen oder Ballenpflanzen, auch Containerpflanzen genannt, ab. Des Weiteren wird bei gegebenen Verhältnissen auch auf die Naturverjüngung zurückgegriffen. Ein in den Hintergrund geratenes Verfahren ist die Saatausbringung, welche bis vor nicht allzu langer Zeit üblich war.

Die folgenden Informationen wurden zu erheblichen Teilen aus den Unterrichtsmaterialien für den 4. Jahrgang, die in Form von PowerPoint-Folien zur Verfügung gestellt wurden, entnommen (Kletzmayr, 2022).

1.3.1. Fruktifikation

Fruktifikation bedeutet die Ausbildung von Samen und Früchten von mannbaren, also geschlechtsreifen, Pflanzen. Dabei hängt das Mannbarkeitsalter von mehreren Faktoren ab. Zunächst die Baumart: Hier ist zu erkennen, dass leichtsamige Baumarten, wie Weide, Pappel, Birke etc. früher fruktifizieren als schwersamige Baumarten, wie zum Beispiel die Buche oder die Eiche. Weiters spielt der Lichtgenuss eine wichtige Rolle. Die Samenproduktion sowie die Fruchtbildung hängt vom Assimilationsüberschuss ab. Ein Assimilationsüberschuss tritt dann ein, wenn der Stoffgewinn durch Photosynthese größer ist als der Stoffverbrauch durch die Atmung. Daher fruktifizieren Bäume in der Oberschicht und im Freiland früher und häufiger. Auch die genetische Veranlagung trägt zum Mannbarkeitsalter bei. Dabei können innerhalb einer Art auf demselben Standort oft erhebliche Unterschiede auftreten.

Ein klarer Unterschied zeigt sich auch zwischen Klimaxbaumarten und Pionierbaumarten. Klimaxbaumarten haben ihre Samen so spezialisiert, dass eine erfolgreiche Vermehrung über einen längeren Zeitraum möglich ist. Als Beispiel sei hier die Eiche, aber auch die Tanne und die Buche genannt, die durch ihre Nährstoffreserven im Samen einen hohen Anwuchserfolg gewährleisten sollen. Pionierbaumarten setzen jedoch auf Quantität, sprich eine hohe Samenproduktion, um rasch viele Nachkommen zu produzieren, wie zum Beispiel die Birke. Klimaxbaumarten fruktifizieren tendenziell später als Pionierbaumarten.

Mannbarkeit in Abhängigkeit vom Standraum:

Baumart	Freistand	Bestand	Baumart	Freistand	Bestand
Kiefer	15 - 20	30 - 40	Linde	20 - 25	30 - 50
Fichte	30 - 40	50 - 60	Ahorn	15 - 25	30 - 50
Tanne	40 - 60	60 - 80	Erle	10 - 20	20 - 30
Lärche	15 - 20	30 - 40	Esche	20 - 25	30 - 50
Douglasie	20 - 25	30 - 50	Ulme	30 - 40	40 - 60
Eiche	40 - 50	50 - 80	Hainbuche	15 - 20	30 - 40
Buche	40 - 50	50 - 80	Robinie	10 - 15	15 - 20
Birke	10 - 15	20 - 30	Pappel	10	15 - 20

Abbildung 4 Mannbarkeit verschiedener Baumarten in Abhängigkeit vom Standraum

Quelle: (Kletzmayr, 2022)

Samenjahre und deren Häufigkeit bzw. ihr Auftreten korreliert mit den klimatischen Bedingungen, der Kronengröße, dem Standort sowie der Frucht- bzw. Samengröße und -menge. Plant man einen Bestand natürlich zu verjüngen, so muss man auf den richtigen Zeitpunkt achten. So sollte der Hieb im Winter nach einem Samenjahr erfolgen, doch zuvor ist eine Durchforstung zur Pflege der Samenträger und des Bodens notwendig. Etwaig entstandene Bodenverwundungen fördern die Lärchenkeimung.

Über einen Zeitraum von 10 Jahren hat die Tanne insgesamt zwei Vollernten, die Eiche hingegen nur eine. Wichtig zu erwähnen ist, dass Blütenjahre und Samenjahre nicht immer übereinstimmen. Da z.B. Spätfröste die Blüte zerstören können, oder eine ungünstige Witterung keine Bestäubung zulassen kann.

Am Stammquerschnitt oder durch Zuwachsbohrungen können Samenjahre festgestellt werden. In einem Samenjahr verwendet der Baum seine Assimilate hauptsächlich für die Entwicklung von Blüten, Früchten und Samen. Dadurch kann es zu Durchmesserverlusten von bis zu 60 % kommen.

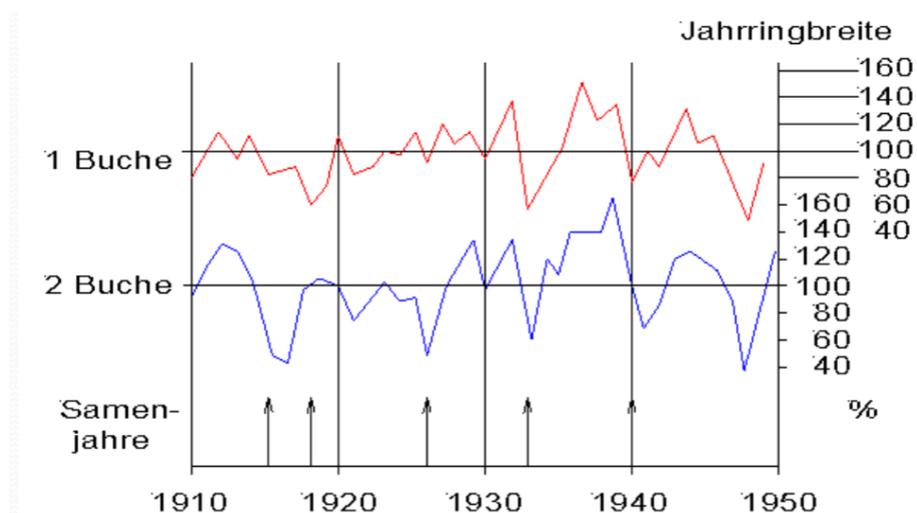


Abbildung 5 Eruierung von Samenjahren anhand von Jahrringanalysen

Quelle: (Kletzmayr, 2022)

Eine gute Samenernte hängt von mehreren Faktoren ab. Angefangen mit der Räuberintensität. Umso mehr Samen dem Feinddruck (natürliche Feinde, Tiere, Organismen) entkommen, desto größer fällt die gesamte Samenproduktion eines Baumes aus. Der nächste sehr entscheidende Faktor für eine erfolgreiche Samenernte ist die Bestäubungswahrscheinlichkeit. Diese steigt, wenn ein Pollenüberschuss herrscht, dies bedeutet viele Baumindividuen blühen zur selben Zeit. Als „economies of scale“ versteht man die verbesserte Samenausbreitung bei hoher Samenverfügbarkeit. Wenn z.B. viele Individuen einer Population gleichzeitig Samen produzieren, werden weniger Ressourcen verbraucht. Obwohl Synchronität bei vielen Pflanzentypen mit erhöhter Samenproduktion und geringerer Mortalität assoziiert ist, gibt es bisher keine umfassende Theorie, die erklärt, warum die Samenproduktion einzelner Baumindividuen synchron erfolgt. Synchronisierte Samenproduktion wird durch mehrere Aspekte beeinflusst. Involviert ist dabei die Pollenlimitierung in Jahren mit geringer Blütenanzahl, Erschöpfung durch zuvor verzeichnete Mastjahre, sowie gespeicherte Ressourcen. Hinzu kommen noch Umweltfaktoren, wie niedrige Temperaturen (kritische Temperatur $< 6^{\circ}\text{C}$) oder Frost, sowie die Thermik, da die Eiche und die Tanne zu den windbestäubten Arten gehören, die einen entscheidenden Einfluss auf die Blütenentwicklung haben. Neben all diesen Punkten sei auch noch das Alter des Baumes zu nennen (Wohlgemuth, et al., 2016).

Blühverlauf/Samenproduktion über die Jahre 1988 bis 2015 im Vergleich zum Durchschnitt

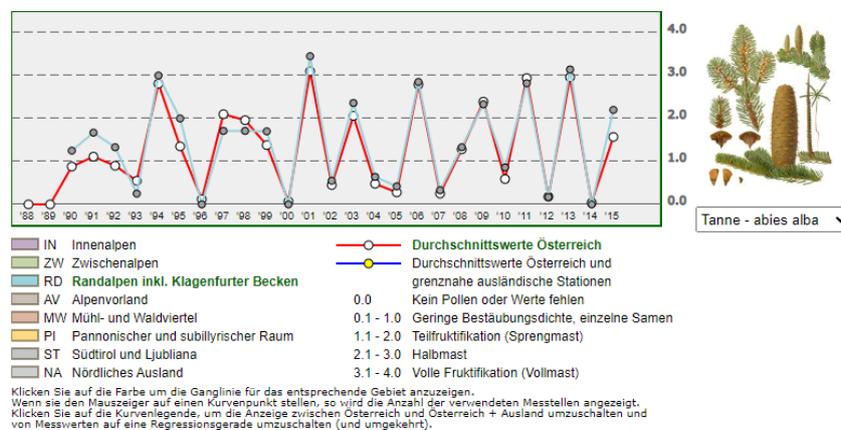


Abbildung 6 Blühverlauf/Samenproduktion der Tanne
 Quelle: (BFW, 2014)

Blühverlauf/Samenproduktion über die Jahre 1990 bis 2015 im Vergleich zum Durchschnitt

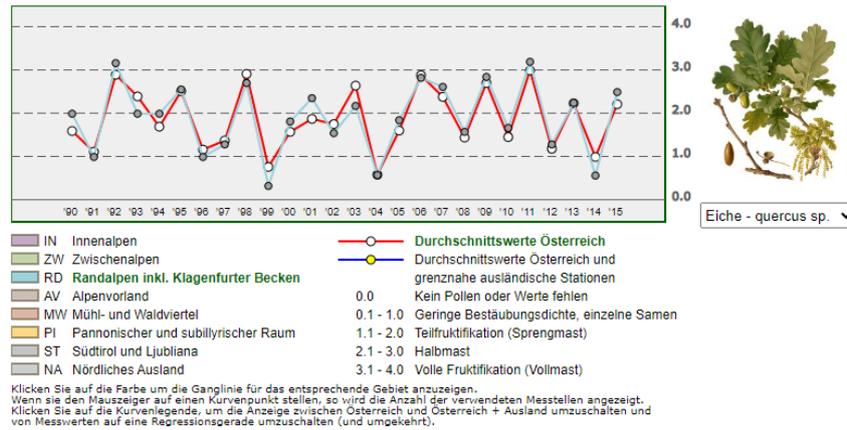


Abbildung 7 Blühverlauf/Samenproduktion der Eiche
 Quelle: (BFW, 2014)

1.3.2. Klassifizierung von Mastintensitäten

Tabelle 1 Klassifizierung der Samenmengen bei Waldbäumen, Quelle: (Rohmeder, 1972)

Bezeichnung	Bäume im Bestand	Früchte/Zapfen am Einzelbaum
Fehlmast	<10% aller Bäume	keine oder wenige
Sprengmast	10–50% aller Bäume	wenige bis reichlich
Halbmast	50–80% aller Bäume	reichlich bis üppig
Vollmast	>80% aller Bäume	üppig bis ausladend

Die Intensität und Häufigkeit der Mastjahre sind von sehr vielen verschiedenen Faktoren abhängig. Von Bedeutung sind die Baumart und der Entwicklungszyklus, wobei es zwischen den diversen Herkünften zusätzliche Unterschiede gibt. Ebenfalls wichtig ist das Wuchsgebiet bzw. die Region und ihre Klimaverhältnisse. Des Weiteren ist auch die Art des Samens von bedeutender Rolle, wie zum Beispiel die Unterscheidung leicht- und schwersamiger Baumarten. Die jeweilige Definition der verschiedenen Mastintensitäten kann in Tabelle 1 abgelesen werden. Für die Zusammensetzung von Samenmastjahren ist einerseits die Räubersättigung und der Bestäubungskoeffizient sowie eine verbesserte Samenausbreitung durch eine höhere Samenverfügbarkeit verantwortlich, so Wohlgemuth (2017).

Tanne: Über die Tanne liegen nicht sehr viele Erkenntnisse vor, wobei man davon ausgeht, dass als mittlere Frequenz drei Jahre angegeben werden. Dies kann in Abbildung 8 veranschaulicht werden. Dabei spiegelt die X-Achse die jeweiligen Mastintensitäten wider (Klasse: 0: Fehlmast, 1: Sprengmast, 2: Halbmast, 3: Vollmast.) (Wohlgemuth, Muster und treibende Kräfte der Samenproduktion bei Waldbäumen, 2017).

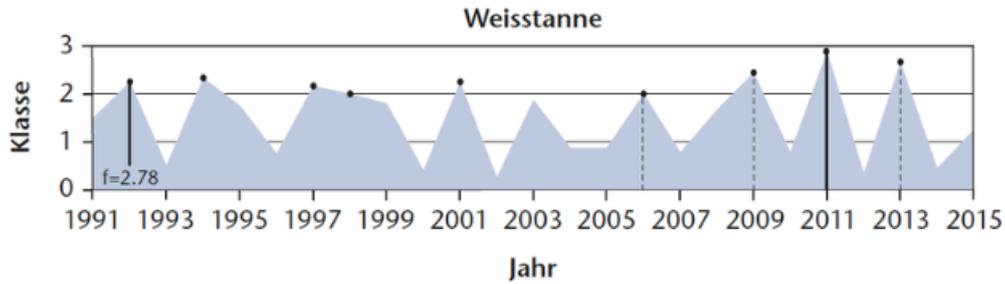


Abbildung 8 Zeitreihen der Samenproduktion (Wohlgemuth, et al., 2016)
gemittelt aus Beobachtung von Anton Burkart (WSL)

Eiche: Je nach Region wurden unterschiedliche Erfahrungen in Bezug auf die Eiche gesammelt. Dabei werden Häufigkeiten zwischen zwei und acht Jahren festgestellt.

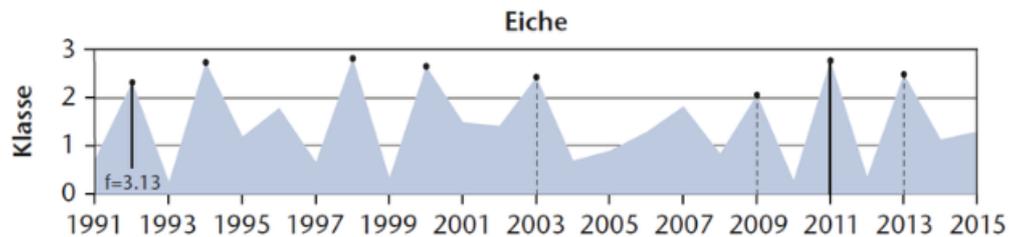


Abbildung 9 Zeitreihen der Samenproduktion (Wohlgemuth, et al., 2016)
gemittelt aus Beobachtung von Anton Burkart (WSL)

1.3.3. Natürliche Verbreitung von Samen

Fast drei Viertel der Baumarten in Europa werden anemochor, d.h. durch den Wind verbreitet, wobei folgende Parameter für die Ausbreitungsdistanz von Bedeutung sind: Die Größe der Flugorgane spielt eine wichtige Rolle, wobei der Bergahorn als ein typisches Beispiel für große Flugorgane genannt werden kann. Auch die Samengröße und das Samengewicht beeinflussen die Flugdistanz. So hat die Birke als Pionierbaumart einen kleinen Samen, der sehr leicht ist. Aufgrund des Gewichts und der Flugorgane können die Samen, abhängig unter anderem auch von der Sinkgeschwindigkeit des Samens (z.B.: 0,1 – 0,3 m/Sek. Birke), mehrere Kilometer weit getragen werden. Zu berücksichtigen ist auch die Ausgangshöhe des Samens bzw. die Höhe des jeweiligen Baumes, die artspezifische Unterschiede aufweist. Je höher der Samen liegt, desto größer sind die Chancen für eine weite Verbreitung. Das Relief sowie die Bestände in der näheren Umgebung können zusammen mit der Windrichtung den Samenflug positiv oder negativ beeinflussen. Die Ausbreitung im Bestand selbst wird durch einen hohen Bestockungsgrad beeinflusst.

Die Ansamungsdichte spiegelt die auf einer festgelegten Flächeneinheit, pro Hektar oder Quadratmeter, gemessenen Jungpflanzen wider. Dabei nimmt diese schon wenige Meter vom Baum

entfernt rapide ab. Eine Naturverjüngung kann max. 50 Meter vom Bestandesrand entstehen. Die Entfernung korreliert aber auch mit dem Migrationsfaktor sowie mit dem Ansamungsmilieu.

Neben der Anemochorie gibt es noch die Zoochorie, welche die Ausbreitung mithilfe von Tieren beschreibt. Davon profitieren vor allem schwersamige Baumarten, die durch ihr Gewicht nicht von der Anemochorie profitieren können und meist nur über Barochorie (Nahverbreitung schwersamiger Baumarten durch Rollen) verbreitet werden. Viele Samen haben sich an diese Verbreitungsform angepasst, indem sie verdauungsresistent sind und auch nach der Ausscheidung noch volle Keimfähigkeit vorweisen. Des Weiteren wirken sie durch Farb- als auch Duftstoffe anziehend für Tiere, die vor allem wegen dem Nährstoffpaket im Inneren des Samens angelockt werden. Die Zoochorie wird nochmals unterteilt in:

Endochorie: beschreibt die Aufnahme von Samen, die anschließend verdaut und wieder ausgeschieden werden.

Epichorie: beschreibt die Ausbreitung der Samen durch Anhaften, wobei der Samenkörper hakenförmige Auswüchse besitzt.

Versteckausbreitung: wird vor allem vom Eichhörnchen betrieben, das Nahrungsvorräte für die Wintermonate anlegt, dabei aber oft die Verstecke vergisst und so die Naturverjüngung anzeigt.

Ornithochorie: Verbreitung durch Vögel, z. B. die Beerenfrüchte des Ligusters, deren Aussehen Vögel anlockt.

Entomochorie: Verbreitung durch Insekten, z. B. Bestäubung von Blütenpflanzen durch Bienen, Käfer u. ä.

In Auen sowie in gewässernahen Wäldern findet auch eine Ausbreitung über die Fließgewässer statt. Man spricht hier von Hydrochorie. Vor allem Erlen und Weiden als typische Uferwaldgesellschaften verbreiten ihr Saatgut auf diese Weise. Die Samen der Schwarzerle beispielsweise können dank ihres Korkgewebes bis zu 12 Monate schwimmen. Die Stecklingsvermehrung gehört zur vegetativen Vermehrung und wird ebenfalls über Gewässer transportiert. Aber auch Neophyten, wie das sich rasch ausbreitende Springkraut, werden über Fließgewässer verbreitet.

1.3.4. Gesetzliche Vorschriften

Forstliches Vermehrungsgut wird im Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) definiert und lautet wie folgt. Der Paragraph 1 dieser Rechtsprechung wurde aus RIS (2024) entnommen.

1. Abschnitt

Allgemeines

Anwendungsbereich

§ 1. (1) Dieses Bundesgesetz ist auf die Erzeugung, die Einfuhr, die Ausfuhr und das In-Verkehr-Bringen von forstlichem Vermehrungsgut der im Anhang I gemäß § 40 Z 1 angeführten Baumarten und künstlichen Hybriden im Sinne der Richtlinie 1999/105/EG des Rates vom 22. Dezember 1999 über den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut (ABl. Nr. L 11 vom 15. Jänner 2000 S 17) anzuwenden.

(2) Dieses Bundesgesetz gilt nicht:

- 1. für Vermehrungsgut, das nicht in Verkehr gebracht wird, ausgenommen der 5. Abschnitt;*
- 2. für Pflanzgut und Pflanzenteile, die nachweislich nicht für forstliche Zwecke bestimmt sind, ausgenommen der 5. Abschnitt und § 22.*

(3) Dieses Bundesgesetz gilt nicht für Vermehrungsgut für Versuche, Züchtungsvorhaben, wissenschaftliche Zwecke oder für Vermehrungsgut, das zur Ausfuhr oder Wiederausfuhr in Drittländer bestimmt ist, ausgenommen die Nachweispflicht gemäß § 33 Abs. 2.

2. Vermehrungsgut:

a) Saatgut:

Zapfen, Fruchtstände, Früchte und Samen, die zur Aussaat im Wald oder zur Erzeugung von Pflanzgut bestimmt sind;

Das forstliche Vermehrungsgut hat vor allem für Forstpflanzenproduzenten einen hohen Stellenwert, da diese die genaue Herkunft ihres Saatgutes bekanntgeben müssen. Bei diesem Gesetz handelt es sich um ein Bundesgesetz.

Wird das Saatgut jedoch nicht in den Handel gebracht, so muss es nicht den Bestimmungen des Forstvermehrungsgutgesetzes entsprechen. Auch Pflanzgut und Pflanzenteile, die für nichtforstliche Zwecke bestimmt sind, sowie Vermehrungsgut für Versuchs- oder Züchtungszwecke fallen nicht unter das Gesetz. Die Rechtsvorschriften gelten auch nicht für wissenschaftliche Zwecke oder für Vermehrungsgut, das zur Ausfuhr oder Wiederausfuhr in Drittländer bestimmt ist. Folgende Ausnahmen sind in § 1 Abs. 2 zu finden.

Für die Erzeugung von forstliches Vermehrungsgut, das in den Verkehr gebracht werden soll, darf nur zugelassenes Ausgangsmaterial verwendet werden. Dieses Ausgangsmaterial wird durch die zuständige Behörde zugelassen, unter den Bedingungen, dass es die Anforderungen der Anhänge II, III,

IV, sowie IV des forstlichen Vermehrungsgutgesetzes erfüllt. Die Inverkehrbringung von generativem Vermehrungsgut wird in folgenden Kategorien eingeteilt. Definiert durch § 2 des Forstvermehrungsgutgesetz (RIS, 2024).

Quellengesichert: Hierbei handelt es sich um die niedrigste genetische Qualitätsstufe. Die Beerntung darf nur in Wäldern stattfinden, die mittels Saatgutes aus österreichischen Waldflächen angezogen wurden und in derselben Höhenstufe sowie demselben Herkunftsgebiet liegen. Liegen bestimmte Mängel wie fehlende Stabilität, Widerstandsfähigkeit, Anpassungsfähigkeit sowie Produktivität vor, so können Waldflächen oder Einzelbäume als Ausgangsmaterial ausgeschlossen werden. Dasselbe gilt für schlechte genetische oder phänotypische Merkmale, welche keine sichere Wertholzproduktion garantieren lassen. Dieser Prüfstandard ist nur für jene Baumarten zugelassen, die nicht in einem wirtschaftlichen relevanten Zusammenhang stehen.

Ausgewählt: Es dürfen nur Erntebestände genutzt werden, die auch als Zulassungseinheit definiert sind. Unter der Zulassungseinheit versteht man abgegrenzte Waldteile in einem bestimmten Herkunftsgebiet und einer Höhenstufe, die durch ihre Gleichförmigkeit in phänotypischer oder genetischer Hinsicht als Einheit ausgewählt und behördlich zugelassen wurden. Dabei müssen die Waldteile nicht ausschließlich zusammenhängend sein, sofern sie innerhalb derselben Höhenstufe sowie Herkunftsgebiet sind. Wichtig ist, dass von schlecht veranlagten Nachbarbeständen genügend Abstand eingehalten wird, um die Qualität nicht zu gefährden. Zu den weiteren Eigenschaften zählt die Geradschaftigkeit der Bäume des Bestandes, die Stellung und das Ausmaß der Äste sowie eine möglichst gute Astreinigung. Die Zuwachsleistung verglichen zu Beständen mit denselben ökologischen Bedingungen sollte höher sein. Ausgewählte Bestände sollten auch eine hohe Widerstandsfähigkeit sowie eine ausreichende Stammzahl vorweisen.

Qualifiziert: Die Zulassung von qualifiziertem Saatgut, also Samenplantagen, Familieneltern, Klone und Klonmischungen wird durch das Bundesamt für Wald mit Bescheid entschieden. Durch ein entsprechendes Gutachten vor Ort wird der Bestand auf die Voraussetzungen, die im Anhang IV festgelegt sind, untersucht. Wird ein Bescheid ausgestellt, so wird dieser getrennt nach Baumarten, mit einem Zulassungszeichen versehen. Durch die Behörde wird in regelmäßigen Abständen eine Prüfung der Zulassung und den damit verbundenen Parametern durchgeführt. Jegliche Veränderung im Bestand muss umgehend dem Bundesamt für Wald gemeldet werden.

Geprüft: Die Qualität wird mittels Vergleichsprüfungen oder durch Beurteilung der Überlegenheit des Vermehrungsguts auf der Grundlage einer genetischen Prüfung der Bestandteile des Ausgangsmaterials nachgewiesen. Des Weiteren müssen Anforderungen des Anhangs V erfüllt werden um die Klassifizierung „geprüftes Vermehrungsgut“ zu erhalten.

1.3.5. Forstliches Vermehrungsgutgesetz-Stammzertifikat:

Folgende Informationen wurden aus der Website Strohschneider (2005) entnommen.

Das Stammzertifikat wird nach Einhaltung der Beerntungsrichtlinien bzw. den gewissen Vorschriften von der jeweiligen Behörde ausgestellt. Hinsichtlich der Einhaltung der Richtlinien muss beachtet werden, dass der beabsichtigte Termin spätestens eine Woche vorher und der tatsächliche Beginn mindestens drei Tage vor Erntebeginn an die zuständige Forstbehörde zu melden ist. Dies dient dazu, die von der Behörde gegebenen Kornkontrollen hinsichtlich der Zulassungsbedingungen des Ausgangsmaterials und der damit verbundenen Vorgänge überprüfen zu können (Wurzer, Golesch, & Nebenführ, 2024). Beim Stammzertifikat handelt es sich um einen Nachweis, welcher den Begleitschein ersetzt. Jedes Stammzertifikat verfügt über eine Identifikationsnummer, welche notiert am Saatgut bis zum Verkauf angegeben ist. Je nach Art der Gewinnung bzw. Saatgutquelle werden drei verschiedene Stammzertifikate erteilt.

- Saatgutquellen und Erntebestände
- Samenplantagen oder Familieneltern
- Klone und Klonmischungen

Je nach Qualitätsanforderung ist eine Mindestbaumanzahl zu beernten:

- Mindestanzahl für die in der Klammer erwähnten Baumarten sind 20 Bäume, wobei bei einer Anzahl über 50 von einer erhöhten genetischen Vielfalt die Rede ist. (*Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Larix decidua*, *Picea abies*, *Pinus cembra*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*)
- Mindestanzahl für die in der Klammer erwähnten Baumarten sind 10 Bäume, wobei bei einer Anzahl über 25 von einer erhöhten genetischen Vielfalt die Rede ist. (*Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Pseudotsuga menziesii*, *Quercus rubra*, *Tilia cordata*, sowie Baumarten, die auch in der Kategorie quellengesichert sein können)

Des Weiteren gehört zu den Richtlinien das Einsenden von Saatgutproben von jedem einzelnen Baum, wobei hier je nach Baumart verschieden große Mengen benötigt werden, wie in Abbildung 10 ersichtlich ist.

Mindestmenge der Probe je Baum:

<i>Abies alba</i> , <i>Abies grandis</i> , <i>Picea abies</i>	1 Zapfen
<i>Larix decidua</i> , <i>Pinus cembra</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i>	3 Zapfen
<i>Alnus glutinosa</i> , <i>Alnus incana</i>	5 Zäpfchen
<i>Quercus</i> spp., <i>Castanea sativa</i>	10 Samen
<i>Acer platanoides</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Tilia platyphyllos</i>	20 Samen
<i>Betula pendula</i> , <i>Betula pubescens</i>	5 Kätzchen

Abbildung 10 Mindestmenge für Saatgutprobe je Baumart

Quelle: (Wurzer, Golesch, & Nebenführ, 2024)

Das Zulassungszeichen ermöglicht die wichtigsten Informationen über das Saatgut auf den ersten Blick ablesen zu können.

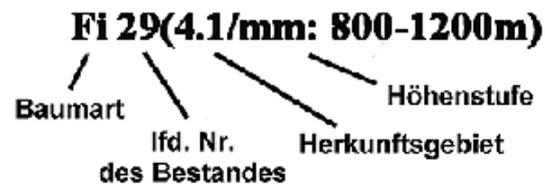


Abbildung 11 Zulassungszeichen

Quelle: (Strohschneider, 2005)

**Amtliches Kontrollsystem für generatives forstliches Vermehrungsgut der Kategorie
„ausgewählt“**

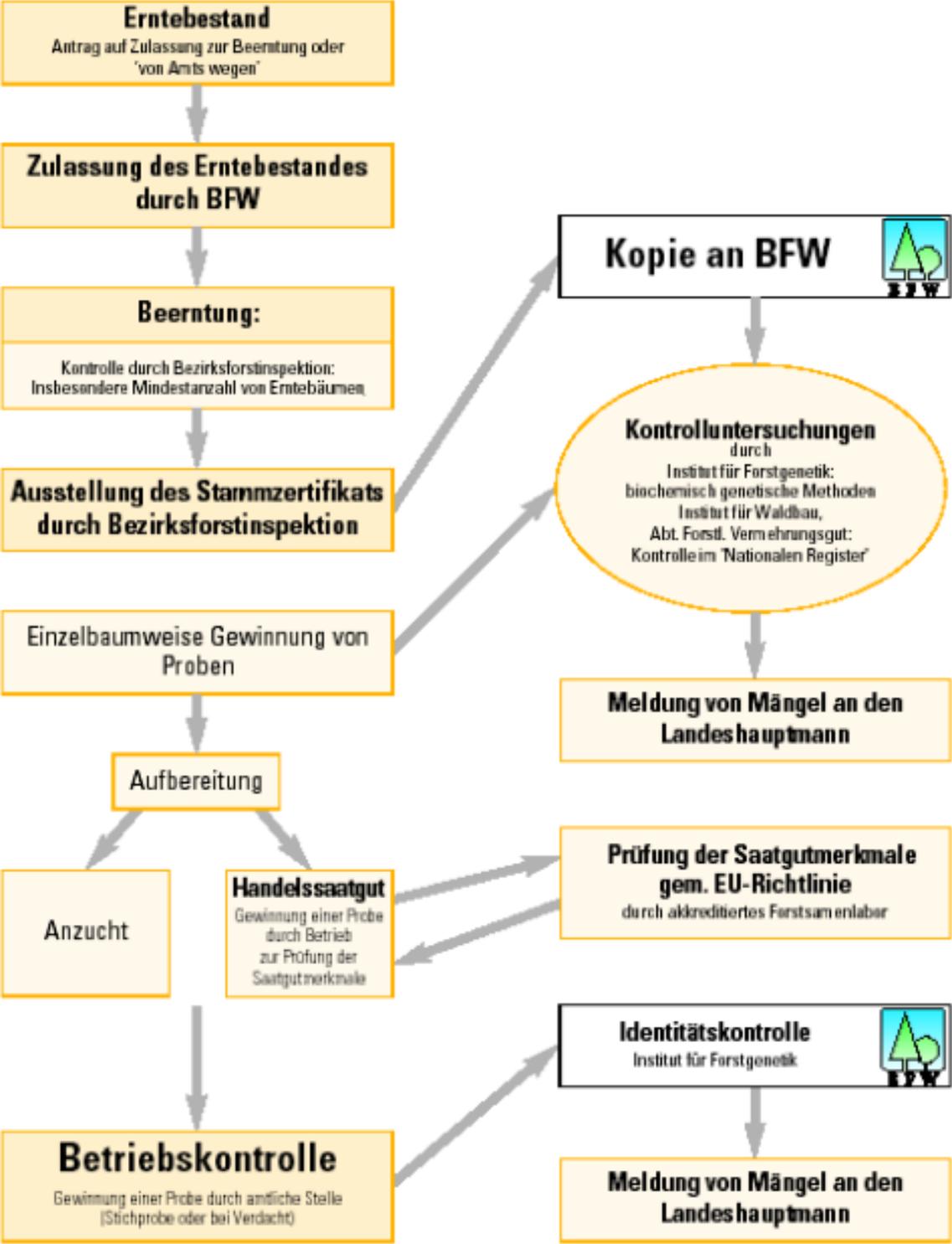


Abbildung 12 Rechtswege für "ausgewähltes" Vermehrungsgut

Quelle: (BFW, Amtliches Kontrollsystem für Kategorie "quellengesichert", 2024)

Folgendes Bild stellt ein Muster für ein Stammzertifikat dar:

MUSTER

A

STAMMZERTIFIKAT

gem. Forstliches Vermehrungsgutgesetz BGBl.I 110/2002 und
der Verordnung BGBl.II 480/2002, Anhang VIII C,
für Vermehrungsgut von **KLONEN** oder **KLONMISCHUNGEN**

A

ÖSTERREICH	Zertifikat-Nr. EG: A/Bundesland BFI	A 1108011 - Diskriminierung
------------	-------------------------------------	-----------------------------

Es wird bestätigt, dass das nachstehend beschriebene forstliche Vermehrungsgut erzeugt wurde:

1. a) Botanischer Name: Populus spp.
- b) Bezeichnung des Klons oder der Klonmischung: Pannonia

2. Art des Vermehrungsguts: Pflanzenteile <input checked="" type="checkbox"/> Pflanzgut <input type="checkbox"/>	3. Vermehrungsgut - Kategorie: qualifiziert <input checked="" type="checkbox"/> geprüft <input type="checkbox"/>	4. Art des Ausgangsmaterials: Klon <input checked="" type="checkbox"/> Klonmischung <input type="checkbox"/>
--	--	--

5. Verwendungszweck: forstlich

6. ZULASSUNGSZEICHEN: A/Pa - Pannonia/114/2017

7. autochthon nicht autochthon unbekannt

8. Ursprung des Ausgangsmaterials (für nicht autochthones Material, falls bekannt): /

9. Land und Gebiet der Herkunft oder des Standorts von Ausgangsmaterial: /
Herkunft: / (Kurzbezeichnung)

10. Wurde das Ausgangsmaterial mit Hilfe gentechnischer Verfahren erzeugt? ja nein

11. a) Vermehrungsmethode: <u>Steckholz</u>	b) Zahl der Vermehrungszyklen: <u>900 Stück</u>
---	---

12. Menge des Vermehrungsguts: 900 Stück

13. Ist das Material, für das dieses Zertifikat ausgestellt wurde, Ergebnis der Teilung einer größeren Partie, für die bereits zuvor ein EG-Zertifikat ausgestellt wurde? <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	Menge der Anfangspartie: <u>/</u>
Nr. des Vorläufer-Zertifikats: <u>/</u>	

14. Dauer der Anzucht in einer Baumschule: /

15. für Klonmischungen: Anzahl der Klone in der Mischung: <u>/</u> prozentualer Anteil der einzelnen Klone: <u>/</u>

16. andere sachdienliche Angaben:
Zeitraum des Schneidens: 11.-12.03.2019

17. Name und Anschrift des Lieferanten: <u>Max Mustermann, Steinhof 17, 4321 Andorf</u>		
Name und Anschrift der amtlichen Stelle: <u>BFI Wels Herrngasse 8 4600 Wels</u>	Stempel der amtlichen Stelle: <u>/</u>	Name des zuständigen Beamten: <u>Schneider</u>
	Datum: <u>12.03.2019</u>	Unterschrift: <u>Schneider</u>

Zutreffendes bitte ankreuzen x 0 > <

Abbildung 13: Muster Stammzertifikat

Quelle: (Wurzer, Goesch, & Nebenführ, 2024)

Weitere Informationen sind auf folgender Website verfügbar www.bundesamt-wald.at

1.3.6. Ernteverfahren

Forstliches Vermehrungsgut wird über verschiedene Arten gewonnen.

- Auflösen vom Boden

Diese Methode wird vor allem bei schwersamigen Baumarten angewandt. Wobei die heruntergefallenen Zapfen vom Boden aufgelesen und im Anschluss weiterverarbeitet werden.

- Ernte an gefällten Bäumen

Die Ernte erfolgt nach der Fällung der Bäume. Hierbei sind die Bäume nach der Ernte abgetrieben, was eine weitere Beerntung nicht mehr zulässt. Das Ernteverfahren ist jedoch sehr effektiv und benötigt kein hochqualifiziertes Personal.

- Ernte am stehenden Baum

Bei seltenen und wertvollen Baumarten wird auf diese Methode zurückgegriffen. Dabei wird entweder mit maschineller Unterstützung oder durch geschultes Kletterpersonal die Ernte am Baum vorgenommen.

- Ernte in Samenplantagen

Hierbei wird zwischen Erhaltungssamenplantagen zur Sicherstellung von Hochlagenbaumarten und Auslese bzw. Plusbaumplantagen, welche die Erhaltung von Phänotypen sicherstellt, unterschieden. Die Ernte erfolgt auch hier meist teilmechanisiert (Kletzmayer, 2022).

1.3.7. Nachreife

Der Beerntungszeitpunkt spielt eine wesentliche Rolle. Durch eine frühzeitige Beerntung will man Vogelfraß und Samenausflug entgegenwirken. Dies hat zur Folge das es einer künstlichen Nachreife bedarf. Bei dieser Nachreife werden die Samen bzw. die Zapfen in einem gut durchlüfteten Raum in einer maximalen Schütthöhe von 10-20 cm gelagert. Dabei müssen die Zapfen immer wieder durchgemischt werden, um die Schimmelgefahr zu minimieren (Kletzmayer, 2022).

1.3.8. Behandlung bis zur Saat

Um die Samen von ihren Fruchthüllen zu trennen, wird das Saatgut geklengt. Das bedeutet, dass das Saatgut in einem beheizten Raum gedarrt wird, was die Öffnung der Zapfen bewirkt. Im Anschluss wird das Saatgut entweder per Hand oder durch Lohnklengung gewonnen. Per Hand werden die Zapfen in Säcke gefüllt, welche in späterer Folge auf den Boden geschlagen werden, wodurch sich der eigentliche Samen löst. Bei der Lohnklengung wird dieser Arbeitsschritt von einer Maschine übernommen (Kletzmayr, 2022).

Schlechte Lagerbedingungen können erhebliche Folgen nach sich ziehen. Um dies zu vermeiden ist es wichtig auch gewisse Parameter zu achten. In biologischer Hinsicht ist ausgereifteres Saatgut besser haltbar als unreiferes. Bei unreifem Saatgut muss die Behandlung umso sorgfältiger sein. Weiters ist der Feuchtegehalt zu berücksichtigen. Bei Luftfeuchten über 14% sind bei der Eiche und Buche mögliche Pilzgewächse zu erwarten. Voraussetzung ist eine luftdichte Lagerung, sowie der richtige H₂O-Gehalt. Die Temperatur ist auch je nach Baumart unterschiedlich zu wählen:

Saatgutlagerung - Lagersysteme:

	Lagertemperatur	Lagerfähigkeit
Trocken-Kühl-Lagerung	+2°C bis +8°C	bis zu 3 Jahren
Trocken-Kalt-Lagerung	-4°C bis -10°C (NH bis -20°C)	Langzeitlagerung möglich
Feucht-Kalt-Lagerung	-1°C bis +2°C	Langzeitlagerung möglich (v.a. für großfruchtiges LH)



Abbildung 14 Saatgutlagersysteme

Quelle: (Kletzmayr, 2022)

1.3.9. Stratifikation

Günstige äußere Bedingungen fördern die Keimentwicklung. Um jedoch ein zu frühes Keimen zu verhindern, schützt sich der Samen mittels einer Keimhemmung auch Keimruhe oder Dormanz genannt. Daher ist man auf die Idee gekommen, künstliche Bedingungen zu schaffen, um die Keimfähigkeit bzw. den Anwuchserfolg zu erhöhen. Je nach Baumart gibt es verschiedene Methoden,

um die Keimhemmung zu umgehen. Das feuchte Einlagern zwischen Ernte und Aussaat sowie die Samen von Frostkeimern eine Zeit lang niedrigen Temperaturen auszusetzen, soll gegen eine einsetzende Dormanz helfen. Früchte, die keimhemmende Stoffe beinhalten, werden durch das Einlegen in feuchtes Material für eine mögliche Aussaat vorbereitet.

Behandlungsmaßnahmen – Stratifikation:

Weißtanne:

- Vor der Saat 24 Stunden wässern
- 2-4 Wochen im Kühlschrank bei +2° C bis +4° C aufbewahren

Eiche:

- Herbstsaat (außer bei Spätfrostgefahr)
- Lagerung in der Bestandesstreu, in unterirdischen Mieten oder in Kühlräumen in leicht perforierten Plastiksäcken bei -2°C

1.3.10. Saatgutprüfung

Saatguthändler sind laut RIS (2024) dazu verpflichtet eine Saatgutprüfung durchzuführen. Diese Prüfung dient dem Käufer als Qualitätsnachweis. Die Durchführung jener Prüfungen dürfen nur fachlich befähigte Labore ausführen. Die International Seed Testing Association (ISTA) stellt legt dafür die Vorschriften fest.

Geprüft wird:

- Reinheitsuntersuchung
- Keimfähigkeitsprüfung
- Bestimmung der Triebkraft
- Tausendkorngewicht

1.4. Saat

Neben der Pflanzung ist die Saat eine Methode der künstlichen Verjüngung. Bei der Direktsaat wird die Erzeugung von Pflanzgut in Forstgärten ausgespart und das Saatgut direkt auf der zu verjüngenden Fläche ausgebracht. Die Saat für forstliche Zwecke hat eine lange Tradition, sie geht bis ins 14. Jahrhundert zurück. Zu dieser Zeit wurden Nadel – und Laubholzsaaten in gleichem Maße durchgeführt. Aufgrund der im 19. Jahrhundert steigenden Möglichkeiten in der Zucht von Forstpflanzen verlor die Saat mit Anfang des 20. Jahrhunderts komplett an Bedeutung. Vor allem die Saat von Laubbaumarten gewinnt jedoch heute wieder an Relevanz. Möglich wird das, weil die Anzahl der zur Beerntung zugelassenen Laubholzbestände höher ist und es bessere Möglichkeiten bei der Lagerung und Saatgutvorbehandlung gibt. Dies macht die Saat bei den meisten Baumarten unabhängig von Mastjahren und gewährt eine hohe Sämlingsausbeute. Aufgrund der Vorbehandlung des Saatgutes bei einer endogenen Keimruhe wird allgemein im Frühjahr gesät. Dieser Zeitraum hat auch den Vorteil, dass Verluste durch Pilze oder Fraß von Tieren vermieden werden. Weiters ist die Gefahr von Ausfällen durch Spätfrost und tiefe Winterfröste aufgrund der späteren Keimlingsentwicklung geringer als bei einer Herbstsaat. Neben den geringeren schädlichen Einflüssen bieten auch die feuchten Böden eine bessere Ausgangslage für die Keimung im Frühjahr. Da die Sämlinge bei der Direktsaat nicht unter kontrollierten Bedingungen auf gutem Substrat wachsen können, sind sie mehr an die Bedingungen am Waldstandort gebunden. Durch Bodenbearbeitungen können diese Bedingungen wesentlich verbessert werden und eine Keimung und gutes Wachstum werden ermöglicht. Bei der Bodenbearbeitung soll ein Keimbett geschaffen werden, welches eine gute Wasserversorgung sichert und die Bedrängung durch Begleitvegetation, während der Keimung, vermeidet. Man unterscheidet zwischen fünf Saatvarianten, die zum Einsatz kommen:

- Vollflächige Saaten werden vorwiegend bei der Begründung eines Vorwaldes genutzt, kommen jedoch auch beim Voranbau von Buchen zum Einsatz.
- Streifensaaten werden meist in maschinell bearbeiteten Streifen mit einer Breite von 30-50cm eingesät. Diese Streifen haben einen Abstand von 1-3m, dieser variiert je nach Baumart und Verjüngungsziel. Bei Voranbauten unter Schirm sind die Abstände weiter als auf Freiflächen.
- Rillensaaten (Reihensaaten) werden in schmalen Rillen auf Fräßstreifen oder in Pflugfurchen angelegt.
- Plätzaaten werden zum Bestandesumbau, zur Einbringung anderer Baumarten und beim Voranbau genutzt. Der Boden wird meist kreisförmig leicht bearbeitet.
- Punktsaaten werden vorwiegend mit Eicheln und Nüssen genutzt. Bei dieser Variante findet keine Bodenbearbeitung statt.

Die benötigte Samenmenge hängt neben der Saatvariante auch stark von der Keimfähigkeit ab. Diese kann, wie unter Pkt. 1.3.10 beschrieben, geprüft werden. Für die am häufigsten verwendete Saatvariante, die Streifensaat, wird bei einem Keimprozent von 50-70% folgenden Mengen auf 1000 lfm angegeben:

- Tanne: 4 kg
- Esche, Bergahorn: 2-3 kg
- Hainbuche: 3 kg
- Schwarznuss 300 – 500 Nüsse

Ein zu berücksichtigender Aspekt der Saat ist ein höherer Aufwand gegenüber der Pflanzung. Dieser wird beim Schutz gegen Konkurrenz und Schädlinge merkbar. Während die Kiefer vorwiegend Probleme mit der Schütte hat, haben Laubbaumarten auf vergrasteten Flächen Schwierigkeiten mit Mäusefraß. Auch bei der Pflege ist der Aufwand höher als bei der Pflanzung. Bei der Saat kann es zu ungleichmäßigen Dichten kommen, wodurch bei zu geringen Dichten Nachbesserungen notwendig werden können. Zu hohe Dichte könnte hohe intraspezifische Konkurrenz verursachen, was auf trockenen und armen Böden zu einem geringen Wuchs führt. Die hohe Dichte führt in weiterer Folge zu einer schwierigeren Jungbestandspflege. Ein großer Vorteil der hohen Dichten ist jedoch, dass eine bessere Schaftform durch die Erziehung der anderen Pflanzen hervorgebracht wird. Jedoch kann bei manchen Baumarten, wie bei der Kiefer, trotz Dichtstand eine Astung notwendig sein (Bartsch, von Lüpke, & Röhrig, 2020, S. 282-285). Als Vorteil für die Saat sind geringere Kosten für das Pflanzmaterial, ein ungestörtes Wurzelwachstum, aber auch eine durch die Saatmaschine bedingte effiziente Möglichkeit der Verjüngung großer Flächen zu nennen. Weiters ist ein großer Vorteil, dass das Saatgut selbst geerntet und so eine Herkunftssicherheit gewährleistet werden kann. Da die Pflanzen am Waldort keimen, sind sie auch besser an die örtlichen Gegebenheiten angepasst. Weiters besteht ebenfalls die Möglichkeit, die überschüssigen Pflanzen als Wildlinge zu entnehmen und an anderen Standorten wieder zu pflanzen. Dem gegenüber steht ein höheres Ausfallsrisiko, das aufgrund der Witterung, durch Wild, Konkurrenzvegetation und einer längeren Zeit, welche die Pflanzen zur Etablierung benötigen, entstehen kann. Es ergibt sich, wie bereits beschrieben, ein höherer Aufwand und höhere Kosten für Schutz und Pflegemaßnahmen. Außerdem besteht trotz Lagermöglichkeiten eine Abhängigkeit zu Mastjahren, da nicht alle Samen lange lagerfähig sind. Aufgrund dessen, dass auf den Flächen selten optimale Verhältnisse herrschen, wird eine höhere Saatgutmenge als im Forstgarten benötigt. Anders als bei der Pflanzung muss auch das Wissen für die Beerntung, Lagerung, Vorbehandlung und Aussaat gegeben sein (Leder & Schölmerich, 2022, S. 25-26). Das Ausbringen des Saatgutes findet meist zusammen mit der Bodenbearbeitung statt, beschrieben im nachfolgenden Absatz.

1.4.1. Bodenvorbereitung und Aussaat

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten ein passendes Keimbett für die Samen zu schaffen. Zur Auswahl des richtigen Verfahrens sollte die Baumart, welche gesät wird und die standörtlichen Bedingungen mit in Betracht gezogen werden. Einen wesentlichen Einfluss haben der Altbestand, seine Größe und das Gelände. Die Eignung der Baumart für die Saat und Bodenvorbereitungsverfahren kann in **Fehler!** **Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** abgelesen werden.

Verfahren	Baumarten	Bemerkungen
Handsaaten	alle Baumarten	arbeitsintensiv / kostenintensiv Sonderfälle: steil, steinig, blocküberlagert, Klein(st)flächen
Pferdesaaten	Weißtanne, Buche, Ahorn, Eiche, Lärche, Kiefer, Douglasie	flächiger Einsatz sinnvoll, sehr flexibel im Bestand, z. T. Schlagabraumbehandlung
Maschinensaaten	Eiche, Buche, Ahorn, Birke, Weißtanne, Douglasie	flächiger Einsatz sinnvoll, geräumte Flächen, 20% Hangneigung
Fräsen	Eiche, Buche Ahorn (Weißtanne, Birke, Kiefer)	geringe organische Auflagen; Fräsmaterial gut setzen lassen!
Grubbern	Weißtanne, Kiefer, Eiche	Humusaufgaben geringmächtig
Mulchen	Eiche, Buche, Ahorn, Kiefer	vor allem in Beerkrautbeständen, Durchmischung von Rohhumus und Mineralboden; Fräsmaterial gut setzen lassen!
Scheibenpflug	Eiche, Weißtanne, Buche, Birke, Kiefer, Douglasie	flächiger Einsatz, Maschinenbefahrbarkeit

Abbildung 15 Verfahren der Bodenvorbereitung und Aussaat Quelle: (Ruppert & Rothkegel, 2017)

Durch das Mulchen wird die Konkurrenzvegetation gehäckselt, aber auch eine leichte Durchmischung der Humusaufgabe und des Mineralbodens herbeigeführt. Um Erosion zu vermeiden, sollte sich das lockere Material wieder setzen oder maschinell angedrückt werden. Beim Mulchen ist es von besonderer Bedeutung, dass sich kein zu großer Anteil organischer Substanz im durchmischten Material befindet. Dies würde in weiterer Folge zu einer starken Austrocknung des Oberbodens führen. Ein Mulcher hat, je nach Modell, eine maximale Arbeitstiefe von 15cm. Beim Fräsen ist die Durchmischung des Mineralbodens und der organischen Auflage im Vordergrund, da eine zu mächtige Auflage die Keimung wesentlich behindert. Auch hier muss das gelockerte Material wieder verdichtet werden. Um Naturverjüngung anderer Baumarten zu verhindern, sollten die Fräsungen möglichst schmal gehalten werden. Eine Forstfräse hat eine maximale Arbeitstiefe von 40 cm. Pflügen oder eggen sind Möglichkeiten der Bodenbearbeitung, die den Oberboden nicht durchmischen, sondern nur abziehen. Diese Techniken erstellen ein geeignetes Keimbett bei schwachen Auflagen und einer geringen Intensität der Konkurrenzvegetation. Um die Entwicklung der Sämlinge zu sichern, muss auf eine ausreichend breite Bodenverwundung geachtet werden. Der Vorteil eines Grubbers ist, dass er mit den Zinken den Oberboden verletzt und gleichzeitig Saatgut in den Boden einarbeiten kann. Die Verletzung des Oberbodens schafft dabei ein geeignetes Keimbett.

Händische Bearbeitung durch Pflanzenhauen oder Rechen wird vorwiegend für Plätze- und Rillensaat

genutzt. Bei dieser Bearbeitung wird der Humus abgezogen und mit dem Mineralboden vermischt, um optimale Keimverhältnisse zu erhalten. In weiterer Folge kann auch das Saatgut damit eingebracht werden. Die Bodenvorbereitung durch den Freischneider mit Häckselmesser oder Terracut/Mulch-Aufsatz ist die motormanuelle Variante der Bodenbearbeitung. Diese Variante ist auch in der Lage stärkere Humusaufgaben und Vegetation zu zerkleinern. Ein weiterer Vorteil ist, dass dadurch das Substrat vermischt wird. Weiters ist es für Saatflächen mittlerer Größe oder eine größere Anzahl von Plätzeaatflächen geeignet. Der Einsatz der Einachsfräse ist sinnvoll für Saatflächen, die größer als ½ Hektar sind und auf denen die Streifensaart angewandt wird. Hier ist eine schmale Fräsbreite in Kombination mit der Handaussaat sinnvoll. Die Fräse kann im Bestand leicht manövriert werden, Probleme treten jedoch bei stark durchwurzelten und skelettreichen Böden auf. Kleinbagger werden für die Bodenvorbereitung im befahrbaren Gelände für die Rillen-, Streifen- oder Plätzeaaten genutzt. Aufgrund des Bestandes kann die Wendigkeit des Baggers eingeschränkt sein. Ebenso ist der Bagger in anspruchsvollem Terrain nur eingeschränkt einsetzbar. Der Pferdeinsatz mit Scheibenpflug / Scheibenegge / Scheibenräumgerät ist eine effektive und bestandesschonende Methode. Der Einsatz dieser Kombination bietet eine hohe Flexibilität und die Möglichkeit der zeitgleichen Aussaat. Es können damit große Flächen und Saatgutmengen in Rillensaaten angelegt werden. Kleinschlepper mit Fräse und Aussaatvorrichtung sind aufgrund ihrer Schalenbauweise auch für die Aussaat in lichten Beständen geeignet. Genutzt kann diese Technik für größere Streifensaaten werden. Optimal geeignet dafür sind großsamige Baumarten, welche in einer guten Dosierung in optimaler Tiefe ausgebracht werden. Wenn die Saat nicht im Zuge der Bodenbearbeitung erfolgt ist, wird sie im Anschluss durchgeführt. Diese kann entweder händisch oder mit Hilfsmitteln wie Handsämaschinen oder Kunststoffflaschen mit präpariertem Verschluss genutzt werden (Ruppert & Rothkegel, 2017).

1.4.2. Tannensaat

Die Wiederbewaldung mittels Saat ist eine der ältesten Rekultivierungsformen und ist in den letzten Jahrzehnten etwas in Vergessenheit geraten. Dabei ist sie vor allem für den Voranbau ein ideales waldbauliches Instrument. Ziel dabei ist es eine zweite Bestandesschicht zu etablieren, bevor der herrschende Bestand abgetrieben wird. Hierbei werden vor allem Schattbaumarten wie die Tanne verwendet. Das jeweilige Verfahren variiert je nach Beschaffenheit des Bestandes bzw. den Vorstellungen des zukünftigen Bestandesbildes. So kann entweder eine Reihensaat mittels maschineller Unterstützung oder eine kleinstrukturierte Punktuelle Plätzesaat erfolgen.



Abbildung 16 Reihen bzw. Streifensaat mittels Sämaschine

Quelle: K. Fottner, Bayerische Staatsforste

Kleinflächige platzartig strukturierte Aussaatstellen im Bestand können auch händisch mittels Wiedehopfhäue durchgeführt werden, was nicht nur Kosten spart, sondern auch den Boden schont.

Vor Beginn ist die richtige Bestandeswahl zu treffen. Bevorzugterweise sollten Nadelholzbestände 2-3 Jahre zuvor durchforstet worden sein. Weiters sollte der bereits herrschende Bestand frühestens nach 20 Jahren, idealerweise jedoch erst nach 30-40 Jahren abgetrieben werden. Auch auf die Bodenvegetation ist aufzupassen. Während Waldsauerklee sowie Moosteppe vorteilhaft sind, können flächiger Grasfilz, Heidelbeergebüsch und Adlerfarnhorste wesentliche Beeinträchtigungen hervorrufen (Flume & Tennhoff, 2017).

Bevor die Saatplätze angelegt werden, muss festgelegt werden, wo etwaige Rückegassen angelegt werden sollten. Vor Ausbringung der Samen sollte auf den Saatplätzen die Humusschicht abgezogen werden. Weiters kann mittels Auflockerns des Mineralbodens ein besseres Anwuchsmilieu geschaffen

werden. Ebenfalls muss der Aussaatzeitpunkt berücksichtigt werden. Dabei bieten sich die Monate Oktober bis Dezember an, es sei denn es herrscht Frostgefahr oder frühzeitiger Wintereinbruch. Im Anschluss kann das Saatgut ausgebracht werden und leicht auf den Mineralboden festgetreten werden. Damit sollte erreicht werden das die Samen auch Kontakt mit dem Boden haben (Flume & Tennhoff, 2017).

Da die Tanne eine verbissbeliebte Baumart ist, sollte ein Schutz um den jeweiligen Saatpunkt bzw. um die Fläche, in der die Saatpunkte liegen, angebracht werden.

Die Kosten für das Tannensaatgut entsprechen, je nach Verfügbarkeit ca. 140 €/kg. Dies würde für 0,3 kg pro Fläche und 418 Flächen Kosten in der Höhe von 18.810 €¹ ergeben. Dies entspricht einen Hektarwert von 1.810 €/ha für die Tanne.

1.4.3. Eichensaat

Vor allem die Saat der Traubeneiche hat in Regionen, in denen Wertholz mit ihr produziert wird, eine lange Tradition. Zur Aussaat von Eichen wird ein Schlussgrad des Kronenschirms von 0,7 bis 0,5 beschrieben. Die gängigste Saatvariante der Eiche ist die Streifensaat. Diese erfolgt mittels eines Kleinschleppers zu sehen in Abbildung 17, Pferdes oder einer selbstfahrenden Raupe ersichtlich in Abbildung 18. Es werden jedoch auch Plätzesaaßen und Einzelsaaßen durchgeführt. Der Boden wird, wenn keine Begleitvegetation vorhanden ist, nur leicht bearbeitet. Dies ist von Vorteil, da die Keimlinge durch die schnell austrocknenden, aufgelockerten Böden negativ beeinflusst werden. Da die Eichen sehr empfindlich auf Konkurrenz (Gras und Brombeere) reagieren, muss eine Bearbeitung mit Schar- oder Scheibenpflügen vorgenommen werden. Die Samen können dann maschinell eingebracht und mit Mineralboden bedeckt werden (Bartsch, von Lüpke, & Röhrig, 2020, S. 285-286). Bei der Stieleiche wird von einer Keimfähigkeit von 70-80% ausgegangen, dies ergibt 140-210 Keimlinge/kg. Für eine Saat unter Schirm werden Eichelmengen von 150-250kg/ha angegeben, während auf Freiflächen in der Regel 300-400kg/ha verwendet werden. Eine Erhöhung der Saatgutmenge auf bis 1000kg/ha kann je nach Standortverhältnissen und Keimfähigkeit sinnvoll sein. Die Saattiefe sollte je nach Bodenart gewählt werden, sie sollte auf leichten Böden tiefer sein als auf schweren Böden. Die Saattiefe hängt ebenfalls davon ab, ob die Verjüngung unter Schirm oder auf einer Freifläche stattfindet, da die Spätfrostgefahr bei der Saat unter einem vorhandenen Bestand geringer ist (KWF, 2020). Liegen die Eicheln nicht in einer Tiefe von 3-6 cm, besteht die Gefahr, dass diese von Vögeln oder Mäusen aufgenommen werden. Liegen die Eicheln jedoch wesentlich tiefer, kann es Probleme mit der Keimung der Eicheln geben. Diese kann verzögert stattfinden oder ganz ausfallen. Die Eichensaat wird im Herbst

¹ 0,3 kg (Saatgut/Fläche) x 418 (Fläche) x 150 €/kg (Kosten)

ausgebracht, da sich das Saatgut schlecht lagern lässt und so keine Stratifikation notwendig ist. Weiters bietet die Herbstsaat den Vorteil eines rascheren Höhenwachstums und eines früheren Abschlusses des Wachstums. Aufgrund des hohen Lichtbedürfnisses der Eiche wird der Altbestand innerhalb von 4-6 Jahren in zwei bis drei Hieben geräumt. Dies ist notwendig, da sie sonst von der Naturverjüngung anderer Baumarten überwachsen werden. Die Eiche muss sich zum Zeitpunkt der Räumung so entwickelt haben, dass sie dem dann ansteigenden Verbissdruck widerstehen kann. Weiters müssen bei Eichensaar früh Eingriffe erfolgen, da andernfalls Schäden durch Nassschnee auftreten können (Bartsch, von Lüpke, & Röhrig, 2020, S. 285-286).

Das Eichensaatgut kostet ca. 10 €/kg. Wenn man mit 25 Eicheln pro Zaunfläche und 18 Flächen rechnet, erhält man lediglich Saatgutkosten von 15,75 €² auf 0,7 ha. Daraus ergeben sich für das Saatgut Kosten von 22,5 €/ha



Abbildung 17 Kleinschlepper mit Anbaugerätkombination Streifenfräse/Sämaschine Quelle: (Rakel, 2022)



Abbildung 18 Kleinraupe mit Fräs-Sämaschine Quelle: (Rakel, 2022)

² 3,5 kg / 1.000 (Tausendkorngewicht) x 25 Stk. (Eicheln/Fläche) x 18 (Flächen) x 10 €/kg (Kosten)

1.4.4. Keimung

Die wesentlichen Informationen wurden aus den Unterlagen von Kugler (2009) entnommen. Die Keimung wird in drei Phasen eingeteilt: die Quellungsphase, Keimbereitschaftsphase und die Wachstums- und Differenzierungsphase.

Die Quellung ist ein Vorgang, bei dem die Quellkolloide Wasser aufnehmen und speichern. Er kann ohne Schaden für den Samen rückgängig gemacht werden. Nachdem mehr Wasser aufgenommen wurde, als gebunden werden kann und die Keimruhe überwunden wurde, können die Keimung und der Stoffwechsel beginnen. Damit es zu einem Einsetzen der Keimung kommen kann, müssen jedoch neben der inneren Bereitschaft auch äußere Faktoren stimmen. So müssen entsprechende Feuchtigkeits-, Sauerstoff-, Licht- und Temperaturbedingungen vorherrschen. Ist dies erreicht, werden im Samen Enzyme gebildet und aktiviert. Die Reservestoffe werden umgewandelt und der Stoffwechsel steigt, es entsteht eine Wärmeabgabe. In der letzten Phase steigt der Wassergehalt auf 90%. Es intensiviert sich auch die Atmung, Enzymaktivität und der Transport von Glukose, Aminosäuren und Fettsäuren. Die Keimwurzel durchbricht die Samenschale und das Wachstum des Keimlings beginnt. Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen zwei Arten der Keimung, der hypogäischen und epigäischen Keimung. Die meisten Baumarten keimen epigäisch. Bei dieser Keimung dringt eine schwache Keimwurzel in das Substrat ein. Gleichzeitig streckt sich das Hypokotyl und die Keimblätter entfalten sich nach Abstreifen der Schale. Der Sämling ernährt sich aufgrund der fehlenden Reservestoffe früh durch die Photosynthese. Bei der hypogäischen Keimung bleibt das Hypokotyl kurz, die Keimblätter verbleiben im Samen. Erst mit zeitlichem Abstand wächst das Epikotyl aufwärts, wo Primärblätter gebildet werden. Die hypogäische Keimung ist vorwiegend bei schwersamigen Baumarten mit vielen Vorräten an Reservestoffen zu finden.

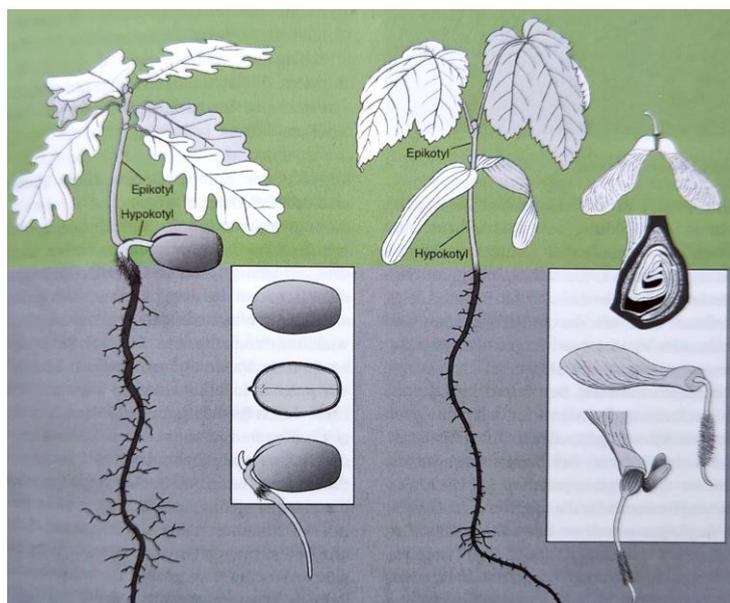


Abbildung 19 Epigäische und hypogäische Keimung Quelle: (Bartsch, von Lüpke, & Röhrig, 2020)

1.5. Voranbau

Das Prinzip des Voranbaus wird von Rothkegel, Ruppert & Peter (2014) beschrieben. Der Klimawandel und die damit verbundenen Trockenphasen, Stürme und anderen Extremwetterereignisse, aber auch die davon stark profitierenden Pathogene, verursachen erhebliche Schäden in den Waldbeständen. Unter Beachtung der Klimaszenarien wird sich diese Situation in näherer Zukunft verschärfen. Es bedarf des Waldumbaus zu standorts- und klimaangepassten Mischbeständen, die diesen Herausforderungen gewachsen sind. Eine gute Methode des Umbaus ist die Verjüngung der Reinbestände mit beispielsweise Buche oder Tanne. Der Voranbau ist, wie in Abbildung 20 ersichtlich, ein Verfahren, bei dem die Verjüngung unter dem Schirm des Altbestandes eingebracht wird. Genutzt werden hierfür vorwiegend Schattenbaumarten wie die Rotbuche, Weißtanne, Hainbuche und Linde. Der Altbestand dient als Schutz vor Witterung und Konkurrenzvegetation, die aufgrund des Lichtmangels nicht aufkommen kann. Weiters erreichen die eingebrachten Baumarten einen Vorsprung gegenüber der Naturverjüngung. Zur Auswahl der Bestände, in denen ein Voranbau stattfinden soll, müssen einige Faktoren beachtet werden. Der Altbestand muss so vital sein, dass eine Überschirmung von mindestens zehn Jahren gewährleistet werden kann. Weiters sollten weder Konkurrenzvegetation noch ausreichende Naturverjüngung anderer Baumarten vorhanden sein. Es sollten ebenfalls Faktoren wie die Feinerschließung und der Sturmschutz von Nachbarbeständen beachtet werden. Die Standorte der Voranbaugruppen sollten im Optimalfall so gewählt werden, dass bereits vorhandene Löcher im Bestand genutzt werden. Diese Lichtverhältnisse können auch durch Durchforstungen oder durch das Schlagen von Femellöchern geschaffen werden. Eine Bestandsdestabilisierung darf jedoch durch den Eingriff nicht hervorgerufen werden. Eine Voranbaugruppe sollte eine Größe von 600 – 1000 m² haben und nur aus einer Baumart bestehen, damit es nicht zu Pflegeproblemen kommt. Auf größeren Flächen sollten diese Voranbaugruppen mosaikartig, dem Kleinstandort entsprechend, angeordnet werden.

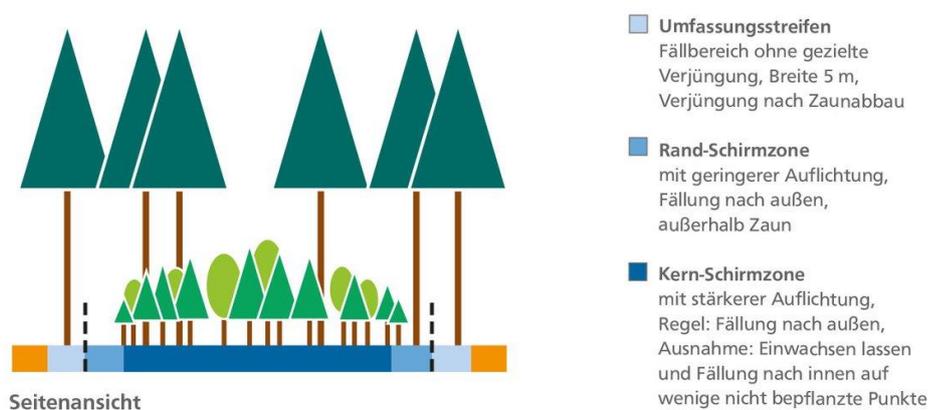


Abbildung 20 : Schema eines Voranbaus in der Seitenansicht; in der Kernschirmzone entwickelt sich die Verjüngung unter dem Schutz des Altholzschirms. Quelle: (Rothkegel, Ruppert, & Peter, 2014)

1.6. Baumarten Beschreibung

1.6.1. Tanne

Die Tanne nimmt in Österreich eine wesentliche Stellung ein, insbesondere in Bezug auf die Verteilung der Baumarten, wobei der Nadelholzanteil mit nahezu 72% deutlich überwiegt (Leitner, 2023). In den mittel- bis hochmontanen Waldgebieten prägt die Fichten-Tannen-Buchenwaldgesellschaft das malerische Landschaftsbild. Angesichts der zukünftigen Entwicklungen und der fortschreitenden Klimaveränderungen gewinnt die Tanne aufgrund ihrer Eigenschaften eine zunehmende Bedeutung für die gesamte Forstwirtschaft. Es wird angenommen, dass die Fichte, die bei aktuellen Klimamodellierungen in vielen Regionen Österreichs möglicherweise den veränderten Bedingungen nicht mehr standhalten kann, durch die Tanne ersetzt werden könnte.

Allgemeine physische Grundlagen zur Tanne. Entnommen aus der Homepage der Wald Geschichten (Leitner, 2023):

Die Weißtanne gehört zu den Kiefergewächsen und prägt seit 500-600 Jahren die Waldgesellschaften in Österreich. Sie erreicht eine Höhe von bis zu 50 Metern und verfügt über ein Pfahlwurzelsystem, welches mit einer hohen Wurzelenergie eine gute Verankerung bietet. Die Baumart weist nicht nur Merkmale einer Pionier- sondern auch einer Schlusswaldbaumart auf. Die Umtriebszeit kann je nach Standort bzw. kleinstandörtlichen Bedingungen sowie Niederschlagsintensität zwischen 90 und 130 Jahren variieren. Äußerlichkeiten wie die weißgraue, glatte Borke mit kleinen Harzblasen sind charakteristisch für die Tanne. Diese lösen sich im Alter in eckigen Borkenschuppen ab. Die Nadeln sind ungefähr drei Zentimeter lang, weich und weisen eine Einkerbung auf. Unterseitig sind zwei weiße Wachsstreifen erkennbar. Mit einer Blüte bzw. Fruchtbildung kann in einem Alter zwischen 60 bis 80 Jahren gerechnet werden. Dies ist ein wesentlicher Faktor für die natürliche Bestandesbegründung. Die Blütezeit erstreckt sich von Mai bis Juni, während die Samenreife im September bis Oktober erfolgt. Die Zapfen sind anfangs grünlich, werden später rotbraun und weisen dornartige Deckschuppen auf. Sie sind etwa 10 bis 15 Zentimeter lang, stehen aufrecht auf den Zweigen und zerfallen bei der Samenfreigabe. Lediglich die leere Spindel bleibt am Baum zurück.

Je nach dem Verjüngungs- und in späterer Folge Bestockungsziel des Betriebes oder des Eigentümers, erfordert die Pflanzung bzw. die Naturverjüngung von Tannen Pflegemaßnahmen. Um hier eine gesunde Entwicklung gewährleisten zu können, ist vor allem auf Mischwuchs- und Standraumregulierung, sowie Durchforstungen zu achten. Weiters ist die Tanne sehr begehrt beim Wild, dadurch sind Schutzmaßnahmen in der Jugend unumgänglich. Weiters wird sie durch die Tannentriebblaus gefährdet, welche durch die Nordmantanne aus der Türkei eingeschleppt wurde. Ebenfalls schädliche Auswirkungen hat der Tannenkrebs sowie der Mistelbefall.

Die Eigenschaften des Tannenholzes machen es zu einem robusten und vielseitig verwendbaren Werkstoff. Das Holz ist hart, zäh und harzfrei, aber weniger arbeitsfähig als Fichtenholz. Mit einem Frischgewicht von ca. 800-950 kg/fm und einem Trockengewicht von ca. 450 kg/fm weist es spezifische Dichteigenschaften auf.

In Bezug auf die Verwendung des Holzes ist die Tanne der Fichte ähnlich und dementsprechend vielseitig in der Verwendung. Sie findet vor allem dort Verwendung, wo Harz unerwünscht ist, z. B. in Saunen. Das Holz eignet sich auch für Werkzeugteile, Drechsler- und Wagnerholz. Es wird im Erd- und Wasserbau sowie in der Bautischlerei verwendet. Die Tanne wird auch als Resonanzholz für Saiteninstrumente und zur Gewinnung ätherischer Öle verwendet.

Mitte des 19. Jahrhunderts wurde das Tannensterben zum großen Thema im Waldbau. Verschiedenste Theorien von Expertinnen und Experten wurden aufgestellt, rund um das kuriose Absterben der Baumart. Durch Untersuchungen der FH-Weihenstephan (DE) konnte man den Hauptverantwortlichen feststellen. Das Tannensterben hat seinen Ursprung im industrialisierten Sachsen, wo hohe schwefelhaltige Immissionen der Baumart zusetzten. Von dort aus breitete sich das Tannensterben auf den Frankenwald im Fichtelgebirge und im nördlichen Oberpfälzer Wald aus (Schmidt, 2004). Die weitere Ausbreitung ist in Abbildung 21 ersichtlich. Folgende Daten wurden von Mayer (1984) entnommen.

Das "Tannensterben" zeigt sich durch charakteristische Symptome. Dazu zählt die Kronenverlichtung, die sich von unten nach oben und von innen nach außen erstreckt. Ein weiteres auffälliges Merkmal ist die frühzeitige Ausformung einer Storchennestkrone. Gleichzeitig bildet sich ein pathologischer Nasskern aus. Der Wurzelkörper, insbesondere die Feinwurzeln, erfahren eine Reduzierung und Deformation. Darüber hinaus ist ein Rückgang der Jahrringbreiten oder sogar Jahrringausfälle festzustellen.

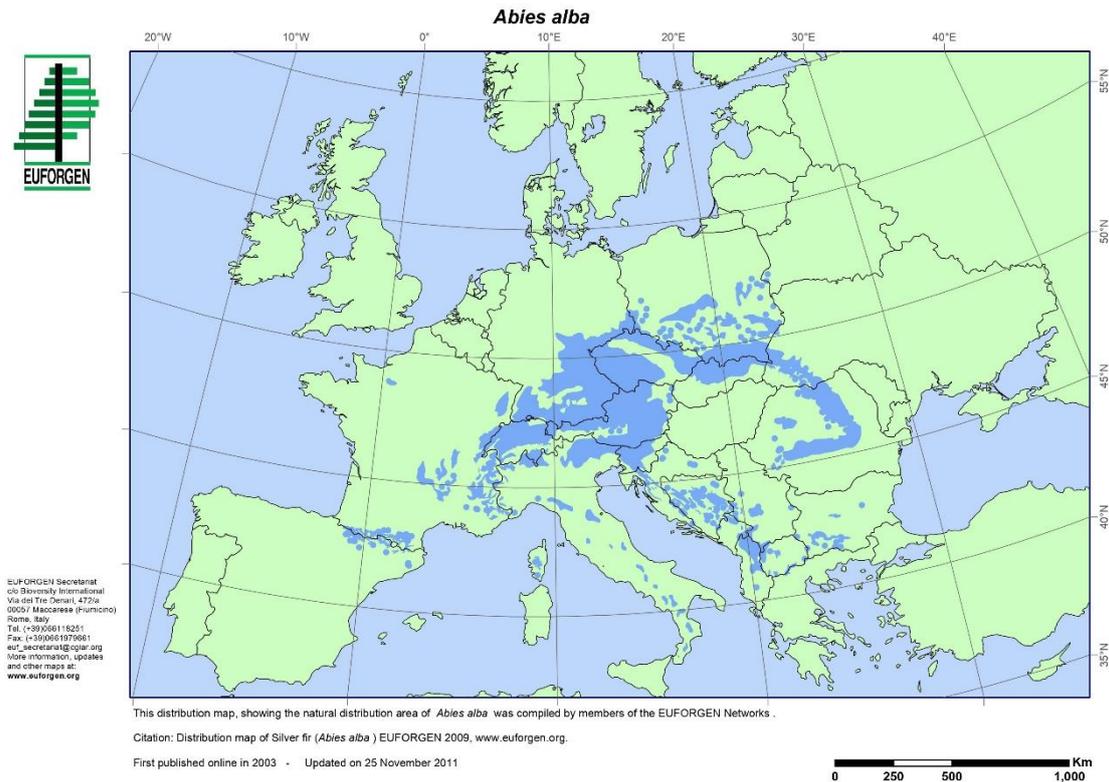


Abbildung 21 Verbreitung des Tannensterbens

Quelle: (EUFORGEN, 2008)

Um dem Tannensterben entgegenwirken zu können, wurden einige Maßnahmen gesetzt, welche die Luftschadstoffe drastisch reduzieren sollten. Dies kann durch die Installation von Rauchgasentschwefelungsanlagen in Kraftwerken, die Senkung der zulässigen Grenzwerte der TA-Luft, die Verringerung des Schadstoffausstoßes von Kraftfahrzeugen durch den Einsatz von Katalysatoren, die Entschwefelung von Brennstoffen wie Erdöl und Kohle, sowie die Förderung der Nutzung von Sonnenenergie und energieeffizienten Bauweisen erreicht werden (Mayer, 1984).

Parallel dazu ist eine wissenschaftliche Gesamtinventur der Schäden erforderlich, um die entscheidenden Schadensfaktoren zu analysieren und effektive Präventionsmaßnahmen zu ergreifen. Kurzfristige Maßnahmen zur Behandlung einzelner Symptome, wie beispielsweise Düngung, können das Ökosystem nur vorübergehend entlasten. Zur Reduzierung der Gesamtbelastung müssen alle unmittelbar beeinflussbaren, auch selbst verursachten Schadfaktoren sofort minimiert werden, da Fremd- und Fernschäden erst mittelfristig ein tragbares Ausmaß annehmen werden. Ohne eine ökosystem-analytische Beurteilung des Waldes und ohne umfassende präventive Maßnahmen können die Folgen der Waldschäden für die Ertrags-, Schutz- und Sozialfunktionen des Gebirgswaldes nicht gezielt aufgefangen werden (Mayer, 1984).

werden können. Die Stieleiche kann aufgrund ihres Pfahlwurzelsystems auch vernässte Standorte gut durchwurzeln. Standorte mit diesen Pseudo- und Stagnogleyböden sind Zwangsstandorte für die Stieleiche, da nur wenig andere Baumarten diese Standorte erschließen können. Die Stieleiche ist zwar tolerant gegenüber Überflutungen, benötigt jedoch genügend Licht für eine gute Entwicklung. Jungpflanzen erleiden bereits bei mäßiger Beschattung Einbußen bei der Substanzproduktion. Ein ausreichendes Lichtangebot ist für die Eiche 50% der Freilandstrahlung (Bartsch, von Lüpke, & Röhrig, 2020, S. 92-93). Laut Reif und Gärtner (2007) ist das Höhenwachstum im ersten Jahr bei 20–40% bzw. im zweiten Jahr bei 25-50% maximal. Diese Beschattung führt zu einer größeren Blattfläche und höherem Chlorophyllgehalt, aber ebenfalls zu einem geringeren Wurzelwachstum, geringerem Spross-Wurzel-Verhältnis, geringerer Nettoassimilationsrate und geringerer relativer Wachstumsrate. Unter diesen Verhältnissen wächst die Stieleiche in der Jugend rasch. Das Höhenwachstum erreicht einen Höhepunkt im Alter zwischen 20 und 30 Jahren. Der Volumszuwachs kulminiert 10 Jahre später. Laut Bartsch, von Lüpke und Röhrig (2020) ist der Zuwachs der Stieleiche in den letzten Jahren um 13% angestiegen. Der Zuwachs könnte zusätzlich durch starke Durchforstungen gefördert werden. Dadurch können im Alter von 140 Jahren bereits Durchmesser von 70cm erreicht werden. Das Umtriebsalter ist jedoch auf den meisten Standorten 150-180 Jahre (Bartsch, von Lüpke, & Röhrig, 2020, S. 92-39).

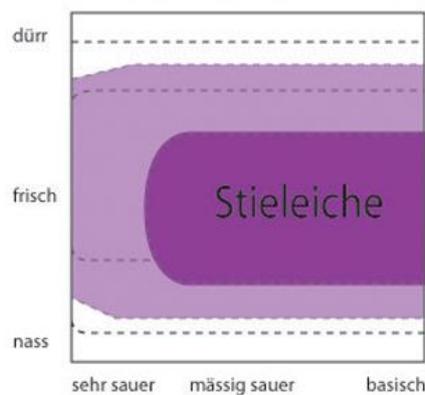


Abbildung 23 Ökogramm der Stieleiche Quelle: (Dähler & De Micheli, 2024)

Die Stieleiche könnte im Laufe des Klimawandels schwere und vernässte Standorte der Tanne übernehmen. Sie spielt jedoch auch bei der Bewaldung von sekundären Fichtenbeständen eine große Rolle. Die sekundären Fichtenbestände liegen im nördlichen Alpenvorland, Wald- und Weinviertel und in der Südoststeiermark. In der Südsteiermark ist Stieleiche von besonderer Bedeutung, da im tieferen Hügelland extreme Pseudogleye aus Staublehm und in den Talsohlen schwere Gleyböden weit verbreitet sind (Leitgeb & Starlinger, 2021).

Bei der Etablierung einer vitalen Stieleichverjüngung gibt es eine Vielzahl hindernder Faktoren. Diese werden von Reif und Gärtner (2007) beschrieben. Eicheln sind aufgrund ihres großen Energiegehaltes eine sehr beliebte Nahrung bei Ringeltauben, Wildschweinen, Rehen, Eichhörnchen und Mäusearten.

Es wird ein Samenverlust, welcher vorwiegend durch Mäuse verursacht wird, angegeben der zwischen 79 und 95% liegt. Aufgrund dessen, dass die Mäuse die relevantesten Prädatoren sind, ist die Überlebenschance für die Eicheln hier am geringsten. Generell wird eine niedrige und offene Bodenvegetation als ideale Ausgangssituation gegenüber Prädatoren definiert. Die Stieleiche ist eine schwierig zu verjüngende Baumart. Es wird beschrieben, dass Jungeichen vorwiegend durch Kaninchen, Rot-, Dam- und Rehwild verbissen werden. Dieser Verbiss wird durch eine verringerte Konkurrenzskraft tragend. Die Eichenverjüngung kann sich bei starkem Verbiss kaum etablieren. Der Verbiss erzeugt weiches Holz, welches nur zur Brennholzproduktion verwendet werden können. Einen weiteren großen Einfluss auf die jungen Stieleichen hat der Mehltau. Dieser verringert die Lichtversorgung und Photosyntheseleistung und daraus resultierend die Vitalität beträchtlich. Als beträchtlicher Einfluss auf die Verjüngung wird auch die konkurrierende Vegetation gesehen. Diese kann indirekt die Eichen beschatten und bei Unwettern oder nach dem Abtrocknen umdrücken. Aber auch direkt durch allelopathische Exsudate von Gräsern und Seggen das Wachstum oder die Keimung verringern. Spätfrost ist eine wesentliche Gefahr für Eichen vor allem auf größeren Auflichtungen mit gleichmäßiger Bodenvegetation und gehemmttem Kaltluftabfluss. Besonders problematisch ist hier ein starker Grasfilz, da die Grashalme bei heiterem Nachthimmel Wärme stark abgeben, gleichzeitig jedoch aufgrund des Grasfilzes tiefere Bodenschichten vollkommen isolieren. Wassermangel ist für die Stieleiche meist kein hindernder Faktor. Genauso kann die Stieleiche sehr gut mit Überflutungen umgehen, die bei der Stieleiche keine größeren Schäden verursachen, jedoch verjüngt sich die Stieleiche in diesen Überflutungsgebieten nicht.

Kreft (2023) beschreibt umfassend das Blüh- und Samenentwicklungsverhalten der Stieleiche. Die Stieleiche blüht als einhäusiges Gehölz zwischen April und Juni, mit einer Blühdauer von wenigen Tagen bis zwei Wochen. Die Bestäubung in den einige Tage geöffneten Narben erfolgt durch den Wind. Die unscheinbaren Blüten stehen in eingeschlechtlichen Blütenständen. Das Mannbarkeitsalter ist bei den Eichen im Freiland mit ca. 60 Jahren und im Bestand mit 80 Jahren erreicht.

Die Fruktifikation variiert zwischen Regionen und Baumarten stark. Es werden zwischen den in Rohmeder (1972) beschriebenen Mastintensitäten unterschieden. Eine Mast kann regional und überregional zwischen verschiedenen Baumarten synchron ablaufen. Die Abstände der Mastjahre hängt unter anderem von der Dauer der Samenentwicklung ab. Die Stieleiche braucht für die Samenbildung zwei oder drei Jahre. Die Samenbildung der Eiche differiert je nach Art, Region und Untersuchungszeitraum. Die beschriebene Periodizität erstreckt sich zwischen zwei und sechs Jahren. Während bei anderen Baumarten klare klimatische Zusammenhänge zur Mast hergestellt werden können, ist dies bei der Eiche aufgrund geringer Dokumentationen und regionalen Unterschieden nicht möglich. Es kann ebenfalls, im Gegensatz zu anderen Baumarten keine klare Korrelation zwischen Pollenmenge und Samenproduktion hergestellt werden. Einen wesentlichen Einfluss hat die Witterung

im Jahr der Mast. Diese unterscheidet sich jedoch auch stark zwischen den Regionen. Es wird beschrieben, dass in Polen genügend Niederschlag eine wichtige Rolle für das Auftreten eines Mastjahres spielt. Bei Stein- und Flaumeiche führt ein Wassermangel im Frühling zum Ausfall der Mast. Im östlichen Schweizer Mittelland korrelieren geringe Niederschläge im Juni mit der Eichenmast (Wohlgemuth, et al., 2016, S. 318,321,322).

Als wesentliche Charakteristika für die Stieleiche gelten die gestielten Früchte, deren Stiellänge jedoch stark variiert. Allgemein liegen die Angaben der Stiellänge zwischen 2 – 10 cm. Die Form, Größe und das Gewicht der Nussfrüchte variieren zwischen den verschiedenen Mutterbäumen meist stark. Diese Variation kann auch schon am selben Mutterbaum vorkommen. Zwischen den Jahren differiert vorwiegend die Fruchtgröße abhängig verschiedener Umweltfaktoren. Ein wesentlicher Einflussfaktor ist die Witterung während der Samenreife. Für die Stieleiche wird ein Tausendkorngewicht von 3000 -5500 g angenommen. Nach der Reife im September/Okttober sind die Eicheln etwa noch sechs Monate keimfähig. Eicheln sind nicht lagerfähig. Die Eiche keimt hypogäisch, das bedeutet die verdickten Keimblätter bleiben bei der Keimung unterirdisch, die haben die Funktion eines Speichergewebes. Da die Eiche ein Mineralbodenkeimer ist, können bei der Einarbeitung in den Mineralboden wesentlich höhere Keimerfolge erzielt werden (Kreft, 2023). Als Samenausbeute wird für die Stieleiche 70-90% angegeben, man erhält pro Kilogramm Früchte 150-250 Körner. Daraus ergeben sich 200 – 300 Körner pro Kilogramm Samen und ein Tausendkorngewicht von 3 400 – 5 000 g. Die Stieleiche erreicht ein Keimprozent von bis zu 75 % daraus ergeben sich 120 – 180 Sämlinge pro Kilogramm Samen. Bei einer Halbmast kann von 600 kg und bei einer Vollmast von einem Ertrag von 3200 kg Eicheln pro Hektar ausgegangen werden (Burkart, 2018, S. 54).

2. Problemstellung

Im Bereich Althofen wurden 2020 in den Betrieben Kleinszig und Auer-Welsbach Versuchsflächen für einen Unterbau mit Weißtannen- und Stieleichensaaten in reinen, mittelalten Fichtenbeständen angelegt. Vor der Aussaat wurden die Flächen für die Saat durch Bodenbearbeitung vorbereitet. Im Anschluss wurden sie mechanisch mittels Einzäunung vor Wildeinfluss geschützt. Das Hauptaugenmerk bei der Untersuchung liegt am Erfolg der als Voranbau eingebrachten Baumarten. Auf den Erfolg eines solchen Vorhabens nehmen eine Vielzahl von Faktoren Einfluss. Grundlegend kann für den Voranbau mit Saaten zwischen äußeren und inneren Faktoren unterschieden werden. Innere Faktoren werden durch das Saatgut und ihre Qualität bestimmt. Der äußere Einfluss wird im Wesentlichen in zwei Gruppen aufgeteilt: biotische und abiotische Faktoren. Der wesentliche biotische Einfluss erfolgt durch die Konkurrenzvegetation, da der Verbiss durch die Einzäunung grundsätzlich ausgeschaltet sein sollte. Den Erfolg können ebenfalls Mäuse und Pilze beeinträchtigen. Der erheblichste abiotische Einflussfaktor ist das Himmelsprozent. Aufgrund dessen werden vorwiegend Schattbaumarten wie die Tanne und die Buche eingesetzt. Durch Trockenheit oder Frost kann auch der Erfolg gemindert werden. Untersucht werden die Tannen und Eichen hinsichtlich ihres Zuwachses und der Qualität. Die Untersuchung des Zuwachses erfolgt durch den Vergleich von Aufnahmen, die 2022 und 2023 durchgeführt wurden. Hinsichtlich der Qualität wird das Hauptaugenmerk auf Schäden am Terminaltrieb gelegt. Als Einflussfaktoren werden die Konkurrenzvegetation, Konkurrenzbaumarten und das Himmelsprozent untersucht.

3. Methodik

3.1. Aufnahmemethodik der Tannenflächen

Auf Basis der Daten von Herrn Mag. Brandner wurden die Eichen- sowie Tannensaatchflächen besichtigt. Die ursprüngliche Zielsetzung wurde darauf festgelegt, die Zuwächse, Ausfälle sowohl die Schäden und deren Ursachen zu eruieren, um einen Erfolg der Saat prognostizieren zu können. Bei beiden Betrieben wurden die Saatplätze eingezäunt. Die Saatkonzentrierung teilt sich innerhalb der Fläche jedoch unterschiedlich auf, weshalb nicht dieselbe Aufnahmemethodik angewandt werden kann. Im Betrieb Kleinszig wurden auf ungefähr zehn Hektar insgesamt 400 Saatplätze für die Baumart Tanne und 17 Einzelflächen für die Baumart Eiche errichtet. Der Forstbetrieb Auer-Welsbach errichtete insgesamt 55 Saatplätze, davon sind 21 Tannenflächen, 24 Eichenflächen und 10 Rotbuchenflächen.

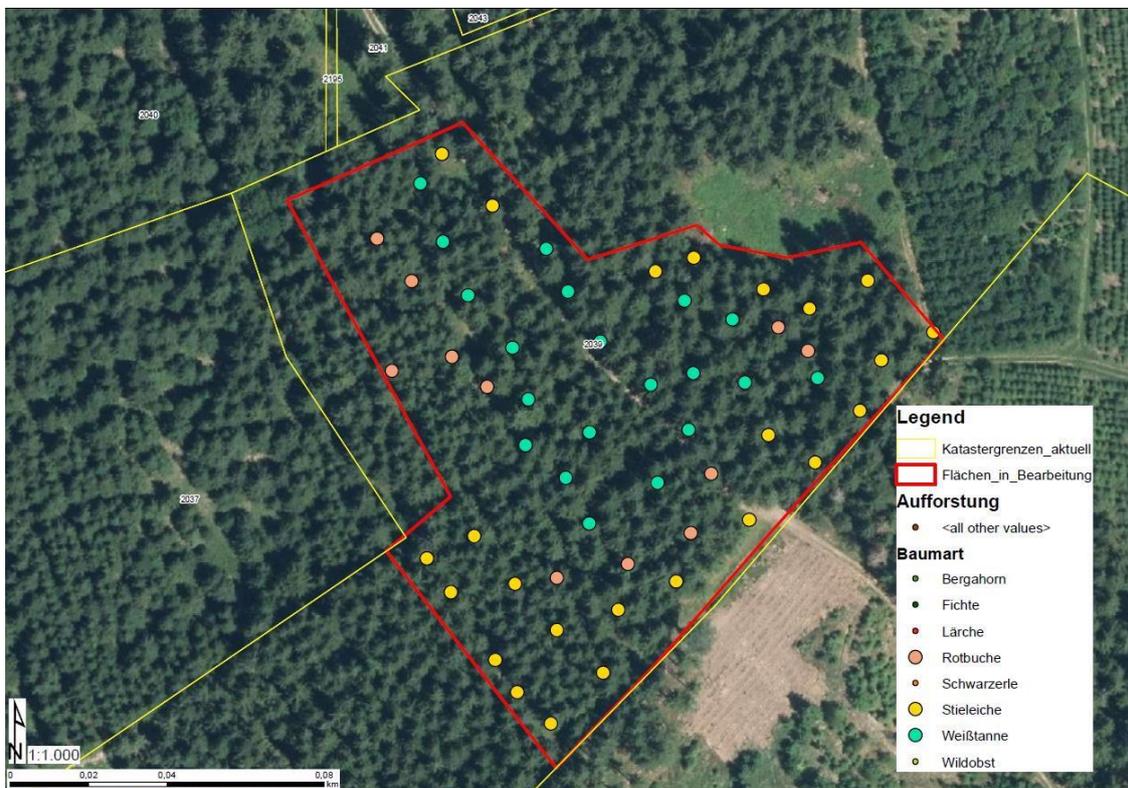


Abbildung 24 Saatflächen im FB Auer Welsbach

Quelle: Mag. Thomas Brandner

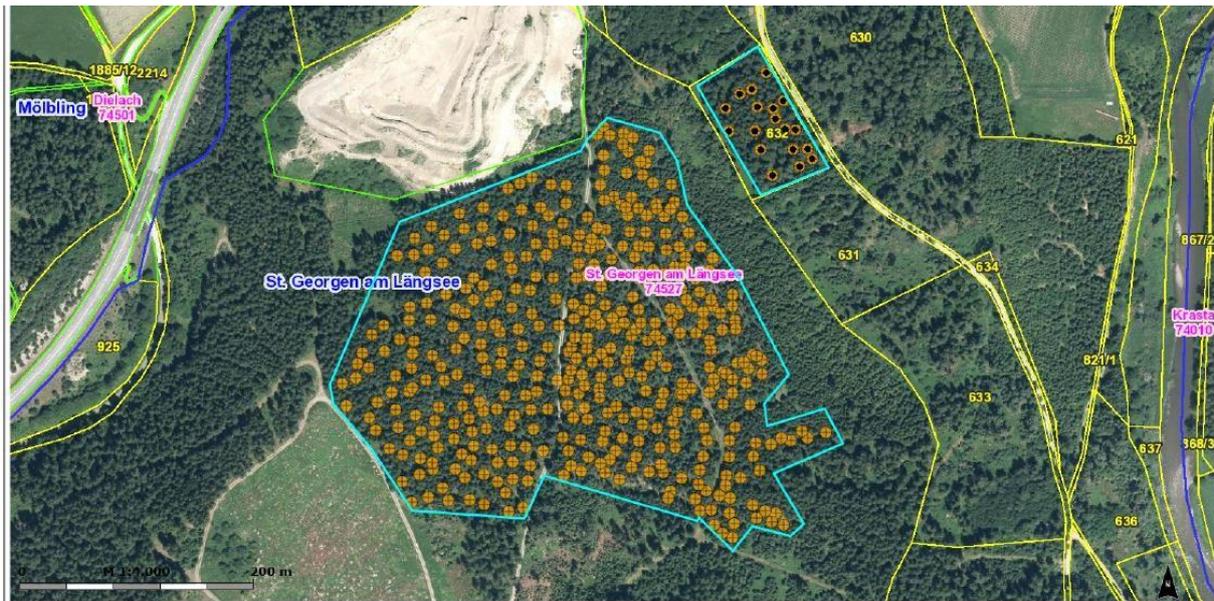


Abbildung 25 Saatflächen FB Kleinszig

Quelle: Mag. Thomas Brandner

3.1.1. Auswahl der Tannenflächen

Für die Baumart Tanne wurden in beiden Betrieben jeweils 15 Flächen ausgewählt. Das Schema dafür ist in den folgenden Abbildungen 26 und 27 ersichtlich.

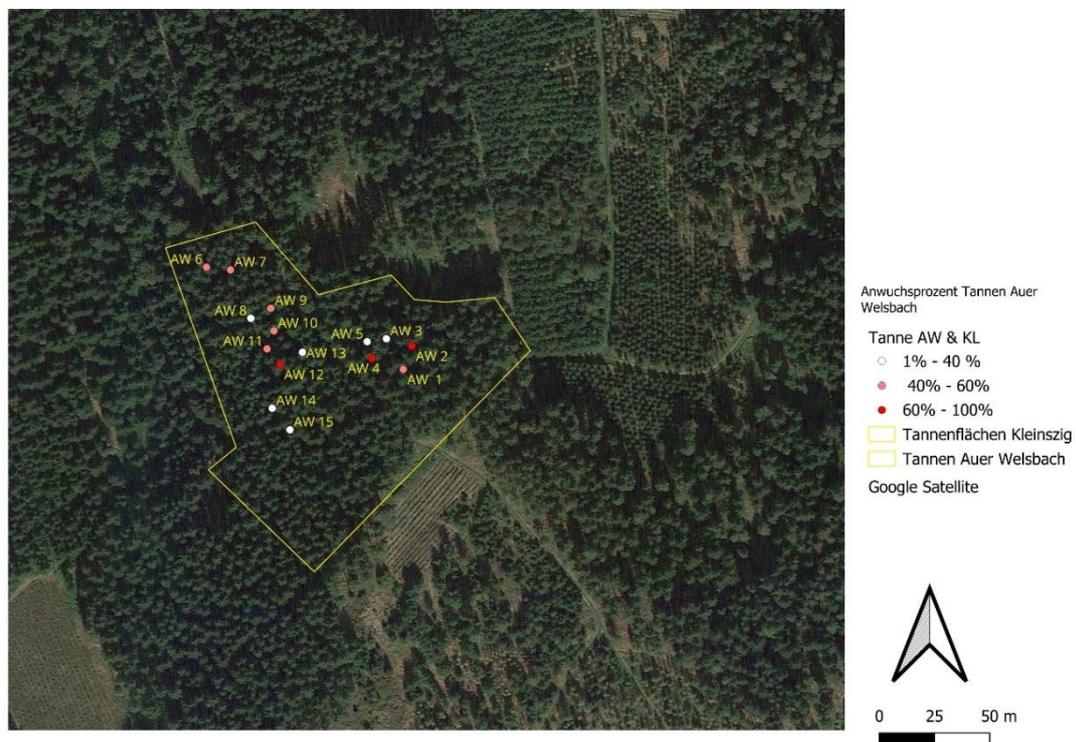


Abbildung 26 Grafische Kennzeichnung der Tannenflächen im FB Auer-Welsbach

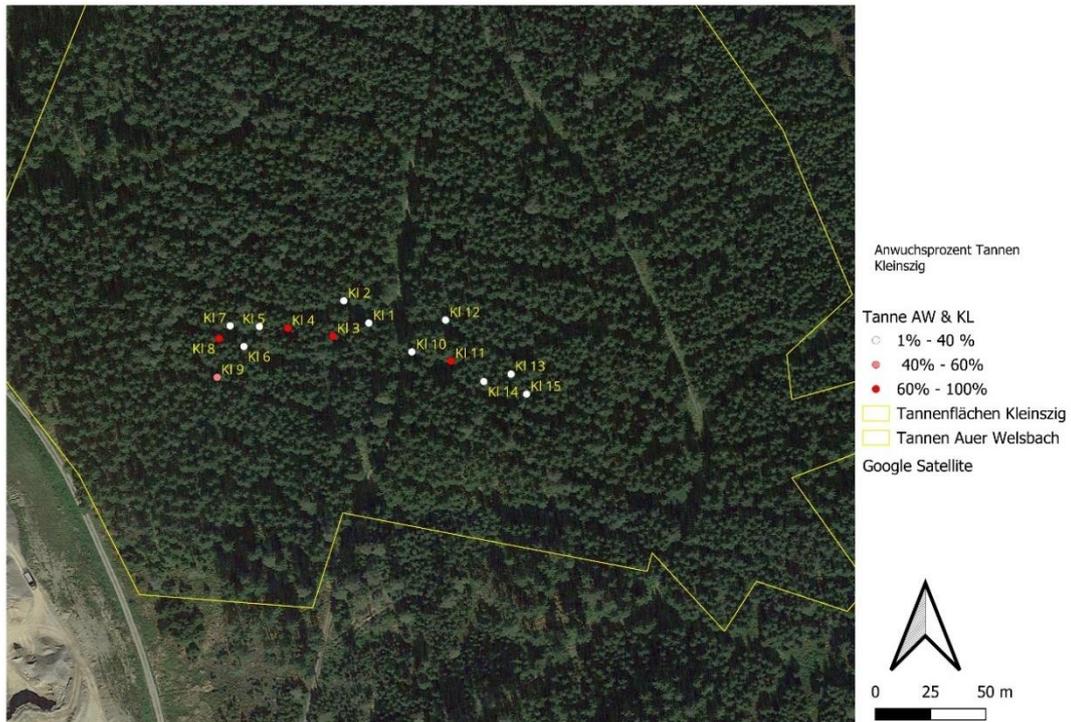


Abbildung 27 Grafische Darstellung der Tannenflächen im FB Kleinszig

3.1.2. Aufnahmemethodik im Betrieb Auer Welsbach – Tannen

Jede Fläche ist in einer Dreieck-Form gezäunt. In dieser Zäunung sind die Saatflächen punktuell angelegt, meist in den drei Ecken, siehe Abbildung 28. Da die Auslegung der Flächen nicht immer gleich ist, musste ein Schema angelegt werden, in welchen der drei konzentrierten Saatpunkte der Raster gelegt wird.



Abbildung 28 Saatflächen von oben innerhalb eines Zaunes



Abbildung 29 Auswahl der Saatfläche für die Aufnahme innerhalb einer Zaunfläche

Wie in Abbildung 29 ersichtlich ist, wird jener konzentrierte Saatplatz innerhalb der Zäunung ausgewählt, welcher der Forststraße bzw. des Rückewegs am nächsten liegt.

Für die Aufnahmekriterien wurde folgendes Aufnahmeblatt erstellt. Jene Punkte (1-8) sind im Folgenden näher beschrieben.

Fläche		
	Fl Größe	
3	Höhen	
4	Anzahl	
5	Oberschicht	
6	Unterschicht	
7	Andere BA	
8	Schäden:	

Abbildung 30 Aufnahmeformular unausgefüllt

1. Bezeichnung der Fläche z.B.: AW 3 (Auer-Welsbach), KL 4 (Kleinszig)
2. Flächengröße der Zäunung in Quadratmeter
3. Die Höhe der fünf größten Tannen in der gesamten Fläche
4. Anzahl der gezählten Tannen und Fichten im Raster (100 QCM), um eine Relation darstellen zu können
5. Oberschicht der im Raster aufgenommenen Tannen
6. Unterschicht der im Raster aufgenommenen Tannen
7. Anzahl andere Baumarten
8. Eventuelle Schäden der aufgenommenen Tanne im Raster

Bei der ersten Aufnahme wurde klar, dass die Aufnahmemethodik optimiert werden muss.

Bei der ersten Aufnahme wurde klar, dass die Aufnahmemethodik optimiert werden muss.

Fläche	AW 3	
	Fl Größe	
3	Höhen	9 7 4,5 2,5 6
4	Anzahl	14 Ta 1 Fi
5	Oberschicht	45, 45, 50
6	Unterschicht	
7	Andere BA	
8	Schäden:	
		Ob.

Abbildung 31 Aufnahmeformular ausgefüllt

1. Bezeichnung der Fläche z.B.: AW 3 (Auer-Welsbach, Fläche 3), Kl 4 (Kleinszig)
2. Flächengröße der Zäunung in Quadratmeter
3. Die Höhen der fünf größten Tannen in der Zaunfläche
4. Anzahl der gezählten Tannen und Fichten im Raster (100 cm²)
5. Diese drei Zahlen sind die Größe der Kreise, in denen die aufgelaufenen Pflanzen konzentriert sind (siehe Abbildung 31). Dabei wurde der Durchmesser jeder Saatstelle eruiert.
6. Da auch keine klar definierbare Unterschicht erkennbar war, wurde diese Zeile nicht benötigt.



Abbildung 32 Saatkonzentrationen innerhalb der Zaunfläche im Betrieb Auer-Welsbach

3.1.3. Aufnahmemethodik im Betrieb Kleinszig – Tannen

Die Flächen im Betrieb Kleinszig wurden ebenso in Dreieckformen gezäunt, jedoch wurden hier nicht drei konzentrierte Saatflächen innerhalb der Zäune gewählt, sondern eine größere Fläche in der Mitte eingesät. Um daher eine Methodik zu entwickeln, mit welcher die beiden Standorte verglichen werden können, musste das Aufnahmeverfahren für den Standort Kleinszig adaptiert werden. Wie in Abbildung 33 zu sehen ist, wurde eine Linie gezogen, welche normal zu einer Seite steht. Die Länge dieser Linie wurde durch vier dividiert, daher erhält man 3 Punkte, welche mit einem Glasfaserstab markiert wurden. In diesen drei Punkten wurde wieder der Raster aufgelegt und etwaige Parameter aufgenommen.

Aufgenommen wurden dieselben Parameter wie auf dem Standort Auer-Welsbach.

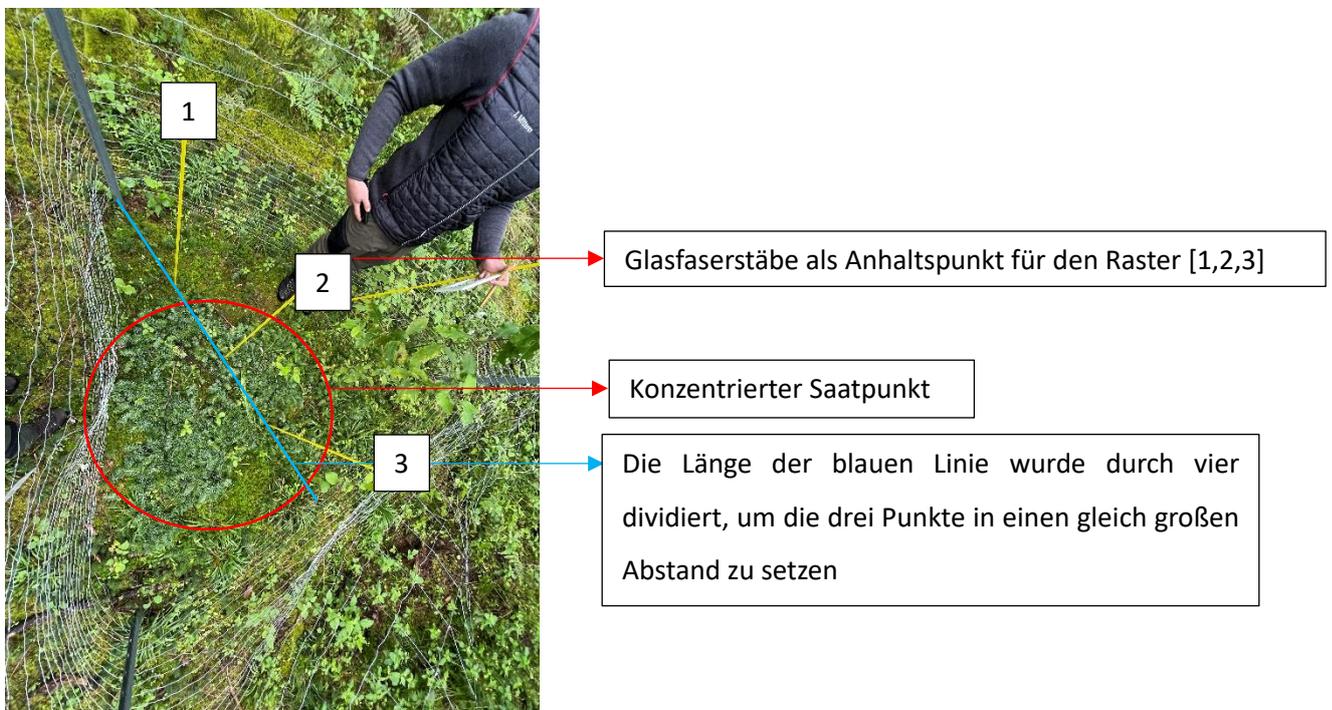


Abbildung 33 Tannenfläche FB Kleinszig

Als nächstes wurde ein Glasfaserstab der Länge nach auf dem Boden gelegt. Dadurch konnte garantiert werden, dass der Raster bei allen drei Punkten die gleiche Ausrichtung hat, wie in Abbildung 34 veranschaulicht wird.



Abbildung 34 Aufnahmeverfahren Kleinszig Tannen

Bei der zweiten Aufnahme wurden alle Standorte mittels QGIS bzw. QField auf eine digitalisierte Karte gespeichert. Dabei wurde jede Fläche benannt sowie mehrmals fotografiert. Fotografiert wurde die Fläche einmal von außen, zweimal von innen, sowie einmal vom Boden aus in die Luft, um mithilfe des Programms ImageJ das Himmelsprozent der jeweiligen Flächen zu ermitteln.

3.2. Aufnahmemethodik Eichensaatflächen

Durch eine Erstbesichtigung der Flächen am 15.10.2022 und einem Gespräch mit den Grundstückseigentümern und Herrn Mag. Brandner von der LFD Kärnten, wurden die Schwerpunkte der Aufnahmen festgelegt. Basierend darauf wurde das in Abbildung 35 dargestellte Aufnahmeformular erstellt. Es wurden die Stieleichen in 5 Höhenkategorien eingeteilt. Die Höhenkategorien wurden jeweils in 5 cm - Schritte unterteilt, wobei alle Pflanzen, welche höher als 20 cm waren, in eine Höhenstufe zusammengefasst wurden. Die Einteilung ist in Tabelle 2 ersichtlich. Von diesen Höhenkategorien ausgehend wurde in unbeschädigte Pflanzen und in Pflanzen mit einem neu oder alt beschädigten Terminaltrieb unterschieden. Innerhalb der Zäune wurde ein flächiger Anteil anderer Baumarten abgeschätzt. Für die Sämlinge ist die Konkurrenzvegetation ebenfalls von Bedeutung. Diesbezüglich wurden bei der Erstaufnahme jedoch nur die Arten erhoben. Für die statistische Auswertung wurden die Flächengrößen vermessen und vor Ort berechnet.

Bevor mit der Aufnahme begonnen wurde, ist jede Fläche mit einer eigenen Nummer beschriftet worden. Dies wurde in witterungsbeständiger Form (laminiert) durchgeführt, um eine Wiederholung der Aufnahmen gewährleisten zu können. Die Lage der Zäune im Forstbetrieb Auer-Welsbach ist in Abbildung 36 und jene im Betrieb Kleinszig in Abbildung 37 zu ersichtlich. Bei der Aufnahme wurde jeder Zaun geöffnet, in ihm wurde dann systematisch jede vorhandene Eiche gesucht und vermessen. Anschließend wurden die Pflänzchen markiert, um eine doppelte Aufnahme zu vermeiden und bei der zweiten Aufnahme Ausfälle leichter feststellen zu können. Nach Abschluss der Aufnahme wurden die Zäune wieder geschlossen. Dies wurde in den beiden Betrieben bei insgesamt 31 Flächen durchgeführt.

Fläche	KL	Terminaltrieb beschädigt	
		neu	alt
	Größen		
	0-5		
	5-10		
	10-15		
	15-20		
	20+		
	Andere BA		
	Konkurrenz Vegetation		
	Flächengröße		

Abbildung 35 Aufnahmeblatt 1.Aufnahme

Tabelle 2 Höhenstufeneinteilung der Eiche

Aufnahme	HS 1	HS 2	HS 3	HS 4	HS 5	HS 6	HS 7
1.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 15 cm	15 - 20 cm	+20 cm		
2.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 15 cm	15 - 20 cm	20 - 25 cm	25 – 30 cm	+30 cm

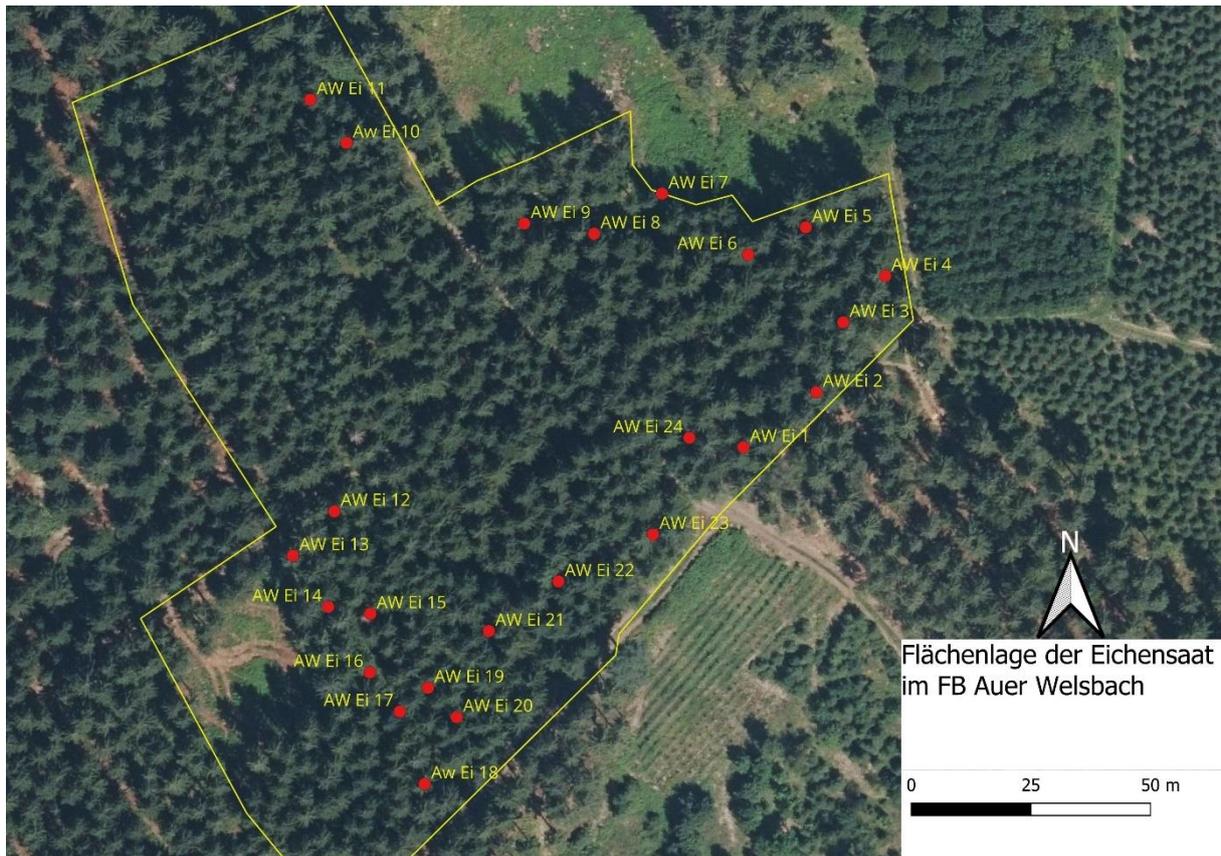


Abbildung 36 Lage der Eichenflächen im FB Auer-Welsbach

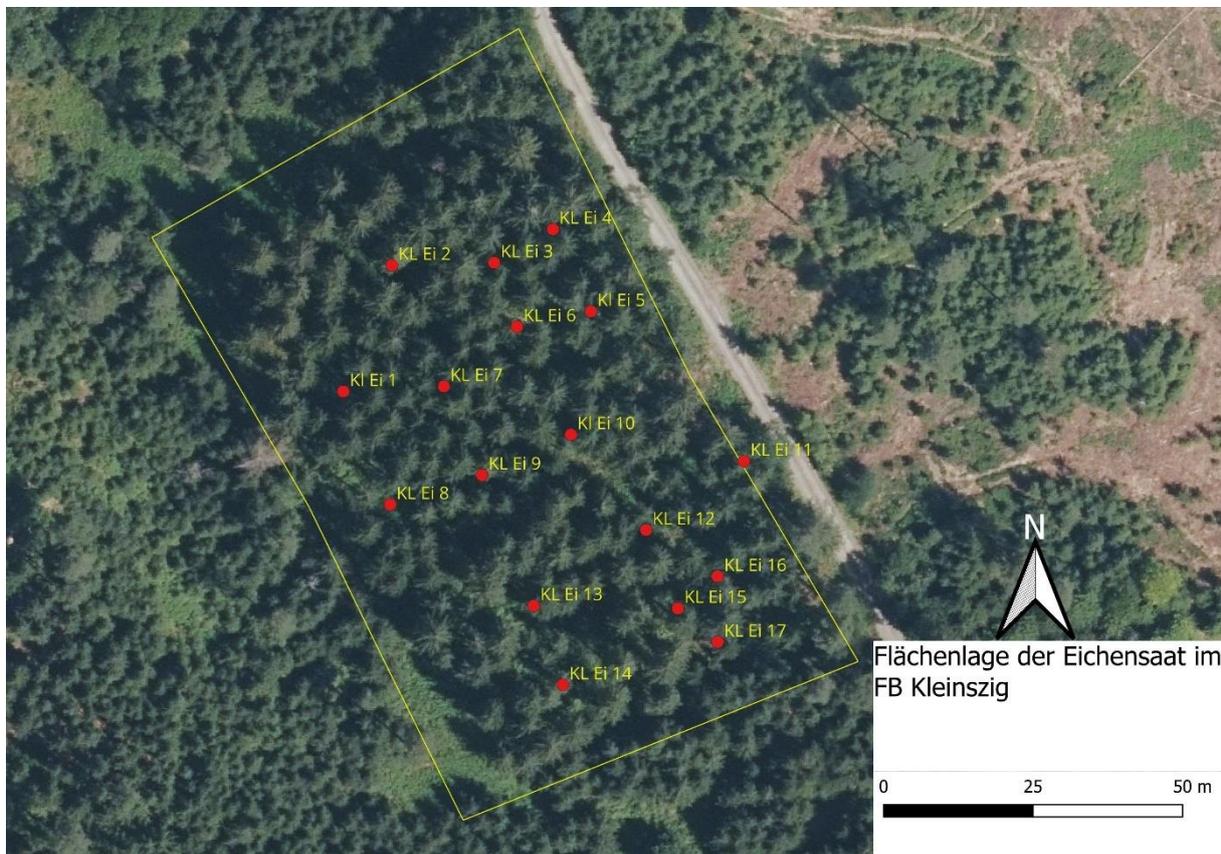


Abbildung 37 Lage der Eichenflächen im FB Kleinszig

Bei der Zweitaufnahme wurde dieses Vorgehen wiederholt, jedoch mussten einige Anpassungen vorgenommen werden. Die Aufnahme wurde mit Hilfe eines mobilen Endgerätes und dem Programm "Qfield" durchgeführt. Es mussten zudem wie in Abbildung 3838 ersichtlich, einige Aufnahmeparameter hinzugefügt werden. In den Zäunen wurde die Konkurrenzvegetation in vier Stufen eingeteilt, wobei die stärkste Beeinflussung einer Fläche durch die Stufe 4 und die geringste durch die Stufe 1 ausgedrückt wird. Die genaue Bezeichnung und Einteilung der Stufen können in Tabelle 3 abgelesen werden. Die Nebenbaumarten sind in Zehnteln erhoben worden. Aufgrund des fortgeschrittenen Wachstums musste das Aufnahmeformular ebenfalls um zwei Höhenstufen erweitert werden. Durch die Aufnahme mit Qfield war es möglich, Bilder zu integrieren. Dadurch wird gewährleistet, dass die Bilder den Flächen zugeordnet werden können. Qfield hat außerdem den Vorteil, dass die GPS-Punkte der Zäune ebenfalls erhoben werden können. Dies erfolgt mit einer standortabhängigen Lagegenauigkeit von +/- 8m (Messung: RTR-Netztest 3.12.2023)

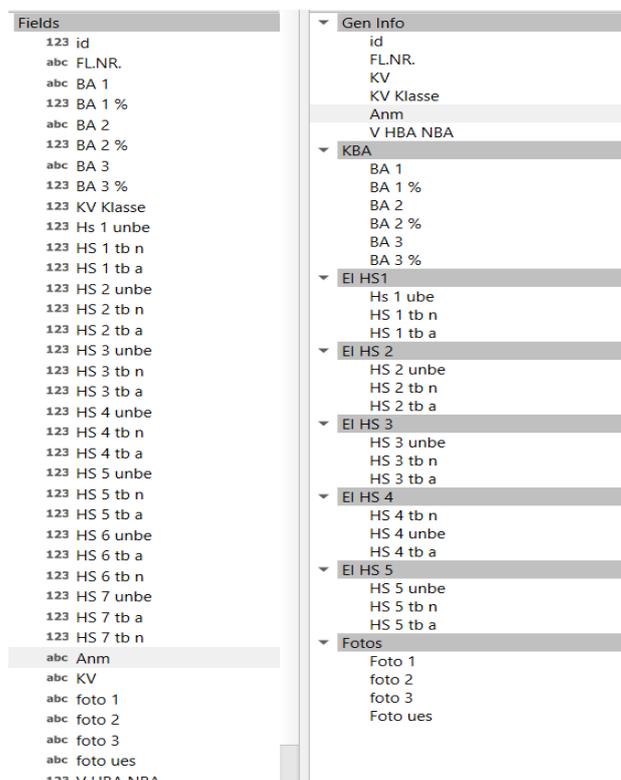


Abbildung 38 Aufnahmeparameter in QGIS

Tabelle 3 Einteilung der Konkurrenzvegetationsstufen

KV- Stufen	Bezeichnung	Bedeckung
1	kaum	75 -100%
2	schwach	50 – 75%
3	erhöht	25 – 50%
4	stark	< 25%

Wie in Abbildung 39 erkannt werden kann, ist die Eingabe der Parameter entweder durch eine manuell oder ein Drop-Downmenü erfolgt. Es wurden mithilfe des Smartphones von jeder Fläche vier Bilder aufgenommen. Das erste wurde, wie in Abbildung 40 zu sehen, von außen aufgenommen, das zweite und dritte wurde für Besonderheiten in den Zäunen und an den Pflanzen genutzt. Beim letzten Bild ist der Himmel aus der Bodenansicht fotografiert worden. Für die Aufnahme des Himmelbildes wurde das Smartphone auf einen Rucksack in immer gleicher Richtung und Höhe ausgerichtet. Zur Ausrichtung wurde eine Achse, angenommen welche normal zum nächstgelegenen Weg ist.

Es wurden ebenfalls in beiden Betrieben drei zufällige Probekreise von je 100 m² angelegt. In diesen wurden alle Eichen aufgenommen, die sich natürlich verjüngt haben. Weiters wurden noch die Buchenzaunflächen erhoben.

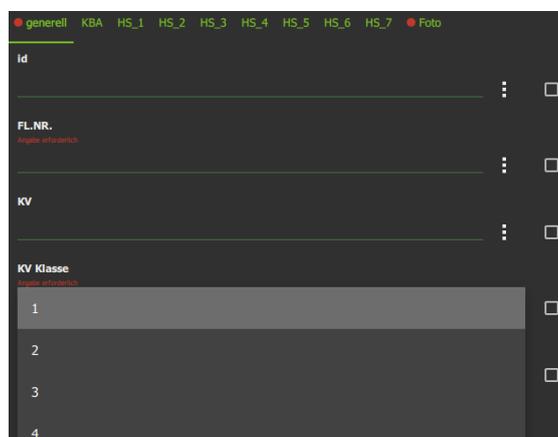


Abbildung 39 Qfield Aufnahmeblatt



Abbildung 40 Bildaufnahmen von einem Zaun

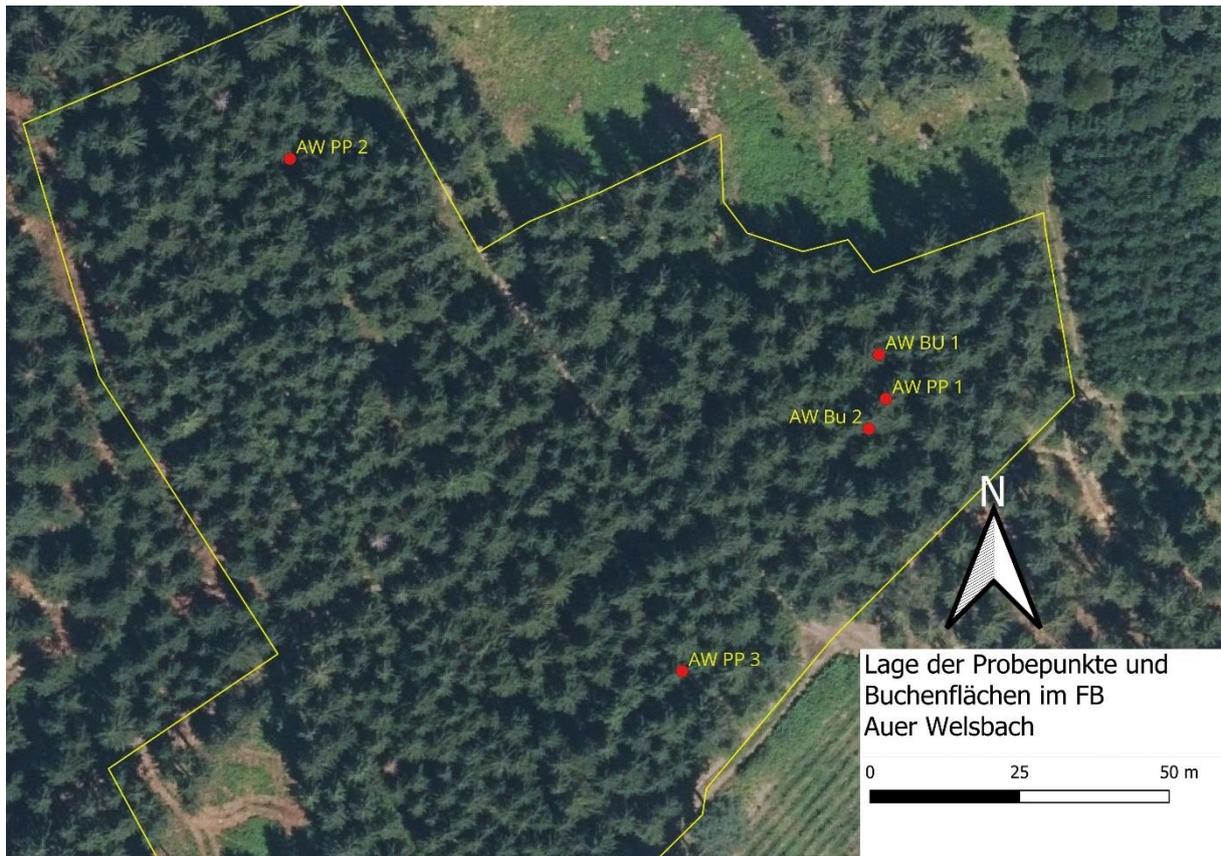


Abbildung 41 Lage der Probepunkte und Buchenflächen im FB Auer-Welsbach

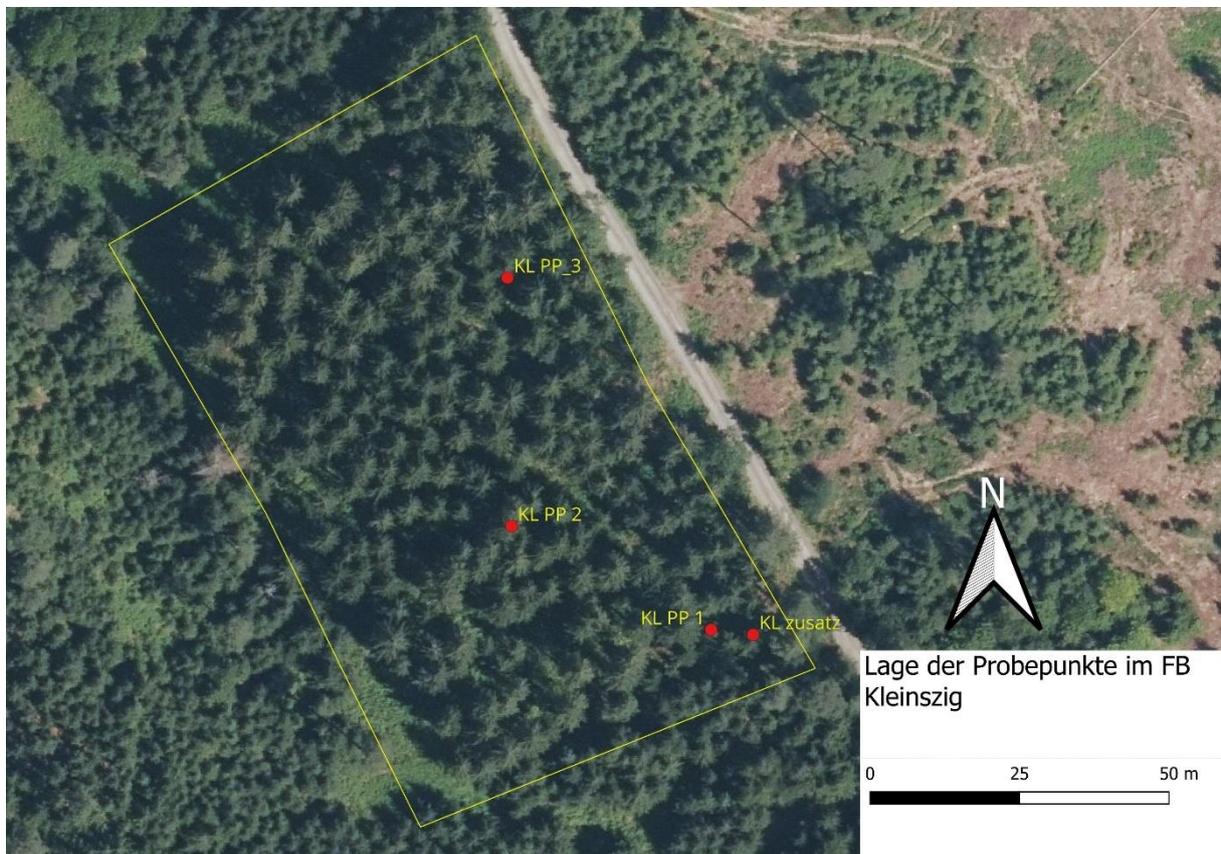


Abbildung 42 Lage der Probepunkte im FB Kleinszig

3.3. Methodik der Auswertung

3.3.1. Auswertung des Himmelsprozent

Zur Auswertung des Himmelsprozentes wurden die Bilder mit der Betitelung UES, zu sehen in Abbildung 40 unten, in das Programm "ImageJ" geladen. In diesem Programm wird der Bildtyp und damit die Qualität auf 8-Bit herabgesetzt. Dies ist notwendig, damit die Verarbeitung der Anwendung „Schwellenwert“ (Threshold) möglich wird. In diesem wird, wie in Abbildung 43 ersichtlich, ein Bereich des Farbspektrums gewählt. Dafür wurde eine Untergrenze von 120 festgelegt, die Obergrenze liegt bei 255. Dies führt, anders als in der Anleitung, zu einem weißen Bereich, der gemessen wird. Dieser gewählte Bereich kann dann durch die Eingabe „Messen“ (Measure) ausgewertet werden. Man erhält ein Flächenmaß und den Prozentsatz, welcher das Verhältnis zur Gesamtfläche ausdrückt. Bei den Fotos des Himmelsprozent wird das Spektrum so gewählt, dass annähernd der gesamte ersichtliche Himmel gemessen wird. Das erhaltene Maß spiegelt den Himmel wider, der durch die Baumkronen zu sehen ist. Im Beispiel, welches in Abbildung 44 dargestellt ist, entspricht der durch den Bestand ersichtliche Himmel (in weiß) ca. 28%.

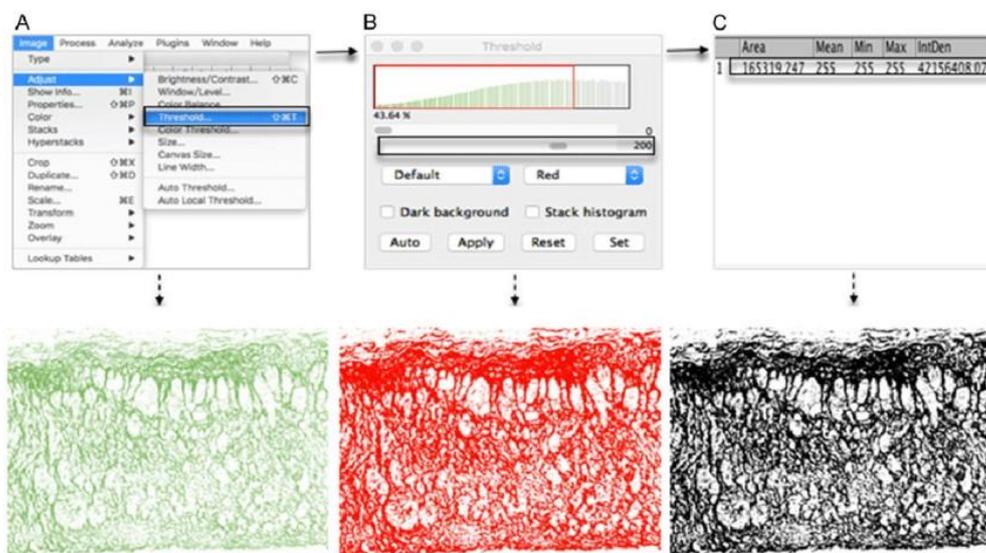


Abbildung 43 Verwendung von IMAGEJ zur Abgrenzung von Farben Quelle: (Ying, Qi, & Cang-Bao, 2017)



Abbildung 44 Beispiel eines Himmelbildes

3.3.2. Eiche

Die Ermittlung der rechnerischen Größen erfolgt unter Verwendung der Pflanzzahl bei der Zweitaufnahme.

Von jeder Zaunfläche wurden folgende Parameter berechnet:

- Standraum
- Mittlerer Abstand
- Anzahl der Pflanzen pro Quadratmeter
- Keimungsprozent
- Konkurrenzvegetationsprozent
- Erfolg der Fläche

Zur Berechnung des Standraumes wird die Flächengröße durch die Pflanzzahl dividiert. Der mittlere Abstand ist dann die Wurzel des Standraumes. Die Pflanzzahl pro Quadratmeter wird durch das Verhältnis der Anzahl der Pflanzen und der Flächengröße erhalten. Zur Berechnung des Keimprozentes wird davon ausgegangen, dass auf jeder Fläche 25 Eicheln gesät wurden. Bei der Berechnung wird dann die erhobene Anzahl der Pflanzen durch die Annahme (25) dividiert. Beim Konkurrenzvegetationsprozent wird davon ausgegangen, dass jede der 4 Stufen der Mitte zwischen 0 und 25% entspricht. Die erste Stufe also 12,5%, die zweite 37,5% und so weiter. Als erfolgreich gilt eine Zaunfläche, wenn der mittlere Pflanzabstand geringer als ein Meter ist. Die Ermittlung erfolgt durch eine "Wenn – Funktion".

Zum Vergleich der Betriebe und Gesamtwerte wurden folgende Parameter berechnet:

- Mittelwert der Pflanzzahl
- Pflanzzahl pro Zaun
- Mittelwert, Pflanzzahl pro Quadratmeter
- Mittelwert des Standraumes
- Pflanzzahl pro Hektar
- Median der Konkurrenzvegetationsstufen
- Mittelwert des Himmelsprozent
- Mittlere Keimungsprozent
- Korrelationskoeffizienten für Konkurrenzvegetation und Himmelsprozent

Die Mittelwerte und der Median wurden jeweils auf Basis der erhobenen oder vorher errechneten Werte gebildet. Die theoretischen Hektarwerte wurden von der Pflanzenanzahl pro Quadratmeter

hochgerechnet. Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten ist durch den Excel Befehl =KORRELL erfolgt. Dabei wurden jeweils die beiden zu vergleichenden Wertebereiche gewählt.

Um vergleichen zu können wie viele Pflanzen natürlich aufkommen, wurde ebenfalls die Anzahl der Pflanzen aus Naturverjüngung und den Zaunflächen in Hektarwerte hochgerechnet.

3.3.3. Tanne

Als Basis für die Berechnungen wurden die Daten der Zweitaufnahmen herangezogen.

Folgende Parameter wurden bei jeder Fläche aufgenommen:

Forstbetrieb Auer-Welsbach:

- Anzahl der Tannen pro 100 cm²
 - Unterteilung in die 5 Höhenstufen
 - Schaden Ja/Nein
- Anzahl der Fichten pro 100 cm²
- Andere Nebenbaumarten in Prozent, und die Größe der 3 höchsten Individuen
- Gesamtfläche der Zäunung
- Durchmesser der Kreise in denen die punktuelle Saat ausgebracht wurde
- Die Höhe der augenscheinlich 5 größten Tannen
- Konkurrenzvegetation in %, bezogen auf die Gesamtfläche
 - Art der Konkurrenzvegetation in %

Forstbetrieb Kleinszig:

- Anzahl der Tannen pro 300 cm²
 - Unterteilung in die 5 Höhenstufen
 - Schaden Ja/Nein
- Anzahl der Fichten pro 300 cm²
- Andere Nebenbaumarten in Prozent, und die Größe der 3 höchsten Individuen
- Gesamtfläche der Zäunung
- Durchmesser des punktuellen Saatpunktes
- Die Höhe der augenscheinlich 5 größten Tannen
- Konkurrenzvegetation in %, bezogen auf die Gesamtfläche
 - Art der Konkurrenzvegetation in %

Damit wurden folgende Aspekte errechnet:

- Pflanzzahl
- Pflanzzahl/Zaunfläche
- Planzahl/m²
- Himmelsprozent
- Keimungsprozent

3.3.3.1. Auswertung der Pflanzzahl

Die Auswertung der aufgenommenen Pflanzzahl wurde durch das Summieren der Tannen/Fläche eruiert, wie in Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4 Auswertung Pflanzzahl

Flächen Nr.	Gesamtverhältnis		Flächennr.	Gesamtverhältnis	
	Tanne	Fichte		Tanne	Fichte
AW 1	11	4	KL 1	6	4
AW 2	18	0	KL 2	7	7
AW 3	12	0	KL 3	16	6
AW 4	16	2	KL 4	18	5
AW 5	6	4	KL 5	8	3
AW 6	14	0	KL 6	6	12
AW 7	10	5	KL 7	9	2
AW 8	7	5	KL 8	22	5
AW 9	15	0	KL 9	10	2
AW 10	17	3	KL 10	3	2
AW 11	11	3	KL 11	10	6
AW 12	23	0	KL 12	2	2
AW 13	13	0	KL 13	2	1
AW 14	10	3	KL 14	6	3
AW 15	12	0	KL 15	3	4
Gesamt	195	29	Gesamt	128	64

3.3.3.2. Auswertung der Pflanzzahl pro Zaunfläche im Forstbetrieb Auer – Welsbach

Um die Pflanzen pro Zaunfläche ermitteln zu können, mussten die aufgenommenen Tannen (I5) durch die Rasterfläche (H5) dividiert und mit der Summe aus den Flächen, welche durch die Saat bedeckt sind, multipliziert werden (K5).

Tabelle 5 Auswertung der Pflanzen pro Zaunfläche

G	H	I	J	K	L
Flächen Nr.	Rasterfläche [QCM]	Tanne	Fichte	"Kreisflächen bzw. Saatkonzentration" [QCM]	Pflanzen/ "Bestockte Fläche"
AW 1	100	11	4	8160,29	=(I5/H5)*K5

3.3.3.3. Auswertung der Pflanzzahl pro Quadratmeter

Die aufgenommenen Tannen sind in einem Raster mit 100 cm² aufgenommen worden. Um jetzt die Pflanzen pro Quadratmeter herauszufinden, wurde die Summe der Tannen mal den Faktor 100 multipliziert.

3.3.3.4. Auswertung des Keimprozentos bzw. Anwuchsprozentos

Um das Anwuchsprozent ermitteln zu können musste zuerst bestimmt werden, wie viel lebensfähige Samen pro verwendetes Saatgut vorhanden waren. Insgesamt wurde für jede Saat ca. 300 g Saatgut verwendet. Die Grundlage für diese Menge wurde durch folgendes Beispiel festgelegt.

!
Beispielberechnung der benötigten Saatgutmenge

Zielvorstellung eines Waldbewirtschafters:

- 3 Gruppen à 40 Plätze = 120 Plätze
- je Platz sollen mindestens 50 Weißtannen keimen

Angabe auf dem Saatgut-Lieferschein:

- Anzahl lebensfähiger Samen pro 1.000 g Saatgut = 8.000 Stück

Ca. 25% der lebensfähigen Samen entwickeln sich erfahrungsgemäß zu Keimlingen.

Berechnung der Menge:

a) $1.000 \text{ g} : 8.000 = 0,125 \text{ g} \rightarrow$ entspricht 1 Keimling

b) $0,125 \text{ g} \times 50 = 6,25 \text{ g} \rightarrow$ entspricht 50 Keimlingen

$6,25 \text{ g} : 25\% = 25 \text{ g} \rightarrow$ entspricht 50 überlebenden Keimlingen bzw. 1 Platz

c) $25 \text{ g} \times 120 \text{ Plätze} = 3.000 \text{ g}$ bzw. 3 kg Saatgut

Abbildung 45 Rechenbeispiel Saatgutmenge (Flume & Tennhoff, 2017)

Dieses Rechenbeispiel wurde auf die vorhandene Aussaatmenge umgemünzt, siehe Tabelle 6.

Tabelle 6 Rechengang Anwuchsprozent

Saatgutmenge [g]	lebensfähiger Samen [g]	Lebensfähige Samen pro 300 g	25% entwickeln sich zu Keimlingen	Keimlinge/Saatplatz
300	0,125	2400	25%	600

1.000 g Saatgut beinhalten 8.000 Stück lebensfähige Samen. Daher wurde in der Spalte „Lebensfähiger Samen“ $8.000/3,333 = 2.400$ gerechnet. Da sich nur 25 % tatsächlich zu Keimlingen entwickeln, müssen die 2.400 lebensfähigen Samen mit 25 % multipliziert werden. Daraus folgt das sich aus 300 g Saatgut rund 600 Keimlinge pro Zäunung entwickeln müssten.

Dadurch das die Pflanzzahl pro Zaunfläche erhoben, bzw. auf die jeweilige Fläche aufgerechnet worden ist, kann damit der Anwuchserfolg ausgerechnet werden. Das heißt, dass die Tannen pro Zaunfläche durch die potenziellen Keimlinge aus 300 g dividiert wurden.

Tabelle 7 Auswertung Anwuchserfolg

Keimlinge/ Saatgutmenge [g]	Anwuchserfolg
366	50%

4. Ergebnisse

4.1. Stieleiche

4.1.1. Gesamtergebnisse

Tabelle 8 Ergebnisse der Aufnahmen tabellarisch dargestellt

	Pflanzzahl	Pflanzzahl / Zaun	Pflanzen/m ²	Standraum	Pflanzen/ha	Keimungsprozent	KV-Stufen	Himmelsprozent
AW	304 Stk	13 Stk	0,90 Stk/m ²	0,77 m ²	9024 Stk/ha	50%	3	55%
KL	110 Stk	7 Stk	0,42 Stk/m ²	2,37 m ²	4169 Stk/ha	23%	3	68%
Ges	414 Stk	10 Stk	0,70 Stk/m ²	1,75 m ²	7011 Stk/ha	39%	3	60%

Wie in Tabelle 8 zu erkennen ist, wurden auf den insgesamt 41 Flächen 414 Stieleichen erhoben. Im Forstbetrieb Auer-Welsbach wurden davon 304 Stück auf 24 Flächen festgestellt, während auf den Flächen des Forstbetriebes Kleinszig auf 17 Flächen 111 Pflanzen gezählt wurden. Der Unterschied wird deutlich, wenn der Standraum pro Pflanze verglichen wird. Auf den Flächen im Betrieb Auer–Welsbach beträgt der mittlere Standraum pro Pflanze 0,77 m², im Betrieb Kleinszig ist dieser mit 2,37 m² mehr als dreimal so groß. Unterschiede werden auch durch das Keimungsprozent ersichtlich. Im Forstbetrieb Auer-Welsbach konnte bei der Hälfte der gesäten Eicheln eine Keimung festgestellt werden. Im Forstbetrieb Kleinszig entspricht die Ankeimungsrate hingegen lediglich 23%. Als wesentliche Einflussfaktoren auf die Stieleichen wurden die Konkurrenzvegetation und das Himmelsprozent erhoben. Kein großer Unterschied zwischen den Betrieben konnte bei der Konkurrenzvegetation bestimmt werden, hier liegt der Median der 4-teiligen Skala der Zaunflächen in beiden Betrieben bei 3. Wesentlich mehr differiert das Himmelsprozent. Der gemessene Wert für den Himmelsprozent ist bei einer hohen Überdeckung des vorhandenen Bestandes gering und steigt an, je lichter die Überdeckung wird. Während im Forstbetrieb Auer-Welsbach der Bestand im Schnitt einen Himmelsprozent ca. 45 % hat, liegt das Himmelsprozent im Forstbetrieb Kleinszig bei ca. 32%. Dadurch kann hier eine wesentlich geringere Einstrahlung stattfinden. In Abbildung 46 und Abbildung 47 können die Anzahl der Eichen auf den einzelnen Flächen erkannt werden. Beobachtet wird, dass im Betrieb Auer-Welsbach die Flächen im Nordosten eine höhere Pflanzenanzahl aufweisen. Im Westen wurden hingegen wenig bis keine Pflanzen in den Zaunflächen erhoben. Im Betrieb Kleinszig können keine Flächen mit höherer Eichenanzahl festgestellt werden.

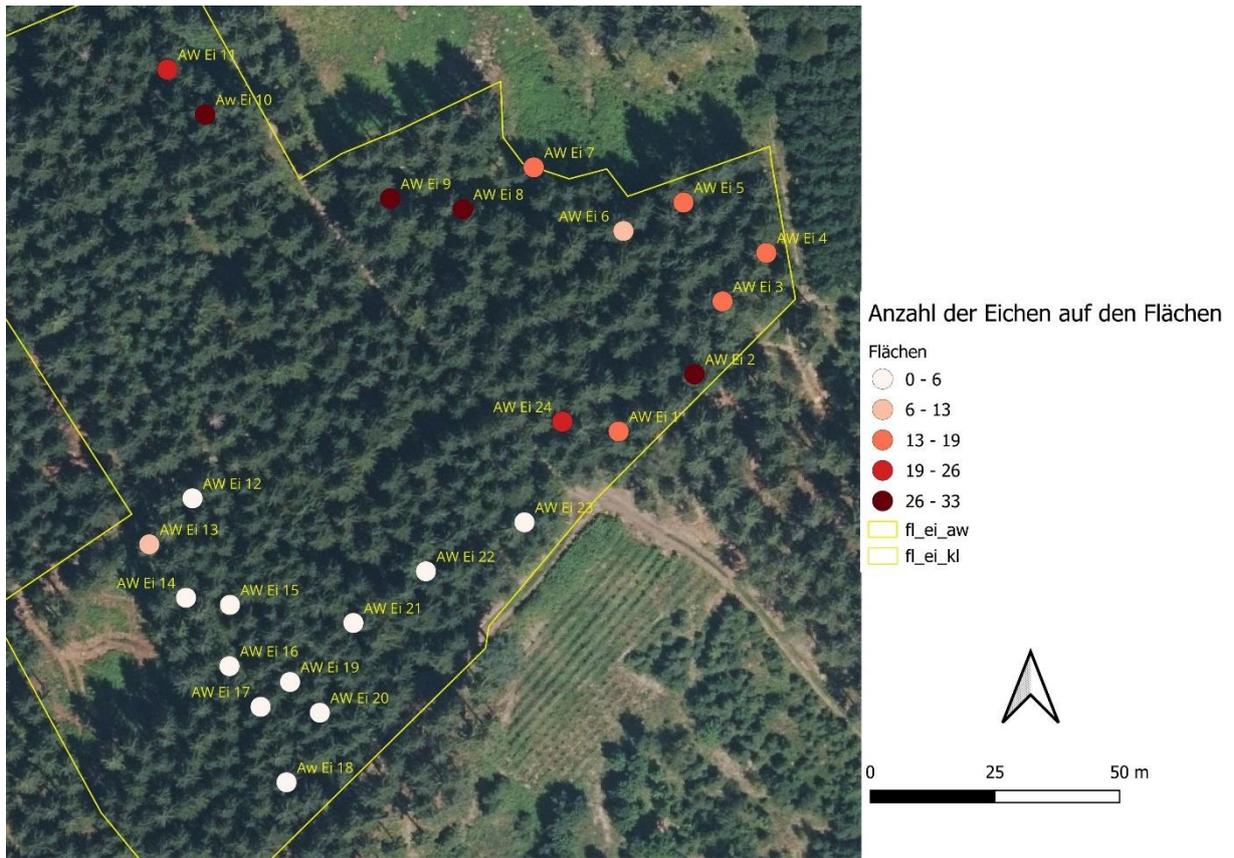


Abbildung 46 Anzahl der Eichen auf den Flächen im Betrieb Auer-Welsbach

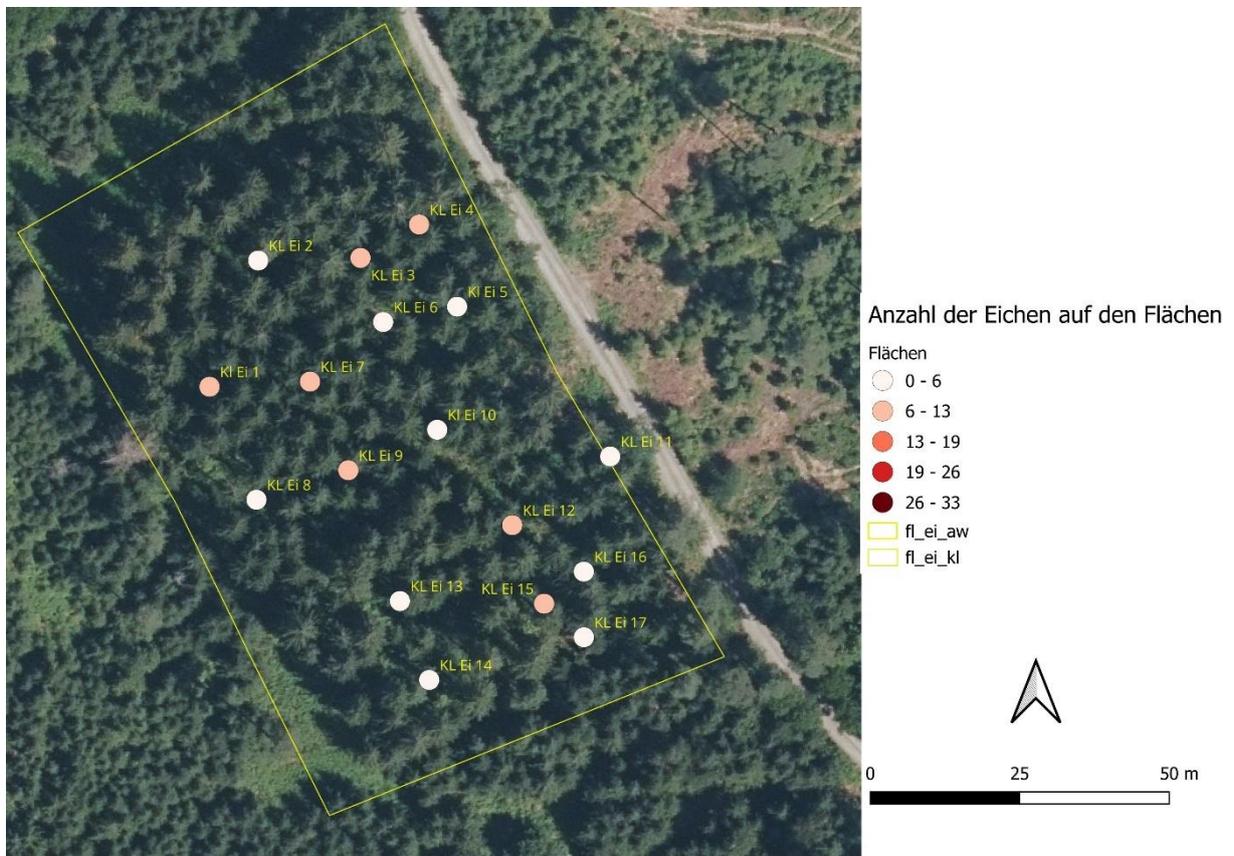


Abbildung 47 Anzahl der Eichen auf den Flächen im Betrieb Kleinszig

4.1.1.1. Erfolgreiche Flächen

Tabelle 9 Anzahl der erfolgreichen Eichenflächen

Betrieb	Flächen Anzahl	Prozent der Gesamtanzahl
AW	13	54%
KL	0	0%

Als erfolgreich gelten Flächen mit einem Pflanzabstand von < 1m.

Die Anzahl der Eichen auf den Flächen ist gering. Trotz einem für Nester weit angenommenen Abstand von < 1m gelten somit wenige Flächen als erfolgreich. Im Forstbetrieb Auer-Welsbach entsprechen dieser Anforderung 13 Flächen, im Forstbetrieb Kleinszig befinden sich demnach keine erfolgreichen Flächen. Bezogen auf die Flächenanzahl sind somit 54% der Flächen im Betrieb Auer-Welsbach erfolgreich. Dies kann aus Abbildung 46 Tabelle 9 Anzahl der erfolgreichen Eichenflächen abgelesen werden. Sie befinden sich im nordöstlichen Teil des Grundstückes und sind rot gefärbt.

4.1.2. Vergleich der Betriebe: Eiche

Die Verteilung der Pflanzanzahl auf den Flächen, kartographisch in Abbildung 46 und Abbildung 47 dargestellt, kann in Abbildung 48 und Abbildung 49 in graphischer Form abgelesen werden. Es lassen sich hohe Pflanzzahlen von über 20 Pflanzen auf sechs Flächen im Forstbetrieb Auer-Welsbach erkennen. Die höchsten Pflanzzahlen im Betrieb Kleinszig liegen bei 10 Pflanzen pro Fläche. Es sticht ebenfalls heraus, dass im Forstbetrieb Auer-Welsbach zwei Flächen komplett ausgefallen sind und dass auf drei Flächen nur jeweils eine Eiche vorhanden ist. Das Minimum im Forstbetrieb Kleinszig liegt auf zwei Flächen bei jeweils einer Pflanze. Vergleichend kann festgestellt werden, dass in der Hälfte aller Flächen im Betrieb Auer-Welsbach eine hohe Anzahl von Pflanzen vorzufinden sind, während im Betrieb Kleinszig die Pflanzzahlen homogener und niedriger sind.

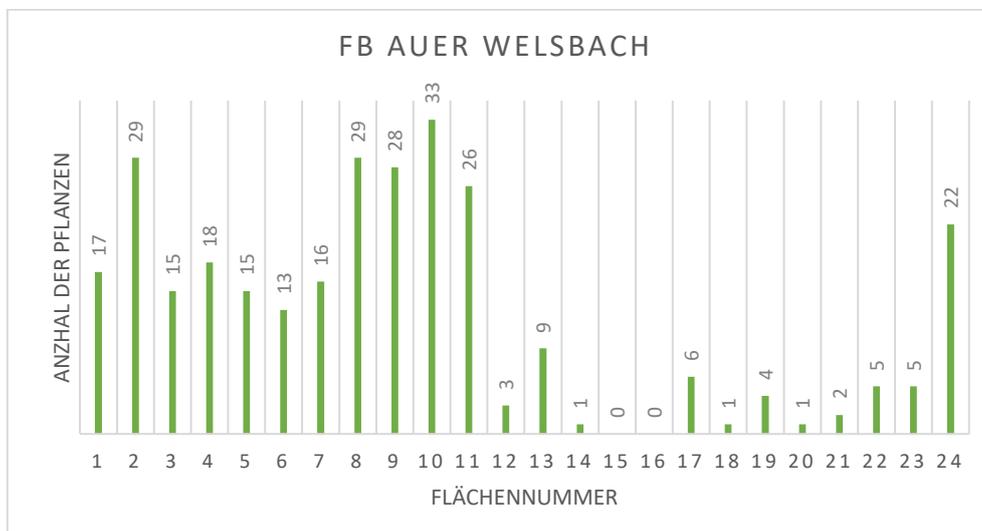


Abbildung 48 Gesamtanzahl der Pflanzen im FB Auer Welsbach

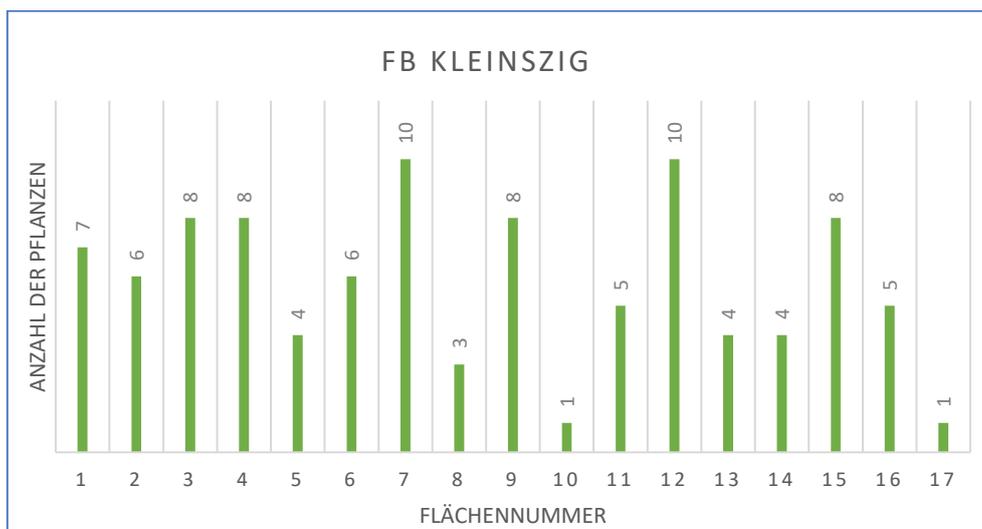


Abbildung 49 Gesamtanzahl der Pflanzen im FB Kleinszig

4.1.3. Keimung

Die Ankeimungsrate der gesäten 25 Samen pro Fläche ist ähnlich wie die gesamte Pflanzenanzahl im Betrieb Auer-Welsbach stark differierend. Lediglich 5 der 24 Flächen haben einen vollen Ankeimungserfolg. In den Zäunen 12 -23 ist das Ankeimungsprozent gering. Auf den Flächen 15 und 16 sind, wie sich im Ankeimungsprozent widerspiegelt, keine Pflanzen aufgekommen. Es ist erkennbar, dass die in Absatz 4.1.1.1 beschriebenen erfolgreichen Flächen alle einen Ankeimungserfolg von über 50 % haben. Im Betrieb Kleinszig wird auf keiner der Flächen eine höherer Ankeimungserfolg als 40 % erreicht.

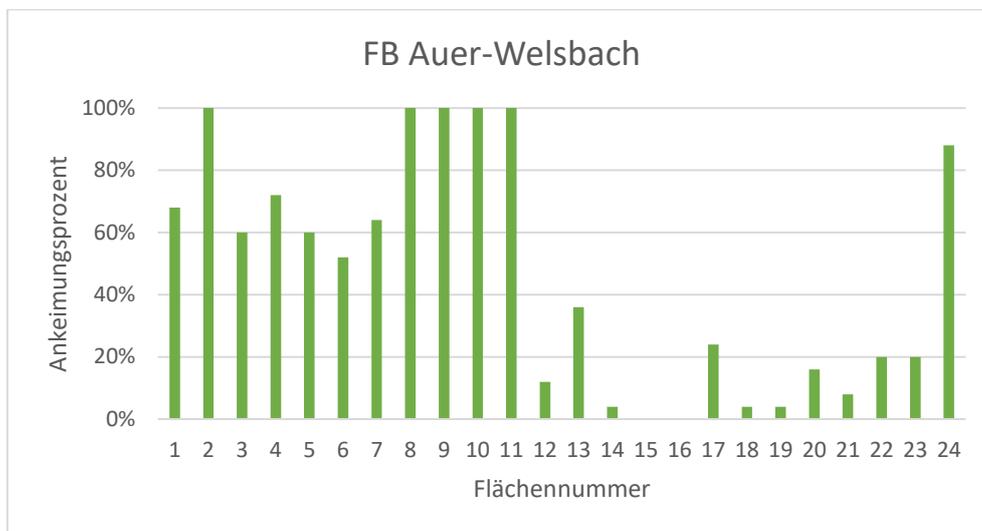


Abbildung 50 Keimungsprozent der Eichen im Forstbetrieb Auer-Welsbach

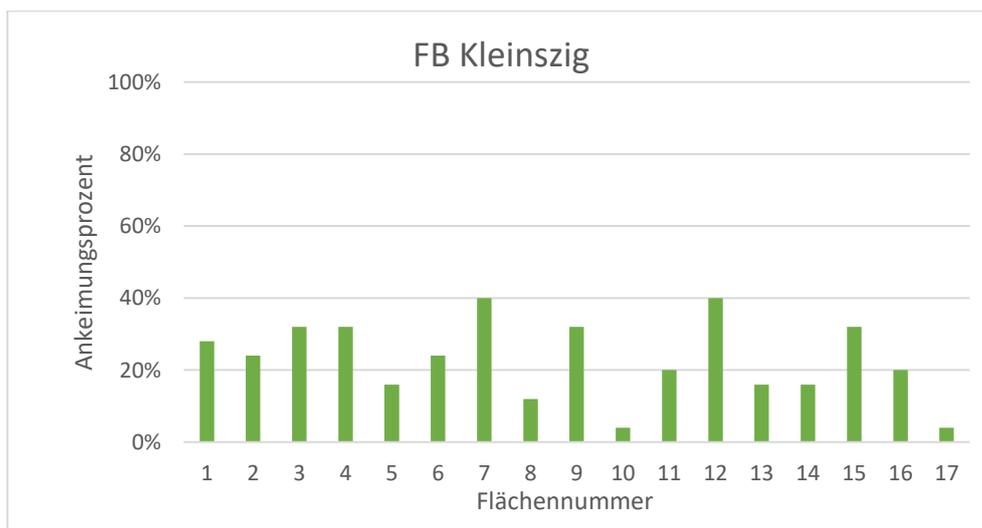


Abbildung 51 Keimungsprozent im Forstbetrieb Kleinszig

4.1.4. Kategorisierung der Schäden

Es wird ersichtlich, dass auf allen Flächen bis auf Fläche 1-3, 6 und 19 im Betrieb Auer-Welsbach der Anteil der geschädigten Pflanzen die Minderheit ausmachen. Hier sticht heraus, dass die alt geschädigten Pflanzen mit gleicher oder höherer Anzahl auf der Fläche vertreten sind. Neue Schäden wurden hingegen im Betrieb Auer-Welsbach nur in geringer Stückzahl erfasst. Im Betrieb Kleinszig wurden hingegen ungefähr gleich viele neu und alt beschädigte Pflanzen festgestellt

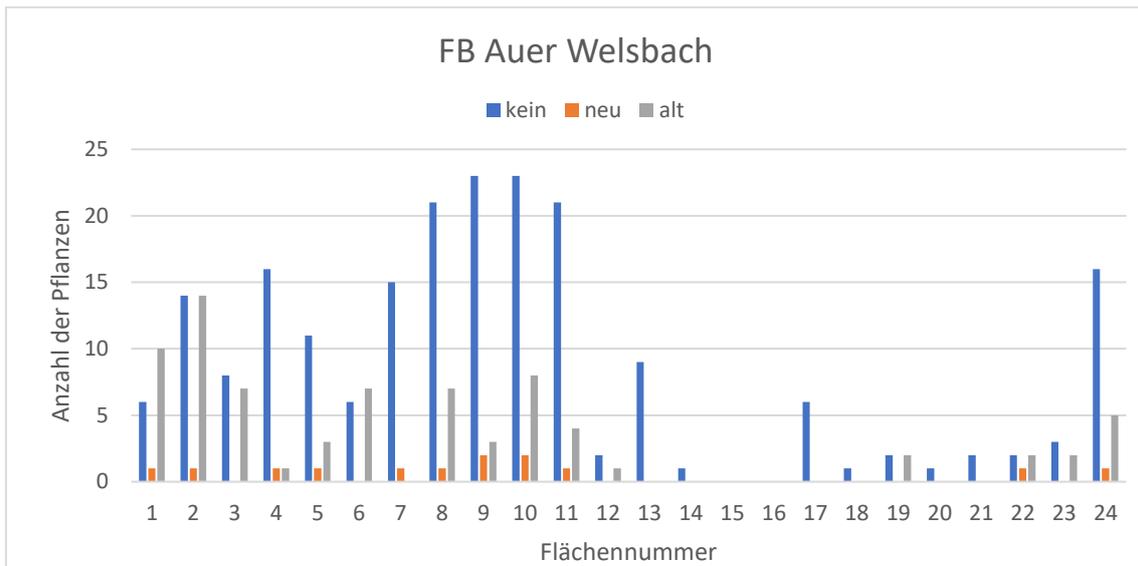


Abbildung 52 Anzahl der Pflanzen kategorisiert nach Schäden im Forstbetrieb Auer-Welsbach

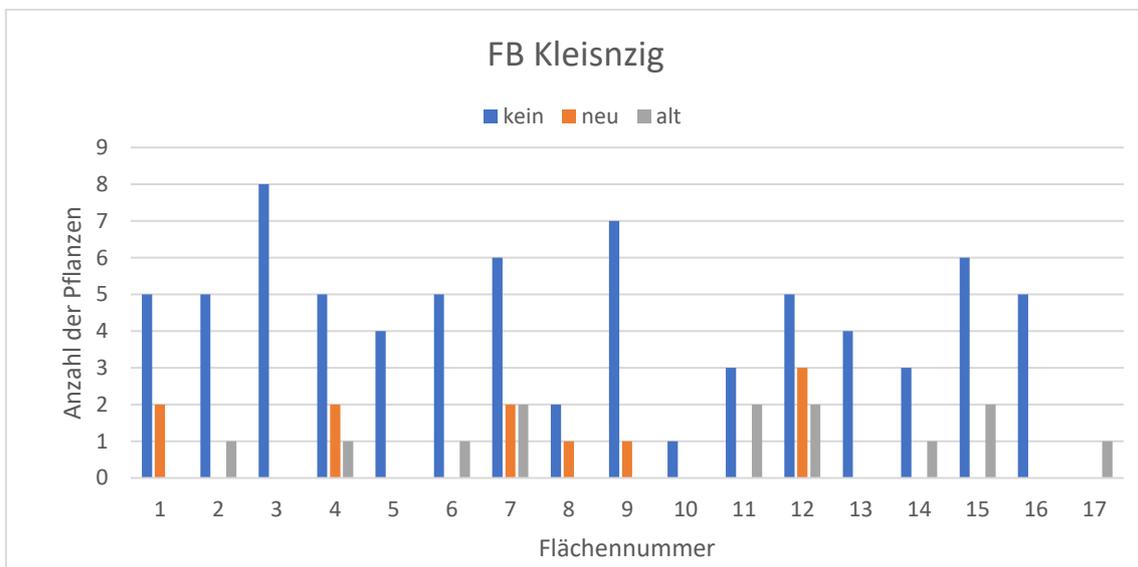


Abbildung 53 Anzahl der Pflanzen kategorisiert nach Schäden im Forstbetrieb Kleinszig

4.1.5. Vergleich der Höhenverteilung

Das Wachstum aller aufgenommenen Pflanzen kann in Abbildung 54 abgelesen werden. Bei der ersten Aufnahme im Jahr 2022 waren wesentlich mehr Pflanzen in den Höhenstufen 1-4 vorhanden. Diese verteilen sich bei der zweiten Aufnahme im Jahr 2023 auf die Höhenstufen 5-7. Aufgrund des starken Wachstums wurden bei der Zweitaufnahme zwei weitere Höhenstufen hinzugefügt. Bei Erst- und Zweitaufnahme konnten die meisten Pflanzen der jeweils höchsten Höhenstufe (Höhenstufe 5 Erstaufnahme, Höhenstufe 7 Zweitaufnahme) zugeordnet werden. Signifikant ist, dass auch bei der Zweiterhebung noch Pflanzen in den unteren beiden Höhenstufen vorhanden waren. Festgestellt wurde ebenfalls, dass bei der Zweitaufnahme um 34 Eichen weniger aufgenommen wurden als bei der Ersterhebung.

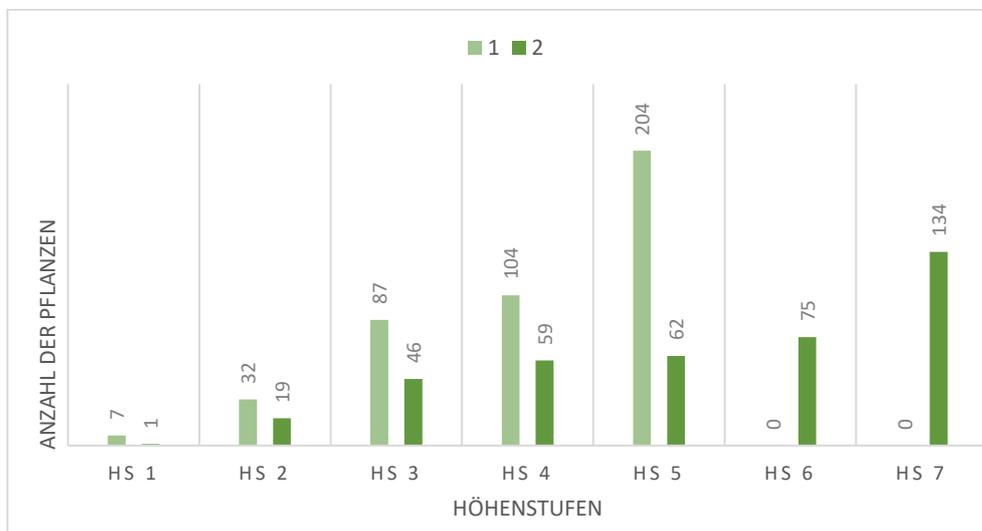


Abbildung 54 Höhenverteilung der Stieleichen im Vergleich zwischen 1. und 2. Aufnahme

Bei der Höhenverteilung der unbeschädigten Eichen ist das Wachstum vor allem in den ersten vier Höhenstufen gut erkennbar. Dies wird in Abbildung 55 ersichtlich. Während bei der Erstaufnahme sieben Pflanzen in der ersten Höhenstufe festgestellt werden konnten, sind bei der zweiten Aufnahme keine mehr vorhanden. Im Gegensatz zur Erstaufnahme konnte bei der zweiten Aufnahme keine kontinuierliche Zunahme der Höhenstufe festgestellt werden, da in der Höhenstufe 7 lediglich sieben unbeschädigte Pflanzen erhoben wurden. Es wurden, im Vergleich zur Erstaufnahme, bei der Zweitaufnahme um 35 unbeschädigte Pflanzen weniger vorgefunden.

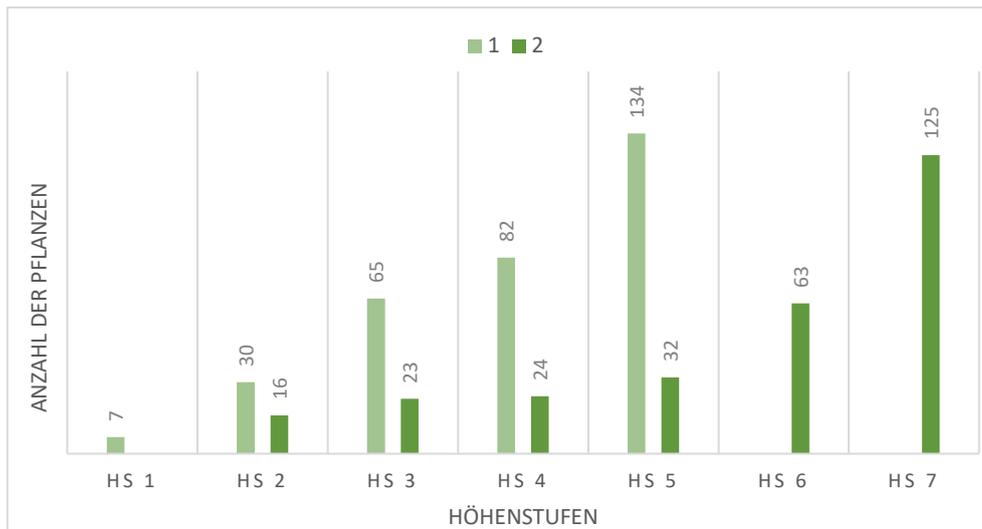


Abbildung 55 Höhenverteilung der unbeschädigten Stieleichen im Vergleich zwischen 1. und 2. Aufnahme

In Abbildung 56 werden neue Schäden an den Stieleichen bei der Erst- und Zweitaufnahme dargestellt. Neu beschädigte Eichen konnten in allen Höhenstufen nur in geringer Anzahl erhoben werden. Weiters kann festgestellt werden, dass in den ersten beiden Höhenstufen jeweils keine oder nur eine Pflanze mit neuen Schäden vorhanden ist. Die Höchstanzahl der neugeschädigten Eichen beträgt 9 Pflanzen und wurde bei der Ersterhebung in der dritten Höhenstufe und bei der zweiten Erhebung in der siebten Höhenstufe vorgefunden. Bei der Erst- und Zweiterhebung wurde dieselbe Eichenanzahl festgestellt.

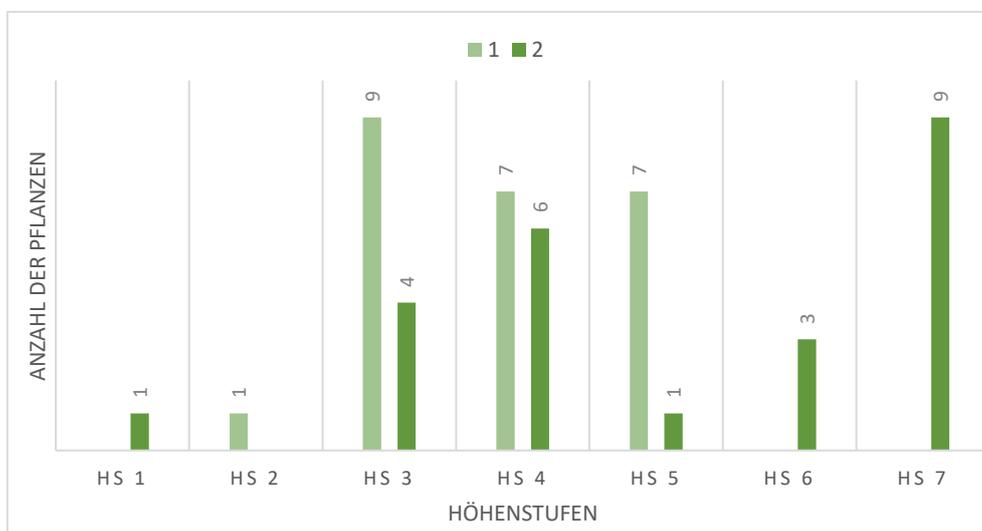


Abbildung 56 Höhenverteilung der Neubeschädigten Stieleichen im Vergleich zwischen 1. und 2. Aufnahme

Die Anzahl der Pflanzen mit alten Schäden ist im Vergleich zwischen Erst- und Zweiterhebung in Abbildung 57 zu erkennen. Hier sind signifikante Unterschiede zwischen Erst- und Zweiterhebung zu erkennen. Während bei der Ersterhebung die Mehrzahl der Pflanzen in der Höhenstufe fünf vorzufinden sind, teilt sich die Anzahl bei der zweiten Aufnahme zwischen Höhestufe vier und fünf auf. Erkennbar ist ebenfalls, dass es keine Pflanzen mit alten Schäden gibt, die bei der Zweitaufnahme

größer als 30 cm waren. Bei der Ersterhebung wurden drei Pflanzen mehr vorgefunden als bei der Zweitaufnahme.

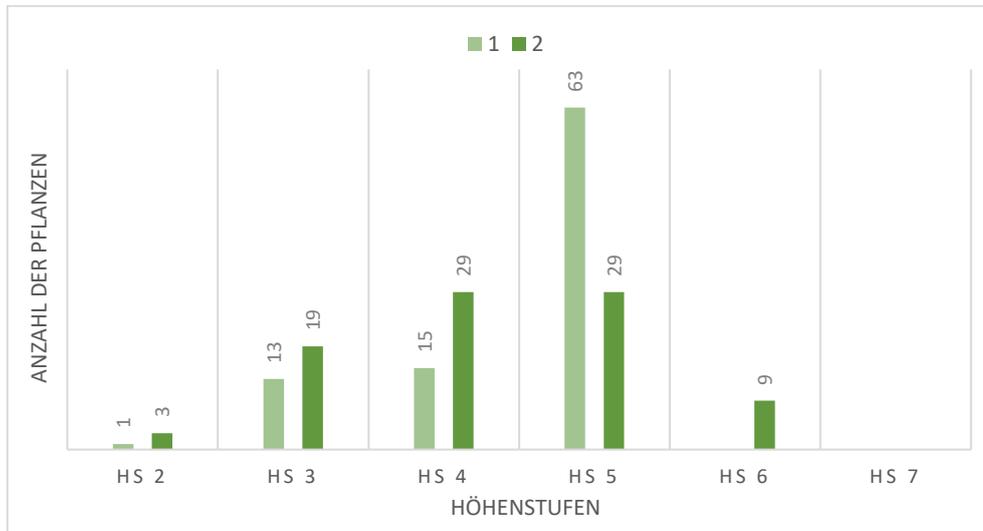


Abbildung 57 Höhenverteilung der alt beschädigten Stieleichen im Vergleich zwischen 1. und 2. Aufnahme

4.1.6. Einflussgrößen auf die Pflanzzahl

4.1.6.1. Gesamte Flächen

Der Einfluss des Himmelsprozent auf die Anzahl der Eichen auf allen Zaunflächen wird in Abbildung 58 dargestellt. Jeder Punkt bildet eine Zaunfläche in Korrelation der jeweiligen Anzahl von Pflanzen und des Himmelsprozent ab. Die meisten Flächen weisen ein Himmelsprozent zwischen 50% und 20% auf. Das mittlere Himmelsprozent auf allen Flächen beträgt 39%. Anhand der Trendline lässt sich erkennen, dass sich mit abnehmendem Himmelsprozent die Anzahl der Eichen erhöht. Dies spiegelt sich im errechneten Korrelationskoeffizienten wider, dieser beträgt $-0,33$. Durch den Wert $(0,33)$ wird erkannt, dass ein mittlerer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Pflanzen und dem Himmelsprozent besteht.

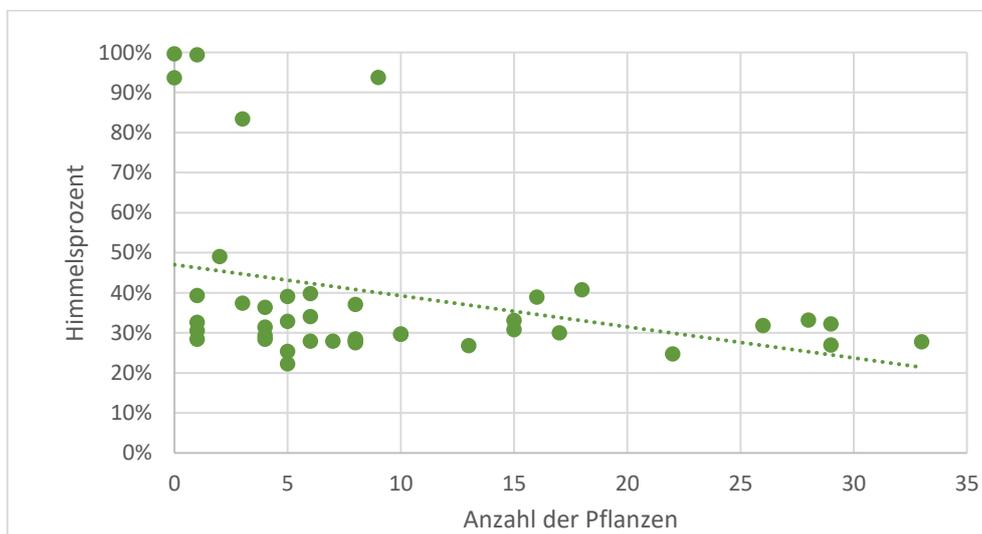


Abbildung 58 Einfluss des Himmelsprozent auf die Gesamtanzahl der Eichen

In Abbildung 59 ist der Zusammenhang zwischen der Konkurrenzvegetationsintensität und der Anzahl der aufgenommenen Pflanzen auf allen Zaunflächen dargestellt. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Konkurrenzkraft und der Anzahl der Eichen auf den Flächen ist kaum zu erkennen. Klar festzustellen ist, dass die meisten Flächen eine sehr hohe Konkurrenzvegetationsbelastung vorweisen. Weiters wird auch anhand der Trendlinie eine Zunahme der Eichenanzahl bei einer Abnahme der Konkurrenzstärke festgestellt. Durch den Korrelationskoeffizienten von $-0,39$ wird festgestellt, dass ein mittlerer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Pflanzen und Konkurrenzintensität besteht.

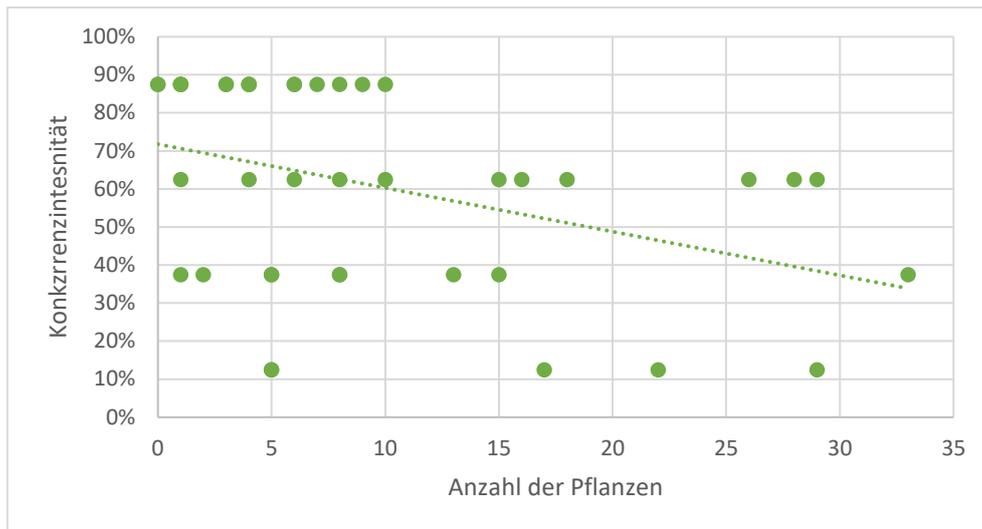


Abbildung 59 Einfluss der Konkurrenzvegetation auf die Gesamtanzahl der Eichen

4.1.6.2. Betrieb Auer-Welsbach

Der in Abbildung 60 erkennbare Zusammenhang zwischen der Anzahl der Eichen und dem Himmelsprozent konzentriert sich im Wesentlichen auf den Bereich zwischen 50 % und 20 %, wobei es auch einzelne Ausreißer gibt. Die Flächen im Betrieb Auer-Welsbach mit den Nummern 12-15 befinden sich auf einer Freifläche, die im Zuge einer Käferkalamität entstanden ist. Diese Flächen weisen keine bzw. eine geringe Pflanzenanzahl auf. Auch hier lässt sich der Trend ablesen, dass mit sinkender Einstrahlung die Anzahl der Pflanzen ansteigt. Dies wird durch in dem Korrelationskoeffizienten von - 0,51 widerspiegelt. Der Wert (0,51) sagt einen hohen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Pflanzen und dem Himmelsprozent aus.

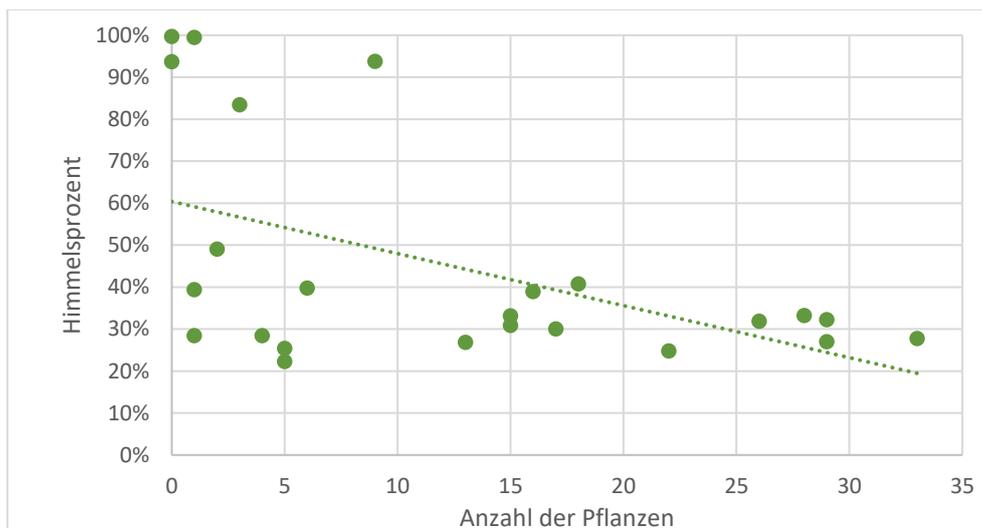


Abbildung 60 Einfluss des Himmelsprozent auf die Anzahl der Eichen im Forstbetrieb Auer-Welsbach

Im Forstbetrieb Auer-Welsbach lässt sich anhand der Abbildung 61, gut der Zusammenhang zwischen Konkurrenzintensität und Anzahl der Pflanzen ablesen. An der Ausgleichsgerade kann erkannt werden,

dass wenn die Konkurrenzvegetation abnimmt, die Pflanzzahl ansteigt. Jedoch gibt es auch einige Ausreißer, bei welchen bei einer niedrigen Konkurrenzintensität die Pflanzzahl niedrig ist. Die Abnahme ist auch am Korrelationskoeffizienten von $-0,42$ ersichtlich. Dies bedeutet, dass ein mittlerer Zusammenhang zwischen der Konkurrenzvegetation und der Anzahl der Pflanzen besteht.

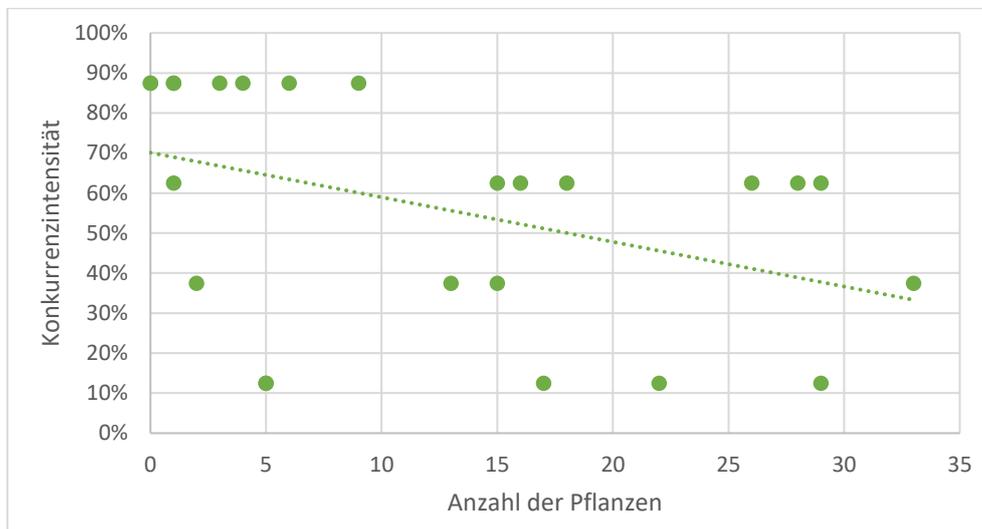


Abbildung 61 Einfluss der Konkurrenzvegetation auf die Anzahl der Eichen im Forstbetrieb Auer-Welsbach

4.1.6.3. Betrieb Kleinszig

Im Forstbetrieb Kleinszig liegt das Himmelsprozent auf die Flächen im Durchschnitt bei 32% und ist somit wesentlich geringer als jener im Betrieb Auer-Welsbach. Anhand der Abbildung 62 ist zu erkennen, dass die Ausgleichsgerade eng mit den Flächen korreliert. Dementsprechend ist die Abweichung des Himmelsprozent auf den Zaunflächen gering. Erkannt werden kann, dass das Himmelsprozent auf der Fläche homogen ist. Jedoch ist aufgrund des recht einheitlichen Himmelsprozent keine wesentliche Korrelation mit der Anzahl der Eichen festzustellen. Durch den errechneten Korrelationskoeffizient wird dementsprechend ein mittlerer Zusammenhang festgestellt, dieser beträgt $-0,36$

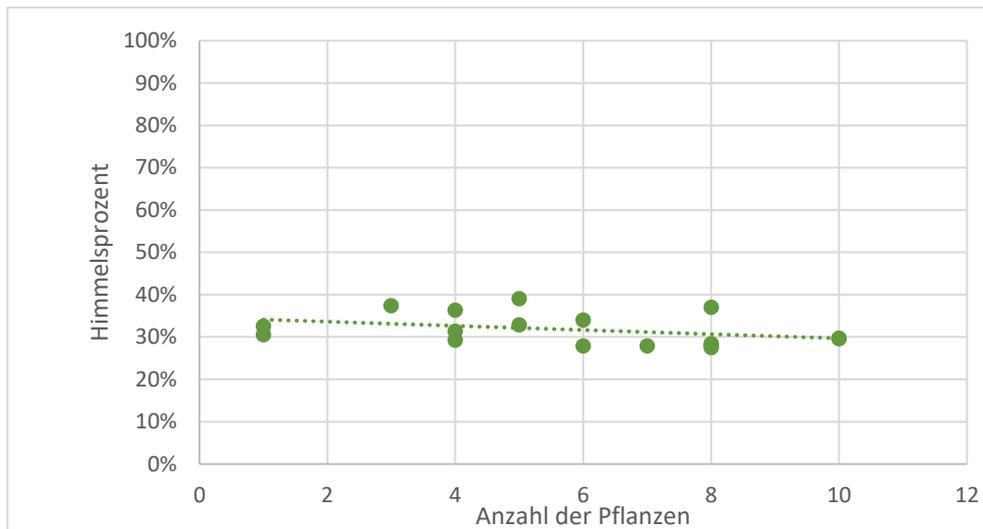


Abbildung 62 Einfluss des Himmelsprozent auf die Anzahl der Eichen im Forstbetrieb Kleinszig

Die Konkurrenzvegetation weist, wie in Abbildung 6363 zu erkennen ist, auf den meisten Flächen eine hohe Intensität auf. Es konnten jedoch auf den drei Flächen, auf welchen kein starker Einfluss durch die Konkurrenzvegetation besteht, nicht mehr Pflanzen erhoben werden. Dementsprechend gering ist auch der Zusammenhang zwischen Konkurrenzintensität und Anzahl der Pflanzen. Der Korrelationskoeffizient von -0,03 gibt an, dass kein Zusammenhang zwischen den beiden Parametern besteht.

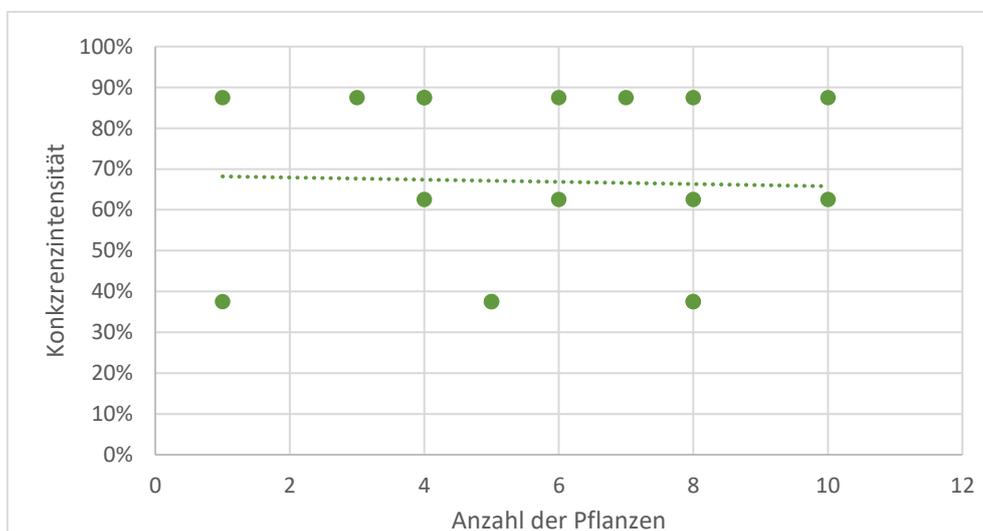


Abbildung 63 Einfluss der Konkurrenzvegetation auf die Anzahl der Eichen im Forstbetrieb Kleinszig

4.1.7. Konkurrenzvegetation

Tabelle 10 Prozentuale Verteilung der Konkurrenzvegetationsstufen

KV- Stufen		% aller Flächen
1	Kaum	12%
2	Schwach	22%
3	Erhöht	27%
4	Stark	39%

Die Gesamtverteilung der Konkurrenzvegetationsstufen wird in Tabelle 10 abgebildet. In dieser wird zwischen kaum schwach erhöht und starker Konkurrenzintensität unterschieden. Ungefähr 40% der Flächen entfallen auf die Höchststufe und sind somit stark durch Konkurrenzvegetation beeinflusst. Eine erhöhte Beeinflussung lässt sich auf 27 % der Flächen feststellen. Eichensaatflächen, auf denen ein schwacher Einfluss durch Konkurrenzvegetation vorliegt, sind mit 22 % vertreten. Nur 12 % der Flächen sind kaum von Konkurrenzvegetation beeinflusst.

4.1.7.1. Einfluss des Himmelsprozent auf die Konkurrenzvegetation

In Abbildung 64 kann erkannt werden, dass die Intensität der Konkurrenzvegetation bei steigendem Himmelsprozent ebenfalls ansteigend ist.

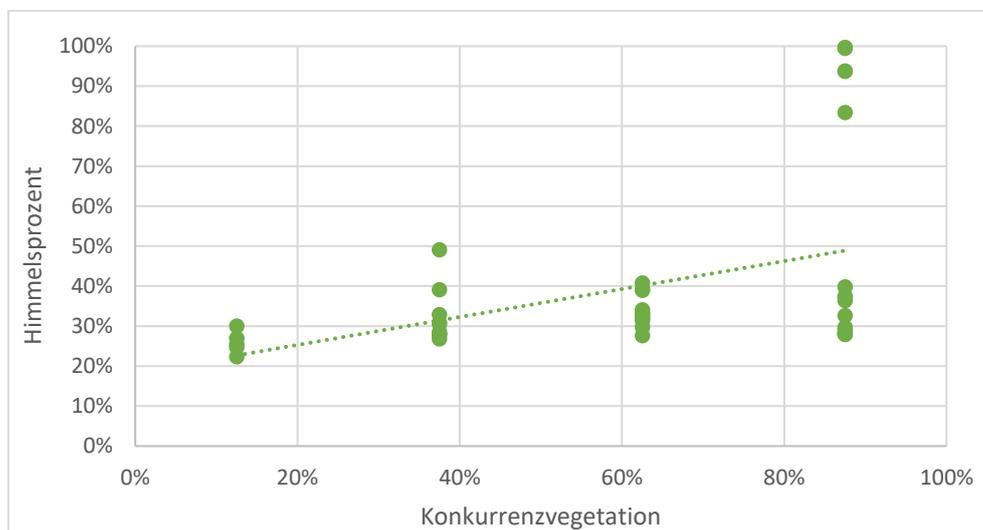


Abbildung 64 Einfluss des Himmelsprozent auf die Intensität der Konkurrenzvegetation auf allen Eichensaunflächen

Dies wird durch jene Zäune, die den höchsten Himmelsprozent haben, bekräftigt, da diese ebenfalls stark durch die Konkurrenzvegetation beeinflusst werden. Heraus sticht, dass auch Flächen mit einem geringeren Himmelsprozent von 25 % bis 40 % stark durch Konkurrenzvegetation beeinflusst werden. Der Zusammenhang des Anstieges der Konkurrenzvegetation bei zunehmendem Himmelsprozent wird

durch den Korrelationskoeffizienten von 0,43 widerspiegelt. Wobei dieser einen mittleren Zusammenhang der beiden Einflussgrößen aussagt.

4.1.7.2. Anzahl der Stufen

Die meisten Eichenzäune sind stark oder erhöht durch Konkurrenzvegetation beeinflusst. Wie in Abbildung 65 erkannt werden kann, sind 39% der Zaunflächen stark und 27% erhöht durch Konkurrenzvegetation beeinflusst. Ein geringerer Anteil der Zaunflächen wird kaum oder schwach bewachsen. Ein geringer Anteil von 22% werden schwach durch Konkurrenzvegetation beeinflusst, wobei nur 12 % kaum beeinflusst werden, dies ist somit die Minderheit der Zaunflächen.

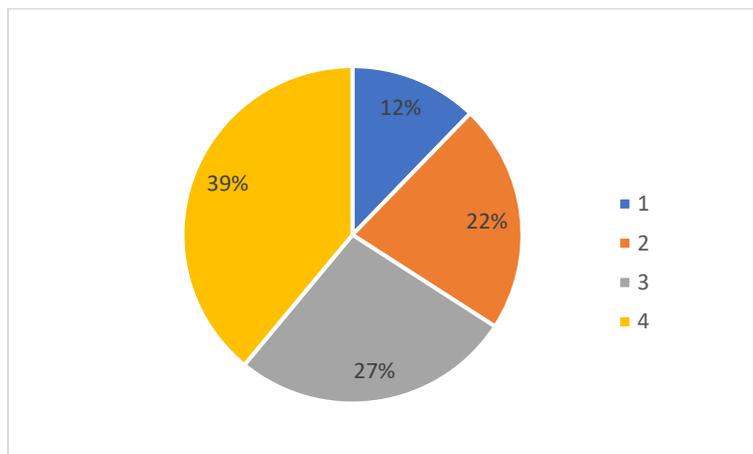


Abbildung 65 Anzahl der Konkurrenzvegetationsstufen auf allen Eichenflächen

Die Konkurrenzvegetation im Betrieb Auer-Welsbach ist ähnlich wie im Betrieb Kleinszig großteils stark oder überwiegend vorhanden. Wie in Abbildung 66 erkannt werden kann, ist diesen beiden Stufen die Mehrheit der Flächen zuzurechnen. Ein nicht unwesentlicher Anteil von 21% der Zaunflächen ist jedoch kaum von der Konkurrenzvegetation bewachsen. In einem geringeren Anteil der Zäune von 17 % ist die Konkurrenzvegetation schwach vorhanden.

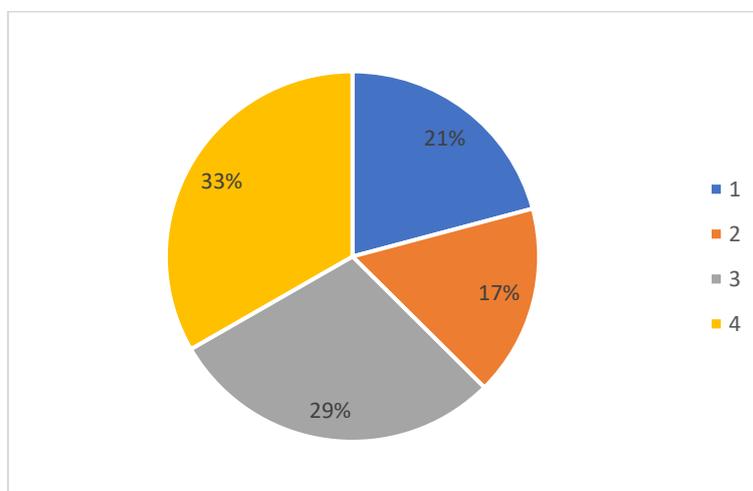


Abbildung 66 Anzahl der Konkurrenzvegetationsstufen auf den Eichenflächen im Betrieb Auer Welsbach

Im Betrieb Kleinszig ist im Gegensatz zum Betrieb Auer-Welsbach ein größerer Anteil der Flächen stark von Konkurrenzvegetation beeinflusst. Ein erhöhter Bewuchs wurde, wie in Abbildung 67 dargestellt, auf 24 % der Zaunflächen festgestellt. Der Anteil der Zäune mit einer schwachen Konkurrenzintensität ist mit 29 % ebenfalls höher als im Betrieb Auer-Welsbach. Im Betrieb Kleinszig gibt es keine Zaunflächen, die kaum von Konkurrenzvegetation bewachsen sind.

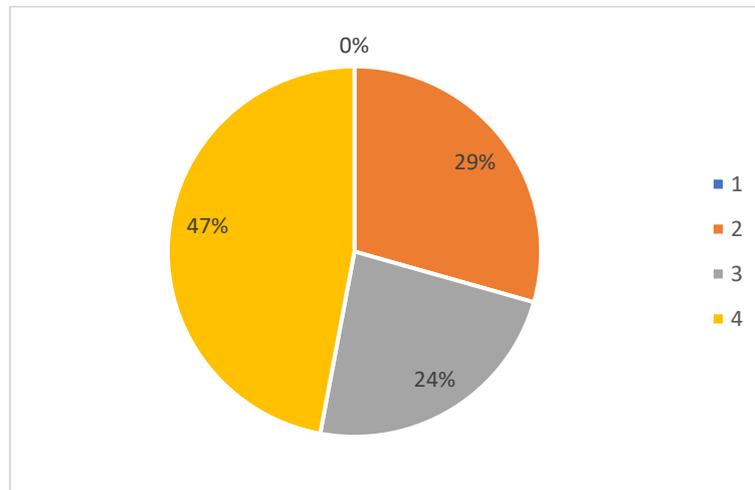


Abbildung 67 Anzahl der Konkurrenzvegetationsstufen im Betrieb Kleinszig

4.1.7.3. Konkurrenzvegetationsarten

Als problematisch gelten Konkurrenzvegetationsarten, welche auf Flächen mit einer Konkurrenzvegetationsstufe von vier vorhanden sind. Wie in Abbildung 68 erkannt werden kann, ist die Himbeere (*Rubus idaeus*) auf ca. 30 % der Flächen vorhanden. Häufig sind eine Vergrasung und der Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) festzustellen. Auch Frauen- und Wurmfarne (*Athyrium filix-femina*, *Dryopteris filix-mas*) und der Faulbaum (*Frangula alnus*) sind öfters anzufinden. Vorhanden sind ebenfalls Springkraut (*Impatiens glandulifera*) und Hollunder (*Sambucus spez.*). Selten vertreten sind Brombeere (*Rubus fruticosus*), Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*), Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und die Hasel (*Corylus avellana*).

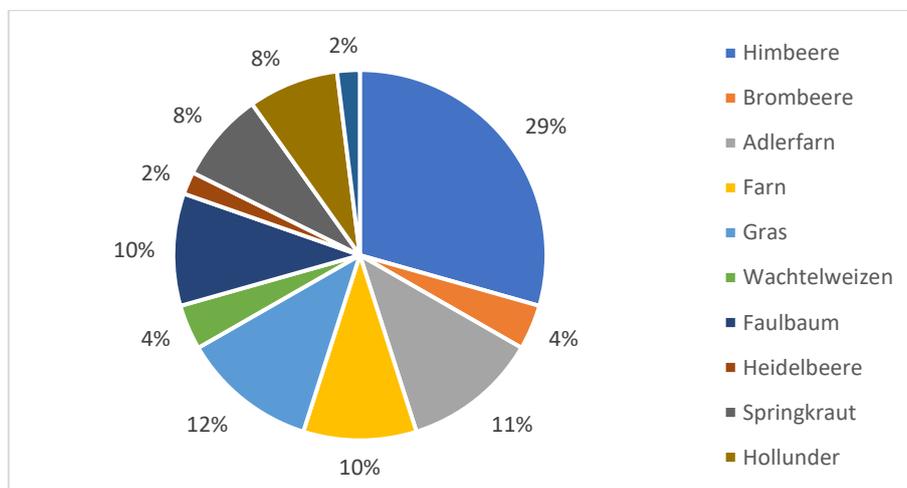


Abbildung 68 Verteilung der problematischen Konkurrenzvegetationsarten auf allen Flächen

Im Forstbetrieb Auer-Welsbach ist, wie in Abbildung 69 zu erkennen, die Himbeere eine problematische Konkurrenzvegetationsart. Diese ist auf 45 % der Flächen vertreten und übt starken Konkurrenzdruck aus. Problematisch ist ebenfalls die Vergrasung, welche auf 23 % der Flächen erhoben wurde. Ebenfalls zu finden sind die Farnarten (14 %) Frauen- und Wurmfarne und der Wachtelweizen (9 %). Am seltensten sind das Springkraut und der Hollunder, mit ca. 5 %, auf diesen Flächen vorhanden.

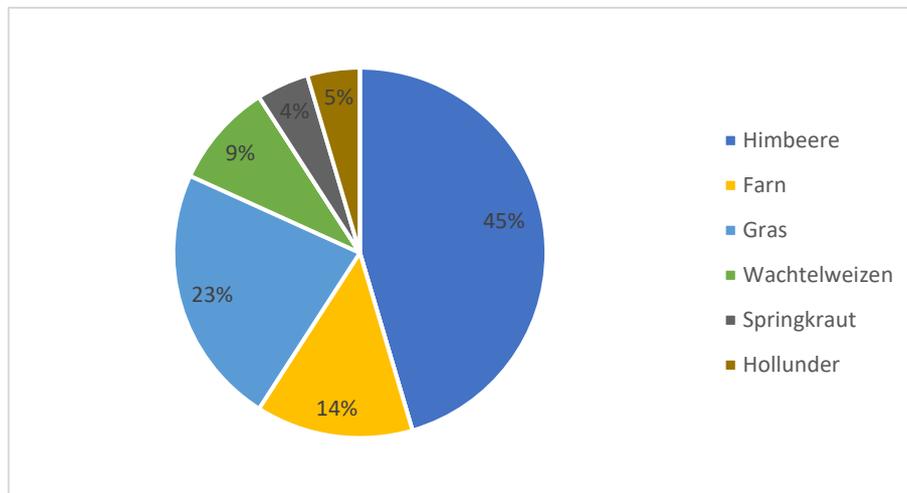


Abbildung 69 Verteilung der Problematischen Konkurrenzvegetationsarten im Forstbetrieb Auer Welsbach

Im Forstbetrieb Kleinszig sind, wie in Abbildung 70 dargestellt, diverse Konkurrenzvegetationsarten auf stark beeinflussten Flächen vorhanden. Am häufigsten kommt der Adlerfarn mit 21 % vor. Ebenfalls häufig treten der Faulbaum und die Himbeere mit jeweils 17 % auf. Das Springkraut und der Hollunder haben im Betrieb Kleinszig eine wesentlichere Rolle als im Betrieb Auer-Welsbach. Ebenfalls vorhanden sind die Farnarten Frauen- und Wurmfarne (7%) und die Brombeere. Auf weniger stark beeinflussten Flächen kommen Gras, Heidelbeere und Hasel vor.

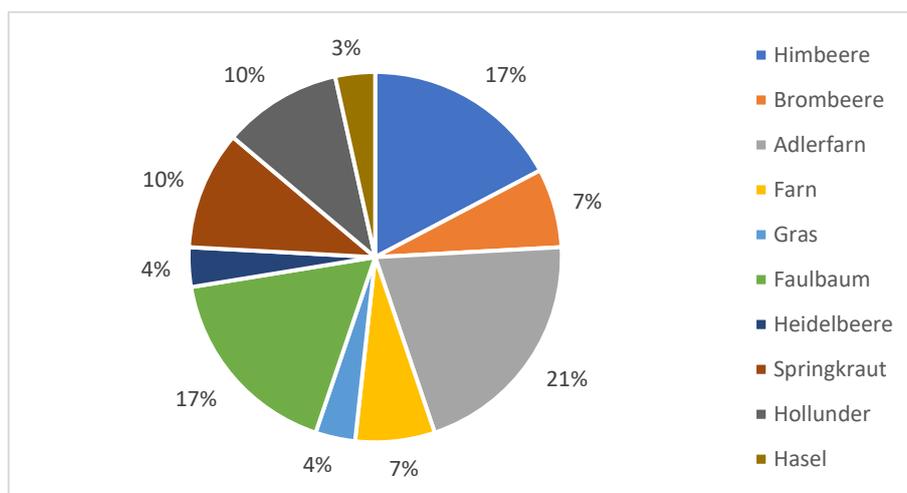


Abbildung 70 Verteilung der Problematischen Konkurrenzvegetationsarten im Forstbetrieb Kleinszig

4.1.8. Andere natürlich auftretende Baumarten

Die aufkommenden Nebenbaumarten wurden anhand von Zehnteln der Fläche, die sie einnehmen, eingeteilt. Im Forstbetrieb Auer-Welsbach wurden innerhalb der Zäune fünf Nebenbaumarten festgestellt. Erhoben wurden Bergahorn, Eberesche, Gemeine Esche, Fichte und Roteiche. Der flächige Anteil dieser Arten kann in Abbildung 71 erkannt werden. Die einzige Baumart, die in einer hohen Anzahl festgestellt wurde, ist die Fichte. Die anderen Baumarten sind vereinzelt auf wenigen Flächen vorhanden. Den höchsten Flächenanteil erreicht die Fichte in der Fläche 23 mit 8/10 Flächenanteilen. In einem ebenfalls signifikanten Ausmaß konnte die Fichte in Fläche 4 mit 6/10 Flächenanteil festgestellt werden. Mit 4/10 Flächenanteil ist die Fichte in den Flächen 1, 2 und 21 vertreten.

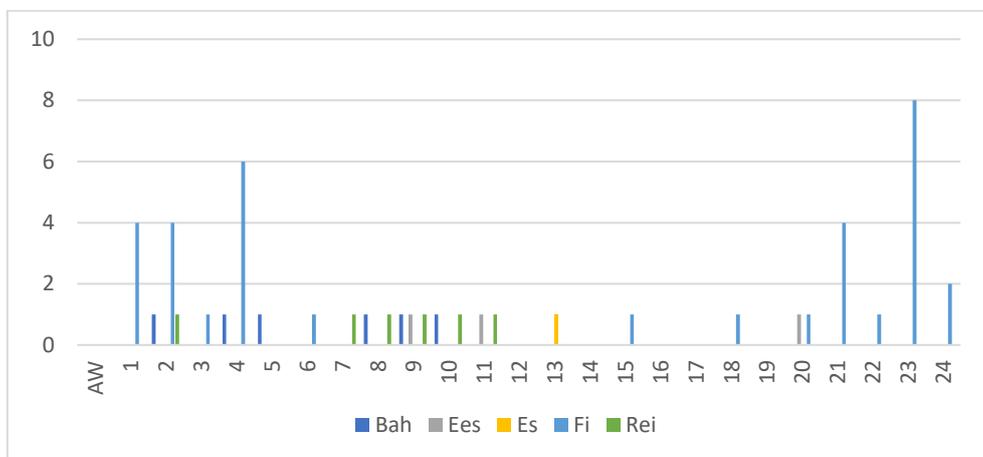


Abbildung 71 Anteil der Nebenbaumarten auf den Flächen im Forstbetrieb Auer-Welsbach

Sechs Nebenbaumarten wurden innerhalb der Zäune im Forstbetrieb Kleinszig erhoben. In Abbildung 72 ist ersichtlich, dass Bergahorn, Birke, Eberesche, Gemeine Esche, Fichte und Roteiche vertreten sind. Diese Arten wurden jedoch nur auf einzelnen Flächen erhoben. Die einzige Nebenbaumart, welche eine signifikante Rolle spielt, ist die Fichte. Diese kommt mit 4/10 in Fläche 6 mit einem erhöhten Flächenanteil vor. Leicht erhöht mit 3/10 ist der Flächenanteil der Fichte ebenfalls in Fläche 4, 5 und 7. Eine leicht erhöhte Flächenanteil des Bergahorns ist in Fläche 6 zu verzeichnen.

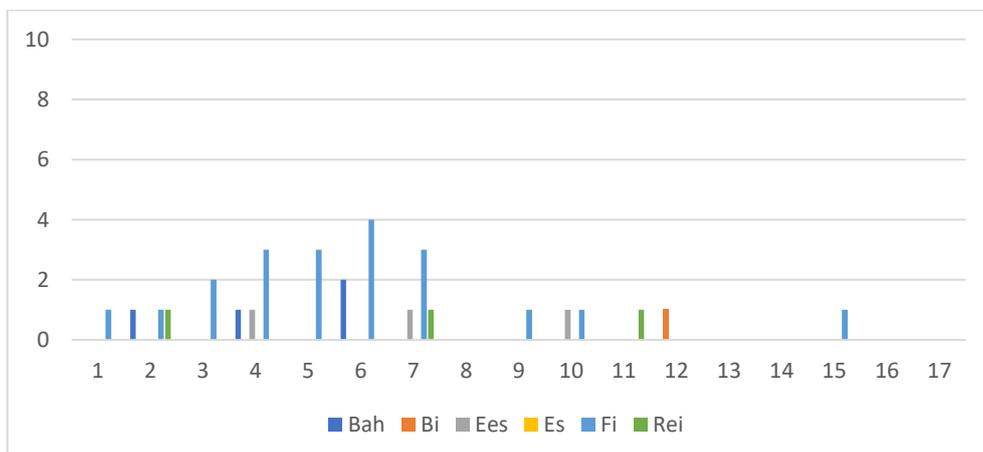


Abbildung 72 Anteil Nebenbaumarten auf den Flächen im Forstbetrieb Kleinszig

4.1.9. Vergleich mit der Naturverjüngung

Die in Abbildung 73 erkennbaren Hektarwerte sind der Durchschnitt aus den hochgerechneten Pflanzzahlen in den Zäunen und den Probepunkten (100 m²) außerhalb der Saatflächen.

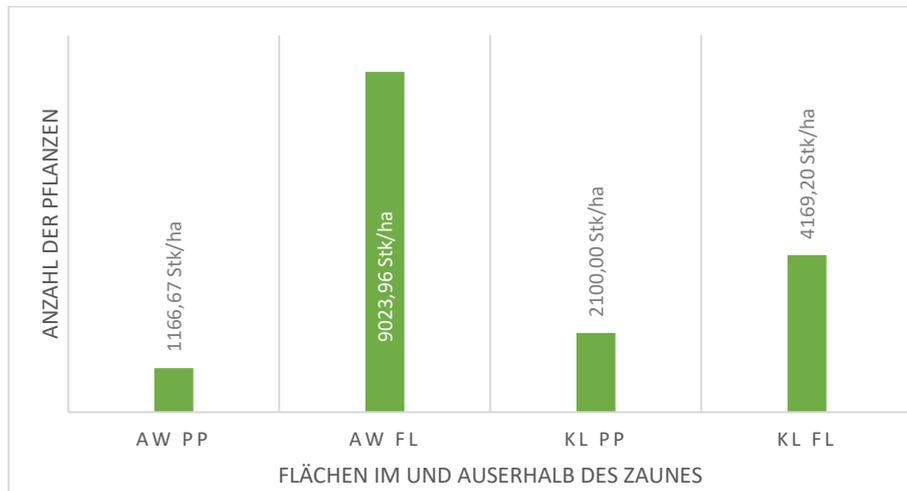


Abbildung 73 Vergleich der Pflanzanzahl in den Zäunen mit denen außerhalb

Obwohl eine Saat nur in den Zäunen erfolgt ist, kommen in beiden Betrieben auch außerhalb Pflanzen auf. Die mit PP beschrifteten Säulen stellen die erhobene Anzahl der Pflanzen dar, welche sich natürlich verjüngt haben. Dies sind im Forstbetrieb Auer-Welsbach 1.167 Eichen pro Hektar und im Betrieb Kleinszig 2.100 Stück pro Hektar. Im Gegensatz dazu ist die Anzahl der Pflanzen in den Zäunen, wie anhand der Säulen mit der Beschriftung FL abzulesen ist, wesentlich höher. Die hochgerechneten Pflanzzahlen im Betrieb Auer-Welsbach entsprechen ca. 9.000 Stück pro Hektar, während im Betrieb Kleinszig lediglich 4.170 Stück pro Hektar vorhanden sind. Im Vergleich wurden im Forstbetrieb Auer-Welsbach 1.000 Stück pro Hektar weniger auf den Probepunkten vorgefunden. Im Betrieb Auer-Welsbach wurden innerhalb der Zaunflächen 7,7-mal mal so viele Eichen vorgefunden wie außerhalb der Probeflächen. Im Betrieb Kleinszig sind es hingegen nur ca. 2-mal so viele.

4.2. Buche

Im Betrieb Auer Welsbach wurde ebenfalls auf zwei Flächen Buchen gesät. Die erhobene Pflanzanzahl und der errechnete Ankeimungsprozent sind in Abbildung 74 ersichtlich. Während in der ersten Fläche 18 Buchen erhoben wurden, fallen die Aufnahmen der zweiten Fläche mit 4 Pflanzen sehr gering aus. Dies spiegelt sich im Ankeimungsprozent wider. Im ersten Zaun sind 72% der gesäten Buchen festgestellt worden, während es im zweiten Zaun hingegen nur 16% sind. Bei den vorhandenen Pflanzen wird kein Schaden festgestellt. Die Konkurrenzvegetation ist in den Zaunflächen schwach bis erhöht vorhanden. Das Himmelsprozent beträgt in Fläche 1: 26 %, in Fläche 2: 28 %, es kommt demnach zu einem geringen Lichteinfall.

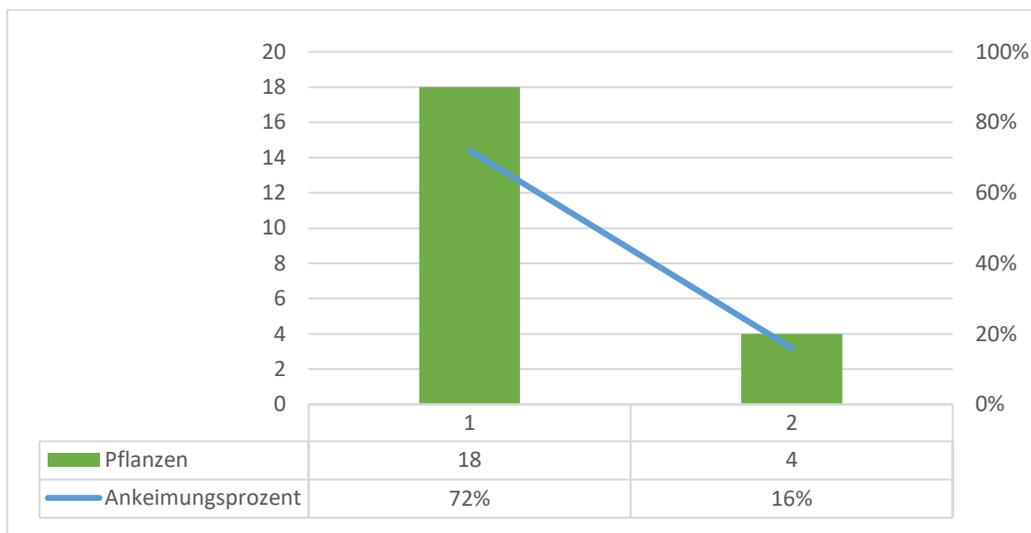


Abbildung 74 Auswertung der Buchensaatflächen im Forstbetrieb Auer Welsbach

4.3. Tanne

Tabelle 11 Gesamtergebnisse Tanne

Betrieb	Tannen	Fichte	Pflanzzahl/Zaun	Pflanzen/m ²	KV (4Stufen)	Lichteinfluss in %	Keimung %
AW	195	29	847	1300	1,80	30,66%	47,05%
KL	128	64	257	284	1,13	43,55%	42,82%
Mittelwert	162	47	552	792	1,47	37,11%	44,93%

Die Tabelle 16 spiegelt die Gesamtergebnisse der zwei Betriebe wider. Dabei wird im Folgenden der Forstbetrieb Auer – Welsbach mit (AW) sowie der Forstbetrieb Kleinszig mit (KL) abgekürzt. Die jeweiligen Ergebnisse der Betrieb spiegeln die Mittelwerte der Flächen im jeweiligen Betrieb wider.

Die Pflanzzahl ist jene Zahl, welche durch die Rasterflächen (100 cm²) erhoben worden ist. Dabei ist zu erkennen, dass auf den Flächen des Forstbetriebes Auer-Welsbach um 67 Stück/100 cm² mehr aufgenommen wurden. Mit dieser Erkenntnis wurde eine Pflanzzahl pro Zaunfläche und eine Pflanzzahl pro Quadratmeter errechnet. Auch hier sind die Zahlen im Betrieb Auer-Welsbach wesentlich höher. Weiters wurde die Konkurrenzvegetation evaluiert und in 4 Klassen eingeteilt. Dabei ist im Forstbetrieb Kleinszig ein niedrigerer Anteil ersichtlich. Prozentuell wurde ebenfalls das Himmelsprozent wie die Keimungsrate angegeben. Das Himmelsprozent im Betrieb Kleinszig ist mit 43,55 % um mehr als 10 % größer als im Betrieb Auer-Welsbach. Gegensätzlich dazu ist der Keimungserfolg, sprich die Keimungsrate im Forstbetrieb Auer-Welsbach um 5 % höher als im Forstbetrieb Kleinszig.

Tabelle 12 Einteilung Konkurrenzstufen

KV- Stufen		% aller Fläche
1	Kaum [0% - 24%]	70%
2	Schwach [25% - 49%]	13%
3	erhöht [50% - 74%]	17%
4	stark [75% - 100%]	0%

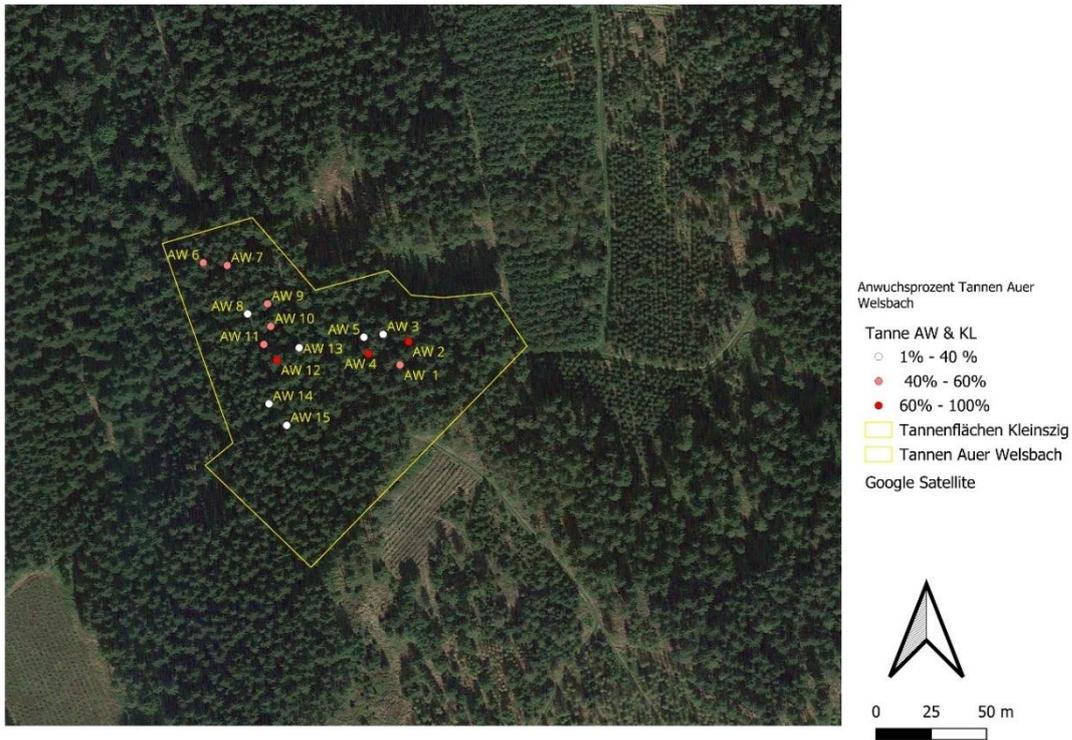


Abbildung 75 Anwuchsprozent der Tannenflächen im FB Auer-Welsbach

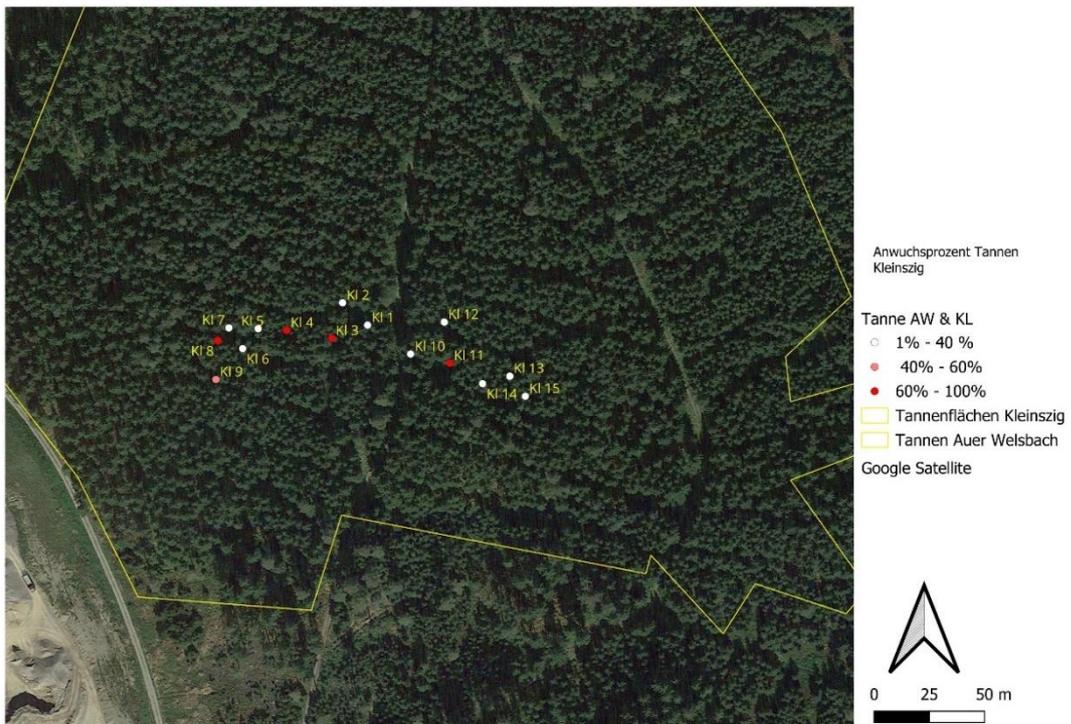


Abbildung 76 Anwuchsprozent der Tannenflächen im FB Kleinszig

4.3.1. Vergleich der Betriebe

In den Abbildungen 77 und 78 sind die im 100 m² Raster erfassten Tannen dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass im Forstbetrieb Auer-Welsbach die maximale Anzahl auf der Fläche 12 mit 23 Pflanzen zu finden ist.

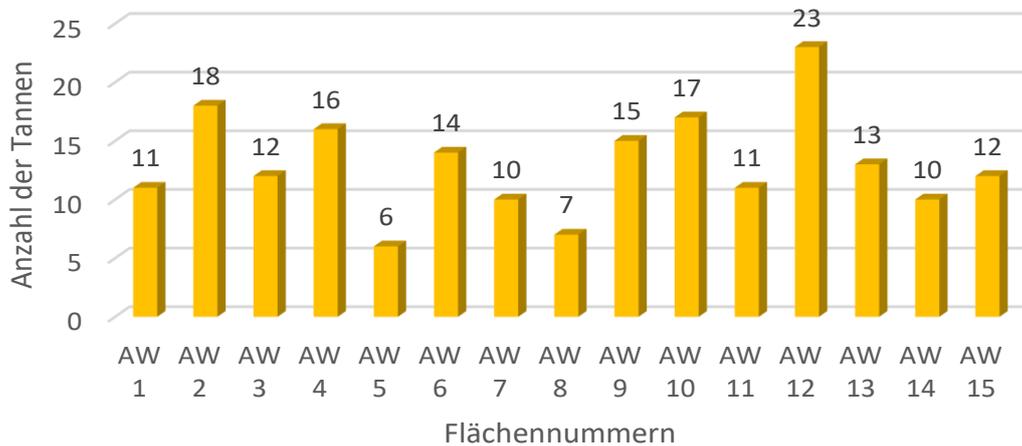


Abbildung 77 Anzahl der Tannen in der Saatfläche, FB Auer-Welsbach

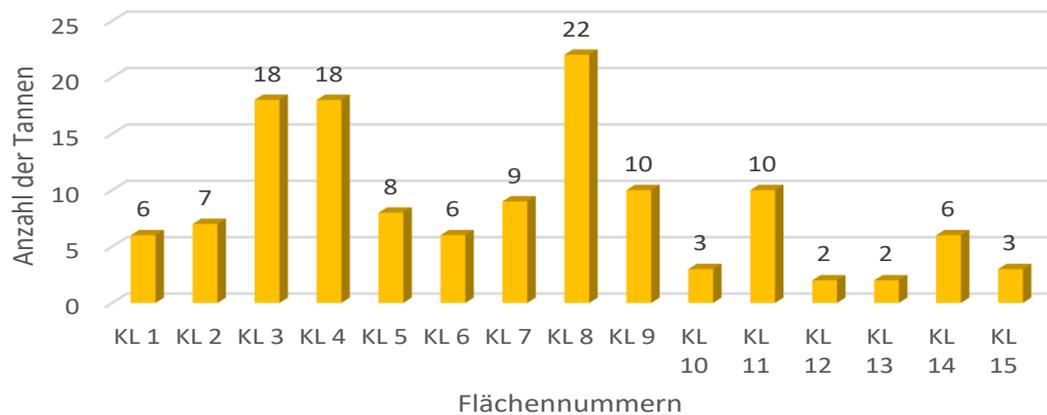


Abbildung 78 Anzahl der Tannen in der Saatfläche, FB Kleinszig

Den Minimalwert mit 6 Pflanzen pro 100 qcm² weist die Fläche 5 im Forstbetrieb Auer-Welsbach auf. Für den Forstbetrieb Kleinszig wurde hier ein annähernd gleicher Minimalwert an Pflanzen festgestellt, wobei die geringste Anzahl auf der Fläche 12 sowie 13 mit 2 Pflanzen ermittelt wurde. Auch der Mittelwert liegt im Forstbetrieb Kleinszig deutlich niedriger.

4.3.2. Anwuchserfolg

In den Abbildungen 79 und 80 ist der Anwuchserfolg kartographisch dargestellt. Vergleicht man die Betriebe miteinander, so fällt auf, dass die durchschnittliche Anwuchsrate im Forstbetrieb Kleinszig etwas geringer ist als im Forstbetrieb Auer-Welsbach.

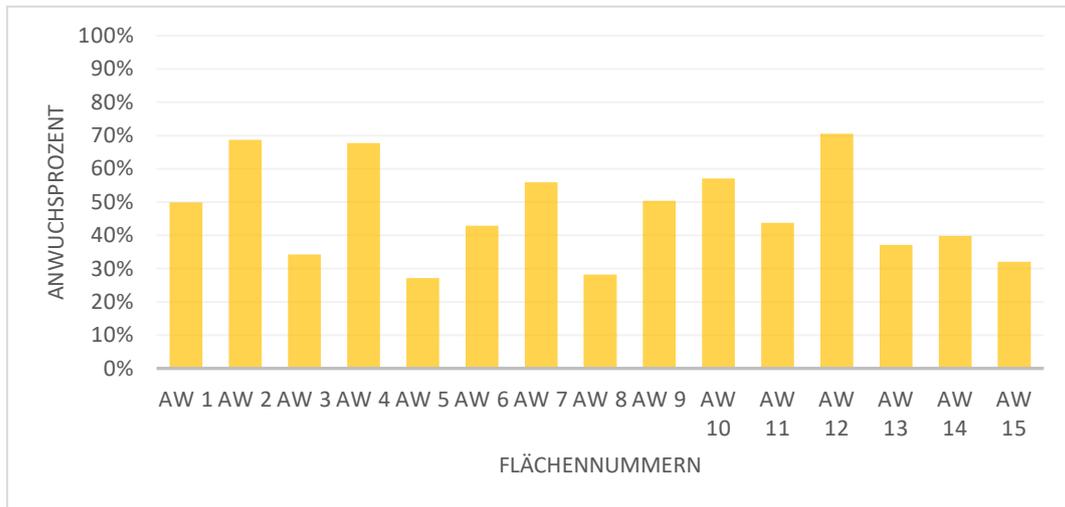


Abbildung 79 Anwuchserfolg im Forstbetrieb Auer-Welsbach

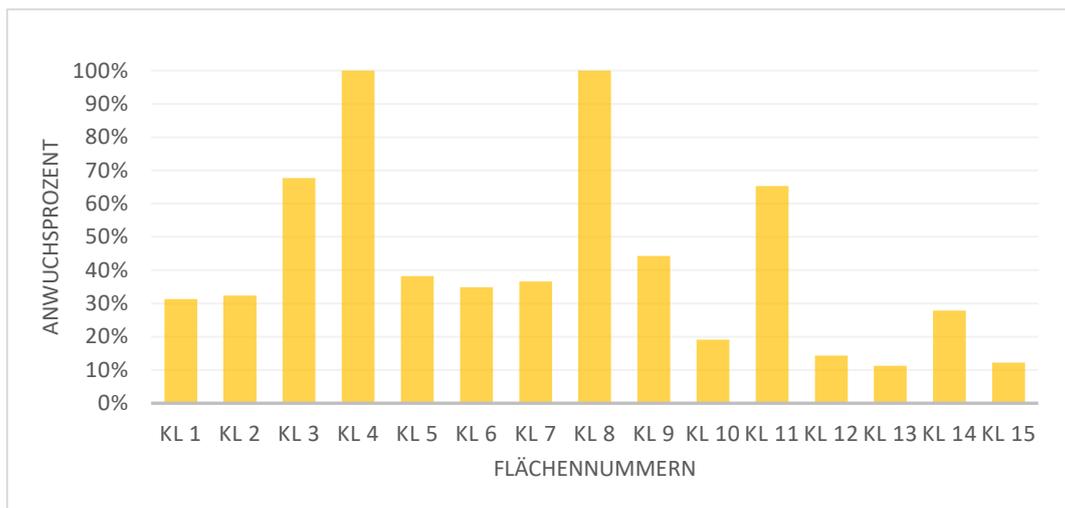


Abbildung 80 Anwuchserfolg im Forstbetrieb Kleinszig

Betrachtet man die Tabelle 60 etwas genauer, so wird deutlich, dass 4 Flächen (KL 3, 4, 8, 11) Anwuchsprozente über 60 % aufweisen. Den mit Abstand geringsten Anwuchserfolg weist der Forstbetrieb Kleinszig (KL 10, 12, 13, 15) mit knapp über 10 % auf. Der geringste Anwuchserfolg im Forstbetrieb Auer-Welsbach liegt bei knapp 30 %. Als Beispiel sei hier die Fläche AW 5 genannt.

4.3.3. Schäden

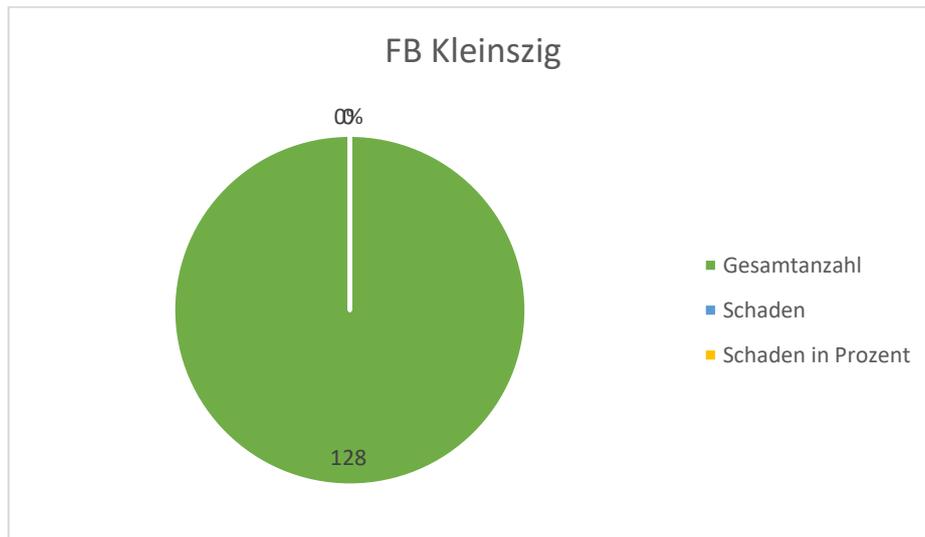


Abbildung 81 Schäden an der Tanne im Forstbetrieb Auer Welsbach

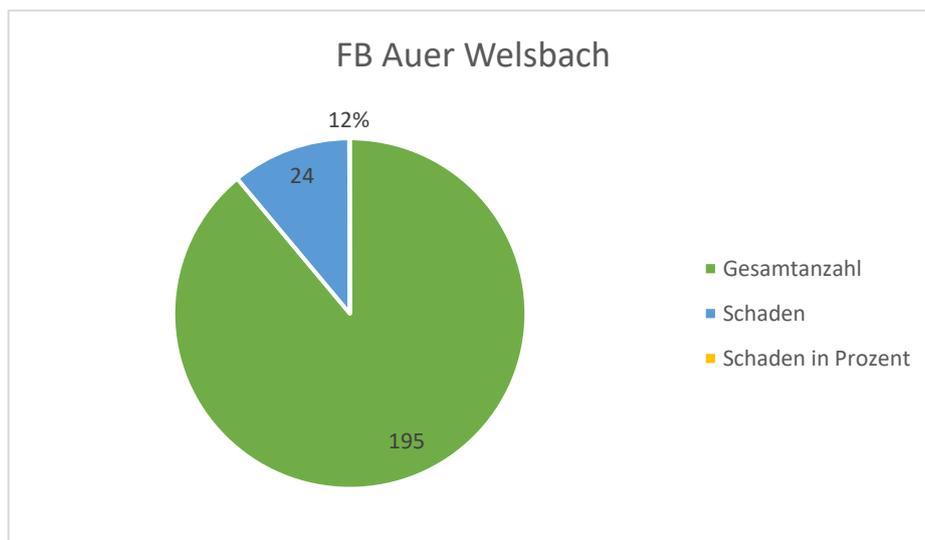


Abbildung 82 Schäden der Tanne im Forstbetrieb Kleinszig

In den Kreisdiagrammen wurde der prozentuale Anteil der geschädigten Tannen an der Gesamtanzahl der im Betrieb aufgenommenen Pflanzen dargestellt. Es zeigt, dass im Forstbetrieb Auer-Welsbach 24 von 195 Pflanzen geschädigt sind. Dies entspricht prozentual 12 % der Gesamtzahl. Von den 128 aufgenommenen Pflanzen im Forstbetrieb Kleinszig wurde keine Einzige mit Schäden festgestellt, somit beträgt der Schaden 0 %.

4.3.4. Entwicklung der Höhenklassen

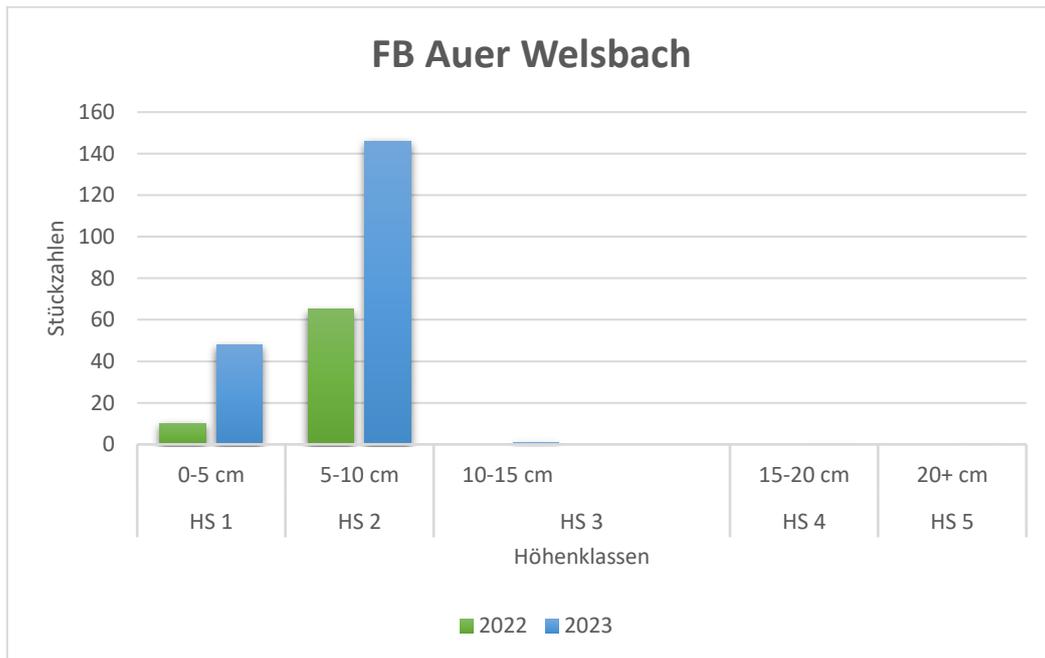


Abbildung 83 Entwicklung der Höhenklassen im Forstbetrieb Auer-Welsbach

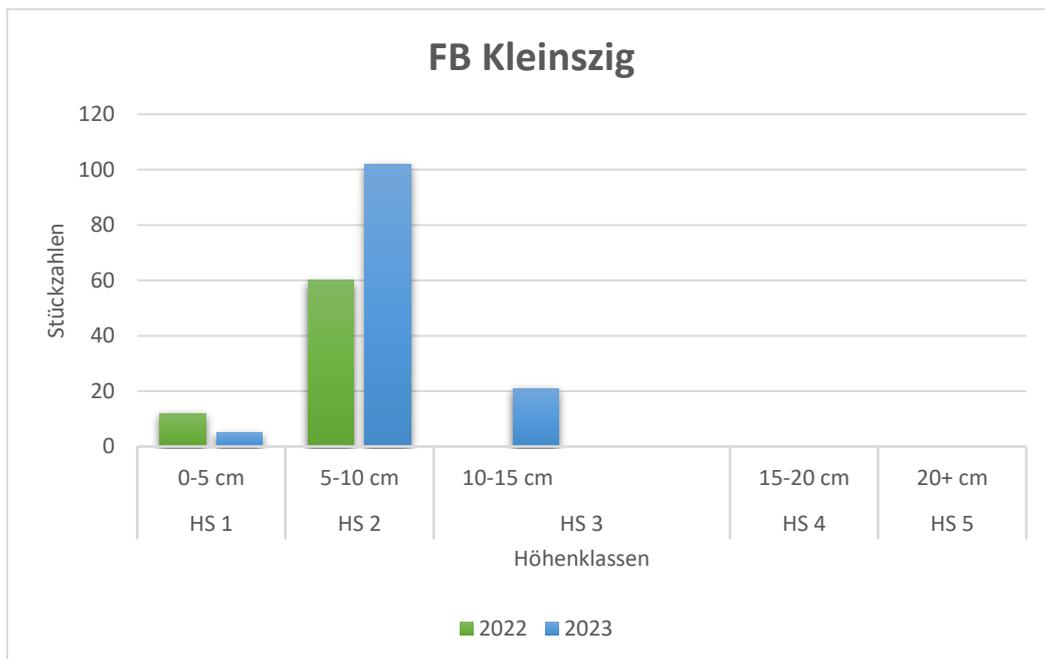


Abbildung 84 Entwicklung der Höhenklassen im Forstbetrieb Kleinszig

Die Entwicklung der Höhenklassen wird durch die Abbildung 83 und 84, über die Periode der Aufnahme grafisch dargelegt. Dabei ist das Jahr 2022 in grün und das Jahr 2023 in blau eingefärbt. Auf den ersten Blick fällt auf, dass die Höhenstufe 2, also all jene Tannen die eine Höhe von 5-10 cm aufweisen, den größten Anteil ausmachen. Weiters auffällig ist auch die Höhenstufe 3. Während im Jahr 2023 im Forstbetrieb Auer-Welsbach alle Tannen eine maximale Höhe von 10 cm aufweisen, wird im selben Jahr

im Betrieb Kleinszig eine maximale Höhe von 15 cm ermittelt. Dies bedeutet, die Klasse drei und darüber wird im Forstbetrieb Auer-Welsbach nicht genutzt.

4.3.5. Durchschnittliche Höhen und Höhenzuwachs

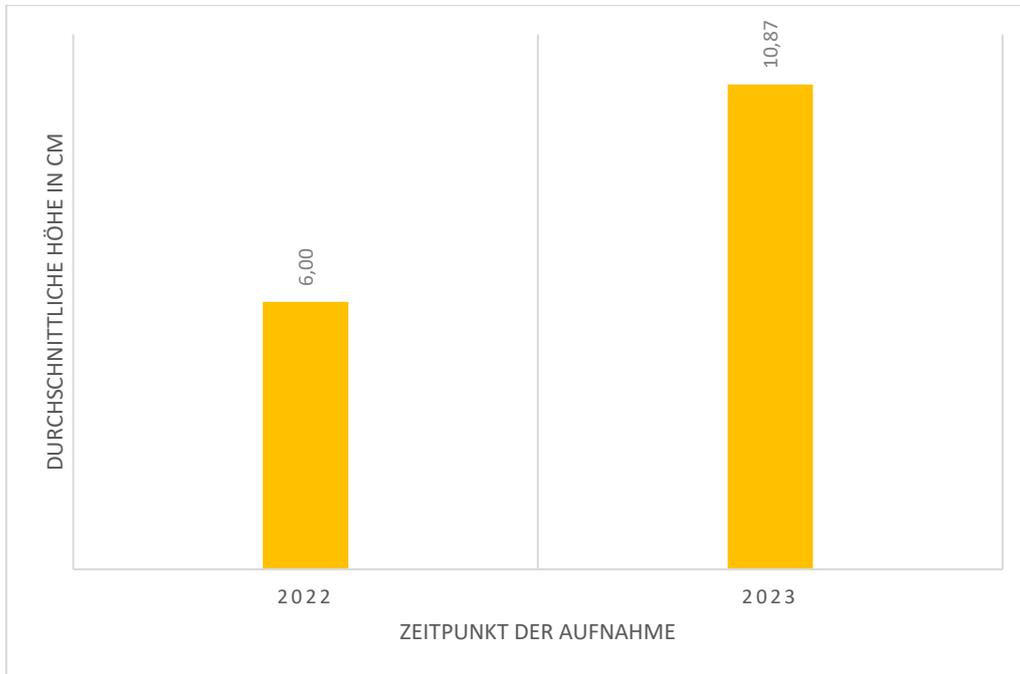


Abbildung 85 Durchschnittliche Höhen über beide Betriebe

Es wurden jeweils die 5 stärksten Tannen je Zaunfläche aufgenommen und daraus ein Durchschnitt errechnet. Daraus wurde wiederum der Durchschnitt für die gesamten Flächen beider Forstbetriebe errechnet. Dies wurde sowohl im Jahr 2022 wie auch im Jahr 2023 durchgeführt, was Abbildung 85 veranschaulicht.

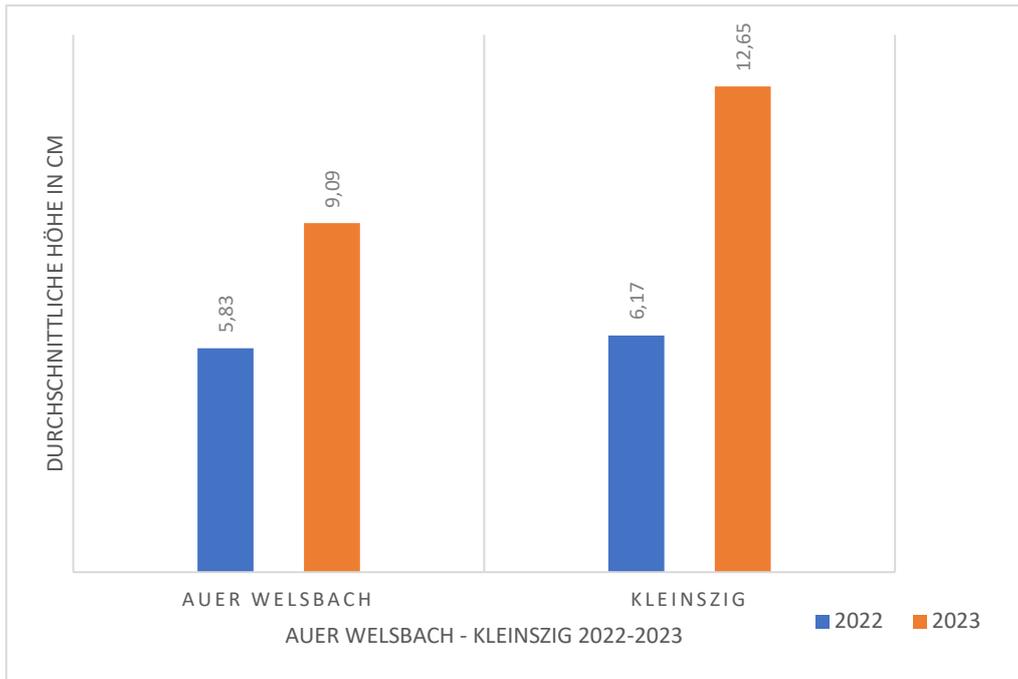


Abbildung 86 Durchschnittliche Höhe der Tannen 2022-2023 für den jeweiligen Forstbetrieb

Bezogen auf den Forstbetrieb und das Jahr kann aus der obigen Abbildung 86 herausgelesen werden, wie hoch die Tannen sind bzw. waren. Dabei unterscheidet sich die durchschnittliche Höhe der Tannen im Jahr 2022 nur gering zwischen den zwei Forstbetrieben. Im Jahr 2023 liegt jedoch eine etwas größere Differenz vor mit ca. 3,5 cm.



Abbildung 87 Höhenzuwachs der Tannen geteilt für FB Auer-Welsbach und Kleinszig

Durch die erhobenen Daten aus dem Jahr 2022 und 2023 konnte ein durchschnittlicher Höhenzuwachs berechnet werden. Dieser wurde wiederum getrennt nach Forstbetrieb errechnet. Der Höhenzuwachs

ist im Forstbetrieb Auer-Welsbach um fast die Hälfte geringer als im Forstbetrieb Kleinszig. Der Mittelwert beider Forstbetriebe ergibt einen durchschnittlichen Höhenzuwachs von 4,87 cm.

4.3.6. Einflussgrößen auf die Pflanzzahl

Ebenfalls mit aufgenommen wurde der Anteil des Himmels, auch Himmelsprozent bezeichnet. Wie in Abbildung 88 gezeigt wird, spiegelt jeder gelbe Punkt eine Fläche wider, wobei die X-Achse die jeweilige Pflanzzahl angibt, und die Y-Achse das Himmelsprozent. Das durchschnittliche Himmelsprozent für alle Flächen liegt ca. bei 37 %. Mittels der Trendline wird ersichtlich, dass mit steigendem Himmelsprozent auch die Pflanzzahl gering steigt.

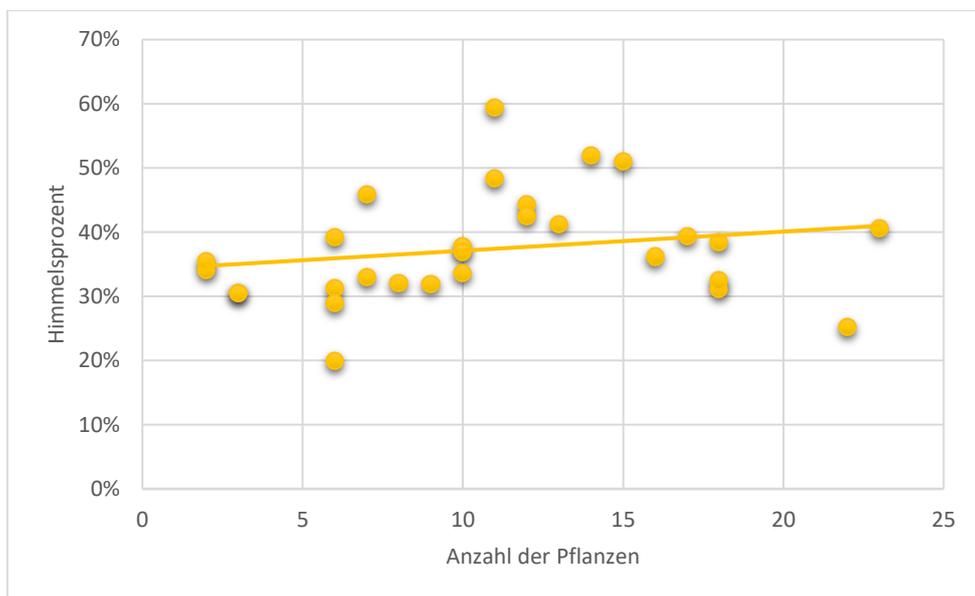


Abbildung 88 Zusammenhang zwischen Überschirmung und Pflanzzahl über beide Betriebe

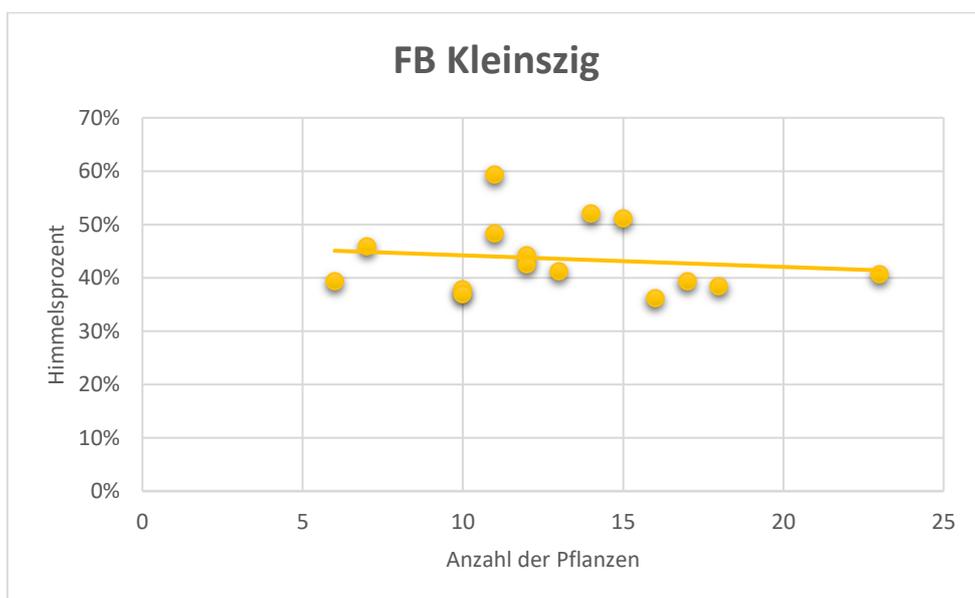


Abbildung 89 Korrelation zwischen Himmelsprozent und Pflanzzahl im FB Kleinszig

Im weiteren Sinn wurde der Himmelsprozent eigens für den jeweiligen Betrieb bzw. auch für jede Fläche analysiert. Es fällt auf, dass die Mehrzahl der Punkte und damit auch die Mehrzahl der Flächen in einem Bereich von 35 % - 60 % Himmelsprozent liegen, wobei sich auch die Anzahl der Pflanzen in einem Bereich von 5 - 20 Stück bewegt. Die Höchstanzahl mit etwa 23 Stück weist einen Himmelsprozent von ca. 41 % auf. Diese Informationen können aus Punktediagramm, Abbildung 89, entzogen werden.

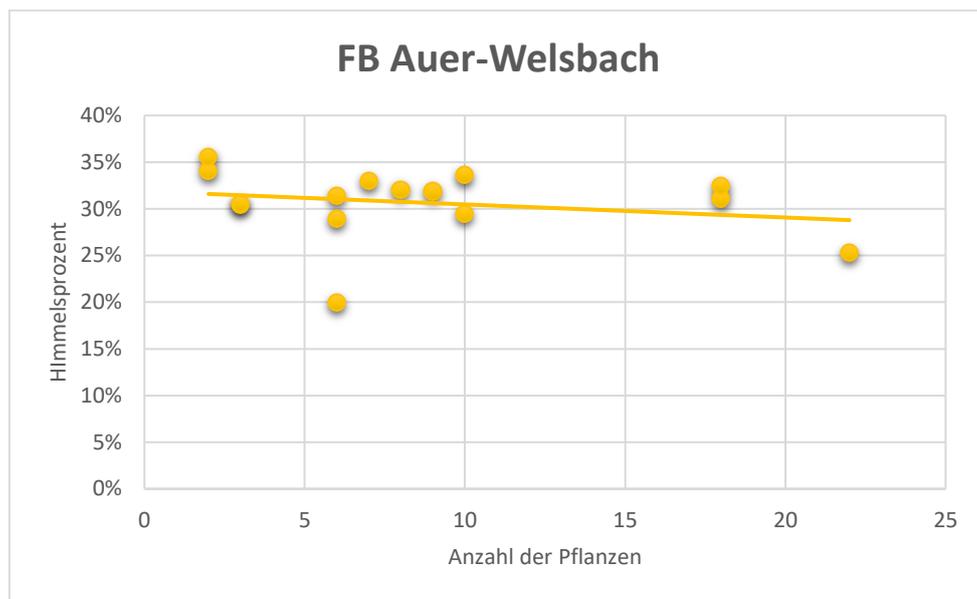


Abbildung 90 Korrelation zwischen Himmelsprozent und Pflanzzahl im FB Auer-Welsbach

Hier konzentriert sich die Pflanzzahl in einem Bereich zwischen 3 und 10 Pflanzen, wobei sich auch das Himmelsprozent um die 30 % bewegt. Einzelne Flächen mit 15 + Pflanzen weisen ebenfalls einen geringeren Himmelsprozent auf, welche zwischen 25 % - 35 % liegt. Auch die Trendlinie weist einen negativen Verlauf vor, welcher widerspiegelt, dass mit abnehmender Lichteinstrahlung auch die Pflanzenanzahl gering abnimmt.

4.3.7. Konkurrenzvegetation

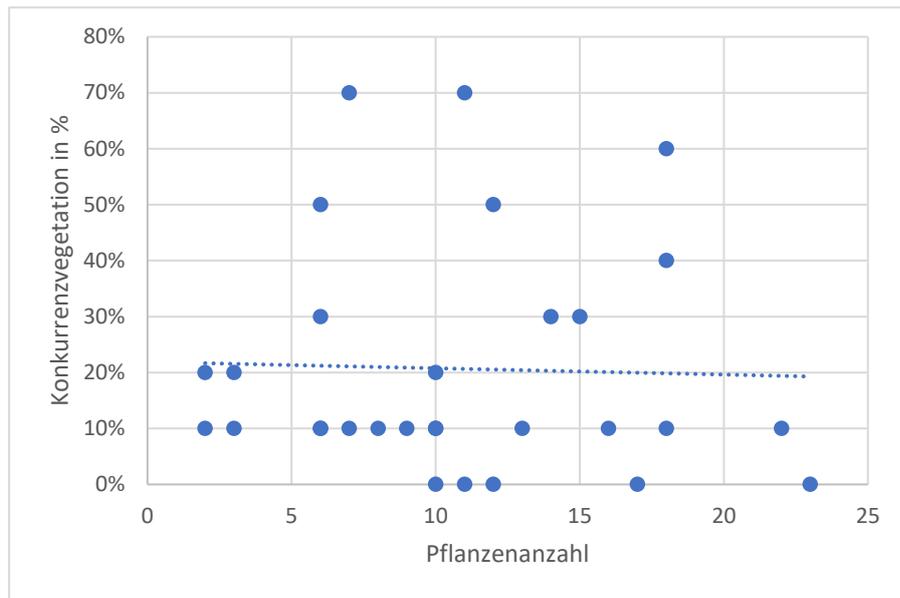


Abbildung 91 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Pflanzenanzahl auf allen Flächen

Der Einfluss der Konkurrenzvegetation wurde prozentual bezogen auf den Flächenanteil abgeschätzt. Bezugsgröße dafür ist die Gesamtfläche innerhalb der jeweiligen Zaunfläche. Daraus kann erhoben werden in welchen Zusammenhang die Pflanzenanzahl der Tanne und die Konkurrenzvegetation stehen. Das wurde durch die Abbildung 91 grafisch veranschaulicht. Blickt man in dem Bereich von 5 - 15 Stück Pflanzen, so werden die Pflanzenanzahlen, sowohl bei niedriger Konkurrenzvegetation als auch bei hoher Konkurrenzvegetation erreicht. Auch die Trendlinie zeigt nur eine leichte Abnahme der Pflanzenzahlen bei abnehmenden Konkurrenzverhältnissen.

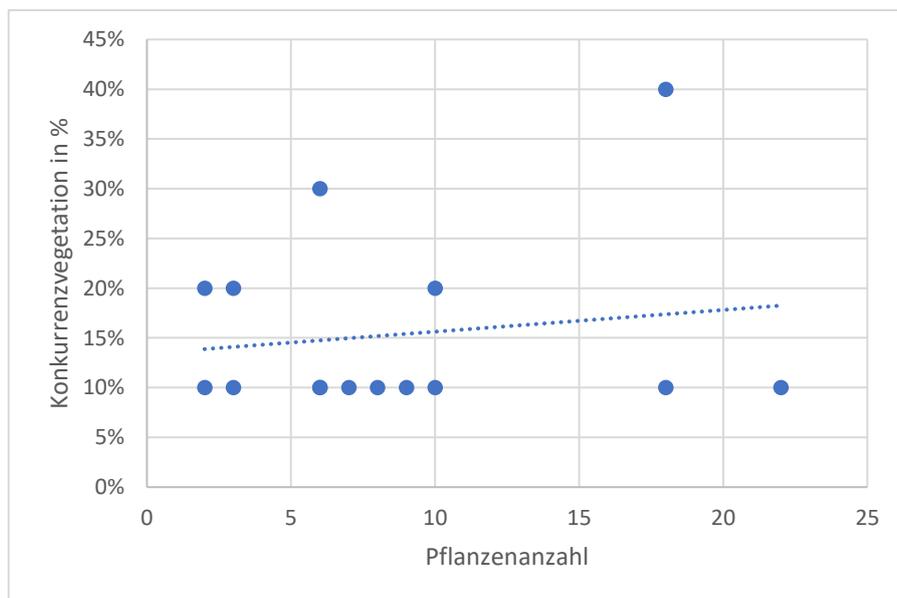


Abbildung 92 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Pflanzenanzahl im FB Auer-Welsbach

Im Forstbetrieb Auer-Welsbach ist hier jedoch ein minimaler Anstieg der Pflanzenanzahl bei höher werdenden Konkurrenzvegetationsprozent. Trotzdem wird ein Großteil der Pflanzenanzahl bei ca. 10 %-20 % Konkurrenzvegetation erreicht, ablesbar in Abbildung 92.

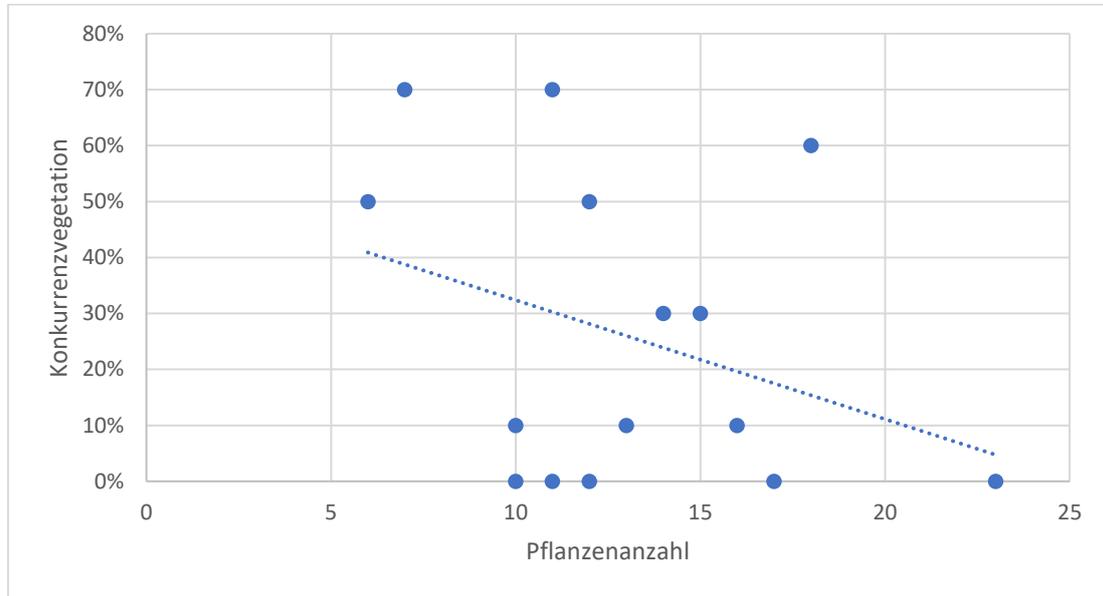


Abbildung 93 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Pflanzenanzahl im FB Kleinszig

Stark abnehmend ist der Graf der Trendlinie in der Abbildung 93. Das sagt aus, dass die Pflanzenzahl mit geringerer Konkurrenzvegetation stark zunimmt. Hohe Konkurrenzvegetation lässt Pflanzzahlen von 6 - 12 Stück zu, wobei bei 60 % Konkurrenzvegetation auch fast 20 Stück aufgetreten sind.

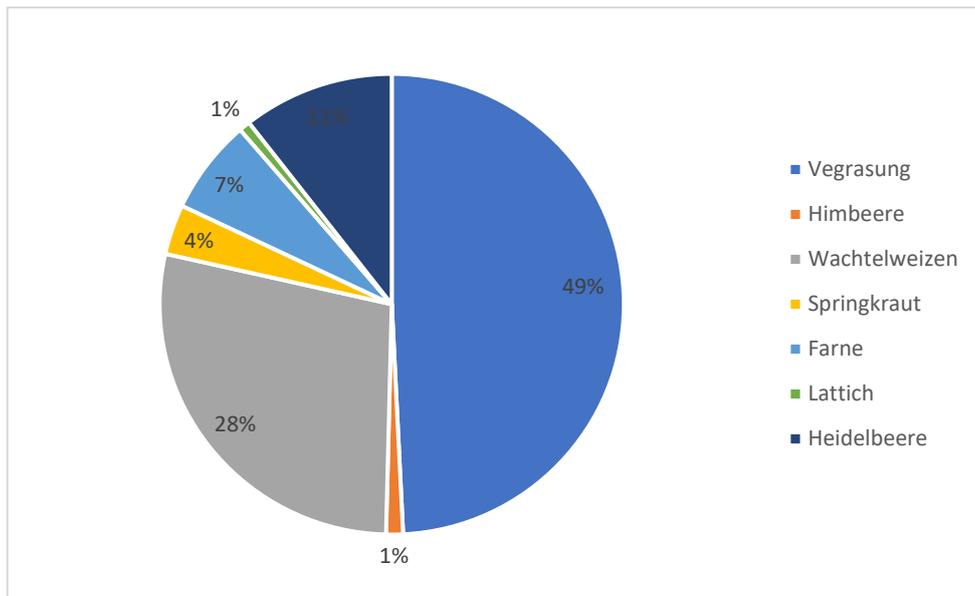


Abbildung 94 Konkurrenzvegetation auf allen Flächen

Die Konkurrenzvegetation wurde bei allen Flächen in Zehner-Prozent geschätzt. Des Weiteren wurde auch die jeweilige Art, je nach Vorkommen evaluiert und notiert. Betriebsübergreifend ist festzustellen, dass die sogenannte „Vegrasung“ etwa 50 % der Konkurrenzvegetation ausmacht. Neben der Vegrasung ist ein großer Teil Wachtelweizen festzustellen. Die restlichen 24 % teilen sich auf Himbeere, Springkraut, Farne, Lattiche und die Heidelbeere auf. Ersichtlich in Abbildung 94.

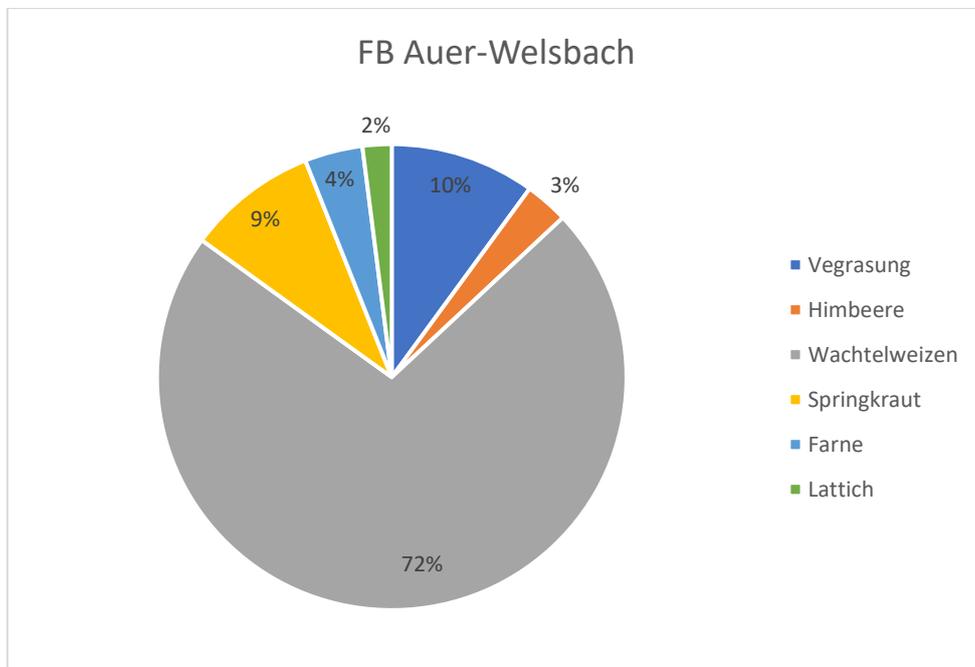


Abbildung 95 Konkurrenzvegetation im FB Auer-Welsbach

Im Forstbetrieb Auer-Welsbach nimmt der Wachtelweizen den mit Abstand größten Anteil an (Abbildung 95). Mit über zwei Drittel folgt auch hier wieder die Vegrasung. Die restliche Konkurrenzvegetation setzt sich aus Springkraut, Himbeere, Farne sowie Lattiche zusammen.

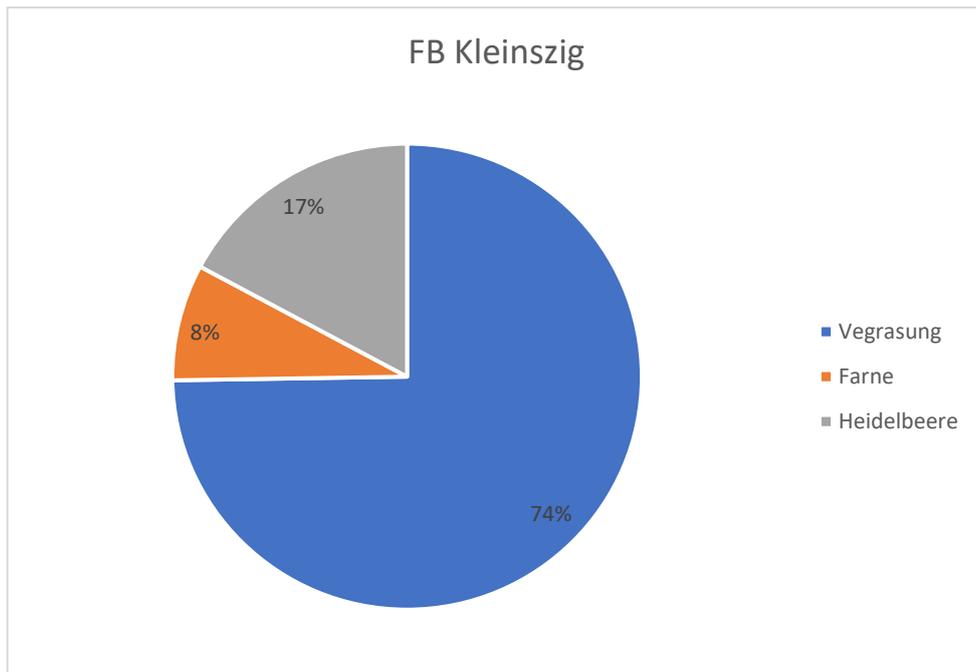


Abbildung 96 Konkurrenzvegetation im FB Kleinszig

Wie in Abbildung 96 gezeigt wird, setzt sich die Konkurrenzvegetation im Forstbetrieb Kleinszig lediglich aus drei Arten zusammen. Wie bereits in Abbildung 95 und 94 nimmt auch hier die Vegrasung wieder einen sehr großen Anteil ein, mit knapp dreiviertel Mehrheit. Gefolgt wird diese von der Heidelbeere und der Farne.

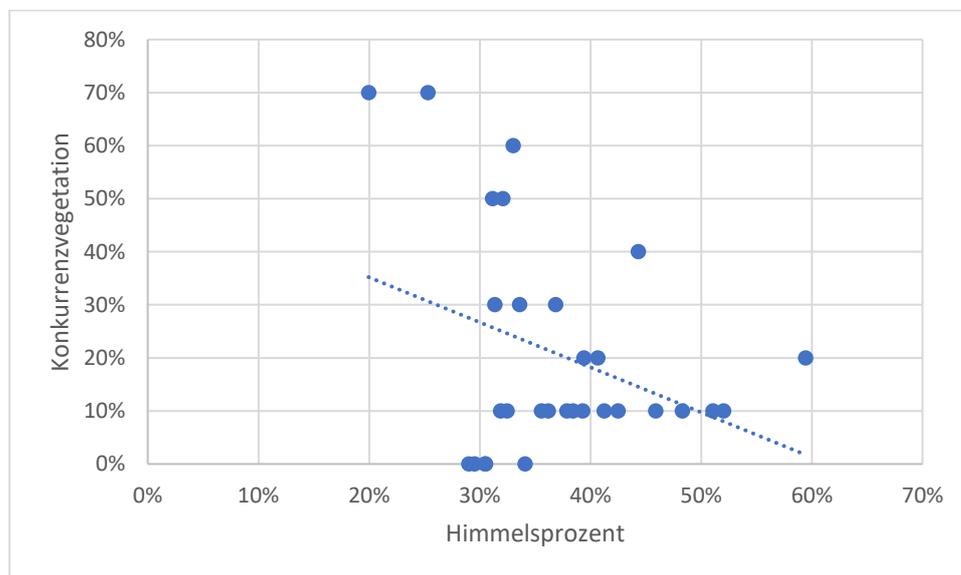


Abbildung 97 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Himmelsprozent auf allen Flächen

Das evaluierte Himmelsprozent wurde in Abbildung 97 mit der Konkurrenzvegetationsprozent verglichen. Dabei stellt jeder Punkt eine jeweilige Fläche dar, wobei insgesamt alle Flächen von beiden Betrieben veranschaulicht werden. Bei in etwa 20 % Himmelsprozent wird die meiste Konkurrenzvegetation gemessen, mit über 70 % Konkurrenzvegetation. Auch bei über 20 %

Himmelsprozent werden hohe Konkurrenzvegetationsprozent erreicht. Wobei das Mittel der Konkurrenzvegetation bei 21 % liegt. Die Fläche mit dem höchsten Himmelsprozent (knapp 60 %) weist eine Konkurrenzvegetation mit ca. 20 % vor. Die Trendlinie zeigt, dass mit mehr Himmelsprozent weniger Konkurrenzvegetation herrscht, wobei hier etwaige andere Einflussfaktoren nicht berücksichtigt worden sind.

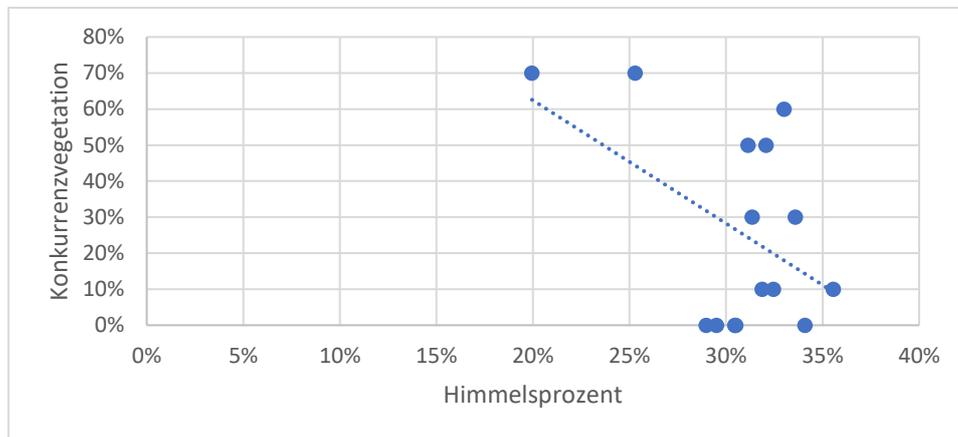


Abbildung 98 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Himmelsprozent im FB Auer-Welsbach

Im Forstbetrieb Auer-Welsbach werden Zaunflächen mit bis zu 70 % Konkurrenzvegetation verzeichnet. Hier pendelt sich die Mehrheit der Flächen zwischen 30 % - 35 % Himmelsprozent ein, wobei die Konkurrenzvegetation im Schnitt 26 % beträgt. Ebenfalls in Abbildung 98 ersichtlich, ist die negative Trendlinie.

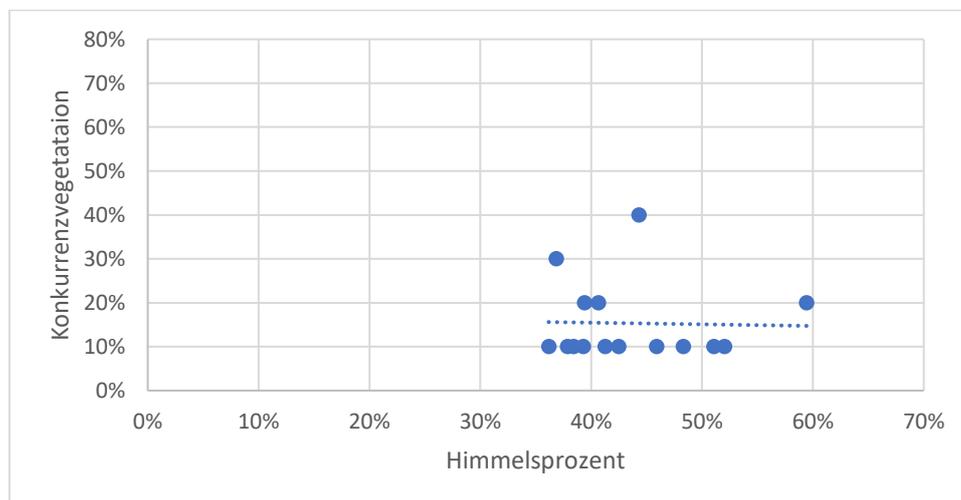


Abbildung 99 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Himmelsprozent im FB Kleinszig

Der Forstbetrieb Kleinszig verzeichnet eine wesentlich geringere Konkurrenzvegetation mit einem Durchschnitt von 15 %. Wohingegen die Flächen einen größeren Himmelsprozent aufweisen. Die Trendlinie verzeichnet nur eine gering abnehmende Tendenz im Gegensatz zum Forstbetrieb Auer-Welsbach.

4.3.8. Relation Fichte-Tanne

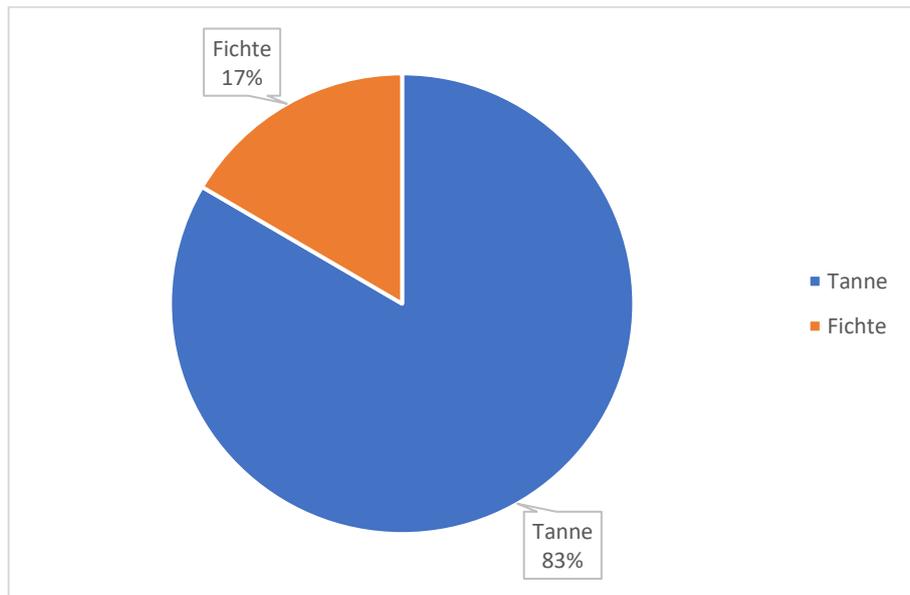


Abbildung 100 Gesamtrelation Tanne-Fichte

Die Fichte ist auf der Mehrheit der Flächen nach der Tanne die am häufigsten vertretene Baumart. Daher wurde die Fichte mitaufgenommen, um dieses Verhältnis zu eruieren. Dabei stellt die Abbildung 100, welche die Flächen beider Betriebe berücksichtigt, die Gesamtrelation diese zwei Baumarten wieder.

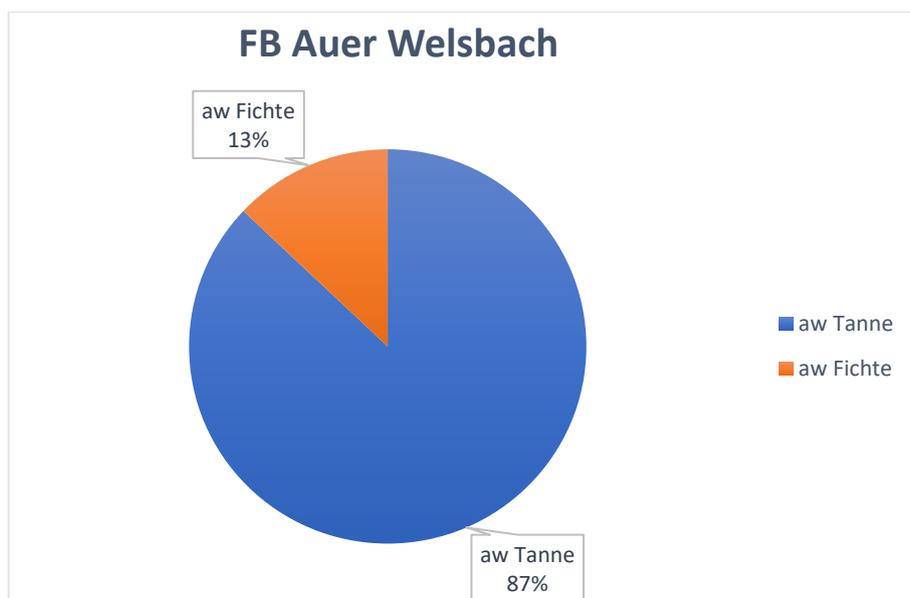


Abbildung 101 Relation Tanne-Fichte FB Auer-Welsbach

Im Forstbetrieb Auer-Welsbach wurde ein Fichtenanteil von ca. 13 % ausgemacht. Ersichtlich in Abbildung 101.



Abbildung 102 Relation Tanne-Fichte FB Kleinszig

Der Fichtenanteil im Forstbetrieb Kleinszig ist mehr als doppelt so groß wie im Forstbetrieb Auer-Welsbach, veranschaulicht in Abbildung 102.

Wie bisher beschrieben, wurde die Fichte innerhalb des Rasters gezählt, sowie auch die Höhe der Individuen aufgenommen. Da sich innerhalb der Zaunflächen jedoch andere Baumarten flächendeckend verjüngt haben, wurde zusätzlich abgeschätzt wie viel von der Gesamtfläche in Zehntel durch andere Baumarten besetzt wurde. In diesem abgeschätzten Zehntel wurden wiederum die Baumartenverteilung, auch in Zehntel evaluiert, um das Verhältnis darzustellen.

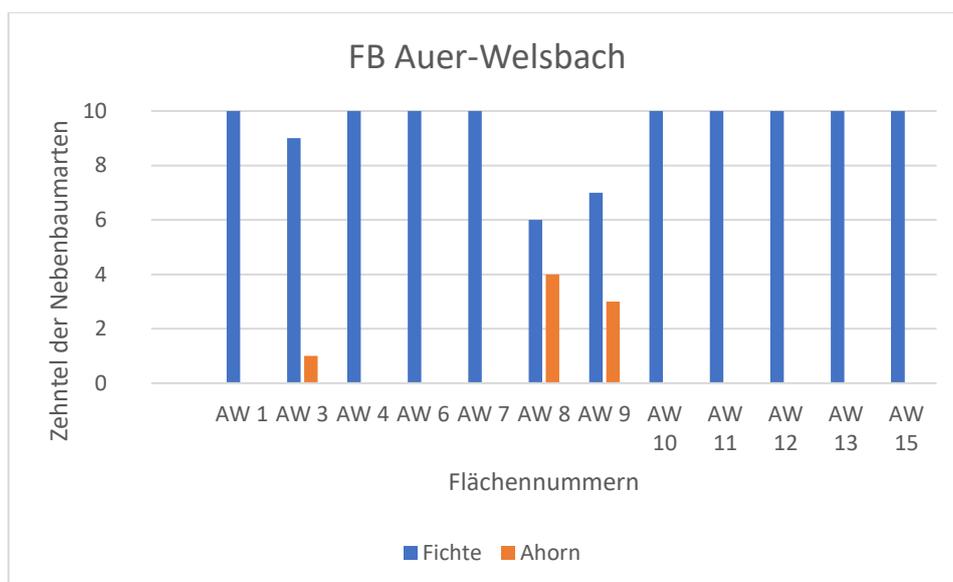


Abbildung 103 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 1/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Auer-Welsbach

In der Abbildung 103 werden all jene Flächen veranschaulicht, wo die Nebenbaumart 1/10 der gesamten Zaunfläche ausmacht. Diese 1/10 sind wie durch die blauen Säulen ersichtlich, vor allem durch die Fichte geprägt. Die Flächen (AW 3, AW 8, AW 9) weisen neben der Fichte auch den Ahorn auf. Jedoch ist der Fichtenanteil in diesen Flächen höher.

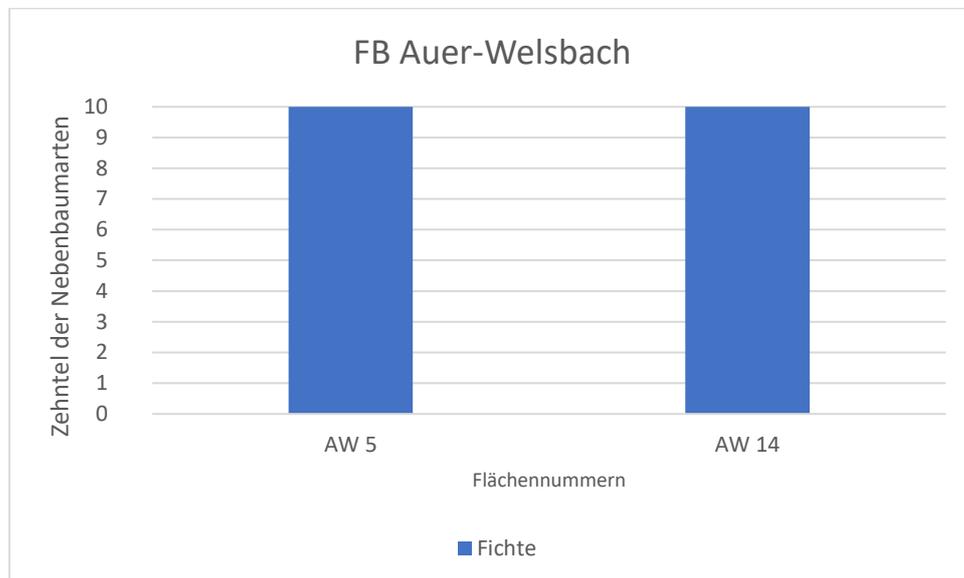


Abbildung 104 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 2/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Auer-Welsbach

In der Abbildung 104 werden all jene Flächen veranschaulicht, wo die Nebenbaumart 2/10 der gesamten Zaunfläche ausmacht. Es gibt insgesamt nur zwei Flächen, welche mit 2/10 mit Nebenbaumarten bedeckt sind. Diese zwei Flächen werden ausschließlich von der Fichte dominiert.

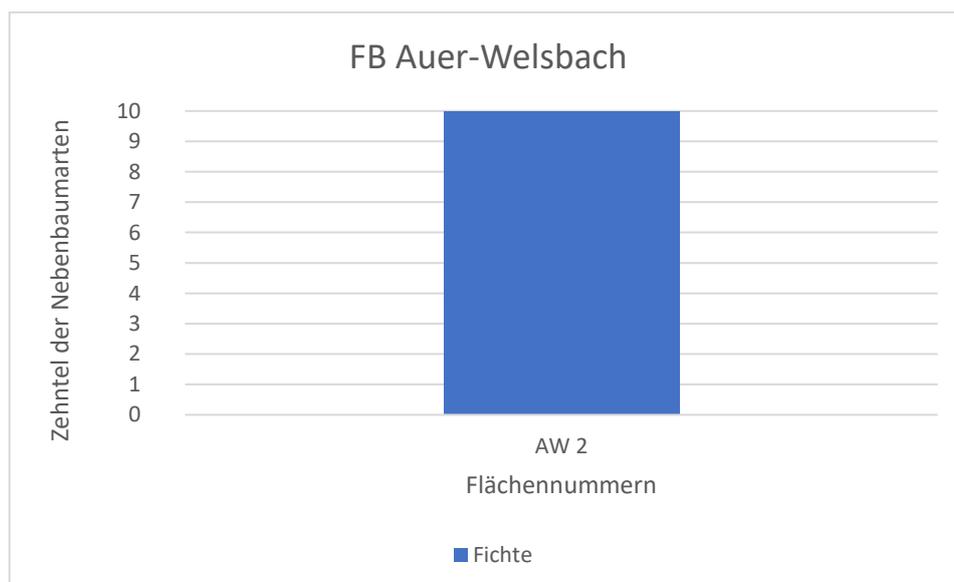


Abbildung 105 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 3/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Auer-Welsbach

In der Abbildung 105 werden all jene Flächen veranschaulicht, wo die Nebenbaumart 3/10 der gesamten Zaunfläche ausmacht. Hierbei handelt es sich nur mehr um die Fläche AW 2, welche ebenfalls durch die Fichte dominiert ist.

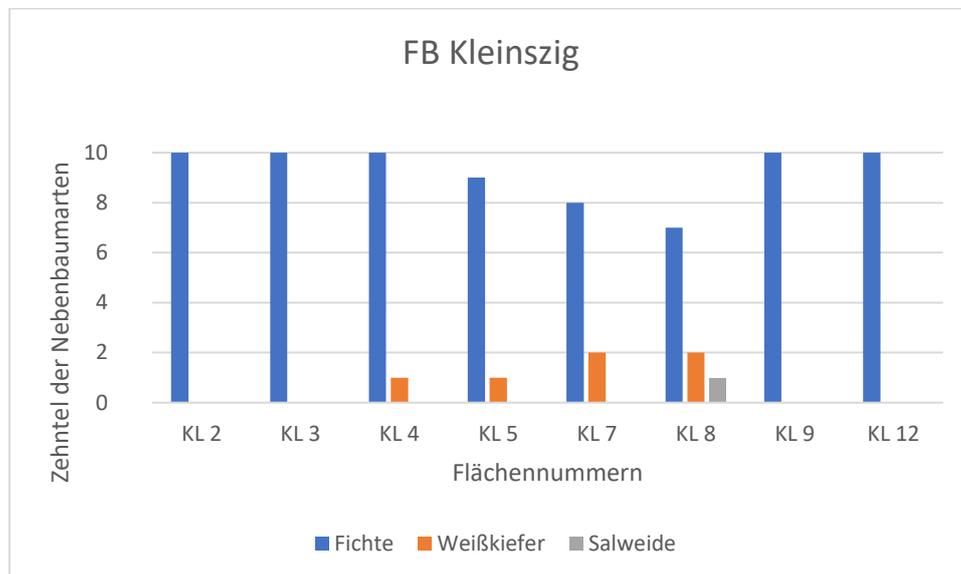


Abbildung 106 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 1/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Kleinszig

Der Forstbetrieb Kleinszig weist weniger Flächen als der Betrieb Auer-Welsbach auf, auf denen die Nebenbaumarten 1/10 der gesamten Zaunfläche ausmachen. Des Weiteren ist neben der Fichte und der Weißkiefer auch die Salweide vertreten, ersichtlich in Fläche KL 8. Auf jenen Flächen ist, wie schon im Betrieb Auer-Welsbach erwähnt, die Fichte stark vertreten. Mit maximal 2/10 ist die Kiefer neben der Fichte auf vier Flächen vorhanden.

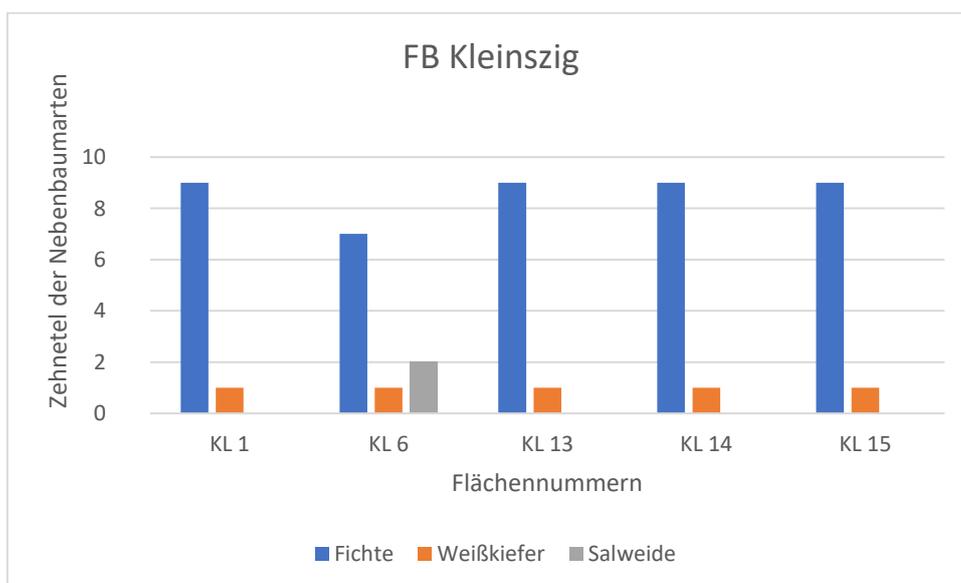


Abbildung 107 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 2/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Kleinszig

Abbildung 107 zeigt alle Flächen, wo der Nebenbaumartenanteil 2/10 der gesamten Zaunfläche ausmacht. Bei allen 5 Flächen sind mindestens zwei Baumarten vertreten, wobei die Fichte mit gut 9/10 überwiegt. Fläche KL 6 weist zusätzlich 2/10 Salweide auf. Wobei diese, schon vor der Tannensaat auf dieser Fläche war. Vergleicht man die 2/10 Stufe mit jener vom Forstbetrieb Auer-Welsbach, so ist klar ersichtlich das im Forstbetrieb Kleinszig weitaus mehr Flächen in diese Stufe fallen.

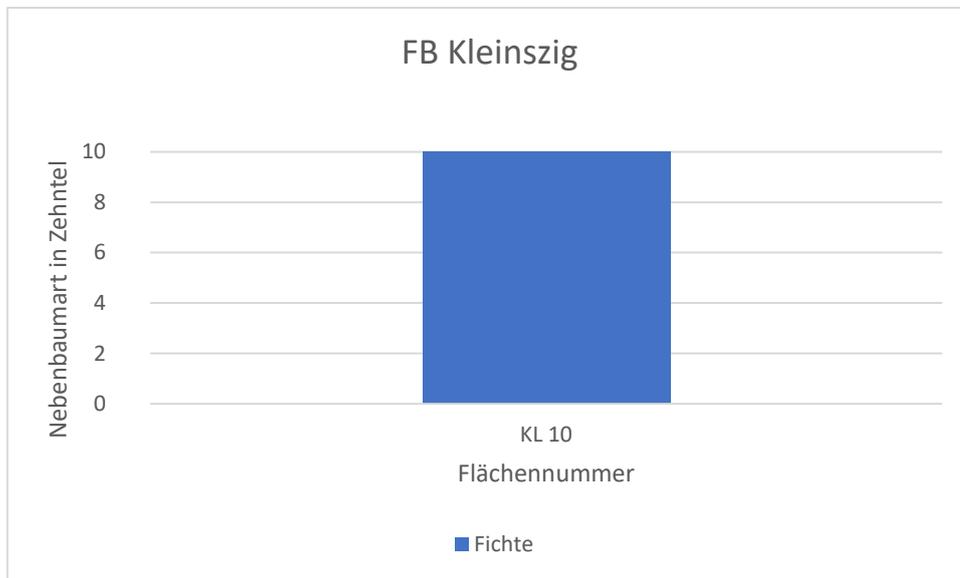


Abbildung 108 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 3/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Kleinszig

In Betracht der Abbildung 108 sieht man, dass mit zunehmenden Flächenanteil der Nebenbaumart, hier mit 3/10 der gesamten Zaunfläche, die Flächenanzahl sinkt. Fläche KL 10 ist wie schon die meisten Flächen davor, von der Fichte geprägt.

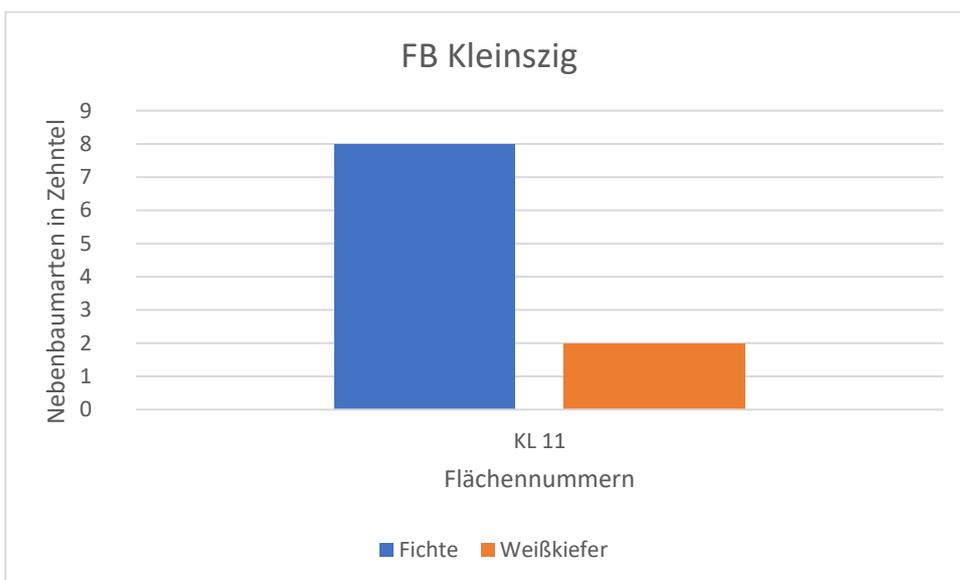


Abbildung 109 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 4/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Kleinszig

Im Gegensatz zum Forstbetrieb Auer-Welsbach, gibt es im Forstbetrieb Kleinszig eine Fläche, wo die Nebenbaumarten 4/10 der gesamten Zaunfläche ausmachen. Dabei teilt sie die Fichte gemeinsam mit der Weißkiefer die Fläche KL 11.

4.4. Kostenkalkulation

Die Kostenkalkulation kann lediglich für den Betrieb Kleinszig durchgeführt werden da vom Betrieb Auer-Welsbach keine Kostenaufzeichnungen vorhanden sind.

4.4.1. Arbeitskosten

Im Betrieb Kleinszig wurde der Großteil der Arbeit zur Erstellung der Zaunflächen in Fremdleistung erbracht. Da in den Aufzeichnungen von Herrn Dipl. Ing. Kleinszig nicht zwischen den Arbeitskosten für die Anlegung von den Tannen- und Eichenzäune unterschieden wird. Wie in Tabelle 13 dargestellt wird, sind für die Erstellung von 436 Flächen Arbeitskosten in der Höhe von 7.260€ angefallen, wobei der größte Teil (3.602 €) auf den Bau der Zäune entfällt. Ebenfalls ein großer Kostenfaktor ist die Arbeitszeit des Baggers, für Maschine und Fahrer kosten 1.712 €.

Tabelle 13 Gesamtarbeitskosten Quelle: (Kleinszig, 2022)

Arbeiten im Herbst 2020				
Firma	Beschreibung	Datum	Betrag netto	
Kärntner Waldpflegeverein	Demo Jungwuchspflege	30.11.2020	731,64 €	
DI Annette Hochsteiner-Lemisch	Bagger inkl. Diesel	27.12.2020	1.072,00 €	
Maschinenring	Baggerfahrer	27.09.2021	640,00 €	
Stunden Kolodnycky lt. Aufstellung	Arbeitsstunden	Herbst 2020	648,00 €	
			3.091,64 €	3.091,64 €
Arbeiten im Frühjahr 2021				
Firma	Beschreibung	Datum	Betrag netto	
Abrechnung Astrein	Arbeitszeit f. Zaunbau	21.04.2021	864,00 €	
Abrechnung Astrein	Arbeitszeit f. Zaunbau	02.05.2021	2.016,00 €	
Abrechnung CariCo	Arbeitszeit f. Zaunbau	11.05.2021	722,00 €	
Stunden Kolodnycky lt. Aufstellung	Arbeitsstunden	Frühjahr 2021	567,00 €	
			4.169,00 €	4.169,00 €
GESAMT			7.260,64 €	

4.4.2. Tanne Materialkosten

Die Tannenflächen wurden in einer Dreiecksform eingezäunt, welche in Tabelle 12 durch „Dreiecke s= 3 m“ beschrieben wird. Dabei belaufen sich die Kosten bei einer Fläche auf 22,41 €. Multipliziert mit den gesamten Flächen (400), ergibt das Kosten in Höhe von 8.964, - €. Es wurden ebenfalls Tannenflächen in quadratischer Form angelegt, bezeichnet als „Quadrat a = 4 m“ welche Kosten von 33,84 € pro Zaunfläche verursachen. Da weitaus weniger quadratische Flächen angelegt wurden, betragen die Gesamtkosten 609,12 €.

Tabelle 14 Materialkosten Tannen Quelle: (Kleinszig, 2022)

Tannensaat				
Einzelflächen Dreiecke s= 3m				
Steher	3	Stk.	4,50 €	13,50 €
Zaun	9	lfm	0,99 €	8,91 €
				22,41 €
				x
				400 Flächen
				8.964,00 €
Einzelflächen Quadrat a= 4m				
Steher	4	Stk.	4,50 €	18,00 €
Zaun	16	lfm	0,99 €	15,84 €
				33,84 €
				x
				18 Flächen
				609,12 €
				Zwischensumme Tannen
				10.213,02 €

4.4.3. Stieleiche Materialkosten

Die Eichensaatflächen wurden wiederum in zwei verschiedene Größen eingeteilt. Dabei wurden 17 Einzelflächen mit den Maßen 4 x 4 m angelegt und eine Fläche mit den Maßen 7 x 6 m. Da insgesamt 18 Eichenflächen angelegt wurden, sind die Gesamtkosten wesentlich geringer als jene bei der Tanne.

Tabelle 15 Materialkosten Stieleiche Quelle: (Kleinszig, 2022)

Eichensaat				
Einzelflächen Quadrat a= 4m				
Steher	4	Stk.	4,50 €	18,00 €
Zaun	16	lfm	0,99 €	15,84 €
				33,84 €
				x
				17 Flächen
				575,28 €
Einzelfläche 7x6m				
Steher	6	Stk.	4,50 €	27,00 €
Zaun	26	lfm	0,99 €	25,74 €
				52,74 €
				x
				1 Flächen
				52,74 €
				Zwischensumme Eichen
				628,02 €

4.4.4. Gesamtkosten

Arbeitskosten sowie Materialkosten belaufen sich laut Aufzeichnungen des Betriebes Kleinszig auf 18.129,72 €. Vor allem die Zaunpfähle, sowie der Zaun verursachen einen erheblichen Anteil der Materialkosten. Zusätzlich wurde der Rohboden mit Hilfe eines Baggers bearbeitet, was bei einer Fläche von 10 ha, mit 418 Saatplätzen, allein für die Tanne, enorme Arbeits- sowie Maschinenkosten verursachten.

Tabelle 16 Gesamtkosten Tannen + Eichen Quelle: (Kleinszig, 2022)

Arbeitskosten	7.288,68 €
Materialkosten	10.841,04 €
Gesamtkosten	<u>18.129,72 €</u>

Wenn man die Gesamtkosten auf eine einzelne Zaunfläche umrechnet, erhält man pro Zaunfläche Kosten von rund 42 €. Wenn man die einzelnen Zaunflächen addiert, kommt man auf ungefähr 1550m² eingezäunte Fläche. Die Gesamtkosten geteilt durch die eingezäunte Fläche ergibt ungefähr Kosten von 12 €/m². Bricht man die Gesamtkosten auf die 10,7 ha herab, auf denen der Voranbau durchgeführt wurde, erhält man ungefähr Kosten von 1.700 €/ha. Auf dieser Fläche sind auf 10 ha die insgesamt 418 Tannenzäune und auf 0,7 ha 18 Eichenzäune angelegt worden. Daraus ergeben sich insgesamt 436 Zäune und 40,75 Zäune pro Hektar. Wenn man die im Betrieb Kleinszig ermittelten durchschnittlichen Kosten auf eine Z-Baumanzahl, welche für die Eiche geeignet wäre, aufrechnet erhält man Gesamtkosten von ca. 2.500 €/ha. Für die Tanne wären weitaus höhere Anzahlen von Zäunen notwendig.

Tabelle 17 Anzahl der Zäune

Tannenzäune	418
Eichenzäune	18
Gesamt	436
Zäune / ha	40,75

Tabelle 18 Gesamtkosten pro Einheit

Kosten/Zaun	41,52 €
Kosten/m ²	11,71 €
Kosten/ha	1.691,75 €

Für unterschiedliche Anzahlen von Zäunen pro Hektar würden sich folgende Kosten mit den durchschnittlichen Zaunkosten im Betrieb Kleinszig ergeben:

Tabelle 19 Kosten für unterschiedliche Anzahlen von Zäunen pro Hektar

Anzahl der Zäune	30	40	50	60
Kosten	1 250 €	1 660 €	2 075 €	2 490 €

5. Interpretation und Diskussion

5.1. Eiche

Nach Auswertung der Daten kann festgestellt werden, dass die Aussaat von 25 Eicheln pro Fläche zu wenig ist. Selbst wenn, wie von Burkart (2018) beschrieben, von einer Keimfähigkeit von 75 % ausgegangen wird, würden nur 17 - 18 Eicheln keimen. Die Keimfähigkeit hat sich in diesem Versuch jedoch, mit einer durchschnittlichen Ankeimungsrate von ca. 40 %, als erheblich niedriger herausgestellt. Verfälscht wurden diese Zahlen lediglich durch natürlich aufkommende Pflanzen. Diese umfassen im Betrieb Auer-Welsbach ca. 1.200 Stück und im Betrieb Kleinszig 2.100 Stück pro Hektar. Jedoch gelang es durch diese zusätzliche Verjüngung nicht, die Ausfälle zu kompensieren. Gründe für die niedrige Ankeimungsrate ließen sich weder am geringen Lichtgenuss der Pflanzen noch an der Konkurrenzvegetation immer klar festmachen. Ähnlich wie von Reif & Gärtner (2007) beschrieben, sind die besten Erfolge auf den Flächen mit 50 % Freilandstrahlung zu finden. Die Überschirmung wurde jedoch nicht durch die Einstrahlung, sondern über das ersichtliche Himmelsprozent ermittelt. Die Tendenz könnte mit der steigenden Konkurrenzvegetation bei steigendem Himmelsprozent in Zusammenhang gebracht werden. Diese Annahme wird von den Auswertungen aus dem Betrieb Auer-Welsbach gestützt. Dort wurden die besten Erfolge bei einer kaum oder schwach vorhandenen Konkurrenzvegetation erzielt. Dies wird auch durch die Erkenntnisse von Reif & Gärtner (2007) unterstützt, sie identifizieren die Konkurrenzvegetation als direkten hindernden Faktor für die Verjüngung von Eichen. Eine Verhinderung der Keimung wird auf Freiflächen erkannt, da auf dieser die Konkurrenzvegetation in einer starken Intensität vorkommt und keine Eichen vorgefunden werden konnten. Es sticht heraus, dass der Großteil der Zaunflächen einen erhöhten Bewuchs durch Konkurrenzvegetation aufweist, wobei die Himbeere auf den meisten dieser stark betroffenen Flächen vorkommt. Diese Korrelation ist vorwiegend im Betrieb Auer-Welsbach erkennbar, wobei es auch hier zu Ausreißern kommt. Die Situation muss demnach ganzheitlich betrachtet werden, da ein minderer Ankeimungserfolg auch aufgrund anderer Faktoren zustande kommen kann, wie etwa durch den Fraß von Mäusen. Die Einflussfaktoren differieren in ihrer Relevanz zwischen den Standorten. Bei der Untersuchung von Zaunflächen, in denen die Saatpunkte mit Stäben markiert sind, wurden einerseits Flächen festgestellt, die keine tote Samen aufwiesen. Dies deutet auf den Fraß von Mäusen oder Vögeln hin. Andererseits wurde eine geringe Anzahl von toten Samen gefunden, die bereits zu keimen begonnen haben, dann jedoch aus nicht identifizierbaren Gründen abgestorben sind. Dies ist daran erkenntlich, dass die Eicheln signifikant größer als normale Eicheln sind (siehe Abbildung 110).



Abbildung 110 Abgestorbene Eichel

Die Anzahl der Eichen zwischen der Erst- und Zweiterhebung nimmt um 38 Stück ab. Diese Differenz kann durch den Ausfall von Eichen begründet werden. Ursachen für den Ausfall können Spätfrost oder Druck durch Konkurrenzvegetation sein. Weiters differieren die Vegetationszeiten zwischen den Erhebung, während die Erstaufnahme im Herbst durchgeführt wurde, ist die Zweitaufnahme im Sommer bei einer anderen Vegetationssituation durchgeführt worden. In Abbildung 111 ist eine abgestorbene Eiche zu sehen.



Abbildung 111 Ausgefallene Eiche

Die Entwicklung der Eichen kann anhand der Abbildung 54 dargestellt werden. Es wird sichtbar, dass bei den bestehenden Eichen ein gutes Wachstum von mehr als 10 cm vorliegt. Dies wird auch anhand des Beispiels in Abbildung 112 ersichtlich.



Abbildung 112 Wachstum der Eiche

Die Interpretation der Schäden ist jedoch komplexer. Die neuen Schäden wurden anhand eines fehlenden oder abgestorbenen Terminaltriebs festgestellt. Diese entstanden vermutlich durch den Frost. Alte Schäden wurden durch eine neue Ausbildung eines Terminaltriebes und den trockenen primären Terminaltrieb identifiziert (siehe Abbildung 113). Die Gründe für einen alten Schaden können verschieden sein. Einerseits besteht die Möglichkeit, dass die Pflanze natürlich aufgekommen ist, bevor der Zaun aufgebaut wurde und der Schaden durch Verbiss entstanden ist. Andererseits kann es sich auch um einen Schaden handeln, der zum Beispiel durch Frost ausgelöst wurde. Ebenfalls wurde im Betrieb Kleinszig ein Fraß der Blätter an manchen Eichen erkannt. Dies führt zu einer geringeren Produktion von Assimilaten und Zuwachseinbußen im nächsten Frühjahr.



Abbildung 113 Pflanze mit altem Schaden

Im Forstbetrieb Auer-Welsbach ist der Erfolg sehr durchwachsen. Vorhanden sind einige Zäune mit einem Totalausfall, aber auch Zaunflächen, die eine höhere Eichenanzahl aufweisen. Diese befinden sich im nordwestlichen Teil des Bestandes. Der Ausfall ist hauptsächlich auf die Räumung des Bestandes, über den Zaunflächen zurückzuführen. Dies war notwendig, da es sich um vom Borkenkäfer befallene Bäume handelte. Durch die Nutzung und Rückung wurden die Zäune und Sämlinge beschädigt. Die Fläche wird vorwiegend von der Himbeere überwachsen (siehe Abbildung 114). Die erfolgreichen Zaunflächen im Betrieb Auer-Welsbach liegen im Nordosten der Fläche. Wie in Abbildung 115 erkannt werden kann, haben die meisten Eichen auf diesen Flächen gekeimt. Die Flächen mit hoher Pflanzenanzahl weisen teilweise Ankeimungsraten von über 100 % auf, da es hier auch zu einer

natürlichen Verjüngung gekommen ist. Insgesamt ist die Naturverjüngung der Eiche außerhalb der Zäune sehr gering. Durch die Erhebung in den Probekreisen wurde festgestellt, dass ca. 1.170 Stück pro Hektar vorhanden sind. Der Erfolg wird auch deutlich, wenn man die Anzahl der Pflanzen außerhalb der Zäune mit der Pflanzenanzahl innerhalb der Zäune vergleicht. Innerhalb der Zäune wurden im Schnitt 9.000 Pflanzen pro Hektar errechnet.



Abbildung 114 Von Konkurrenzvegetation überwachsene Fläche im Betrieb Auer-Welsbach



Abbildung 115 Abstand der Eichen

Im Forstbetrieb Kleinszig ist die Anzahl der Pflanzen sehr überschaubar. Es sticht weder eine Zaunfläche positiv noch negativ heraus. In keinem Zaun ist der Ankeimungserfolg höher als 40 %. Umso interessanter ist der Vergleich mit der Eichen - Naturverjüngung. In den Zäunen wurden 4.170 Pflanzen berechnet, außerhalb 2.100 Stück. Erkannt wird, dass die Differenz weitaus geringer ist, als im Betrieb Auer-Welsbach. Die höhere Anzahl der natürlich verjüngten Eichen kann auf einen vorhandenen Mutterbaum zurückzuführen sein, der sich am Bestandesrand der Fläche befindet. Diese Erhebung wird auch von der Untersuchung von Kovács, et al. (2021) untermauert, in welcher im gesamten Betrieb durchschnittlich 953 Stieleichen pro Hektar bis 5 m Höhe erfasst wurden (siehe Abbildung 116). In der

Höhenstufe von 10 -30 cm wurden lediglich 165 Stück festgestellt. Eine Anpassung der Bejagungsstrategie nach dem Bericht kann auch mit ein Grund für diese höhere Naturverjüngung im Vergleich zum Betrieb Auer-Welsbach sein.

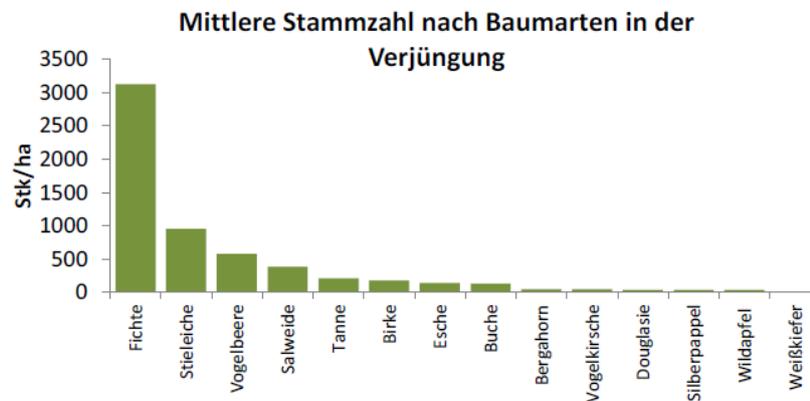


Abbildung 116 Mittlere Stammzahl pro ha nach Baumarten in der Verjüngung im FB Kleinszig (Jungwuchs und Dichtung bis 5 m) Quelle: (Kovács, et al., 2021)



Abbildung 117 Beschädigte Blätter an der Eiche

Im Betrieb Auer-Welsbach ist zwar der Himmelsprozent mit 25 – 40 % relativ gering, jedoch kommt es aufgrund der Lage am Bestandesrand zu einer seitlichen Einstrahlung, welche die Ankeimung positiv beeinflusst hat. Belegt wird dies durch ähnliche Lichtverhältnisse im Betrieb Kleinszig, jedoch fehlt hier eine seitliche Einstrahlung. Aufgrund der homogenen Lichtverhältnisse und niedrigen Ankeimungserfolge ist im Betrieb Kleinszig kein Zusammenhang zwischen den beiden Größen erkennbar. Weiters ist auf den meisten Flächen im Betrieb Kleinszig eine hohe Konkurrenzintensität feststellbar, welche auf den erfolgreichen Flächen des Betriebes Auer-Welsbach kaum bis schwach vorhanden ist. Insgesamt differiert die Anzahl der jeweiligen Konkurrenzvegetationsstufen in den beiden Betrieben. Im Betrieb Kleinszig, in welchem die Anwuchserfolge auch sehr gering sind, werden die Flächen stark oder erhöht durch Konkurrenzvegetation bewachsen, obwohl die Himmelsprozente eher gering sind. Es kann somit erkannt werden, dass auch andere standörtliche Verhältnisse Einfluss auf den Bewuchs von Konkurrenzvegetation haben. Im Gegensatz dazu gibt es im Betrieb Auer-

Welsbach auch einen nicht unwesentlichen Anteil an kaum oder schwach bewachsenen Flächen. Diese Flächen verzeichnen auch tendenziell einen höheren Anwuchserfolg. Da der Einfluss des Himmelsprozentes einen signifikanten Einfluss auf die Konkurrenzvegetationsintensität hat, ist es sinnvoll diese Einflussgrößen gemeinsam auf den Zaunflächen zu berücksichtigen. Erkannt wird, dass durch den höheren Himmelsprozent auch die Konkurrenzvegetation stärker vorhanden ist. Dementsprechend ist der Anwuchs der Eichen trotz besserer Lichtverhältnisse durch die Konkurrenzvegetation stark erschwert. Dies erklärt, warum die Lichtbaumarten auf den besser mit Licht versorgten Zaunflächen schlechtere Anwuchserfolge verzeichnen. Es lässt sich auch bei den Pflanzengesellschaften eine starke Differenz zwischen den beiden Betrieben feststellen. Im Betrieb Auer-Welsbach haben Himbeere, Farne (Wurm- und Frauenfarn) und Gras einen signifikanten Einfluss auf die Eichen. Die Konkurrenzvegetationsarten im Betrieb Kleinszig kommen in einer höheren Anzahl vor. Neben Himbeere, Adlerfarn und Springkraut kommt auch den verholzten Pflanzen Faulbaum und Hollunder Relevanz zu. Auch zwischen der Konkurrenzvegetation und der Anzahl der Pflanzen ist der Zusammenhang im Betrieb Kleinszig gering, die Verhältnisse stellen sich homogen dar. Neben der Eiche haben sich jedoch auch andere Baumarten verjüngt. Die relevanteste Nebenbaumart ist die Fichte, die aufgrund der hohen Anzahl in beiden Betrieben eine Bedrohung für die Eichen darstellt. Im Betrieb Auer-Welsbach ist das vor allem in den Zaunflächen 1, 2, 4, 21, 23 und 24 der Fall. Die Fichte kommt im Betrieb Kleinszig vor allem auf den Zaunflächen 3 bis 6 vor. Die anderen Baumarten wurden nur vereinzelt erfasst, bilden somit auf keiner Zaunfläche eine absehbare Gefährdung für die Eiche. Problematisch ist die Situation lediglich in jenen Zäunen, welche eine geringe Eichenanzahl aufweisen.

5.2. Tanne

Die Saatflächen innerhalb der Zaunflächen wurden bei beiden Betrieben unterschiedlich angelegt. So war es schwierig eine Methodik zu entwickeln, welche eine klare und exakte Ermittlung der benötigten Parameter zulässt, um eine gute Basis für den überbetrieblichen Vergleich zu schaffen.

Weiters sind die Keimungs- und Anwuchsraten mit Vorsicht zu betrachten. Die Anzahl der lebenden Keimlinge pro Kilogramm ist von der Saatgutherkunft abhängig. So kann dies zwischen 6.000 – 12.000 Stück pro Kilogramm variieren, wie aus der Literatur (Sommer, 2017) entnommen wurde. Die Bemessungsgrundlage für die Aussaat wurde also nicht dementsprechend an die spezifische Herkunft angepasst. Die Grundlage dafür bildet die in Abbildung 45 ersichtliche Berechnung. Wobei dies eine Berechnung der Bayrischen Staatsforste ist, welche anderes Saatgutmaterial verwendeten (Flume & Tennhoff, 2017). Die Berechnungen des Keimungsprozentes wie in Tabelle 11 dargestellt, wurde ebenfalls auf Basis jenes Beispiels durchgeführt. Um hier genauere Aussagen treffen zu können, müssten weitere Untersuchungen des Saatgutes erfolgen. Primär würde die Anzahl der lebenden Samen pro Kilogramm Saatgut benötigt werden.

Betrachtet man den Himmelsprozent und die Keimungsrate könnte eigentlich assoziiert werden, dass mehr Licht auch eine größere Keimungsrate hervorruft. Wie in Tabelle 11 auf Seite 76 ersichtlich wird, ist trotz geringerem Himmelsprozent im Forstbetrieb Auer-Welsbach eine höhere Keimungsrate vorhanden. Das Himmelsprozent im Betrieb Kleinszig beträgt knapp 44 %, also um ungefähr 12 % mehr als im Betrieb Auer-Welsbach, dennoch ist die Keimungsrate um ca. 5 % niedriger. Dasselbe ist auch in Bezug auf die Konkurrenzvegetation zu sehen. Bei weniger Lichteinfall herrscht eine hohe Konkurrenzvegetationsstufe. Die im Kapitel 4.3.7 (Konkurrenzvegetation) behandelte Thematik weist auf, dass vor allem die „Vergrasung“ innerhalb der Zaunflächen häufig vorkommt. Davon ist vor allem der Forstbetrieb Kleinszig betroffen. Abhängig von der Pflanzgutgröße kann die Vergrasung zu hohen Ausfallraten führen. In der Aufnahmeperiode wurde in jenen Flächen jedoch kein hoher Ausfall erkenntlich. Die Vergrasung spielt auf den Flächen des Forstbetriebes Auer-Welsbach eine geringere Rolle. Der Wachtelweizen dominiert mit 72 % die Konkurrenzvegetation. Interessant ist auch der Vergleich der Fichte im Zusammenhang mit dem Himmelsprozent. Hier scheint mehr Licht auch eine höhere Anzahl von Fichten zu bewirken (siehe Forstbetrieb Kleinszig). Ob man diesbezüglich argumentieren kann, dass die Fichte eine Halbschattenbaumart ist, ist fraglich.

Bei den Untersuchungen der Nebenbaumarten wurde dies bei der Tanne mittels zwei Verfahren ermittelt.

Methode 1: Innerhalb der 100 cm² Rasterfläche wurde neben der Tanne auch die Fichte aufgenommen. Dadurch konnte ein gutes Verhältnis zwischen Fichte und Tanne hergestellt werden. Das

überbetriebliche Ergebnis zeigt, dass die Fichte mit 17 % im Verhältnis zur Tanne mit 83 % steht. Betrachtet man den Forstbetrieb Auer-Welsbach, so zeigt sich, dass die Fichte mit ca. 13 % vertreten ist. Im Vergleich zum Forstbetrieb Kleinszig ist dies ein sehr geringer Anteil, da dort der Fichtenanteil mit 33 % mehr als doppelt so hoch ist.

Methode 2: Weitere Nebenbaumarten wurden in Zehntel bezogen auf die Gesamtfläche abgeschätzt. Falls mehr als eine Baumart vorhanden war, wurden wiederum die Baumartenverteilung ebenfalls in Zehntel abgeschätzt. Die meisten Flächen dominiert die Fichte. Andere Baumarten wie der Ahorn, die Salweide sowie die Weißkiefer kommen nur in kleineren Anteilen vor, bzw. auch nur auf gewissen Flächen.

Grundsätzlich ist die Methode 1 aussagekräftiger, wobei hier das Hauptaugenmerk auf den Betrieb Kleinszig zu legen ist. Bei einem Fichtenanteil von einem Drittel ist besonders auf die Wuchsdynamik der Baumarten Fichte und Tanne zu achten. Das waldbauliche Ziel des Tannenvoranbaus könnte dadurch gefährdet werden.

In Bezug auf Schäden bzw. Ausfälle ist nur der Betrieb Auer-Welsbach betroffen. Der Anteil der Schäden ist jedoch in einem Ausmaß, welches in keiner Weise bedenklich ist.



Abbildung 118 Schaden an der Tanne

Des Weiteren sind die Tannen im Forstbetrieb Kleinszig höher als jene im Forstbetrieb Auer-Welsbach. Auch der Zuwachs über die Aufnahmeperiode ist größer. Der Faktor Himmelsprozent könnte sich hier auswirken. Die Saat wurde Ende 2020 eingebracht. Nach der Zweitaufnahme, welche Anfang August 2023 erhoben wurde, ist die mittlere Pflanzenhöhe betriebsübergreifend 10,87 cm. Sommer (2017) stellt verschiedene Saatherkünfte der Tanne gegenüber und thematisiert unter anderem auch die

Pflanzhöhe. Dabei wurde eine mittlere Pflanzhöhe von 4,6 – 7,4 cm festgestellt. Vergleicht man diese Zahlen, so ist deutlich zu erkennen, dass die Pflanzenhöhen aus der Zweitaufnahme wesentlich höher sind als die aus der Literatur entnommenen Höhen. Hier spielen mehrere Faktoren eine wichtige Rolle. Einerseits die Qualität des Saatguts, sowie das dementsprechende Keimprozent, als auch die Nährstoffversorgung, die Bodenvegetation und der Wasserhaushalt (Sommer, 2017).

5.3. Vergleich der Baumart Eiche und Tanne

Generell wurden aufgrund der Saatmethodik verschiedene Pflanzanzahlen in den Zaunflächen vorgefunden. Bei der Tanne wurde im Betrieb Auer-Welsbach in Plätzen und im Betrieb Kleinszig flächig in den Zäunen gesät. Die Eichenverjüngung erfolgte hingegen durch die Einzelsaat der Eicheln. Bei den Tannen wurde trotz einer geringen Keimfähigkeit eine sehr hohe Anzahl der Pflanzen erreicht. Bei der Eiche ist die Anzahl der Pflanzen trotz einer höheren Keimfähigkeit geringer. Diese geringere Pflanzzahl wird aufgrund der Saatmethodik erzielt.

5.3.1. Anwuchserfolg

Im Betrieb Auer-Welsbach wurde durch die im Kapitel 3.3.3.1 beschriebene Berechnung der Pflanzzahl daraus ein Keimprozent errechnet. Dabei liegt der Mittelwert im Betrieb Auer-Welsbach bei 47 %. In der Literatur wird die Ankeimungsrate bzw. die Keimfähigkeit als variable Kenngröße dargestellt, da sie je nach Saatgutherkunft variiert. So liegen die Werte bei slowakischem und rumänischem Saatgut zwischen 60 % - 64 % und bei deutschem Saatgut nur bei 23 % (Sommer, 2017)

Der Ankeimungserfolg der Eiche ist im Betrieb Auer-Welsbach mit ca. 50 % höher als der Erfolg der Tanne. Im Betrieb Kleinszig liegt die Ankeimungsrate mit 23 % deutlich unter dem Wert der Tanne. Von Burkart (2018) wird beschrieben, dass bei guten Bedingungen für die Stieleiche von einer Keimfähigkeit von 70 % – 80 % ausgegangen werden kann.

5.3.2. Konkurrenzvegetation und Überschirmung

Tabelle 20 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation Himmelsprozent auf den Tannenflächen

KV Stufe	Anzahl der Flächen	Durchschnittlicher Himmelsprozent
1	21	39%
2	4	37%
3	5	27%
4	0	0%

Wie bereits in Kapitel 4.3.7 beschrieben, weist die Mehrzahl der Flächen eine geringe Konkurrenzvegetation auf. Betrachtet man Tabelle 20, so fällt auf, dass die mittleren Himmelsprozente mit zunehmender Konkurrenzvegetationsstufe abnehmen. Da die Konkurrenzvegetation normalerweise licht- und wärmeliebend ist, sind vor allem auf Freiflächen mit hoher Sonneneinstrahlung eine hohe Konkurrenzvegetation vorhanden. Dies spiegelt sich jedoch nicht durch die Tabelle 20 wider.

Tabelle 21 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Himmelsprozent auf den Eichenflächen

KV-Stufen	Anzahl	Himmelsprozent
1	5	25,88%
2	9	32,61%
3	11	33,83%
4	16	51,55%

Bei den Eichen wurde, wie in Tabelle 21 gezeigt wird, die Konkurrenzvegetationsintensität erhöht festgestellt. Diese hat somit auch einen höheren Einfluss auf die Verjüngung als bei den Tannenflächen. Der Himmelsprozent auf die Flächen ist auch im Gegensatz zu den Tannenflächen höher. Signifikant ist, dass entgegen den Erkenntnissen von den Tannenflächen, die Intensität der Konkurrenzvegetation mit steigendem Himmelsprozent ebenfalls zunimmt. Dementsprechend lässt sich gut die Korrelation zwischen Himmelsprozent und Konkurrenzintensität erkennen. Die Einstrahlung hat also auch durch die Regulation der Konkurrenzvegetation einen großen Einfluss auf den Erfolg der Flächen.

Tabelle 22 Korrelation zwischen Himmelsprozent und Anzahl der Tanne

Flächennr.	Lichteinfluss	Anzahl der Tanne	Flächennr.	Lichteinfluss	Anzahl der Tanne
KL 1	48%	11	AW 1	20%	6
KL 2	38%	18	AW 2	33%	7
KL 3	44%	12	AW 3	31%	18
KL 4	36%	16	AW 4	32%	18
KL 5	39%	6	AW 5	32%	8
KL 6	52%	14	AW 6	31%	6
KL 7	38%	10	AW 7	32%	9
KL 8	46%	7	AW 8	25%	22
KL 9	51%	15	AW 9	34%	10
KL 10	39%	17	AW 10	30%	3
KL 11	59%	11	AW 11	29%	10
KL 12	41%	23	AW 12	34%	2
KL 13	41%	13	AW 13	36%	2
KL 14	37%	10	AW 14	29%	6
KL 15	42%	12	AW 15	31%	3

Bei der Tanne wurde festgestellt, dass je weniger Himmelsprozent auf den Zaunflächen gegeben ist, umso mehr Pflanzen in den Zäunen vorhanden sind. Dies ist bei den Eichen ebenfalls zu beobachten.

Hinsichtlich Konkurrenzintensität konnte weder bei der Tanne noch bei der Eiche ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden.

5.3.3. Nebenbaumarten

Die Nebenbaumarten wurden sowohl bei der Eiche als auch bei der Tanne mitaufgenommen. Dabei wurde bei den Tannenaufnahmen die Fichte im 100 cm² Raster berücksichtigt. So wurde ein Verhältnis zwischen der Fichte und der Tanne errechnet. Das Verhältnis für beide Forstbetriebe wurde aus dem Mittelwert der aufgenommenen Pflanzenzahlen, welche in den Rasterflächen gezählt wurden, berechnet. Daher wurde wiederum für jeden Betrieb spezifisch ein Mittelwert errechnet. Überbetrieblich setzt sich das Verhältnis aus 17 % Fichte und 83 % Tanne zusammen. Blickt man auf die Betriebe, so ist der Fichtenanteil im Forstbetrieb Kleinszig mit 33 % um mehr als das Doppelte höher als im Forstbetrieb Auer-Welsbach mit 13 %.

Des Weiteren wurden Baumarten außerhalb des Rasters evaluiert. Zuerst wurde abgeschätzt, wieviel Zehntel der gesamten Zaunfläche mit anderen Baumarten (alle außer Tanne) bedeckt war. Falls mehr als eine Baumart vorhanden war, wurde wiederum die Baumartenverteilung in Zehntel abgeschätzt. Hierbei dominiert die Fichte beinahe alle Flächen. Ahorn, Salweide sowie die Weißkiefer wurden meist mit nur 2 - 4 Zehntel in wenigen Flächen festgestellt. Auf den Eichenflächen dominiert ebenfalls die Fichte, mit jeweils 1 - 2 Zehntel wurden der Bergahorn, Eberesche, Esche, Roteiche und die Birke erhoben. Grundsätzlich muss die Entwicklung zwischen der Fichte und der Tanne beobachtet werden. Dabei könnte die Fichte vor allem durch das langsamere Jugendwachstum der Tanne, einen Vorsprung erringen. Geht aus den Zaunflächen dadurch die Fichte als Profiteur hervor, wird das waldbauliche Ziel, nämlich die Einbringung der Tanne durch Voranbau, nicht erreicht. In der Folge ist die Entwicklung des Fichten-Tannen-Verhältnisses zu beobachten und darauf aufbauend sind waldbauliche Behandlungsmaßnahmen festzulegen. Bei der Eiche ist die Situation ähnlich. Die Fichte ist zwar in großer Stückzahl vorhanden, jedoch sind die Pflanzen kleiner als die Eichen. Dadurch stellen sie aktuell keine relevante Konkurrenz für die Eiche dar. Dies kann sich aber, wie bei der Tanne, in Zukunft möglicherweise ändern. Aufgrund dessen, dass die Eichen meist nur in einer geringen Stückzahl angewachsen sind, könnte die Fichte in diesen Zäunen überhandnehmen.

Literaturverzeichnis

- Auer-Welsbach, A. (2013). Betriebsbeschreibung Gut Stoberdorf.
- Bartsch, N., von Lüpke, B., & Röhrig, E. (2020). *Waldbau auf ökologischer Grundlage 8. Auflage*. Stuttgart: Eugen Ulmer Stuttgart.
- BFW. (2014). *Trend der Bestäubungsdichte*. Abgerufen am 03. Januar 2024 von Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald: https://bfw.ac.at/rz/pollen.ganglinien?bart_in=01.0
- BFW. (2014). *Trend der Bestäubungsdichte - Klagenfurter Becken*. Abgerufen am 03. Januar 2024 von BFW: https://bfw.ac.at/rz/pollen.main?bart_in=01.0&jahr_in=2020
- BFW. (2021). Abgerufen am 2024. 03 08 von <https://info.bml.gv.at/dam/jcr:a663d5d8-82fe-4eab-bfdb-fe67624df6e5/Anhang%2018.pdf>
- BFW. (2024). *Amtliches Kontrollsystem für Kategorie "quellengesichert"*. Abgerufen am 06. 02 2024 von https://www.bundesamt-wald.at/dam/jcr:f0df2968-ffe5-45df-a4b0-18d2632313ae/flussdiagramm_quellengesichert.pdf
- BFW. (2024). www.waldinventur.at. Abgerufen am 10. 10 2023 von https://www.waldinventur.at/?x=1486825&y=6059660&z=7.75846&r=0&l=1111#/map/2/tp09_1621_XXX_022_1/%C3%96sterreich/erg9/0
- BFW, LWK Österreich. (2020). *Herkunftsberatung*. Abgerufen am 02. Januar 2024 von <https://bfw.ac.at/hkd/herkauswahl.einstieg>
- Bonfils, P., Horisberger, D., & Ulber, M. (2005). Förderung der Eiche. Strategie zur Erhaltung eines Natur- und Kulturerbes der Schweiz. (proQuercus, & W. u. Bundesamt für Umwelt, Hrsg.) *SCHRIFTENREIHE UMWELT*, 383, 102.
- Bozic, B., Jannach, M., & Kueß, E. (2023). *Stammzahlversuchsflächen für Fichte im Wolschartwald*. Abgerufen am 02. Januar 2024
- Burkart, A. (2018). *Kulturanleitungen für Waldbäume und Wildsträucher*. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.
- Dähler, C., & De Micheli, A. (2024). www.educeth.ch. Abgerufen am 3. 1 2024 von <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/dual/educeth-dam/documents/Unterrichtsmaterialien/geographie/Umweltlehre/baumarten-entdeckendes-lernen/baumarten.pdf>

- EUFORGEN. (2008). *distribution maps of different trees*. Abgerufen am 2. 1 2024 von www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/PDF/Quercus_robur.pdf
- Flume, K., & Tennhoff, N. (2017). Weißtanne - gesät statt gepflanzt. *Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen*, 16. Abgerufen am 20. 02 2024 von https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Faltblaetter/Faltblatt_Manuelle_Plaetzesaat_Weisstanne__Wald_und_Holz_NRW_.pdf
- Kleinszig, G. (2022). Kosten Versuchsfläche.
- Kletzmayer, K. (2022). Saatgut. Powerpoint-Folien zum Unterricht des 4. Jahrgangs.
- Kovács, G., Konic, J., Fichtner, V., Langmaier, M., Schüler, L., Klück, P., . . . Kohlross, H. (2021). *Integriertes Wald- und Wildmanagement in der Eigenjagd Wolschartwald, D.I. Günter Kleinszig, Bezirk Sankt Veit an der Glan, Kärnten*. Wien.
- Kreft, H. (2023). *Georg-August-Universität Göttingen*. Abgerufen am 26. 12 2023 von Im Reich der Bäume Quercus robur: <https://www.uni-goettingen.de/de/quercus+robur+/+stieleiche%2c+q.+petraea++trauben-eiche/16685.html>
- Kugler, M. (2009). *Skriptum Waldökologie und Waldbau für den 4. Jahrgang der Höheren Bundeslehranstalt für Forstwirtschaft Bruck an der Mur*. Bruck an der Mur.
- KWF. (2020). *kwf- Werkblatt Nr. 24: Bestandesbegündung durch Saat*.
- Land Kärnten. (4. 3 2024). *KAGIS Maps*. Von <https://gis.ktn.gv.at/webgisviewer/atlas-mobile/map/Basiskarten/Luftbilder> abgerufen
- Leder, B., & Schölmerich, U. (2022). *Begründung von Waldbeständen*. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe.
- Leitgeb, E., & Starlinger, F. (2021). *Rolle der Eichen im Klimawandel*. BFW.
- Leitner, T. (2023). *Baumarten im Wandel begriffen*. Abgerufen am 10. Dezember 2023 von Wald Geschichten: <https://www.waldgeschichten.com/schoenheit-vielfalt/baumarten/>
- Leuch, B. A. (2017). *Muster und treibende Kräfte der Samenproduktion bei Waldbäumen*. Abgerufen am 03. Januar 2024 von <https://www.waldwissen.net/>: <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/pflanzenoekologie/samenproduktion-bei-baeumen>

- Mayer, H. (1984). *Zobodat*. Abgerufen am 30. Dezember 2023 von https://www.zobodat.at/pdf/Jb-Verein-Schutz-Bergwelt_49_1984_0035-0057.pdf
- Rakel, T. (2022). *AFZ der Wald - digitalmagazin*. Abgerufen am 28. 2 2024 von https://www.digitalmagazin.de/marken/afz-derwald/hauptheft/2022-6/forstbetrieb/017_walderneuerung-angepasste-bodenbearbeitungs-saat-und-pflanzverfahren
- Reif, A., & Gärtner, S. (2007). *Die natürliche Verjüngung der laubabwerfenden Eichenarten Stieleiche (Quercus robur L.) und Traubeneiche (Quercus petraea Liebl.)*. Freising: Waldökologie online.
- RIS. (2024). Forstliches Vermehrungsgutgesetz idF 2021. Österreich. Abgerufen am 04. Januar 2024 von <https://info.bml.gv.at/dam/jcr:2cb2e579-66dd-4031-a75e-ab4ceee89fe4/Forstliches%20Vermehrungsgutgesetz%202002.rtf>
- Rohmeder, E. (1972). *Das Saatgut in der Forstwirtschaft*. Hamburg: Paul Parey.
- Rothkegel, W., Ruppert, O., & Peter, J. (2014). *Merkblatt 26: Voranbau von Mischbaumarten*. Freising: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF).
- Ruppert, O., & Rothkegel, W. (2017). *Merkblatt 37: Freisaaten im Wald*. Freising: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF).
- Schmidt, D. O. (2004). *Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft*. (B. L. Forstwirtschaft, Hrsg.) Abgerufen am 30. Dezember 2023 von https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/w45_beitraege_zur_tanne_gesamt_heft_gesch.pdf
- Sommer, C. (2017). *Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft*. Abgerufen am 23. 02 2024 von Weißtannensaatversuch Frankenwald - LWF aktuell 117: <https://www.lwf.bayern.de/wissenstransfer/forstliche-informationsarbeit/195665/index.php>
- Strohschneider, I. (2005). *Waldwissen.net*. Abgerufen am 10. 02 2024 von Was ist neu an der Vermarktung von forstlichem Vermehrungsgut?: <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/betriebsfuehrung/recht-und-gesetze/vermarktung-von-vermehrungsgut>
- Wohlgemuth, T. (2017). *Muster und treibende Kräfte der Samenproduktion bei Waldbäumen*. Abgerufen am 20. 02 2024 von <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/baeume-und-waldpflanzen/pflanzenoekologie/samenproduktion-bei-baeumen>

Wohlgemuth, T., Nussbaumer, A., Burkart, A., Moritzi, M., Wasem, U., & Moser, B. (2016). Muster und treibende Kräfte der Samenproduktion bei Waldbäumen. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*.

Wurzer, C., Golesch, G., & Nebenführ, W. (2024). *Bundesamt für Wald*. Abgerufen am 10. 02 2024 von Gewinnung/Stammzertifikat: <https://www.bundesamt-wald.at/forstliches-vermehrungsgut/gewinnung-stammzertifikate.html>

Ying, C., Qi, Y., & Cang-Bao, X. (2017). *A convenient method for quantifying collagen fibers in atherosclerotic lesions by ImageJ software*. Abgerufen am 20. 1 2024 von https://www.researchgate.net/figure/Quantification-of-the-green-component-using-ImageJ-software-The-threshold-A-was-set-to_fig2_319999120

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Forstbetrieb Auer Welsbach (Land Kärnten, 2024).....	1
Abbildung 2 Baumartenverteilung im Betrieb Auer-Welsbach (Auer-Welsbach, 2013)	2
Abbildung 3 Wolschartwald (Gelb) Quelle: (Land Kärnten, 2024)	3
Abbildung 4 Mannbarkeit verschiedener Baumarten in Abhängigkeit vom Standraum Quelle: (Kletzmayr, 2022).....	6
Abbildung 5 Eruierung von Samenjahren anhand von Jahrringanalysen Quelle: (Kletzmayr, 2022)	6
Abbildung 6 Blühverlauf/Samenproduktion der Tanne Quelle: (BFW, 2014).....	7
Abbildung 7 Blühverlauf/Samenproduktion der Eiche Quelle: (BFW, 2014).....	8
Abbildung 8 Zeitreihen der Samenproduktion (Wohlgemuth, et al., 2016) gemittelt aus Beobachtung von Anton Burkart (WSL).....	9
Abbildung 9 Zeitreihen der Samenproduktion (Wohlgemuth, et al., 2016) gemittelt aus Beobachtung von Anton Burkart (WSL).....	9
Abbildung 10 Mindestmenge für Saatgutprobe je Baumart Quelle: (Wurzer, Golesch, & Nebenführ, 2024).....	14
Abbildung 11 Zulassungszeichen Quelle: (Strohschneider, 2005).....	14
Abbildung 12 Rechtswege für "ausgewähltes" Vermehrungsgut Quelle: (BFW, Amtliches Kontrollsystem für Kategorie "quellengesichert", 2024).....	15
Abbildung 13: Muster Stammzertifikat Quelle: (Wurzer, Golesch, & Nebenführ, 2024).....	16
Abbildung 14 Saatgutlagersysteme Quelle: (Kletzmayr, 2022).....	18
Abbildung 15 Verfahren der Bodenvorbereitung und Aussaat Quelle: (Ruppert & Rothkegel, 2017)..	22
Abbildung 16 Reihen bzw. Streifensaat mittels Sämaschine Quelle: K. Fottner, Bayrische Staatsforste	24
Abbildung 17 Kleinschlepper mit Anbaugerätkombination Streifenfräse/Sämaschine Quelle: (Rakel, 2022).....	26
Abbildung 18 Kleinraupe mit Fräs-Sämaschine Quelle: (Rakel, 2022)	26
Abbildung 19 Egidäische und hypogäische Keimung Quelle: (Bartsch, von Lüpke, & Röhrig, 2020)	27
Abbildung 20 : Schema eines Voranbaus in der Seitenansicht; in der Kernschirmzone entwickelt sich die Verjüngung unter dem Schutz des Altholzschirms. Quelle: (Rothkegel, Ruppert, & Peter, 2014)	28
Abbildung 21 Verbreitung des Tannensterbens Quelle: (EUFORGEN, 2008)	31
Abbildung 22 Verbreitung der Stieleiche (Quercus robur) Quelle: (EUFORGEN, 2008).....	32
Abbildung 23 Ökogramm der Stieleiche Quelle: (Dähler & De Micheli, 2024)	33
Abbildung 24 Saatflächen im FB Auer Welsbach Quelle: Mag. Thomas Brandner.....	37
Abbildung 25 Saatflächen FB Kleinszig Quelle: Mag. Thomas Brandner	38
Abbildung 26 Grafische Kennzeichnung der Tannenflächen im FB Auer-Welsbach.....	38

Abbildung 27 Grafische Darstellung der Tannenflächen im FB Kleinszig.....	39
Abbildung 28 Saatflächen von oben innerhalb eines Zaunes.....	40
Abbildung 29 Auswahl der Saatfläche für die Aufnahme innerhalb einer Zaunfläche	40
Abbildung 30 Aufnahmeformular unausgefüllt.....	41
Abbildung 31 Aufnahmeformular ausgefüllt.....	42
Abbildung 32 Saatkonzentrationen innerhalb der Zaunfläche im Betrieb Auer-Welsbach.....	42
Abbildung 33 Tannenfläche FB Kleinszig	43
Abbildung 34 Aufnahmeverfahren Kleinszig Tannen.....	44
Abbildung 35 Aufnahmeblatt 1.Aufnahme	45
Abbildung 36 Lage der Eichenflächen im FB Auer-Welsbach.....	46
Abbildung 37 Lage der Eichenflächen im FB Kleinszig.....	46
Abbildung 38 Aufnahmeparameter in QGIS.....	47
Abbildung 39 Qfield Aufnahmeblatt.....	48
Abbildung 40 Bildaufnahmen von einem Zaun	48
Abbildung 41 Lage der Probepunkte und Buchenflächen im FB Auer-Welsbach.....	49
Abbildung 42 Lage der Probepunkte im FB Kleinszig	49
Abbildung 43 Verwendung von IMAGEJ zur Abgrenzung von Farben Quelle: (Ying, Qi, & Cang-Bao, 2017)	50
Abbildung 44 Beispiel eines Himmelbildes	50
Abbildung 45 Rechenbeispiel Saatgutmenge (Flume & Tennhoff, 2017)	54
Abbildung 46 Anzahl der Eichen auf den Flächen im Betrieb Auer-Welsbach.....	56
Abbildung 47 Anzahl der Eichen auf den Flächen im Betrieb Kleinszig.....	56
Abbildung 48 Gesamtanzahl der Pflanzen im FB Auer Welsbach.....	58
Abbildung 49 Gesamtzahl der Pflanzen im FB Kleinszig	58
Abbildung 50 Keimungsprozent der Eichen im Forstbetrieb Auer-Welsbach	59
Abbildung 51 Keimungsprozent im Forstbetrieb Kleinszig	59
Abbildung 52 Anzahl der Pflanzen kategorisiert nach Schäden im Forstbetrieb Auer-Welsbach	60
Abbildung 53 Anzahl der Pflanzen kategorisiert nach Schäden im Forstbetrieb Kleinszig.....	60
Abbildung 54 Höhenverteilung der Stieleichen im Vergleich zwischen 1. und 2. Aufnahme	61
Abbildung 55 Höhenverteilung der unbeschädigten Stieleichen im Vergleich zwischen 1. und 2. Aufnahme	62
Abbildung 56 Höhenverteilung der Neubeschädigten Stieleichen im Vergleich zwischen 1. und 2. Aufnahme	62
Abbildung 57 Höhenverteilung der alt beschädigten Stieleichen im Vergleich zwischen 1. und 2. Aufnahme	63

Abbildung 58 Einfluss des Himmelsprozent auf die Gesamtanzahl der Eichen.....	64
Abbildung 59 Einfluss der Konkurrenzvegetation auf die Gesamtanzahl der Eichen.....	65
Abbildung 60 Einfluss des Himmelsprozent auf die Anzahl der Eichen im Forstbetrieb Auer-Welsbach	65
Abbildung 61 Einfluss der Konkurrenzvegetation auf die Anzahl der Eichen im Forstbetrieb Auer- Welsbach	66
Abbildung 62 Einfluss des Himmelsprozent auf die Anzahl der Eichen im Forstbetrieb Kleinszig	67
Abbildung 63 Einfluss der Konkurrenzvegetation auf die Anzahl der Eichen im Forstbetrieb Kleinszig	67
Abbildung 64 Einfluss des Himmelsprozent auf die Intensität der Konkurrenzvegetation auf allen Eichenzaunflächen.....	68
Abbildung 65 Anzahl der Konkurrenzvegetationsstufen auf allen Eichenflächen.....	69
Abbildung 66 Anzahl der Konkurrenzvegetationsstufen auf den Eichenflächen im Betrieb Auer Welsbach	69
Abbildung 67 Anzahl der Konkurrenzvegetationsstufen im Betrieb Kleinszig.....	70
Abbildung 68 Verteilung der problematischen Konkurrenzvegetationsarten auf allen Flächen.....	70
Abbildung 69 Verteilung der Problematischen Konkurrenzvegetationsarten im Forstbetrieb Auer Welsbach	71
Abbildung 70 Verteilung der Problematischen Konkurrenzvegetationsarten im Forstbetrieb Kleinszig	71
Abbildung 71 Anteil der Nebenbaumarten auf den Flächen im Forstbetrieb Auer-Welsbach	72
Abbildung 72 Anteil Nebenbaumarten auf den Flächen im Forstbetrieb Kleinszig	72
Abbildung 73 Vergleich der Pflanzanzahl in den Zäunen mit denen außerhalb.....	73
Abbildung 74 Auswertung der Buchensaatflächen im Forstbetrieb Auer Welsbach	74
Abbildung 75 Anwuchsprozent der Tannenflächen im FB Auer-Welsbach	76
Abbildung 76 Anwuchsprozent der Tannenflächen im FB Kleinszig	76
Abbildung 77 Anzahl der Tannen in der Saatfläche, FB Auer-Welsbach.....	77
Abbildung 78 Anzahl der Tannen in der Saatfläche, FB Kleinszig	77
Abbildung 79 Anwuchserfolg im Forstbetrieb Auer-Welsbach	78
Abbildung 80 Anwuchserfolg im Forstbetrieb Kleinszig	78
Abbildung 81 Schäden an der Tanne im Forstbetrieb Auer Welsbach	79
Abbildung 82 Schäden der Tanne im Forstbetrieb Kleinszig	79
Abbildung 83 Entwicklung der Höhenklassen im Forstbetrieb Auer-Welsbach.....	80
Abbildung 84 Entwicklung der Höhenklassen im Forstbetrieb Kleinszig.....	80
Abbildung 85 Durchschnittliche Höhen über beide Betriebe.....	81
Abbildung 86 Durchschnittliche Höhe der Tannen 2022-2023 für den jeweiligen Forstbetrieb.....	82

Abbildung 87 Höhenzuwachs der Tannen geteilt für FB Auer-Welsbach und Kleinszig	82
Abbildung 88 Zusammenhang zwischen Überschildung und Pflanzzahl über beide Betriebe	83
Abbildung 89 Korrelation zwischen Himmelsprozent und Pflanzzahl im FB Kleinszig.....	83
Abbildung 90 Korrelation zwischen Himmelsprozent und Pflanzzahl im FB Auer-Welsbach	84
Abbildung 91 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Pflanzenanzahl auf allen Flächen	85
Abbildung 92 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Pflanzenanzahl im FB Auer-Welsbach	85
Abbildung 93 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Pflanzenanzahl im FB Kleinszig.....	86
Abbildung 94 Konkurrenzvegetation auf allen Flächen.....	87
Abbildung 95 Konkurrenzvegetation im FB Auer-Welsbach.....	87
Abbildung 96 Konkurrenzvegetation im FB Kleinszig	88
Abbildung 97 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Himmelsprozent auf allen Flächen....	88
Abbildung 98 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Himmelsprozent im FB Auer-Welsbach	89
Abbildung 99 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Himmelsprozent im FB Kleinszig	89
Abbildung 100 Gesamrelation Tanne-Fichte	90
Abbildung 101 Relation Tanne-Fichte FB Auer-Welsbach	90
Abbildung 102 Relation Tanne-Fichte FB Kleinszig	91
Abbildung 103 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 1/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Auer-Welsbach	91
Abbildung 104 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 2/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Auer-Welsbach	92
Abbildung 105 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 3/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Auer-Welsbach	92
Abbildung 106 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 1/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Kleinszig	93
Abbildung 107 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 2/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Kleinszig	93
Abbildung 108 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 3/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Kleinszig	94
Abbildung 109 Analyse der Baumartenverteilung innerhalb der Zaunfläche. Ausmaß Nebenbaumarten 4/10 der gesamten Zaunfläche im Betrieb Kleinszig	94
Abbildung 110 Abgestorbene Eichel	100
Abbildung 111 Ausgefallene Eiche	100
Abbildung 112 Wachstum der Eiche	101
Abbildung 113 Pflanze mit altem Schaden.....	101

Abbildung 114 Von Konkurrenzvegetation überwachsene Fläche im Betrieb Auer-Welsbach.....	102
Abbildung 115 Abstand der Eichen	102
Abbildung 116 Mittlere Stammzahl pro ha nach Baumarten in der Verjüngung im FB Kleinszig (Jungwuchs und Dichtung bis 5 m) Quelle: (Kovács, et al., 2021).....	103
Abbildung 117 Beschädigte Blätter an der Eiche.....	103
Abbildung 118 Schaden an der Tanne	106

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Klassifizierung der Samenmengen bei Waldbäumen, Quelle: (Rohmeder, 1972)	8
Tabelle 2 Höhenstufeneinteilung der Eiche.....	45
Tabelle 3 Einteilung der Konkurrenzvegetationsstufen	47
Tabelle 4 Auswertung Pflanzzahl	53
Tabelle 5 Auswertung der Pflanzen pro Zaunfläche	53
Tabelle 6 Rechengang Anwuchsprozent	54
Tabelle 7 Auswertung Anwuchserfolg	54
Tabelle 8 Ergebnisse der Aufnahmen tabellarisch dargestellt	55
Tabelle 9 Anzahl der erfolgreichen Eichenflächen.....	57
Tabelle 10 Prozentuale Verteilung der Konkurrenzvegetationsstufen	68
Tabelle 11 Gesamtergebnisse Tanne	75
Tabelle 12 Einteilung Konkurrenzstufen	75
Tabelle 13 Gesamtarbeitskosten Quelle: (Kleinszig, 2022).....	96
Tabelle 14 Materialkosten Tannen Quelle: (Kleinszig, 2022).....	97
Tabelle 15 Materialkosten Stieleiche Quelle: (Kleinszig, 2022)	97
Tabelle 16 Gesamtkosten Tannen + Eichen Quelle: (Kleinszig, 2022).....	98
Tabelle 17 Anzahl der Zäune.....	98
Tabelle 18 Gesamtkosten pro Einheit	98
Tabelle 19 Kosten für unterschiedliche Anzahlen von Zäunen pro Hektar.....	98
Tabelle 20 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation Himmelsprozent auf den Tannenflächen	108
Tabelle 21 Korrelation zwischen Konkurrenzvegetation und Himmelsprozent auf den Eichenflächen	108
Tabelle 22 Korrelation zwischen Himmelsprozent und Anzahl der Tanne.....	108

Stundenaufzeichnung			
Mitterer		Strasser	
Datum	Stunden	Datum	Stunden
15.10.2022	5	15.10.2022	5
02.11.2023	4,5	02.12.2024	0,5
03.11.2022	9	03.11.2022	9
08.12.2022	7	08.12.2022	7
16.02.2023	2	14.02.2023	0,5
21.03.2023	1	21.03.2023	1
13.06.2023	4	10.06.2023	5
05.07.2023	1,5	05.07.2023	1,5
07.08.2023	6	29.07.2023	1,5
08.08.2023	9	08.08.2023	9
09.08.2023	10	09.08.2023	10
10.08.2023	6,5	10.08.2023	6,5
12.08.2023	3	16.08.2024	3
14.10.2023	6	24.10.2023	5
06.12.2023	1	06.12.2023	1
08.12.2023	3,5	05.12.2024	2
01.01.2024	5	01.01.2024	2
02.01.2024	7	02.01.2024	6,5
03.01.2024	8	03.01.2024	8
04.01.2024	6	04.01.2024	9
05.01.2024	6	05.01.2024	4
19.01.2024	3,25	06.01.2024	4
20.01.2024	5	18.01.2024	3
24.01.2024	0,5	24.01.2024	0,5
27.01.2024	5,5	27.01.2024	5
28.01.2024	3,5	28.01.2024	4
02.02.2023	6	04.02.2024	5
03.02.2023	4	05.02.2024	4,5
04.02.2023	2	06.02.2024	6
07.02.2024	0,5	07.02.2024	0,5
07.02.2023	2,5	09.02.2024	3
08.02.2023	1	10.02.2024	4,5
10.02.2023	2,5	11.02.2024	3
15.02.2024	0,75	15.02.2024	0,75
16.02.2024	3	16.02.2024	3
17.02.2024	4	18.02.2024	1
18.02.2024	5,5	19.02.2024	6
19.02.2024	6	20.02.2024	4,5
20.02.2024	3	21.02.2024	1,5
21.02.2024	6	22.02.2024	4
22.02.2024	8	23.02.2024	3
23.02.2024	5,5	24.02.2024	4,75
24.02.2024	7,5	25.02.2024	4,5
25.02.2024	6	26.02.2024	3
27.01.2024	3,5	28.02.2024	2
28.01.2024	1,75	28.02.2024	1
29.01.2024	1	29.01.2024	1
02.03.2023	2,25	03.03.2024	3
06.03.2023	3	04.03.2024	0,5
	214		183,5