

Wertholzproduktion mit Roteiche

Diplomarbeit

eingereicht von

Berger Mathias, Spies Sonja

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 den Betrieben
Amt der Kärntner Landesregierung

und

Forstbetrieb Kleinszig

Analyse der Truppauaufforstung (Spies Sonja)
Untersuchung zur flächigen Aufforstung (Berger Mathias)

April 2021

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Berger Mathias, 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, 20.04.2021

Unterschrift

Ich, Spies Sonja, 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, 20.04.2021

Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei all denjenigen bedanken, die uns während der Anfertigung dieser Diplomarbeit unterstützt und motiviert haben.

Zuerst gebührt unser Dank Frau Prof. DI Andrea Poier, die unsere Diplomarbeit betreut und begutachtet hat. Für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit möchten wir uns herzlich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt Herrn Dipl. Ing. Thomas Brandner, der uns beim Finden unseres Themas und bei der Ausarbeitung unserer Diplomarbeit unterstützt hat.

Ebenfalls möchten wir uns beim Forstbetrieb Kleinszig bedanken, bei welchem wir die Daten für unsere Diplomarbeit aufnehmen durften. Weiters sind wir Herrn Kleinszig sehr dankbar, dass er uns Unterkunft sowie Verpflegung bereitstellte.

Abschließend möchten wir uns bei unseren Eltern bedanken, die uns den Besuch unserer Schule durch ihre Unterstützung ermöglicht haben und stets ein offenes Ohr für uns hatten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	1
2	Abstract	2
3	Einleitung	3
4	Zielsetzung	4
5	Hauptteil	5
5.1	Roteiche	5
5.1.1	Allgemeines	5
5.1.2	Vorkommen und Anbauggebiete in Europa	6
5.1.3	Standortansprüche und Standortpfleglichkeit	6
5.1.4	Wachstum	7
5.1.5	Verjüngung	7
5.1.6	Waldschutz-Risiken	7
5.1.7	Bedeutung für die Artenvielfalt/Biodiversität	8
5.1.8	Wuchsleistung und Qualität	8
5.1.9	Waldbauliche Behandlung	9
5.1.10	Holzverwendung und Preismarktlage der Eiche	9
5.2	Aufnahmeflächen	12
5.2.1	Lage	12
5.2.2	Geologie und Geomorphologie	12
5.3	Böden	13
5.3.1	Pseudogleye	17
5.3.2	Rendzinen	18
5.3.3	Auböden	18
5.4	Vegetation - Forstgeschichte	20
5.5	Arbeitsmaterial	21
5.5.1	Vertex-Höhenmesser	21
5.5.2	Wysenkompass	22
5.5.3	Pi – Maßband	22
5.6	Aufnahmen	22
5.6.1	Flächige Aufforstung	22
5.6.2	Truppaufforstung	24

5.7	Methodik	25
6	Auswertung.....	29
6.1	Z-Baum-Auswertung.....	29
6.2	Auswertung des verbleibenden Bestandes	31
6.3	Auswertung der Stammzahlen	33
6.4	Berechnung der Vorratsfestmeter	33
6.5	Zuwachsberechnung.....	34
6.6	Kostenkalkulation	35
6.6.1	Aufforstungsdaten und Ziel der Aufforstung	35
6.6.2	Aufforstungskosten	36
7	Ergebnisse	43
8	Diskussion	44
9	Abkürzungsverzeichnis.....	45
10	Literaturverzeichnis.....	47
11	Quellenverzeichnis	48
12	Abbildungsverzeichnis.....	49
13	Tabellenverzeichnis	50
14	Anhang.....	51

1 Kurzfassung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Wertholzproduktion der Roteiche.

Gegenübergestellt wurden zwei Roteichenflächen. Die *Truppaufforstung* besteht aus neun Trupps mit jeweils 25 gepflanzten Bäumen. Der Abstand zwischen den Trupps beträgt 13 m. Die *flächige Aufforstung* umfasst rund 1.000 m² mit einem Pflanzverband von ca. 3 x 3 m. Hier wurde eine Wertastung durchgeführt. Die Z-Bäume wurden freigestellt, wertgeastet und eingezäunt. Auf den Flächen befindet sich ein jeweils 12-jähriger und 13-jähriger Roteichenbestand. Im Jahr 2008 wurden die Roteichen in Form der Truppaufforstung gepflanzt, im Jahr 2007 hingegen mittels flächiger Aufforstung. Diese Roteichen wurden nach verschiedenen Kalamitäten gesetzt und vom Grundeigentümer wurde die Idee geboren, die Fläche mit einer anderen Baumart aufzuforsten. Die beiden Aufforstungen wurden mittels Vollaufnahme erhoben.

Ziel der Arbeit ist es herauszufinden, welche der beiden Begründungsmethoden vielversprechender für die Wertholzproduktion von Roteichen ist. Aus den erhobenen Daten kann geschlossen werden, dass es in dieser Altersphase, nach 12 bzw. 13 Jahren, noch irrelevant ist, welche Aufforstungsmethode angewandt wird. Es wird vermutet, dass sich erst im Endbestand Unterschiede, die auf die Aufforstungsmethode zurückgehen, zeigen.

2 Abstract

This diploma thesis deals with the value wood production of red oak, comparing two red oak plots. The group afforestation consists of 9 groups with 25 planted trees each and the distance between the troops is 13 m. The area afforestation covers is about 1000 m² with a planting area of about 3 x 3 m, in which the trees were planted. Here, a value limbing was carried out. The Z-trees were cleared, value-stemmed and fenced in. On each area there is a 12-year-old red oak stand and a 13-year-old red oak stand. In 2008, the red oaks were planted in the form of troop reforestation, whereas in 2007 they were planted by means of areal reforestation. These red oaks were planted after various calamities and the landowner had the idea to reforest the area with another tree species. The two afforestations were surveyed by means of a full survey. The aim is to find out which of the two establishment methods is more promising for value timber production in red oaks. From the data collected, it can be concluded that, at this age stage, after 12 respectively 13 years, it is still irrelevant which reforestation method is used. It is assumed that differences due to the reforestation method will only become apparent in the final stand.

3 Einleitung

Günter Kleinszig gehört zu den proaktiven Waldbesitzern: Er besitzt 2,7 Hektar Wald im Bezirk St. Veit an der Glan in Kärnten. Er betreibt eine Waldbewirtschaftung, welche geplant und mit striktem Ziel verfolgt wird. Sein Wald liegt auf 450 bis 600 Höhenmetern. In den Jahren 1991 und 1996 brachten ihm Schneebruch und ein intensiver Borkenkäferbefall so viel Schadholz, dass er begann, die Lücken nicht mehr mit Fichten, sondern mit Rotbuchen, Eichen, Tannen und Lärchen aufzuforsten. Mit diesen, für seinen Standort geeigneten Baumarten hoffte er, ein ökologisches Gleichgewicht zu erzielen, und damit einen beständigeren Wald als zuvor zu erschaffen. Mittlerweile ist er davon überzeugt, dass sich die Fichte ganz aus seinen Höhenlagen zurückziehen wird. Früher bestand sein Wald zu 98 % aus Fichte, heute macht das Laubholz einen Anteil von 30 % aus. Bis die ersten Laubbäume hiebsreif sind, also geerntet werden können, werden noch Jahrzehnte vergehen. Dennoch rückt der ökonomische Aspekt zunehmend in Kleinszigs Blickfeld. Laut Kleinszig sei nun der Zeitpunkt gekommen, zu dem die ökologischen mit den ökonomischen Belangen in Einklang gebracht werden müssen. Kleinszig wird daher nun für seinen Betrieb einen Masterplan erstellen. Um das Buchenholz auf den Markt zu bringen, hofft er auf die neuen Industrieprodukte wie Buchen-Furnierschichtholz, deren Entwicklung er genau mitverfolgt. (Isopp, 2016)

Um für den Menschen eine gewinnbringende Methode zur Wertholzproduktion mit Roteiche zu finden, wurden im Forstbetrieb Kleinszig im Jahr 2007 zwei Probeflächen angelegt. Die Roteichenflächen wurden jeweils unterschiedlich begründet. Eine Fläche wurde *flächig* und die zweite mittels *Truppaufforstung* aufgeforstet.

Die *flächige Aufforstung* umfasst rund 2.100 m², mit einem Pflanzverband von circa 3 m x 3 m, wobei diese Fläche nicht gegen Wildverbiss geschützt ist. In dieser Fläche wurden zu Probezwecken rund 1.000 m² abgesteckt und bereits *Z-Bäume* (Zukunftsbäume) ausgewählt.

Die *Truppaufforstung* ist 1.500 m² groß und mittels eines Zauns gegen Wildverbiss geschützt. Auf dieser Fläche sind neun Trupps, mit jeweils circa 25 Bäumen und einem bereits ausgewählten Z-Baum¹ je Trupp gepflanzt. Der Abstand der einzelnen Trupps beträgt 13 Meter. In der Truppaufforstung wurden die Kronen der bereits ausgewählten Z-Bäume freigestellt und eine Wertastung durchgeführt. Unter einer Wertastung versteht man eine waldbauliche Maßnahme, die zur Verbesserung der Schaftqualität dienen soll. Sie wird nur in sehr gesunden und qualitativ hochwertigen Beständen durchgeführt, da die Kosten sehr hoch sind. Die Bedränger wurden auf circa 1,50 m gekappt. Als Bedränger werden jene Bäume bezeichnet, die unmittelbar in Konkurrenz mit dem Z-Baum² stehen. Sie stehen in Konkurrenz um Sonnenlicht, Wasser, Nährstoffen und Standraum. In der flächigen Aufforstung wurde ebenfalls eine Wertastung durchgeführt, jedoch keine Kronen freigestellt und keine Bedränger gekappt.

¹ Zukunftsbäum

² Zukunftsbäum

4 Zielsetzung

Zur Analyse der wirtschaftlicheren Aufforstungsmethode wird anhand einer Vollaufnahme ein Vergleich der beiden Flächen durchgeführt. Anhand verschiedener Faktoren werden die beiden Begründungsmethoden miteinander verglichen und somit die vielversprechendere Methode ermittelt. Zur Ergebnisdarstellung werden mehrere Tabellen erstellt. Ziel ist es, herauszufinden, mit welcher Methode es besser, und vor allem wirtschaftlicher gelingt, einen Endbestand mit 70 Bäumen anzustreben. Diese Bäume des Endbestandes sollen einen BHD³ (Brusthöhendurchmesser) von 70 cm aufweisen und eine astfreie Schaftlänge von acht Metern erreichen. Insgesamt sollen 335,30 Vorratsfester am Hektar vorhanden sein. Dies entspricht 4,79 Vorratsfestmeter pro Z-Baum⁴.

³ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁴ Siehe Abkürzungsverzeichnis

5 Hauptteil

5.1 Roteiche

5.1.1 Allgemeines

Der lateinische Name der Roteiche lautet „*Quercus rubra* L.“ und sie gehört zur Familie der Buchengewächse („*Fagaceae*“). Ihr natürliches Verbreitungsgebiet befindet sich in den östlichen Teilen von Nordamerika und im benachbarten Südosten von Kanada. Dort beträgt die jährliche Niederschlagsmenge zwischen 760 und 2.030 mm und die Jahresdurchschnittstemperatur liegt zwischen 4 und 16°C. (vgl. Burkardt, 2018)

Die Roteiche wurde vor über 400 Jahren von Nordamerika nach Europa eingeführt. Sie bevorzugt in ihrer Heimat tiefgründige Standorte, daher gilt sie nicht als Baumart, welche sich auf Extremstandorten bewährt. Sie ist in ihrer Heimat eine der wirtschaftlich bedeutendsten Laubholzarten, welche überwiegend in Mischbeständen aufwächst. Die Roteiche weist im Vergleich zu den anderen, natürlich vorkommenden Mischbaumarten, eine höhere Schattentoleranz auf. Sie besitzt folgende ökologische Charakteristika:

- Halblichtbaumart
- Hohe Ausschlagfähigkeit
- Hohe Wurzelenergie (Durchwurzelungstiefen von 2,8 m möglich)
- Schlechte Streuzersetzung
- Breite Standortsamplitude
- Starke Selbstdifferenzierung (Erhaltung des arteigenen Unterstandes)
- Hohe Schadstoffresistenz

(Klemmt, Neubert, & Falk, 2013)

Die Roteiche, deren Blatt in der Abbildung 1 ersichtlich ist, hat eine hohe Massenleistung, welcher eine geringe Wertleistung entgegensteht. Die Holzverarbeiter schätzen das Holz der Roteiche eher gering, da bei der Roteiche keine Thyllenbildung erfolgt. Durch die höheren Radialzuwächse weist das Holz unruhigere Strukturen auf. Die Stämme der Roteiche neigen zur Rissbildung.

(vgl. Klemmt, Neubert, & Falk, 2013)



Abbildung 1: Roteichenblatt (Berger, 2017)

5.1.2 Vorkommen und Anbauggebiete in Europa

Die Roteiche, deren Knospen und Früchte in den Abbildungen 2 und 3 zur besseren Veranschaulichung dargestellt sind, kommt mittlerweile in West- und Zentraleuropa sowie in Süd- und Südosteuropa vor. Die Anbauggebiete liegen hauptsächlich in Deutschland, Belgien, den Niederlanden und in Frankreich. In Deutschland liegt ihr Flächenanteil im Hauptbestand bei rund 0,4 %. Damit stellt sie die flächenmäßig bedeutendste eingeführte Laubbaumart dar. Der heutige Bestand ist auf drei Hauptanbauperioden, welche sich im Zeitraum der Mitte des 18. Jahrhunderts, in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und rund um 1.950 befinden zurückzuführen. (vgl. Burkardt, 2018)



Abbildung 2: Knospe der Roteiche (Berger, 2017)



Abbildung 3: Frucht der Roteiche (Berger, 2017)

5.1.3 Standortansprüche und Standortpfleglichkeit

Im Tiefland werden grundwasserferne, sandüberlagerte Lehme beziehungsweise tiefgründige verlehnte Sande als optimal für den Wuchs der Roteiche angesehen, wobei im Bergland stärker von Löss beeinflusste Standorte über basenarmem Silikatgestein bevorzugt werden. Standorte, welche durch Grundwasser beeinflusst werden, werden bei nicht zu hohem Grundwasseranstieg als günstig eingeschätzt, da diese als nährstoffreich und ziehend gelten. Sehr saure, also basenarme, oder staunasse Böden sowie Kalkstandorte liefern sehr ungünstige Bedingungen für ein optimales Wachstum. Die Roteiche wächst bei einem breiten Temperaturspektrum, dieses liegt bei circa 4,5°C bis 16°C jährlicher Durchschnittstemperatur und verträgt Januarmittelwerte von 5°C und -14°C. In der Vegetationsperiode, also von Juni bis September, wächst sie bei durchschnittlichen Temperaturen zwischen 17°C und 23°C. (vgl. Burkardt, 2018)

Die Streusetzung bei der Roteiche erfolgt in Roteichenbeständen im Vergleich zu anderen Baumarten relativ langsam. Unter Roteichen entwickeln sich auf mäßig nährstoffreichen Standorten moderartige Humusformen und auf armen, mäßig frischen Standorten Rohhumus. (vgl. Burkardt, 2018)

5.1.4 Wachstum

In Nordamerika wird die Roteiche bis zu 500 Jahre alt, mit Baumhöhen von 30 m bis zu 50 m mit einem BHD⁵ von bis zu über 3 m. Die Roteiche hat ein sehr rasches Höhenwachstum in der Jugend. Es können auf den guten Böden mittlere Höhenzuwächse von 86 cm und Triebblängen von 210 cm erreicht werden. Die Roteiche ist in Deutschland (Baden-Württemberg) im Höhenwachstum und in der Durchmesserentwicklung den einheimischen Roteichen klar überlegen. (vgl. Burkardt, 2018)

Die Schattentoleranz ist mäßig bis mittel. Sie ist in der frühen Jugendphase schattentolerant, jedoch verkümmert die Roteichenverjüngung bei zu langer und dichter Überschirmung. Die Roteiche ist in der Jugend sehr konkurrenzstark, sie ist den einheimischen Eichen und der Rotbuche überlegen. Um die Roteiche im Wachstum zu begünstigen, sind frühzeitige, regelmäßige und starke Eingriffe notwendig. (vgl. Burkardt, 2018)

Bei der Roteiche bildet sich zuerst ein Pfahlwurzelsystem aus, welches sich später zu einem tiefen, dichten Herzwurzelsystem entwickelt. Bei schwierigen Standorten erfolgt keine gute Tiefenerschließung des Bodens. (vgl. Burkardt, 2018)

5.1.5 Verjüngung

Die schweren Eicheln (siehe Abbildung 3) der Roteiche werden weniger von Vögeln verbreitet. Um den Samenbaum erfolgt eine natürliche Verjüngung. Frisch geschlagene Stümpfe bilden oft Stockausschläge aus, eine Wurzelbrut tritt nicht auf. Ab einem Alter von 25 Jahren werden Samen ausgebildet, zu einer regelmäßigen Fruktifikation kommt es erst ab 50 Jahren. Die Fruchtreife tritt im zweiten Jahr im Herbst auf. Alle zwei bis drei Jahre kommt in Deutschland ein gutes Mastjahr vor. Im ursprünglichen Verbreitungsgebiet wurden bis zu zwölf Hybride gefunden, aber mit bei uns heimischen Eichenarten ist keine Kreuzung möglich. In Deutschland wird die Roteiche als nicht invasiv eingestuft, da sie im Vergleich zur Buche eine geringe Schattentoleranz hat, stark Verbiss gefährdet ist, und keine Wurzelbrut ausgebildet wird. (vgl. Burkardt, 2018)

5.1.6 Waldschutz-Risiken

Grundsätzlich gibt es abiotische und biotische Risiken. Die Roteiche ist eine sehr widerstandsfähige und sturmfeste Baumart. Sie ist lediglich auf extrem staunassen oder flachgründigen Boden windwurfgefährdet, was zu den abiotischen Risiken zählt. Ebenso ist die Roteiche auf Freiflächen oft spätfrostgefährdet, sie kann die Schäden jedoch durch einen schnellen Wiederaustrieb kompensieren. Da Regionen in Nordamerika durch Waldbrände geprägt sind, führt dies vor allem dort zu einem starken Konkurrenzvorteil gegenüber anderen Baumarten. Im Gegensatz dazu sind Schnee- oder Windbruch in Roteichenbeständen nur äußerst selten. (vgl. Burkardt, 2018)

⁵ Siehe Abkürzungsverzeichnis

Wurzelfraß durch Maikäferengerlinge und die Verbissgefährdung durch Rehwild, Rotwild, Kaninchen und Hasen, gehören zu den biotischen Risiken. Im Gegensatz zu den heimischen Eichenarten ist die Roteiche nicht so stark von den Eichenfraßgesellschaften betroffen. *Pezicula cinnamomea* (Zimtscheibe) und andere pilzliche Schaderreger, die zu Stammnekrosen und damit verbundenen Zuwachseinbußen führen können, sind regional, besonders auf sehr basenarmen Standorten, von Bedeutung. (vgl. Burkardt, 2018)

5.1.7 Bedeutung für die Artenvielfalt/Biodiversität

Vereinzelte Konflikte mit Biotopschutzziele auf Sonderstandorten können Auswirkungen auf das Ökosystem sein. In anderen europäischen Ländern wie Polen oder Litauen wird die Verdrängungswirkung lichtbedürftiger Bodenarten durch künstlich begründete Roteichenverjüngung unter lichtem Kieferschirm beschrieben. Zu den dauerhaften Auswirkungen zählt, dass die Roteiche ausgesprochen stockausschlagfähig ist. Darum wird nach der Fällung auch mit einem Wiederaustrieb gerechnet. Sie ist gut in naturnahe Waldökosysteme in einzelstamm- beziehungsweise truppweiser Mischung mit anderen Baumarten integrierbar. (vgl. Burkardt, 2018)

5.1.8 Wuchsleistung und Qualität

Im Gegensatz zu den bei uns heimischen Eichenarten ist die Roteiche diesen im Höhenzuwachs überlegen. Dies gilt besonders in ihrer Jugendphase. Sie gilt gegenüber Buche, Stieleiche und Traubeneiche vorwüchsig und ist in ihrem Wachstum lediglich mit dem des Bergahorns vergleichbar. Erst ab einem Alter von circa 100 bis 120 Jahren kann die Buche die Roteiche im Höhenzuwachs einholen, beziehungsweise überholen. Im Alter von 93 Jahren kann die Roteiche eine Gesamtwuchsleistung von bis zu 840 Vfm/ha⁶ (Vorratsfestmeter pro Hektar) erreichen. Im Vergleich zu den heimischen Eichenarten, ist dieser Wert bei der Roteiche um 69 % höher. (vgl. Burkardt, 2018)

Der Stamm der Roteiche ist relativ abholzsig und die Formzahl beträgt 0,47. Im Dichtstand nur mit Roteiche oder mit einem Buchenunterstand besitzt sie eine gute natürliche Astreinigung. Wird sie jedoch zu stark aufgelichtet, so kommt es zu einer Sekundärastbildung. (vgl. Burkardt, 2018)

Das Holz ähnelt dem der heimischen Eichenarten und wird daher auch als Bau- und Konstruktionsholz verwendet. Zu den Herkunftsabhängigkeiten gibt es nur wenige Untersuchungen, es wurde jedoch herausgefiltert, dass auch kanadische Herkünfte eine gute Wuchsleistung aufweisen. (vgl. Burkardt, 2018)

⁶ Siehe Abkürzungsverzeichnis

5.1.9 Waldbauliche Behandlung

Die Roteiche sollte, bevorzugt auf ärmeren, sandigen Standorten in tieferen Lagen, relativ dicht gepflanzt werden. Es wird empfohlen, eine Pflanzung von mindestens 5.000 Pflanzen pro Hektar mit zuzüglich eingebrachten Mischbaumarten vorzunehmen. Es werden Roteichenmischbestände mit einer trupp- bis horstweisen Mischung empfohlen. Weiters ist eine gleichzeitige Einbringung von anderen Baumarten wie Rotbuche, Hainbuche oder Linde wichtig. Die Roteiche kann auch als Beimischung in einem Buchenbestand beigebracht werden. Im Dickungsstadium oder in der frühen Stangenholzphase sind Läuterungen (Dickungspflege) wichtig. Diese Läuterungen werden zur Beseitigung der krummwüchsigen Roteichen durchgeführt. Es sollte auch eine frühzeitige Hochdurchforstung durchgeführt werden, bei dieser sollen 80-120 Z-Bäume⁷ herausgearbeitet werden. Diese Z-Bäume werden durch eine Entnahme von deren Bedrängern begünstigt. Bis zu einem Alter von 50 Jahren sollten alle vier bis fünf Jahre relativ starke Hochdurchforstungen erfolgen, danach sollten Maßnahmen in einem schwächeren Ausmaß durchgeführt werden. Auf diese Weise können Durchmesser von 60 cm innerhalb von 60-80 Jahren erreicht werden. (vgl. Burkardt, 2018)

5.1.10 Holzverwendung und Preismarktlage der Eiche

Mit ihrer rötlichen Farbe und mit einer Rohdichte von ca. 0,68 g/cm² ist die Roteiche relativ hart und schwer. Dies ist auch mit den heimischen Eichenarten gut vergleichbar. Die Trocknung gestaltet sich bei der Roteiche etwas schwieriger, da das Holz der Roteiche zur Rissbildung neigt. Die Dauerhaftigkeit im Außenbereich ist, ohne entsprechende Behandlung, geringer. Die Roteiche eignet sich als Wertholz, besonders zur Funierherstellung. Die Preise unterliegen starken Schwankungen, weshalb der Preis zwischen 220 €/fm⁸ (Euro pro Festmeter) und 588 €/fm⁹ betragen kann. (vgl. Burkardt, 2018)

Die Preise der Geschäftsfälle beziehen sich auf den Zeitraum November bis Anfang Dezember 2020. Angegeben sind die Nettopreise, das heißt, die Umsatzsteuer muss noch hinzuge-rechnet werden. Beim Holzverkauf gelten für die Unternehmer/innen folgende Regeln: bei einer Umsatzsteuerpauschalierung gelten 13 % für alle Sortimente, bei einer Regelbesteuerung gelten für Energieholz/Brennholz 13 % und für Rundholz 20 %.

⁷ Zukunftsbaum

⁸ Euro pro Festmeter

⁹ Euro pro Festmeter

Stammholz Eiche, frei Straße, pro fm-Preis in €:

	Burgenland	NÖ	OÖ	Salzburg
Eiche, A, FMO ¹⁰	250-390			
Eiche, B, FMO ¹¹	150-240			
Eiche, A, B, 3a+ steigend bis 6, FMO ¹²		190-380		
Eiche, C, 3a+ steigend bis 6, FMO ¹³		120-160		
Eiche, A, 4b+, FMO ¹⁴			270-400	
Eiche, B, 4b+, FMO ¹⁵			150-200	
Eiche, A, 4+, FMO ¹⁶				225-280
Eiche, B, 4+, FMO ¹⁷				175-185

Tabelle 1: Stammholz Eiche, frei Straße, pro fm-Preis in €

Energieholz (Brennholz-Meterscheite, Waldhackgut) Preise in €, Nettopreise, frei Straße:

	Burgenland	NÖ	OÖ	Salzburg	Kärnten	STMK	Tirol	VBG
Brennholz, hart, RMM ¹⁸	60-68	55- 60	60- 83	60-67	55-63	58-65		
Brennholz, hart, RMM ¹⁹ , frei Haus								93- 100

¹⁰ Festmeter, mit Rinde geliefert, Volumen ohne Rinde

¹¹ siehe Abbildungsverzeichnis

¹² siehe Abbildungsverzeichnis

¹³ siehe Abbildungsverzeichnis

¹⁴ siehe Abbildungsverzeichnis

¹⁵ siehe Abbildungsverzeichnis

¹⁶ siehe Abbildungsverzeichnis

¹⁷ siehe Abbildungsverzeichnis

¹⁸ Raummeter, mit Rinde geliefert, Volumen inkl. Rinde, siehe Abkürzungsverzeichnis

¹⁹ siehe Abkürzungsverzeichnis

Brennholz, weich, RMM ²⁰	35-45	35-40	40-60	35-40	37-43	40-45		
Brennholz, weich, FMO ²¹							22-32	
Brennholz, weich, RMM ²² , frei Haus								63-68
Energieholz gehackt (frei Werk), AMM ²³	70-85	70-75	75-80			70-83		
Energieholz gehackt, Weichholz (frei Werk), SRM ²⁴								26-30
Energieholz lang (frei Werk), AMM ²⁵	48-60		50-60					
Energieholz (frei Werk), AMM ²⁶				50-60				
Waldhackgut, SRM ²⁷					22-25			
Waldhackgut Hartholz (frei Werk), SRM ²⁸				13-16				
Waldhackgut Weichholz (frei Werk), SRM ²⁹				8-14				

²⁰ siehe Abkürzungsverzeichnis

²¹ siehe Abkürzungsverzeichnis

²² siehe Abkürzungsverzeichnis

²³ Atro-Tonne, mit Rinde geliefert, Volumen inkl. Rinde, siehe Abkürzungsverzeichnis

²⁴ Schüttraummeter, siehe Abkürzungsverzeichnis

²⁵ siehe Abkürzungsverzeichnis

²⁶ siehe Abkürzungsverzeichnis

²⁷ siehe Abkürzungsverzeichnis

²⁸ siehe Abkürzungsverzeichnis

²⁹ siehe Abkürzungsverzeichnis

Waldhackgut Weichholz (frei Haus), SRM ³⁰								24-26
Waldhackgut, Astmaterial (frei Werk), SRM ³¹				1-6				

Tabelle 2: Energieholz Nettopreise frei Straße

(Österreich, 2021, S. 1-4)

5.2 Aufnahmeflächen

5.2.1 Lage

Das Aufnahmegebiet, der Wolschartwald, liegt nordöstlich von St. Veit an der Glan in Kärnten. Begrenzt wird der Wolschartwald durch das Krappfeld im Norden, durch den Fluss Gurk im Osten und im Süden durch den Längsee. Weiters befindet sich der Wallfahrtsort Maria Wolschart mit der gleichnamigen Kirche im nordöstlichen Teil des Wolschartwaldes. Geographisch gehört der Wolschartwald zum Klagenfurter Becken, an dessen nördlichem Rand er liegt. (Steiner, 1998, S. 6)

Das im Besitz der Familie Kleinszig befindliche Revier Wolschart umfasst einen Großteil des Wolschartwaldes. Durch die Bundesstraße, welche von St. Veit nach Friesach führt, wird das Revier in einen West- und den größeren Ostteil geteilt, insgesamt umfasst das Revier 250 ha. Der größte Teil des Revieres liegt auf einer Ebene in ca. 590 m Seehöhe. Diese Ebene wird nur durch sanfte Erhebungen (Kogel) unterbrochen, deren höchster der Leislingkogel (640 m) ist. Im Nordosten fällt das Revier über einige Terrassen zur Gurk hin ab und erreicht dort den tiefsten Revierpunkt (540 m). (Steiner, 1998, S. 6)

Die Groberschließung des Revieres ist sehr gut. Auf eine weitere Feinerschließung mittels Rückewege konnte aufgrund der gegebenen günstigen Geländebedingungen verzichtet werden. Dennoch wird eine flächige Befahrung durch die Anlage von Rückegassen verhindert. Die Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz ist durch die durch das Revier führende Bundesstraße und durch die naheliegende Südbahnstrecke ideal. (Steiner, 1998, S. 6)

5.2.2 Geologie und Geomorphologie

Das Aufnahmegebiet gehört geologisch dem Altkristallin der östlichen Zentralzone an. Es war ein vom Meerwasser überflutetes Absenkungsgebiet im Erdaltertum (vor ca. 300 Mio. Jahren). Die sandig-tonigen Sedimente, welche abgelagert worden sind, wurden später zu Mergel und Kalken. Auf diese Weise ist der Hauptdolomit der Obertrias im Aufnahmegebiet entstanden.

³⁰ siehe Abkürzungsverzeichnis

³¹ siehe Abkürzungsverzeichnis

Es kam zu Auffaltungen und Senkungen des Gebietes durch die einsetzende Gebirgsbildung. Dies geschah in der Unterkreide- und Jungtertiärzeit. (vgl. Steiner, 1998, S. 12)

Das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung sind teils entkalkte, teils kalkfreie Terrassen-sedimente, kalkige Moränenmaterialien und sowohl kalkige als auch kalkfreie See- und Beckentone. (Steiner, 1998, S. 13)

Der Hauptdolomit ist wegen seines Gehaltes an Magnesiumkarbonat, welches schwer löslich ist, als ungünstiger in seinem Nährstoffgehalt bzw. in der Nährstoffverfügbarkeit zu bezeichnen. (Steiner, 1998, S. 13)

5.3 Böden

Das Aufnahmegebiet liegt im Bereich der leichten Braunerden. Diese Braunerden treten auf den quartären (jungen) Tal- und Beckenfüllungen, insbesondere auch im unmittelbaren Vorland von ehemaligen Gletschern auf. (Steiner, 1998, S. 15)

Sie können über verstärkte Versauerung „podsolieren“, was einen chemischen Lösungsvorgang darstellt. Unter Nadelholzbestockung und Streunutzung sind diese Böden meist als degradierte Braunerden anzutreffen, die durch mächtige Auflagen gekennzeichnet sind. Sie besitzen nur eine mäßige Austausch- und mineralische Pufferkapazität. (Steiner, 1998, S. 15)

Die Gruppe der Braunerden

Gekennzeichnet sind die Braunerden durch die braune Farbe des Bv-Horizontes³². Sie entstehen meist im gemäßigten humiden Klima auf silikatischem Gestein. Die Horizontfolge ist Ah³³ (Humoser Oberboden), Bv³⁴ (Verbraunter Unterboden) und C³⁵ (Grundgestein). Sie entstehen durch Bodenentwicklungen, wie Verbraunung und Verlehmung, aus Rankern, Regosolen, Rendzinen und Paraendzinen. Bei der Verbraunung oxidieren durch Verwitterung freigesetzte Eisenionen, dadurch entsteht die typische Farbe des Bv-Horizontes³⁶.

Als zweiter Prozess folgt die Verlehmung, das heißt, Silikate verwittern und neue Tonminerale bilden sich. Bei basenreichen Braunerden entwickelt sie sich weiter zur Parabraunerde und bei basenarmen Braunerden zu Podsol. Braunerden und der Wald sind nur dann stabil, wenn die Basenverluste durch Auswaschung und Pflanzenentzug und die Basennachlieferung durch die Verwitterung und Mineralisierung ausgewogen sind. (vgl. Schmitz, S. 39)

Die Braunerde entsteht überwiegend aus silikatischem, kalkfreiem oder kalkarmem Ausgangsgestein.

³² verbraunter Unterboden

³³ humoser Oberboden

³⁴ Siehe Abkürzungsverzeichnis

³⁵ Grundgestein

³⁶ Siehe Abkürzungsverzeichnis

Sie besteht aus den Horizonten Ah³⁷, B³⁸ (Bh, Bs, oder Bv) und C³⁹ (Abbildung 4: Braunerde (Reh, 2015)Abbildung 4), wobei der Ah-Horizont (Humoser Oberboden) meist zwischen fünf und 20 cm mächtig ist und dunkelgrau bis schwarzbraun gefärbt ist. Der typische braune, verlehnte Bv-Horizont⁴⁰ besitzt Nährstoffreserven und geht allmählich in den C-Horizont über. Bei basenreichen Braunerden verwittern die basischen Gesteine rasch zu tonigem Lehm (pH-Wert 5-6), wobei die Humusform Mull ist. Quarzreiche silikatische Gesteine mit basenarmen Braunerden besitzen eine lehmig/sandige Bodenart (pH-Wert 3-4), wobei die Humusform Moder ist. (vgl. Schmitz, S.39)

Braunerde

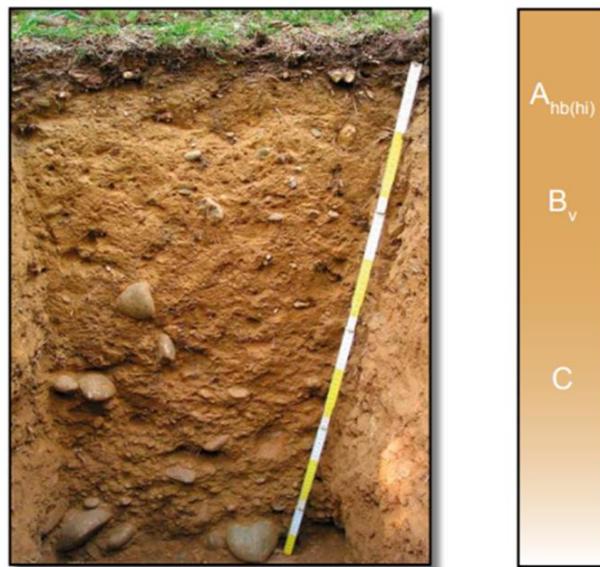


Abbildung 4: Braunerde (Reh, 2015)

Podsole (Abbildung 5) entstehen ausschließlich, wenn die Ausgangsgesteine kalk- und magnesiumfrei sind. Das ist beispielsweise bei Gesteinen wie Sandstein der Fall, die grobkörnig verwittert sind. Sie weisen meist eine hohe Durchlässigkeit auf. Bestimmte Faktoren beschleunigen außerdem den Prozess der Verwitterung und Verlagerung von Humus und Eisenoxiden. Dazu zählen einerseits hohe Niederschläge, andererseits aber auch die Freisetzung organischer Säuren aus der aufliegenden Humusschicht und zusätzlich auch das Auftreten von podsolierenden Pflanzen wie zum Beispiel Heide (*Calluna vulgaris*) oder Kiefern

³⁷ Siehe Abkürzungsverzeichnis

³⁸ Siehe Abkürzungsverzeichnis

³⁹ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁴⁰ Siehe Abkürzungsverzeichnis

(*Pinus sylvestris*). Unter dem Bleichhorizont folgt ein Anreicherungshorizont („Illuvialhorizont“), unter welchem sich die aus den oberen Horizonten durch die Podsolierung ausgewaschenen Eisen- und Humusfraktionen wieder ablagern. In der Folge bilden diese einen entweder durch Eisenoxide rostbraun gefärbten oder aber mit Humusstoffen angereicherten lockeren Orterde- oder verfestigten Ortsteinhorizont. (vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2007, S. 2)

Podsol

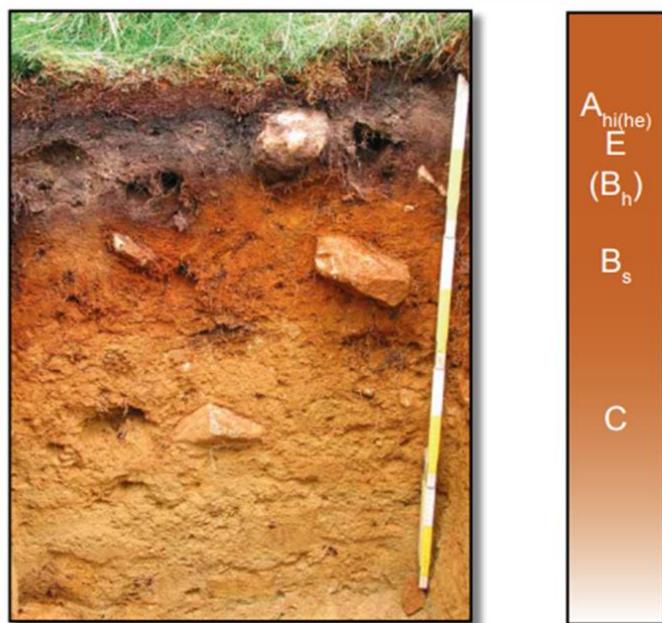


Abbildung 5: Podsol (Reh, 2015)

Semipodsole (Abbildung 6) sind, ebenfalls wie Podsole, durch Podsolierung gekennzeichnet. Im sauren Milieu werden Sesquioxide in den Unterboden verlagert. Sesquioxide sind Eisen- und Aluminiumverbindungen sowie Humusstoffe. Im Oberboden kommt es zu einer Tonmineralzerstörung. Die Podsolierung kann natürlich verlaufen oder durch Nährstoffentzug und Nadelholzmonokulturen ausgelöst werden. Semipodsole weisen oft einen Bleichhorizont (hellgrau gefärbter Ae-Horizont⁴¹) oder Bleichlinsen (linsenförmige Bleichung) auf. Typisch für

⁴¹ Siehe Abkürzungsverzeichnis

Semipodssole ist der hellorange bis orange gefärbte Einwaschungshorizont Bs⁴². Semipodssole entwickeln sich auf basenarmem silikatischem Material. Die Podsolierung wird durch feucht kühles Klima gefördert. Typische Waldgesellschaften sind Nadelwälder bzw. Nadelmischwälder mit leichten bis mittelschweren Böden (lehmgiger Sand bis sandiger Lehm). (vgl. Reh, 2015, S. 8)

Semipodsol

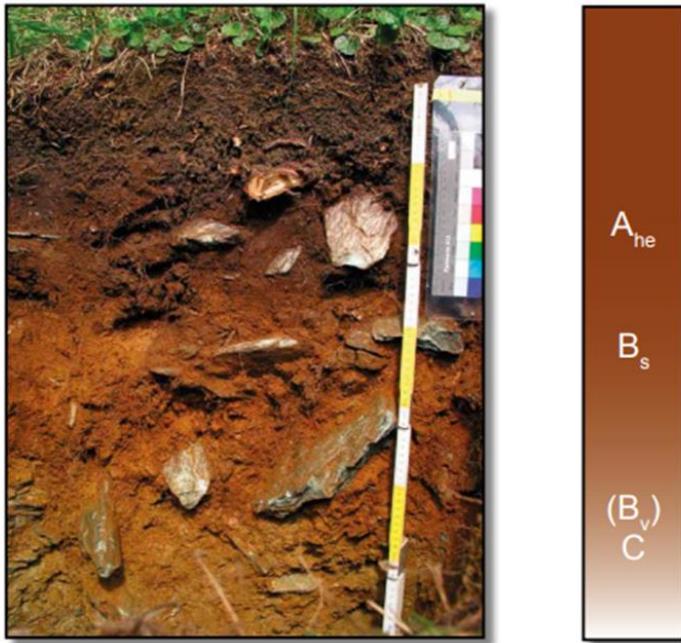


Abbildung 6: Semipodsol (Reh, 2015)

⁴² Siehe Abkürzungsverzeichnis

5.3.1 Pseudogleye

Pseudogley-Böden (siehe Abbildung 7) sind durch Einfluss eines Sicker- oder Tageswasserstaus geprägt. Das Stauwasser fließt nur sehr langsam und füllt während der Nassphase nahezu alle Hohlräume aus. Gekennzeichnet ist dies durch einen periodischen Sauerstoffmangel. Charakteristisch für Pseudogley ist ein durchlässiger, wasserleitender Horizont (Sw⁴³), der über einem dichten wasserstauenden Horizont (Sd⁴⁴) liegt. Die Horizontabfolge lautet: Ah⁴⁵, Sw⁴⁶, Sd⁴⁷ und C⁴⁸. (vgl. Schmitz, S. 43-44)

Die Stauzone (P-Horizont⁴⁹), in welcher sich das Wasser staut, ist oft fahl gefärbt und weist einzelne Rostflecken auf. Der anschließende Staukörper hat eine rötlichbraune bis rostbraune Grundfarbe mit fahlen Bleichungsflecken (Marmorierung). (Reh, 2015, S. 11)

Die Wälder sind oft schlechtwüchsig, weil die Wurzeln der Bäume meist nur flach wurzeln. Wenn im Laufe des Jahres das Stauwasser versickert bzw. von den Pflanzen aufgenommen ist, können Bäume über ihr flaches Wurzelsystem nicht mehr ausreichend Wasser aufnehmen. (vgl. Schmitz, S. 44)

Pseudogley



Abbildung 7: Pseudogley (Reh, 2015)

⁴³ wasserleitender Horizont

⁴⁴ wasserstauender Horizont

⁴⁵ humoser Oberboden

⁴⁶ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁴⁷ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁴⁸ Grundgestein

⁴⁹ Stauzone

5.3.2 Rendzinen

Rendzina (siehe Abbildung 8) ist ein Humusboden auf festem oder lockerem Carbonatgestein, meist Kalk oder Dolomit. An den deutlich ausgeprägten A-Horizont⁵⁰ (Oberboden) schließt direkt ein C⁵¹-Horizont, aus festem oder lockerem Material, an. Der Boden ist meist stark humus- und grobanteilreich. Die Untergliederung in die Subtypen erfolgt auf Basis der Humusform (z.B. Mullrendzina, Moderrendzina und Tangelrendzina). (vgl. Reh, 2015, S. 3)

Rendzina

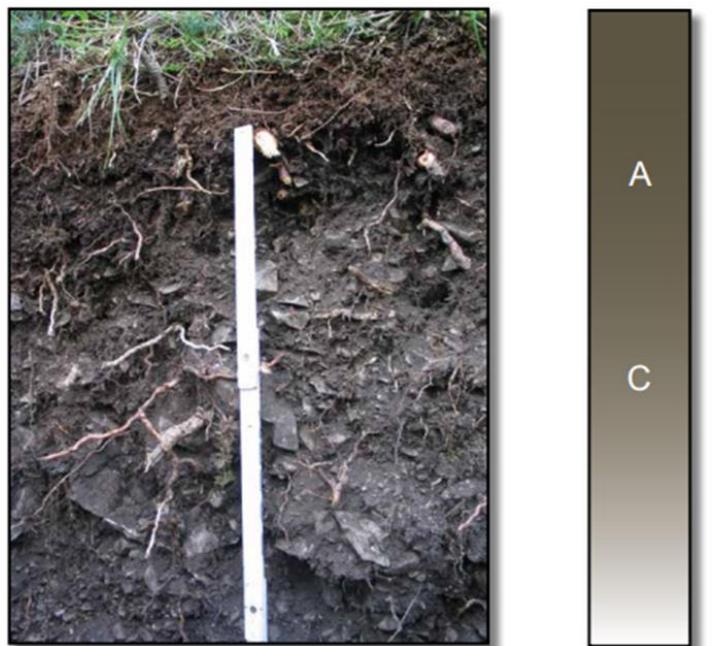


Abbildung 8: Rendzina (Reh, 2015)

5.3.3 Auböden

Auböden (siehe Abbildung 9) zählen zu den azonalen (nicht an eine bestimmte Zone gebundenen) Bodenbildungen. Sie sind durch die periodisch wiederkehrende Sedimentation von gröberem und feinerem Material charakterisiert. Die Sedimentschichten weisen eine schichtige Lagerung unterschiedlicher Korngrößen auf. Die Bodenart schwankt zwischen schluffig-lehmigem Sand und schluffigem Lehm und weist zumeist eine tiefe Gründigkeit auf. Der Boden besteht aus den Horizonten Ah⁵², B⁵³ und C⁵⁴. Die bodenbildenden Prozesse

⁵⁰ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁵¹ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁵² Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁵³ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁵⁴ Siehe Abkürzungsverzeichnis

(Humusbildung und Verwitterung) beginnen mit der Versiegelung durch höhere Pflanzen. Danach folgt eine Verbraunung und Verlehmung mit Fortschreiten der Verwitterung. (vgl. Schmitz, S. 50)

Die Färbung des Bodenprofils kann je nach angeschwemmtem Material grau oder braun sein. (Reh, 2015).

Auf den regelmäßigen überfluteten Standorten werden die Gesellschaften der Weichen Au, mit den Hauptbaumarten Weiden, Pappeln und Erlen, aufgefunden und auf den flussferneren Standorten entwickelt sich die Harte Au, mit den dominierenden Baumarten Esche, Ulme, Eiche und Linde. (vgl. Schmitz, S. 51)

Auboden

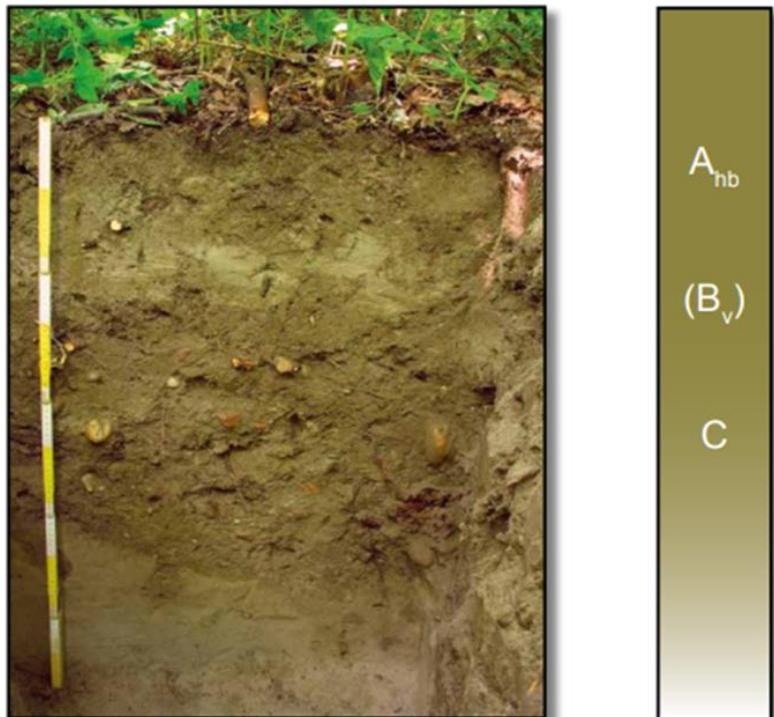


Abbildung 9: Auboden (Reh, 2015)

5.4 Vegetation - Forstgeschichte

Das Untersuchungsgebiet liegt am nördlichen Rand des Wuchsgebietes 6.2 „Klagenfurter Becken“. Unmittelbar nördlich daran anschließend liegt das Wuchsgebiet 3.2 „Östliche Zwischenalpen – Südteil“. (Steiner, 1998, S. 19)

Da die natürlichen Veränderungen durch den zunehmenden Einfluss des Menschen verstärkt werden, kommt es in der submontanen und montanen Stufe zu einem Rückgang der Buche und Tanne und einer entsprechenden Ausbreitung der Fichte. (vgl. Steiner, 1998, S. 21)

Die anthropogene Förderung der Fichte erfolgt zuerst indirekt, da sie sich auf Kahlschlägen von selbst verjüngte. (Steiner, 1998, S. 21)

Zu einer künstlichen Verjüngung, Pflanzung und Saat kam es erst ab Mitte des 19. Jahrhunderts und dadurch zu einer Erhöhung des Fichtenanteils. (vgl. Steiner, 1998, S. 21)

Die Gesamtfläche des Wolschartwaldes beträgt 350 ha, wovon 250 ha seit drei Generationen im Besitz der Familie Kleinszig sind. Von 1927 bis 1933 verursachte eine Massenvermehrung der Nonne auf insgesamt 143 ha Kahlfraß in Altbeständen. Als weitere Folge kam es zu einem Sekundärbefall durch den Borkenkäfer, insbesondere durch Buchdrucker (*Ips typographus*) und Kupferstecher (*Pytiogenes chalcographus*). Die Aufforstung der Kahlflächen erfolgte ab dem Jahre 1932 mit Fichte und einem Unterbau von Lupine. Im Jahre 1950 entstanden in diesem Gebiet große Schäden durch die kleine Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina*), die folglich auf einer Fläche von rund 63 ha chemische bekämpft wurde. Durch die Bekämpfung ging der Befall der kleinen Fichtenblattwespe zurück, jedoch verbreiteten sich wieder der Buchdrucker und der Kupferstecher. Als Präventionsmaßnahme wurden versuchsweise Nistkästen für Höhlenbrüter, insbesondere Maisen angebracht. Diese wurden gut angenommen und anschließend auf circa 400 Stück erweitert, welche heute noch kontrolliert werden. Durch ein Nassschneeereignis kam es zusätzlich im Winter 1995/96 zu starken Schneebruchschäden. (vgl. Steiner, 1998, S. 21-22)

Die Bewirtschaftung des Revieres erfolgt schlagweise, mit einem Umtriebsalter von 80 bis 90 Jahren. Seit Beginn der 50-iger Jahre wird verstärkt an der natürlichen Verjüngung der Bestände, mit einem Verjüngungszeitraum von zehn Jahren, gearbeitet. Auch die Baumartenzusammensetzung wurde wegen der immer wieder auftretenden Kalamitäten überdacht und mit 65 % Fichte, 15 % Kiefer, 10 % Lärche, 10 % Buche und 10 % sonstiges Laubholz als für den zukünftigen Waldbestand anzustrebend angegeben. (Steiner, 1998, S. 22-23)

Zu Beginn der 90-iger Jahre wurden verstärkt Laubhölzer, wie Bergahorn, Esche, Stieleiche, Roteiche, Kirsche und Buche eingebracht. (vgl. Steiner, 1998, S. 23)

5.5 Arbeitsmaterial

5.5.1 Vertex-Höhenmesser

Der Vertex besteht aus einem Höhenmesser und dem dazugehörigen Transponder.

Der Transponder wird zur Messung in Brusthöhe an den jeweiligen Stamm angebracht.

Der Vertex arbeitet mit zwei Voreinstellungen, die auch verstellbar sind:

- Die „TRP height“, ist die Höhe des Transponders über dem Boden. Diese ist meist laut Voreinstellung 1,3 m über dem Boden.
- Die „Pivot offset“, ist die Entfernung des Punktes, von dem aus die Neigung zum Wipfel beziehungsweise zum Transponder gemessen wird, und jenem Punkt hinter dem Kopf, der den Scheitel des Drehungswinkel des Kopfes bildet. Laut Voreinstellung ist dies meist auf 30 cm eingestellt.

Die Höhenmessung eines Baumes mit dem Vertex-Höhenmesser erfolgt mittels Ultraschall. Die Messung wird zwischen dem Wipfel und jenem Punkt vorgenommen, an dem der angebrachte Transponder fixiert wird. Dabei werden Schrägdistanz (SD) und Horizontalabstand (HD) im Display des Messgerätes angezeigt, wobei das Messgerät mehrmalige Messungen vornimmt und letztlich einen Mittelwert der gemessenen Distanzen und Neigungen anzeigt. Da die Entfernungsmessung temperaturabhängig ist, muss beachtet werden, dass das Gerät bei starken Temperaturschwankungen und längeren Messzyklen mehrmals kalibriert werden muss.



Abbildung 10: Vertex Höhenmesser Set (Grube, 2021)

5.5.2 Wyssenkompass

Der Wyssenkompass ermöglicht Messungen von Horizontal- und Vertikalwinkel und wurde entwickelt, um Messungen in unwegsamem Gelände und Gebirgen durchzuführen (Abbildung 11). Er wird daher für die Projektierung von Forststraßen und Seiltrassen verwendet.

Er besteht aus einer Kompassdose, einer Prismenlupe und zylinderförmigen Sehschlitzen. Beim Messvorgang wird das Gerät lotrecht und horizontal ausgerichtet. Über den Visierschlitz, der über der Prismenlupe angebracht ist, kann die Messergebnisse ablesen.



Abbildung 11: Wyssenkompass (Grube, 2021)

5.5.3 Pi – Maßband

Es wurde der Umfang mit dem Pi-Maßband gemessen. Mit Hilfe des Umfangs wird danach der Durchmesser ermittelt. Auf dem Pi Maßband ist ein cm in der Einheit Pi dargestellt, dadurch kann man mit dem Pi Maßband direkt den Durchmesser ablesen.



Abbildung 12: Pi-Maßband (Grube, 2021)

5.6 Aufnahmen

5.6.1 Flächige Aufforstung

Die Roteichen wurden auf einem ebenen Gelände, auf dem sich eine flächige Aufforstung (Abbildung 13) im Ausmaß von insgesamt 0,21 ha befindet, auf einer 1000 m² großen Probefläche gepflanzt. Neben dieser Probefläche wurden die außerhalb stehenden Bäume entfernt, sodass kein Baum mit seiner Krone den Kronenraum der Roteichen bedrängen kann.

Angrenzend befindet sich ein Fichten-Hochwald und eine Fichten-Naturverjüngung. Die mit den Roteichen bepflanzte Fläche befindet sich unmittelbar neben der Forststraße. Dadurch kann sie leichter bewirtschaftet, und Pflegemaßnahmen können besser und einfacher durchgeführt werden. Der Roteichenwald wurde bislang zweimal im Jahr ausgesichelt, damit

sich keine Nebenbaumarten ansiedeln und sich die Roteichen ohne Wachstumsdruck entwickeln können.

Die Fläche wurde 2007 mit Roteichen in Reihen aufgeforstet. Insgesamt wurden 185 Roteichen im Abstand von 3x3 m aufgeforstet. Alle Roteichen wurden zusätzlich mit einem Einzelschutz gegen Wildschäden geschützt.

Die festgestellte IST-Aufforstung vor Ort beträgt tatsächlich immer noch 185 Stämme, somit ist kein Baum ausgefallen. Möglicherweise basiert dies darauf, dass durch den Einzelschutz kein Wildschaden an den Jungpflanzen stattfand.

Bei der Baumart Roteiche werden circa 70 Z-Bäume pro Hektar angestrebt. Die angestrebte astfreie Länge beträgt acht Meter, was aktuell 25 % der zu erwartenden Endbaumhöhe von circa 32 Metern mit einem Zieldurchmesser von 70 cm BHD⁵⁵ entspricht. Der durchschnittliche Abstand der Z-Bäume sollte somit 13 Meter betragen. Damit die angestrebte astfreie Baumlänge von 8 m erreicht werden kann, wurden die Roteichen in regelmäßigen Abständen geastet.



Abbildung 13: Roteiche, Flächige Aufforstung (Spies, 2020)

⁵⁵ Siehe Abkürzungsverzeichnis

5.6.2 Truppaufforstung

Die Truppaufforstung (Abbildung 14) befindet sich neben der flächigen Aufforstung und liegt daher auch im flachen Gelände. Rund um die Truppaufforstung befindet sich ein Wildschutzzaun, um den Jungpflanzen Schutz vor dem Wild zu gewähren. Der Erhebungstrakt weist eine Flächengröße von 0,15 ha auf, wodurch der Wildschutzzaun eine Länge von 171 lfm aufweist. Rund um die Truppaufforstung befinden sich eine Fichten-Dickung, eine Fichten-Naturverjüngung sowie die flächige Aufforstung. Die Fläche wurde ebenfalls zweimal im Jahr ausgesieht, damit sich keine Nebenbaumarten ansiedeln.

Sie wurde im Jahr 2008 mit insgesamt 250 Jungpflanzen der Baumart Roteiche aufgeforstet. Pro Trupp befinden sich 25 Stück Roteichen mit einem Abstand von 1x1 m. Der Abstand von Trupp zu Trupp beträgt 13 m.

Die aktuelle IST-Aufforstung vor Ort beträgt 250 Stämme, was bedeutet, dass auch hier kein Stamm ausgefallen. Es werden, wie bei der flächigen Aufforstung, circa 70 Z-Bäume pro Hektar angestrebt, wobei die angestrebte astfreie Schaftlänge ebenfalls acht Meter beträgt. Der Zieldurchmesser ist ebenso 70 cm BHD⁵⁶.



Abbildung 14: Roteiche, Truppaufforstung (Spies, 2020)



Abbildung 15: Roteiche, Z-Baum (Spies, 2020)

⁵⁶ Siehe Abkürzungsverzeichnis

Die beiden oben beschriebenen Flächen befinden sich in unmittelbarer Nähe zueinander.

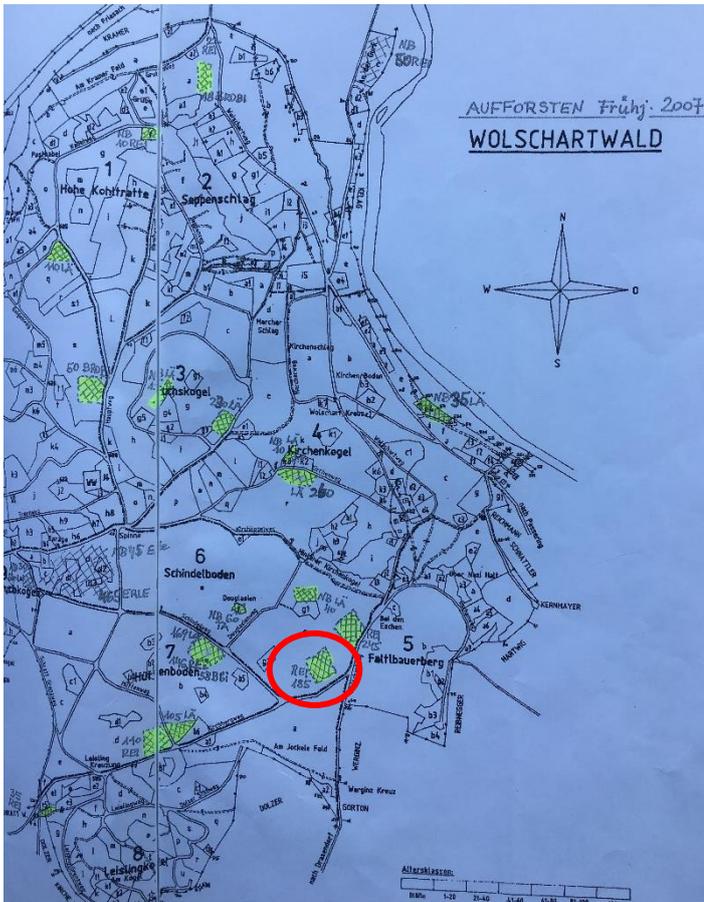


Abbildung 16: Wolschartwald 1 (Kleinszig, 2007)

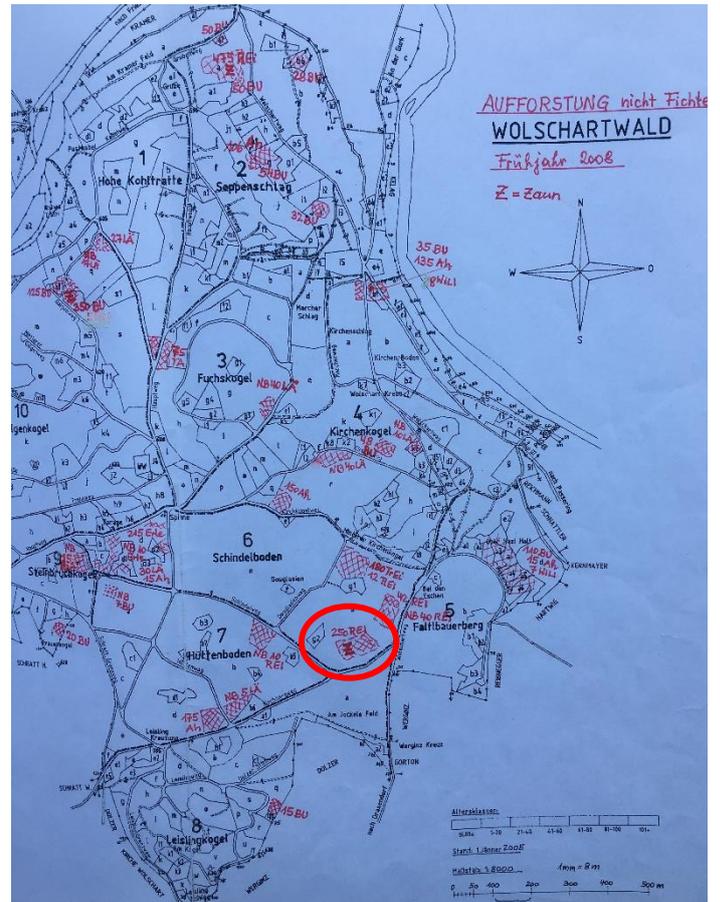


Abbildung 17: Wolschartwald 2 (Kleinszig, 2007)

5.7 Methodik

Bei der Erhebung wurde bei jedem Baum die Höhe mit dem Vertex-Höhenmesser gemessen. Nach diesem Schritt wurde der BHD⁵⁷ mit dem PI-Maßband (siehe Abbildung 12) gemessen.

Diese Schritte wurden bei jedem Baum durchgeführt. Bei den einzelnen Z-Bäumen wurden sowohl PKA⁵⁸, das ist jener Punkt am Stamm, wo der tiefstgelegene Ast entspringt, welcher der aktiven Krone zuzuordnen ist, als auch die astfreie Schaftlänge mit dem Vertex-Höhenmesser gemessen. Die Qualität der Z-Bäume⁵⁹ wurde durch eine Sichtung des Baumes bestimmt. Der Kronendurchmesser wurde ebenso mit dem PI-Maßband kreuzweise erhoben. Danach wurden die Äste bis zu einer Höhe von drei Metern gezählt und in Folge mit einer

⁵⁷ Brusthöhendurchmesser

⁵⁸ primärer Kronenansatz

⁵⁹ Zukunftsbaum

Messlehre abgemessen und in eine Durchmesser-Klasse eingeteilt. Die Äste von drei bis sechs Metern wurden nur gezählt. Zu guter Letzt wurde der Z-Baum⁶⁰ betrachtet und wurde dahingehend überprüft, ob eine Astungswunde vorhanden ist.

Vollaufnahme

Die Vollaufnahme ist das genaueste, aber auch aufwändigste Verfahren zur Datenermittlung. Hauptsächlich wird die Vollaufnahme bei besonders wertvollen Beständen, die zur Endnutzung anstehen, in Beständen mit einem sehr inhomogenen Aufbau oder einer geringen Flächengröße und bei Versuchsflächen bzw. für wissenschaftliche Fragestellungen angewandt. Wenn kleinere, ältere Waldflächen verkauft werden, wird fast immer eine Vollaufnahme durchgeführt, da damit das „stehende Kapital“ am genauesten erfasst werden kann. (Kugler, S. 14)

Bei der Vollaufnahme werden für eine bestimmte Fläche Brusthöhendurchmesser aufgenommen. Diese werden in der genormten Messhöhe von 1,3 m aufgenommen. Die dazugehörigen Höhen werden aus einer Stichprobe, die zur Errechnung der Höhenkurve oder zur Ermittlung eines Mittelstammes dient, erhoben. Zur Formzahlbestimmung dienen Formzahlfunktionen. (Kugler, S. 14)

Die Datenerhebung im Gelände erfolgt mit einem Formblatt. Die Daten können analog oder digital aufgenommen werden. In das Formblatt werden die verschiedenen Baumarten in Durchmesserklassen eingetragen. Diese Durchmesser werden häufig in 4 cm-Stufen erfasst. In der BHD⁶¹ – Stufe 20 werden beispielweise alle Bäume erfasst, die einen Durchmesser zwischen 18,0 - 21,9 cm aufweisen. In Durchforstungsbeständen werden oft auch 3-cm-Stufen verwendet, da die Durchmesserbandbreite nicht so groß ist. Die Brusthöhendurchmesser sind von der Bergseite her aufzunehmen, wobei die Schenkel der Kluppe hangabwärts zeigen. Normalerweise erfolgt keine kreuzweise Kluppierung. Bei Unregelmäßigkeiten ist der Durchmesser aus anderen Messungen abzuleiten. Die Häufigkeit der Stämme kann durch Punktierung angegeben werden. (vgl. Kugler, S. 14-15)

Für die Berechnung einer Höhenkurve werden von jeder Baumart circa 20 gemessene Höhen benötigt, das heißt rund drei bis fünf gemessene Höhen je BHD⁶²-Stufe, die zufällig über dem ganzen Bestand zu verteilen sind. Die Höhen der stärksten Bäume müssen in jedem Fall gemessen werden. (vgl. Kugler, S. 16)

⁶⁰ Zukunftsbaum

⁶¹ Brusthöhendurchmesser

⁶² Siehe Abkürzungsverzeichnis

Für die Aufnahmen wurde ein Aufnahmeformular verwendet. Für jeden Baum wurden folgende Kriterien aufgenommen (Tabelle 3), wobei für die Z-Bäume⁶³ zusätzliche Kriterien aufgenommen wurden (Tabelle 4).

	Kriterien jedes Baumes
1	Lfd. Nr
2	Baumart
3	Code
4	Soziale Stellung
5	BHD ⁶⁴ (cm)
6	Höhe (m)

Tabelle 3: aufgenommene Kriterien jedes Baumes

	Zusätzliche aufgenommene Kriterien Z-Bäume
7	PKA (m)
8	Astfreie Schaftlänge
9	Qualität (1-3)
10	KD 1 ⁶⁵ (m)
11	KD 2 ⁶⁶ (m)
12	Anzahl der Äste bis 3 m Höhe
13	Anzahl der Äste von 3 bis 6 m Höhe
14	Astungswunden (ja/nein)

Tabelle 4: zusätzlich aufgenommene Kriterien der Z-Bäume

⁶³ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁶⁴ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁶⁵ Kronendurchmesser 1

⁶⁶ Kronendurchmesser 2

Die Erklärungen der oben angeführten Abkürzungen lassen sich in der Tabelle 5 veranschaulichen.

	Erklärungen
Lfd. Nr.	Laufende Nummer
Code	Z-Baum ⁶⁷ bzw. Option (Z), Z-Ersatz (ZE), Bedränger (B), verbleibender Nebenbestand (VN), ausscheidender Nebenbestand (AN)
Soziale Stellung	Kraft'sche Baumklassen (1 = vorherrschend, 2 = herrschend, 3 = mitherrschend, 4 = beherrscht, 5 = ganz unterständig)
BHD ⁶⁸ (cm)	Brusthöhendurchmesser in cm, gemessen mit PI Maßband
PKA (m)	Jener Punkt am Stamm, wo der tiefstgelegene Ast entspringt, welcher der aktiven Krone zuzuordnen ist.
Astfreie Schaftlänge	Jene Länge vom Boden bis zum ersten Ast, Länge ohne Ast
Qualität (1-3)	Z-Baum ⁶⁹ Bewertung (1 = sehr gut, 2 = in Ordnung, 3 = schlecht)
KD 1 (m)	Kronendurchmesser 1
KD 2 (m)	Kronendurchmesser 2
Anzahl der Äste bis 3 m Höhe	Äste wurden gezählt bis zu einer Höhe von 3 m. Danach wurde der Durchmesser mit einer Messlehre abgemessen und sie wurden in einer Klasse eingetragen. (Kl. 1 = 2-4 cm, Kl. 2 = 4-6 cm, Kl. 3 = > 6 cm)
Anzahl der Äste von 3-6 m Höhe	Äste wurden von 3 bis 6 m Höhe gezählt und in Klassen eingetragen

Tabelle 5: Erklärung Aufnahmeformular

⁶⁷ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁶⁸ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁶⁹ Siehe Abkürzungsverzeichnis

6 Auswertung

Die Auswertung der Daten wurde mittels Excel (PivotTable) durchgeführt. Dazu wurden alle aufgenommen, obengenannten Daten in ein Excelblatt übertragen. Zusätzlich wurden noch der primäre Kronenansatz, die astfreie Schaftlänge, die Qualität, die beiden Kronendurchmesser, die Anzahl der Äste in den verschiedenen Klassen, die Astungswunden sowie der Schaden der Z-Bäume im Excel festgehalten.

Aus diesen Daten wurden die Formzahl, die Grundfläche in Quadratmetern sowie der Vorrat in Kubikmetern berechnet.

Auf Basis der Ergebnisse wurden in Folge die Stammzahl der Z-Bäume am Hektar, der Mittelwert vom BHD⁷⁰, Höhe, PKA, astfreier Schaftlänge und vom Kronendurchmesser ermittelt.

Weiters wurde die Anzahl der Äste in den verschiedenen Klassen sowie die Anzahl der Astungswunden berechnet. Am Ende wurde noch der Mittelwert der sozialen Stellung und der Mittelwert der Qualität, bezogen auf die jeweilige Fläche, berechnet.

Diese berechneten Daten beziehen sich auf die Z-Bäume. Als zweiter Schritt folgte die Berechnung vom Mittelwert des Brusthöhendurchmessers und der Höhe bezogen auf den verbleibenden Bestand und auf die jeweilige Fläche. Der dritte Schritt bezog sich auf die Berechnung der Stammzahlen auf Hektar. Zum Schluss wurden noch die Vorratsfestmeter am Hektar berechnet.

6.1 Z-Baum-Auswertung

Wie in Tabelle 7 ersichtlich, wurden für beide Aufforstungen die Stammzahl auf einen Hektar hochgerechnet und die Mittelwerte von BHD⁷¹, Höhe, PKA⁷², astfreie Schaftlänge sowie der Mittelwert des Kronendurchmessers berechnet. Als Gesamtergebnis gilt der Mittelwert beider errechneten Ergebnisse. Ersichtlich wird hier, dass der BHD⁷³ der flächigen Aufforstung um 2,46 cm größer ist als bei der Trupp Aufforstung. Die Höhe ist relativ gleich, lediglich ein Unterschied von 0,1 m besteht. Der primäre Kronenansatz liegt bei der Trupp Aufforstung um 0,76 m höher und die astfreie Schaftlänge wiederum ist gleich. Der Kronendurchmesser ist bei der flächigen Aufforstung größer.

⁷⁰ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁷¹ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁷² Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁷³ Siehe Abkürzungsverzeichnis

	Summe H_Stammzahl	von	Mittelwert von BHD ⁷⁴ (cm)	Mittelwert von Höhe (m)
Flächig	90		13,19	12,79
Trupp	64		10,73	12,89
Gesamtergebnis	154		11,96	12,84

Tabelle 6: Z-Baum Auswertung 1

	Mittelwert PKA	von	Mittelwert Schaftlänge	von	astfreie	Mittelwert von KD
Flächig	4,88		4,29			4,54
Trupp	5,64		4,29			3,51
Gesamtergebnis	5,26		4,29			4,02

Tabelle 7: Z-Baum-Auswertung 2

Ersichtlich ist in Tabelle 8 dass bei der flächigen Aufforstung mehr Äste unter dem primären Kronenansatz vorhanden sind. Die Anzahl der Äste entspricht den aufgenommenen Daten. Das Gesamtergebnis ergibt sich aus der Summe beider.

	Äste bis 5 m Kl.1 (2-4 cm)	Äste bis 5 m Kl.2 (4-6 cm)	Äste bis 5 m Kl. 3 (>6 cm)
Flächig	19	14	0
Trupp	16	5	0
Gesamtergebnis	35	19	0

Tabelle 8: Z-Baum-Auswertung 3

Auf der flächigen Aufforstung (siehe Tabelle 9) weisen neun von neun Z-Bäumen Astungswunden auf wobei in der Trupp Aufforstung nur sechs von neun Z-Bäumen Astungswunden aufweisen.

⁷⁴ Siehe Abkürzungsverzeichnis

		Anzahl von Astungswunden ja/nein
Flächig		
	ja	9
	nein	0
Trupp		
	ja	6
	nein	3
Gesamtergebnis		18

Tabella 9: Z-Baum-Auswertung 4

Die soziale Stellung der Z-Bäume auf der flächigen Aufforstung ist etwas besser als bei der Truppaufforstung wie Tabelle 10 zeigt.

	Mittelwert von sozialer Stellung
Flächig	1,55
Trupp	1,66
Gesamtergebnis	1,61

Tabella 10: Z-Baum-Auswertung 5

Die Qualität der Z-Bäume der flächigen Aufforstung (siehe Tabelle 11) ist schlechter als die bei der Truppaufforstung.

	Mittelwert von Qualität (1-3)
Flächig	2,00
Trupp	1,67
Gesamtergebnis	1,83

Tabella 11: Z-Baum-Auswertung 6

6.2 Auswertung des verbleibenden Bestandes

Anschließend wurde die Auswertung des verbleibenden Bestandes durchgeführt. Hier wurde ebenfalls der mittlere BHD⁷⁵ und die mittlere Höhe beider Flächen berechnet. Folgend wurde

⁷⁵ Siehe Abkürzungsverzeichnis

ein Vergleich beider Flächen, jeweils mit Mittelwert des Brusthöhendurchmessers und der Höhe erstellt. Zusätzlich, um einen besseren Vergleich zu erzielen, wurden die jeweiligen Flächen in Z-Bäume und verbleibender Bestand gegliedert.

Zu erkennen ist in Tabelle 12 sehr deutlich, dass der verbleibende Bestand auf der flächigen Aufforstung einen wesentlich stärkeren BHD⁷⁶ aufweist als dieser der Truppaufforstung. Auch die Höhe variiert um fast einen Meter.

	Mittelwert von BHD ⁷⁷ (cm)	Mittelwert von Höhe (m)
Flächig	12,69	12,35
Trupp	9,02	11,14
Gesamtergebnis	10,41	11,60

Tabelle 12: Auswertung verbleibender Bestand 1

Der Vergleich beider Flächen in Tabelle 13 lässt ebenso deutlich erkennen, dass der BHD⁷⁸ und sowohl auch die Höhe der Z-Bäume und des verbleibenden Bestandes höher ist als bei der Truppaufforstung.

		Mittelwert von BHD ⁷⁹ (cm)	Mittelwert von Höhe
Flächig		12,69	12,35
	VN	12,64	12,31
	Z	13,19	12,79
Trupp		9,02	11,14
	VN	8,92	11,03
	Z	10,73	12,89
Gesamtergebnis		10,41	11,60

Tabelle 13: Auswertung verbleibender Bestand 2

⁷⁶ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁷⁷ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁷⁸ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁷⁹ Siehe Abkürzungsverzeichnis

6.3 Auswertung der Stammzahlen

Die Stammzahl der flächigen Aufforstung, wie auch diese der Truppaufforstung wurde auf einen Hektar hochgerechnet. Der Vergleich der beiden Flächen wird vereinfacht, wenn ein gemeinsames Maß vorhanden ist.

Der Vergleich (siehe Tabelle 14) lässt erkennen, dass für die Begründung der Truppaufforstung mehr Forstpflanzen benötigt werden. Auch die Bedränger auf der Truppaufforstung sind wesentlich mehr, wobei aber die Stammzahl der im Endbestand herrschenden Z-Bäume⁸⁰ deutlich geringer ist.

	Flächig	Trupp	Gesamtergebnis
B	10	286	296
VN	900	1100	2000
Z	90	64	154
Gesamtergebnis	1000	1450	2450

Tabelle 14: Auswertung verbleibender Bestand 3

6.4 Berechnung der Vorratsfestmeter

Die Vorratsfestmeter wurden auf einen Hektar hochgerechnet. Dazu wurden die Höhe und der BHD⁸¹ der Stämme benötigt und so das Volumen errechnet.

Die Vorratsfestmeter, welche beim Freistellen der Z-Bäume⁸² anfallen, sind bei der Truppaufforstung um ein vieles größer, wie Tabelle 15 zeigt. Auch der verbleibende Bestand und die Z-Bäume⁸³ der flächigen Aufforstung weisen ein höheres Volumen auf. Die Differenz beider Flächen ergibt ein Volumen von 16,18 Vfm⁸⁴, das heißt, dass bei der Begründungsmethode mittels Truppaufforstung um genau 16,18 Vfm⁸⁵ weniger an Vorrat vorhanden ist.

	Flächig	Trupp	Gesamtergebnis
B	0,13	9,23	9,36
VN	75,18	54,09	129,27
Z	8,18	3,99	12,17

⁸⁰ Zukunftsbaum

⁸¹ Brusthöhendurchmesser

⁸² Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁸³ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁸⁴ Vorratsfestmeter

⁸⁵ Siehe Abkürzungsverzeichnis

Gesamtergebnis	83,49	67,31	150,81
----------------	-------	-------	--------

Tabella 15: Berechnung der Vorratsfestmeter

6.5 Zuwachsberechnung

Lfd Nr.	Art	Code	BHD (cm)	Alter	Jährlicher Zuwachs	Umtriebszeit	BHD (cm) Umtriebszeit
9	Flächig	Z	10,9	13	0,84	80	67,08
18	Flächig	Z	16,1	13	1,24	80	99,08
32	Flächig	Z	17,6	13	1,35	80	108,31
42	Flächig	Z	11,8	13	0,91	80	72,62
53	Flächig	Z	14,3	13	1,10	80	88,00
56	Flächig	Z	11,9	13	0,92	80	73,23
67	Flächig	Z	11,7	13	0,90	80	72,00
81	Flächig	Z	14,3	13	1,10	80	88,00
90	Flächig	Z	10,1	13	0,78	80	62,15
101	Trupp	Z	11,5	12	0,96	80	76,67
123	Trupp	Z	10,9	12	0,91	80	72,27
143	Trupp	Z	13,4	12	1,12	80	89,33
163	Trupp	Z	12,5	12	1,04	80	83,33
187	Trupp	Z	9,2	12	0,77	80	61,33
210	Trupp	Z	8,5	12	0,71	80	56,67
233	Trupp	Z	10,5	12	0,88	80	70,00
258	Trupp	Z	9,8	12	0,82	80	65,33
281	Trupp	Z	10,3	12	0,86	80	68,67

Tabella 16: Zuwachsberechnung

In der Tabelle 16 sieht man die Zuwachsberechnung der Roteiche. Der Zuwachs wurde auf die Umtriebszeit aufgerechnet. Die Umtriebszeit beträgt bei der Roteiche 80 Jahre. Nach der Umtriebszeit werden circa 70 Z-Bäume⁸⁶ pro Hektar angestrebt. Diese Z-Bäume⁸⁷ sollten eine astfreie Schaftlänge von acht Metern haben. Die acht Meter ergeben sich daraus, dass die astfreie Länge rund 25 % der zu erwartende Endbaumhöhe sein sollt. Das heißt, dass der Endbaum eine Höhe von circa 32 Meter erreichen sollte. Der Zieldurchmesser bei den Z- Bäumen⁸⁸ beträgt 70 cm BHD⁸⁹, somit muss der durchschnittliche Abstand der Z-Bäume⁹⁰ 13 Meter sein. Für den BHD⁹¹ nach der Umtriebszeit musste man zuerst den jährlichen Zuwachs berechnen. Dieser wurde wie folgt berechnet: $BHD^{92} \text{ (cm)} / \text{Alter} = \text{jährlicher}$

⁸⁶ Zukunftsbaum

⁸⁷ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁸⁸ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁸⁹ Brusthöhendurchmesser

⁹⁰ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁹¹ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁹² Siehe Abkürzungsverzeichnis

Zuwachs. Mit dem jährlichen Zuwachs wurde dann der BHD⁹³ (cm) zur Umtriebszeit berechnet. Dieser wurde wie folgt berechnet: jährlicher Zuwachs * Umtriebszeit = BHD⁹⁴ zur Umtriebszeit.

6.6 Kostenkalkulation

6.6.1 Aufforstungsdaten und Ziel der Aufforstung

Aufgeforstet wurden die beiden Flächen (siehe Tabelle 17) in den Jahren 2007 und 2008, dazu benötigte man insgesamt 435 Forstpflanzen, welche in 185 Pflanzen für die flächige Aufforstung und 250 Pflanzen für die Truppaufforstung aufgeteilt wurden. Die flächige Aufforstung wurde in einem 3 x 3 Meter Verband gepflanzt und die Trupps wurden je 13 Meter voneinander angelegt, in welchem je 25 Stück Forstpflanzen in einem 1 x 1 Meter Verband gepflanzt wurden. Zusätzlich wurden beide Aufforstungen geschützt, wobei die flächige Aufforstung mit einem Einzelschutz und die Truppaufforstung mit einem Zaun mit rund 171 Laufmetern geschützt wurde. Der Erhebungstrakt beider Aufforstungen weist einen Unterschied von 0,04 ha auf, dabei ist die Truppaufforstung um diese 0,04 ha größer. Die IST-Aufforstung vor Ort entspricht den Forstpflanzen, welche auch vor einigen Jahren aufgeforstet wurden.

	Flächige Aufforstung	Trupp Aufforstung
Aufforstung	2007	2008
Stück	185	250
Aufforstung	3x3m	13 Meter Abstand der Trupps 25 Stück 1 x 1m
Fläche	0,21	0,15
Schutz	Einzelschutz	Zaun circa 171 lfm
Erhebungstrakt	0,1	0,14
IST Aufforstung v. Ort	185	250

Tabelle 17: Aufforstungsdaten

⁹³ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁹⁴ Siehe Abkürzungsverzeichnis

Ziel der Aufforstung (Tabelle 18) ist ein Endbestand von 70 Stämmen. Diese sollen eine astfreie Schaftlänge von 8 Metern und eine Brusthöhendurchmesser von 70 cm aufweisen. Weiters sollen am Hektar 335, 50 Vfm⁹⁵ anfallen, was bedeutet, dass ein Baum jeweils 4,79 Vfm⁹⁶ haben muss. Anfallen soll ein Wertholzvolumen von 166,60 fm⁹⁷. Das würde wiederum bedeuten, dass ein Stamm 2,38 fm⁹⁸ aufweisen muss. Die Erlöse variieren zwischen 115-280 €/fm⁹⁹. Diese Preise stammen von der Submission in Slowenien aus dem Jahr 2020.

Ziel	Werte	Anmerkungen
Anzahl Z-Bäume/ha	70	
Astfreie Schaftlänge (m)	8	
BHD (cm)	70	
Vfm/ha	335,30	4,79 Vfm pro Z-Stamm
Wertholzvolumen (fm i. R)	166,60	2,38 Fm i. R pro Stamm (Ausbauchungszahl 88; 70 cm BHD, astfreie Stammlänge 8 m)
Erlöse Euro/fm	115-280	laut Submission Slowenien 2020

Tabelle 18: Ziel der Aufforstung

6.6.2 Aufforstungskosten

Angenommen wurde bei der Kalkulation (siehe Tabelle 19), dass die Arbeiten von einem Forstfacharbeiter durchgeführt wurden. Dieser hat einen Stundensatz von 30 €. Die Kosten der Forstpflanzen waren in den beiden Jahren unterschiedlich, wobei die flächige Aufforstung mit 94 Cent pro Forstpflanze kalkuliert wurde und die Truppaufforstung mit 95 Cent. In einer Stunde setzt der Forstarbeiter 15 Stück Forstpflanzen, wobei das Setzen 2 € pro Forstpflanze ausmacht. Somit betragen die Gesamtkosten für Forstpflanze und Setzen 2,94 € beziehungsweise 2,95 € pro Pflanze. Die Kosten des Einzelschutzes betragen 2,50 € pro Stück und das Anbringen auf der Fläche kostet 1 € pro Stück. Es wurde angenommen, dass der Forstarbeiter 30 Stück pro Stunde schafft. Zusätzlich betragen die Kosten des Entfernens des

⁹⁵ Vorratsfestmeter

⁹⁶ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁹⁷ Festmeter

⁹⁸ Siehe Abkürzungsverzeichnis

⁹⁹ Siehe Abkürzungsverzeichnis

Einzelschutzes 60 Cent pro Stück. Die Kosten des Zauns betragen 6,50 € pro Laufmeter, inkludiert sind hier das Material sowie die Arbeitszeit. Beim Abbau wurde angenommen, dass der Forstfacharbeiter 50 Laufmeter pro Stunde abbauen kann, das wären auf den Hektar bezogen acht Stunden. Für die Kulturpflege wird ein Aufwand von 30 Stunden pro Hektar angenommen. Für den Formschnitt, die Astung und das Entfernen der Bedränger werden 10 h/ha und 300 €/ha kalkuliert. Weiters wird angenommen, dass ein Forstfacharbeiter bei einer Durchforstung 0,25 Hektar in einer Stunde schafft und dabei einen Stundenlohn von 120 €/ha anfällt. Zusätzlich fallen noch Kosten für die Motorsäge an, diese betragen 5 € pro Maschinenarbeitsstunde und somit 20 € pro Hektar.

Die Vornutzungserlöse fallen in diesem Fall sehr gering aus, da die entnommenen Bedränger meist auf der Fläche verbleiben. Jedoch kann auch der Fall sein, dass sogenannte Selbstwerber die gefällten Bedränger kaufen und sich diese selbst aus der Fläche holen, um Brennholz zu erzielen. Dabei belaufen sich die Kosten auf circa 15 € pro Raummeter Brennholz. Pro Durchforstung werden circa 15 fm entnommen, wobei der Anteil von der ersten bis zur letzten Durchforstung steigt. Vorerst werden weniger als 15 fm entnommen und letzten Endes sollen es circa 15 fm sein, die entnommen werden. Auch werden die Vornutzungserlöse voraussichtlich nur bei der flächigen Aufforstung zu erwarten, da bei den Truppaufforstung die Maßnahmen im Idealfall kostendeckend sind.

Kalkulationsgrundlagen				
Preise	Forstfacharbeiter	30		
	Forstpflanzen			
	2007 (flächig)	0,94	2,94	€/Stk.
	2008 (Trupp)	0,95	2,95	€/Stk.
	Setzen 15 Stk./h	2		
	Einzelschutz			
	Material	2,5		
	Arbeit 30 Stk./h	1	3,5	€/Stk.
	Entfernen des Einzelschutzes 50 Stk./h		0,6	€/Stk.
	Zaun			
	Material plus Arbeit		6,5	€/lfm
	Abbau 50 lfm/Std.		30	€/Std.

	Kulturpflege			
	30 h/ha		900	€/ha
	Laubholzpflege			
	Formschnitt, Astung, Bedränger 10 h/ha		300	€/ha
	Durchforstung			
	0,25 ha/ha		120	€/ha
	MS 5€/MAS		20	€/ha
	Erlöse Durchforstung 15 fm/Eingriff		45	Fm
	Vornutzungserlöse Brennholz		15	€/rmm

Tabelle 19: Kalkulationsgrundlagen

Bei einer Menge von 880 Forstpflanzen ergeben sich Kosten von 827,20 € für die Forstpflanzen, 1.760 € für das Setzen der Pflanzen und 3.080 € für den Einzelschutz. In Summe mit den anderen Kosten ergibt das Gesamtkosten von 11.115,20 € am Hektar. (siehe Tabelle 20)

Nimmt man an, dass in Summe drei Durchforstungen durchgeführt werden und die Entnahme stetig langsam steigt, so kommt man auf Vornutzungserlöse von 555 €. (siehe Tabelle 21)

Berechnet man zu diesem Zeitpunkt die Differenz von Erlösen und Kosten, so wäre die Aufforstung nicht kostendeckend und das Minus beläuft sich auf 10.560,20 €. (siehe Tabelle 22)

flächige Aufforstung		
	Menge	Kosten
Forstpflanzen	880	827,20 €
Setzen	880	1 760,00 €
Einzelschutz	880	3 080,00 €
Entfernung Einzelschutz	880	528,00 €
Kulturpflege 2x/Jahr (2 Jahre)		3 600,00€
Laubholzpflege bisher (2x)		600,00 €

Laubholzpflege künftig (1x)		300,00 €
Durchforstungen künftig (3x)		420,00 €
Summe ha		<u>11 115,20 €</u>

Tabelle 20: Kalkulation flächige Aufforstung

Vornutzungserlöse		
	Menge in fm	Erlöse
Durchforstung Brennholz	10	150,00 €
	12	180,00 €
	15	225,00 €
Summe Erlöse		<u>555,00 €</u>

Tabelle 21: Vornutzungserlöse flächige Aufforstung

Erlöse vor Endnutzung	
Erlöse - Kosten	-10 560,20 €

Tabelle 22: Erlöse vor Endnutzung flächige Aufforstung

Bei einer Menge von 1.670 Forstpflanzen und den restlichen zusätzlichen Kosten, belaufen sich die Gesamtkosten am Hektar auf 12.686,50 €. (siehe Tabelle 23)

Die Vornutzungserlöse sind ident mit diesen der flächigen Aufforstung, da diese gleich angenommen wurden. Bei der Berechnung der Differenz, kommt man auf ein Minus von 12.131,50 €. (siehe Tabelle 25)

Truppaufforstung		
	Menge	Kosten
Forstpflanzen	1670	1 586,50 €
Setzen	1670	3 340,00 €

Zaun	400	2 600,00 €
Abbau Zaun		240,00 €
Kulturpflege 2x/Jahr (2Jahre)		3 600,00 €
Laubholzpflege bisher (2x)		600,00 €
Laubholzpflege künftig (1x)		300,00 €
Durchforstungen künftig (3x)		420,00 €
Summe ha		<u>12 686,50 €</u>

Tabella 23: Kalkulation Truppaufforstung

Vornutzungserlöse		
	Menge in fm	Erlöse
Durchforstung (Brennholz)	10	150,00 €
	12	180,00 €
	15	225,00 €
Summe Erlöse		<u>555,00 €</u>

Tabella 24: Vornutzungserlöse Truppaufforstung

Erlöse vor Endnutzung	
Erlöse - Kosten	-12 131,50 €

Tabella 25: Erlöse vor Endnutzung Truppaufforstung

Gewünscht ist ein Endbestand mit 70 Stämmen und eine astfreie Schaflänge von 8 m sowie ein BHD¹⁰⁰ von 70 cm. Das gewünschte Wertholzvolumen beläuft sich auf 166,6 fm. Die Preise von diesen Stämmen belaufen sich auf 115-280 €/fm. Angenommen wurde bei der Berechnung ein Durchschnittspreis von 230 €/fm. Multipliziert wird dieser mit dem gewünschten Wertholzvolumen. Somit beträgt der gewünschte Erlöse 38.318 €. (siehe Tabelle 26)

Gewünschte Erlöse im Endbestand	
Gewünschtes Wertholzvolumen	166,6 fm
Erlöse/fm	115-280 €/fm
angenommener Durchschnittspreis	230 €/fm
Gewünschter Erlös	<u>38 318,00 €</u>

Tabelle 26: gewünschte Erlöse im Endbestand

Die Erlöse, die am Ende der Wertholzproduktion eingenommen werden, werden berechnet. Der Deckungsbeitrag zeigt die Erlöse, welche sich schlussendlich aus der Wertholzproduktion der Roteiche ergeben. Bei der Deckungsbeitragsberechnung werden die Vornutzungserlöse nicht berücksichtigt, da diese höchstwahrscheinlich nicht anfallen werden, da die Bedränger als Totholz im Bestand verbleiben. Dazu wird der Deckungsbeitrag 1, ergibt sich aus Holzerlöse – Holzerntekosten, errechnet. Als Holzerlös wird der gewünschte Erlös angenommen. Es müssen Preise für die Fällung und Bringung angenommen werden. Angenommen wird, dass Kosten in einer Höhe von 1.500 € für die Holzernte anfallen. Daraus ergibt sich ein holzerntekostenfreier Erlös von 36.818,00 € (siehe Tabelle 27). Aus dem Deckungsbeitrag 3 ergeben sich Erlösen von 25.702,80 € bei der flächigen Aufforstung und Erlöse in der Höhe von 24.131,50 € bei der Truppaufforstung. (siehe Tabelle 28 und Tabelle 29)

Zu erkennen ist, dass die Erlöse, die durch die flächige Aufforstung anfallen höher sind als diese der Truppaufforstung. (siehe Tabelle 28)

¹⁰⁰ Siehe Abkürzungsverzeichnis

Deckungsbeitrag 1	
Holzerlöse	38 318,00 €
minus	
Holzerntekosten	1 500,00€
Holzerntekostenfreier Erlös	<u>36 818,00 €</u>

Tabella 27: DB 1 Holzerntekostenfreier Erlös

Deckungsbeitrag 3 flächige Aufforstung	
Holzerntekostenfreier Erlös	36 818,00 €
minus	
waldbauliche Kosten flächige Aufforstung	11 115,20 €
Erlös	<u>25 702,80 €</u>

Tabella 28: DB 3 flächige Aufforstung

Deckungsbeitrag 3 Truppauaufforstung	
Holzerntekostenfreier Erlös	36 818,00 €
minus	
Waldbauliche Kosten flächige Aufforstung	12 686,50 €
	<u>24 131,50 €</u>

Tabella 29: DB 3 Truppauaufforstung

7 Ergebnisse

Die Arbeit zeigt, dass zwar die Truppaufforstung teurer ist, alle andere Faktoren sind jedoch geringer. Zu diesen Faktoren zählen die Vorratsfestmeter, die Höhe, der BHD¹⁰¹, die soziale Stellung usw. Die Auswertung der Daten bezieht sich auf den aktuellen Zeitpunkt. Das heißt, die Truppaufforstung wäre somit schlechter für die Produktion von Roteichenwertholz. Auch die Kostenkalkulation zeigte, dass die Truppaufforstung um einiges teurer ist, als die flächige Aufforstung. Auch die Erlöse, die schlussendlich übrigbleiben sollten, sind bei der flächigen Aufforstung höher.

Es ist jedoch schwierig zu sagen, welche der beiden Aufforstungsdaten die Bessere für die Wertholzproduktion darstellt. Da die einzelnen Bestände noch relativ jung sind ist es nicht einfach eine Aussage zu treffen. Durch das junge Alter beider Bestände sind die Daten der Aufnahmen und folgend die Auswertung relativ gleich. Es zeigen sich fast keine Unterschiede. Vermutet wird, dass sich die Unterschiede mit der Zeit ergeben werden. Im höheren Alter werden die Unterschiede der beiden Flächen größer werden. Somit ist es im späteren Alter sinnvoll, nochmals eine Aufnahme der Bestände durchzuführen und auszuwerten. Dann wird es möglich sein, eine aussagekräftigere Beurteilung bezogen auf die Wertholzproduktion vorzunehmen.

Eines ist jedoch auch in dieser Altersphase feststellbar. Die Truppaufforstung ist um einiges arbeitsaufwändiger und aus diesem Grund auch teurer. Dies wurde durch die Deckungsbeitragsrechnung ersichtlich.

¹⁰¹ Siehe Abkürzungsverzeichnis

8 Diskussion

Abschließend resümieren die Verfasser ihre Erfahrungen, die sie während der Erstellung der vorliegenden Arbeit gemacht haben.

Auf Empfehlung der Betreuerin Frau Prof. Poier wandten sich die Verfasser der vorliegenden Arbeit anfänglich an das Land Kärnten, um das Thema der gegenständlichen Diplomarbeit festlegen zu können. Nach einem Gespräch mit dem Forstverantwortlichen Thomas Brandner, einigten sich die Verfasser rasch auf das interessante Thema der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit der Roteiche.

Im Februar 2020 begannen die Verfasser mit den Vorarbeiten für die Diplomarbeit. Zunächst erhoben sie die Daten mittels Vollaufnahme. Die Aufnahme der Daten war zwar erfolgreich möglich, die Verfasser stellten aber nach Abschluss der Datenerhebung fest, dass die Höhengaufnahme mit dem Vertex-Höhenmesser nicht die effizienteste Lösung gewesen war. Vielmehr kamen sie zur Erkenntnis, dass es vor Beginn der Vorarbeiten sinnvoll gewesen wäre, sich einen Überblick über die Vor- und Nachteile sowie die empfohlenen Anwendungsgebiete verschiedener Höhenmesser zu verschaffen. Damit wären die Verfasser mit den Messungen rascher und effektiver gewesen.

Die erhobenen Daten übertrugen die Verfasser im Anschluss für Berechnungen in das Computerprogramm Excel. Wenn auch letztlich sinnvolle Ergebnisse gewonnen werden konnten, erlangten die Verfasser auch bei diesen Arbeitsschritten die Erkenntnis, dass es sinnvoll gewesen wäre, sich vorab genauer mit diesem Werkzeug auseinander zu setzen. Denn auch hier stellten die Verfasser erst am Ende fest, dass sie sich viel Zeit erspart hätten, da es einige Excel Befehle gibt, die manuelle Rechenschritte erspart hätten. So hätte auch die Berechnung des Durchmesser nach 80 Jahren einfacher und präziser durchgeführt werden können. Denn die errechneten Ergebnisse zeigen lediglich den Zuwachs des Durchmesser, wenn der Baum jährlich einen exakt gleichen Zuwachs hat. Da gerade das aber bei der Roteiche, nicht der Fall ist, ist diese Berechnung rein theoretisch. In der Praxis erfolgt der Zuwachs des Durchmesser anfangs jährlich schneller, später, aber langsamer. Deswegen ist das Enddurchmesser Ergebnis der vorliegenden Arbeit höher, als es in der Realität der Fall wäre. Hätten wir uns bereits anfänglich mit Formelberechnungen auseinandergesetzt, wären exaktere Berechnungen möglich gewesen.

Abschließend verglichen die Verfasser die Ergebnisse der Truppaufforstung mit der flächigen Aufforstung. Dabei kamen sie zum Schluss, dass sich im untersuchten Altersstadium der Roteichen keine wesentlichen Unterschiede feststellen lassen. Sinnvoller wäre es demnach, die Untersuchungen in einem späteren Altersstadium zu machen, um zu wirtschaftlich aussagekräftigeren Ergebnissen zu kommen.

9 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
€/fm	Euro pro Festmeter
Ae-Horizont	Eluvialhorizont
Ah-Horizont	Humoser Oberboden
A-Horizont	Oberboden
AMM	Atro-Tonne, mit Rinde geliefert, Volumen inkl. Rinde
BHD	Brusthöhendurchmesser
Bh-Horizont	Mit Humusstoffen angereicherter Unterboden
Bs-Horizont	mit Sequioxiden angereicherter Unterboden
Bv-Horizont	Verbraunter Unterboden
C	Grundgestein
cm	Centimeter
fm	Festmeter
FMO	Festmeter, mit Rinde geliefert, Volumen ohne Rinde
FOO	Festmeter, ohne Rinde geliefert
g/cm ²	Gramm pro Quadratcentimeter
ha	Hektar
KD 1 (m)	Kronendurchmesser 1
KD 2 (m)	Kronendurchmesser 2
lfm	Laufmeter
P-Horizont	Stauzone

PKA (m)	Jener Punkt am Stamm, wo der tiefstgelegene Ast entspringt, welcher der aktiven Krone zuzuordnen ist.
RMM	Raummeter, mit Rinde geliefert, Volumen inkl. Rinde
RMO	Raummeter, mit Rinde geliefert, Volumen ohne Rinde
ROO	Raummeter, ohne Rinde geliefert
Sd	Wasserstauender Horizont
SRM	Schüttraummeter
Sw-Horizont	Wasserleitender Horizont
Vfm	Vorratsfestmeter
Vfm/ha	Vorratsfestmeter pro Hektar
Z-Baum	Zukunftsbaum

10 Literaturverzeichnis

- Berger, M. (2017). Roteiche. Abgerufen am 28. 12 2020
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, H. (2007). *Boden des Jahres 2007*. Abgerufen am 8. 04 2021 von www.bgr.bund.de:https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Produkte/Karten/Downloads/Flyer_Podsol.pdf;jsessionid=BECF638791CF75CD45F30428881DC0FA.1_cid321?__blob=publicationFile&v=2
- Burkardt, K. (17. 01 2018). *Kurzportrait Roteiche (Quercus rubra L.)*. Abgerufen am 16. 11 2020 von www.waldwissen.net:https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/kurzportrait-roteiche-quercus-rubra-l
- Grube. (2021). *Grube*. Abgerufen am 25. 3 2021 von <https://www.grube.at/durchmesser-glasfaserbandmass-84-513/>
- Isopp, A. (2016). *Waldbewirtschaftung in Zeiten des Klimawandels*. Abgerufen am 04. 09 2020 von www.proholz.at:https://www.proholz.at/zuschnitt/64/waldbewirtschaftung-in-zeiten-des-klimawandels
- Kleinszig, G. (2007). Lageplan. Abgerufen am 18. 02 2020
- Klemmt, H.-J., Neubert, M., & Falk, W. (2013). *Der Wachstum der Roteiche im Vergleich zu den heimischen Eichen*. Abgerufen am 02. 12 2020 von www.lwf.bayern.de:http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau/dateien/a97_das_wachstum_der_roteiche_im_vergleich_zu_den_einheimischen_eichen_bf_gesch.pdf
- Kugler, M. (kein Datum). Forstvermessung und Forsteinrichtung. *Forstvermessung und Forsteinrichtung*. Abgerufen am 20. 03 2021
- Österreich, L. (2021). *Preistabelle März 2021*. Abgerufen am 18. 03 2021 von <https://www.waldverband.at/wp-content/uploads/2021/03/Preistabelle-M%C3%A4rz-2021.pdf>
- Reh, M. (2015). *Bildatlas Waldbodentyp*. Abgerufen am 12. 10 2020 von [www.ooe.lko.at:https://www.google.at/search?ei=inOEX6npLIT2qwHW94nwDA&q=Semipodsol&oq=Semipodsol&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwA1AAWABgx-EDaAFwAHgAgAEAiAEAkGEmAEAgqEHZ3dzLXdpesgBCMABAQ](http://www.ooe.lko.at:https://www.google.at/search?ei=inOEX6npLIT2qwHW94nwDA&q=Semipodsol&oq=Semipodsol&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwAzIHCAAQRxCwA1AAWABgx-EDaAFwAHgAgAEAiAEAkGEmAEAgqEHZ3dzLXdpesgBCMABAQ)
- Schmitz, P. (kein Datum). Bodentypen Österreichs. *Bodentypen Österreichs*. Abgerufen am 20. 03 2021
- Spies, S. (2020). Roteiche Aufforstung. Abgerufen am 28. 12 2020
- Steiner, C. (1998). Ein klimasensitives statisches Modell zur Beurteilung der Baumarteneignung. Abgerufen am 11. 09 2020

11 Quellenverzeichnis

<https://www.grube.at/durchmesser-glasfaserbandmass-84-513/>

<https://www.proholz.at/zuschnitt/64/waldbewirtschaftung-in-zeiten-des-klimawandels>

[file:///C:/Users/riegl_000/Downloads/Bodentypen_20_04_2015_mail%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/riegl_000/Downloads/Bodentypen_20_04_2015_mail%20(2).pdf)

<https://www.waldverband.at/wp-content/uploads/2021/03/Preistabelle-M%C3%A4rz-2021.pdf>

<https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/kurzportrait-roteiche-quercus-rubra-l>

http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau/dateien/a97_das_wachstum_der_roteiche_im_vergleich_zu_den_einheimischen_eichen_bf_gesch.pdf

[Durchmesser-Glasfaserbandmaß | Maßbänder | Vermessungstechnik | Forst | Grube AT](#)

https://w.grube.at/hagloef-baumhoeohenmesser-vertex-v-komplettset-80-158/?number=80-158&gclid=Cj0KCQjwmcWDBhCOARIsALgJ2Qdhiel2P6xspFQC20dMhGIRn0dQXpdAji7Qp58sYXg85UMqHyYb5woaAjmEEALw_wcB

<https://www.grube.at/wyssen-universal-kompass-mi-4007-81-154/>

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Roteichenblatt (Berger, 2017)	5
Abbildung 2: Knospe der Roteiche (Berger, 2017).....	6
Abbildung 3: Frucht der Roteiche (Berger, 2017)	6
Abbildung 4: Braunerde (Reh, 2015).....	14
Abbildung 5: Podsol (Reh, 2015)	15
Abbildung 6: Semipodsol (Reh, 2015)	16
Abbildung 7: Pseudogley (Reh, 2015)	17
Abbildung 8: Rendzina (Reh, 2015)	18
Abbildung 9: Auboden (Reh, 2015)	19
Abbildung 10: Vertex Höhenmesser Set (Grube, 2021).....	21
Abbildung 11: Wyssenkompass (Grube, 2021)	22
Abbildung 12: PI-Maßband (Grube, 2021)	22
Abbildung 13: Roteiche, Flächige Aufforstung (Spies, 2020).....	23
Abbildung 14: Roteiche, Truppauaufforstung (Spies, 2020).....	24
Abbildung 15: Roteiche, Z-Baum (Spies, 2020)	24
Abbildung 16: Wolschartwald 1 (Kleinszig, 2007).....	25
Abbildung 17: Wolschartwald 2 (Kleinszig, 2007).....	25

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stammholz Eiche, frei Straße, pro fm-Preis in €.....	10
Tabelle 2: Energieholz Nettopreise frei Straße	12
Tabelle 3: aufgenommene Kriterien jedes Baumes	27
Tabelle 4: zusätzlich aufgenommene Kriterien der Z-Bäume	27
Tabelle 5: Erklärung Aufnahmeformular	28
Tabelle 6: Z-Baum Auswertung 1	30
Tabelle 7: Z-Baum-Auswertung 2	30
Tabelle 8: Z-Baum-Auswertung 3	30
Tabelle 9: Z-Baum-Auswertung 4	31
Tabelle 10: Z-Baum-Auswertung 5	31
Tabelle 11: Z-Baum-Auswertung 6	31
Tabelle 12: Auswertung verbleibender Bestand 1	32
Tabelle 13: Auswertung verbleibender Bestand 2	32
Tabelle 14: Auswertung verbleibender Bestand 3	33
Tabelle 15: Berechnung der Vorratsfestmeter	34
Tabelle 16: Zuwachsberechnung.....	34
Tabelle 17: Aufforstungsdaten	35
Tabelle 18: Ziel der Aufforstung.....	36
Tabelle 19: Kalkulationsgrundlagen	38
Tabelle 20: Kalkulation flächige Aufforstung	39
Tabelle 21: Vornutzungserlöse flächige Aufforstung.....	39
Tabelle 22: Erlöse vor Endnutzung flächige Aufforstung	39
Tabelle 23: Kalkulation Truppaaufforstung.....	40
Tabelle 24: Vornutzungserlöse Truppaaufforstung	40
Tabelle 25: Erlöse vor Endnutzung Truppaaufforstung	40
Tabelle 26: gewünschte Erlöse im Endbestand.....	41
Tabelle 27: DB 1 Holzerntekostenfreier Erlös	42
Tabelle 28: DB 3 flächige Aufforstung.....	42
Tabelle 29: DB 3 Truppaaufforstung	42

14 Anhang

Aufnahmen Flächige Aufforstung:

Reihe 1:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
1	Roteiche	VN	1	16,0	12,9
2	Roteiche	VN	1	15,2	14,0
3	Roteiche	VN	1	14,7	12,8
4	Roteiche	VN	2	11,8	13,0
5	Roteiche	VN	3	9,7	12,0
6	Roteiche	VN	1	14,3	12,6
7	Roteiche	VN	1	12,5	13,4
8	Roteiche	VN	1	12,3	12,5
9	Roteiche	Z	2	10,9	11,3
10	Roteiche	VN	3	8,3	9,3

Reihe 2:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
11	Roteiche	VN	1	14,4	12,6
12	Roteiche	VN	1	13,4	12,1
13	Roteiche	VN	1	14,8	11,2
14	Roteiche	VN	1	14,2	12,6
15	Roteiche	VN	3	9,0	9,2
16	Roteiche	VN	2	12,7	12,1
17	Roteiche	VN	2	10,7	11,6

18	Roteiche	Z	1	16,1	14,1
----	----------	---	---	------	------

Reihe 3:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
19	Roteiche	VN	1	12,5	11,8
20	Roteiche	VN	2	10,5	12,2
21	Roteiche	VN	1	13,9	12,8
22	Roteiche	VN	1	13,0	12,3
23	Roteiche	VN	4	6,1	4,7
24	Roteiche	VN	1	12,6	12,1
25	Roteiche	VN	2	11,9	11,6
26	Roteiche	VN	1	20,2	13,3
27	Roteiche	VN	3	9,0	8,1

Reihe 4:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
28	Roteiche	VN	5	6,0	7,4
29	Roteiche	VN	2	12,1	10,9
30	Roteiche	VN	2	11,4	11,7
31	Roteiche	VN	1	16,0	13,9
32	Roteiche	Z	1	17,6	14,2
33	Roteiche	VN	1	13,9	13,2
34	Roteiche	VN	1	13,8	12,6

35	Roteiche	VN	1	13,4	14,5
36	Roteiche	VN	2	12,3	14,2

Reihe 5:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
37	Roteiche	VN	1	14,0	14,4
38	Roteiche	VN	2	11,2	10,4
39	Roteiche	VN	2	11,1	13,2
40	Roteiche	VN	1	13,7	12,5
41	Roteiche	Z	2	11,7	12,6
42	Roteiche	VN	2	11,8	12,5
43	Roteiche	VN	3	9,9	10,5

Reihe 6:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
44	Roteiche	VN	2	12,0	12,0
45	Roteiche	VN	1	15,9	12,6
46	Roteiche	VN	2	11,9	11,3
47	Roteiche	VN	1	18,4	14,8
48	Roteiche	VN	2	11,3	13,1
49	Roteiche	VN	1	18,3	14,5
50	Roteiche	VN	2	10,1	11,2
51	Roteiche	VN	1	12,8	11,7

52	Roteiche	VN	1	15,7	11,0
53	Roteiche	Z	1	14,3	12,2

Reihe 7:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
54	Roteiche	VN	2	11,8	12,7
55	Roteiche	VN	2	10,5	11,3
56	Roteiche	Z	2	11,9	13,2
57	Roteiche	VN	1	15,0	14,9
58	Roteiche	VN	1	15,4	14,6
59	Roteiche	VN	1	15,5	14,6
60	Roteiche	VN	2	12,3	13,8
61	Roteiche	VN	1	13,6	14,4
62	Roteiche	VN	2	10,3	11,8

Reihe 8:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
63	Roteiche	VN	1	13,8	14,2
64	Roteiche	VN	2	11,6	13,2
65	Roteiche	VN	1	12,6	12,6
66	Roteiche	VN	3	9,5	9,6
67	Roteiche	Z	2	11,7	13,0
68	Roteiche	VN	4	8,9	12,4

69	Roteiche	VN	1	14,3	13,2
70	Roteiche	VN	1	13,3	13,9
71	Roteiche	VN	1	14,5	12,0
72	Roteiche	VN	2	9,7	11,2
73	Roteiche	VN	1	14,8	12,0

Reihe 9:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
74	Roteiche	VN	4	8,7	9,8
75	Roteiche	VN	3	9,1	10,4
76	Roteiche	VN	2	12,3	12,8
77	Roteiche	VN	1	14,4	13,1
78	Roteiche	VN	2	12,3	12,8
79	Roteiche	VN	2	11,2	11,6
80	Roteiche	VN	2	10,4	10,9
81	Roteiche	Z	1	14,3	13,0

Reihe 10:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
82	Roteiche	VN	1	13,4	11,7
83	Roteiche	VN	1	13,5	13,3
84	Roteiche	VN	2	12	12,3
85	Roteiche	VN	2	11,4	13,0

86	Roteiche	VN	1	17,4	15,5
87	Roteiche	VN	1	16,7	14,2
88	Roteiche	VN	1	16,4	14,0
89	Roteiche	B	/	12,5	2,0
90	Roteiche	Z	2	10,1	11,6

Reihe 11:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
91	Roteiche	VN	1	14,1	11,3
92	Roteiche	VN	2	11,3	11,5
93	Roteiche	VN	2	10,3	11,3
94	Roteiche	VN	1	12,8	13,6
95	Roteiche	VN	1	13,1	13,7
96	Roteiche	VN	1	13,1	13,9
97	Roteiche	VN	2	11,0	11,6
98	Roteiche	VN	2	11,9	12,1
99	Roteiche	VN	1	13,6	13,8
100	Roteiche	VN	3	9,7	10,7

Aufnahmen Truppaufforstung:

Trupp 1:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
101	Roteiche	Z	2	11,5	12,3
102	Roteiche	VN	2	10,4	11,4
103	Roteiche	VN	2	11,2	12,9
104	Roteiche	VN	5	6,5	6,6
105	Roteiche	VN	2	12,3	12,0
106	Roteiche	VN	2	10,7	12,0
107	Roteiche	VN	2	10,2	13,1
108	Roteiche	VN	4	8,8	11,3
109	Roteiche	VN	4	7,0	11,8
110	Roteiche	VN	5	4,1	5,5
111	Roteiche	B	/	14,7	2,0
112	Roteiche	VN	3	9,6	11,8
113	Roteiche	VN	4	7,2	11,1
114	Roteiche	VN	4	8,5	10,1
115	Roteiche	B	/	7,3	2,0
116	Roteiche	B	/	7,3	2,0
117	Roteiche	B	/	7,7	2,0
118	Roteiche	VN	5	6,3	10,1
119	Roteiche	VN	3	9,3	10,5
120	Roteiche	VN	3	9,4	11,5
121	Roteiche	VN	4	7,1	10,6
122	Roteiche	VN	3	7,9	11,6

Trupp 2:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
123	Roteiche	Z	2	10,9	12,7
124	Roteiche	VN	2	10,4	13,0
125	Roteiche	VN	2	11,2	10,9
126	Roteiche	VN	2	10,2	11,1
127	Roteiche	VN	5	4,8	8,7
128	Roteiche	B	/	6,1	2,0
129	Roteiche	B	/	7,5	2,0
130	Roteiche	B	/	7,4	2,0
131	Roteiche	VN	3	9,8	10,6
132	Roteiche	VN	4	7,4	11,6
133	Roteiche	VN	4	7,0	10,6
134	Roteiche	VN	3	9,2	10,7
135	Roteiche	VN	3	8,0	10,0
136	Roteiche	VN	3	8,9	10,5

137	Roteiche	VN	2	10,2	10,4
138	Roteiche	VN	3	9,6	9,9
139	Roteiche	VN	4	6,1	7,8
140	Roteiche	VN	3	9,1	10,0
141	Roteiche	VN	4	5,6	8,9
142	Roteiche	VN	2	10,4	10,6

Trupp 3:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
143	Roteiche	Z	1	13,4	13,7
144	Roteiche	VN	5	5,6	7,6
145	Roteiche	VN	3	9,9	12,3
146	Roteiche	VN	4	5,8	8,5
147	Roteiche	VN	2	11,3	11,6
148	Roteiche	VN	5	3,5	4,2
149	Roteiche	B	/	11,2	2,0
150	Roteiche	B	/	8,7	2,0
151	Roteiche	B	/	10,5	2,0
152	Roteiche	VN	4	5,8	9,0
153	Roteiche	VN	2	11,7	11,6
154	Roteiche	VN	2	11,6	13,0
155	Roteiche	VN	4	6,5	12,2
156	Roteiche	VN	2	11,4	12,6
157	Roteiche	VN	2	11,2	12,0
158	Roteiche	VN	3	7,9	12,1
159	Roteiche	VN	1	12,3	12,4
160	Roteiche	VN	1	14,6	13,5
161	Roteiche	VN	4	6,6	9,7
162	Roteiche	VN	2	11,4	12,8

Trupp 4:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
163	Roteiche	Z	1	12,5	13,4
164	Roteiche	VN	3	7,4	10,7
165	Roteiche	VN	2	10,1	10,0
166	Roteiche	VN	2	10,0	10,8
167	Roteiche	VN	3	6,6	11,6
168	Roteiche	VN	2	12,0	12,8
169	Roteiche	VN	2	11,1	13,2
170	Roteiche	VN	4	4,9	7,2
171	Roteiche	VN	2	11,7	12,6

172	Roteiche	VN	2	10,1	13,0
173	Roteiche	VN	3	9,8	13,1
174	Roteiche	VN	2	10,2	12,7
175	Roteiche	VN	3	8,9	11,6
176	Roteiche	VN	2	11,2	11,9
177	Roteiche	VN	3	8,9	12,7
178	Roteiche	VN	4	6,2	11,1
179	Roteiche	VN	3	8,3	12,1
180	Roteiche	B	/	8,3	2,0
181	Roteiche	B	/	9,9	2,0
182	Roteiche	VN	2	7,9	10,6
183	Roteiche	VN	4	6,1	11,8
184	Roteiche	VN	2	11,7	12,2
185	Roteiche	VN	1	12,0	12,1
186	Roteiche	VN	2	10,0	10,4

Trupp 5:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
187	Roteiche	Z	3	9,2	12,9
188	Roteiche	VN	2	10,3	11,6
189	Roteiche	VN	3	8,3	11,2
190	Roteiche	VN	3	8,6	11,2
191	Roteiche	VN	3	9,9	11,7
192	Roteiche	VN	2	11,2	11,2
193	Roteiche	VN	2	11	10,8
194	Roteiche	VN	3	6,3	10,6
195	Roteiche	VN	4	5,6	10,5
196	Roteiche	VN	3	6,8	9,9
197	Roteiche	VN	3	8,8	10,9
198	Roteiche	VN	3	9,7	9,0
199	Roteiche	VN	3	7,3	9,5
200	Roteiche	VN	3	6,7	9,1
201	Roteiche	VN	5	4,8	9,5
202	Roteiche	VN	3	8,9	10,4
203	Roteiche	B	/	9,1	2,0
204	Roteiche	B	/	10,8	2,0
205	Roteiche	B	/	8,2	2,0
206	Roteiche	VN	4	6,4	9,1
207	Roteiche	VN	2	11,2	11,1
208	Roteiche	VN	3	8,1	11,2
209	Roteiche	VN	3	9,7	12,8

Trupp 6:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
210	Roteiche	Z	3	8,5	12,2
211	Roteiche	B	/	5,4	2,0
212	Roteiche	B	/	8,2	2,0
213	Roteiche	B	/	6,7	2,0
214	Roteiche	B	/	8,3	2,0
215	Roteiche	B	/	5,3	2,0
216	Roteiche	B	/	9,2	2,0
217	Roteiche	VN	2	10,1	12,8
218	Roteiche	VN	2	11,9	11,4
219	Roteiche	VN	3	7,3	12,1
220	Roteiche	VN	3	9,8	11,8
221	Roteiche	VN	3	6,5	11,8
222	Roteiche	VN	3	8,6	12,2
223	Roteiche	VN	2	11,8	12,6
224	Roteiche	VN	2	10,5	10,4
225	Roteiche	VN	3	9,5	11,6
226	Roteiche	VN	3	7,7	11,1
227	Roteiche	VN	1	11,5	13,5
228	Roteiche	VN	3	6,9	10,2
229	Roteiche	VN	1	12,2	11,5
230	Roteiche	VN	4	8	6,7
231	Roteiche	VN	3	9,2	12,1
232	Roteiche	VN	3	7,6	10,8

Trupp 7:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
233	Roteiche	Z	1	10,5	13,2
234	Roteiche	B	/	11	2,0
235	Roteiche	B	/	5,8	2,0
236	Roteiche	B	/	6,9	2,0
237	Roteiche	B	/	4,4	2,0
238	Roteiche	B	/	11,4	2,0
239	Roteiche	B	/	11,4	2,0
240	Roteiche	B	/	14	2,0
241	Roteiche	VN	2	10,5	12,8
242	Roteiche	VN	3	7,1	12,1
243	Roteiche	VN	3	9,9	12,4
244	Roteiche	VN	2	10,6	12,7
245	Roteiche	VN	1	11,3	13,6
246	Roteiche	VN	4	6	11,1
247	Roteiche	VN	2	10,1	12,8

248	Roteiche	VN	1	10,8	13,5
249	Roteiche	VN	5	3,9	9,1
250	Roteiche	VN	2	9,2	13,5
251	Roteiche	VN	4	5,1	9,3
252	Roteiche	VN	5	2,3	4,2
253	Roteiche	VN	2	12,3	13,1
254	Roteiche	VN	4	5,4	8,1
255	Roteiche	VN	3	9,8	11,6
256	Roteiche	VN	3	6,2	10,7
257	Roteiche	VN	2	11,1	12,8

Trupp 8:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
258	Roteiche	Z	1	9,8	12,4
259	Roteiche	VN	3	8,5	12,2
260	Roteiche	VN	4	3,3	7,7
261	Roteiche	VN	2	9,1	11,3
262	Roteiche	VN	1	12,1	12,7
263	Roteiche	VN	3	9,3	12,2
264	Roteiche	VN	3	6,8	11,8
265	Roteiche	VN	3	8,8	11,1
266	Roteiche	VN	2	10,2	11,4
267	Roteiche	VN	3	6,4	9,8
268	Roteiche	VN	3	7,4	9,6
269	Roteiche	VN	1	12,2	11,8
270	Roteiche	VN	2	10,5	11,5
271	Roteiche	VN	3	9,3	10,2
272	Roteiche	VN	2	10,8	12,3
273	Roteiche	VN	3	9,6	9,9
274	Roteiche	VN	4	5,8	8,6
275	Roteiche	B	/	9,6	2,0
276	Roteiche	B	/	7,4	2,0
277	Roteiche	B	/	5,2	2,0
278	Roteiche	B	/	7,9	2,0
279	Roteiche	B	/	9	2,0
280	Roteiche	B	/	12,2	2,0

Trupp 9:

Lfd Nr	Baumart	Code	Soziale Stellung	BHD (cm)	Höhe (m)
281	Roteiche	Z	1	10,3	13,2
282	Roteiche	VN	1	10,7	13,2
283	Roteiche	VN	3	7,1	12,5

284	Roteiche	VN	2	10	12,8
285	Roteiche	VN	3	8,7	10,0
286	Roteiche	VN	1	10,8	13,5
287	Roteiche	VN	3	7,2	11,9
288	Roteiche	VN	1	12,1	11,8
289	Roteiche	VN	2	10,4	11,5
290	Roteiche	B	/	7	2,0
291	Roteiche	B	/	2,5	2,0
292	Roteiche	B	/	10,8	2,0
293	Roteiche	B	/	8,6	2,0
294	Roteiche	B	/	10,4	2,0
295	Roteiche	B	/	4,2	2,0
296	Roteiche	VN	1	13,6	11,6
297	Roteiche	VN	3	7,8	11,2
298	Roteiche	VN	1	12,7	11,6
299	Roteiche	VN	4	6,7	7,8
300	Roteiche	VN	4	6,5	7,4
301	Roteiche	VN	1	12,1	13,0
302	Roteiche	VN	3	11,5	9,5
303	Roteiche	VN	3	8,7	9,9