

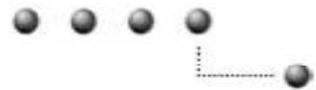
Bachelor-Thesis

Marteloskop im Dauerwald – ein Fallbeispiel auf dem Gren- chenberg (Kanton Solothurn)



| | |
|---------------------------|---|
| Autor: | Stefan Flury |
| Studiengang: | Forstwirtschaft |
| Schule: | Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft (SHL) in Zollikofen |
| Vorgelegt bei: | Dr. Urs Kamm |
| Betreuung durch: | Dr. Urs Kamm und Manuela Mordini |
| Begleitung extern: | Patrik Mosimann |

Zollikofen, den 12. August 2011

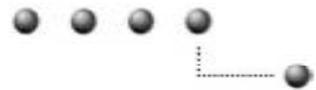


Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Zusammenfassung | 6 |
| 1 Einleitung und Problemstellung | 8 |
| 1.1 Einleitung | 8 |
| 1.2 Motivation | 8 |
| 1.3 Fragestellung und Arbeitshypothesen | 9 |
| 2 Stand der Forschung | 10 |
| 2.1 Begriffserklärungen | 10 |
| 2.2 Vorkommen | 11 |
| 2.3 Wirtschaftlichkeit | 12 |
| 2.4 Ökologie | 12 |
| 2.5 Kennzahlen | 13 |
| 2.6 Anzeichnungsgrundsätze | 15 |
| 2.7 Übungsmethode Marteloskop | 18 |
| 2.8 Modelle und Computerprogramme | 19 |
| 2.9 Tannenkrebs | 21 |
| 3 Material und Methoden | 22 |
| 3.1 Standort — Ausgangslage | 22 |
| 3.1.1 Daten aus der Semesterarbeit | 22 |
| 3.1.2 Interview mit dem Betriebsleiter | 23 |
| 3.2 Marteloskop einrichten — Datenaufnahme | 23 |
| 3.2.1 Bestandesinventur | 24 |
| 3.2.2 Qualitätsbeurteilung | 24 |
| 3.2.3 Preisbildung | 26 |
| 3.2.4 Spezifische Daten | 26 |
| 3.3 Marteloskop anwenden – Anzeichnungsübung | 26 |
| 3.3.1 Auftrag | 26 |
| 3.3.2 Vorgehen | 27 |
| 3.3.3 Datenauswertung und Darstellung | 27 |
| 3.4 Marteloskop unterhalten und betreiben – Konzept | 28 |
| 3.5 Literaturrecherche | 28 |
| 4 Resultate | 29 |
| 4.1 Beschrieb der untersuchten Fläche | 29 |
| 4.1.1 Historie | 29 |
| 4.1.2 Bewirtschaftungsstrategie | 29 |
| 4.1.3 Kosten und Erlöse | 31 |
| 4.2 Ergebnisse der Übungsmethode Marteloskop | 31 |
| 4.2.1 Charakterisierung des Ausgangsbestandes | 31 |
| 4.2.2 Ökonomische Bewertung | 34 |



| | | |
|------------------|---|-----------|
| 4.3 | Anzeichnungsübung | 37 |
| 4.3.1 | Vergleich bezüglich Kennzahlen | 37 |
| 4.3.2 | Vergleich Entnahmegründe | 38 |
| 4.3.3 | Vergleich ökonomischer Wert | 39 |
| 4.3.4 | Bewertung der Anzeichnung | 42 |
| 4.4 | Konzept für ein Marteloskop im Dauerwald | 47 |
| 4.4.1 | Unterhalt und Betrieb eines Marteloskopes | 47 |
| 4.4.2 | Anwendungsdauer und Kosten eines Marteloskopes | 49 |
| 5 | Diskussion und Folgerungen | 51 |
| 5.1 | Diskussion | 51 |
| 5.1.1 | Beschrieb der untersuchten Fläche | 51 |
| 5.1.2 | Ergebnisse der Übungsmethode Marteloskop | 52 |
| 5.1.3 | Anzeichnungsübung | 56 |
| 5.1.4 | Konzept für ein Marteloskop im Dauerwald | 59 |
| 5.2 | Gesamtdiskussion | 60 |
| 5.3 | Folgerungen | 60 |
| 5.3.1 | Aufgeworfene Fragen beantworten | 60 |
| 5.3.2 | Auf ungeklärte Probleme verweisen | 61 |
| 5.4 | Persönliche Reflexion | 62 |
| Literatur | | 63 |
| Dank | | 65 |
| Anhang | | 66 |



Tabellenverzeichnis

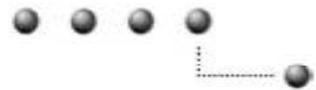
| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Auszug plenterartiger Hochwald LFI 3 (Quelle: Basierend auf Brassel et al. 2010) | 11 |
| Tabelle 2: Schätzung der für die Plenterung geeigneten Waldflächen (Quelle: Schütz 2001) | 12 |
| Tabelle 3: Rahmenwerte für Gleichgewichtsvorrat für Standortstypen (Quelle: Schütz 2001) | 13 |
| Tabelle 4: Simulation unterschiedlicher Plentergleichgewichte (Quelle: Schütz 2001) | 14 |
| Tabelle 5: Anzeichnungskriterien (Basierend auf Stocker 2007) | 16 |
| Tabelle 6: Eckdaten der Fläche Grenchenberg zusammengefasst | 22 |
| Tabelle 7: Qualitätssortierung Fichte (Quelle: Basierend auf Amstutz et al. 2010) | 25 |
| Tabelle 8: Qualitätssortierung Buche (Quelle: Basierend auf Amstutz et al. 2010) | 25 |
| Tabelle 9: Auftrag für die Anzeichnungsübung | 27 |
| Tabelle 10: Gleichgewichtsvorrat (Basierend auf Schütz 2001) | 29 |
| Tabelle 11: Eingriffsturnus im Dauerwald von Grenchen | 30 |
| Tabelle 12: Angestrebte Zieldurchmesser im Dauerwald von Grenchen | 30 |
| Tabelle 13: Einflüsse auf die Qualität und die Vitalität der Bäume | 31 |
| Tabelle 14: Kennzahlen pro Baumart | 32 |
| Tabelle 15: Kennzahlen pro BHD-Klasse | 32 |
| Tabelle 16: Zusammensetzung der Volumen | 33 |
| Tabelle 17: Fünf Bäume mit den grössten Volumen | 33 |
| Tabelle 18: Berechnung Ökonomischer Wert des Bestandes | 34 |
| Tabelle 19: Ökonomischer Wert pro Baumart | 35 |
| Tabelle 20: Bäume mit ökonomischer Wert > 2'000.00 SFr. | 35 |
| Tabelle 21: Gegenüberstellung Gruppen: entnommene und verbleibende Bäume (pro ha) | 38 |
| Tabelle 22: Gegenüberstellung Gruppen: Grundfläche (pro ha) | 38 |
| Tabelle 23: Gegenüberstellung Gruppen: Volumen (pro ha) | 38 |
| Tabelle 24: Gegenüberstellung Gruppen: ökonomischer Gesamtwert (pro ha) | 39 |
| Tabelle 25: Gegenüberstellung Gruppen: Wert pro Baum (pro ha) | 40 |
| Tabelle 26: Gegenüberstellung Gruppen: Wert pro Tfm (pro ha) | 41 |
| Tabelle 27: Definition Anzeichnungsstärke | 42 |
| Tabelle 28: Konsens bei der Anzeichnung | 45 |
| Tabelle 29: Anwendungsdauer ein Marteloskopes in Abhängigkeit vom Eingriffsturnus | 49 |
| Tabelle 30: Kosten für Einrichtung und Unterhalt eines Marteloskopes pro ha/Turnus | 50 |
| Tabelle 31: Beurteilung der Aussagekraft bei Laubholz | 53 |
| Tabelle 32: Vergleich erntekostenfreier Erlös (pro ha) | 54 |
| Tabelle 33: Nachhaltigkeit bezüglich ökonomischen Werts (pro ha) | 58 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Gleichgewichtsmodell (Schütz 2001) | 15 |
| Abbildung 2: Wertentwicklung im Laufe der Zeit (Stocker 2007) | 17 |
| Abbildung 3: Durchmesserverteilungskurve | 23 |
| Abbildung 4: Funktion nach Michailoff, 1943 (Quelle: Bachmann 2009) | 24 |
| Abbildung 5: Funktion für d_7 (Quelle: Zingg 2011, persönliche Mitteilung) | 24 |
| Abbildung 6: Verteilungskurve: Anzahlbäume pro Baumart und BHD-Stufe | 33 |
| Abbildung 7: Box Plot: Volumen pro Baum | 34 |
| Abbildung 8: Box Plot: ökonomischer Wert pro Baum | 36 |
| Abbildung 9: Beziehung ökonomischer Wert und BHD (alle Bäume) | 36 |
| Abbildung 10: Anteil der wertvollsten Bäume an Kosten und Erlös | 37 |
| Abbildung 11: Verteilung der Entnahmegründe pro Gruppe | 39 |
| Abbildung 12: Verteilung vom ökonomischen Wert pro Gruppe | 40 |
| Abbildung 13: Box Plot: Entnahme und Verbleib nach ökonomischem Wert pro Einzelbaum | 41 |
| Abbildung 14: Box Plot: Entnahme und Verbleib nach ökonomischem Wert pro Tfm | 42 |



| | |
|---|----|
| Abbildung 15: Darstellung der Anzeichnungsstärke der verschiedenen Gruppen..... | 43 |
| Abbildung 16: Durchmesserverteilungskurve Vergleich Gruppen 9 und 12 | 44 |
| Abbildung 17: Durchmesserverteilungskurve Vergleich Gruppen 11 und 12 | 44 |
| Abbildung 18: Konsens bei der Anzeichnung in Abhängigkeit mit dem ökonomischen Wert ... | 46 |
| Abbildung 19: Anwendungszyklus eines Marteloskopes im Dauerwald..... | 50 |
| Abbildung 20: SWOT-Analyse..... | 51 |
| Abbildung 21: Beziehung Ökonomischer Wert und BHD bei Bergahorn..... | 55 |
| Abbildung 22: Beziehung Ökonomischer Wert und BHD bei Buche | 55 |
| Abbildung 23: Beziehung Ökonomischer Wert und BHD bei Fichte | 56 |



Zusammenfassung

Die Überführung von Wäldern in Betriebsarten mit dauernder Bestockung wird heute vermehrt im Laubholzgebiet praktiziert. Dieser Trend wird an der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft (SHL) in Zollikofen im Modul „Waldbaukonzepte mit dauernder Bestockung“ (FW-02k) aufgegriffen und anhand verschiedener Exkursionsobjekte praktisch geübt. Im Gegensatz zu klassischen Plenterwäldern des Emmentals und dem Neuenburger Jura existiert zu den neuen Überführungsbeständen kaum Datenmaterial. Um diese Ausgangslage zu verbessern, wurde im Rahmen einer Semesterarbeit auf zwei Flächen (Frieswilgraben im Berner Mittelland und Grenchenberg im Solothurner Jura) eine umfangreiche Bestandesanalyse durchgeführt.

Im Rahmen der vorliegenden Bachelor-Thesis wurden die Daten auf dem Grenchenberg (1.02 ha) erweitert, sodass anschliessend ein Marteloskop eingerichtet werden konnte. Ein Marteloskop ist eine in Frankreich entwickelte Methode, welche die Durchführung von praktischen Anzeichnungsübungen ermöglicht. Das hier erstellte Marteloskop soll Lehrzwecken dienen und Antworten auf folgende Fragestellungen geben:

- Welche zusätzlichen Parameter müssen zum bereits bestehenden Rohdatensatz aufgenommen werden?
- Wie können Einzelbäumen möglichst realistische ökonomische Werte zugeordnet werden? Gibt es Möglichkeiten das Entwicklungspotential von Einzelbäumen in die Überlegungen mit einzubeziehen?
- Welche Arbeitsschritte/Massnahmen sind nötig, damit das Marteloskop langfristig nutzbar bleibt?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden in einem ersten Schritt der Ist-Zustand und die Historie des untersuchten Bestandes beschrieben. Dazu wurde mit dem Betriebsleiter des Forstreviers Grenchen ein Interview geführt. In einem zweiten Schritt wurde der Rohdatensatz aus der Semesterarbeit durch eine zusätzliche Bestandesinventur erweitert. Damit bei der Inventur nicht alle Bäume ($n = 309$) vermessen werden mussten, erfolgte die Aufnahme stichprobenartig ($n = 52$). Danach konnten die Daten für den Bestand anhand einer Regression abgeleitet werden. Zusätzlich zur Inventur mussten die Holzqualitäten pro Baum, die Holzpreise pro Sortiment sowie spezifische Bestandesdaten für die untersuchte Fläche definiert werden. Anschliessend wurden die erhobenen Daten mit den Computerprogrammen *Oekon_Wert* und *Martelo* ausgewertet. Somit waren die Voraussetzungen für die Durchführung von Anzeichnungsübungen im Marteloskop erfüllt. In einem dritten Schritt wurde mit Studenten der SHL sowie mit Experten eine Anzeichnungsübung auf der Marteloskop-Fläche durchgeführt. Die Auswertung und die Darstellung der Ergebnisse erfolgten ebenfalls mit dem Computerprogramm *Martelo*. Aufgrund der daraus gewonnenen Erfahrungen konnte in einem vierten und letzten Schritt ein Konzept für den Unterhalt und den Betrieb von Marteloskopen abgeleitet werden.

Die Inventur auf dem Grenchenberg hat ergeben, dass der Vorrat mit 403.9 Tfm/ha, die Grundfläche mit 26.7 m²/ha sowie die Stammzahl 303 Stk./ha betragen. Die Durchmesserverteilungskurve zeigt, dass der untersuchte Überführungsbestand momentan zweischichtig ist. Der ökonomische Gesamtwert aller Bäume beträgt 36'830.27 SFr./ha, was einem durchschnittlichen Wert von 91.20 SFr./Tfm und ha entspricht. Der wertvollste Baum auf der untersuchten Fläche ist ein Bergahorn mit einem ökonomischen Wert von 3'456.75 SFr.

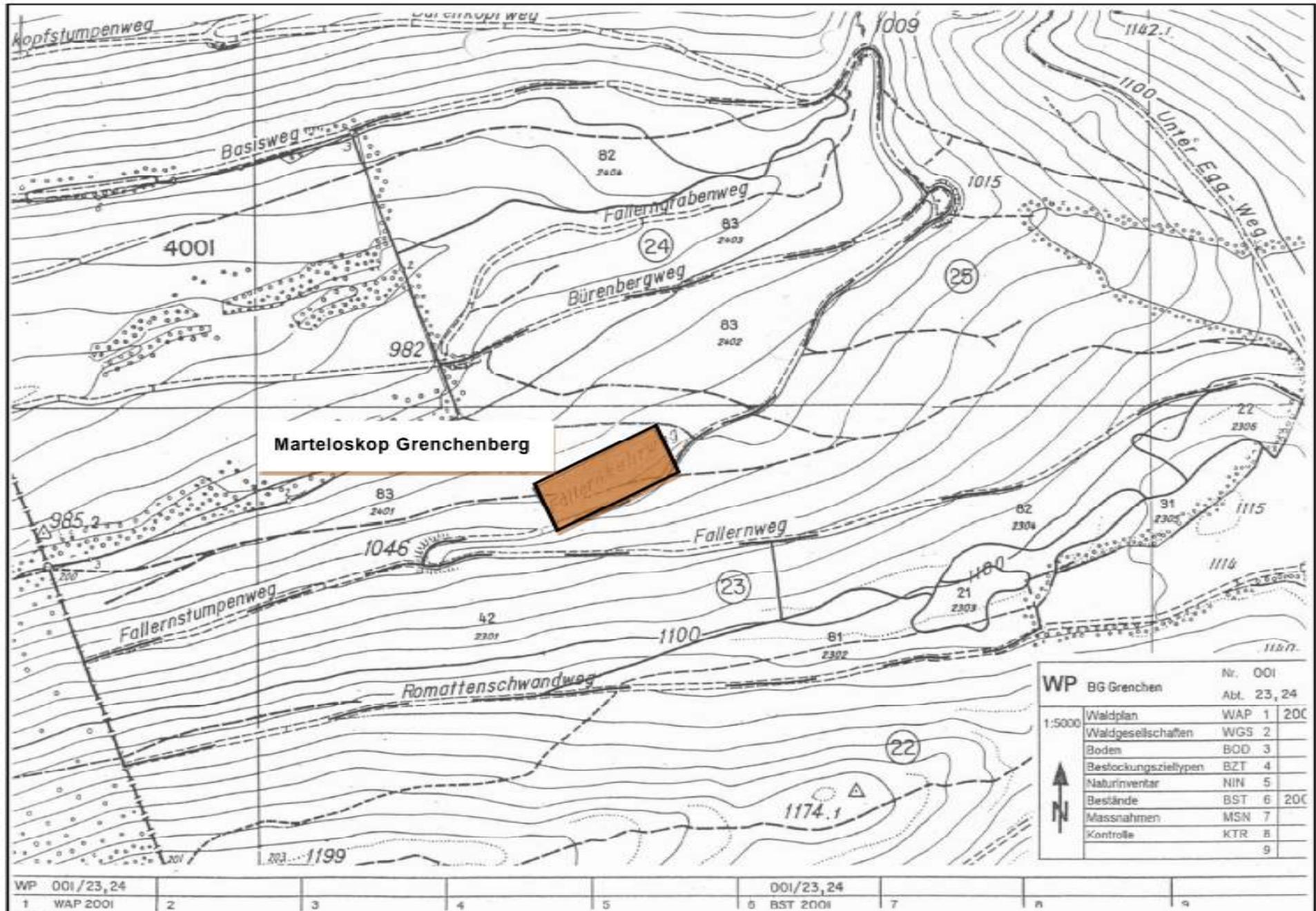
Die Anzeichnungsübung hat ergeben, dass eine Mehrheit der Gruppen bezüglich dem angezeichneten Volumen innerhalb der optimalen Rahmenbreite von 77 bis 117 Tfm/ha lag, aber beim durchschnittlich angezeichneten Stammvolumen eher zu voluminöse Bäume entnehmen. Insgesamt haben die drei Expertengruppen bessere Ergebnisse



erreicht als die Gruppen mit den Studenten. Die Auswirkungen der verschiedenen Gruppenresultate auf die Struktur des Überführungsbestandes können anhand der Durchmesserverteilungskurve nicht abschliessend beurteilt werden. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass der Konsens bei der Anzeichnung zwischen den Gruppen nur bedingt vom ökonomischen Wert der Einzelbäume abhängt.

Bei der Erarbeitung des Konzeptes für den Unterhalt und Betrieb eines Marteloskopes, wurden neun Phasen definiert, welche die anfallenden Arbeiten zusammenfassen und beschreiben: 1. Erstaufnahme und Einrichtung, 2. Anwendung, 3. Anzeichnung effektiv, 4. Holzerei und Rücken effektiv, 5. Einmessen und Verkauf effektiv, 6. Pause, 7. Zweitaufnahme und Erhalt, 8. Analyse sowie 9. Anwendung. Die Anwendungsdauer eines Marteloskopes ist von der Länge des Eingriffsturnus (Umlaufzeit) abhängig. Anhand der erwähnten Phasen konnte ein Anwendungszyklus für ein Marteloskop abgeleitet werden. Abschliessend wurde gefolgert, dass die Nutzung eines Marteloskopes nur sinnvoll ist, wenn sich der Bestand im erntereifen Zustand befindet. Bei den Kosten für die Errichtung, den Betrieb und den Unterhalt eines Marteloskopes muss für den ersten Turnus mit 22'525.00 SFr. gerechnet werden.

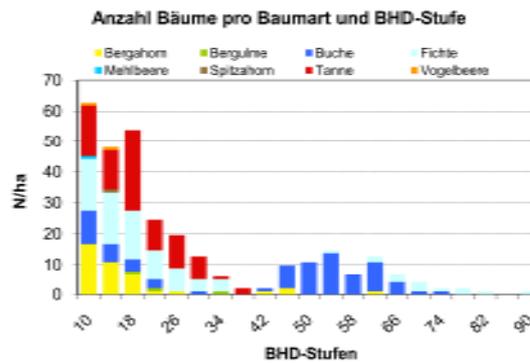
Schlagwörter: Anzeichnungsübung, continuous cover forestry, Dauerwald, Marteloskop und martelage.



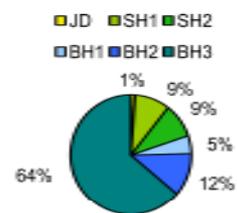
| | | |
|----------------------------|----------------------------|-------------|
| Bestehender Bestand | Flächengrösse [ha]: | 1.02 |
|----------------------------|----------------------------|-------------|

Daten pro Baumart

| Baumart | N/ha [#] | G/ha [m ²] | V/ha [Tfm i. R.] |
|--------------|------------|------------------------|------------------|
| Bergahorn | 40 | 1.44 | 14.51 |
| Bergulme | 3 | 0.15 | 1.04 |
| Buche | 80 | 14.26 | 267.26 |
| Fichte | 88 | 7.84 | 98.10 |
| Mehlbeere | 1 | 0.01 | 0.05 |
| Spitzahorn | 1 | 0.02 | 0.09 |
| Tanne | 87 | 2.99 | 22.77 |
| Vogelbeere | 2 | 0.03 | 0.12 |
| Total | 303 | 26.73 | 403.93 |

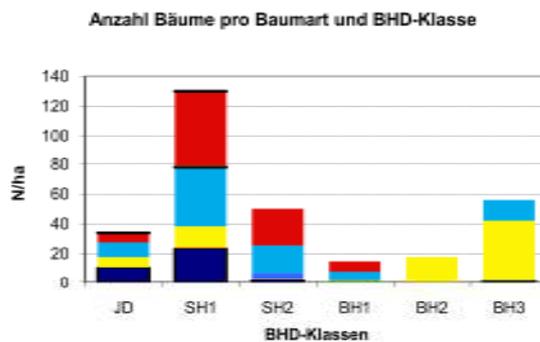


Prozentualer Anteil Grundfläche pro ha [Tfm i. R.]

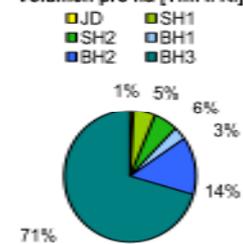


Daten pro BHD-Klasse

| BHD-Klasse | N/ha [#] | G/ha [m ²] | V/ha [Tfm i. R.] |
|------------|----------|------------------------|------------------|
| JD | 34 | 0.30 | 3.38 |
| SH1 | 130 | 2.53 | 21.65 |
| SH2 | 50 | 2.46 | 23.88 |
| BH1 | 15 | 1.29 | 13.05 |
| BH2 | 18 | 3.11 | 57.31 |
| BH3 | 56 | 17.05 | 284.66 |



Prozentualer Anteil Volumen pro ha [Tfm i. R.]



Ökonomischer Wert

| Baumarten | Ökonomischer Wert pro ha | | |
|--------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Alle Bäume [SFr.] | Anteil am Totalwert [%] | Ø Wert pro Baum [SFr.] |
| Bergahorn | 4048 | 11.0 | 101 |
| Bergulme | 46 | 0.1 | 15 |
| Buche | 14956 | 40.6 | 186 |
| Fichte | 17476 | 47.5 | 198 |
| Mehlbeere | 3 | 0.0 | 3 |
| Spitzahorn | 0 | 0.0 | 0 |
| Tanne | 293 | 0.8 | 3 |
| Vogelbeere | 7 | 0.0 | 3 |
| Total | 36830 | 100.0 | 122 |

Durchmesserverteilung: Vergleich Grenchenberg mit Richtwert vor Eingriff

