

Produktivitätsmodell „Wertastung“

Grundlagen

Peter Ammann

Im Auftrag für:

FE Waldressourcen und Waldmanagement

Gruppe „Forstliche Produktionssysteme“

Eidg. Forschungsanstalt WSL

24.01.2020

Das Produktivitätsmodell „Wertastung“ ist Teil einer Sammlung von Produktivitätsmodellen zur Bestandesbegründung und Jungwaldpflege, welche von der Eidg. Forschungsanstalt WSL entwickelt wurden und unter dem Namen „JuWaPfl“ auf dem Internet zur Verfügung gestellt werden (<http://www.waldwissen.net>). Das Modell „Wertastung“ wurde im Jahr 2018 erstellt.



Version	Bearbeiter	Datum	Kommentar
1.0	P. Ammann	03.09.2018	
1.0	F. Frutig	16.12.2019	Redaktionelle Arbeiten
1.0	F. Frutig/S. Holm	24.01.2020	Korrekturen

Inhalt

1	Grundlagen	3
1.1	Entstehung und Verwendung.....	3
1.2	Beurteilung und Besonderheiten	3
2	Prozessbeschreibung.....	3
2.1	Arbeitsverfahren	3
2.2	Arbeitsprozess und verwendetes Material	4
3	Modell	4
3.1	Zeitsystem	4
3.2	Faktoren für Indirekte Arbeitszeit, Weg- und Pausenzeiten.....	5
3.3	Modell Wertastung	5
3.3.1	Zeitaufwand für die Ausführung der Wertastung	5
3.3.2	Gehzeit von Baum zu Baum.....	9
3.3.3	Materialkosten	10
3.3.4	Zeitaufwand pro Baum und pro Hektare	11
3.3.5	Kosten pro Baum und pro Hektare.....	11
4	Benutzerführung.....	12
5	Literatur.....	13

1 Grundlagen

1.1 Entstehung und Verwendung

Grundlagen des Produktivitätsmodells „Wertastung“ sind Angaben aus der Literatur, Abrechnungen von Wertastungsaufträgen (P. Ammann) sowie einfache Zeitstudien zur Hochastung von Douglasien bis auf eine Höhe von 10-12m (P. Ammann).

Die aktuellen Methoden und Sicherheitsanforderungen wurden dem Leitfaden für die Praxis "Kronenschnitt und Wertastung" (Ammann 2018) entnommen.

1.2 Beurteilung und Besonderheiten

Gegenüber früher wird eher weniger geastet. Waldbauliche Risiken, besonders bei Fichte, haben zugenommen, weshalb die systematische Wertastung ganzer Bestände (Z-Bäume) nicht mehr so häufig ist. Oft werden nur einzelne Bäume in Mischbeständen geastet. Speziell bei Douglasien ist eine Hochastung bis 12m immer noch aktuell. Wertastung ist auch gebräuchlich bei Lärche, Kirsche und Nussbaum. Auch die Bedeutung von Kronenschnitten hat zugenommen.

Die Sicherheitsanforderungen der SUVA haben zugenommen. Deshalb ist die Abseilmethode (auch Alpinistenmethode bzw. Langseiltechnik genannt) wirtschaftlich nicht mehr konkurrenzfähig, weil ungesichertes Klettern ab einer Standhöhe von 3m nicht mehr zulässig ist. Auch die Methoden mit den Steiggeräten *Baumvelo* und *Baumrader* sind kaum mehr gebräuchlich. Ebenfalls nicht mehr aktuell ist die Klettersäge *Baumaffe*, u.a. auch wegen den Rindenschäden, welche diese Methode verursacht. Relativ neu und heute gebräuchlich ist die Wertastung mit dem Astungsleitersystem Distel ("Distelleiter").

Wertastung darf aus Sicherheitsgründen nicht in Alleinarbeit ausgeführt werden, es ist mindestens ein 2er-Team erforderlich. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Arbeitsproduktivität, da jeder Forstwart mit der gesamten Ausrüstung unabhängig und selbständig arbeitet. Für Rettungszwecke muss ein Rettungsset pro Team auf dem Platz sein.

2 Prozessbeschreibung

2.1 Arbeitsverfahren

Zu unterscheiden sind die Wertastung bis auf eine Höhe von 5-6m (1. Etappe) sowie die Hochastung bis auf eine Höhe von 10-12m (2. Etappe). In den Produktivitätsmodellen werden diese beiden gebräuchlichen Methoden abgebildet (d.h. über 6m Höhe wird nicht mit Anstellleitern gearbeitet). Einzig die Distelleiter kann für beide Astungsetappen verwendet werden.

Tabelle 1: Betrachtete Arbeitsverfahren für die Wertastung

Astungsetappe	0(3) bis (5-)6m 1. Etappe	(5-)6m bis 10(-12)m 2. Etappe
Methode		
Stangensäge	X	
Anstellleiter	X	
Distelleiter	X	X
Aststummelmethode		X

Es wird davon ausgegangen, dass in jedem Fall in Etappen geastet wird, wie dies in der Praxis üblich ist. Eine Aufastung in einem Schritt von 0-12m wird selten angewandt, weil dann der Baum oft schon zu dick ist (BHD Obergrenze für Wertastungen ca. 20cm) oder die Krone zu stark reduziert wird (Vitalitätsverlust).

Zielgrößen sind Zeitaufwand pro Baum und Kosten pro Baum. Mit der Anzahl Astungsbäume/ha können die Kosten pro Hektare oder pro Bestand ermittelt werden.

2.2 Arbeitsprozess und verwendetes Material

Der Prozess umfasst folgende Teilarbeiten:

- Ausführung der Wertastung
- Gehzeiten von Baum zu Baum.
Die mittleren Gehdistanzen sind abhängig von der Anzahl Z-Bäume pro Hektare.

Für die Wertastung eingesetztes Material:

- Anstelloiter, Distelloiter
- Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) bestehend aus Sitzgurt mit integriertem Haltegurt, Halteseil, Schutzhelm mit Kinnriemen
- Handsägen
- Stangensägen

3 Modell

3.1 Zeitsystem

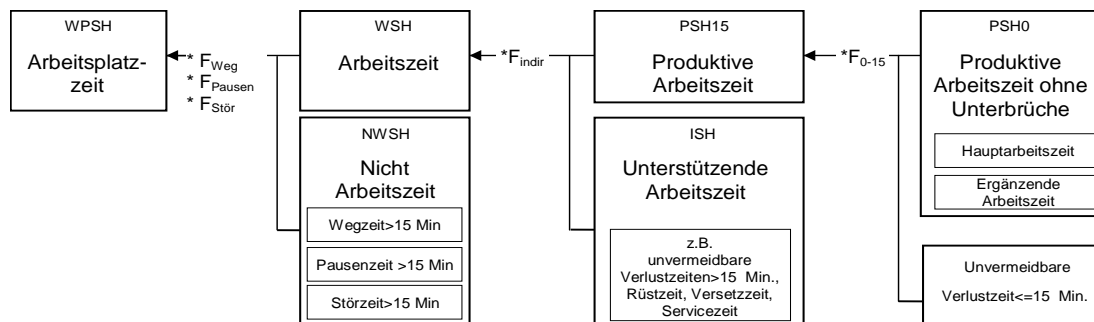


Abbildung 1: Verwendetes Zeitsystem (Björheden und Thompson 1995, Heinemann 1997; verändert).

Die in Abbildung 1 aufgeführten Zeiten können grundsätzlich für das Produktionssystem als Ganzes sowie für die beteiligten Produktionsfaktoren (Geräte, Personal) ermittelt werden. Je nachdem spricht man zum Beispiel von der System-, der Maschinen- oder der Personalarbeitszeit. In Anlehnung an die Originalgrundlagen wurden die Abkürzungen von den englischen Begriffen abgeleitet (Tabelle 1). Für die Wertastungsarbeiten sind vor allem die Arbeitsplatzzeit WPSH und die Produktive Arbeitszeit PSH15 wichtig.

Tabelle 2: Übersicht über die verwendeten Zeitbegriffe.

Betrachtetes Objekt	Arbeitsplatzzeit				
		Nicht Arbeitszeit (non work time)	Arbeitszeit (work time)		
	workplace...	non work...	work...	indirect...	productive...
System (...system hour)	WPSH	NWSH	WSH	ISH	PSH
Maschine (...machine hour)	WPMH	NWMH	WMH	IMH	PMH ₁₅ =MAS
Personal (...personal hour)	WPPH	NWPH	WPH	IPH	PPH

3.2 Faktoren für Indirekte Arbeitszeit, Weg- und Pausenzeiten

Tabelle 3: Faktoren für das Modell "Wertastung".

Abkürzung	Definition	Default- wert	Def. bereich	Einheit
F_{indir}	Indirekte Arbeitszeiten	1.1	≥ 1.0	[-]
F_{Pause}	Bezahlte Pausen		≥ 1.0	[-]
F_{Weg}	Bezahlte Wegzeiten zur Arbeitsfläche und zurück. Gewählter Defaultwert: $F_{Pause} * F_{Weg} = 1.133$ (Annahme: von 510 Min. AZ/Tag sind 60 Min. bezahlte Wegzeiten zu den Arbeitsflächen sowie bezahlte Pausen). Die Wegzeiten innerhalb der Arbeitsfläche (von Baum zu Baum) werden separat berücksichtigt.	1.133	≥ 1.0	[-]

3.3 Modell Wertastung

3.3.1 Zeitaufwand für die Ausführung der Wertastung

Mit der erwähnten Zeitstudie an den 30 Douglasien (Hochastung, Aststummelmethode) wurde der Zeitaufwand für die Wertastung pro Baum separat (ohne Gehzeiten) ermittelt. Berücksichtigt wurden folgende Einflussfaktoren:

- Anzahl Astquirle, welche entfernt wurden
- Astigkeit bzw. Dicke der Äste (Astigkeit: fein, mittel, grob).

Die Dicke der Äste, bezeichnet als „Astigkeit“, hatte einen erheblichen Einfluss auf den Zeitaufwand. Bei „gröberen“ Bäumen waren nicht nur dickere, sondern oft auch mehr Äste pro Astquirl vorhanden.

Tabelle 4: Zeitaufwand für die Wertastung von Douglasien (Zeitstudie P. Ammann 2018).

Astigkeit	fein	mittel	grob
Mittlerer Zeitaufwand (Sekunden pro Astquirl)	96	142	194
Einfluss der Astigkeit in Prozent (%)	68	100	137

Gemäss Literatur spielt auch die Baumart eine Rolle. Gemäss Schweizerischem Forstkalender(2018) ist der Zeitaufwand für die Wertastung bei Douglasien rund 15% höher als bei Fichten. Der Wert für mittlere Astigkeit (142 Sekunden pro Astquirl) wurde deshalb für Fichte mit 120 Sekunden angenommen. Für die untersuchten Bäume entspricht ein Quirl ungefähr einem Meter Stammlänge. Für gute Standorte des Schweizer Mittellandes, auf welchen eine Wertastung in Frage kommt, ist diese Annahme realistisch. Bei extrem schnellwachsenden Bäumen mit z.B. einem Quirlabstand von 1.2m ist eher von größeren Ästen auszugehen, bei langsam wachsenden mit z.B. 0.7m eher von feineren Ästen, da innerhalb des Baumes auch eine Konkurrenz zwischen den Ästen bzw. eine apikale Kontrolle stattfindet; d.h. diese Effekte gleichen sich in etwa aus.

Für das Modell wird somit von folgendem Wert ausgegangen: Wertastung von Fichte (Basis) bei mittlerer Astigkeit benötigt 120 Sekunden oder 2 Minuten pro Laufmeter Astungsstrecke.

$$\text{Zeitaufwand pro Baum (Basis)} = 2 \text{ Minuten} \times \text{Astungsstrecke}$$

Die Astungsstrecke berechnet sich aus dem Zustand nach erfolgter Wertastung (Höhe oben), welche vom Ausgangszustand (Höhe unten) subtrahiert wird. Sie bezeichnet die Anzahl Laufmeter, welche geastet werden.

$$\text{Astungsstrecke} = (\text{Höhe}_{\text{oben}} - \text{Höhe}_{\text{unten}})$$

(nur ganzzahlige Werte)

Beispiel: Astung von 6 bis 10m = Astungshöhe 4m. Zeitaufwand (Basis) = 8 Minuten.

Es wird davon ausgegangen, dass bei der Astung der 1. Etappe mindestens bis zur Länge eines 5m-Trämel geastet wird. Im Normalfall wird von unten her geastet; es gibt aber auch Fälle, in denen bereits zu einem früheren Zeitpunkt eine Reichhöhenastung (Höhe, welche vom Boden aus erreicht werden kann) bis 2 oder 3m erfolgt ist. Bei Douglasien ist es empfehlenswert, den untersten Meter nicht zu asten, um das Fegen durch den Rehbock zu verhindern. Für die Hochastung der 2. Etappe wird davon ausgegangen, dass der Baum mindestens schon bis auf eine Höhe von 5m geastet wurde. Als Astungshöhe kommt der Bereich von hier bis auf eine Höhe von 10-12m (Doppelträmel) in Frage. Folgende Eingaben sind somit möglich (Auswahlbereich mit Dropdown-Liste):

Tabelle 5: Astungsetappen

Astungsetappe	Untere Höhenangabe [m]	Obere Höhenangabe [m]
1. Etappe	0, 1, 2, 3	5, 6
2. Etappe	5, 6	10, 11, 12

Bei abweichenden Eingaben wird der Benutzer auf den möglichen Wertebereich hingewiesen.

Korrekturfaktoren:

Gemäss Literatur (Schweiz. Forstkalender 2018) ist der Aufwand für Douglasie um 15% höher, für Lärche und Föhre 15% tiefer als für Fichte. Laubholz wird der Kategorie Lärche / Föhre gleichgestellt. Dazu wird der Korrekturfaktor für die Baumart, der KF1 mit 3 Klassen, eingeführt:

Tabelle 6: Korrekturfaktor Baumart

KF1 „Baumart“	
Douglasie	1.15
Fichte	1.00
Lärche, Föhre, Laubholz	0.85

Default: Fichte.

Der Korrekturfaktor für die Baumart wird mit der Astungszeit multipliziert.

Die Astigkeit ist eine einflussreiche, aber etwas subjektive Grösse. Sie wird im Korrekturfaktor 2 berücksichtigt. Gemäss den Resultaten der Zeitstudie werden folgende 3 Klassen ins Modell impliziert:

Tabelle 7: Korrekturfaktor Astigkeit

KF2 „Astigkeit“	
grob	1.35
mittel	1.00
fein	0.70

Weil die Kronengrösse und damit die Astdicke mit dem Alter bzw. mit der Baumhöhe zunehmen, kann davon ausgegangen werden, dass bei der Wertastung der 1. Etappe eher von feinen oder mittleren Ästen ausgegangen werden kann. Bei der Hochastung bis 12m wird von mittlerer Astigkeit bis Grob-astigkeit ausgegangen. Für die Wertastung bis 6m ist „grobastig“ nicht möglich, für die Hochastung bis 12m kann „feinastig“ nicht angewählt werden.

Tabelle 8: Mögliche Auswahl für die Astigkeit

Astungsetappe	Auswahlmöglichkeiten für die Astigkeit		
1. Etappe	fein	mittel	
2. Etappe		mittel	grob

Default: mittel.

Der Aufwand für die Astung bis 6m Höhe ist generell geringer als für die Astungshöhe von 6-12m. Die untersten 2 m können vom Boden aus geastet werden, danach genügt eine leichte Leiter. Eine Sicherung ist erst ab der Standhöhe von 3m vorgeschrieben, d.h. bis 5m Astungshöhe darf noch ungesichert gearbeitet werden. Bei Hochastung müssen die unteren Meter, welche bereits geastet sind, erstiegen und wieder abgestiegen werden. Die gesamte Arbeit wird mit der Persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) ausgeführt. Deshalb wird der Zeitaufwand für die 1. Etappe um 10% reduziert, für die 2. Etappe um 10% erhöht. Dies geschieht generell, unabhängig von der Methode, mit dem Korrekturfaktor 3 (Tab. 9)

Tabelle 9: Korrekturfaktor Astungsetappe

KF3 „Etappe“	
1. Etappe	0.90
2. Etappe	1.10

Mehraufwand für die Hochastung mit Distelleiter:

Für das Hochziehen und Aufstecken eines weiteren Leiterelements (je nach Typ mehrere Elemente), das Festzurren der Spanngurte sowie für den Rückbau der Leiterelemente wird von einem Mehraufwand von 10% gegenüber der Aststummel-Methode ausgegangen.

Tabelle 10: Korrekturfaktor für die Verwendung der Distelleiter auf einer Höhe über 6m

KF6 „DistelÜber6m“	
Distelleiter 2. Etappe	0.10
Alle anderen Kombinationen (Aststummelmethode)	0.00

Der Korrektur-Zuschlag KF6 ist unabhängig von Baumart und Astigkeit. Er ist deshalb nicht multiplikativ, sondern additiv zu den weiteren Faktoren.

Die Astungszeit pro Baum in Minuten setzt sich somit zusammen aus der Grundzeit pro Laufmeter Astung (2 Minuten), multipliziert mit der Astungsstrecke, sowie mit den Korrekturfaktoren (KF1 bis KF3 multiplikativ, KF6 additiv):

$$Astungszeit = 2 \text{ Min} \times (Astungsstrecke) \times ((KF1_{Baumart} \times KF2_{Astigkeit} \times KF3_{Etappe}) + KF6_{DistelÜber6m})$$

Gehzeit von Baum zu Baum

Aufgrund der häufig praktizierten Wertastung einer beschränkten Anzahl von Z-Bäumen (z.B. von einzelnen Douglasien oder Lärchen in Mischbeständen oder qualitativ besonders schönen Fichten in Fichtenbeständen) ist die mittlere Gehdistanz zwischen den Astungsbäumen nicht einheitlich, sondern kann variieren. Sie ist abhängig von der Anzahl Astungsbäume pro Hektare. Bei 80 Z-Bäumen pro Hektare beträgt die Distanz 12m, bei 10 Astungsbäumen pro Hektare sind es 33m.

Mit einer einfachen Zeitstudie an 30 Bäumen wurde bei der Wertastung mit der Aststummelmethode (Hochastung, 2. Etappe) der Zeitaufwand für die Verschiebung von Baum zu Baum ermittelt (Abb. 1).

Bei weniger Bäumen nehmen die Gehdistanz und damit die Gehzeit zu. Folgende Funktion dient der Berechnung der Gehzeiten:

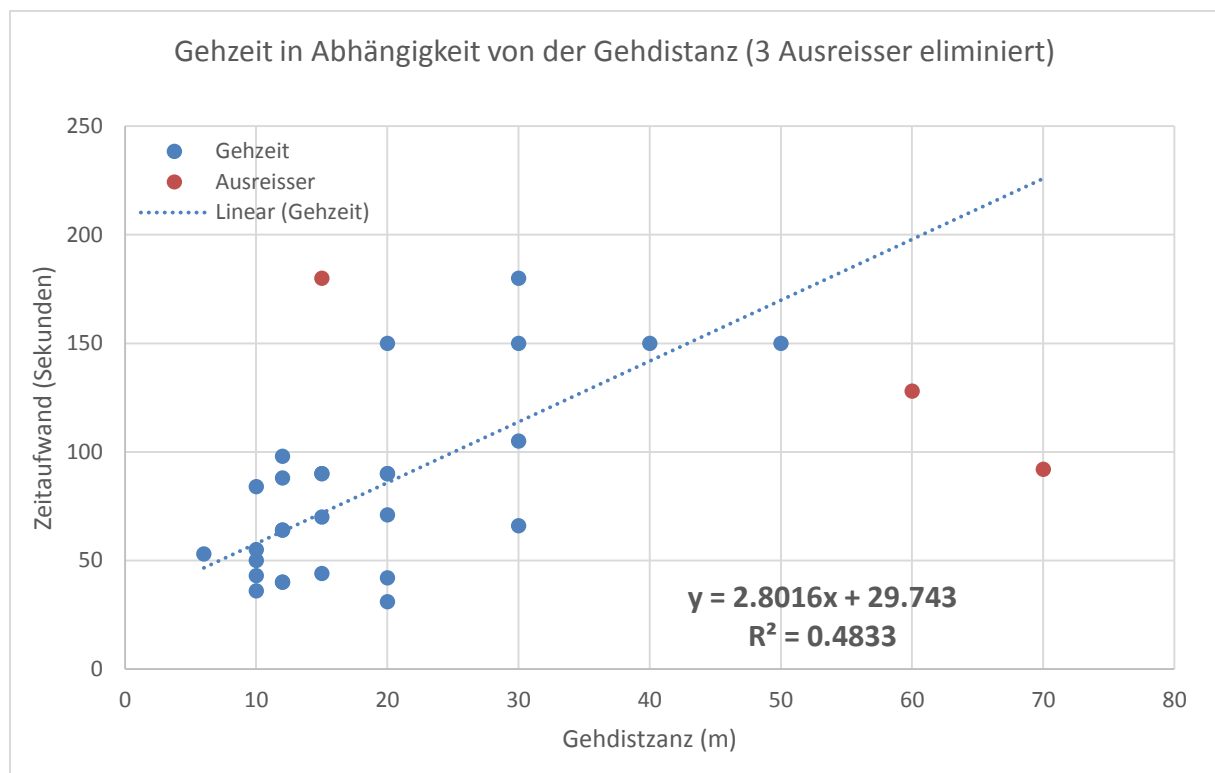


Abbildung 2: Gehzeit in Abhängigkeit von der Gehdistanz (mit 6m-Anstellleiter, Klettergurt, Halteseil und Handsäge)

Bei der Arbeit an Hanglagen ist das Gehen, speziell das Herumtragen der Leitern, erschwert. Für die Gehzeiten wird der Korrekturfaktor 4 mit 5 Hangneigungsklassen eingeführt (Tab. 11) Im Modell Z-Baum-Pflege werden die gleichen Hangneigungsklassen verwendet.

Tabelle 11: Korrekturfaktoren für die Hangneigung

KF4 „Hang“	
0-24%	1.00
25-44%	1.10
45-64%	1.25
65-84%	1.50
> 84%	2.00

Der Korrekturfaktor «Hang» wirkt nur auf die Gehzeit. Für die eigentliche Wertastung (Arbeit am bzw. auf dem Astungsbaum) spielt die Hangneigung keine Rolle.

Für die Hochastung mit Distelleitern müssen 2 (Leitertyp Distel I) oder mehrere (Leitertyp Distel II) Leiterelemente verschoben werden. Beim Verfahren „Distelleiter“ über 6m Höhe wird deshalb die Gehzeit verdoppelt. Die beiden unterschiedlichen im Handel erhältlichen Distelleitern werden in den Produktivitätsmodellen nicht unterschieden. Für die Methode "Distelleiter" wird der Korrekturfaktor 5 eingeführt (Tab. 12).

Tabelle 12: Korrekturfaktor für die Gehzeit bei Verwendung einer Distelleiter in der 2. Astungsetappe

KF5 „Methode Distel“	
Distelleiter 2. Etappe	2.0
Alle anderen Methoden	1.0

Somit gilt für die Gehzeit (pro Person) folgende Formel:

$$Gehzeit \left[\frac{Min}{Baum} \right] = \frac{1}{60} \times (2.8016 \times \sqrt{\frac{1.05 \times 10^4 \times 000}{Anzahl_{AstungsbäumeProHektare}}} + 29.743) \times KF4_{Hang} \times KF5_{Distel}$$

Der Term unter der Wurzel berechnet den mittleren Abstand zwischen den Astungsbäumen aus der Anzahl Astungsbäume pro Hektare. Dabei wird nicht von einer Quadrat- oder perfekten Dreiecksverteilung ausgegangen, sondern von einer „natürlichen“ Verteilung der Bäume. Diese wird mit dem Faktor 1.05 berücksichtigt (Schütz 1987).

3.3.2 Materialkosten

Für das benötigte Material wie Leitern, Handsägen, PSAGa wurden die aktuellen Beschaffungskosten eruiert (Stand 2019). Für jedes Ausrüstungsteil wurde eine Lebensdauer angenommen (Anzahl Astungsbäume), über welche die Amortisation erfolgen muss. Dies ergibt die Materialkosten pro Astungsbaum. Zu berücksichtigen ist auch die materialtechnische Lebensdauer für Sitzgurte, Halteseile und Rettungsset, welche je nach Hersteller 5 oder 10 Jahre beträgt. Nach Ablauf dieser Frist müssen diese Ausrüstungsteile unabhängig vom Zustand ersetzt werden. Bei geringem Gebrauch erhöhen sich deshalb die effektiven Kosten gegenüber den Annahmen in untenstehender Tabelle (wird im Modell nicht berücksichtigt).

Tabelle 13: Zusammenstellung der Ausrüstung für die Berechnung der Materialkosten

Nr.	Ausrüstung	Anschaffungskosten [Fr.], gemittelt, gerundet	Amortisation [Anzahl Bäume]	Kosten pro Baum [Fr.]	Quelle
1	Anstelleiter bis 4.50m	150.00	1'000	0.15	
2	Anstelleiter bis 6m	300.00	1'000	0.30	
3	Distelleiter bis 6m	600.00	1'000	0.60	http://de.rolandschmid.ch/
4	Distelleiter bis 12m	1'200.00	1'000	1.20	http://de.rolandschmid.ch/
5	Sitzgurt mit Haltegurt	300.00	1'000	0.30	https://www.murer-shop.ch/
6	Halteseil mit Stahleinlage	250.00	500	0.50	https://wvs-shop.abacuscity.ch/de/home
7	Stangensäge	400.00	500	0.80	http://de.rolandschmid.ch/
8	Handsäge	60.00	150	0.40	https://www.murer-shop.ch/
9	Rettungsset 0.5	700.00	2'000	0.20	https://www.murer-shop.ch/
10	Kletterhelm mit Kinnriemen	100.00	1'000	0.10	https://www.murer-shop.ch/

Nr. Bemerkungen

- 1
- 2
- 3 Aufsteckelement 210/310cm=Fr. 580.-
- 4 Hundeleine zum Elemente hochziehen Fr. 75.-; Basiselement 510cm=Fr. 548.-; Aufsteckelement 210/310cm=Fr. 580.-

- 5 ab 229
- 6 Fr. 248.30; recht starke Abnutzung und Verschmutzung durch Harz
- 7 ab Fr. 327.-
- 8 ab Fr. 55.-, Abnutzung Sägeblatt ist relativ stark, vor allem bei Dürrrsten (was bei Wertastung unvermeidlich ist)
- 9 Fr. 679.-; ein Rettungsset pro 2er Team notwendig (Faktor 0.5), höhere Lebensdauer; gerundet
- 10 Fr. 99.-

Je nach Methode ist eine Kombination von Ausrüstungsbestandteilen notwendig. Daraus lassen sich die **Materialkosten pro Baum** berechnen (Tab. 14).

Tabelle 14: Konfigurationen der Ausrüstung für die Berechnung der Materialkosten

Methode	Notwendige Ausrüstung	Kosten pro Baum [Fr.]
Kronenschnitte bis Standhöhe 3m/Arbeitshöhe 5m	1+8	0.55 *)
Wertastung bis 6m mit Anstelleiter	1+5+6+8+9+10	1.65
Wertastung bis 6m mit Stangensäge	7+10	0.90
Wertastung bis 6m mit Distelleiter	3+5+6+8+9+10	2.10
Wertastung 6-12m mit Aststummelmethode	2+5+6+8+9+10	1.80
Wertastung 6-12m mit Distelleiter	4+5+6+8+9+10	2.70

*) Kronenschnitte werden im Modell "Jungwaldpflege Dichtung und Stangenholz" behandelt
Die Materialkosten werden unabhängig von der effektiven Astungslänge pro Abschnitt pauschal berechnet (unabhängig davon ob z.B. von 6-10m oder von 6-12m geastet wird).

$$Kosten_{Material} = f(Methode)$$

3.3.3 Zeitaufwand pro Baum und pro Hektare

Der Zeitaufwand pro Baum in Stunden setzt sich zusammen aus Gehzeit und Astungszeit:

$$Zeitaufwand \text{ pro Baum} = (Gehzeit + Astungszeit) \times F_{indir} \times F_{WegPausen} / 60$$

Für den Zeitaufwand pro Hektare wird der Zeitaufwand pro Baum mit der Anzahl Astungsbäume multipliziert:

$$Zeitaufwand \text{ pro Hektare} = Zeitaufwand \text{ pro Baum} \times Anzahl_{AstungsbäumeProHektare}$$

Für den Zeitaufwand pro effektiver Fläche bzw. pro Auftrag wird der Zeitaufwand pro Hektare mit der Fläche des Bestandes multipliziert:

$$Zeitaufwand \text{ pro Auftrag} = Zeitaufwand \text{ pro Hektare} \times Fläche$$

3.3.4 Kosten pro Baum und pro Hektare

Für die Kosten pro Baum wird der Zeitaufwand pro Baum mit dem Kostenansatz des Personals multipliziert. Zusätzlich werden die Materialkosten (Amortisation der Ausrüstung) addiert:

$$Kosten \text{ pro Baum} = (Zeitaufwand_{pro \text{ Baum}} \times Kostenansatz_{Personal}) + Kosten_{Material}$$

Die Kosten pro Hektare ergeben sich aus den Kosten pro Baum multipliziert mit der Anzahl Astungsbäume pro Hektare:

$$\text{Kosten pro Hektare} = \text{Kosten pro Baum} \times \text{Anzahl}_{\text{AstungsbäumeProHektare}}$$

Für die Kosten pro effektiver Fläche bzw. pro Auftrag werden die Kosten pro Hektare mit der Fläche des Bestandes multipliziert:

$$\text{Kosten pro Auftrag} = \text{Kosten pro Hektare} \times \text{Fläche}$$

4 Benutzerführung

In Tabelle 15 sind die verschiedenen Elemente dargestellt, welche für einen konkreten Astungsbestand ausgewählt werden können.

Tabelle 15: Übersicht über den Aufbau des Modells

		Methode
Etappe	1.Etappe (bis max. 6m)	Anstellleiter
		Stangensäge
		Distelleiter bis 6m
	2. Etappe (bis max. 12m)	Distelleiter bis 12m
		Aststummelmethode
Baumart	Douglasie	
	Fichte	
	Lärche, Föhre, Laubholz	
Anzahl Astungsbäume/ha	30	
Fläche des Bestandes [ha]	1.5	
Höhe oben (nach Astung) [m]	0	
Höhe unten (vor Astung) [m]	6	
Hangneigung	0-24%	
	25-44%	
	45-64%	
	65-84%	
	85-200%	
Astigkeit	fein	
	mittel	
	grob	

Die für das IT-Tool gewählten Defaultwerte sind in der Tabelle kursiv geschrieben.

Literatur

Ammann, P. (2018): Leitfaden Kronenschnitt und Wertastung. Leitfaden für die Praxis. Herausgeber: Codoc. 41 S.

FVA Baden-Württemberg (2000): Merkblätter der FVA Baden-Württemberg, Nr. 20/2000: Wertastung. Online-Version: 27.09.2011.

Gregory, E., Schlegel, H., Hein, S. (2013): Zeitbedarf und Kosten der Birkenästung. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald, Nr.11: 26-28.

Häne, K. und Sperisen, R. (1989): Wertastung. Merkblatt für den Forstpraktiker. Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, Nr. 14.

Häne, K. (2003): Wertastung. Lehrmittel zur natürlichen und künstlichen Wertastung. Herausgeber: CODOC.

Rotert, Friedrich (2000): Wertastung mit Zeitstudien. Broschüre zur 13. KWF-Tagung, Eigenverlag, Friedrich Rotert, Hasbergen-Gaste. 35 S.

Schütz, J.-P. (1987): Zur Auswahl der Ausleseebäume in der Schweizerischen Auslesedurchforstung. Schweiz Z Forstwes 138: 1037-1053.

Schweizerischer Forstkalender (2018): Tabelle über den Arbeitsaufwand für Kultur- und Pflegearbeiten. S.237-240.

Von Burg, U. (2016): Grundsätze bei der Grünastung. Stadt Schaffhausen, Revier Barga.