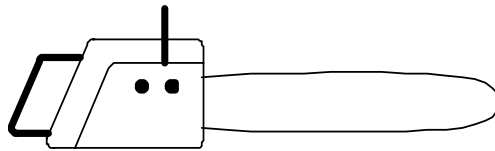


Produktivitätsmodelle für die Holzernte mit Hilfe komponentenbasierter Softwaretechnologie

Grundlagen für die Programmierung

Produktionssystem „Motormanuelle Holzhauerei“



Abteilung Management Waldnutzung
Eidg. Forschungsanstalt WSL, 2003, 2007

Version	Bearbeiter	Datum	Status	Kommentar
05	M. Breitenstein	22.05.2003		Formatierung und Korrekturen
06	V. Erni	31.01.2007		Einzelne Korrekturen

Inhaltsübersicht

1	Grundlagen	3
1.1	Entstehung und Verwendung	3
1.2	Verzeichnis der Quellen.....	4
1.3	Beurteilung und besondere Schwierigkeiten	4
1.4	Zeitangaben - Gliederung und Bezugsgrößen.....	4
2	Produktionssystem - Verbal-bildliche Darstellung	5
2.1	Produktionsfaktoren.....	5
2.2	Produktionsprozess	5
2.2.1	Arbeitsaufgabe	5
2.2.2	Arbeitsabläufe.....	5
2.3	Input- und Outputzustand	7
2.3.1	Inputzustand	7
2.3.2	Outputzustand	7
2.4	Erforderliche Arbeitsbedingungen	7
2.4.1	Personal und Technik.....	7
2.4.2	Gelände	8
2.4.3	Waldbestände und waldbauliche Massnahmen.....	8
2.5	Berechneter Output	8
3	Produktionssystem – mathematische Darstellung	9
3.1	Systemübersicht „motormanuelle Holzhauerei“	9
3.2	Systemzusammensetzung.....	10
3.3	Arbeitseffizienz in PSH0-Zeiten pro m ³ i.R.	10
3.4	Zeitbedarf der Produktionsfaktoren pro m ³ i.R.	18
3.5	Abkürzungen und Definitionsbereiche.....	19
4	Berechnungsbeispiel	21
5	Anhang.....	22
5.1	Modelle Holzhauerei Fichte Tanne	22
5.2	Modelle Holzhauerei Fö/Lä.....	23
5.3	Modelle Holzhauerei Laubholz	23
5.4	Zeitsystem im Komponentenmodell „motormanuelle Holzhauerei“.....	25

1 Grundlagen

1.1 Entstehung und Verwendung

Das vorliegende Komponentenmodell liefert Produktivitätsangaben für die „motormanuelle Holzhauerei“ und stützt sich auf Pfeiffer et al. (1978).

Pfeiffer et al. (1978) haben im Wesentlichen aus dem baumbezogenen Akkordtarif des deutschen Holzerntetarifes (HET) von 1971 sortimentsbezogene Richtwerte für die Schweiz hergeleitet. Die Richtwerte wurden mit umfangreichen schweizerischen, schlagweise durchgeführten Zeitstudien überprüft, angepasst und ergänzt. Sie eignen sich für die Vorkalkulation und Abrechnung spezifischer Holzschläge unter Berücksichtigung detaillierter Schlaganweisungen. Das Ergebnis wurde in den Richtwerttabellen für die Holzhauerei und das Schichtholzrücken Richtwerttabellen (Pfeiffer et al. 1990, 3. unveränderte Aufl. aus dem Jahre 1978) publiziert. Diese Richtwerttabellen liefern nach Baumartengruppen gegliederte Grundzeiten für die motormanuelle Aufarbeitung bestimmter Holzsortimente. Diese Grundzeiten werden mit Multiplikationsfaktoren für die Merkmale des Geländes, der Bäume und der Holzsorten sowie mit absoluten Zeitzuschlägen für bestimmte Arbeiten den spezifischen Verhältnissen angepasst.

Das vorliegende Komponentenmodell für die motormanuelle Holzhauerei basiert im Wesentlichen auf dem unveröffentlichten Herleitungsbericht (Pfeiffer et al. 1978). Dieser unveröffentlichte Herleitungsbericht wurde den Richtwerttabellen (Pfeiffer et al. 1990) als Datenbasis vorgezogen weil:

- Die Produktivitätsangaben für die Holzhauerei noch feiner in einzelne Arbeitsschritte aufgeteilt sind und wir an den Produktivitätsangaben dieser Arbeitsschritte wie Fällen oder Entasten interessiert sind.
- Die Zeitangaben sich auf die reine Arbeitszeit (RAZ) beziehen und nicht wie in den Richtwerttabellen auf die Gesamtarbeitszeit (GAZ= RAZ und allgemeine Zeiten). Unter den allgemeinen Zeiten sind dort auch Wegzeiten bis 20 Min. pro Tag und Motorsägenparkdienst inbegriffen. Der Anteil der allgemeinen Zeiten betrug 30%.

Während das Tabellenwerk von Pfeiffer et al. (1990) auch Richtwerte für das Schichtholzrücken enthält, wird dieser Arbeitsschritt in dem vorliegenden Komponentenmodell nicht dargestellt, da die Transportprozesse in eigenen Komponenten abgebildet werden. Das nachträgliche „Schlagräumung durchführen“ und „Unterholz entfernen“ ist in dem vorgesehen Zeitzuschlag für das „Äste räumen“ nicht enthalten. Das „Äste räumen“ bezieht sich nur auf die Aktivitäten Äste auf Haufen legen, laufend verbrennen oder im Bestand verteilen. Dieser Zuschlag wurde deshalb im Komponentenmodell nicht berücksichtigt.

Als Haupteingangsgrösse in die Grundzeittabellen des Grundlagenmodells dient der BHD des Massenmittelstammes des ausscheidenden Bestands. Der Einfluss der je nach Bonität unterschiedlichen Baumlängen, wird dort mit einem auf den Tarifstufen basierenden Korrekturfaktor berücksichtigt. Dagegen dient als Haupteingangsgrösse für das vorliegende Komponentenmodell der Massenmittelstamm, der sich aus dem jeweili-

gen Anzeichnungsprotokoll und dem lokalen Tarif ergibt. Die Modellbeziehungen der Richtwerttabellen sind entsprechend transformiert.

1.2 Verzeichnis der Quellen

- Pfeiffer, K.; Abegg, B.; Butora, A.; Kuhn, P.; Litscher, R.; Wüthrich, W., 1978: Die Herleitung der Richtwerttabellen für die Holzhauerei und das Schichtholzrücken. Int. Bericht Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald Schnee Landschaft: 167 S.
- Pfeiffer, K.; Abegg, B.; Kuhn, P., 1990: Richtwerttabellen für die Holzhauerei und das Schichtholzrücken. 3. unveränd. Aufl. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald Schnee Landschaft. 28 S.

1.3 Beurteilung und besondere Schwierigkeiten

Das Grundlagenmodell basiert zwar auf umfangreichem Datenmaterial, es ist jedoch wegen eines fortgeschrittenen Alters nicht mehr aktuell. Die Datenerhebung und Richtwertbildung erfolgten in der Mitte der siebziger Jahre. Gemessen an den heutigen Arbeitsverfahren sind daher die Leistungen eher konservativ bemessen. So sind in den letzten 25 Jahren zum einen die Motorsägen leistungsstärker geworden, zum andern sind aber auch in der Aufarbeitung des Holzes Leistungssteigerungen erzielt worden. Beispielsweise wurde für das Ablängen teilweise noch der Meterstab verwendet. Ferner musste damals noch sämtliches Industrieholz noch stammglatt entastet werden.

Die Technik- und verfahrensbedingten Leistungssteigerung der letzten 25 Jahre werden vom Komponentenmodell im Augenblick nicht berücksichtigt. Die berechneten Produktivitäten und Zeitbedarfe der Produktionsfaktoren sind daher als sehr vorsichtige Schätzungen anzuschauen. Eine Überprüfung und allfällige Anpassung über einen Korrekturfaktor würde sich lohnen.

Die Richtwerte wurden anhand von 52 Holzschlägen aus den Jahren 1975 und 1977 mit einer aufgearbeiteten Holzmenge von 5100 m³ überprüft. Aufgrund der untenstehenden Variationskoeffizienten der Richtwerte jeder Baumartengruppe lässt sich die Treffsicherheit in den einzelnen Schlägen zum damaligen Zeitpunkt beurteilen (vgl. Tabelle 1).

Baumartengruppe	Anzahl Schläge	Masse m3	Var.koeff. %
Fichte/Tanne	41	2365	± 18,2
Föhre/Lärche	15	515	± 16,7
Laubholz	39	1370	± 21.1

Tabelle 1: Anzahl Holzschläge, Holzmassen und Variationskoeffizienten je Baumartengruppe

Die Treffsicherheit der Richtwerte wird für die Gruppen Fi/Ta und Lbh als gut bezeichnet. Wegen der geringen Anzahl der Schläge mit Fö/Lä konnte hier die Treffsicherheit nicht zuverlässig beurteilt werden. Für alle drei Baumartengruppen ergaben Vergleichskalkulationen mit andern Holzhauereitarifen für die ermittelten Richtwerte geringere Variationskoeffizienten, was für die Qualität des Grundlagenmodells spricht.

1.4 Zeitangaben - Gliederung und Bezugsgrössen

Der unveröffentlichte Herleitungsbericht (Pfeiffer et al. 1978 liefert reine Arbeitszeiten (RAZ) bei Durchschnittsleistung in Minuten pro Kubikmeter Holz ohne Rinde pro Baumartengruppe und Holzsortiment.

Im vorliegenden Komponentenmodell werden die Grundzeiten in Min (RAZ) / m³ in Rinde für das Fällen der Bäume, das Entasten und Entrinden sowie für die weitere Aufarbeitung der Sortimente ermittelt. Bei den Sortimenten handelt es sich um Stammholz, Industrieholz lang mit einem Zopfdurchmesser von 8-12 cm und Schichtholz mit einem Zopfdurchmesser von 8-12 cm.

Die Werte des Massenmittelstammes sind auf m³ o.R. (Liegendmass) bezogen.

Die Grundzeiten gelten für das Sortimentsverfahren in 1-Mannarbeit in der 2-Mannrotte unter definierten Normalbedingungen.

Standorts- und Auftragsspezifische Merkmale werden mit Multiplikationsfaktoren und additiven Zuschlägen berücksichtigt (vgl. dazu auch Abb. 3).

Korrekturfaktoren für kleinere Unterbrüche, indirekte Arbeitszeiten, Störungen, Wegzeiten und Pausen werden ebenfalls getrennt berücksichtigt. Eine Übersicht des verwendeten Zeitsystems findet man im Anhang auf Seite 25.

2 Produktionssystem - Verbal-bildliche Darstellung

2.1 Produktionsfaktoren

Die Arbeiten werden im Sortimentsverfahren in 1-Mannarbeit in der 2-Mannrotte ausgeführt. Die Zeitangaben im Produktionssystem beziehen sich auf:

- 1 Person
- 1 Einmann-Motorsäge
- bei Stammholzentrindung: 1 handgeführte Einmann-Entrindungsmaschinen oder 1 Schälseisen.

2.2 Produktionsprozess

2.2.1 Arbeitsaufgabe

Die Arbeitsaufgabe besteht darin, zum Aushieb angezeichnete Waldbäume zu fällen, zu entasten und in Rundholzsortimente aufzurüsten. Es sind keine Transportaufgaben enthalten. Gleiches gilt für die Vermessung.

2.2.2 Arbeitsabläufe

Das Komponentenmodell bildet folgende Einzelprozesse der Holzernte ab: Fällen des Baumes, Entasten des Baumes, Aufarbeitung zu Stammholz, zu Industrieholz lang und Schichtholz. Bei der Stammholzaufarbeitung kommt noch die Entrindung als Option hinzu.

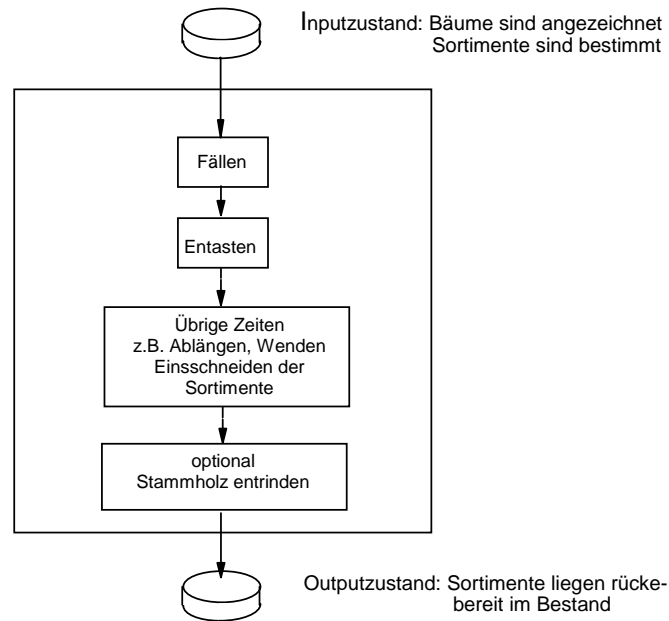


Abbildung 1: Prozess motormanuelle Holzernte (Sortimentsverfahren) - Schnittstellen und abgebildete Teilprozesse

Die abgebildeten Teilprozesse umfassen folgende Aktivitäten.

Fällen:

- Gehen von Baum zu Baum
- Vorbereiten am Baum
- Stammfuss reinigen
- Fällrichtungen bestimmen
- Anschroten der Wurzelanläufe
- Fallkerbe schneiden
- Fällschnitt schneiden
- Keilen und beobachten
- Bruchleiste am liegenden Stamm abschneiden

gegebenenfalls

- Fällen mit Seilzug
- Faulholz vom Stammfuss abschneiden
- Hohen Stock bei faulen Bäumen zurückschneiden
- Hänger zu Fall bringen

Entasten:

- Entastung mit EMS
- Einhändiges Wegschieben von störenden Ästen

Entrinden:

- Entrindung mit Schälisen, Axt oder Biber für Stammholz und Industrieholz

übrige Stammholzzeiten:

- Wenden Stammholz
- Wenden ganzer Baum, sofern aus diesem Stammholz anfällt
- Ablängen Stammholz
- Sortimentstrennschnitt Stammholz/Industrieholz
- Trennschnitte im Stammholz
- Länge, Durchmesser und Klasse anschreiben

nicht enthalten sind:

- Mittenring anbringen bei unentrindetem Stammholz (Zuschlag, der im Komponentenmodell nicht abgebildet wird)
- Kanten brechen (diese Option wird über einen eigenen Mult.Faktor erfasst, siehe Pfeiffer et al. 1978 S. 73)
- Räumen und Häufnen der Äste sowie das Einmessen des Stammholzes mit dem Förster sind nicht enthalten und müssen separat erfasst werden.

übrige Schichtholz- und Industrieholzzeiten

- Messen Schichtholz oder Industrieholz lang
- Wenden Schichtholz oder Industrieholz lang
- Einschneiden Schichtholz
- Trennschnitte Industrieholz lang

nicht enthalten sind:

- Spalten, Vorrücken und Rohbeigen wurden separat erfasst und sind nicht enthalten.

Verteilzeiten

- Die Verteilzeiten betragen ca. 30% der RAZ. In diesem Modell werden die Verteilzeiten jedoch separat über Multiplikationsfaktoren F_{0-15} und F_{indir} erfasst (vgl. Anhang auf Seite 25).

2.3 Input- und Outputzustand

2.3.1 Inputzustand

Die zur Ernte vorgesehenen Bäume sind markiert. Die Sortimente, die aufgerüstet werden sollen, sind nach Abmessungen, Qualitäten und Mengen festgelegt.

2.3.2 Outputzustand

Die vorgeschriebenen Holzsortimente liegen im Holzschlag zum Rücken bereit.

2.4 Erforderliche Arbeitsbedingungen

2.4.1 Personal und Technik

- Das Personal ist geübt.
- Die Ausrüstung ist auf den erteilten Auftrag abgestimmt.

2.4.2 Gelände

- Hangneigung > 70% möglich
- starke Behinderung durch Gelände und Bewuchs möglich

2.4.3 Waldbestände und waldbauliche Massnahmen

- Die Holzernte erfolgt in reinen oder gemischten Beständen von Fichte, Tanne, Föhre, Lärche und/oder Laubholz.
- Die Ernte erfolgt als Durchforstung oder als Räumung.

2.5 Berechneter Output

Das Komponentenmodell berechnet folgende Ergebnisse:

- Produktive Systemstunde ohne Unterbrüche pro Kubikmeter in Rinde (PSH_0/m^3 i. R.),
- Produktive Personalstunde ohne Unterbrüche pro Kubikmeter in Rinde (PPH_0/m^3 i. R.),
- Produktive Maschinenstunde der Motorsäge mit Unterbrüchen < 15 Min. (PMH_{15}/m^3 i. R.),
- Produktive Maschinenstunde der handgeführten Entrindungsmaschine mit Unterbrüchen < 15 Min. (PMH_{15}/m^3 i. R.).

3 Produktionssystem – mathematische Darstellung

3.1 Systemübersicht „motormanuelle Holzhauerei“

Dieses Produktionssystem umfasst die Holzhauerei von Stammholz, Industrieholz lang und Schichtholz.

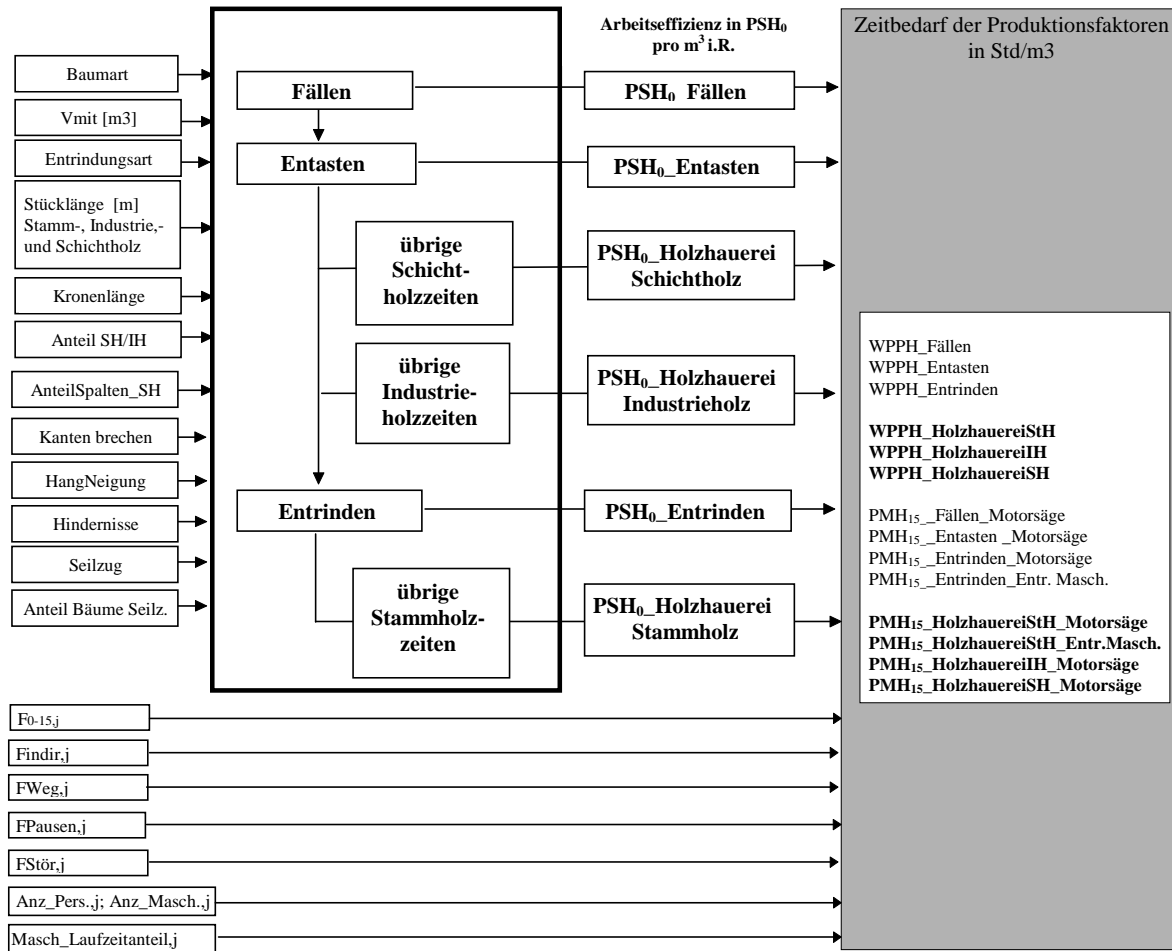


Abbildung 2: Übersicht zum Produktionssystem „motormanuelle Holzhauerei“.

3.2 Systemzusammensetzung

Personal:	Die Arbeiten werden im Sortimentsverfahren in 1-Mannarbeit innerhalb einer 2-Mannrotte, ausgeführt. Die Zeitangaben für das Produktionssystem beziehen sich auf eine Person.	1 Arbeitskraft
Maschinen:	Einmann-Motorsäge:	1
	<i>bei Stammholzentindung maschinell</i>	
	handgeführte Einmann-Entrindungsmaschine:	1
	<i>bei Stammholzentindung von Hand</i>	
	Schäleisen:	1

3.3 Arbeitseffizienz in PSH0-Zeiten pro m³ i.R.

Die Wirkungszusammenhänge, die im Folgenden hergeleitet werden, basieren auf dem internen Bericht von Pfeiffer et. al. 1978. Diese Datenbasis wurde, wie in Kap.1. erwähnt, den veröffentlichten Richtwerttabellen Pfeiffer et. al. 1990 vorgezogen weil:

- die Produktivitätsangaben für die Holzhauerei noch feiner in einzelne Arbeitsschritte aufgeteilt sind und wir an den Produktivitätsangaben dieser Arbeitsschritte wie Fällen oder Entasten interessiert sind.
- Die Zeitangaben sich auf die reine Arbeitszeit (RAZ) beziehen und nicht wie in den Richtwerttabellen reine Arbeitszeit und allgemeine Zeiten enthalten. Unter anderem sind dort auch Wegzeiten bis 20 Min. pro Tag und Motorsägenparkdienst inbegriffen.

Die Grundzeiten in den internen Unterlagen beziehen sich auf den Brusthöhendurchmesser (BHD). Dieser BHD entspricht dem BHD des Massenmittelstammes des angezeichneten Bestandes und nicht dem arithmetischen BHD-Mittelwert.

Die Grundzeiten gelten für aufgeführte Normalbedingungen. Abweichende Bedingungen werden über Multiplikationsfaktoren oder Additionszuschläge und Umrechnungsfaktoren berücksichtigt. Abbildung 3 zeigt, bei welchen Teilprozessen welche Multiplikationsfaktoren und Additionszuschläge wirksam sind.

Der Einfluss der Bonität wird über einen Multiplikationsfaktor für den Tarif berücksichtigt. In diesem Komponentenmodell wollten wir jedoch die Tarifstufe als Eingangsgrösse umgehen. Deshalb wurden im Grundlagenmodell (interner Bericht) die Grundzeiten pro BHD mit den entsprechenden Multiplikationsfaktoren für die Tarifstufen erhöht. Die zum BHD gehörigen Werte des Massenmittelstammes (V_{mit}) wurden pro Tarifstufe aus den Tarifgrafiken in (Pfeiffer et al. 1990) herausgelesen. Alle 90 Wertepaare (V_{mit} , Grundzeit) dienten als Datengrundlage für die Bestimmung der Funktion Grundzeit=f(V_{mit}). Die Parameter dieser Funktion, im Folgenden als RAZ bezeichnet, wurde mit dem Statistikpaket SAS für nichtlineare Regression geschätzt. Die Abbildungen im Anhang ab Seite 22 zeigen:

- Die Residuen sind bei den Arbeitsaktivitäten relativ gut, bei denen im Grundlagenmodell eine Tarifkorrektur vorgesehen ist. Bei den anderen, wie zum Beispiel „übrige Stammholzzeiten beim Laubholz“, wo keine Tarifkorrektur vorgesehen ist, eher schlecht. Der Grund liegt darin, dass zu demselben Grundzeitwert 5 verschiedene

Massenmittelstammwerte (V_{mit}) existieren. Ob diese „übrige Stammholzzeiten“ in Wirklichkeit nicht auch tarifabhängig sind, ist fraglich. Diese Unschärfe spielt für die Gesamtzeiten jedoch keine massgebliche Rolle.

- Für kleine V_{mit} ist es sinnvoll, die Grundzeiten zu begrenzen, damit sie nicht in den Himmel wachsen. Sinnvolle Grenzen findet man unter Ziffer 3.5 „Abkürzungsverzeichnis und Definitionsbereich“.
- Die Werte des Massenmittelstammes V_{mit} sind auf m^3 o.R. (Liegendmass) bezogen. Über den Faktor K_{BA} können sie leicht in m^3 i.R. umgerechnet werden.

$$V_{mit} [m^3 \text{ o.R.}] = K_{BA} * V_{mit} [m^3 \text{ i.R.}]$$

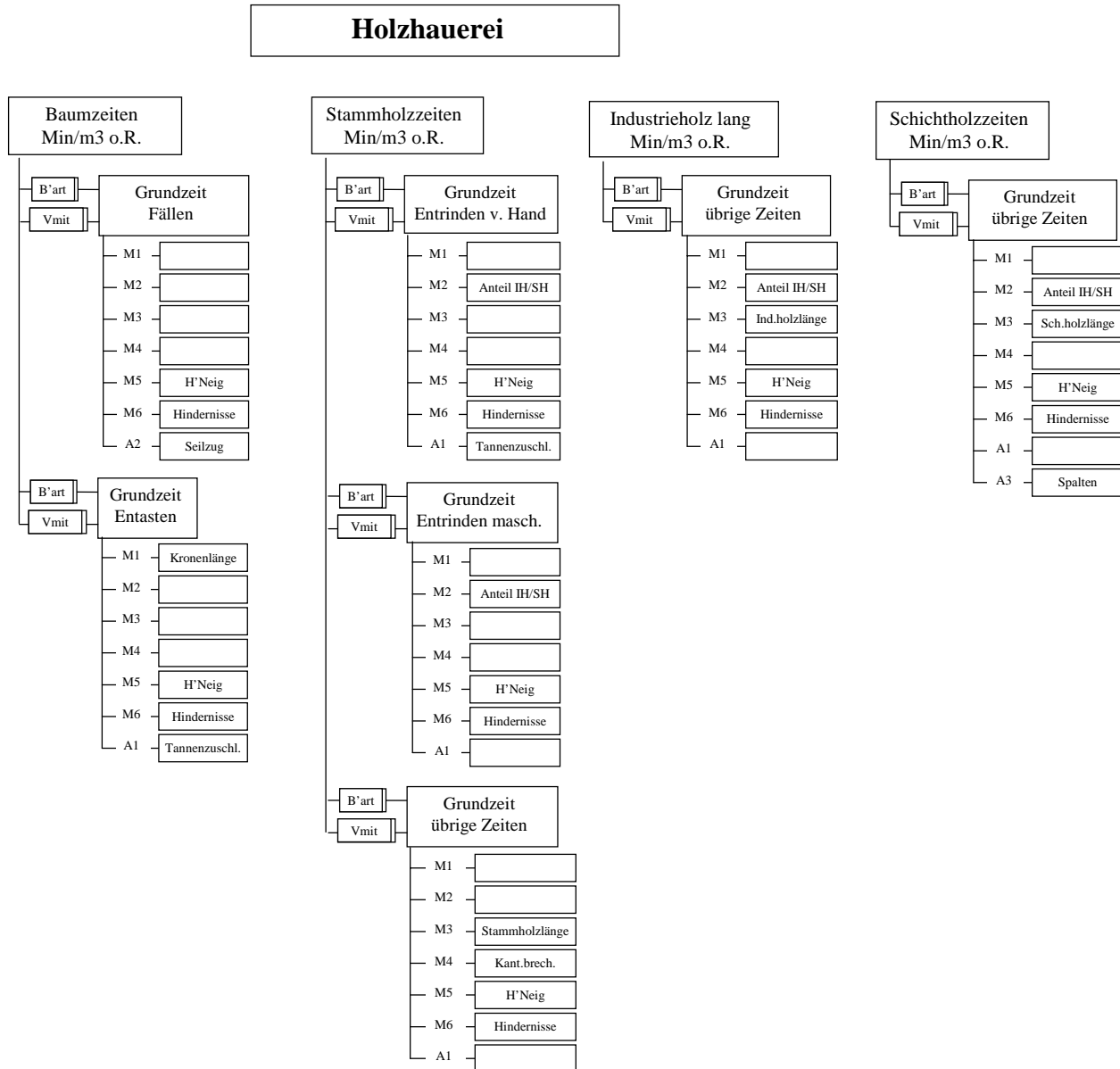


Abbildung 3: Grundschemata zur Berechnungen der PSH0-Zeiten für Teilprozesse der Holzhauerei. Die Grundzeiten beziehen sich auf aufgeführte Normalbedingungen. Abweichende Bedingungen werden über Multiplikationsfaktoren M_i oder Additionszuschläge A_i berücksichtigt (gemäss den Originalunterlagen von Pfeiffer et al. 1978).

Die PSH₀-Zeiten der einzelnen Teilprozesse lassen sich wie folgt schätzen:

PSH₀_Fällen

$$PSH_{0_{\text{Fällen,BA}}} = K_{BA} * 1 / 60 * [M_{5,BA} * M_{6,BA} * RAZ_{\text{Fällen,BA}} + A_2]$$

$$RAZ_{\text{Fällen,BA}} = C_{1,BA} * \exp(C_{2,BA} * V_{\text{mit}}^{C_{3,BA}} + C_{4,BA})$$

K_{BA} = Umrechnungsfaktor m3 ohne Rinde in m3 in Rinde

$M_{5,BA}$ = Multiplikationsfaktor für HangNeigung

$M_{6,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Hindernisse

A_2 = Additionszuschlag für Fällen mit Seilzug

$$\begin{aligned} A_2 &= \frac{\text{Anteil_Bäume}}{V_{\text{mit}}} * 16 \text{ falls Anteil_Bäume} < 0.1 \\ &= \frac{\text{Anteil_Bäume}}{V_{\text{mit}}} * \left(16 - \left(\frac{16-8}{40} \right) * (\text{Anteil_Bäume} * 100 - 10) \right) \text{ falls } 0.1 \leq \text{Anteil_Bäume} \leq 0.5 \\ &= \frac{\text{Anteil_Bäume}}{V_{\text{mit}}} * 8 \text{ falls Anteil_Bäume} > 0.5 \end{aligned}$$

$C_{1,BA}$, $C_{2,BA}$, $C_{3,BA}$, $C_{4,BA}$ Koeffizienten

Werte siehe Tabellen 2 - 7

PSH₀_Entasten

$$PSH_{0_{\text{Entasten,BA}}} = K_{BA} * 1 / 60 * [M_{1,BA} * M_{5,BA} * M_{6,BA} * RAZ_{\text{Entasten,BA}} + A_{1,BA}]$$

$$RAZ_{\text{Entasten,BA}} = C_{1,BA} * \exp(C_{2,BA} * V_{\text{mit}}^{C_{3,BA}} + C_{4,BA})$$

K_{BA} = Umrechnungsfaktor m3 ohne Rinde in m3 in Rinde

$M_{1,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Kronenlänge

$M_{5,BA}$ = Multiplikationsfaktor für HangNeigung

$M_{6,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Hindernisse

$A_{1,BA}$ = Additionszuschlag für Tannen

$C_{1,BA}$, $C_{2,BA}$, $C_{3,BA}$, $C_{4,BA}$ Koeffizienten

Werte siehe Tabelle 2 - 7

PSH₀_Entrinden von Hand

$$PSH_{0_{\text{EntrindenHand,BA}}} = K_{BA} * 1 / 60 * [M_{2,BA} * M_{5,BA} * M_{6,BA} * RAZ_{\text{EntrindenHand,BA}} + A_{1,BA}]$$

$$RAZ_{\text{Entrinden,BA}} = C_{1,BA} * \exp(C_{2,BA} * V_{\text{mit}}^{C_{3,BA}} + C_{4,BA})$$

K_{BA} = Umrechnungsfaktor m3 ohne Rinde in m3 in Rinde

$M_{2,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Anteil Schichtholz & Industrieholz

$M_{5,BA}$ = Multiplikationsfaktor für HangNeigung

$M_{6,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Hindernisse

$A_{1,BA}$ = Additionszuschlag für Tannen

$C_{1,BA}$, $C_{2,BA}$, $C_{3,BA}$, $C_{4,BA}$ Koeffizienten

Werte siehe Tabellen 2 - 7

PSH₀_Entrinden mit handgeführter Maschine „Biber“

$$PSH0_{\text{EntrindenBiber,BA}} = K_{BA} * 1 / 60 * [M_{2,BA} * M_{5,BA} * M_{6,BA} * RAZ_{\text{EntrindenBiber,BA}}]$$

$$RAZ_{\text{EntrindenBiber,BA}} = C_{1,BA} * \exp(C_{2,BA} * V_{\text{mit}}^{C_{3,BA}} + C_{4,BA})$$

K_{BA} = Umrechnungsfaktor m3 ohne Rinde in m3 in Rinde

$M_{2,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Anteil Schichtholz & Industrieholz

$M_{5,BA}$ = Multiplikationsfaktor für HangNeigung

$M_{6,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Hindernisse

$C_{1,BA}$, $C_{2,BA}$, $C_{3,BA}$, $C_{4,BA}$ Koeffizienten

Werte siehe Tabellen 2 - 7

PSH₀_übrige Zeiten Stammholz

$$PSH0_{\text{übr.Stammholz,BA}} = K_{BA} * 1 / 60 * [M_{3,BA} * M_{4,BA} * M_{5,BA} * M_{6,BA} * RAZ_{\text{übr.Stammholz,BA}}]$$

$$RAZ_{\text{übr.Stammholz,BA}} = C_{1,BA} * \exp(C_{2,BA} * V_{\text{mit}}^{C_{3,BA}} + C_{4,BA})$$

K_{BA} = Umrechnungsfaktor m3 ohne Rinde in m3 in Rinde

$M_{3,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Stücklänge

$M_{4,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Kantenbrechen

$M_{5,BA}$ = Multiplikationsfaktor für HangNeigung

$M_{6,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Hindernisse

$C_{1,BA}$, $C_{2,BA}$, $C_{3,BA}$, $C_{4,BA}$ Koeffizienten

Werte siehe Tabellen 2 - 7

PSH₀_übrige Zeiten Industrieholz lang

$$PSH0_{\text{übr.Industrieholz,BA}} = K_{BA} * 1 / 60 * [M_{2,BA} * M_{3,BA} * M_{5,BA} * M_{6,BA} * RAZ_{\text{übr.Industrieholz,BA}}]$$

$$RAZ_{\text{übr.Industrieholz,BA}} = C_{1,BA} * \exp(C_{2,BA} * V_{\text{mit}}^{C_{3,BA}} + C_{4,BA})$$

K_{BA} = Umrechnungsfaktor m3 ohne Rinde in m3 in Rinde

$M_{2,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Anteil Schichtholz & Industrieholz

$M_{3,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Stücklänge

$M_{5,BA}$ = Multiplikationsfaktor für HangNeigung

$M_{6,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Hindernisse

$C_{1,BA}$, $C_{2,BA}$, $C_{3,BA}$, $C_{4,BA}$ Koeffizienten

Werte siehe Tabellen 2 - 7

PSH₀_übrige Zeiten Schichtholz

$$PSH0_{\text{übr.Schichtholz,BA}} = K_{BA} * 1 / 60 * [M_{2,BA} * M_{3,BA} * M_{5,BA} * M_{6,BA} * RAZ_{\text{über.Schichtholz,BA}} + A_3]$$

$$RAZ_{\text{über.Schichtholz,BA}} = C_{1,BA} * \exp(C_{2,BA} * V_{\text{mit}}^{C_{3,BA}} + C_{4,BA})$$

K_{BA} = Umrechnungsfaktor m³ ohne Rinde in m³ in Rinde

$M_{2,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Anteil Schichtholz & Industrieholz

$M_{3,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Stücklänge

$M_{5,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Hangneigung

$M_{6,BA}$ = Multiplikationsfaktor für Hindernisse

$A_3 = A_{3,BA} * \text{AnteilSpalten_SH}$; $A_{3,BA}$: Additionszuschlag für Spalten von durchschnittlich zähem Holz

$C_{1,BA}$, $C_{2,BA}$, $C_{3,BA}$, $C_{4,BA}$ Koeffizienten

Werte siehe Tabellen 2 - 7

Aus den Teilprozessen werden nun die PSH₀-Zeiten für die Holzhauerei von Stammholz, Industrieholz lang und Schichtholz wie folgt zusammengesetzt.

PSH₀-Zeiten für Holzhauerei Stamm-, Industrie- und Schichtholz

$$PSH0_{\text{Holzhauerei_Stammholz,BA}} = PSH0_{\text{Fällen,BA}} + PSH0_{\text{Entasten,BA}} + PSH0_{\text{Entrinden,BA}} + PSH0_{\text{übr.SHZeiten,BA}}$$

$$PSH0_{\text{Holzhauerei_Industrieholz,BA}} = PSH0_{\text{Fällen,BA}} + PSH0_{\text{Entasten,BA}} + PSH0_{\text{übr.IHZeiten,BA}}$$

$$PSH0_{\text{Holzhauerei_Schichtholz,BA}} = PSH0_{\text{Fällen,BA}} + PSH0_{\text{Entasten,BA}} + PSH0_{\text{übr.SHZeiten,BA}}$$

Koeffizienten	Fällen	Entasten	übrige Zeiten Stammholz	Entrinden v.Hand	Entrinden m. Biber	übrige Zeiten Industrieholz lang	übrige Zeiten Schichtholz
C _{1,BA}	2.0000	4.0000	2.0000	1.6920	5.0000	4.000	4.0000
C _{2,BA}	2.4291	4.8747	25.9148	6.4280	8.8380	20.000	20.0000
C _{3,BA}	-0.1596	-0.0838	-0.0136	-0.0539	-0.0659	-0.0167	-0.0166
C _{4,BA}	-0.9108	-3.7592	-24.9783	-3.6151	-7.8320	-19.665	-18.4610

Tabelle 2: Koeffizienten für Fichte und Tanne

		Fällen	Entasten	übrige Zeiten Stammholz	Entrinden von Hand	Entrinden mit Biber	übrige Zeiten Industrieholz lang	übrige Zeiten Schichtholz
M _{1,BA}	Kronenlänge: < 33% 33 - 50% 51 - 66% 67 - 90% > 90%		1.00 1.00 1.00 1.00 1.25					
M _{2,BA}	Anteil Schichtholz & Industrieholz lang: < 10% 10 - 20% 21 - 35% 36 - 60% 61 - 100%				1.08 1.00 0.93 0.87 0.87	1.08 1.00 0.93 0.87 0.87	1.20 1.00 0.86 0.77 0.71	1.20 1.00 0.86 0.77 0.71
M _{3,BA}	Stammholzlänge: < 4 m 4 - 6m 6 - 10m > 10m Industrieholz-lang: ≤ 7m > 7m Schichtholz: 1m 2m			1.5 1.5 1.24 1.00			1.00 0.77	1.00 0.64
M _{4,BA}	mit Kantenbrechen: < 4m 4 - 6m 6 - 10m > 10m ohne Kantenbrechen:			1.35 1.35 1.25 1.15 1.00				
M _{5,BA}	Hang-Neigung: 0 - 30% 31 - 50% 51 - 70% > 70%	1.00 1.05 1.10 1.25	1.00 1.05 1.19 1.52	1.00 1.11 1.31 1.77	1.00 1.08 1.19 1.40	1.00 1.08 1.19 1.40	1.00 1.21 1.21 1.21	1.00 1.21 1.21 1.21
M _{6,BA}	Hindernisse: keine gering mässig stark	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20
A _{1,BA}	Tannenzuschlag: [Min/m3 o.R.]		2.6		6.4			
A _{3,BA}	Spalten 100% [Min/m3 o.R.]							34.3
Maschinen Laufzeitanteile	EMS [-] Entr. Masch	0.48	0.91	0.18		0.90	0.55	0.55
K _{BA} Umrechnung	1 m ³ in Rinde [i.R.] = 0.89 ohne Rinde [o.R.]							

Tabelle 3: Korrekturfaktoren für die Baumarten (BA) Fichte/Tanne

Koeffizienten	Fällen	Entasten	übrige Zeiten Stammholz	Entrinden v. Hand	Entrinden m. Biber	übrige Zeiten Industrieholz lang	übrige Zeiten Schichtholz
C _{1,BA}	2.0000	2.0000	2.0000	17.0000	1.0000	4.0000	4.0000
C _{2,BA}	2.4236	26.2532	25.9148	7.0282	0.4196	20.0000	20.0000
C _{3,BA}	-0.1602	-0.0179	-0.0136	-0.0494	-0.9319	-0.0167	-0.0166
C _{4,BA}	-1.2105	-25.2087	-24.9783	-6.1878	2.3259	-19.6650	-18.4610

Tabelle 4: Koeffizienten für Föhre und Lärche

		Fällen	Entasten	übrige Zeiten Stammholz	Entrinden von Hand	Entrinden mit Biber	übrige Zeiten Industrieholz lang	übrige Zeiten Schicht- holz
M _{1,BA}	Kronenlänge: < 33% 33 - 50% 51 - 66% > 67%		0.87 1.00 1.17 1.62					
M _{2,BA}	Anteil Schichtholz & Industrieholz lang: < 10% 10 - 20% 21 - 35% 36 - 60% 61 - 100%				1.06 1.00 0.93 0.87 0.87	1.06 1.00 0.93 0.87 0.87	1.20 1.00 0.86 0.77 0.71	1.20 1.00 0.86 0.77 0.71
M _{3,BA}	Stammholzlänge: < 4m 4 - 6m 6 - 10m > 10m Industrieholz-lang: ≤ 7m > 7m Schichtholz: 1m 2m			1.5 1.5 1.24 1.00			1.00 0.77	1.00 0.64
M _{4,BA}	mit Kantenbrechen: < 4m 4 - 6m 6 - 10m > 10m ohne			1.35 1.35 1.26 1.17 1.00				
M _{5,BA}	Hang-Neigung: 0 - 30% 31 - 50% 51 - 70% > 70%	1.00 1.05 1.10 1.25	1.00 1.05 1.19 1.52	1.00 1.11 1.31 1.77	1.00 1.08 1.19 1.40	1.00 1.08 1.19 1.40	1.00 1.21 1.21 1.21	1.00 1.21 1.21 1.21
M _{6,BA}	Hindernisse: keine gering mässig stark	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20
A _{1,BA}	Tannenzuschlag: [Min/m ³ o.R.]							
A _{3,BA}	Spalten 100% [Min/m ³ o.R.]							27.4
Maschinen- Laufzeitantei- le	EMS [-] Entr. Masch	0.54	0.91	0.18		0.90	0.55	0.55
K _{BA} Umrechnung	1 m ³ in Rinde [i.R.] = 0.92 ohne Rinde [o.R.]							

Tabelle 5: Korrekturfaktoren für die Baumarten (BA) Föhre und Lärche

Koeffizienten	Fällen	Entasten	übrige Zeiten Stammholz	Entrinden v. Hand	Entrinden m. Biber	übrige Zeiten Industrieholz lang	übrige Zeiten Schichtholz
C _{1,BA}	0.00236	0.6871	4.0000			1.0856	1.4504
C _{2,BA}	6.9216	1.0303	-0.2769			0.1848	0.1998
C _{3,BA}	-0.0634	-0.1878	0.7009			-0.5688	-0.5495
C _{4,BA}	1.0000	1.0000	0.4403			1.2685	2.1618

Tabelle 6: Koeffizienten für Laubholz

		Fällen	Entasten	übrige Zeiten Stammholz	Entrinden von Hand	Entrinden mit Biber	übrige Zeiten Industrieholz lang	übrige Zeiten Schichtholz
M _{1,BA}	Kronenlänge: < 33% 33-50% 51-66% > 67%		0.73 1.00 1.25 1.53					
M _{2,BA}	Anteil Schichtholz & Industrieholz lang: < 10% 10 - 20% 21 - 35% 36 - 60% 61 - 100%						1.22 1.22 1.11 1.00 0.90	1.22 1.22 1.11 1.00 0.90
M _{3,BA}	Stammholzlänge: < 4 m 4 - 6 m 6 - 10m > 10m Industrieholz-lang: ≤ 7m > 7m Schichtholz: 1m 2m			1.21 1.00 0.89 0.89			1.00 0.77	1.00 0.64
M _{4,BA}	mit Kantenbrechen: < 4m 4 - 6m 6 - 10m > 10m ohne Kantenbrechen			1.35 1.35 1.26 1.17 1.00				
M _{5,BA}	Hangneigung: 0 - 30% 31 - 50% 51 - 70% > 70%	1.00 1.05 1.10 1.25	1.00 1.05 1.19 1.52	1.00 1.07 1.32 1.77			1.00 1.21 1.21 1.21	1.00 1.21 1.21 1.21
M _{6,BA}	Hindernisse: keine gering mässig stark	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20			1.00 1.05 1.10 1.20	1.00 1.05 1.10 1.20
A _{1,BA}	Tannenzuschlag: [Min/m3 o.R.]							
A _{3,BA}	Spalten 100% [Min/m3 o.R.]							21.4
Maschinen Laufzeitanteile	EMS [-]	0.61	0.93	0.34			0.63	0.63
K _{BA} Umrechnung	1 m ³ in Rinde [i.R.] = 0.93 ohne Rinde [o.R.]							

Tabelle 7: Korrekturfaktoren für die Baumarten (BA)= Laubholz

3.4 Zeitbedarf der Produktionsfaktoren pro m³ i.R.

Eine Zusammenstellung des verwendeten Zeitsystems und die Berechnung der Faktorzeiten findet man im Anhang unter der Überschrift 5.4.

$$WPPH_j = Anz_Pers_j * PSH0_j * F_{0-15,j} * F_{indir,j} * F_{Weg,j} * F_{Pausen,j} * F_{Stör,j} \left[\frac{Std}{m^3 i.R.} \right]$$

j = Füllen, Entasten, Entrinden, HolzhauereiStH, HolzhauereiIH, HolzhauereiSH

$$PMH_{15_j_Motorsäge} = PSH0_j * F_{0-15,j} * Motorsäge_Laufzeitanteil_j \left[\frac{Std}{m^3 i.R.} \right]$$

$$PMH_{15_Entrinden_Entr. Masch.} = PSH0_Entrinden * F_{0-15,Entrinden} * Entr. Masch_Laufzeitanteil_Entrinden \left[\frac{Std}{m^3 i.R.} \right]$$

j = Füllen, Entasten, Entrinden, HolzhauereiStH, HolzhauereiIH, HolzhauereiSH

Faktoren:

$$Anz_Pers_j = 1$$

$$F_{0-15,j} = 1.1$$

$$F_{indir,j} = 1.2 ; \text{berechnet aus } F_{0-15} * F_{indir} = F_{Verweilzeit} = 1.3 \text{ aus Richtwerten Pfeiffer et. al. 1990}$$

$$F_{Weg,j} = \text{individuell z.B. } 30 \text{ Min. auf } 540 \text{ Min} = \frac{30}{540} = 1.056$$

$$F_{Pausen,j} = \text{individuell z.B. } 40 \text{ Min. auf } 540 \text{ Min} = \frac{40}{540} = 1.075$$

$$F_{Stör,j} = \text{individuell z.B. } 1.10$$

$$Motorsäge_Laufzeitanteile_j = \text{siehe Tabelle 2,4, 6}$$

$$Entr. Masch._Laufzeitanteile = \text{siehe Tabelle 2,4, 6}$$

3.5 Abkürzungen und Definitionsbereiche

Abkürzung	Definition	De- fault	Def. Bereich	Einheit
$A_{1,BA}$ A_2 $A_{3,BA}$	Additionszuschlag für BA Tanne Additionszuschlag für Fällen mit Seilzug Additionszuschlag für Spalten: Zuschlag gilt für das Spalten von 100% des Schichtholzes. Das Schichtholz ist dabei durchschnittlich zäh.		≥ 0 ≥ 0 ≥ 0	[Min/ m ³ o.R.]
AnteilSpalten_ SH	Anteil Schichtholz, das gespalten werden muss		$\geq 0 \leq 1$	[-]
Anteil_ SH/IH	Anteil Schichtholz und Industrieholz an der Gesamtmasse		$\geq 0 \leq 1$	[%]
Anteil Bäume Seilz	Anteil Bäume, die mit Seilzug gefällt werden		$\geq 0 \leq 1$	[-]
Anz_Pers.,j Anz_Masch.,j	Anzahl Personen resp. Maschinen, die bei der jeweiligen Aktivität j (Fällen, Entasten,..etc.) zum Einsatz gelangen.		≥ 0	[-]
Baumart, BA	Baumart Baumartengruppen	Fi/Ta	Alle Baum- arten Fi/Ta, Fö/Lä, Lbh	[-]
C_{1,BA} . . . 4,BA	Koeffizienten zur Berechnung der reinen Arbeitszeit			[-]
Entrindungsart			von Hand, maschinell, ohne Entrindung	[-]
F₀₋₁₅ F_{indir} F_{pausen} F_{Weg} F_{Stör}	Multiplikationsfaktoren für unvermeidbare Verlustzeiten >15 Min. indirekte Arbeitszeiten Pausen >15 Min. Wegzeiten >15 Min. Störzeiten >15 Min.	1.10 1.20 1.08 1.06 1.10	≥ 1.0	[-]
Hangneigung	Hangneigung des Geländes, (definiert M _{5,BA})		≥ 0	[%]
Hindernisse	Mass für Behinderung (definiert M _{6,BA})		kei- ne,gering,m ässig,stark	
K_{BA}	Umrechnungsfaktor für das Umrechnen von m ³ in Rinde in m ³ ohne Rinde der entsprechenden Baumartengruppe (siehe Tabellen 2, 4, 6)		<1.0	[-]
Kantenbrechen	werden Kanten einseitig gebrochen (definiert M _{4,BA})		ja, nein	[-]
Kronenlänge	Länge der Krone in % der Baumlänge (definiert M _{1,BA})		< 33% 33-50% 51-66% > 67%	[%]
M_{1 BA} M_{2 BA} M_{3 BA} M_{4 BA} M_{5 BA} M_{6 BA}	Multiplikationsfaktoren für: (siehe Tabellen 2, 4, 6) - Kronenlänge - Anteil Schicht- und Industrieholz lang - Stücklängen - Kantenbrechen - Hangneigung - Hindernisse der entsprechenden Baumarten (BA)		≥ 1.0 ≥ 1.0 ≥ 1.0 ≥ 1.0 ≥ 1.0 ≥ 1.0	[-] [-] [-] [-] [-] [-]

Maschinenlaufzeit-anteile	Laufzeiten der entsprechenden Maschinen im Verhältnis zu den produktiven Systemstunden (PSH ₀ -Zeiten)	1.0	0.0-1.0	[-]
PSH₀ _{Fällen, BA} PSH₀ _{Entasten, BA} PSH₀ _{übr. Stammholz, BA} PSH₀ _{EntrindenHand, BA} PSH₀ _{EntrindenBiber} PSH₀ _{übr. Industrieholz} PSH₀ _{übr. Schichtholz-Holz}	Produktive Systemstunde ohne Unterbrüche (PSH ₀ -Zeit), welche zum Fällen, Entasten, etc. des Holzes benötigt wird.		≥ 0	[Std/m ³ i.R.]
PMH₁₅	Produktive Maschinenzeit mit Unterbrüchen < 15Min			[-]
RAZ _{Fällen, BA} RAZ _{Entasten, BA} RAZ _{übr. Stammholz, BA} RAZ _{EntrindenHand, BA} RAZ _{EntrindenBiber, BA} RAZ _{übr. Industrie-Holz, BA} RA-Z _{übr. Schichtholz, BA}	Abkürzung für funktionalen Zusammenhang „Grundzeit (RAZ) ohne Zuschläge gemäss Grundlagenmodell“ in Abhängigkeit des Massenmittelstammes V_{mit} für Fällen, Entasten, übrige Zeiten Stammholz, etc.		0-40 0-45 0-15 0-120 0-95 0-15 0-50	[Min/m ³ o.R.]
Seilzug	Faktorberechnung für das Fällen mit Seilzug (
Stücklänge	Bezeichnet die Länge der eingeschnittenen Sortimente (z.B. Langholz, Trämel) (definiert M _{3,BA})		Stammholz: 4 - 6m 6 - 10m > 10m Industrieholz: ≤ 7m > 7m Schichtholz: 1m 2m	[m]
V_{mit}	Massenmittelstamm (Tarifmasse geteilt durch Gesamtstammzahl)		≥ 0.0	[m ³ o.R.]
WPPH_j	Arbeitsplatzzeit des Personals bei den Aktivitäten j (Fällen, Entasten, etc.)			[Std/m ³ i.R.]

Tabelle 8: Abkürzungen und Definitionen für das Modell 'Motormanuelle Holzhauerei'.

4 Berechnungsbeispiel

C1	2.0000	2.0000	2.0000	17.0000	1.0000	4.0000	4.0000
C2	2.4236	26.2530	25.9148	7.0282	0.4196	20.0000	20.0000
C3	-0.1602	-0.0179	-0.0136	-0.0494	-0.9319	-0.0167	-0.0166
C4	-1.2105	-25.2100	-24.9783	-6.1878	2.3259	-19.6650	-18.4610
UmrFakt	0.92						
CBA							
Fallg	1.30						
Zeiten							

BHD	Vmit m3 o.R.	1.Fällen	2.Entasten	3.übrige Zeiten	4.Entrinde n v. Hand Min/m3 i.R..	5.Biberentr indung	6.IH übr. Zeiten	7.SH übr. Zeiten	8.in Rinde Min/m3 o.R..	9.in Rinde Min/m3 i.R..	10. Handentr. Min/m3 o.R..	11. Handentr. Min/m3 i.R..	12.Biber Min/m3 o.R..	13.Biber Min/m3 i.R..	14. Indust- rie-Holz Min/m3 o.R..	15. Min/m 3 i.R..	16. Schicht- holz Min/Ster o.R..	17. Min/Ster i.R..
15	0.14	19.58	17.25	12.25	95.93	162.23	12.97	43.06	53.34	49.08	157.6	145.0			54.1	49.8	63.4	58.3
16	0.16	18.40	16.29	11.74	91.70	123.95	12.45	41.35	50.46	46.43	150.1	138.1			51.2	47.1	60.3	55.5
17	0.18	17.31	15.38	11.25	87.69	97.38	11.96	39.71	47.76	43.94	143.1	131.6			48.5	44.7	57.5	52.9
18	0.20	16.32	14.54	10.78	83.92	78.63	11.49	38.16	45.26	41.64	136.5	125.6			46.0	42.3	54.8	50.4
19	0.23	15.41	13.76	10.35	80.39	65.14	11.04	36.70	42.95	39.52	130.3	119.9	113.8	104.7	43.7	40.2	52.3	48.1
20	0.25	14.60	13.04	9.94	77.12	55.23	10.63	35.34	40.84	37.57	124.7	114.7	100.9	92.8	41.6	38.3	50.0	46.0
22	0.31	13.19	11.77	9.21	71.27	42.09	9.88	32.87	37.13	34.16	114.6	105.4	82.9	76.3	37.9	34.8	45.9	42.2
24	0.38	12.03	10.69	8.57	66.26	34.14	9.24	30.73	34.02	31.30	106.0	97.6	71.1	65.4	34.7	32.0	42.4	39.0
26	0.46	11.08	9.79	8.03	61.94	29.00	8.67	28.87	31.40	28.89	98.7	90.8	62.9	57.9	32.1	29.5	39.5	36.3
28	0.55	10.28	9.01	7.55	58.21	25.50	8.18	27.23	29.17	26.83	92.4	85.0	56.9	52.3	29.9	27.5	36.9	34.0
30	0.65	9.60	8.35	7.13	54.95	23.02	7.75	25.80	27.25	25.07	87.0	80.0	52.3	48.1	27.9	25.7	34.7	31.9
34	0.86	8.52	7.27	6.42	49.57	19.80	7.02	23.40	24.15	22.21	78.0	71.8	45.7	42.0	24.8	22.8	31.1	28.6
38	1.12	7.70	6.44	5.86	45.31	17.86	6.44	21.47	21.74	20.01	71.0	65.3	41.2	37.9	22.4	20.6	28.3	26.0
42	1.41	7.07	5.78	5.41	41.85	16.60	5.96	19.89	19.84	18.25	65.3	60.1	37.9	34.8	20.4	18.8	26.0	23.9
46	1.74	6.55	5.24	5.03	38.99	15.73	5.57	18.57	18.28	16.82	60.7	55.8	35.4	32.6	18.9	17.4	24.1	22.2
50	2.10	6.13	4.80	4.70	36.58	15.10	5.23	17.45	16.99	15.63	56.8	52.2	33.4	30.7	17.6	16.2	22.5	20.7
58	2.93	5.48	4.11	4.19	32.74	14.28	4.68	15.64	14.98	13.78	50.6	46.5	30.5	28.1	15.5	14.3	20.0	18.4
66	3.91	5.00	3.60	3.79	29.80	13.77	4.26	14.25	13.47	12.39	45.9	42.2	28.4	26.2	14.0	12.9	18.1	16.7

1. - 7. Arbeitszeiten pro m3 i.R. für die verschiedenen Aktivitäten gemäss den Grundlagen von Pfeiffer et al. 1978

8. u. 9. Arbeitszeiten für die motormanuelle Holzhauerei von Stammholz in Rinde. Die Leistungsangaben beziehen sich auf Min./m3 o. R. (8.) und werden auch umgerechnet auf Min/m3 i.R. (9.).

10. u. 13. Arbeitszeiten für die motormanuelle Holzhauerei von Stammholz ohne Rinde also inkl. Entrindung von Hand oder mit Biber. Die Leistungsangaben beziehen sich auf Min./m3 o. R. (8., 10.) und werden auch umgerechnet auf Min/m3 i.R. (9., 11.).

14. -17. Arbeitszeiten für die motormanuelle Holzhauerei von Industrieholz lang und Schichtholz in Rinde. Die Leistungsangaben beziehen sich auf Min./m3 o. R. (14., 16.) und werden auch umgerechnet auf Min/m3 i.R. (15., 17.).

Die hinterlegten Kolonnen sind somit vergleichbar mit den Richtwerttabellen Pfeiffer et al. 1990

Tabelle 9: Berechnungsbeispiel für die Baumartengruppe Fö/Lä.

5 Anhang

5.1 Modelle Holzhauerei Fichte/Tanne

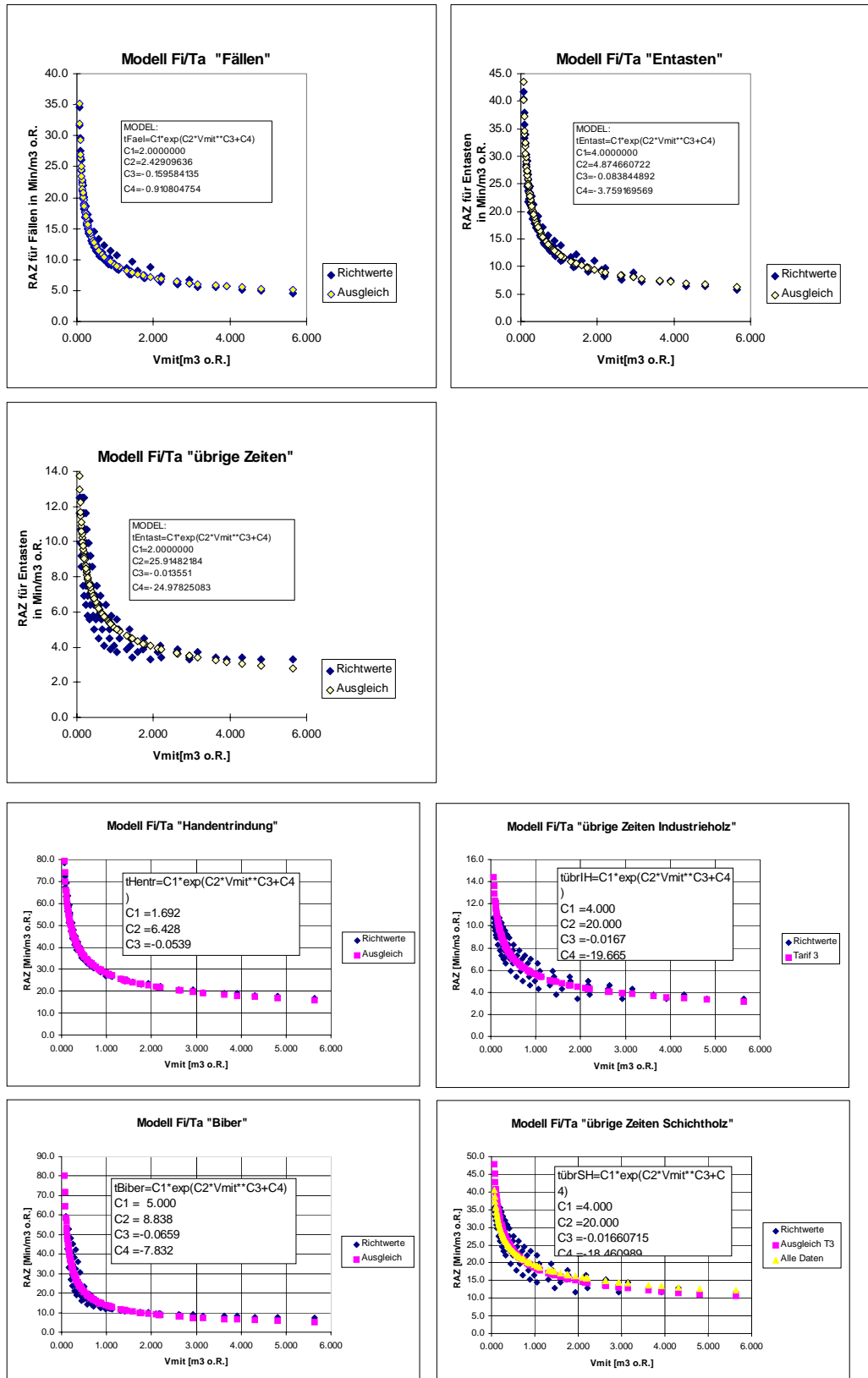


Abbildung 4: Grafische Darstellung der Holzhauerei-Modelle für die Baumartengruppe Fi/Ta.

5.2 Modelle Holzhauerei Fö/Lä

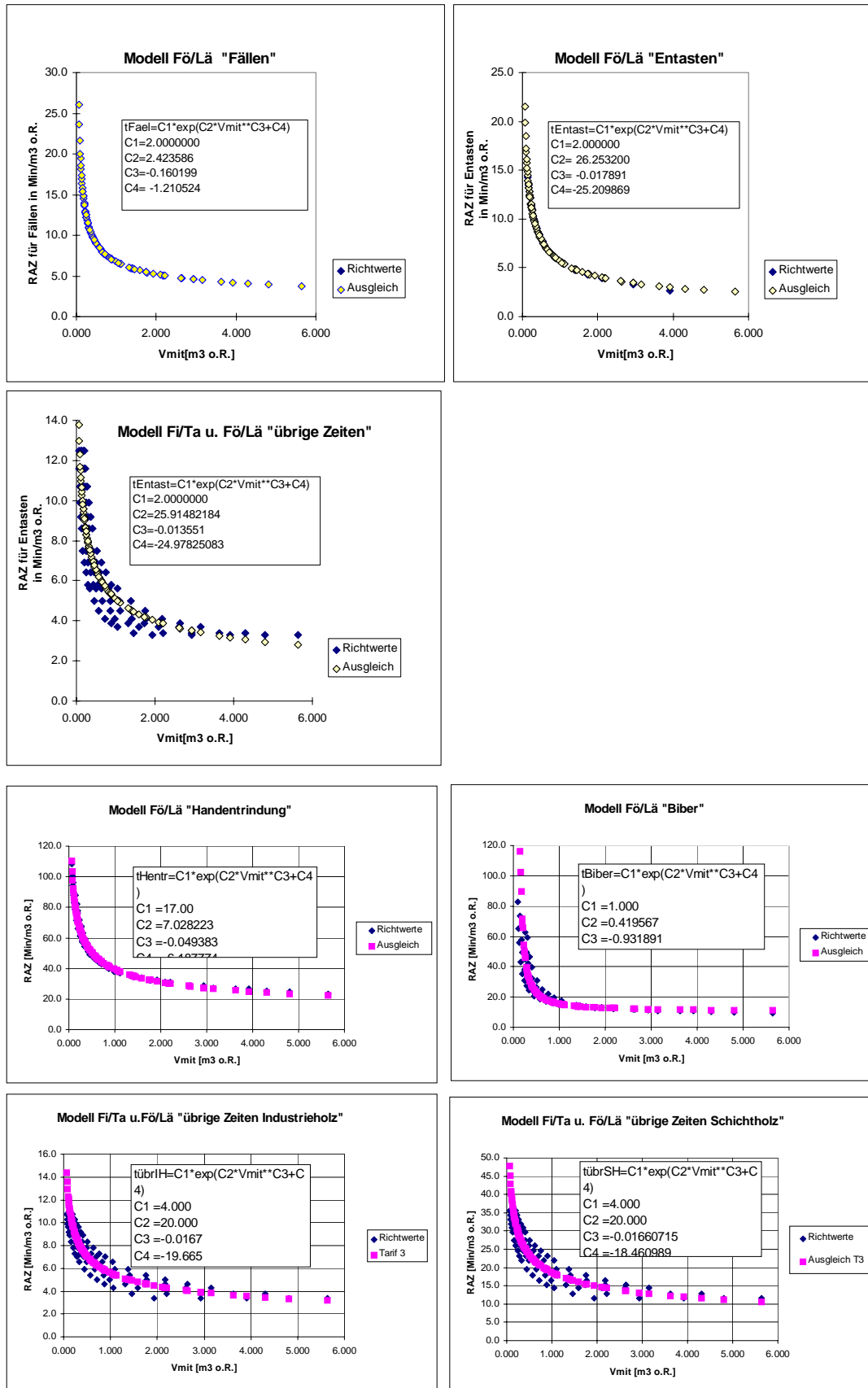


Abbildung 5: Grafische Darstellung der Holzhauerei-Modelle für die Baumartengruppe Fö/Lä.

5.3 Modelle Holzhauerei Laubholz

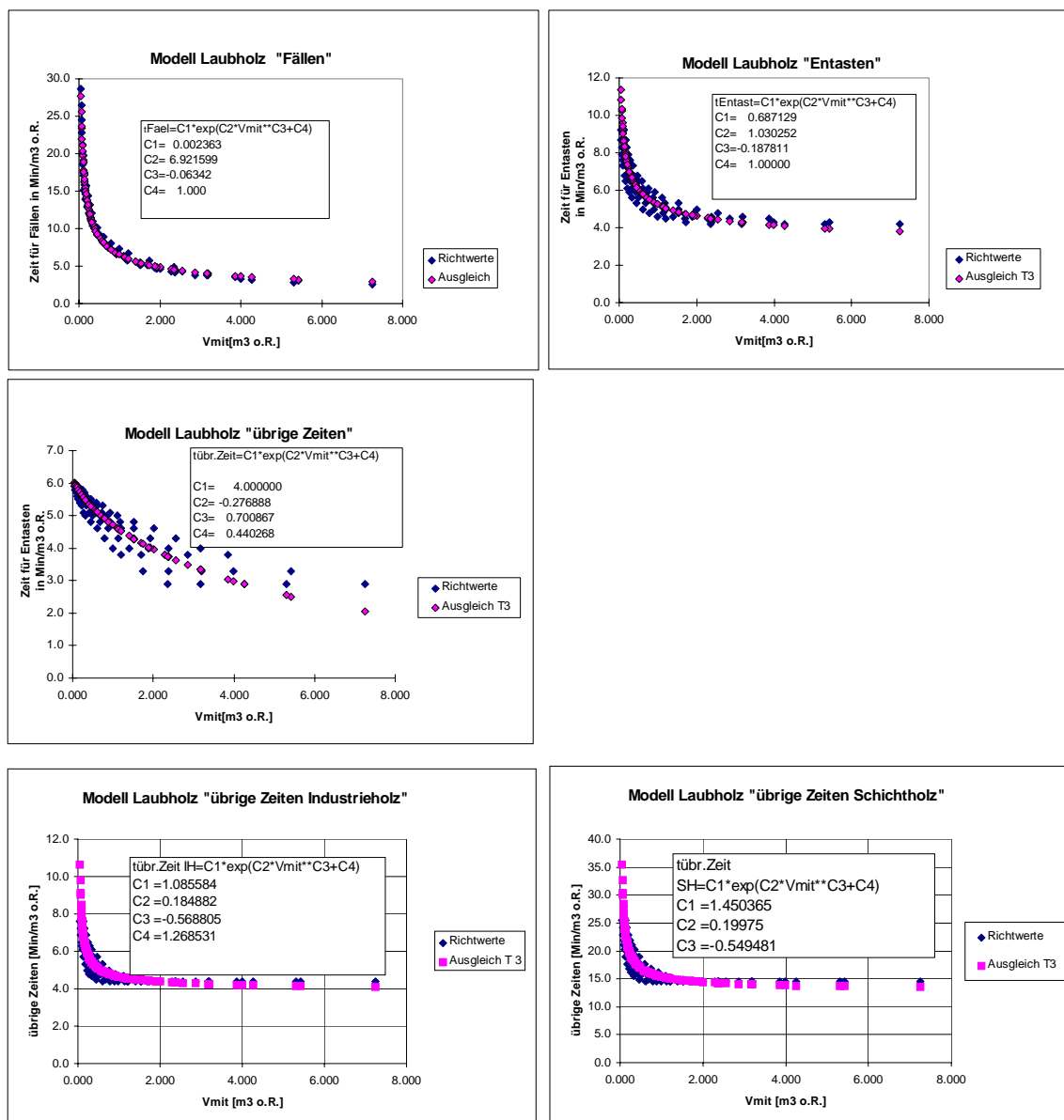
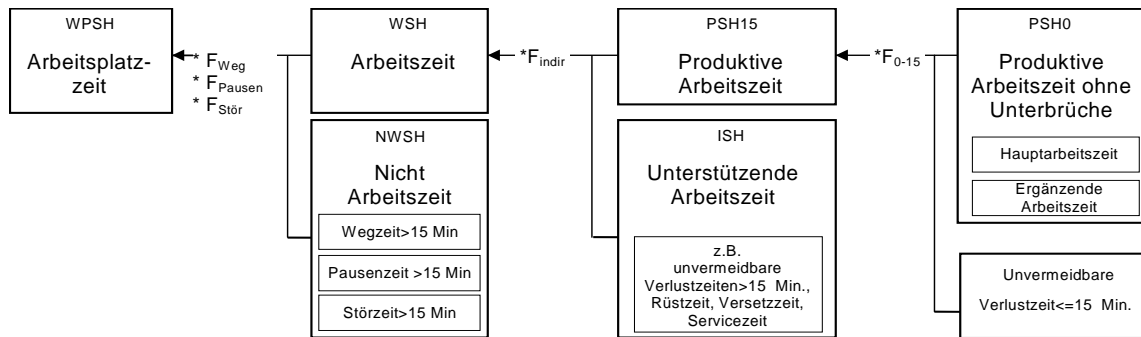


Abbildung 6: Grafische Darstellung der Holzhauerei-Modelle für die Baumartengruppe Laubholz.

5.4 Zeitsystem im Komponentenmodell „motormanuelle Holzhauerei“



(nach Björheden & Thompson 1995 und Heinemann 1997, verändert Björheden & Thompson 1995: An International Nomenclature For Forest Work Study, Swedish University of Agricultural Sciences Department of Operational Efficiency, Sweden; Heinemann, H.R. 1997: Skript Forstl. Verfahrenstechnik, ETH Zürich)

Abbildung 7: Verwendetes Zeitsystem

Die in Abbildung 7 aufgeführten Zeiten können grundsätzlich für das Produktionssystem als ganzes sowie für die beteiligten Produktionsfaktoren (Maschinen, Personal) ermittelt werden. Je nachdem spricht man zum Beispiel von der System-, von der Maschinen- oder von der Personalarbeitszeit. In Anlehnung an die Originalgrundlagen wurden die Abkürzungen von den englischen Begriffen abgeleitet.

Betrachtetes Objekt	Arbeitsplatzzeit				
		Nicht Arbeitszeit (non work time)	Arbeitszeit (Work time)		
	workplace...	non work...	work..	indirect...	productive...
System (... s ystem hour)	WPSH	NWSH	WSH	ISH	PSH
Maschine (... m achine hour)	WPMH	NWMH	WMH	IMH	PMH
Personal (... p ersonal hour)	WPPH	NWPH	WPH	IPH	PPH

Tabelle 10: Übersicht über die verwendeten Zeitbegriffe.

Berechnung der System- und Faktorzeiten

System :

$$PSH_{15} = PSH_0 * F_{0-15}$$

$$WSH = PSH_{15} + ISH = PSH_{15} * F_{indir}$$

$$WPSH = WSH + NWSH = WSH * F_{Weg} * F_{Pausen} * F_{Stör}$$

Personal :

$$PPH_0 = Anz_Pers * PSH_0$$

$$PPH_{15} = PPH_0 * F_{0-15}$$

$$WPH = PPH_{15} + IPH = PPH_{15} * F_{indir}$$

$$WPPH = WPH * F_{Weg} * F_{Pausen} * F_{Stör}$$

Maschinen :

$$PMH_0 = Anz_Masch * PSH_0 * Masch_Laufzeitanteil$$

$$PMH_{15} = PMH_0 * F_{0-15}$$

$$WMH = PMH_{15} + IMH = PMH_{15} * F_{indir}$$

$$WPMH = WMH * F_{Stör}$$

$$F_{0-15} \equiv \frac{PSH_{15}}{PSH_0}$$

$$F_{indir} \equiv 1 + \frac{ISH}{PSH_{15}}$$

$$F_{Weg} \equiv 1 + \frac{\text{bez. Wegzeit pro Tag}}{\text{bez. WSH (Arbeitszeit) pro Tag}}$$

$$F_{Pausen} \equiv 1 + \frac{\text{bez. Pausenzeit pro Tag}}{\text{bez. WSH (Arbeitszeit) pro Tag}}$$

$$F_{stör} \equiv 1 + \frac{\text{Störzeiten} > 15\text{Min.}}{WSH}$$