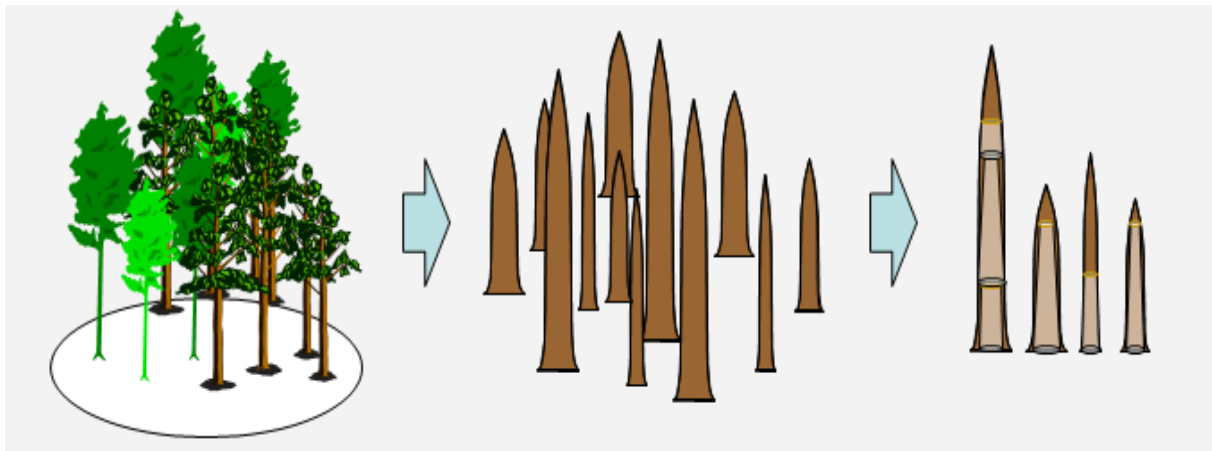


Handbuch

Sortimentsimulator „SORSIM“



Autoren:

Stefan Holm

Renato Lemm

Vinzenz Erni

Stand November 2012

SORSIM Handbuch

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	2
1 FÜR DEN EILIGEN LESER	4
2 EINLEITUNG	6
3 GRUNDLAGEN	6
3.1 DIMENSIONEN DER ZU SORTIERENDEN BÄUME	7
3.2 SCHAFTFORMMODELLE	7
3.3 SORTIMENTSVOGABEN	7
3.4 EINTEILUNGS-ALGORITHMUS	9
3.5 QUALITÄTEN	10
3.6 PREISE FÜR RUNDHOLZSORTIMENTE	11
3.7 EDV-REALISIERUNG	11
4 BEDIENUNGSANLEITUNG	12
4.1 INBETRIEBNAHME	12
4.1.1 Voraussetzungen	12
4.1.2 Installation	12
4.1.3 Dateien und Verzeichnisse	12
4.1.4 Starten des Programms	12
4.1.5 Update	12
4.1.6 Deinstallation	12
4.2 HAUPTBILDSCHIRM	13
4.2.1 Menüleiste	13
4.2.1.1 Datei	13
4.2.1.2 Tools	14
4.2.1.3 Hilfe	14
4.2.2 Optionen	15
4.2.2.1 Sprachcode	15
4.2.2.2 Schaftform-Funktionen	15
4.2.2.3 Genauigkeit der Ergebnisse	15
4.2.3 Anwendungswahl	16
4.3 ANWENDUNGEN	16
4.3.1 Panels	16
4.3.1.1 Schaftdefinition	16
4.3.1.2 Definition der Baumschäfte	17
4.3.1.3 Baumliste	17
4.3.1.4 Sortimentsvorgaben	18
4.3.1.5 Darstellung der Ergebnisse	19
4.3.1.6 Zusammenfassung Ergebnis	19
4.3.2 Sortimentstück in Baumschaft einpassen	19
4.3.3 Sortimentstabelle erstellen	21
4.3.4 Baumliste sortimentieren	23
4.3.5 Sortimentsvorgaben bearbeiten	25
4.3.6 Erfassen einer Baumliste	26

4.4	PROGRAMMARGUMENTE	28
5	BERECHNUNGSVERFAHREN	30
5.1	SCHAFTFORMFUNKTION NACH LEMM 1991.....	30
5.2	SCHAFTFORMFUNKTION NACH LFI- SPLINES.....	32
5.2.1	<i>Auszüge aus LFI-Methodenbuch (Brassel und Lischke 2001).....</i>	<i>32</i>
5.2.2	<i>Bestimmung der Rindendicke</i>	<i>36</i>
5.2.3	<i>Vorgehen beim Berechnen der Splinefunktion</i>	<i>37</i>
5.3	HERLEITUNG FEHLENDER WERTE IN DER BAUMLISTE.....	38
5.3.1	<i>Baumhöhe (Schafthöhe).....</i>	<i>39</i>
5.3.2	<i>Berechnung von D7m bei fehlenden Werte.....</i>	<i>39</i>
5.3.3	<i>Berechnung des Schaftanteil bei Laubbäumen (Kronenansatzhöhe).....</i>	<i>41</i>
6	ABKÜRZUNGEN UND GLOSSAR	42
7	LITERATUR	42
8	IMPRESSUM.....	43

1 Für den eiligen Leser

Mit SorSim lassen sich Bäume in Sortimente einteilen. SorSim ist in Java programmiert und somit plattformunabhängig, setzt jedoch die Installation einer aktuellen Java Runtime-Umgebung auf dem Computer voraus. Um SorSim nutzen zu können, muss das zur Verfügung gestellte Zip-Archiv in einen (beliebigen) Ordner entpackt werden. Das Programm kann anschliessend mittels Doppelklick auf die Datei SorSim.jar gestartet werden.

Es gibt einen „Standard-Modus“ und einen „Erweiterten Modus“.

Im Standard-Modus besteht SorSim aus **einer Anwendung**:

- **Baumliste sortimentieren**

Der „Erweiterte Modus“ bietet zwei weitere Anwendungen

- **Sortimentsstück in Baumschaft einpassen**
- **Sortimentstabelle erstellen**

Die Anwendung „**Sortimentieren einer Baumliste**“ dient dazu, eine Liste beliebiger Bäume ab File zu lesen (Defaultfile: Baumliste.csv) und diese gemäss einer Liste von Sortimentsvorgaben ebenfalls ab File (Defaultfile: SortimentsVorgaben.csv), in Sortimente (Artikel) einzuteilen. Die berechneten Sortimente (Artikel) werden auszugsweise im Ergebnisfeld angezeigt und bei selektiertem Kontrollkästchen „Erstellte Sortimente in folgende Ausgabedatei schreiben“ vollständig auf das entsprechende File (Defaultfile: Sortimentsliste.csv) geschrieben und am Ende der Berechnung automatisch in Excel geöffnet. Die Input- und Outputfiles sind Files im CSV-Format (kommagetrennte Werte) .

Eine Baumliste (Defaultfile: Baumliste.csv) muss eine feste Struktur aufweisen und als CSV-File abgespeichert sein. Kommentarzeilen beginnen immer mit „#“ und werden vom Programm für die Berechnungen nicht verwendet. Jeder zu sortimentierende Baum wird in einer neuen Zeile erfasst. Wichtige Eingangsgrössen sind Baumart, BHD und soweit bekannt D7m und Baumhöhe. Es können beliebig viele Kommentarzeilen und beliebig viele Bäume erfasst werden. Die zu erfassenden Merkmale und ihre Bedeutung findet man in Tabelle 5.

Über den Menüpunkt „Tools“ in der Menüleiste kann der Sortimentsvorgaben-Editor gestartet werden. Alternativ ist auch ein Start per Doppelklick auf den Dateinamen im Sortimentsvorgaben-Panel möglich. Mit diesem Editor kann die Sortimentsvorgabenliste bearbeitet werden.

Jede Zeile in der Tabelle enthält eine einzelne Sortimentsvorgabe. Eine Sortimentsvorgabe ist durch verschiedene Kriterien definiert. Diese sind in Kapitel [4.3.5](#) erläutert. Die grau hinterlegten Felder sind nicht editierbar¹. Die weissen Felder können beliebig den Anforderungen des Anwenders angepasst werden. Nachdem Felder angepasst worden sind, muss die geänderte Sortimentsvorgabenliste mit dem Button „Speichern“ wieder gespeichert werden. Mit dem Button „Laden“ können andere, bereits vorhandene Sortimentsvorgabenlisten geladen werden.

¹ Durch Öffnen der Sortimentsvorgaben-Datei mit Excel (oder einem Texteditor) können alle Felder modifiziert werden. Solche Änderungen sollten jedoch nur von Experten vorgenommen werden.

Die Berechnung wird gestartet durch Anklicken des Buttons „Sortimentieren“. Der Einteilungsalgorithmus modelliert die Schaftform auf zwei Varianten Schaftformfunktion nach „Lemm 1991“ oder nach „LFI-Splines“. Die Funktion nach „Lemm 1991“ stützt sich auf Ausbauchungsreihen von Grundner und Schwappach und liefert Vorratswerte vergleichbar mit Ertragstafelwerten. Die Funktion „LFI-Splines“ benötigt neben BHD und Baumhöhe noch den D7m. Dieser kann jedoch bei fehlenden Angaben automatisch für „magere“ und „gute“ Standorte berechnet werden. Die Funktion „LFI-Splines“ beruhen auf einer soliden empirischen Datengrundlage mit 38000 sektionsweise liegend vermessenen Bäumen. Die Werte liegen gegenüber den mit Funktion „Lemm 1991“ berechneten um ca. 10-12% tiefer.

Die Einteilung erfolgt Default mässig von der Stammbasis aus. Die Reihenfolge der Sortimentsprüfung erfolgt Default mässig nach absteigendem Wert (optional können unter „Sortierkriterie“ andere Reihenfolge-Kriterien gewählt werden).

Fehlende Werte für D7m, Baumhöhe und Rundholztauglicher-Schaftanteil beim Laubholz können durch selektieren der entsprechenden Kontrollkästchen und Definition von Grundflächenmittelsamm und dessen Höhe automatisch berechnet werden.

Die Anwendung **„Sortimentsstück in Baumschaft einpassen“** dient vor allem dem fortlaufenden Test der verschiedenen Funktionalitäten der Komponente. Sie überprüft, ob ein entsprechendes Sortimentstück in einen frei definierten Baumschaft eingepasst werden kann.

Mit der Anwendung **„Sortimentstabelle erstellen“** kann eine Sortimentsliste für einen definierten Bereich von BHD und Schaftlänge erzeugt werden. Die Anwendung erstellt intern eine Baumliste, welche für jeden Zentimeter BHD und jeden Meter Schaftlänge des gewählten Bereichs einen Baum enthält. Diese Liste wird dann anhand der gegebenen Sortimentsvorgaben sortimentiert und die Ergebnisse wie bei „Baumliste sortimentieren“ angezeigt.

SorSim unterstützt mehrere Anzeigesprachen. Im Moment sind dies Deutsch, Französisch und Englisch. Im erweiterten Modus, stehen zusätzliche Optionen zur Verfügung. Eine detaillierte Beschreibung aller Funktionen sowie der zugrunde liegenden Berechnungsverfahren ist im Handbuch enthalten.

2 Einleitung

Wirtschaftlichkeit setzt voraus, dass zweckmässige und kostengünstige Verfahren bei der Holzernte gewählt werden. Hierfür müssen Kosten der Produktion und Erlöse aus den Produkten im Voraus kalkuliert werden können. Für die Vorkalkulation von Leistung und Kosten liegen computergestützte Modelle vor, so z. B. HeProMo (Erni et al., 2003). Für die Kalkulation der Erlöse fehlen entsprechende Hilfsmittel. Diese lassen sich nur über eine Schätzung der in einem Baum enthaltenen Artikel bzw. Sortimente“ hinreichend genau berechnen.

Sicher können aus Holzschlägen gewonnene Erfahrungswerte, die in speziellen Tafeln abgelegt sind, eine wertvolle Orientierung bieten und möglicherweise auch für Vorkalkulationen ausreichen. Dies funktioniert aber nur, falls entsprechende Erfahrungswerte leicht greifbar abgelegt wurden und neu zu schlagende Bestände und daraus zu erstellende Sortimente (resp. Artikel) möglichst gut mit jenen den Erfahrungswerten zu Grunde liegenden Schlägen übereinstimmen. Erfahrungswerte haben weiter den Nachteil, dass sie bei veränderten Aushaltungskriterien, bedingt durch ändernde Technologie im Sägebereich oder ändernde Marktsituationen, schnell unbrauchbar werden, wie dies beim Wechsel von den alten zu den neuen Holzhandelsgebräuchen 2010 in der Schweiz der Fall war. Auch die Bereitstellung kundenspezifischer Sortimente oder Artikel relativieren den Nutzen solcher Erfahrungswerte. Mit Erfahrungswerten dürfte es kaum möglich sein, von verschiedenen potentiellen Artikelzusammensetzungen eines Bestandes die wertvollste zu ermitteln oder gar aus zahlreichen möglichen Schlägen, in denen bestimmte Artikel ausgehalten, resp. bestimmte Kundenanfragen erfüllt werden könnten, die „sinnvollsten“ bzw. best geeigneten auszuwählen. Endgültig völlig überfordert ist man mit Erfahrungswerten, wenn es gar darum geht stockende Bestände optimal, z. B. mit möglichst hoher Wertschöpfung oder mit möglichst wenig „Abfall“, resp. relativ wenig wertlosen Restholzsortimenten zu nutzen.

3 Grundlagen

Abbildung 1 zeigt wichtige Aspekte bei der Konzeption eines Sortierungssimulators. Hinterlegte Aspekte werden im Folgenden näher erläutert.

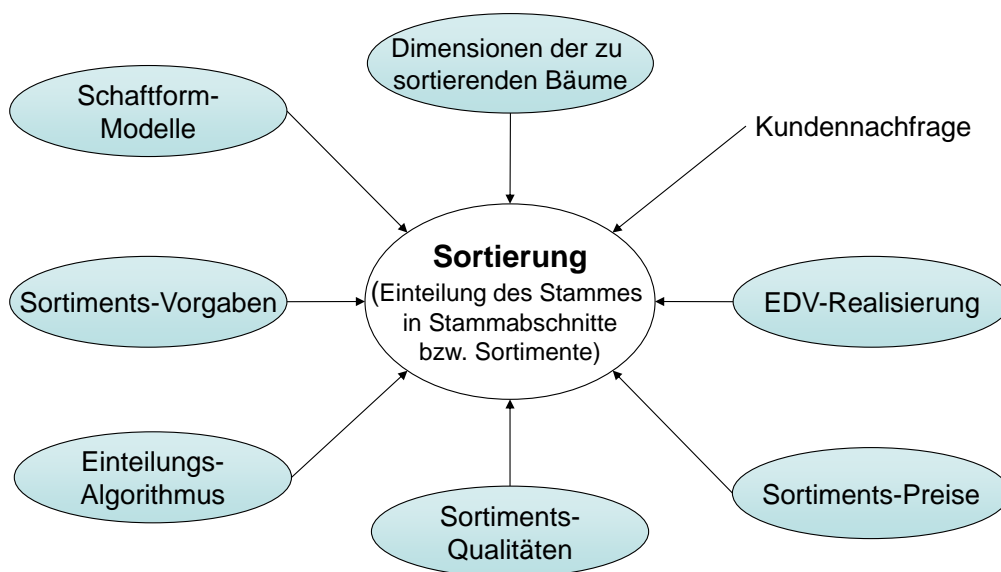


Abbildung 1: Aspekte bei der Konzeption eines Sortierungssimulators.

3.1 Dimensionen der zu sortierenden Bäume

Bei der Durchforstung oder der Endnutzung eines Bestandes fallen Bäume unterschiedlicher Baumarten, Schaftformen und Qualitäten an. Für eine einigermaßen detaillierte und realitätsnahe Sortimentsschätzung eines Baumes benötigt man dessen Bruthöhendurchmesser und Höhe. Wenn kein Anzeichnungsprotokoll vorliegt, ist der Bruthöhendurchmesser unbekannt. Verschiedene Untersuchungen zielen darauf ab, Durchmesserverteilungen der ausscheidenden oder verbleibenden Bäume aus inventarisierten Bestandeskennzahlen zu schätzen (vgl. Bierer und Lanz 2009) und die Baumhöhen aus Höhenkurven zu entnehmen, welche aus dem Bestandesalter und der Oberhöhenbonität berechnet werden kann.

3.2 Schaftformmodelle

Ein Schlüsselement eines Sortimentssimulators ist die Ermittlung der Stammform in Rinde und ohne Rinde. Die Form eines Baumstammes, oft auch als Baumschaft bezeichnet, ist von vielen Faktoren (Standort, Wuchsbedingungen, Alter, u.s.w.) abhängig. Hierzu existieren verschiedene mathematische Funktionen, welche je nach Methode von unterschiedlich vielen Parametern abhängen und von denen jede ihre Vor- und Nachteile hat. Im Hinblick auf eine vielfältige Verwendbarkeit eines Sortimentiermodells sollte dieses mit verschiedenen, auch künftig erst noch zu entwickelnden Schaftformfunktionen arbeiten können. Eine umfangreiche Literaturzusammenstellung zur Entwicklung der Stammformmodellierung findet man bei Rojo et al. (2005) zitiert bei Kublin (2007). Im Modell SorSim sind die zwei Stammfunktionen von Kaufmann (1993) und Lemm (1991) implementiert.

Kaufmann (1993) verwendet zur Stammformmodellierung im Landesforstinventar (siehe Brassel und Lischke eds. 2001) eine kubische Spline-Interpolation. Diese Funktionen beruhen auf einer soliden empirischen Datengrundlage von 38000 sektionsweise liegend vermessenen Bäumen ergänzt mit 300 stehend sektionsweise vermessenen Bäumen aus Randbereichen. Als Eingangsgrößen dienen Höhe, Baumart, Bruthöhendurchmesser (BHD) und Durchmesser in sieben Meter Höhe (D7m). Die Rindenfunktion basiert auf den Untersuchungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 61 (1974), 68 (1975), 78 (1976), 90 (1978) und 93 (1979); Bei gewissen Eingangsgrößen (z.B. Stützstelle bei 1m und Stützstelle bei 10% der Baumhöhe liegen sehr nahe beieinander) kann es stark gekrümmte (unnatürliche) Splinekurven geben. Eine optische oder rechnerische Prüfung der modellierten Stammform ist angebracht.

Lemm (1991) benutzt ein Polynom fünften Grades definiert durch die Schafthöhe, die Baumart und den Bruthöhendurchmesser (BHD). Datenbasis bildeten Ausbauchungsreihen von Grundner und Schwappach. Zur Berechnung der Rindendicke in verschiedenen Baumhöhen wurde die Rindendicke in Abhängigkeit der Baumart und der Höhe am Stamm modelliert.

3.3 Sortimentsvorgaben

Das Stammholz wird für den Verkauf in Klassen zusammengefasst. Die Grundlage der Einteilung in Klassen erfolgt nach festgelegten Kriterien und richtet sich nach den länderspezifischen Vorgaben. In der Regel werden für die Dimensionssortierung die Kriterien Länge, Mitten- und Zopfdurchmesser verwendet, wobei die konkreten Masse unterschiedlich sind. Für einen flexiblen Sortimentssimulator sind die Klassengrenzen flexibel zu halten. Die konkreten Ausprägungen müssen deshalb beliebig

veränderbar sein. Fest verankert sind nur die grundsätzlichen Kriterien, also Länge, Mitten- und Zopfdurchmesser.

Die Holzsortierung in Skandinavien erfolgt anhand des Zopfdurchmessers und des Vorkommens von Schafftfehlern. In der Schweiz erfolgt die Holzsortierung nach den Schweizerischen Handelsgebräuchen für Rundholz (WVS, 2010), welche an die EU-Usanzen angepasst wurden und bei der die Länge, der Durchmesser und die Qualität entscheidend sind. Die Klasseneinteilung gilt grundsätzlich für die ganze Schweiz. Einige Holzverarbeiter haben Sonderregelungen. Die Sortierung umfasst die Dimensions-, die Qualitäts- und die Verwendungssortierung. Es werden drei Hauptsortimente von Waldholz unterschieden: Rundholz, Industrieholz und Energieholz. Die Anforderungen an Dimensionen und Qualitäten für Rund-, Industrie- und Energieholz sind sehr verschieden. Die Sortierung von Nadelholz nach Dimensionen erfolgt nach Durchmesser (Mitten- und Zopfdurchmesser) und Länge (L1, L2, L3) (Siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Sortimentsdimensionen nach Durchmesser und Länge für das Nadelholz

Klasse	Durchmesserkriterien		Längenkriterien		
	Mittendurchmesser MDM [cm ohne Rinde]	Zopfdurchmesser ZDM nur für L3 [cm ohne Rinde]	L1	L2	L3
1a	10 – 14	0	Kurzholz, Trämel, Schwachholz	Mittellangholz	Langholz
1b	15 – 19	14			
2a	20 – 24	18			
2b	25 – 29	18			
3a	30 – 34	18	4.0 - 6.0m (ohne Zumass)	6.5 -14.5m (ohne Zumass)	15.0m und länger (ohne Zumass)
3b	35 – 39	18			
4	40 – 49	22			
5	50 – 59	22			
6	mehr als 60	22			

Die Sortierung von Laubholz nach Dimension erfolgt analog zum Nadelholz, jedoch ohne Einschränkungen des Zopfdurchmessers und mit nur einer Einschränkung im Längenbereich, nämlich einer Mindestlänge von 3.0 m. Als Längenzumass werden 2%, mindestens aber 10 cm verlangt und für Laubholz 3% der Länge, jedoch mindestens 15 cm.

Die Sortierung nach Qualität beim Nadel- und Laubholz ist gemäss Holzhandelsgebräuchen z.T. sehr „unscharf“ definiert (nur verbal, kaum messbar). Die Qualitäten sind an einem Schaft für verschiedene Abschnitte unterschiedlich und nur über zusätzliche Attribute wie Astigkeit, Krümmung, Schäden, etc. zu beschreiben. Solche Angaben sind aber zurzeit kaum aus Inventuren und für Einzelstämme verfügbar. Wenn überhaupt liegen hierzu nur relativ grobe Erfahrungswerte vor. Das an der FVA (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg) entwickelte Schwarzwälder Einteilprogramm SEP (Schöpfer et al. 1982) bietet eine differenzierte und von den Betrieben frei wählbare Qualitätsanforderung für die einzelnen Sortimente an. Mit einer Güteüberschneidungstabelle wird die Aushaltung eines Sortiments im qualitativ hoch/minderwertigeren Holz geregelt. Güteklasse 0 (minderwertige Holzqualität) erzwingt einen Trennschnitt. Dieses Vorgehen erfordert jedoch eine Qualitätsansprache am stehenden Stamm. Falls solche Qualitätsansprachen fehlen, bleibt nur noch

die Möglichkeit, Erfahrungswerte für die Qualitätsanteile der verschiedenen Qualitätsklassen zu verwenden.

3.4 Einteilungs-Algorithmus

Das Vorgehensprinzip bei der Ermittlung der Sortimente erfolgt immer wie in Abbildung 2 mit den Schritten 1 bis 6 dargestellt, unabhängig davon, ob der einzelne Baum und die Sortimentsvorgabe vom Benutzer direkt eingegeben wird („Sortimentstück in Baumschaft einpassen“), oder ob diese aus vorbereiteten Listen übernommen werden („Baumliste sortimentieren“).

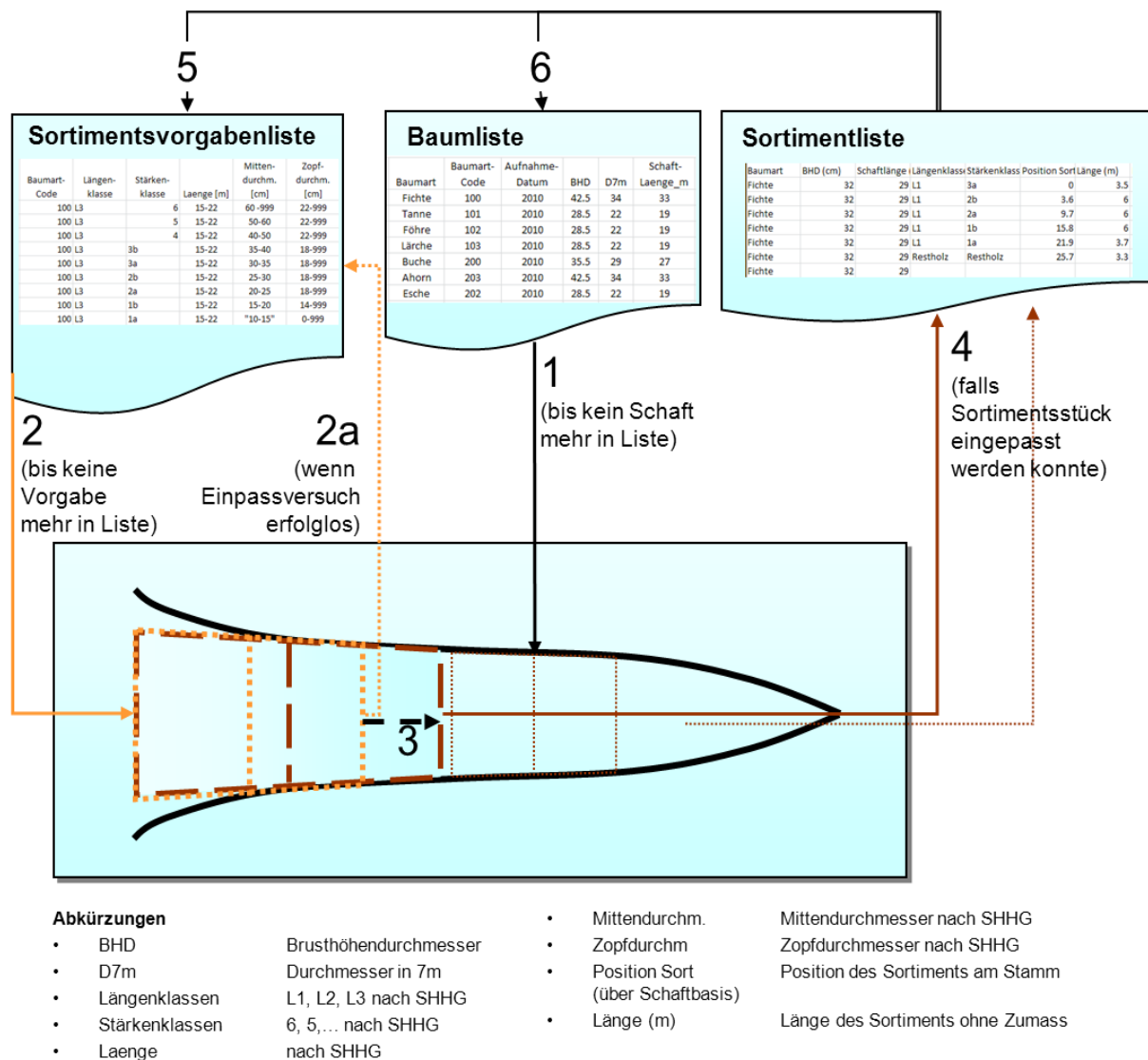


Abbildung 2: Vorgehensprinzip bei der Ermittlung der Sortimente

Zuerst werden die Baumdimensionen aus der Baumliste übernommen oder direkt vom Benutzer eingegeben (1) und daraus mit Hilfe der verknüpften Stammfunktion die Stammform berechnet und dargestellt. Danach wird die nächstfolgende Vorgabe aus der Sortimentsvorgabenliste ausgewählt (2) und geprüft, ob ein entsprechendes Sortimentstück in den gegebenen Baumschaft eingepasst werden kann. Dieser Schritt wird mit den weiteren Sortimentsvorgaben wiederholt (2a), bis das Einpassen erfolgreich ist, oder alle Sortimentsvorgaben aus der Liste geprüft worden sind. Kann erfolgreich

ein Sortimentsstück in den Schaft eingepasst werden, versucht das Programm je nach gewählter Sortierungsstrategie das ermittelte Sortimentsstück noch zu verlängern (3). Das so ermittelte Sortimentsstück wird dann in die Sortimentsliste eingetragen oder direkt in einem Fenster an den Benutzer ausgegeben (4). Danach wird geprüft, ob mit weiteren Vorgaben aus der Sortimentsvorgabenliste noch Sortimentsstücke in den verbleibenden Restschaft eingepasst werden können (5). Nach der vollständigen Bearbeitung eines Baumschaftes wird dasselbe mit allen weiteren Baumstämmen aus der Baumliste wiederholt (6).

Die Einteilung nach Dimensionen erfolgt je nach Vorgabe vom Stammfuss oder –ende beginnend in der definierten Schrittweite (i.d.R. 50 cm sinnvoll). Auf jeder Schafthöhe wird geprüft, ob ein Mitten-, resp. Zopfdurchmesser erfüllt ist. Dabei werden die Mitten-, resp. Zopfdurchmesser der Sortimente in der Reihenfolge der gewünschten Strategie geprüft, also z. B. zuerst die stärksten, wertvollsten, etc. Sortimente. Ist eine passende Position gefunden, werden die übrigen minimalen Stückmasse ermittelt und dann das Sortiment schrittweise zu verlängern versucht, bis dies nicht mehr weiter möglich ist. Dann wird das so erhaltene Stück „abgefertigt“ und unter Berücksichtigung eines allfälligen Zumasses die neuen Positionen am Schaft für die nächsten Sortimente vorgemerkt. Das Modell ermöglicht das Längenzumass prozentual oder absolut vorzugeben. Sowohl beim Nadel- als auch beim Laubholz ist anzumerken, dass die grösste Länge transporttechnisch limitiert ist. So können beim Abtransport keine Stücke zugelassen werden, die länger als 25 Meter sind.

Im vorliegenden Sortierungs-Modell wird alles, was in einem Schaft nicht stammholztauglich ist, dem Industrie- und Energieholz zugewiesen. Die Sortierung von Kleinstangen wird mangels Relevanz nicht aufgenommen.

Die Volumenberechnung der Schaftstücke erfolgt durch Berechnung des Volumens des Rotationskörpers, der entsteht, wenn man die Schaftform um seine vertikale Achse rotieren lässt.

3.5 Qualitäten

Eine realitätsnahe Bewertung der Erlöse erfordert neben der Prognose der Stärkeklassenverteilung auch die Prognose der Qualitätsverteilung. Eine Vision ist die Abschätzung der Holzqualität des Baumes zum Zeitpunkt der Ernte. Die Sortimentstrennschnitte optimieren den Erlös, indem sie auch die Qualität berücksichtigen. Dieses Vorgehen ermöglicht eine optimale Zuteilung der Bäume zu den unterschiedlichen Verarbeitungsbetrieben und Märkten. Mit einer solchen Kombination von der Produktidentifikation mit der Marktnachfrage werden eine optimale Verwendung und ein effizienter Arbeitsprozess sichergestellt sowie Fehl-Produktionen reduziert.

Für die Modellierung der Qualitäten existieren sehr wenige Ansätze. Schmidt (2001) erarbeitete in seiner Dissertation Prognosemodelle für ausgewählte Holzqualitätsmerkmale. Die Modelle beschreiben den Zusammenhang zwischen den Wachstumsbedingungen und der Holzqualität des Einzelbaumes. Sie schaffen damit die Voraussetzung, um die Auswirkungen waldbaulicher Maßnahmen bzw. der Bestandesstruktur auf die Holzqualität zu quantifizieren. Für die Auswahl der Qualitätskriterien war neben den vorhandenen Zusammenhängen zu den Wachstumsbedingungen eines Baumes auch die Relevanz für die Sortierentscheidung massgebend. Das entwickelte Modellsystem ermöglicht aus Kronenansatz-, Ast- und Schaftformmodellen eine umfassende Prognose der äußeren Astigkeit und Schaftform für die Baumarten Fichte, Douglasie, Kiefer und Buche und damit eine kombinierte rechnerische Stärke- und Güteklassensortierung für Rohholz.

Es kann zwischen obligaten und fakultativen Qualitätsmerkmalen unterschieden werden. Die obligaten Qualitätsmerkmale, z.B. die Aststärke und Astdichte resultieren aus den Wachstumsprozessen eines Baumes. Die fakultativen Merkmale wie z.B. die Rotfäule treten demgegenüber weder am Einzelbaum noch im Bestand zwingend auf. Beispielsweise muss eingeschätzt werden, ob ein bestimmter Baum in einem Bestand, in dem Rotfäule auftritt, von Rotfäule befallen ist oder nicht. Die fakultativen Merkmale können somit auch nicht als Ergebnis von Wachstumsprozessen modelliert werden. Für die Rotfäule bei Fichte oder den Buchenrotkern sind gemäss Schmidt (2001 S.10) bereits Modelle entwickelt worden.

Weil zur Modellierung der Qualitäten noch kaum praxisreife Ansätze bestehen oder die erforderlichen Erhebungen zurzeit noch viel zu aufwendig sind, ist der Einbezug solcher Qualitätsmerkmale nicht sinnvoll. Die meisten Programme sortimentieren nach Stärkeklassen und geben die verschiedenen Qualitätsanteile gutachtlich aufgrund von Erfahrungszahlen vor.

Für die Qualitätssortierung verwendet SorSim für die Anteile der Qualitätsklassen A, B, C und D die individuellen Erfahrungswerte des Benutzers und teilt die berechneten Sortimentsmengen je Stärkeklasse dementsprechend auf.

3.6 Preise für Rundholzsortimente

Der Erlös eines Sortimentsstückes ist abhängig von seinem Volumen, seiner Qualität, seiner Längen- und Durchmesserklasse und seiner Baumart. Für diese Sortimentspreise sind wie für die Qualitätsanteile Defaultwerte auf dem Sortimentsvorgabenfile vorhanden, die jedoch beliebig modifiziert werden können. Die Defaultwerte beruhen auf den Preisempfehlungen der Holzproduzenten der Kantone Aargau, beide Basel, Bern und Solothurn (Empfehlungen zum Rundholzverkauf 2010/2011²).

3.7 EDV-Realisierung

Der Sortimentssimulator SorSim wurde in einer ersten Version in der Programmiersprache VB.NET entwickelt (v. 1.0, 2007). Die hier beschriebene Version 2.0 (2012) wurde in Java implementiert. Die bei Java gegebene Plattformunabhängigkeit ermöglicht die Verwendung von SorSim auf den meisten gängigen Systemen, setzt jedoch die Installation der Java-Laufzeitumgebung (JRE) voraus. Diese ist kostenlos erhältlich über die Website www.java.com.

Als potentielle Nutzer werden zwei Zielgruppen betrachtet. Für Forschung und Entwicklung sind es Bausteine, die technisch so realisiert sind, dass sie einfach in verschiedene Anwendungsumgebungen integriert werden können. Die Lösung besteht aus Software-Komponenten, welche als eigenständige lauffähige Programme zur direkten Nutzung verfügbar gemacht und einfach in weitere Anwendungen oder Modelle integriert werden können. Die Software-Komponenten sind dazu mit der nötigen Dokumentation versehen. Für den Forstpraktiker sind diese Bausteine bereits mit einer Benutzeroberfläche versehen, die ihm erlauben, z.B. anhand eines Anzeichnungsprotokolls eine verlässliche Sortimentsprognose zu erstellen.

² http://www.awv.ch/cms2/fileadmin/bilder/Dateien/Holzpreisempfehlungen_2010-11_v3.pdf

4 Bedienungsanleitung

4.1 Inbetriebnahme

4.1.1 Voraussetzungen

SorSim ist plattformunabhängig, d.h. auf verschiedenen Betriebssystemen lauffähig. Zur Ausführung wird jedoch Java, mindestens in der Version 1.6, benötigt (Java ist auf www.java.com erhältlich).

4.1.2 Installation

SorSim benötigt keine eigentliche Installation. Das heruntergeladene Zip-Archiv kann in einen beliebigen Ordner entpackt werden, z.B. *C:\Programme\SorSim³*, und ist dann direkt ausführbar.

4.1.3 Dateien und Verzeichnisse

Das Zip-Archiv enthält folgende Dateien:

- SorSim.jar
- SorSim Handbuch.pdf
- SortimentsVorgabenListe.csv (kann individuell bearbeitet werden, siehe Kapitel [\(4.3.5\)](#))
- Baumliste.csv (vgl. Kapitel [4.3.6](#)). Diese Baumliste dient als Beispiel für die Erstellung einer eigenen Baumliste.

4.1.4 Starten des Programms

SorSim kann mittels Doppelklick auf die Datei SorSim.jar gestartet werden. Alternativ kann es über die Konsole⁴ mit folgendem Befehl gestartet werden:

```
javaw -jar SorSim.jar
```

Das Programm kann auch mit Programmargumenten gestartet werden, um Einstellungen wie beispielsweise die Sprache nicht nach jedem Start manuell einstellen zu müssen (siehe Kapitel [4.4](#)).

4.1.5 Update

Updates sind über die Website www.wsl.ch/dienstleistungen/produkte/software/sorsim/ erhältlich.

4.1.6 Deinstallation

SorSim muss nicht deinstalliert werden. Es genügt, das Verzeichnis, in welchem sich SorSim befindet, zu löschen.

³ Abhängig vom gewählten Zielordner benötigt das Entpacken unter Umständen Administrator-Rechte. Falls Sie diese nicht haben, entpacken Sie das Zip-Archiv in einen Ihrer persönlichen Ordner, z.B. „C:\Documents and Settings\FelixMuster\SorSim\“

⁴ In Windows-Systemen auch als Eingabeaufforderung bekannt, in Unix-basierten Systemen Shell genannt.

4.2 Hauptbildschirm

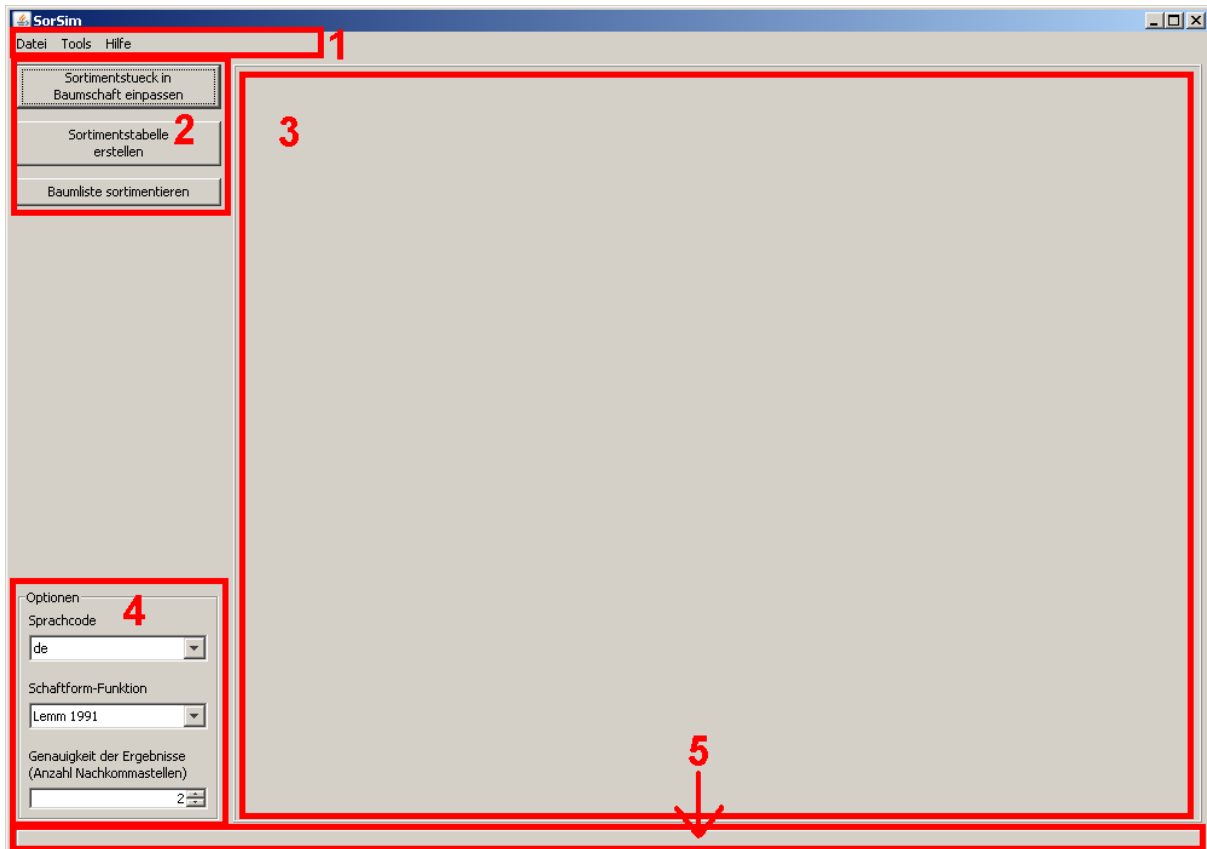


Abbildung 3: Hauptbildschirm des Sortimentsimulators SorSim im erweiterten Modus

Der Hauptbildschirm (Abbildung 3) ist in folgende Bereiche unterteilt:

1. **Menüleiste.** Beschreibung siehe Kapitel [4.2.1](#).
2. **Anwendungs-Auswahlmenü.** Beschreibung siehe Kapitel [4.2.3](#)
3. **Anwendungs-Anzeigefläche.** Beschreibung siehe Kapitel [4.3](#)
4. **Optionen.** Beschreibung siehe Kapitel [4.2.2](#)
5. **Fortschrittsanzeige.** Zeigt den Fortschritt während des Sortimentiervorganges an.

4.2.1 Menüleiste

4.2.1.1 Datei

Das Menü „Datei“ enthält folgende Einträge (Abbildung 4):

- **Standard-Modus.** In diesem Modus werden nur die wichtigsten Optionen und Eingabefelder angezeigt.
- **Erweiterter Modus.** In diesem Modus werden sämtliche mögliche Optionen und Eingabefelder angezeigt.
- **Schliessen.** Beendet die Anwendung.



Abbildung 4: Menü „Datei“

4.2.1.2 Tools

Das Menü „Tools“ enthält folgenden Eintrag (Abbildung 5):

- **Sortimentsvorgaben-Listen bearbeiten.** Dieser Eintrag startet den Sortimentsvorgaben-Editor (Beschreibung siehe Kapitel [4.3.5](#)).

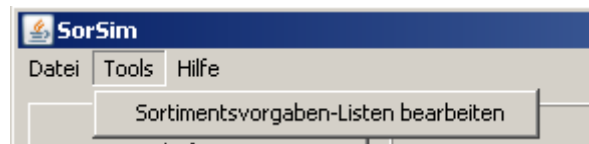


Abbildung 5: Menü „Tools“

4.2.1.3 Hilfe

Das Menü „Hilfe“ enthält folgende Einträge (Abbildung 6):

- **Benutzerhandbuch.** Öffnet das Benutzerhandbuch in der installierten pdf-Anzeigeanwendung, z.B. Adobe Acrobat. Das Benutzerhandbuch befindet sich im selben Ordner wie die übrigen SorSim-Dateien und kann auch von diesem Ordner aus direkt geöffnet werden.
- **Baumartenliste anzeigen.** Zeigt die verfügbaren Baumarten sowie ihre zugehörigen Baumarten Codes, welche in der Baumlisten-Datei verwendet werden müssen.
- **Info.** Zeigt Informationen über das Programm (Version, Copyright).

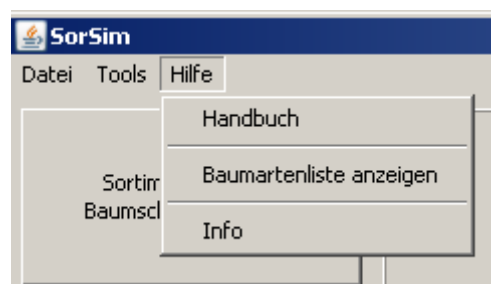


Abbildung 6: Menü „Hilfe“

4.2.2 Optionen

Im Options-Panel sind verschiedene Einstellungen verfügbar. Diese werden in den folgenden Abschnitten erklärt. Einzelne Optionen sind nur im erweiterten Modus verfügbar.

4.2.2.1 Sprachcode

Über den Sprachcode lässt sich die Anzeigesprache der Anwendung sowie die Sprache der in den Ausgabedateien verwendeten Titel steuern (Abbildung 7). Verfügbar sind momentan die Sprachen Deutsch, Französisch und Englisch.

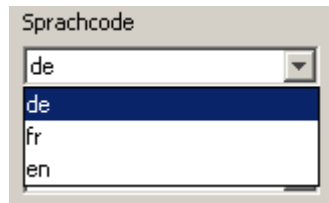


Abbildung 7: Sprachcodeeinstellungen (Deutsch, Französisch, Englisch)

4.2.2.2 Schaftform-Funktionen

In der aktuellen Version sind zwei verschiedene Schaftformfunktionen verfügbar (Abbildung 8). Während die Funktion „Lemm 1991“, die mit Polynomen fünften Grades arbeitet, nur den BHD und die Schaftlänge zur Berechnung der Schaftform benötigt, ist bei der Funktion „LFI-Splines“ auch noch die Eingabe des D7m nötig. Details der beiden Schaftform-Berechnungsverfahren sind in Kapitel [5.1](#) bzw. [0](#) beschrieben. Die Auswahl der Schaftformfunktion ist nur im erweiterten Modus verfügbar.

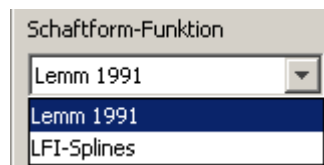


Abbildung 8: Schaftformfunktionen

4.2.2.3 Genauigkeit der Ergebnisse

Mit diesem Eingabefeld (Abbildung 9) lässt sich Anzahl Nachkommastellen steuern, sowohl für die Anzeige im Programm, wie auch für die Ausgabe in die Dateien. Diese Option ist nur im erweiterten Modus verfügbar.

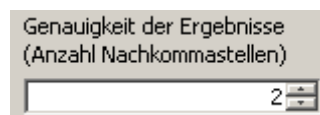


Abbildung 9: Genauigkeit der Ergebnisse

4.2.3 Anwendungswahl

Über die drei Anwendungswahl-Buttons (siehe Abbildung 10) kann die gewünschte Anwendung gestartet werden (vgl. Kapitel [4.3](#)).

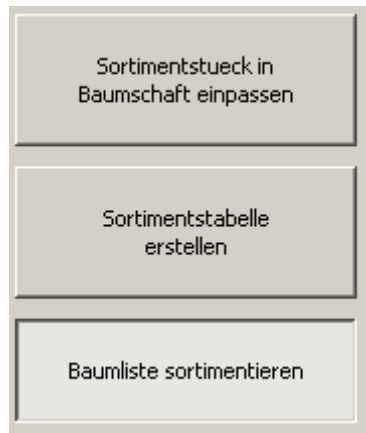


Abbildung 10: Wahl der Anwendung im erweiterten Modus

4.3 Anwendungen

SorSim stellt drei Haupt-Anwendungen zur Verfügung:

- Sortimentstück in Baumschaft einpassen (siehe Kapitel [4.3.2](#))
Diese Anwendung überprüft, ob ein entsprechendes Sortimentstück in einen frei definierten Baumschaft eingepasst werden kann. Sie dient vor allem dem fortlaufenden Test der verschiedenen Funktionalitäten der Komponente.
- Sortimentstabelle erstellen (siehe Kapitel [4.3.3](#))
Mit dieser Anwendung kann eine Sortimentsliste für einen definierten Bereich von BHD und Schaftlänge erzeugt werden.
- Baumliste sortimentieren (siehe Kapitel [4.3.4](#))
Mit dieser Anwendung kann eine Liste beliebiger Bäume ab File eingelesen und gemäss einer Liste von Sortimentsvorgaben in Sortimente (Artikel) eingeteilt werden.

Nach Wahl einer Anwendung (Abbildung 10) erscheint diese im rechten Teil der Programmoberfläche.

4.3.1 Panels

Eine Anwendung unterteilt sich jeweils in mehrere, farblich unterscheidbare Panels. Diese werden nachfolgend erklärt.

4.3.1.1 Schaftdefinition

[Abbildung 11](#) zeigt das Panel „Schaftdefinition“, wie es in der Anwendung „Sortimentstück in Baumschaft einpassen“ verwendet wird. Es ermöglicht die Definition der Eigenschaften eines einzelnen Baumes, d.h. Baumart, BHD, D7m (abhängig von der gewählten Schaftformfunktion) und der Schaftlänge. Falls die Schaftlänge nicht bekannt ist, kann sie von der Anwendung geschätzt werden. Dies bedingt jedoch die Angabe des Grundflächenmittelstamms und der Höhe des Grundflächenmittelstamms (vgl. Kapitel [4.3.1.3](#)).

Abbildung 11: Panel „Schaftdefinition“

4.3.1.2 Definition der Baumschäfte

Abbildung 12 zeigt das Panel „Bäume“ bei gewählter Schaftformfunktion „Lemm 1991“. Es dient dazu, eine Liste von Baumschäften mit bestimmten Kriterien automatisch zu erstellen und diese anschließend in Sortimente einzuteilen. Um die Liste zu erstellen, müssen die Baumart sowie der zu verwendende Schaftanteil gewählt werden. Anschliessend muss der Bereich der BHD und der Schaftlängen gewählt werden. Die schliesslich erstellte Baumliste enthält einen Baum für jeden cm BHD und jeden Meter Schaftlänge im definierten Bereich.


Abbildung 12: Panel „Baumschäfte“ mit Schaftformfunktion „Lemm 1991“

Wird die Schaftformfunktion „LFI-Splines“ gewählt, muss zusätzlich das Verhältnis von D7m/BHD für einen „guten“ oder eher „mageren“ Standort definiert werden (siehe Kapitel [5.3.2](#)). Dies ist notwendig, da für die Funktion „LFI-Splines“ auch der D7m für die Berechnung der Schaftform benötigt wird.

Abbildung 13: Panel „Baumschäfte“ mit Schaftformfunktion „LFI-Splines“

4.3.1.3 Baumliste

Abbildung 14 zeigt das Panel „Baumliste“. Dieses Panel ist das Pendant zum in Abbildung 12 gezeigten Panel. Es ermöglicht das Laden einer im csv-Format vorliegenden Liste mit Baumschäften. Ein Doppelklick auf den Dateinamen öffnet die Datei in Excel, wo die Baumliste bearbeitet werden kann

(siehe Kapitel [4.3.6](#)). Ein Klick auf das Symbol  öffnet ein Dateiauswahlfenster, in welchem eine bereits vorhandene Baumliste geladen werden kann. Der zu verwendende Schaftanteil kann in Prozent der Schaftlänge modifiziert werden. Durch Selektieren des Kästchen „Bei Laubholz automatisch

berechnen“ wird der Schaftanteil (%) bei Laubhölzern gemäss den Formeln in Kapitel [5.3.3](#) automatisch berechnet.

Wird die Option „Schaftlänge automatisch berechnen (bei nicht vorhandenen Werten)“ gewählt, wird durch Vorgabe des Grundflächenmittelstammes und der Höhe des Grundflächenmittelstammes bei nicht vorhandenen Schaftlängen-Werten (d.h. die Schaftlänge in der Baumlisten-Datei ist 0 für den entsprechenden Baum) die Schaftlänge automatisch berechnet (gemäss Formeln in Kap. [5.3.1](#)). Bei Wahl der Schaftfunktion „LFI-Splines“ kann zusätzlich das Verhältnis D7m/BHD definiert werden, um den für diese Schaftfunktion notwendigen D7m zu erhalten (vgl. Kap. [5.3.2](#)).

The screenshot shows the 'Baumliste' panel. It includes a text field for 'Baumlisten-Datei' with a file path, a dropdown menu for 'D7m/BHD für Standort' set to 'gut', and two input fields: 'Grundflächenmittelstamm [cm]' with the value '35' and 'Höhe Grundflächenmittelstamm [m]' with the value '30'. There are two checkboxes: one checked for 'Schaftlänge automatisch berechnen (bei nicht vorhandenen Werten)' and one unchecked for 'Bei Laubholz automatisch berechnen'. A label 'Zu verwendender Schaftanteil (%)' with a value of '100' is also visible.

Abbildung 14: Panel „Baumliste“



4.3.1.4 Sortimentvorgaben

In diesem Abschnitt wird das Panel „Sortimentsvorgaben“ (Abbildung 15) beschrieben, wie es in den Anwendungen „Sortimentstabelle erstellen“ und „Baumliste sortimentieren“ verwendet wird. Die Anwendung „Sortimentstück in Baumschaft einpassen“, welche im erweiterten Modus verfügbar ist, verwendet ein anderes Panel für die Definition der Sortimentsvorgaben. Dieses ist in Kapitel [4.3.2](#) beschrieben. Das Panel „Sortimentsvorgaben“ ermöglicht das Laden einer Sortimentsvorgaben-Datei im csv-Format, welche später zu Erstellung der Sortimente verwendet wird. Die Grundstruktur beinhaltet die Dimensions-Sortier-Kriterien nach WVS (2010). Ein Doppelklick auf den Dateinamen öffnet einen Editor, mit welchem die Sortimentsvorgabenliste bearbeitet werden kann (siehe Kapitel [4.3.5](#)). Die einzelnen Sortimentsvorgaben in der Liste werden nach dem gewählten Sortierkriterium (maximaler Mittendurchmesser, maximale Länge, maximaler Wert) in der gewählten Reihenfolge sortiert, bevor sie angewendet werden. Des Weiteren werden nur diejenigen Sortimentsvorgaben angewendet, welche einer unter „Längenklassenkürzel“ ausgewählten Längenklasse entsprechen. Der Mindestzopf (Derbholzgrenze) von 7 cm kann durch selektieren des Kästchens „Mindestzopf in Sortimentsvorgaben übersteuern“ verändert und auf einen gewünschten Wert gesetzt werden. Die Stockhöhe kann ebenfalls durch selektieren des Kästchens „Immer folgende Stockhöhe verwenden (cm)“ verändert werden.

The screenshot shows the 'Sortimentsvorgaben' panel. It includes a text field for 'Datei mit Sortimentsvorgaben' with the file name 'SortimentsVorgabenListe.csv', a dropdown menu for 'Sortierkriterium' set to 'Maximaler Mittendurchmesser', and two checkboxes: one unchecked for 'Immer folgenden Mindestzopf verwenden (cm)' and one unchecked for 'Immer folgende Stockhöhe verwenden (cm)'. There are also input fields for 'Längenklassenkürzel' set to 'L1' and 'Mindestzopf' set to '7'.

Abbildung 15: Panel „Sortimentsvorgaben“

4.3.1.5 Darstellung der Ergebnisse

Abbildung 16 zeigt das Panel „Darstellung der Ergebnisse“. Es ermöglicht die Wahl oder das Erstellen einer Ausgabedatei, in welche die Sortimente geschrieben werden. Wird kein Häkchen gesetzt, wird am Ende des Sortimentiervorganges nur eine Zusammenfassung im Fenster „Zusammenfassung Ergebnis“ angezeigt. Das Anklicken des Symbols  öffnet den File-Dialog, in welchem eine bereits vorhandene Datei ausgewählt oder ein neues File im csv-Format erzeugt und gespeichert werden kann. Durch Anklicken des Symbols  werden die Ergebnisse erzeugt und in diese Datei geschrieben. Am Ende des Sortimentiervorganges wird die entsprechende Excel-Datei automatisch geöffnet.

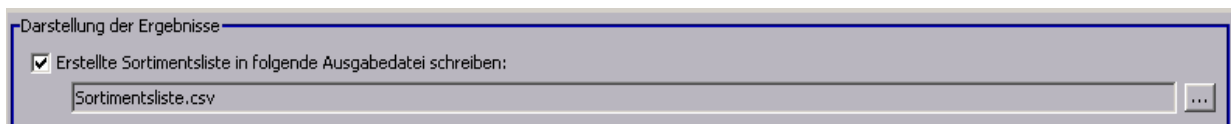


Abbildung 16: Panel „Darstellung der Ergebnisse“

4.3.1.6 Zusammenfassung Ergebnis

Abbildung 17 zeigt das Panel „Zusammenfassung Ergebnis“. Im oberen Bereich ist der Gesamtwert, das Gesamtvolumen, die Anzahl der erstellten Sortimente sowie der mittlere Stückinhalt ersichtlich. Darunter werden in einer Tabelle eine Zusammenfassung der erstellten Sortimente angezeigt, wobei Sortimente mit gleichem Gruppierungsmerkmal, gleicher Baumart, gleicher Längen- und Stärkenklasse zusammengezählt werden.

Zusammenfassung Ergebnis							
Gesamtwert:	18345.94	Gesamtvolumen OR m3:	188.9	Anzahl Sortimente:	1247	Mittleres Stückvolumen [m3]	0.15
Gruppierungsm...	Baumart	Längenklasse	Stärkenklasse	Volumen OR [m3]	Volumen IR [m3]	Wert [CHF]	Anzahl
2012	Fichte	L1	2b	37.4	41.83	4113.7	115
2012	Fichte	L1	2a	13.93	15.69	1434.95	69
2012	Fichte	L1	1b	6.8	7.71	503.22	69
2012	Fichte	L1	1a	3.55	4.07	177.52	69
2012	Fichte	Restholz	Restholz	0.26	0.31	13.23	69

Abbildung 17: Panel „Zusammenfassung Ergebnis“

4.3.2 Sortimentstück in Baumschaft einpassen

Diese Anwendung (Abbildung 18) überprüft, ob ein entsprechendes Sortimentstück in einen frei definierten Baumschaft eingepasst werden kann. Diese Anwendung ist nur im erweiterten Modus verfügbar. Die Eigenschaften des Baumes werden im Panel „Schaftdefinition“ (→ Kapitel [4.3.1.1](#)) definiert. Die für die Sortimentsvorgaben zur Verfügung stehenden Felder sind in Tabelle 2 beschrieben.

SorSim
Datei Tools Hilfe

Sortimentsstueck in Baumschaft einpassen
Sortimentstabelle erstellen
Baumliste sortimentieren

Schaftdefinition
Baumart: Fichte
BHD (cm): 42.0
Schaftlänge (m): 32.0
☐ Schaftlänge automatisch berechnen
Grundflächenmittelstamm [cm]: 35
Höhe Grundflächenmittelstamm [m]: 32

Sortimentsvorgaben
Aushalte-Strategie: Minimale Länge
Positionierung: Zu Unterst
Intervall (m): 0.2
Position am Stamm: Min. 4.0, Max. 32.0
Länge (m): 4.0, 12.0
Mittendurchmesser (cm): 20.0, 43.0
Zopfdurchmesser (cm): 20.0, 41.0

Ergebnis
SortimentStueck
AushalteStrategie = Minimale Länge
Positionierung = Zu Unterst
PositionDerBasisAmStamm_m = 4.0
Laenge_m = 4.0
PosMidrm_m = 6.0
PosZopf_m = 8.0
MittenDrmOR_cm = 34.23
ZopfDrmOR_cm = 32.94
VolumenOR_m3 = 0.35
VolumenRestStueckUntenOR_m3 = 0.0
VolumenRestStueckObenOR_m3 = 0.98
(SchaftformFunktion: Lemm 1991)

Baumschaft
Diagramm eines Baumschafts mit einem grünen Rechteck, das das Sortimentsstück darstellt.

Optionen
Sprachcode: de
Schaftform-Funktion: Lemm 1991
Genauigkeit der Ergebnisse (Anzahl Nachkommastellen): 2

Berechnung starten

Abbildung 18: Dialog "Sortiment in Baumschaft einpassen"

Die Eingaben erfolgen in den entsprechend bezeichneten Bereichen des Dialogs. Das resultierende Sortimentsstück wird als Text ins Panel „Ergebnis“ geschrieben, während im Panel „Baumschaft“ das eingepasste Sortiment dargestellt wird. Mit Hilfe dieser Anwendung kann auch beispielhaft die Schaftform für verschiedene Eingaben überprüft werden.

Tabelle 2: Bedeutung der Eingabefelder für die Sortimentsvorgaben

Bezeichnung	Bedeutung
Aushalte-Strategie	Legt die Priorität fest, nach der die Sortimente geprüft werden; z.B. maximaler Wert prüft zuerst das wertvollste Sortiment dann das zweitwertvollste etc.
Positionierung	Gibt an, an welcher Baumposition mit der Sortimentierung begonnen wird
Intervall (m)	Die Längen der erstellten Sortimentsstücke sind immer ein Vielfaches des gegebenen Längen-Intervalls. Bei einem Längenintervall von z.B. 1m werden folglich nur Sortimentsstücke mit ganzzahliger Länge erstellt.
Position am Stamm Min. (m)	Position am Stamm, bei der die Sortimentierung beginnt
Position am Stamm Max. (m)	Position am Stamm, bei der die Sortimentierung aufhört
Länge Min. (m)	Minimale Sortimentslänge
Länge Max. (m)	Maximale Sortimentslänge
Mittendurchmesser Min. (cm)	Minimaler Mittendurchmesser des Sortimentes
Mittendurchmesser Max. (cm)	Maximaler Mittendurchmesser des Sortimentes

Zopfdurchmesser Min. (cm)	Minimaler Zopfdurchmesser des Sortimentes
Zopfdurchmesser Max.(cm)	Maximaler Zopfdurchmesser des Sortimentes

4.3.3 Sortimentstabelle erstellen

Mit dieser Anwendung (Abbildung 19) kann eine Sortimentstabelle für einen definierten Bereich von BHD und Schaftlänge erstellt werden. Die Anwendung besteht aus den Panels Bäume (→ Kapitel 4.3.1.2), Sortimentsvorgaben (→ Kapitel 4.3.1.4), Darstellung der Ergebnisse (→ Kapitel 4.3.1.5), und Zusammenfassung Ergebnis (→ Kapitel 4.3.1.6).

Aus den definierten Bereichen von BHD und Schaftlänge wird eine Baumliste generiert, welche für jeden Zentimeter BHD und jeden Meter Schaftlänge des entsprechenden Bereichs einen Baum enthält. Diese Liste wird dann anhand der gegebenen Sortimentsvorgaben sortimentiert. Um die Sortimentsvorgabenliste anzupassen, kann der zugehörige Editor verwendet werden (→ Kapitel 4.3.5).

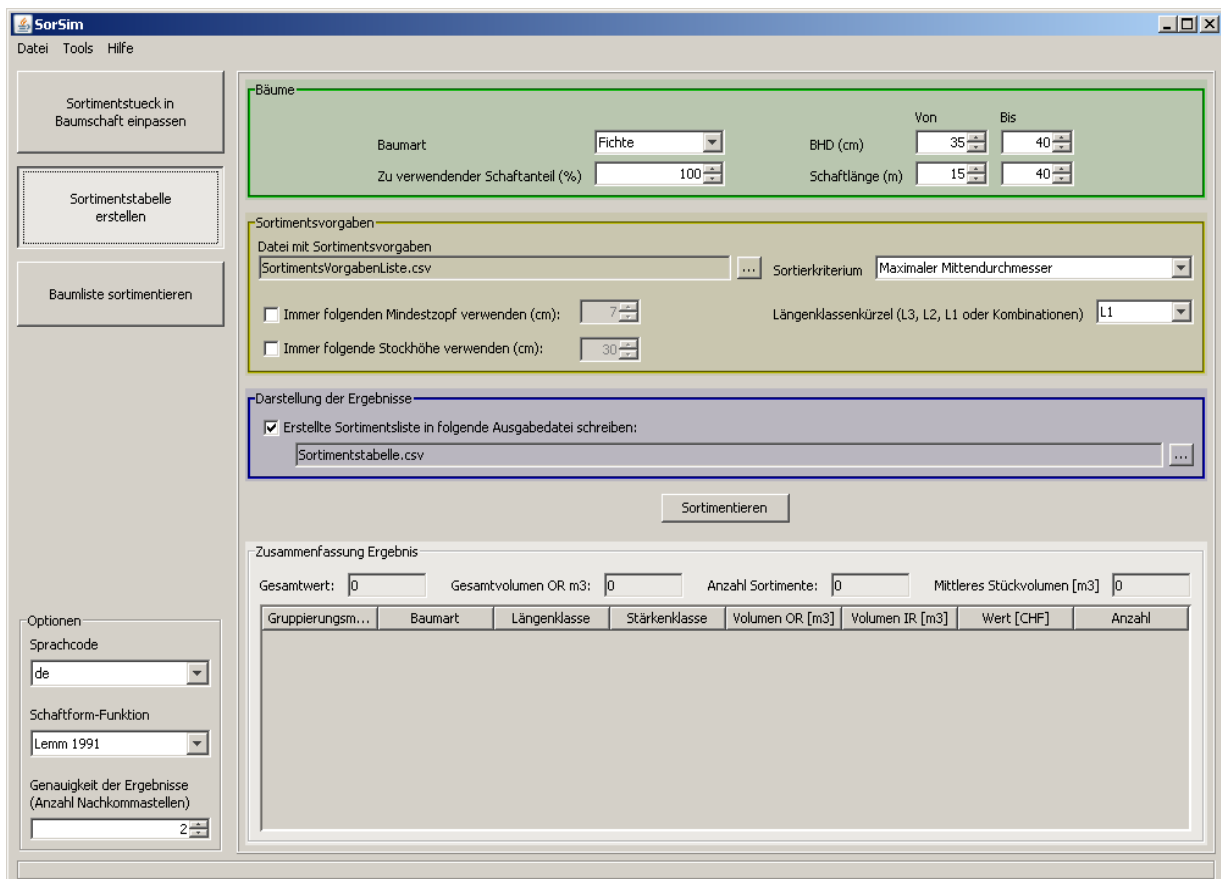


Abbildung 19: Anwendung „Sortimentstabelle erstellen“

Abbildung 20 zeigt die Ausgabedatei dieser Anwendung, die Sortimentsstückliste. Die Sortimentsstückliste ist nach den einzelnen Bäumen geordnet und enthält neben einer Zusammenfassung pro Baum auch eine Gesamtzusammenfassung. Diese befindet sich am Ende der Liste. Die Bedeutung der Spaltenüberschriften entnehmen sie Tabelle 3.

#ID	Baum-ID	Baumart	Baumart-Code/Beschrieb/BaumNr	Gruppierung	BHD [cm]	Schaftlänge	Längenklasse	Stärkenklasse	Position	Sort	Länge [m]	Basis-Drm	OR	Mitten-Durchm.	Zopf-Durchm.	Volumen OR	Volumen IR	Volumen Reststück Unten	Volumen Reststück Oben	Wert [CHF]
1	1	Fichte	100 Fichte_1_1	Fichte	18	22 L1	1b	0.3	6	18.09	16.01	14.63	0.12	0.13	0	0.12	8.85			
2	1	Fichte	100 Fichte_1_1	Fichte	18	22 L1	1a	6.4	6	14.59	13.13	11.28	0.08	0.09	0	0.04	3.94			
3	1	Fichte	100 Fichte_1_1	Fichte	18	22 L1	1a	12.5	3	11.21	10.09	8.82	0.02	0.03	0	0.02	1.14			
4	1	Fichte	100 Fichte_1_1	Fichte	18	22 Restholz	Restholz	15.6	6.4	8.73	5.26	0	0.02	0.02	0	0	0.78			
#Summe:		1 Fichte	100 Fichte_1_1	Fichte	18	22										0.24	0.26			14.7
#																				
621	114	Lärche	103 Lärche_1_1	Lärche	18	24 L1	1b	0.3	4	17.1	15.23	14.16	0.07	0.09	0	0.15	4.84			
622	114	Lärche	103 Lärche_1_1	Lärche	18	24 L1	1a	4.4	6	14.11	13.08	11.96	0.08	0.09	0	0.07	4.7			
623	114	Lärche	103 Lärche_1_1	Lärche	18	24 L1	1a	10.5	6	11.92	10.34	8.26	0.05	0.06	0	0.02	2.94			
624	114	Lärche	103 Lärche_1_1	Lärche	18	24 Restholz	Restholz	16.6	7.4	8.18	4.82	0	0.02	0.02	0	0	0.77			
#Summe:		114 Lärche	103 Lärche_1_1	Lärche	18	24										0.21	0.26			13.25
#																				
1377	259	Esche	202 Esche_1_33	Esche	22	26 L1	2a	0.3	5.5	22.22	20.03	18.59	0.17	0.18	0	0.25	8.53			
1378	259	Esche	202 Esche_1_33	Esche	22	26 L1	1b	5.9	6	18.55	17.13	15.43	0.13	0.14	0	0.11	6.7			
1379	259	Esche	202 Esche_1_33	Esche	22	26 L1	1a	12	6	15.37	13.2	10.51	0.08	0.09	0	0.03	4.01			
1380	259	Esche	202 Esche_1_33	Esche	22	26 Restholz	Restholz	18.1	0.02	10.41	10.4	10.39	0	0	0	0.03	0			
1381	259	Esche	202 Esche_1_33	Esche	22	26 Restholz	Restholz	18.12	7.88	10.39	5.94	0	0.03	0.03	0	0	1.28			
#Summe:		259 Esche	202 Esche_1_33	Esche	22	26										0.41	0.44			20.52

Abbildung 20: Ausgabedatei (Sortimentsliste) mit den erstellten Sortimenten und der Zusammenfassung pro Gruppierungsmerkmal am Ende der Liste.

Tabelle 3: Bezeichnung der Spalten und ihre Bedeutung in der Ausgabedatei

Bezeichnung	Bedeutung
ID	Identifikationsnummer der Artikel
Baum-ID	Identifikationsnummer der Bäume
Baumart	Bezeichnung der Baumart
Baumart-Code	Baumartencode (Fi=100; Ta=101;....) siehe Hilfe-Menü → Baumartenliste(Kap. 5.2.1.3)
Beschrieb/BaumNr	In diesem Feld kann ein frei wählbarer Text stehen
Gruppierungsmerkmal	Gruppierungsmerkmal nach welchem die Werte am Ende der Tabelle zusammengefasst werden
BHD (cm)	Brusthöhendurchmesser
Schaftlänge (m)	
Längenklasse	L1, L2, L3 für Nadelholz; L1 für Laubholz
Stärkenklasse	1a, 1b,...6
Position Sortimentsbasis am Stamm [m]	Position der Artikel -Basis am Stamm in Meter
Länge (m)	Länge in Meter
Basis-Drm OR	Durchmesser ohne Rinde in cm an der Artikel-Basis
Mitten-Durchm. OR [cm]	Dito in der Artikel-Mitte
Zopf-Durchm. OR [cm]	Dito am Artikel-Ende
Volumen OR [m3]	Volumen ohne Rinde in Kubikmeter
Volumen IR [m3]	Volumen in Rinde in Kubikmeter
Volumen Reststück Unten OR [m3]	Volumen ohne Rinde des verbleibenden Reststückes in m3 unterhalb des Artikels (Ist bei Sortimentsfortschritt von unten nach oben gleich 0)
Volumen Reststück Oben OR [m3]	Volumen ohne Rinde des verbleibenden Reststückes in m3 oberhalb des Artikels
Wert [CHF]	Berechneter Erlös in CHF

4.3.4 Baumliste sortimentieren

Die Anwendung „Baumliste sortimentieren“ besteht aus den Panels Baumliste (→ Kapitel 4.3.1.3), Sortimentsvorgaben (→ Kapitel 4.3.1.4), Darstellung der Ergebnisse (→ Kapitel 4.3.1.5), und Zusammenfassung Ergebnis (→ Kapitel 4.3.1.6).

Baumliste

Baumlisten-Datei: Baumliste.csv

D7m/BHD für Standort (bei nicht vorhandenen D7m-Werten): gut

Zu verwendender Schaftanteil (%): 100

☐ Bei Laubholz automatisch berechnen

☐ Schaftlänge automatisch berechnen (bei nicht vorhandenen Werten)

Grundflächenmittelstamm [cm]: 35

Höhe Grundflächenmittelstamm [m]: 30

Sortimentsvorgaben

Datei mit Sortimentsvorgaben: SortimentsvorgabenListe.csv

Sortierkriterium: Maximaler Mittendurchmesser

☐ Immer folgenden Mindestzapf verwenden (cm): 7

☐ Immer folgende Stockhöhe verwenden (cm): 30

Längenklassenkürzel (L3, L2, L1 oder Kombinationen): L1

Darstellung der Ergebnisse

☐ Erstellte Sortimentsliste in folgende Ausgabedatei schreiben:

Sortimentsliste.csv

Zusammenfassung Ergebnis

Gesamtwert: 18345.94 Gesamtvolumen OR m3: 188.9 Anzahl Sortimente: 1247 Mittleres Stückvolumen [m3]: 0.15

Gruppierungsm...	Baumart	Längenklasse	Stärkenklasse	Volumen OR [m3]	Volumen IR [m3]	Wert [CHF]	Anzahl
2012	Fichte	L1	2b	37.4	41.83	4113.7	115
2012	Fichte	L1	2a	13.93	15.69	1434.95	69
2012	Fichte	L1	1b	6.8	7.71	503.22	69
2012	Fichte	L1	1a	3.55	4.07	177.52	69
2012	Fichte	Restholz	Restholz	0.26	0.31	13.23	69

Abbildung 21: Anwendung „Baumliste sortimentieren“

Die Anwendung (Abbildung 21) dient dazu, eine Liste beliebiger Baumschäfte ab File zu lesen und diese gemäss einer Liste von Sortimentsvorgaben, ebenfalls ab File, in Sortimente (Artikel) einzuteilen. Die erstellten Sortimente werden im Ausgabefeld „Zusammenfassung Ergebnis“ angezeigt und bei selektiertem Kontrollkästchen „Erstellte Sortimente in folgende Ausgabedatei schreiben“ vollständig auf das entsprechende File geschrieben. Die Input- und Outputfiles sind Files im csv-Format. Das Outputfile wird am Ende der Berechnung automatisch in Excel geöffnet. Abbildung 22 zeigt einen Ausschnitt.

#ID	Baum-ID	Baumart	Baumart-Cox/Beschrieb/Bi-Gruppierung	BHD [cm]	Schaftlänge	Längenklasse	Stärkenklasse	Position	Sort Länge [m]	Basis-Drm Ol	Mitten-Durcd	Zopf-Durchm	Volumen OR	Volumen IR	Volumen Re	Volumen Re	Wert [CHF]
1	1 Fichte	100 null	2012	45	29 L1		4	0.3	3.5	44.35	40.21	37.91	0.44	0.49	0	1.21	55.66
2	1 Fichte	100 null	2012	45	29 L1	3b		3.9	5	37.79	35.14	32.84	0.47	0.52	0	0.71	55.99
3	1 Fichte	100 null	2012	45	29 L1	3a		9	5	32.74	30.14	27.28	0.34	0.39	0	0.35	40.16
4	1 Fichte	100 null	2012	45	29 L1	2b		14.1	3	27.16	25.27	23.25	0.14	0.16	0	0.19	15.61
5	1 Fichte	100 null	2012	45	29 L1	2a		17.2	3	23.11	20.91	18.44	0.1	0.11	0	0.09	10.04
6	1 Fichte	100 null	2012	45	29 L1	1a		20.3	5.5	18.27	13.29	7.44	0.08	0.09	0	0	3.9
7	1 Fichte	100 null	2012	45	29 Restholz	Restholz		25.9	0.08	7.21	7.12	7.03	0	0	0	0	0
8	1 Fichte	100 null	2012	45	29 Restholz	Restholz		25.98	3.01	7.02	3.55	0	0	0	0	0	0.2
#Summe:	1 Fichte	100 null	2012	45	29								1.58	1.76			181.55
#																	
9	2 Fichte	100 null	2012	45	30 L1		4	0.3	3.5	44.34	40.12	37.79	0.44	0.49	0	1.26	55.47
10	2 Fichte	100 null	2012	45	30 L1	3b		3.9	5	37.69	35.12	32.92	0.47	0.52	0	0.76	55.92
11	2 Fichte	100 null	2012	45	30 L1	3a		9	5.5	32.83	30.14	27.16	0.38	0.43	0	0.36	44.36
12	2 Fichte	100 null	2012	45	30 L1	2b		14.6	3	27.05	25.26	23.36	0.14	0.16	0	0.21	15.59
13	2 Fichte	100 null	2012	45	30 L1	2a		17.7	3.5	23.22	20.79	18.02	0.11	0.13	0	0.08	11.69
14	2 Fichte	100 null	2012	45	30 L1	1a		21.3	5.5	17.86	13.01	7.28	0.07	0.09	0	0	3.73
15	2 Fichte	100 null	2012	45	30 Restholz	Restholz		26.9	0.04	7.06	7.01	6.97	0	0	0	0	0
16	2 Fichte	100 null	2012	45	30 Restholz	Restholz		26.94	3.05	6.97	3.52	0	0	0	0	0	0.2
#Summe:	2 Fichte	100 null	2012	45	30								1.62	1.81			186.96

Abbildung 22: Ausschnitt einer erstellten Sortimentsliste

Abbildung 23 zeigt die jeweils am Ende der Datei stehende Zusammenfassung der Ergebnisse nach Baumart, Gruppierungsmerkmal und Sortiment. Aus dem Gesamtvolumen OR (ohne Rinde) in m³ und der Anzahl Sortimente wird das mittlere Stückvolumen berechnet, welches bei verschiedenen Holzernteverfahren für die Kostenberechnung des Rückens eine wichtige Eingangsgrösse darstellt.

Hinweis:

Restholz1 bedeutet falls das Kontrollkästchen „Immer folgenden Mindestzopf verwenden (cm)“ angeklickt ist dann wird Rundholz im Maximum nur bis zu diesem vorgegebenen Mindestzopfdurchmesser x cm ausgehalten. Ein allenfalls verbleibendes Reststück bis zum Mindestzopfdurchmesser x cm wird als **Restholz 1** ausgewiesen. Das weitere Restholz bis zum Baumende (Zopfdurchmesser 0 cm) wird als **Restholz 2** ausgegeben.

#Gesamtwert:		42932.01					
#Gesamtvolumen OR m3:		385.22					
#Anzahl Sortimente:		1781					
#Mittleres Stückvolumen [m3]		0.22					
#							
#Gruppierungsmerk	Baumart	Längenklasse	Stärkenklasse	Volumen OR [m3]	Volumen IR [m3]	Wert [CHF]	Anzahl
#Lärche	Lärche	L1	5	1.7	2.14	511.08	3
#Lärche	Lärche	L1	4	14.46	18.01	3716.27	17
#Lärche	Lärche	L1	3b	20.58	25.32	4507.89	35
#Lärche	Lärche	L1	3a	20.68	25.21	3950.54	45
#Lärche	Lärche	L1	2b	17.44	21.34	2284.72	56
#Lärche	Lärche	L1	2a	16.75	20.43	1893.1	82
#Lärche	Lärche	L1	1b	12.06	14.74	820.29	113
#Lärche	Lärche	L1	1a	8.65	10.63	519.12	132
#Lärche	Lärche	Restholz	Restholz	1.09	1.37	54.56	113
#							
#Fichte	Fichte	L1	5	7.65	8.33	1099.35	10
#Fichte	Fichte	L1	4	26.65	29.17	3370.88	36
#Fichte	Fichte	L1	3b	23.95	26.36	2849.49	45
#Fichte	Fichte	L1	3a	20.92	23.16	2436.69	51
#Fichte	Fichte	L1	2b	16.45	18.33	1809.18	50
#Fichte	Fichte	L1	2a	19.1	21.35	1967.28	98
#Fichte	Fichte	L1	1b	9.62	10.79	711.76	85
#Fichte	Fichte	L1	1a	7.89	9.14	394.28	132
#Fichte	Fichte	Restholz	Restholz	0.96	1.14	47.85	113

Abbildung 23: Eine Zusammenfassung der Ergebnisse nach Gruppierungsmerkmal (hier ebenfalls Baumart), Baumart und Sortiment befindet sich am Ende der erstellten Sortimentsliste.

4.3.5 Sortimentsvorgaben bearbeiten

Über den Menüpunkt „Tools“ in der Menüleiste kann der Sortimentsvorgaben-Editor (Abbildung 24) gestartet werden. Alternativ ist auch ein Start per Doppelklick auf den Dateinamen im Sortimentsvorgaben-Panel möglich. Mit diesem Editor kann die Sortimentsvorgabenliste bearbeitet werden.

Jede Zeile in der Tabelle enthält eine einzelne Sortimentsvorgabe. Eine Sortimentsvorgabe ist durch verschiedene Kriterien definiert. Diese sind in Tabelle 4 ersichtlich. Die grau hinterlegten Felder sind nicht editierbar⁵. Die weissen Felder können beliebig den Anforderungen des Anwenders angepasst werden. Nachdem Felder angepasst worden sind, muss die geänderte Sortimentsvorgabenliste mit dem Button „Speichern“ wieder gespeichert werden. Mit dem Button „Laden“ können andere, bereits vorhandene Sortimentsvorgabenlisten geladen werden.

Sortimentsvorgaben												
ID	Beschrieb/B...	Baumart	Längenklasse	Stärkenklasse	Anzahl Stücke	LaengeMin...	LaengeMax...	Mittendurch...	Mittendurch...	Zopfdurchm...	Zopfdurchm...	Längenzug...
1	L3 6	Fichte	L3	6	999999	15	22	60	999	22	999	10
2	L3 5	Fichte	L3	5	999999	15	22	50	60	22	999	10
3	L3 4	Fichte	L3	4	999999	15	22	40	50	22	999	10
4	L3 3b	Fichte	L3	3b	999999	15	22	35	40	18	999	10
5	L3 3a	Fichte	L3	3a	999999	15	22	30	35	18	999	10
6	L3 2b	Fichte	L3	2b	999999	15	22	25	30	18	999	10
7	L3 2a	Fichte	L3	2a	999999	15	22	20	25	18	999	10
8	L3 1b	Fichte	L3	1b	999999	15	22	15	20	14	999	10
9	L3 1a	Fichte	L3	1a	999999	15	22	10	15	0	999	10
10	L2 6	Fichte	L2	6	999999	6,5	14,5	60	999	22	999	10

Fortsetzung

Sortimentsvorgaben														
nzug...	Position am ...	Position am ...	Längen-Int...	Aushalte-St...	Positionierung	Wert A	Wert B	Wert C	Wert D	Anteil A	Anteil B	Anteil C	Anteil D	Wert pro Ei...
0	0,3	999	0,5	Maximale L...	Zu Unterst	290	145	110	75	0,05	0,45	0,4	0,1	131,25
0	0,3	999	0,5	Maximale L...	Zu Unterst	290	140	110	75	0,05	0,5	0,35	0,1	130,5
0	0,3	999	0,5	Maximale L...	Zu Unterst	140	140	115	75	0	0,5	0,4	0,1	123,5
0	0,3	999	0,5	Maximale L...	Zu Unterst	135	135	115	75	0	0,5	0,4	0,1	121
0	0,3	999	0,5	Maximale L...	Zu Unterst	135	135	115	75	0	0,5	0,4	0,1	121
0	0,3	999	0,5	Maximale L...	Zu Unterst	130	130	105	75	0	0,4	0,5	0,1	112
0	0,3	999	0,5	Maximale L...	Zu Unterst	115	115	100	70	0	0,4	0,5	0,1	103
0	0,3	999	0,5	Maximale L...	Zu Unterst	80	80	70	70	0	0,4	0,5	0,1	74
0	0,3	999	0,5	Maximale L...	Zu Unterst	50	50	50	50	0	0	0	1	50
0	0,3	999	0,5	Maximale L...	Zu Unterst	290	145	110	75	0,05	0,45	0,4	0,1	131,25

Abbildung 24: Sortimentsvorgaben definieren die Einteilungskriterien für Baumschäfte nach den Schweizer Handelsgebräuchen für Rundholz. Die weissen Felder können verändert werden. Sie dienen insbesondere dazu den Sortimenten Qualitätsanteile und Geldwerte zuzuweisen und einige Grössen zur Steuerung des Sortimentierprozesses vorzugeben.

Tabelle 4: Bedeutung der Kriterien in der Sortimentsvorgabeliste (grau hinterlegte Felder sind nicht editierbar⁶)

Bezeichnung	Bedeutung
ID	Identifikationsnummer
Baumart-Code	Baumartencode (Fi=100; Ta=101;....) siehe Hilfe-Menü → Baumartenliste (Kap. 4.2.1.3)
Längenklasse	L1, L2, L3 für Nadelholz; L1 für Laubholz
Stärkenklasse	1a, 1b,...6
Anzahl Stücke	Legt die maximale Anzahl auszuhaltender Sortimentsstücke fest.

⁵ Durch Öffnen der Sortimentsvorgaben-Datei mit Excel (oder einem Texteditor) können alle Felder modifiziert werden. Solche Änderungen sollten jedoch nur von Experten vorgenommen werden.

⁶ Durch Öffnen der Sortimentsvorgaben-Datei mit Excel (oder einem Texteditor) können alle Felder modifiziert werden. Solche Änderungen sollten jedoch nur von Experten vorgenommen werden.

	Wird bei einer Sortimentsvorgabe diese Anzahl auf 0 gesetzt, wird die entsprechende Sortimentsvorgabe nicht berücksichtigt.
LaengeMin [m]	Minimale Sortimentslänge
LaengeMax [m]	Maximale Sortimentslänge
MittendurchmesserMin [cm]	Minimaler Mittendurchmesser des Sortimentes
MittendurchmesserMax [cm]	Maximaler Mittendurchmesser des Sortimentes
ZopfdurchmesserMin [cm]	Minimaler Zopfdurchmesser des Sortimentes
ZopfdurchmesserMax [cm]	Maximaler Zopfdurchmesser des Sortimentes
Längenzugabe [cm]	Längenzumass absolut in cm oder
Längenzugabe [%]	Längenzumass in Prozent der Sortimentslänge
Position am Stamm unten [m]	Position am stehenden Stamm, bei der die Sortimentierung beginnt. Entspricht der Stockhöhe, welche im Panel „Sortimentsvorgaben“ durch selektieren des Kontrollkästchen „Immer folgende Stockhöhe verwenden (cm)“ verändert werden kann.
Position am Stamm oben [m]	Position am stehenden Stamm, bei der die Sortimentierung aufhört.
Längen-Intervall [m]	Die Längen der erstellten Sortimentsstücke sind immer ein Vielfaches des gegebenen Längen-Intervalls. Bei einem Längenintervall von z.B. 0.5m werden folglich nur Sortimentsstücke mit Längen von ganzen oder halben Metern erstellt.
Aushalte-Strategie	Legt fest, ob möglichst lange oder möglichst kurze Sortimentsstücke erstellt werden sollen.
Positionierung	Gibt an, an welcher Baumposition mit der Sortimentierung begonnen wird.
Wert A	Erlös pro Kubikmeter mit Qualität A ⁷
Wert B	Erlös pro Kubikmeter mit Qualität B7
Wert C	Erlös pro Kubikmeter mit Qualität C7
Wert D	Erlös pro Kubikmeter mit Qualität D7
Anteil A	Anteil A-Qualität des betreffenden Sortimentes (Erfahrungswert)
Anteil B	Anteil B-Qualität des betreffenden Sortimentes (Erfahrungswert)
Anteil C	Anteil C-Qualität des betreffenden Sortimentes (Erfahrungswert)
Anteil D	Anteil D-Qualität des betreffenden Sortimentes (Erfahrungswert)
Wert pro Einheit (CHF)	Zeigt den aus Erlös und Anteil berechneten Wert pro Kubikmeter des Sortimentes.

4.3.6 Erfassen einer Baumliste

In der Anwendung „Baumliste sortimentieren“ benötigt SorSim eine Liste von Bäumen (Baumliste), die in Sortimente eingeteilt werden sollen. Eine solche Baumliste muss eine feste Struktur (Abbildung 25) aufweisen und als csv-File vorliegen. Kommentarzeilen beginnen immer mit „#“ und werden vom Programm für die Berechnungen nicht verwendet. Jeder zu sortimentierende Baum wird in einer neuen Zeile erfasst. Es können beliebig viele Kommentarzeilen und beliebig viele Bäume erfasst werden. Die zu erfassenden Merkmale und ihre Bedeutung findet man in Tabelle 5.

⁷ Quelle für Defaulterlöse:

http://www.awv.ch/cms2/fileadmin/bilder/Dateien/Holzpreisempfehlungen_2010-11_v3.pdf

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	# Fichtenversuchsfläche WSL								
2	# Gruppierungsmerkmal = Aufnahmejahr								
3	#ID	Baumart	Baumart (Co	Beschrieb	Gruppierungsmerkmal	BHD	D7m	SchaftLaenge_m	
4	1 Fichte	100	-215	1924	80.2	0	41.8		
5	2 Fichte	100	-16080	1924	77.7	0	41.5		
6	3 Fichte	100	-525	1924	73.2	0	41		
7	4 Fichte	100	-25	1924	55.4	0	38.5		
8	5 Fichte	100	-1030	1924	55.1	0	38.5		
9	6 Fichte	100	-20	1924	50.2	0	37.5		
10	7 Fichte	100	-84	1924	49.6	0	37.3		
11	8 Fichte	100	-2105	1924	46	0	36.5		
12	9 Fichte	100	-70	1924	45.5	0	36.4		
13	10 Fichte	100	-80	1924	43.6	0	35.9		
14	11 Fichte	100	-45	1924	43	0	35.7		

Abbildung 25: Erfasste Merkmale einer Baumliste. Mit # beginnende Zeilen sind Kommentarzeilen und werden vom Programm ignoriert.

Tabelle 5: Zu erfassende Merkmale in der Baumliste und ihre Bedeutung

Bezeichnung	Bedeutung
#	Zeilen, welche mit einem # beginnen, sind reine Kommentarzeilen
ID	Eine Zahl, die den entsprechenden Baum eindeutig identifiziert
Baumart	Baumartenname, der zum verwendeten Baumartencode gehört. Dieser dient ausschliesslich der besseren Lesbarkeit. Vom Programm verwendet wird nur der Baumart-Code.
Baumart-Code	Verwendeter Baumartencode (siehe Hilfe → Baumartenliste anzeigen) 100: Fichte 101: Tanne 102: Föhre 103: Lärche 199: übriges Nadelholz 200: Buche 201: Eiche 202: Esche 203: Ahorn 299: übriges Laubholz
Beschrieb	In diesem Feld kann ein beliebiger Beschrieb stehen
Gruppierungs-Merkmal	In diesem Feld (Gruppierungs-Merkmal) können beliebige Eigenschaften stehen, nach denen die Sortimentierung zusammengefasst wird; z.B. Aufnahme von Bäumen einer Versuchsfläche in verschiedenen Jahren oder in verschiedenen Straten.
BHD	Brusthöhendurchmesser in cm
D7m	Durchmesser in 7m; erforderlich falls Schaftform-Funktion „LFI-Splines“ gewählt wurde. Falls dieser Wert nicht bekannt ist, muss der Wert 0 eingesetzt werden. SorSim berechnet dann D7m gemäss Kap. 5.3.2 .
SchaftLaenge_m	Entspricht der Baumhöhe. Sollte diese nicht bekannt sein, muss der Wert 0 eingesetzt werden. SorSim berechnet dann Schaftlänge gemäss Kap. 5.3.1 .

4.4 Programmargumente

SorSim lässt sich mit Programmargumenten starten, so dass im Programm nach dem Start bereits gewisse Einstellungen gewählt sind. Tabelle 6 zeigt eine Übersicht über die möglichen Programmargumente.

Tabelle 6: Übersicht über die möglichen Programmargumente

Argument	Bedeutung
de	Deutschsprachige Version
fr	Französischsprachige Version
en	Englischsprachige Version
std	Standard-Modus
ext	Erweiterter Modus
lemm	Schaftform-Funktion „Lemm 1991“
lfi	Schaftform-Funktion „LFI-Splines“
<i>Ganzzahl zwischen 0 und 12</i>	Einstellung der Anzahl Nachkommastellen

Die Programmargumente können in beliebiger Reihenfolge und ohne vorangehenden Bindestrich verwendet werden. Um SorSim beispielsweise im erweiterten Modus und in der englischsprachigen Version zu starten, kann folgender Befehl verwendet werden:

```
javaw -jar SorSim.jar ext en
```

Dieser Befehl kann entweder in einer Konsole / Shell eingegeben werden, oder man erstellt eine entsprechende Verknüpfung. Unter Windows ist dazu wie folgt vorzugehen:

1. Öffnen Sie den Ordner, in welchem sich SorSim.jar befindet.
2. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf SorSim.jar, und wählen Sie „Verknüpfung erstellen“ (bzw. „Create Shortcut“)
3. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die soeben erstellte Verknüpfung, und wählen Sie „Eigenschaften“ (bzw. „Properties“)
4. Wählen Sie den Reiter „Verknüpfung“ (bzw. „Shortcut“) (siehe Abbildung 26, Punkt 1)
5. Schreiben Sie in das Feld „Ziel“ (bzw. „Target“) VOR dem bereits vorhandenen Programmpfad den Text „javaw -jar“ (falls dies nicht bereits dort stehen sollte). Wichtig: zwischen „-jar“ und dem bereits vorhandenen Programmpfad muss ein Leerschlag stehen (siehe Abbildung 26, Punkt 2).
6. Schreiben Sie in das Feld „Ziel“ (bzw. „Target“) NACH dem bereits vorhandenen Programmpfad die gewünschten Programmargumente, z.B. „en std“. Wichtig: zwischen dem bereits vorhandenen

den Programmpfad und dem ersten Programmargument muss ein Leerschlag stehen (siehe Abbildung 26, Punkt 3).

7. Klicken Sie auf „OK“ (siehe Abbildung 26, Punkt 4).
8. Die Verknüpfung kann nach Belieben umbenannt werden.

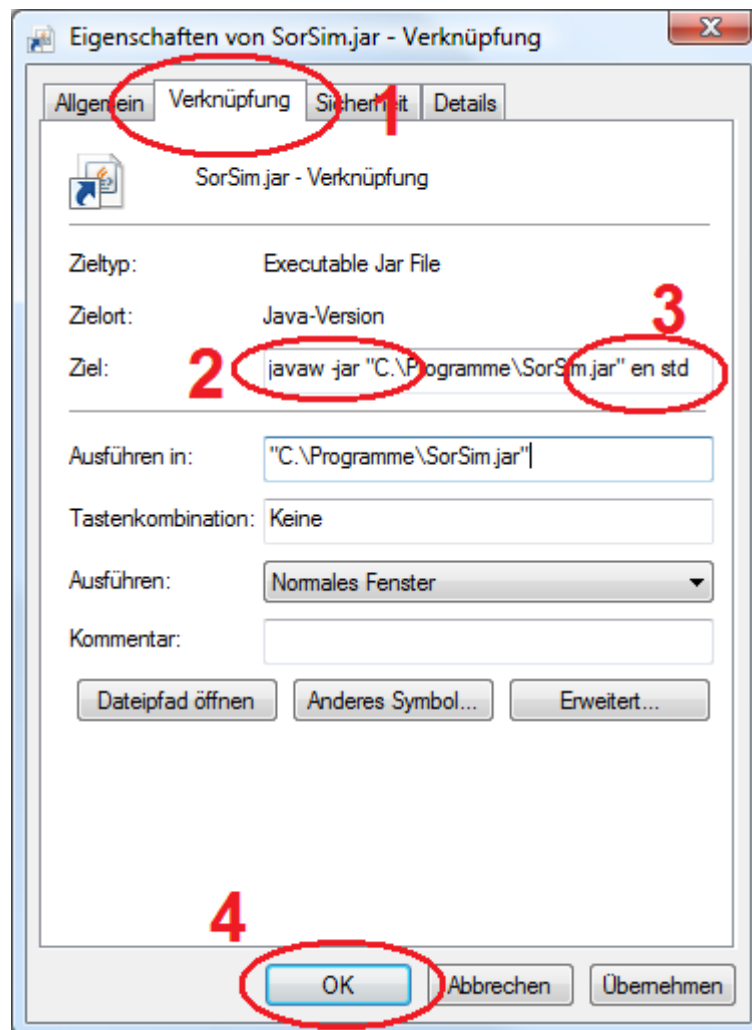


Abbildung 26: Erstellen einer Verknüpfung mit Programmargumenten.

5 Berechnungsverfahren

5.1 Schaftformfunktion nach Lemm 1991

Die Herleitung der Funktionen und Parameter der Schaftform in Rinde und ohne Rinde findet man in Lemm (1991), eine Zusammenstellung der Schaftfunktion und ihrer baumartenspezifischen Parameter bei Erni und Lemm (1995, Seite 81-82).

$$d_{i.R.} = F \cdot BHD$$

$$d_{o.R.} = (F \cdot BHD) \cdot \left(1 - \frac{\text{Rinde \%}(\mu)}{100}\right)$$

$$F = \left[\left(\frac{1}{\mu_{BHD}} \right) - (k_{21} + k_{22} \cdot SH) \cdot \mu_{BHD} - (k_{31} + k_{32} \cdot SH) \cdot \mu_{BHD}^2 - (k_{41} + k_{42} \cdot SH) \cdot \mu_{BHD}^3 - (k_{51} + k_{52} \cdot SH) \cdot \mu_{BHD}^4 \right] \cdot \mu + (k_{21} + k_{22} \cdot SH) \cdot \mu^2 + (k_{31} + k_{32} \cdot SH) \cdot \mu^3 + (k_{41} + k_{42} \cdot SH) \cdot \mu^4 + (k_{51} + k_{52} \cdot SH) \cdot \mu^5$$

$$\text{Rinde \%}(\mu) = R_0 + R_1 \cdot \mu + R_3 \cdot \mu^2 + R_4 \cdot \mu^3$$

Abkürzungen:

$$\mu = \frac{SH - MH}{SH}$$

$$\mu_{BHD} = \frac{SH - 1.3}{SH}$$

$d_{i.R.}$: Stammdurchmesser in Messhöhe in Rinde (in cm)

$d_{o.R.}$: Stammdurchmesser in Messhöhe ohne Rinde (in cm)

$\text{Rinde \%}(\mu)$: doppelte Rindenstärke in % des betreffenden Stammdurchmessers in Funktion von μ

μ : vom Gipfel aus gemessene relative Schafthöhe in m

SH : Scheitelhöhe in m

MH : Messhöhe in m

BHD : Bruthöhendurchmesser in cm

$R_0 \dots R_2$: Regressionskoeffizientendes Polynoms siehe Tabelle 8

$k_{i1} \dots k_{i2}$: Parameter ($i = 2 \dots 5$) siehe Tabelle 7

Tabelle 7: Zusammenstellung der Funktionsparameter für die Schaftform in Rinde. Datengrundlage Unechte Ausbauchungsreihe von Grundner und Schwappach (1992)

Baumart	Buche	Eiche	Fichte	Tanne	Föhre	Lärche
K ₂₁	-4.153040	14.417650	-8.458020	-9.61211	-9.0527300	-3.262900
K ₂₂	0.034650	-0.741460	0.141120	0.050960	0.050120	-0.045980
K ₃₁	7.680370	-39.304910	10.927780	9.690110	18.687710	2.658370
K ₃₂	-0.107790	1.812160	-0.121950	0.113290	-0.173620	0.214850
K ₄₁	-9.097400	41.329600	-5.442220	-0.617160	-21.085790	-1.662390
K ₄₂	0.145860	-1.883840	-0.103440	-0.377080	0.255000	-0.308410
K ₅₁	4.187690	-15.246640	0.304720	-2.732830	9.405680	0.769980
K ₅₂	-0.067170	0.705290	0.125560	0.244080	-0.130240	0.145570
n	192	168	255	260	223	239
M.S.E	0.000056	0.000042	0.000065	0.000137	0.000149	0.000232
abs.max.Res	0.034000	0.015000	0.025000	0.044000	0.048000	0.043000

Tabelle 8: Zusammenstellung der Funktionsparameter für die Rindenfunktion. Datengrundlage Badoux (1979)

Baumart	Buche	Eiche	Fichte	Tanne	Föhre	Lärche
R ₀	8.337300	15.515000	10.369500	8.679400	6.155530	11.911800
R ₁	-15.075800	-22.742400	-12.621200	-7.833300	-5.972600	-7.755800
R ₂	10.227300	12.500000	6.439400	4.924200	-	-
R ₃	-	-	-	-	17.411000	7.501900
n	9	9	9	9	9	9
m.R ²	0.97	0.99	0.95	0.79	0.97	0.87

Die Funktion nach „Lemm 1991“ stützt sich auf die Ausbauchungsreihen von Grundner und Schwappach(1992). Die Funktion „LFI-Splines“ beruhen auf einer soliden empirischen Datengrundlage mit 38000 sektionsweise liegend vermessenen Bäumen ergänzt mit 300 stehend vermessenen Bäumen in schwach besetzten Datenbereichen.

Tests haben gezeigt, dass die Volumenwerte berechnet mit den Schaftform-Funktionen nach Lemm (1991) nahe bei den Werten der Ertragstafeln von Badoux (1983) liegen, jedoch um ca. 8-12 % höher als diejenigen berechnet mit Schaftform-Funktionen nach LFI-Splines.

Es ist also zu empfehlen, wenn möglich die Schaftform-Funktionen LFI-Splines zu verwenden.

5.2 Schaftformfunktion nach LFI- Splines

Die Herleitung der Splinefunktionen nach LFI stützt sich auf die Grundlagen und Methoden, wie sie im LFI-Methodenbuch (Brassel und Lischke 2001 eds.) beschrieben sind. Darin enthaltene Literaturhinweise werden hier nicht aufgenommen; sie sind im Literaturverzeichnis des Originaldokumentes zu finden. Ebenso wurden die Hinweise auf Tabellen und Formeln aus dem Original übernommen.

5.2.1 Auszüge aus LFI-Methodenbuch (Brassel und Lischke 2001)

The NFI taper equations are constructed as follows:

1. Estimation of upper stem diameters with the help of a regression model

Upper diameters at several locations (i) on the stem are estimated with the help of a regression model. This model was developed with the data stemming from section-wise measured sample trees. The diameters d_{ji} in 1 meter height, at 5%, 10%, 20%, 30%, 50%, 70%, and 80% of the stem length are estimated with the following regression model, depending on the three variables $d_{1.3}$, d_7 and H of the tree i:

$$\hat{d}_{ji} \frac{d_{7i}}{d_{1.3i}} = b_{0j} + b_{1j} \cdot H_i + b_{2j} \cdot d_{7i} + b_{3j} \cdot d_{7i} H_i + b_{4j} \cdot d_{1.3i} H_i \quad (28)$$

$$\text{Weight: } w_i = \left(\frac{d_{1.3i}}{d_{7i}} \right)^2$$

In order to obtain unbiased estimates of the d_{ji} , the squared errors are weighted with w_i so that:

$$\sum_{i=1}^n \left[\left(d_{ji} - \hat{d}_{ji} \right) \cdot \frac{d_{7i}}{d_{1.3i}} \right]^2 \cdot W_i = \text{minimum}$$

Substituting W_i in this equation

$$\sum_{i=1}^n \left[\left(d_{ji} - \hat{d}_{ji} \right) \cdot \frac{d_{7i}}{d_{1.3i}} \right]^2 \cdot \left(\frac{d_{1.3i}}{d_{7i}} \right)^2 = \sum_{i=1}^n \left[d_{ji} - \hat{d}_{ji} \right]^2 = \text{minimum}$$

The coefficients for equation 28 can be found in Table 15.

Table 15. Coefficients of the functions that predict upper stem diameters at fixed locations

Spezies	Location	b0	b1	b2	b3	b4
Spruce	1m	-0.0322735	0	1.01822722	0	0.00070241
	5%	0.6694153	-0.03912357	1.10731936	0.00183994	-0.00460934
	10%	1.98212707	-0.08931625	1.01658607	0.01297247	-0.01315235
	20%	2.32979631	-0.08534539	0.90240645	0.02113534	-0.01876776
	30%	1.94286823	-0.05605474	0.83535552	0.02046769	-0.01817887
	50%	1.2168963	0.00958755	0.65084147	0.01887258	-0.0163289
	70%	0.1701299	0.11005913	0.37702981	0.01457552	-0.01197956
	80%	-0.35434648	0.14221273	0.23483065	0.01028162	-0.00846602
Fir	1m	-0.61671376	0.01348875	1.05035114	-0.0020169	0.00156697
	5%	0.38173759	-0.01419189	1.08620965	0.00221964	-0.00474542
	10%	2.26735806	-0.07040213	0.95987737	0.0144543	-0.01352572
	20%	2.96815848	-0.09566062	0.87055081	0.02176994	-0.0186884
	30%	2.73444057	-0.08702372	0.81440997	0.02087228	-0.01768526
	50%	1.1004138	0.01780012	0.66899645	0.01685419	-0.01450547
	70%	-1.5623776	0.22157046	0.42897272	0.00991785	-0.00938154
	80%	-2.1747944	0.27151403	0.26857728	0.00707074	-0.00680849
Scotch Pine	1m	0.33030733	0	1.02457213	0.00379692	-0.00300232
	0.05	0.63361645	-0.02878408	1.11662853	-0.00140075	-0.00226452
	0.1	1.64052474	-0.07434391	1.02397656	0.00732716	-0.00865593
	0.2	2.52197576	-0.10863366	0.89019656	0.02174408	-0.01854897
	0.3	2.25426126	-0.0958468	0.83243483	0.02315113	-0.01978661
	0.5	1.77930748	-0.07293812	0.7132659	0.02046024	-0.01785395
	0.7	0.59456933	-0.04502022	0.64238423	0.01239497	-0.01308449
	0.8	-0.21832582	0.02805848	0.49054864	0.00834929	-0.01011157
Larch	1m	-0.66468376	0.05510109	1.02942657	-0.00196514	0.00125772
	5%	1.2846204	-0.05446032	1.09672856	0.00096711	-0.00355392
	10%	2.63373613	-0.10524832	0.97468442	0.01231533	-0.01152565
	20%	2.06671786	-0.07194527	0.89571863	0.01959724	-0.01754426
	30%	1.47027445	-0.0459033	0.83956546	0.01894159	-0.01717868
	50%	0.71770215	0.02104711	0.6494292	0.01692222	-0.01490832
	70%	-0.29833773	0.12124127	0.40120178	0.01198215	-0.01057149
	80%	-0.61502206	0.15138558	0.25490171	0.00875077	-0.00784795
Beech	1m	-0.10826337	0	1.03912008	-0.00089265	0.0004035
	5%	0.59974957	-0.01922579	1.04605079	0.00017884	-0.00176683
	10%	1.30630982	-0.03507829	0.98725438	0.00997312	-0.01022303
	20%	1.69247139	-0.05899471	0.9332602	0.01975506	-0.0184943
	30%	1.686064	-0.06477597	0.86990666	0.02075929	-0.01893105
	50%	0.6492604	-0.00148954	0.6994524	0.01686741	-0.01543733
	70%	-1.2748044	0.13125174	0.43584272	0.00958976	-0.00995488
	80%	-0.72813153	0.117301	0.22970511	0.00731678	-0.00673901
Oak	1m	-0.39968038	0	1.08216906	-0.0013725	0
	5%	0.28164521	-0.01204597	1.09435189	-0.00087433	-0.00222605
	10%	1.49493408	-0.05652448	1.0137068	0.01020512	-0.01101364
	20%	1.48586392	-0.06749376	0.98738503	0.0208354	-0.02066637
	30%	1.75309861	-0.07523583	0.89548081	0.02410906	-0.02224103
	50%	0.50951594	-0.00726158	0.74923503	0.01699877	-0.0161029
	70%	-0.80354124	0.11033778	0.48804128	0.01151507	-0.01212845
	80%	-0.62629098	0.11335155	0.29778415	0.00792077	-0.00831111

2. Interpolation between estimated diameters with the help of cubic splines

Between two neighboring estimated diameters, a taper curve is interpolated with a cubic spline. Several spline segments describe a stem profile with a continuous smooth curve. The goodness of fit of these splines depends mainly on the number and the location of the knots. The locations according to Hohenadel (d0.1, d0.3, d0.5, d0.7, d0.9 HRADETZKY 1981; KUBLIN and SCHARNAGL 1988; SABOROWSKI 1982) are suitable as knots. Interpolation for polynomial segments with neighboring polynomials is unproblematic, since the first and second derivatives are given at the endpoints. They are defined by the equation system of the continuity conditions (same function values and first and second derivatives of neighboring polynomial segments). Nevertheless, the end segments have to be treated separately. In order to determine the polynomial coefficients, either the first (slope), second (curvature), or the third derivative of the curve must be known in addition to the diameter. If the curvature is 0 at both end points ($f''(x)=0$), it is called a natural cubic spline (DE BOOR 1978; HRADETZKY 1981). In order to obtain a slightly better fit around the base of the stem, and to reduce the tendency of the spline to underestimate in the upper parts of the stem, the splines are tied in at both of their endpoints (i.e. the curvature is given). SABOROWSKI (1982) had obtained the best fit in the area between 1.3 m and 7 m by setting the starting curvature individually for each tree as well. For the starting values at the stem base, the shaft curvature is estimated. In order to accomplish this, a polynomial with the form $y = a + b x^2 + c x^3$ is fitted to the measurement points of the section-wise measured trees at 1.0 m, 1.3 m, and 3.0 m. The curvature, that is the second derivative of this polynomial at 1 m is the target parameter in a regression model which estimates the curvature at 1 meter with the d1.3, d1.0 and d7.

$$f''(1.0) = b_0 + b_1 \cdot d_{1.3}^2 + b_2 \cdot d_7^2 + b_3 \cdot \frac{d_{1.3}}{d_{1.0}} + b_4 \cdot d_{1.3} d_{1.0} \quad (29)$$

The coefficients for the curvature model at the stem basis can be found in Table 16. An estimated curvature at the bottom is given for each tree; the curvature at the top is kept constant (−0.001).

Table 16. Coefficients of the function that estimates de curvature at the stem basis					
	b0	b1	b2	b3	b4
Fichte	0.668756	-0.000563	0.000090993	-0.679303	0.000487
Tanne	0.825355	-0.000472	0.000064768	-0.836510	0.000415
Föhre	0.595389	-0.000761	0.000098059	-0.612328	0.000682
Lärche	0.894742	-0.000435	0.000065724	-0.920327	0.000383
Buche	0.643240	-0.000654	0.000076046	-0.651962	0.000587
Eiche	0.691773	-0.000646	0.000079513	-0.701271	0.000576

3. Adjusting the taper curve

A taper curve formed with the estimated diameters do not go exactly through the measured d1.3 and d7. From the statistical point of view this is not necessary as long as the d1.3 and d7 are unbiasedly estimated. If the objective is, however, to compare individual tree volumes estimated with bole volume functions with volumes estimated with taper equations, the individual tree curves have to go through both measurement points. For this purpose the two measurement points, d1.3 and d7, could have been used as additional knots for the spline interpolation.

However, using measured and estimated diameters at the same time as knots results very often in curves that do not uniformly decrease or in a strong oscillation of the spline. Only the positions mentioned in the first step are therefore used as knot diameters. With the help of the difference between the measured and the estimated $d_{1.3}$ and d_7 , the curve of each tree is shifted so that it intersects with both measured diameters. The adjusting function is linear. The correction factor is proportional to the inverse distance between point h_j on the shaft and the height 1.3 m or 7 m.

$$da(h) = \hat{d}(h) + \frac{(h - a)}{b} \cdot (d_7 - \hat{d}_7) + \left(1 - \frac{(h - a)}{b}\right) \cdot (d_{1.3} - \hat{d}_{1.3}) \quad (30)$$

for $h \leq 7$ meters

$$da(h) = \hat{d}(h) + \left(1 - \frac{h - c}{H - c}\right) \cdot (d_7 - \hat{d}_7) \quad (31)$$

for $h \geq 7$ meters

$\hat{d}(h)$, \hat{d}_7 , $\hat{d}_{1.3}$: Diameter estimated with the help of a spline-Interpolation in centimeters

h :	Arbitrary location on the shaft in meters
$da(h)$:	Adjusted diameter in centimeters
H :	Tree height in meters
a :	1.3 meters
b :	5.7 meters (distance between $d_{1.3}$ and d_7)
c :	7 meters

Stem volumes are calculated with the help of rotational integrals, through which the spline function ($f(x)$), the adjustment function ($g(x)$) and the bark reduction function ($r(x)$), ALTHERR *et al.* 1978) are overlaid with each other.

$$V = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^q \int_{x=h_{i-1}}^{h_i} [f(x) + g(x) - r(x)]^2 \cdot dx \quad (32)$$

where

x :	Height on the shaft
q :	Number of integration limits
h_i :	Integration limits at the following locations:
	a) Knots (j) of the splines
	b) Intersection point of the of the adjustment functions (7 meters)
	c) Limits (k) of the stem sections for the bark reduction models

(0.33 H, 0.66 H; H= tree height)

d) Assortment limits for merchantable assortments

h_0 : Basis (x=1 m)

The section from the stem base up to 1 meter in height is assumed to be cylindrical with a diameter of d_{1m} .

Functions:

$$f(x) = b_{0j} + b_{1j} \cdot rx_j + b_{2j} \cdot rx_j^2 + b_{3j} \cdot rx_j^3 \quad (33)$$

j: Knots of the spline function

$$rx_j = x_j - x_{j-1}$$

$$g(x) = c_1 \cdot x + c_2 \quad (34)$$

c_2 : $da_i - d_i$ at the location h_{i-1}

$$c_1 : \begin{cases} \left((d_7 - \hat{d}_7) - (d_{1.3} - \hat{d}_{1.3}) \right) / 5.7 & \text{for } h_{i-1} \leq 7 \\ -(d_7 - \hat{d}_7) / (H - 7) & \text{for } h_{i-1} > 7 \end{cases}$$

$$r(x) = b_{0k} + b_{1k} \cdot d_{mk} - b_{2k} \cdot dm_k^2 \quad (35)$$

$$\text{where } k : \begin{cases} 1 & \text{for } x = 0 \leq x = 0.33 \cdot H \\ 2 & \text{for } x = 0.33 \cdot H \leq h_{i-1} = 0.66 \cdot H \\ 3 & \text{for } h_{i-1} > x = 0.66 \cdot H \end{cases}$$

dm_1 : Diameter over bark for $x=0.25 H$

dm_2 : Diameter over bark for $x=0.50 H$

dm_3 : Diameter over bark for $x=0.75 H$

5.2.2 Bestimmung der Rindendicke

Die Bestimmung der Rindendicke in cm erfolgt (wie auch beim LFI eingesetzt) aufgrund der publizierten Untersuchungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Heft 61 (1974), 68 (1975), 78 (1976), 90 (1978) und 93 (1979); WSL-Bibl.-Standort 161. Die Parameter der Rindenfunktion (Formel 35) sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9: Parameter für Rindenfunktion (Formel 35) des LFI Methodenbuches (Brassel und Lischke 2001 eds.).
Das Ergebnis liefert die doppelte Rindendicke in mm für verschiedene Baumarten:

	Zeile	b0	b1	b2
Fichte (Baden-W.)	E	1.55540	0.55475	-0.00225
	M	0.82652	0.59424	-0.00212
	G	0.17440	0.67905	-0.00247
	D	0.85149	0.60934	-0.00228
Tanne (Baden-W.)	E	1.67703	0.56074	
	M	0.82802	0.62504	
	G	0.67058	0.68492	
	D	1.76896	0.59175	
Föhre	E	5.43367	0.62571	
	M	0.05652	0.56149	
	G	4.17891	0.22292	
	D	1.59099	0.51146	
Lärche	E	-6.46451	1.73845	-0.00943
	M	-6.45758	1.82516	-0.01176

	G	-9.74591	2.31981	-0.02250
	D	-2.82354	1.65101	-0.00951
Buche	E	1.97733	0.28119	
	M	2.25734	0.29724	
	G	2.69794	0.31096	
	D	2.61029	0.28522	
Eiche	E	9.10974	0.66266	
	M	8.94454	0.71505	
	G	9.88377	0.75877	
	D	10.18342	0.68997	
Esche	E	-1.14181	0.96466	-0.00432
	M	-8.40201	1.41083	-0.00964
	G	-3.62803	1.21051	-0.00777
	D	-7.97623	1.40182	-0.01011
Ahorn	E	-0.60951	0.64014	-0.00329
	M	-3.53373	0.91611	-0.00707
	G	-4.57300	1.06506	-0.00929
	D	-0.62466	0.73312	-0.00482

5.2.3 Vorgehen beim Berechnen der Splinefunktion

Nachfolgend wird das Berechnungsverfahren für die verwendete Splinefunktion erklärt.

Schritt 1

Berechne die 9 Stützstellen ($X_0=1\text{m}$, $X_1=5\%$ von H, $x_2=10\%$ von H, u.s.w. sowie $x_8=H$) mit den Parametern aus Tabelle 15 (Methodenhandbuch)

Schritt 2

Berechne $f''(1.0)$ nach Formel 29 und den Parametern aus Tabelle 16 (Methodenhandbuch)

Schritt 3

Kubische Splines berechnen für $(9-1) \times 4=32$ Unbekannte.

8 Polynome mit je 4 Unbekannten =32 Unbekannte

Gleichungen:	Gleichungen
$P_1(x_0)=y_0$; $P_8(x_8)=y_8$	2
$P_1(x_1)=y_1$; $P_2(x_1)=y_1$; $P_2(x_2)=y_2$; $P_3(x_2)=y_2$; ... $P_7(x_7)=y_7$; $P_8(x_7)=y_7$	14
$P_1'(x_1)=P_2'(x_1)$; $P_2'(x_2)=P_3'(x_2)$; ... $P_7'(x_7)=P_8'(x_7)$;	7
$P_1''(x_1)=P_2''(x_1)$; $P_2''(x_2)=P_3''(x_2)$; ... $P_7''(x_7)=P_8''(x_7)$;	7
$P''(x_0=1\text{m})=\text{konst}$ (Formel 29); $P''(x_8=H)=0$	2
Total	32

Gesucht ist also eine Funktion, die es erlaubt kubische Splines unter Vorgabe der Krümmung in den Endpunkten zu berechnen.

Schritt 4

Korrektur der kubischen Splines mit Formeln 30 und 31, damit die Schaftform durch die Stützstellen (1.3m; BHD) und (7m; D7) geht.

Sollten zwischen den Stützstellen Oszillationen auftreten, so sind diese zu korrigieren. Der Schaft darf von unten nach oben nicht dicker werden.

→f(x)

Schritt 5

Berechnung der Rindendicke $r(x)$ nach Formel 35;

Dabei bedeutet dmk jeweils Baumdurchmesser in Rinde in Baumhöhe x .

Für:

$0 \leq x < H/3$ sind es die Parameter b_0, b_1, b_2 in Zeile E (Erdstamm)

$H/3 \leq x < 2H/3$ Parameter b_0, b_1, b_2 in Zeile M (Mittelstammstück)

$2H/3 \leq x$ Parameter b_0, b_1, b_2 in Zeile G (Gipfelstammstück)

Schritt 6

Volumen aus Rotationsparaboloid berechnen

$$Vi. R. (x) = \pi/4 \sum_{i=1}^q \int_{x=h_{i-1}}^{x=h_i} f(x)^2 dx$$

$$Vi. R. (x) = \pi/4 \sum_{i=1}^q \int_{x=h_{i-1}}^{x=h_i} [f(x) - r(x)]^2 dx$$

x : Messhöhe am Stamm

q : Anzahl Integrationsgrenzen

h_i : Integrationsgrenzen an folgenden Stellen

- a) Stützstellen des Splines
- b) Ort der Korrekturfunktion bei $x=7m$
- c) Grenzen, wo die Berechnung der Rindendicke wechselt ($H/3$; $2H/3$)
- d) Sortimentsgrenzen

Für die Berechnung der Splines wird die Java-Bibliothek von Dr. M. T. Flangan genutzt⁸.

5.3 Herleitung fehlender Werte in der Baumliste

In einem Anzeichnungsprotokoll (Liste von Bäumen die genutzt werden sollen) kennt der Forstpraktiker in der Regel von einem Baum nur die Baumart und den BHD. Er braucht also eine Hilfe, um die Schafthöhe und bei Verwendung der Schaftform-Funktion nach LFI (LFI-Splines) den D7m automatisch zu berechnen. Diese Hilfsverfahren werden nachfolgend erläutert.

⁸ www.ee.ucl.ac.uk/~mflanga

5.3.1 Baumhöhe (Schafthöhe)

Die Baumhöhe kann automatisch berechnet werden, falls sie nicht bekannt ist. Dafür müssen jedoch der Grundflächenmittelstamm sowie die Höhe des Grundflächenmittelstamms bekannt sein. Die Formel für die Berechnung ist abhängig von der Baumart und ist in Tabelle 10 ersichtlich.

Tabelle 10: Berechnung der fehlenden Scheithöhe (h) aus dg (Grundflächenmittelstamm) und hg (Höhe des Grundflächenmittelstammes)

Fichte/Tanne/üNdh	$h=1.3+(hg-1.3)*\exp(0.18290951*(1.0-(dg/BHD)))*\exp(5.68789430*((1.0/dg)-(1.0/BHD)))$ (Nagel 1999)
Föhre	$h=1.3+(hg-1.3)*\exp(0.25963741*(1.0-(dg/BHD)))*\exp(1.30645374*((1.0/dg)-(1.0/BHD)))$ (Nagel 1999)
Lärche	$h=1.3+(hg-1.3)*\exp(0.12931522*(1.0-(dg/BHD)))*\exp(4.44234560*((1.0/dg)-(1.0/BHD)))$ (Nagel 1999)
Buche/üLbh	$h=1.3+(hg-1.3)*\exp(0.20213328*(1.0-(dg/BHD)))*\exp(5.64023296*((1.0/dg)-(1.0/BHD)))$ (Nagel 1999)
Eiche	$h=1.3+(hg-1.3)*\exp(0.14657227*(1-(hg/BHD)))*\exp(3.78686023*((1/dg)-(1/BHD)))$ (Nagel 1999)
Esche	$h=1.3+(hg-1.3)*\exp(0.14657227*(1.0-(dg/BHD)))*\exp(3.78686023*((1.0/dg)-(1.0/BHD)))$ (Nagel 1999)
Ahorn	$h=1.3+(hg-1.3)*\exp(0.14657227*(1.0-(dg/BHD)))*\exp(3.78686023*((1.0/dg)-(1.0/BHD)))$ (Nagel 1999)

5.3.2 Berechnung von D7m bei fehlenden Werten

Die Berechnung von D7m bei fehlenden Werten auf dem Baumlisten-File beruht auf Werten von Formquotienten D7m/BHD aus LFI-Erhebungen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Formquotienten D7m/BHD für verschiedene Baumarten und Höhenstufen (LFI-Werte erhalten von E. Kaufmann am 22.08.2012)

Baumart	Standort gwl <=3375	Höhenstufe	D7m/BHD	Anzahl Bäume
Ahorn	gut	kolline und submontane Stufe	0.78	98
Ahorn	gut	obere montane Stufe	0.77	32
Ahorn	gut	untere montane Stufe	0.81	57
Ahorn	mager	kolline und submontane Stufe	0.68	10
Ahorn	mager	obere montane Stufe	0.75	50
Ahorn	mager	untere montane Stufe	0.82	34
Ahorn	mager	untere subalpine Stufe	0.67	13
Buche	gut	kolline und submontane Stufe	0.83	678
Buche	gut	obere montane Stufe	0.82	153
Buche	gut	untere montane Stufe	0.84	498
Buche	gut	untere subalpine Stufe	0.79	14
Buche	mager	kolline und submontane Stufe	0.81	79
Buche	mager	obere montane Stufe	0.78	252
Buche	mager	untere montane Stufe	0.81	250
Buche	mager	untere subalpine Stufe	0.73	35
Eiche	gut	kolline und submontane Stufe	0.81	174

Eiche	gut	untere montane Stufe	0.83	36
Esche	gut	kolline und submontane Stufe	0.81	160
Esche	gut	untere montane Stufe	0.82	100
Esche	mager	kolline und submontane Stufe	0.74	17
Esche	mager	obere montane Stufe	0.75	26
Esche	mager	untere montane Stufe	0.81	16
Fichte	gut	kolline und submontane Stufe	0.81	813
Fichte	gut	obere montane Stufe	0.81	643
Fichte	gut	untere montane Stufe	0.81	749
Fichte	gut	untere subalpine Stufe	0.79	237
Fichte	mager	kolline und submontane Stufe	0.8	74
Fichte	mager	obere montane Stufe	0.8	1253
Fichte	mager	obere subalpine Stufe	0.69	145
Fichte	mager	untere montane Stufe	0.8	347
Fichte	mager	untere subalpine Stufe	0.76	1712
Föhre	gut	kolline und submontane Stufe	0.81	124
Föhre	gut	untere montane Stufe	0.8	38
Föhre	mager	kolline und submontane Stufe	0.74	49
Föhre	mager	obere montane Stufe	0.76	61
Föhre	mager	obere subalpine Stufe	0.55	13
Föhre	mager	untere montane Stufe	0.76	82
Föhre	mager	untere subalpine Stufe	0.69	41
Lärche	gut	kolline und submontane Stufe	0.81	47
Lärche	gut	untere montane Stufe	0.79	16
Lärche	mager	kolline und submontane Stufe	0.74	11
Lärche	mager	obere montane Stufe	0.75	134
Lärche	mager	obere subalpine Stufe	0.71	240
Lärche	mager	untere montane Stufe	0.77	32
Lärche	mager	untere subalpine Stufe	0.74	343
Tanne	gut	kolline und submontane Stufe	0.8	334
Tanne	gut	obere montane Stufe	0.83	317
Tanne	gut	untere montane Stufe	0.81	557
Tanne	gut	untere subalpine Stufe	0.78	32
Tanne	mager	kolline und submontane Stufe	0.8	19
Tanne	mager	obere montane Stufe	0.81	319
Tanne	mager	untere montane Stufe	0.81	221
Tanne	mager	untere subalpine Stufe	0.77	72
übrige Laub- hölzer	gut	kolline und submontane Stufe	0.75	164
übrige Laub- hölzer	gut	untere montane Stufe	0.73	44
übrige Laub- hölzer	mager	kolline und submontane Stufe	0.69	21
übrige Laub- hölzer	mager	obere montane Stufe	0.6	45
übrige Laub- hölzer	mager	untere montane Stufe	0.69	26

übrige Nadelhölzer	gut	kolline und submontane Stufe	0.82	15
übrige Nadelhölzer	gut	untere montane Stufe	0.79	23

Um die Auswahlmöglichkeiten in der Sortimentierung auf Standorte mit „guter“ und solche mit „magerer“ Gesamtwuchsleistung zu beschränken, wurden die Formquotienten aus Tabelle 11 für die verschiedenen Baumarten über die Höhenstufen gemittelt Tabelle 12.

Tabelle 12: Verwendete Formquotienten D7m/BHD

Standort	D7m/BHD									
	Fichte	Tanne	Föhre	Lärche	übr. Ndh	Buche	Eiche	Esche	Ahorn	übr. Lbh
gut	0.81	0.81	0.81	0.80	0.81	0.82	0.82	0.82	0.79	0.74
mager	0.77	0.80	0.70	0.74		0.78		0.77	0.73	0.66

5.3.3 Berechnung des Schaftanteil bei Laubbäumen (Kronenansatzhöhe)

Bei der Anwendung "Baumliste sortimentieren" wird standardmässig der zu verwendende Schaftanteil in Prozent angegeben. Da es beim Laubholz kaum möglich sein wird, den Schaft zu 100% als Sägeholz zu verwenden (wegen der beginnenden Krone), kann dieser Anteil beim Laubholz mit der Option "beim Laubholz Schaftanteil berechnen" automatisch berechnet und verwendet werden. Die Berechnung dieses Schaftanteils an (Buche, Eiche Ahorn, Esche und üLbh) erfolgt nach den Formeln in Tabelle 13.

Die Berechnung der Oberhöhe H0 (eigentlich Höhe der 100 dicksten Bäume pro ha) erfolgt näherungsweise aus den Höhen des Baumkollektivs, indem pro Aufnahmejahr aus 10% der dicksten Bäume (Zahl wird aufgerundet) die mittlere Baumhöhe berechnet wird. Der Schaftanteil in Prozent ergibt sich dann aus $KA/H \cdot 100$.

Tabelle 13: Berechnung der Höhe des Kronenansatzes in m

Buche	$KA(\text{in m}) = H \cdot (1.0 - \exp(-\text{abs}((0.25704 + 0.11819 \cdot H/BHD - 0.002065 \cdot BHD + 0.13831 \cdot \ln(H0))))))$ (DÖBBELER ET AL 2001)
Eiche	$KA(\text{in m}) = H \cdot (1.0 - \exp(-\text{abs}((-0.5268 + 0.2287 \cdot H/BHD - 0.00453 \cdot BHD + 0.4712 \cdot \ln(H0))))))$ (DÖBBELER ET AL 2001)
Esche	$KA(\text{in m}) = H \cdot (1.0 - \exp(-\text{abs}((-0.3708 + 0.4211 \cdot H/BHD - 0.0030 \cdot BHD + 0.3242 \cdot \ln(H0))))))$ (DÖBBELER ET AL 2002)
Ahorn	$KA(\text{in m}) = H \cdot (1.0 - \exp(-\text{abs}((-0.3191 + 0.0475 \cdot H/BHD - 0.0057 \cdot BHD + 0.4066 \cdot \ln(H0))))))$ (DÖBBELER ET AL 2002)
üLbh	wie Esche
Legende: KA: Höhe des Kronenansatzes in Meter H: Scheitelhöhe des Einzelbaumes in Meter H0: Oberhöhe (Näherungsweise Mittelwert von 10% der dicksten Bäume) BHD: Brusthöhendurchmesser in cm	

6 Abkürzungen und Glossar

Artikel	Ein Artikel systematisiert das Holzprodukt in Bezug auf seine Klassifizierungen, Nutzungsart, Baumart, Länge, Stärke, Qualität sowie auf weitere spezifischere Attribute.
BHD	Brusthöhendurchmesser, Durchmesser in Höhe 1.3m
CSV	Comma Separated Value. Eine csv-Datei ist eine Textdatei, welche durch Komma getrennte Werte beinhaltet. In einer csv-Datei lassen sich Daten ähnlich wie in einer Tabelle speichern. csv-Dateien können mit Excel direkt bearbeitet werden.
D7m	Baumdurchmesser in 7m Höhe
Grundflächenmittelstamm	Summe der Grundfläche (Stammquerschnittsfläche in 1,3 m Höhe) geteilt durch die Anzahl Bäume
Höhe des Grundflächenmittelstammes	Höhe, die dem Grundflächenmittelstamm entspricht
Schaftlänge	Entspricht der Höhe des Baumes
Sortiment	Ein Sortiment ist eine Gruppe von Artikeln, die gemeinsam gehandelt werden können, meistens aufgrund dessen, dass ein Kunde diese Artikel ähnlich verwendet oder zumindest in Mischung kauft.

7 Literatur

Badoux, E. (1979). Rindenprozente (Unveröffentlichte Tabelle aus der Dendrometrie-Vorlesung an der ETH Zürich).

Badoux, E. (1983). Ertragstabeln Fichte, Tanne, Buche, Lärche. Birmensdorf, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 3. Aufl.

Bierer, D. and A. Lanz (2009). Die Einbindung externer Inventurdaten in forstbetriebliche Informationssysteme. Thees O. und Lemm R. (Hrsg.): Management zukunftsfähige Waldnutzung. -Grundlagen, Methoden und Instrumente. (Eds.). Zürich, Vdf Hochschulverlag; S. 379-385.

Brassel, P. and H. e. Lischke, Eds. (2001). Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. . Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL 336 pp.

Erni, V. and R. Lemm (1995). Ein Simulationsmodell für den Forstbetrieb -Entwurf, Realisierung und Anwendung. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 341: 89.

Erni, V., , Lemm, R., , Frutig, F., , Breitenstein, M., , Riechsteiner, D., , Oswald, K., , Thees, O., (2003). HeProMo Produktivitätsmodelle für Holzerntearbeiten. Windows-Software. Eidg. Forschungsanstalt WSL. Birmensdorf.

Grundner, F. and A. Schwappach (1952). Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. (Hrsg.) Schober, R. 10. Aufl. Hamburg und Berlin. 216 S.

Kaufmann, E., 1993. Tree volume estimation and sample tree selection in the Swiss NFI. In: 'Proceedings of Ilvessalo Symposium on National Forest Inventories, The Finnish Forest Research Institute Helsinki.

Kublin, E. (2007). Überlegungen zur Verbesserung der Durchmesser- und Sortenprognose bei der Wiederholungsinventur -BWI III. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 178. Jg., 2/3: 38-43.

Lemm, R. (1991). Ein dynamisches Forstbetriebs-Simulationsmodell -Prognosen von betriebsspezifischen Waldentwicklungen, Waldschäden und deren monetäre Bewertung unter variablen Einflussgrößen, Diss. ETHZ Nr. 9369: 235 S. ebenso Professur für Forsteinrichtung und Waldwachstum ETHZ. 237.

Nagel, J. (1999). Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland, Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nieders. Forstl. Versuchsanstalt, Band 128, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M., S. 122.

Rojo, A., X. Perales, F. Sánchez Rodríguez, J. Álvarez González and G. Kv (2005). Stem taper functions for maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Galicia (Northwestern Spain). Eur. J. Forest Res 124(3): 177

Schmidt, M. (2001). Prognosemodelle für ausgewählte Holzqualitätsmerkmale wichtiger Baumarten. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie, Georg-August-Universität Göttingen: 309.

Schöpfer, W., E. Kublin and T. Lehn (1982). Handeinteilung - Einteilhilfe - Prozeßoptimierung: Der Weg zur höheren Wertschöpfung. Forstw. Cbl. (101): 201-223.

WVS (2010). Schweizer Handelsgebräuche für Rundholz, Ausgabe 2010; Herausgeber: Waldwirtschaft Verband Schweiz WVS. (Eds.).

8 Impressum

SorSim wurde entwickelt und bereitgestellt durch:

Eidg. Forschungsanstalt WSL

Forschungsgruppe Forstliche Produktionssysteme

Züricherstr. 111

CH-8903 Birmensdorf

SorSim v.2.0 wurde komplett in Java programmiert. Teile des Quellcodes nutzen durch Dr. Michael Thomas Flangan bereitgestellte Mathematik-Bibliotheken / *Parts of the code use math libraries provided by Dr. Michael Thomas Flangan* (www.ee.ucl.ac.uk/~mflanga).