



BWINPro ForestSimulator7

# Version 7.5

## vorläufige Version

## Handbuch

© 2008 J. Nagel,

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt,

Grätzelstr.2, 37075 Göttingen

<http://www.nw-fva.de>

## Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung zum Handbuch.....	4
Installation.....	4
Voraussetzung.....	4
Dateien und Verzeichnisse.....	4
Installation des ForestSimulators unter Ubuntu.....	5
Inbetriebnahme.....	6
Aufruf des ForestSimulators.....	7
Update.....	8
Deinstallieren.....	8
Bedienung des ForestSimulators.....	8
Oberfläche.....	8
Bestandesanalyse.....	10
Bestandesinformationen.....	10
Bestandeskarte.....	11
Bestandesansicht.....	11
Berichte.....	12
Zusätzliche Grafiken.....	14
Bestandesbehandlung und Prognose.....	14
Interaktive Durchforstung in der Bestandesansicht.....	14
Das Behandlungskonzept.....	14
Prognose.....	16
Sortierung.....	17
Einführung.....	17
Sortierung durchführen.....	18
Eingabe eigener Bestände.....	19
Neue Bestände erzeugen.....	19
Bestandesdaten editieren.....	21
Einzelbestand extern bearbeiten.....	22
Zusätzliche Bäume hinzufügen.....	23
Spezielle Funktionen und Fragen.....	23
Übernahme von Ergebnissen in andere Programme.....	23
Verarbeiten der XML und HTML- Ausgaben.....	24
Übernahme der Grafiken.....	24
Programm anpassen.....	24
Waldwachstumssimulation.....	27
Hintergrund.....	27
Wachstumsmodelle.....	28
Wachstumsmodell BWIN.....	29
Allgemeine Beschreibung .....	29
Datenmaterial.....	31
Höhenzuwachs.....	31
Grundflächenzuwachsfunktion.....	33
Kronenansatzveränderung.....	34
Schätzfunktion der Kronenbreite.....	35
Modellgrenzen.....	36
Mortalität.....	36

Altersbedingte Mortalität.....	37
Dichtebedingte Mortalität.....	37
Einwuchsmodell.....	37
Volumen und Sortierung.....	42
Formzahl- und Volumenfunktion.....	42
Schaftformfunktionen.....	43
Datenanforderungen und Möglichkeiten der Datenergänzung.....	44
Datenanforderungen.....	44
Erzeugung von Durchmesserverteilungen.....	45
Ergänzung fehlender Höhenwerte.....	46
Variation der Baumhöhen um die Höhenkurve.....	47
Kronenansatz und Kronenbreite.....	47
Koordinaten.....	47
Häufig gestellte Fragen.....	47
Literatur:.....	49

## Vorbemerkung zum Handbuch

Für eine nachhaltige Forstwirtschaft ist die Kenntnis über die zu erwartende Waldentwicklung eine wichtige Voraussetzung. Die Frage, wie der Wald in 50 oder 100 Jahren aussehen wird, hängt nicht nur von der natürlichen Entwicklung, sondern auch von der Nutzung durch den Menschen ab. Waldwachstumssimulatoren bieten eine Möglichkeit die Waldentwicklung für verschiedene Bewirtschaftungs- und Nutzungsszenarien abzuschätzen.

In diesem Handbuch wird der ForestSimulator BWINPro 7 in der Version 7.5 beschrieben. Das Handbuch richtet sich in erster Linie an die Benutzer des Programms. Daher wird zunächst einmal auf die Installation und die Handhabung des Programms eingegangen. Informationen zum Waldwachstumsmodell und allen anderen Funktionen sind im hinteren Teil des Handbuches zu finden.

## Installation

Die Installation des ForestSimulators wird an dieser Stelle nur für Microsoft Windows Betriebssysteme beschrieben. Der Simulator kann aber auch auf anderen Betriebssystemen eingesetzt werden, für die die Java Runtime Engine vorhanden ist. Das Programm wurde auch auf einem Ubuntu Betriebssystem 8.4 und höher getestet. Die Installation ist ähnlich der von Windows.

## Voraussetzung

Das Programm wurde in der Programmiersprache Java geschrieben. Es kann daher auf fast jedem Rechner mit jedem Betriebssystem eingesetzt werden, sofern auf dem Rechner:

- eine Java Runtime Engine (JRE) 1.6.0 oder höher installiert ist (<http://www.java.com>). Es kann sein, dass Sie für die Installation der JRE Administratorenrechte benötigen.
- Und Java 3D auf Ihrem Computer installiert ist, wenn Sie die 3D-Grafik nutzen wollen.

Wichtig: Sie müssen erst die JRE installieren und danach Java 3D. Wenn die JRE auf Ihrem Rechner upgedatet wird, kann es notwendig sein, dass Sie Java 3D neu installieren.

Für ein Windows Betriebssystem ist die Installation der Java Komponenten kein Problem, da diese mit Setup-Programmen geliefert werden. Für das Linux Betriebssystem Ubuntu finden Sie in den nächsten Abschnitten eine ausführliche Anleitung.

## Dateien und Verzeichnisse

Das Programm ForestSimulator wird jetzt nicht mehr mit einer automatischen Installationsroutine ausgeliefert. Dies hat den Vorteil, dass Sie jetzt das Programm in jedem beliebigen Verzeichnis ablegen können und keine Administratorenrechte mehr benötigen. Entpacken Sie einfach die Datei **ForestSimulator7.zip** in ein beliebiges Verzeichnis auf Ihrem Rechner. In dieser Anleitung wird das Programm nach Eigene Dateien ins Verzeichnis ForestSimulator entpackt. Falls Sie über kein entsprechendes Programm zum Entpacken verfügen, können Sie sich aus dem Internet das kostenlose Produkt 7-Zip herunterladen (<http://www.7-zip.org/>).

Nach dem erfolgreichen Entpacken finden Sie in dem Verzeichnis (hier: \ForestSimulator75) die Abbildung 1 mit dem Windows Explorer dargestellten Unterverzeichnisse und Dateien.

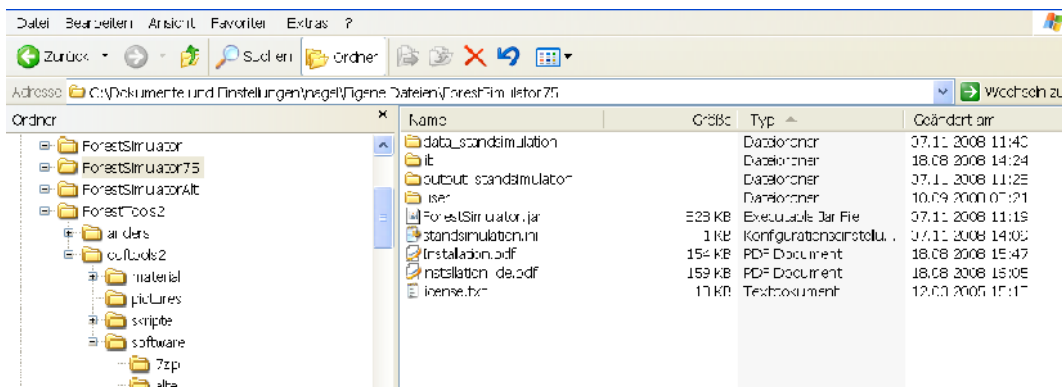


Abbildung 1: Verzeichnisse und Dateien des ForestSimulator im Explorer

Die Bedeutung der Verzeichnisse und Dateien ist in der Tabelle 1 erklärt. Für die erste Benutzung des Programms wird empfohlen die drei Unterverzeichnisse nicht zu verändern.

Tabelle 1: Funktion der wichtigsten ForestSimulator Dateien und Verzeichnisse

\data_standsimulation	Unterverzeichnis mit den Beispielbeständen und für Ihre Bestände
\output_standsimulation	Unterverzeichnis für die Ergebnisse
\user	Unterverzeichnis mit wichtigen Programmeinstellungen und Werten
\lib	Unterverzeichnisse mit den Java Libraries
ForestSimulator.jar	Startdatei des ForestSimulators unter Windows
Standsimulation.ini	Programmeinstellungen, wird erst nach dem 1. Aufruf angelegt
License.txt	GPL- Lizenvereinbarung
Installation.pdf	Datei mit den Installationshinweisen

## Installation des ForestSimulators unter Ubuntu

Der Vorgang der Einrichtung des ForestSimulators unter Ubuntu ist sehr ähnlich wie unter Windows. Schwierigkeiten dürfte ungeübten Linux Benutzern nur die Installation von Java und Java3D bereiten. Dieser Vorgang ist in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Installieren Sie die Java Runtime Engine (JRE) mit Hilfe der Synaptic-Paketverwaltung von Ubuntu. **System** → **Systemverwaltung** → **Synaptic Paketverwaltung**.

Installieren Sie Java 3D, wenn Sie die 3D-Grafik des Simulators verwenden wollen oder überspringen Sie diesen Schritt. Für Ubuntu finden Sie diesen Vorgang unter <http://wiki.ubuntuusers.de/Java3D> beschrieben. Laden Sie zuerst die Datei [j3d-1\\_5\\_2-linux-i586.zip](http://wiki.ubuntuusers.de/Java3D) von der Internetseite <https://java3d.dev.java.net/binary-builds.html>. Kopieren Sie die Datei in ein

neues Verzeichnis; in diesem Beispiel mit dem Namen **/juergen/temp**. Sie können dazu den Datei-Browser verwenden. Entpacken Sie nun die Datei. Klicken auf die Datei und wählen Sie im Menu des Datei-Browsers **Datei → Mit Archivmanager öffnen**. Drücken Sie im folgenden Dialog den **Knopf entpacken**. Und drücken Sie im nächsten Dialog erneut **entpacken**. In dem Verzeichnis **/jürgen/temp** sollte es jetzt ein Unterverzeichnis mit dem Namen **j3d-1\_5\_2-linux-i586.zip** geben. Dieses Verzeichnis enthält eine Datei **j3d-jre.zip**, in deren Unterverzeichnissen **/ext** und **/i386** sich die Dateien: **j3dcore.jar**, **j3dutils.jar**, **vecmath.jar**, **libj3dcore-ogl.so** und **libj3dcore-ogl-cg.so** befinden. Die ersten 3 Dateien müssen Sie in das Verzeichnis **jre/lib/ext** und die letzten beiden **jre/lib/i386** der gültigen Java Runtime Engine kopiert werden. Diese Aktion können Sie nicht mit dem Datei-Browser durchführen, da Sie Systemrechte (Root) brauchen. Dennoch sollten Sie mit dem Datei-Browser das entsprechende Unterverzeichnis lokalisieren, damit das kopieren leichter klappt. In diesem Beispiel lautet der vollständige Verzeichnisname: **/usr/lib/jvm/java-6-sun-1.6.0.10/jre/lib/ext**. Öffnen Sie nun ein Terminalfenster **Anwendungen → Zubehör → Terminal**. Wechsel Sie mit dem Befehl:

```
cd home/juergen/temp/j3d-1_5_2-linux-i586
```

in das Verzeichnis mit den Java3D Dateien im Terminalfenster. Geben Sie zum Entpacken der Datei **j3d-jre.zip** den Befehl:

```
unzip j3d-jre.zip
```

im Terminalfenster ein. Kopieren Sie jetzt alle Dateien als Superuser (sudo) in die entsprechenden Verzeichnisse Ihrer JRE. Geben Sie dazu die Befehle

```
sudo cp lib/ext/* /usr/lib/jvm/java-6-sun-1.6.0.10/jre/lib/ext/
```

```
sudo cp lib/i386/* /usr/lib/jvm/java-6-sun-1.6.0.10/jre/lib/i386/
```

ein. Nach dem ersten sudo werden Sie nach dem Administratorpasswort gefragt, welches Ihnen bekannt sein muss.

Entpacken Sie das **ForestSimulator7.zip** File in eine beliebiges Verzeichnis und beginnen Sie mit der Inbetriebnahme des ForestSimulators, in dem Sie die Datei **ForestSimulator.jar** doppelt anklicken.

## Inbetriebnahme

Seit der Version 1.1 wird die Datei **standsimulation.ini** nicht mehr mit geliefert. Daher erscheint, wenn Sie den ForestSimulator das erste Mal starten, ein Fenster für die wichtigsten Programmeinstellungen (Abb. 2). Die Einstellungen werden in der Datei **standsimulation.ini** gespeichert, wenn Sie den Knopf **ok** drücken.

Starten Sie das Programm durch doppeltes Anklicken der Datei **ForestSimulator.jar** im Explorer. Sie können nun die Grundeinstellungen vornehmen (Abb. 2):

- Bestimmen Sie die **Sprache**. Fast alle Bereiche des ForestSimulators sind mehrsprachig.
- Legen Sie fest, ob Sie die **3D** oder **2D-Grafik** benutzen wollen. Dazu sollten sie über eine schnelle Grafikkarte verfügen und auf Ihrem Rechner muß Java 3D installiert sein.
- Legen Sie das **Userverzeichnis** fest. Es enthält u.a. die notwendigen Informationen für die Einstellungen der Baumarten und weitere Programminformationen. Wenn Sie das Programm z.B.

unter **\ForestSimulator** installiert haben, wählen Sie für die Region Nordwestdeutschland das Verzeichnis **\ForestSimulator\user**. Ein Verzeichnis können Sie über den nebenstehenden Knopf "suchen" im Dialog auswählen.

d.) Legen Sie Ihr **Datenverzeichnis** fest. Dieses Verzeichnis wird dann vom Programm immer zuerst angezeigt, wenn Sie einen Bestand öffnen bzw. speichern wollen. Wählen Sie für den Anfang das Verzeichnis **\ForestSimulator\data\_standsimulation**. Ein Verzeichnis können Sie über den nebenstehenden Knopf "suchen" im Dialog auswählen.

e.) Legen Sie Ihr **Ausgabeverzeichnis** fest. Dieses Verzeichnis wird dann vom Programm immer zuerst angezeigt, wenn Sie speichern, bzw. es werden einige Dateien automatisch in dieses Verzeichnis geschrieben. Wählen Sie für den Anfang das Verzeichnis **\ForestSimulator\output\_standsimulation**. Ein Verzeichnis können Sie über den nebenstehenden Knopf "suchen" im Dialog auswählen.

b.) Geben Sie das XML-File mit den Modelleinstellungen an. Hier wurde das File **ForestSimulatorSettings.xml** gewählt. Dieses File enthält die Einstellungen für Nordwestdeutschland.

g.) Nachdem Sie die Punkte a bis f erledigt haben, klicken Sie auf den Knopf **ok**. Das Programm beendet sich von selber. Sie können jetzt mit dem ForestSimulator arbeiten. Dazu wieder das File ForestSimulator.jar doppelt anklicken.

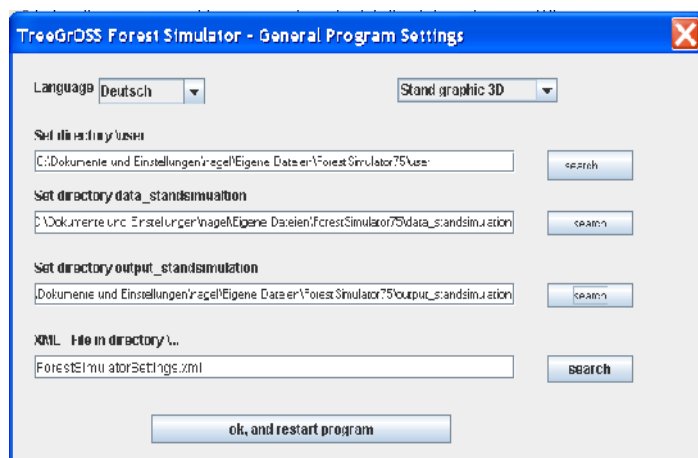


Abbildung 2: Einstellungsfenster

**Hinweis:** Sie müssen die Datei **standsimulation.ini** löschen, damit sich dieser Dialog erneut öffnet. Dies kann notwendig sein, wenn z.B. Java 3D nicht richtig installiert ist und das Programm nicht starten kann.

## Aufruf des ForestSimulators

Das Programm starten Sie jeweils, in dem Sie die Datei **ForestSimulator.jar** doppelt z.B. im Explorer anklicken. Unter dem Menüpunkt **Hilfe** finden Sie eine ausführliche Einführung in das Programm.

Falls das Programm nicht starten sollte, haben Sie entweder Java 3D nicht richtig installiert oder die Einstellungen wurden nicht korrekt gesetzt. Löschen Sie die Datei **standsimulation.ini** und wiederholen Sie bitte den Punkt **Inbetriebnahme**. Wählen Sie unter **f)** diesmal die **2D Grafik**. Sie können die Einstellung später ändern, wenn sie Java 3D richtig installiert haben.

Wenn Sie den ForestSimulator gerne vom Desktop aus starten möchten, müssen Sie eine Verknüpfung erstellen und diese auf den Desktop verschieben. Dazu im Explorer die Datei ForestSimulator.jar einmal anklicken, rechte Maustaste drücken, Verknüpfung erstellen wählen. Es erscheint nun eine Datei mit den Verknüpfungsangaben. Dann zum Kopieren der Verknüpfungsdatei diese im Explorer kopieren, den Desktop anklicken, rechte Maustaste und einfügen wählen.

## **Update**

Leider findet ein gutes Programm nie eine endgültige Version. Von Zeit zu Zeit wird auch der ForestSimulator überarbeitet. Das Programm prüft bei jedem Start sofern eine Netzverbindung, ob eine neue Simulator Version vorhanden ist und erinnert Sie das Programm auf den neuesten Stand zu bringen. Vor einem Update sollten Sie den gesamten Ordner mit dem Simulator am besten sichern. Dies können Sie am leichtesten durchführen, in dem Sie das Verzeichnis umbenennen, oder das Update in einen anderen Verzeichnis kopieren. Ihre Daten können Sie dann nach der Installation des Updates wieder in die entsprechenden Verzeichnisse kopieren.

## **Deinstallieren**

Sie deinstallieren das Programm am besten, in dem Sie das komplette Verzeichnis **\ForestSimulator** im Explorer zu löschen. Vergessen Sie nicht vorher Ihre Bestandesdaten zu sichern.

## **Bedienung des ForestSimulators**

In diesem Kapitel erhalten Sie eine kurze Einführung in die Benutzeroberfläche des ForestSimulators.

### **Oberfläche**

Das Programm ForestSimulator wurde in der Programmiersprache Java geschrieben und mit einer graphischen Oberfläche ausgestattet. Die Bedienung der Oberfläche entspricht im Wesentlichen dem Standard, wie Sie es von anderen Programmen gewohnt sind. In der Abbildung 3 ist die Oberfläche des Programms dargestellt.

Sie besteht aus einem Hauptfenster, in welches einige Unterfenster integriert sind. Alle Fenster lassen sich mit den Fensterknöpfen und dem Cursor vergrößern, verkleinern, verschieben und schließen. Wenn Sie allerdings das Hauptfenster schließen, wird die gesamte Anwendung geschlossen. Das Hauptmenü und die Aktionsknöpfe befinden sich im oberen Teil des Hauptfensters. Über das Menü können unter dem Punkt Fenster weitere Unterfenster bzw. die geschlossenen Unterfenster geöffnet werden. Einige Fenster verfügen über eigene Untermenüs, die jeweils nur Aktionen für das Unterfenster betreffen. Der Kopf desjenigen Fensters, welches zur Zeit aktiv ist, wird in einem dunkleren Blau dargestellt. Von einem zum anderen Fenster wechseln Sie mit einem Mausklick. Die Untermenüpunkte reagieren nicht sofort, da normalerweise mit dem ersten Klick nur das Unterfenster aktiviert wird. Wenn Sie einen Bestand wie in der Abbildung in das Programm geladen haben, werden automatisch die Inhalte der verschiedenen Unterfenster



dargestellt. Führen Sie eine Aktion ("wachsen lassen", "Durchforstung") aus, so werden in den Unterfenstern die dargestellten Inhalte auf den neuesten Stand gebracht.

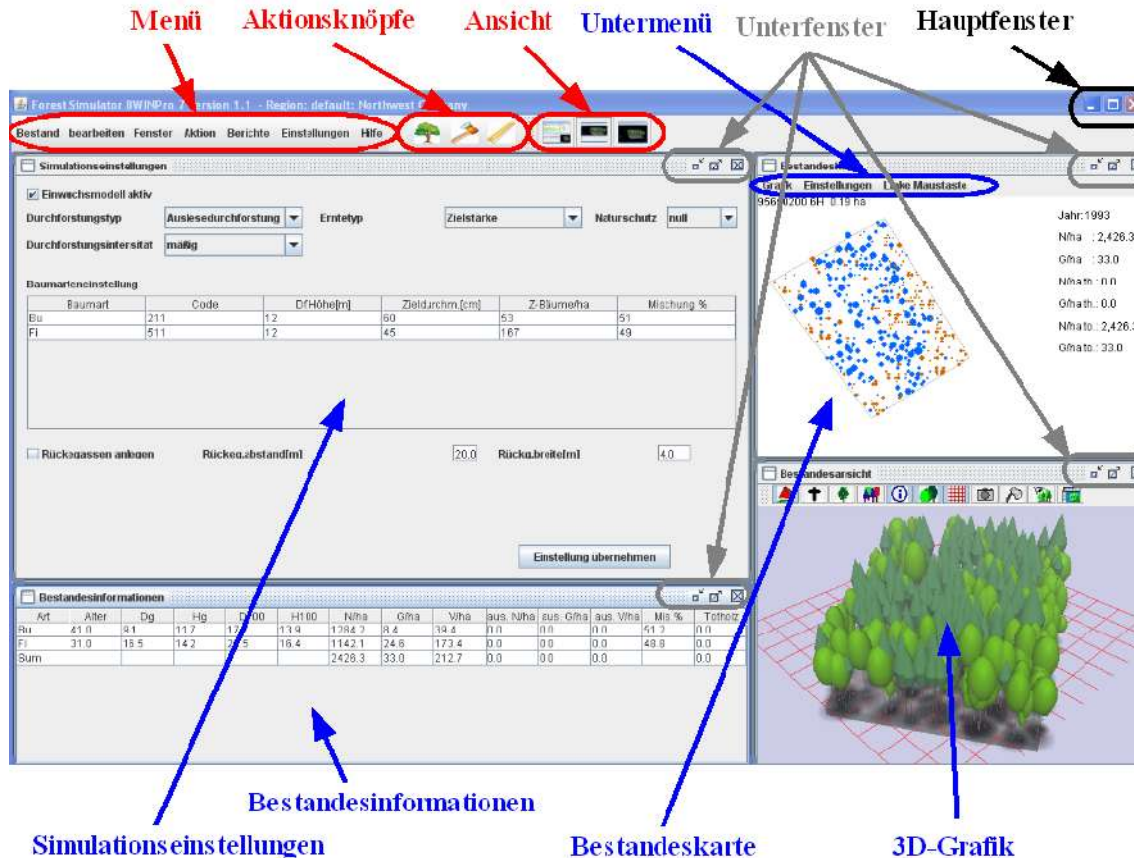


Abbildung 3: Oberfläche des ForestSimulator (in der Abbildung ist der Bestand fibugen2.xml eingeladen über den Menüeintrag: Bestand→öffnen→TreeGroSS File öffnen; fibugen2.xml auswählen)

### Testen Sie selbst:

Der Test dient im Wesentlichen dazu sicher zu stellen, dass das Programm ForestSimulator funktionsfähig auf Ihrem Rechner installiert ist. Eine zentrale Voraussetzung ist, dass vom Programm die Datei **ForestSimulatorSettings.xml** im Verzeichnis **User** gefunden werden kann. Diese Datei regelt, unter welchen Codenummern die Baumarten erkannt und wie die einzelnen Baumarten verrechnet werden.

a) Führen Sie die Umgebungseinstellungen aus. Klicken Sie dann auf **Übernehmen und neu starten**.

b) Starten Sie das Programm erneut und klicken Sie im Menü den folgenden Punkt an: **Einstellungen -> Baumarteneinstellungen**. Überprüfen Sie, ob in dem Fenster TreeGroSS Baumarten Manager angezeigt wird. Sollte dies der Fall sein, können Sie mit den weiteren Kapiteln dieser Einführung beginnen. Ansonsten, sollten Sie noch einmal sorgfältig Schritt für Schritt die Anweisungen der Installation wiederholen.

## Bestandesanalyse

In diesem Kapitel werden Ihnen die Möglichkeiten gezeigt, die Ihnen das Programm ForestSimulator bietet, einzelne Bestände zu analysieren und darzustellen.

Starten Sie bitte das Programm ForestSimulator und klicken Sie im Menü **BESTAND -> Öffnen -> TreeGrOSS xml-File**. Wählen Sie nun im Dateiauswahldialog die Datei **fibugen2.xml**. Nachdem das Programm die Datei vollständig eingelesen hat, werden Ihnen in den geöffneten Fenstern verschiedene Informationen zu dem Bestand angezeigt. Diese werden im Folgenden beschrieben.

## Bestandesinformationen

In dem Fenster **Bestandesinformationen** wird eine Tabelle mit den wichtigsten ertragskundlichen Kennwerten des Bestandes angezeigt. Diese Tabelle ist nach Baumarten gegliedert und hat am Ende eine Zeile mit den Summenwerten. In der Tabelle wird jeweils der aktuelle Zustand des Bestandes angezeigt, d.h. wenn Sie z.B. eine Durchforstung vorgenommen haben, wird diese in der Tabelle berücksichtigt.

Im Einzelnen sind in der Tabelle 2 folgende Werte zu finden:

*Tabelle 2: Bestandesinformationen*

Abkürzung	Beschreibung
Art	Baumart in Kurzform.
Alter	Alter
Dg	Kreisflächenmittelstamm [cm]
Hg	Höhe des Kreisflächenmittelstammes [m]
D100	Kreisflächenmittelstamm der 100 stärksten Stämme/ha einer Art [cm]
H100	Höhe des D100 [m]
N/ha	Stammzahl pro Hektar [St/ha]
G/ha	Grundfläche pro Hektar [m <sup>2</sup> /ha]
V/ha	Volumen (> 7cm) pro Hektar [m <sup>3</sup> /ha]
aus. N/ha	Stammzahl des ausscheidenden Bestandes pro Hektar [St/ha]
aus. G/ha	Grundfläche des ausscheidenden Bestandes pro Hektar [m <sup>2</sup> /ha]
aus. V/ha	Volumen (> 7cm) des ausscheidenden Bestandes pro Hektar [m <sup>3</sup> /ha]
Mis. %	Mischungsanteil der Kronenschirmfläche in Prozent [%]
Totholz	Naturschutzrelevantes Totholz [m <sup>3</sup> /ha]

Sie können den Inhalt der Spalten mit dem Cursor markieren. Drücken Sie nach dem Markieren gleichzeitig die Tasten **Strg** und **c** um den Inhalt in die Zwischenablage zu kopieren. Rufen Sie dann ein anderes Programm wie z.B. Excel oder die Tabellenkalkulation von OpenOffice auf und fügen Sie den Inhalt der Zwischenablage in ein Datenblatt (**Strg** und **v**) ein.

Wenn Sie das Fenster schließen, können Sie das Fenster erneut aktivieren, indem Sie im Hauptmenü **Fenster -> Stand Info** anklicken.

## Bestandeskarte

Im Fenster **Bestandeskarte** wird ein Stammverteilungsplan angezeigt. Die Baumarten werden in den RGB-Farben dargestellt, die Sie mit dem Species-Manager (Abb.8, Seite 25) für die Baumart eingestellt haben. Sind für den Bestand Z-Bäume gewählt, so werden diese mit einem roten Kreis kenntlich gemacht. Bäume mit einem grünen Kreis sind temporäre Z-Bäume. Mit gelber Farbe werden Habitatbäume angezeigt.

Durch das Anklicken einzelner Bäume mit der Maus können diese durchforstet werden. Durchforstete Bäume werden als Quadrat dargestellt.

Über den Untermenüpunkt **Einstellungen** können Sie die Bestandesinformationen, die Kronenschirmflächen und die Baumnummern ein- und ausblenden, sowie den BHD-Faktor setzen. Ein BHD-Faktor von 1 bedeutet, dass der Baum maßstabsgerecht bzw. mindestens mit einem 1 Pixel dargestellt wird.

Über den Untermenüpunkt **Grafik** können Sie die Abbildung erneuern, die Abbildung als jpg File speichern und heran- und wegzoomen. Wenn Sie die Abbildung speichern, wird diese mit einer höheren Auflösung im Ausgabeverzeichnis unter dem Dateinamen gespeichert, der von Ihnen in einem Dialog abgefragt wird. Bitte vergessen Sie nicht für die Datei die Endung **.jpg** einzugeben. Es wird genau der auf dem Bildschirm angezeigte Inhalt gespeichert.

Wenn Sie heranzoomen, so müssen Sie die untere linke und die obere rechte Ecke des gewünschten Bildausschnittes anklicken.

## Bestandesansicht

Der Simulator verfügt über eine 3D und eine 2D Bestandesansicht. Die Art der Bestandesansicht wird unter Programmeinstellungen dem Programm vorgegeben (Abb. 2). Wenn Ihr Computer über keine geeignete Grafikkarte verfügt oder Sie sehr große Bestände simulieren wollen, kann es nötig sein, dass sie die 2D Grafik verwenden sollten.

Die 3D-Grafik erlaubt es Ihnen den Bestand praktisch von allen Seiten und sogar von unten anzusehen. Darüber hinaus können Sie virtuell durch den Bestand gehen. Um die **Ansicht** zu verändern, dürfen sie keinen Baum anklicken. Wenn Sie die linke Maustaste gedrückt halten und die Maus nach oben oder unten bewegen, können Sie den Bestand um die horizontale Achse drehen. Ist die linke Maustaste gedrückt und bewegen Sie die Maus nach rechts oder links, so dreht sich der Bestand um die vertikale Achse. Der Drehpunkt ist das rot-weiße Achsenkreuz. Halten Sie die rechte Maustaste gedrückt, so können Sie den Bestand, wie er gerade dargestellt wird, in die vier Richtungen verschieben. Drücken Sie die Wheel-Taste (Rad) der Maus, dann können Sie den Bestand heran bzw. wegzoomen. Durch den Bestand gehen Sie mit den Pfeil-Tasten. Achtung, Sie können nicht durch die Bäume hindurchlaufen. Mit den Tasten Seite Hoch (PgUp) und Seite runter (PgDown) können Sie den Blickwinkel nach oben, bzw. unten senken.

Klicken Sie mit der linken Maustaste auf einen Baum, dann werden Ihnen einige Daten zu diesem Baum angezeigt. Achtung das Anzeigefenster ist modal, das heißt, dass das Programm erst eine andere Aktion ausführen kann, wenn Sie das Fenster mit den Baumangaben geschlossen haben. Klicken Sie einen Baum mit der rechten Maustaste an, dann können Sie den Baum für die Durchforstung (rot), als Z-Baum (blau), temporärer Z-Baum (grün) oder als Habitatbaum (gelb) auswählen.

In dem Fenster Bestandesansicht finden Sie in der 3D-Grafik elf Symbolknöpfe. Mit dem 1. kann man die Flagge über dem Baum an- und abschalten. Die Flagge sagt etwas über den Status aus. Der 2. Symbolknopf mit dem Kreuz läßt die toten Bäume anzeigen. Mit dem 3. Knopf kann den Baumkronen eine Textur angezeigt werden. Der 4. Knopf erlaubt einen Wechsel der Baumfarbe von

realistisch zu vorgegeben. Der 6. Knopf schaltet einen Entfernungsnebel zu. Mit Knopf 7 kann das Gitternetz an und ausgeschaltet werden. Der 8. Knopf (Kamera) ermöglicht einen Screenshot des Fensters und speichert diesen in eine jpg Datei. Mit der Axt (9. Knopf) lassen sich zur Durchforstung markierte Bäume, fällen. Diese liegen dann im Bestand. Der 10 Knopf setzt die Ansicht auf die Ausgangsstellung zurück. Dies ist wichtig, wenn man sich im Bestand verlaufen hat. Mit dem letzten Knopf kann die Symbolleiste verändert werden.

Mit der 2D-Grafik im Fenster **Bestandesansicht** erhalten Sie einen Eindruck von dem geladenen Bestand. Die Baumkronen werden in den Farben dargestellt, die mit dem Baumartenmanager in der Datei species.txt eingestellt sind.

Über den Untermenüpunkt **Darstellungsattribute** können Sie festlegen, ob die lebenden, die in diesem Jahr durchforsteten und die toten Bäume angezeigt werden sollen. Darüber hinaus können Sie die Farben des Himmels, des Bodens und des Bestandesbodens festlegen.

Über den Untermenüpunkt **Grafik** können Sie die Abbildung erneuern, die Abbildung als jpg File speichern und heran- und wegzoomen. Wenn Sie die Abbildung speichern, wird diese mit einer höheren Auflösung im Ausgabeverzeichnis unter dem Dateinamen sv1993.jpg gespeichert. 1993 bedeutet die Jahreszahl. Die Datei wird jedes Mal überschrieben, wenn Sie speichern anklicken und ein Bestand mit der entsprechenden Jahreszahl bereits gespeichert wurde. Es wird genau der auf dem Bildschirm angezeigte Inhalt gespeichert.

Wenn Sie heranzoomen, so müssen Sie die untere linke und die obere rechte Ecke des gewünschten Bildausschnittes anklicken.

Zur Orientierung wird ein rot-weisser Pfosten angezeigt, dieser befindet sich in der süd-westlichen Ecke des Bestandes. Das Gitter hilft zusätzlich bei der Orientierung, es ist immer nord-süd und ost-west angelegt.

## Berichte

Unter dem Hauptmenupunkt finden Sie eine Reihe von möglichen Berichten. Diese reichen von den Einzelbaumwerten bis zu den Modelleinstellungen. Alle Berichte werden in HTML bzw. XML Dateien im Ausgabeverzeichnis gespeichert. Die Berichte werden normalerweise automatisch in Ihrem Browser dargestellt. Falls es Probleme mit der Darstellung gibt, wird empfohlen, den Firefox Browser zu verwenden. Wird ein Bericht erneut aufgerufen, wird die Datei überschrieben. Wollen Sie die Ergebnisse speichern, so müssen Sie die Berichte vorher abspeichern.

### Einzelbaumwerte

Eine Liste mit den Einzelbaumdaten können Sie erstellen, wenn Sie im Hauptmenü **Berichte** -> **Einzelbaumwerte** anwählen. Es sollte sich dann automatisch der Browser öffnen und die Datei **treelist.html** angezeigt werden. Falls die Datei nicht automatisch angezeigt wird, öffnen Sie die Datei mit dem Browser. Die Datei finden Sie in dem eingestellten Ausgabeverzeichnis. Standardmäßig heißt dieses **output\_standsimulation/treelist.html**.

Die Datei treelist.html wird jedes Mal überschrieben, wenn Sie den Menüpunkt erneut aufrufen. Sie können die HTML-Datei auch mit anderen Programmen wie z.B. Excel, Word oder der Tabellenkalkulation von OpenOffice öffnen. Die einzelnen Felder und ihre Bedeutung sind in Tabelle 3 beschrieben.

Tabelle 3: Felder der Einzelbaumtabelle

Abkürzung	Erklärung
Nr	Baumnummer
Art	Baumartencode entsprechend der Einstellung in species.txt
Alt	Alter
Hoehe	Höhe [m]
KAnsatz	Kronenansatz [m]
KBreite	Kronenbreite [m]
KProzent	Kronenprozent
h/d	H/D-Wert
Vol.	Volumen Derbholz [m <sup>3</sup> ]
aus	-1 = Baum lebt, Jahreszahl des Ausscheidens
x	relative Standpunktkoordinate x [m]
y	relative Standpunktkoordinate y [m]
z	relative Standpunktkoordinate y [m] (Höhe)
c66	distanzunabhängiger Kronenkonkurrenzindex c66
c66c	distanzunabhängiger Freistellungsindex c66c
c66xy	distanzabhängiger Kronenkonkurrenzindex c66
c66cxy	distanzabhängiger Freistellungsindex c66c
si	absolute Bonität im Alter 100 [m]

### Bestandeswerte

Je eine Tabelle mit Werten für den gesamten Bestand und die Z-Bäume wird in zwei Tabellen dargestellt. Nach jedem Simulation Schritt werden die Tabellen um die neuen Ergebnisse ergänzt. Die Tabellen haben den Charakter einer Ertragstafel.

### Bestandesstruktur

In der Bestandesstrukturtable werden einige Strukturmaß in Tabellenform ausgegeben.

### Sortierung

Mit diesem Menüpunkt lassen sich verschiedene Nutzungsmodelle in Bezug auf den Nährstoffhaushalt und das Totholz untersuchen. Die detaillierte Beschreibung folgt in einem späteren Kapitel.

### Wurzelbiomasse

Sofern Biomassefunktionen für die Baumarten vorhanden sind, werden die Wurzelbiomassen dargestellt.

### Baumarteneinstellungen

Unter diesem Menüpunkt können Sie die genauen Baumarteneinstellungen für die simulierten Baumarten abfragen und kontrollieren.

### Baumartenschlüssel

Hier können Sie sich den Baumartenschlüssel mit allen definierten Baumarten anzeigen lassen.



## **Zusätzliche Grafiken**

Wenn Sie im Hauptmenü unter **Fenster**→**Grafiken** das Feld aktivieren, erscheint ein weiteres Fenster, in welchem sich über ein Untermenü verschiedene Grafiken zur Baumarten-, Durchmesser- und Höhenverteilung und der Höhenwerte über dem BHD anzeigen lassen.

Diese Grafiken können Sie nicht verändern, aber als JPEG-Datei abspeichern. Jedes mal, wenn Sie speichern, wird im Ausgabeverzeichnis eine Datei mit dem Namen Grafik.jpg erzeugt und gleichzeitig die alte Datei mit diesem Namen überschrieben.

### **Testen Sie selbst:**

*Der Test dient dem Umgang mit der Oberfläche zu beherrschen. Öffnen Sie die TreeGrOSS- Datei **fibugen2.xml** und*

- a) Vergrößern und verkleinern Sie das Fenster Bestandeskarte.*
- b) Stellen Sie den Stammverteilungsplan mit Kronenschirmflächen dar. Zoomen Sie*
- c) Schließen Sie das Fenster Bestandesansicht und rufen Sie es wieder auf. Stellen Sie den Bestand auf den Kopf. Gehen Sie in den Bestand. Markieren Sie einen Baum als durchforstet und fällen Sie den Baum.*
- d) Rufen Sie die Einzelwerte auf*
- e) Stellen Sie fest, wie viel Grundfläche und Volumen der Bestand hat.*

## **Bestandesbehandlung und Prognose**

In diesem Kapitel lernen Sie die Möglichkeiten kennen, wie Sie in Bestände eingreifen können und wie sie Z-Bäume auswählen. Das Programm stellt dafür zwei Möglichkeiten bereit, nämlich erstens eine interaktive Auswahlmöglichkeit am Bildschirm und zweitens regelbasierte Behandlungselemente. Mit diesen regelbasierten Handlungselementen läßt sich z.B. das Löwe-Konzept aber auch Altersklassenwald simulieren.

Im zweiten Teil wird gezeigt, wie Sie Ihre Bestände fortschreiben können und was Sie dabei zu beachten haben.

## **Interaktive Durchforstung in der Bestandesansicht**

Interaktiv können Sie Ihren Bestand im Fenster Bestandeskarte und in der 3D-Grafik durchforsten. Darüber hinaus können Sie Bäume als Z-Bäume markieren. Dazu brauchen Sie nur die Bäume, die Sie markieren wollen, mit der Maus anzuklicken. Im Menü können Sie festlegen, ob die Markierung der Durchforstung oder der Auszeichnung von Z-Bäumen gilt. Die durchforsteten Bäume werden mit einem offenen Quadrat dargestellt. Die Z-Bäume mit einer roten Umrandung. Wenn Sie die Funktion Bestandesinformation aktiviert haben, dann können Sie nach jedem entnommenen Baum ablesen, wie groß die Menge der entnommenen Stammzahl und Grundfläche pro Hektar bereits ist.

Die interaktive Auswahl von Z-Bäumen und Durchforstung kann auch zusätzlich zu der regelbasierten Methode per Behandlungskonzept ausgeführt werden.

## **Das Behandlungskonzept**

Über das Fenster Simulationseinstellungen können Sie ein Eigenes waldbauliches

Behandlungsprogramm durch die Auswahl und Einstellung von Behandlungselementen festlegen.

**Simulationseinstellungen**

☒ Zufallseffekte      ☒ Einwuchsmodell aktiv      ☐ Totholzmodul

Durchforstungstyp: Auslesedurchforstung      Erntetyp: Zielstärke      Naturschutz: null

Durchforstungsintensität: mäßig

**Baumarteneinstellung**

Baumart	Code	Df.Höhe[m]	Zieldurchm.[cm]	Z-Bäume/ha	Mischung %
Fi	511	12	45	167	49
Bu	211	12	65	46	51

☒ Rückegassen anlegen      Rückg.abstand[m]: 20.0      Rückg.breite[m]: 4.0

**Einstellung übernehmen**

Abbildung 4: Fenster zum Einstellen der Bestandesbehandlung

Mit den Checkboxes **Zufallseffekte**, **Einwuchsmodell aktiv** und **Totholzmodul** können Sie festlegen, ob die Komponenten aktiv sein sollen oder nicht. Den Durchforstungstyp legen Sie über das Auswahlfeld fest. Es werden zur Zeit die drei Typen Auslesedurchforstung, Hochdurchforstung und die Niederdurchforstung angeboten. Als Erntetyp können Sie zwischen Zielstärkennutzung, Schirmschlag und Kahlschlag wählen. Bei der Auswahl Naturschutz können Sie Ihre Präferenzen bezüglich des Naturschutzes festlegen. Der Naturschutz wirkt sich auf den Minderheitenschutz und die Anzahl der Habitatbäume aus. Mit der Durchforstungsintensität stellen Sie ein, wie stark die Eingriffe durchgeführt werden sollen. Der mäßige Eingriff orientiert sich an den Vorgaben der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. In der Tabelle Baumarteneinstellungen können Sie für jede Art weitere wichtige Einstellungen für die Bestandesbehandlung in den Felder Df.Höhe[m], Zieldurchmesser, Z-Bäume und Mischungsprozent vornehmen. Das Feld Df.Höhe[m] regelt für die jeweilige Baumart, ab welcher Höhe überhaupt ein Durchforstungseingriff stattfindet. Ist die Mittelhöhe geringer als der vorgegebene Wert wird, erfolgt bei allen Durchforstungstypen kein Eingriff. Im Feld Zieldurchmesser legen Sie die gewünschte Zielstärke für die Baumarten, ab dem diese beim Erntetyp Zielstärke genutzt werden, fest. Die beiden Erntetypen Schirmschlag und Kahlschlag werden vom Programm nur durchgeführt, wenn 25 % der Bestandesgrundfläche Bäume sind, die die Zieldurchmesser überschritten haben. Der Kahlschlag führt zu einem sofortigen Abtrieb, beim Erntetyp Schirmschlag wird der Bestand in sechs 5-Jahresschritten verjüngt. Die Anzahl der Z-Bäume hat für die Auslesedurchforstung eine Bedeutung. Standardmäßig wird die Z-Baumanzahl aus dem Kronenraumbedarf für die eingestellte Zielstärke berechnet. Hier können Sie aber auch eigene Werte eingeben. Das Mischungsprozent legt fest, wieviel Prozent der Kronenschirmfläche die jeweilige Baumart langfristig einnehmen soll. Mit dieser Angabe läßt sich langfristig die Baumartenzusammensetzung steuern. Es muß jedoch beachtet werden, dass unterschiedliche Zielstärken zu einem Nichterreichen der langfristig angestrebten Mischungsanteile führen können. Über die Checkbox **Rückegassen einfügen** ist es Ihnen schließlich möglich, automatisch Rückegassen mit von ihnen veränderbaren Breiten und Abstandswerten einfügen zu lassen. Im Bestand angelegt werden diese, wenn sie das nächste Mal den Aktionsknopf „**Behandeln**“ benutzen. Auf der Bestandskarte werden die Bäume, die dafür entnommen werden müssen, genau wie die durch Durchforstung Entnommenen mit einem Quadrat gekennzeichnet.

Damit die Einstellungen für die Simulation wirksam werden, müssen Sie am Ende unbedingt den Knopf **Einstellung übernehmen** drücken. Sie können zwischen den einzelnen Simulationsschritten das Behandlungsprogramm wechseln.

Das Behandlungsprogramm wird ausgeführt, wenn der Aktionsknopf **Behandlung** gedrückt oder der Menüpunkt **Aktion -> Behandlung** aufgerufen wird.

## Prognose

Die wichtigste Funktion des Waldwachstumssimulators ist die Prognose in die Zukunft. Der ForestSimulator arbeitet mit 5-Jahres Schritten, d.h. jedes Mal, wenn Sie Ihren Bestand wachsen lassen, wird er um 5-Jahre in die Zukunft prognostiziert. Die Prognose lösen Sie über das Hauptmenü **Aktion -> wachsen lassen** oder den Aktionsknopf **wachsen lassen** aus. Bitte beachten Sie, dass je länger Sie ihren Bestand in die Zukunft prognostizieren die Ergebnisse mit einem höheren Fehler belastet sein können. Generell wird eine Simulation von mehr als 30 bis 40 Jahren nicht empfohlen. Extreme Bestandessituationen sind mit höheren Fehlern belastet als durchschnittliche Bestandessituationen.

Für die 5-jährige Prognose lassen sich einstellen, ob automatisch **Einwuchs** generiert werden soll (**ja**) oder nicht (**nein**). **Zufallseffekte ja** bedeutet, dass bei der Zuwachsprognose eine Zufallskomponente zu der Schätzung hinzugefügt wird. Zwei Bäume mit gleichen Merkmalen wachsen dann unterschiedlich. Diesen Effekt können Sie mit **Zufallseffekte nein** abschalten.

Wird die Aktion wachsen lassen ausgelöst, werden vom Programm die folgenden Routinen durchlaufen:

- Mortalität: Prüfen ob durch das Überschreiten des maximalen Alters die Altersmortalität für die Art erreicht ist.
- Mortalität: Prüfen, ob eine Konkurrenz bedingte Mortalität erreicht ist.
- Durchmesser-und Höhenzuwachs
- Nachkalkulation des Kronenansatzes und der Kronenbreite
- Einwuchs (wenn eingeschaltet)
- Update aller Fenster, Simulationszeitpunkt + 5 Jahre

Hat man den Bestand um 5 Jahre fortgeschrieben, so kann der vorherige Zustand nicht mehr abgefragt werden. Wenn Sie zu einem gewissen Zeitpunkt mehrere Alternativen z.B. von Durchforstungen untersuchen möchten, so müssen Sie den Bestand vorher über das Hauptmenü mit **Bestand -> speichern -> TreeGrOSS xml-File** sichern. Falls Sie die Daten einer Betriebsinventur geladen haben, können Sie nur die einzelnen Bestände fortschreiben und speichern.

In der Leistungstabelle **Hauptmenü : Berichte -> Bestandestabelle** wird die Entwicklung des Bestandes in der Simulation festgehalten. Die Ergebnisse werden in der HTML Datei **standtable.html** im eingestellten Ausgabeverzeichnis gespeichert. Falls diese Datei nicht automatisch geöffnet wird, müssen Sie die Datei direkt mit dem Browser öffnen.

Jedes Mal, wenn Sie den „Bestand **wachsen lassen**“, wird vorher eine Kopie des Bestandes als XML-Datei im Datenverzeichnis abgelegt. Die Kopie trägt den Dateinamen plus das Simulationsjahr, welches mit einem Unterstrich vom Dateinamen abgesetzt ist (Beispiel: Bestand1\_2008.xml). Sie können diese zusätzlich gespeicherten Dateien verwenden, wenn Sie wieder auf einen älteren Simulationszustand zurückgreifen wollen.

### Testen Sie selbst:

a) Starten Sie den Beispielbestand *fibugen2.xml*. Führen Sie eine interaktive Durchforstung durch.



*Erhöhen Sie dafür den geplanten Mischungsanteil der Buche auf 75% und verringern Sie den der Fichte auf 25%. Die Zielstärke soll für Buche 65cm und für Fichte 45 cm betragen. Führen Sie eine 10-jährige Prognose durch. Ein Eingriff findet nur zu Beginn statt. Notieren oder speichern Sie sich die Bestandestabelle.*

*b) Durchforsten Sie den Beispielbestand fibugen2.xml nach eignen Vorstellungen interaktiv in der Bestandeskarte. Führen Sie eine 10-jährige Prognose ohne Eingriffe durch. Notieren oder speichern Sie sich die Bestandestabelle.*

## Sortierung

### Einführung

Mit dem Befehl **Berichte -> Sortierung** lassen sich die Auswirkungen unterschiedlicher Nutzungsstrategien auf den Sortimentsanfall, die Totholznachlieferung und den Nährstoffhaushalt untersuchen. In dem Bericht wird jeweils der ausscheidende Bestand sortimentiert.

Die Sortierung baut auf den Schaftformfunktionen aus der Arbeit von SCHMIDT (2001) auf. Mit Ihnen lässt sich für die Hauptbaumarten der Stammdurchmesser in einer beliebigen Baumhöhe schätzen. Die Funktionen für das Laubholz sollten allerdings nur bis zur Kronenansatzhöhe verwendet werden. Darüber sind die Angaben zu ungenau. Die Schaftformfunktionen von SCHMIDT sind abhängig vom h/d-Wert, d.h. die Stammform kann für unterschiedliche h/d-Werte anders sein. Die Rindenstärke wird nach den Funktionen von ALTHERR et al. (1978) berechnet.

Sortimente können flexible für eine oder mehrere Baumarten definiert werden. Unter Sortimenten werden hier auch Stücke des Stammes verstanden, die wegen Fäule oder aus sonstigen Gründen im Wald verbleiben. Die Definition eines Sortiments wird durch die Angabe folgender Größen festgelegt:

- Sortimentsname
- Betroffene Baumart, Codenummer von bis
- Minimum und Maximum Mittendurchmesser [cm]
- Minimum und Maximum Zopfdurchmesser [cm]
- Minimum und Maximum Länge [m]
- Sortiment wird entnommen oder verbleibt als Totholz im Wald
- Zugabe
- Aushaltung bis Kronenansatz oder darüberhinaus
- alle Bäume der genannten Arten oder nur Z-Bäume
- Wertigkeit
- Preis
- Anteil der betroffenen Bäume [%]
- ein oder mehrfache Sortimentsaushaltung

Der Ablauf der Sortierung erfolgt nach einem einfachen Schema. Das Programm versucht zunächst, das Sortiment mit der höchsten Wertigkeit möglichst lang aus dem Stamm von unten zu schneiden.

Lässt sich das gewünschte Sortiment nicht aus dem Stamm schneiden, dann wird das nächst höher wertige Sortiment geprüft. Nachdem ein ausgehaltenes Stück vom Stamm abgeschnitten wurde, beginnt der Prozess von neuem.

## Sortierung durchführen

Über den Menüpunkt **Berichte** → **Sortierung** oder den Aktionsknopf für die Sortierung können Sie das Hauptfenster (Abb. 5) für den Sortierungsdialog aufrufen.

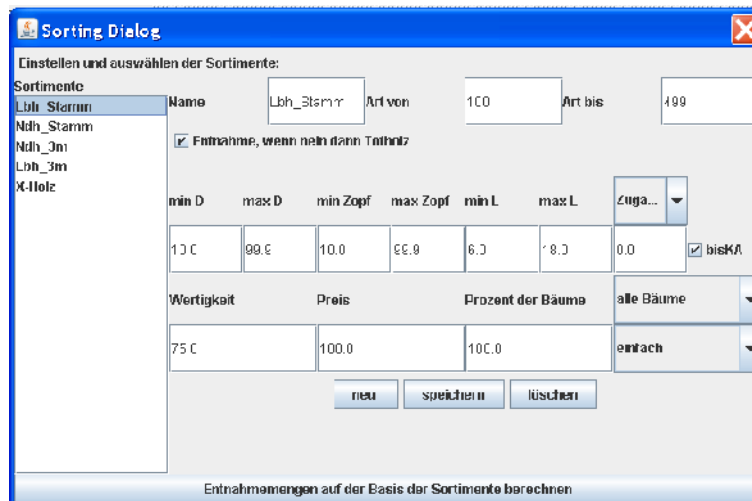


Abbildung 5: Auswahl und Einstellen der Sortimente

Mit diesem Dialog können Sie die von Ihnen eingegebenen Sortimente bearbeiten, löschen und neue Sortimente eingeben. Die vorhandenen Sortimente werden in der linken Box unter "Sortimente" aufgelistet. Wenn Sie eines dieser Sortimente anklicken, dann werden Ihnen die zugehörigen Einstellwerte angezeigt. Sie können die Werte in den Textfeldern ändern und anschließend mit dem Knopf "**speichern**" oder als neues Sortiment (Knopf **neu**) speichern. Ein ausgewähltes Sortiment kann mit dem Knopf "**löschen**" aus der Liste entfernt. **Hinweis:** Nach der Veränderung eines Sortiments sollten Sie im Augenblick jedesmal den Dialog schließen.

Wenn Sie den geladenen Bestand sortieren wollen, so können Sie in der Liste mehrere Sortimente auswählen, indem Sie die Strg-Taste gedrückt halten und ein weiteres Sortiment anklicken. Haben Sie alle Sortimente ausgewählt, die für den Bestand ausgehalten werden sollen, so klicken Sie den Knopf "Sortierung starten". Bitte haben Sie Geduld. Ein stammzahlreicher Bestand, für den viele Sortimente geprüft werden müssen, benötigt einige Rechenzeit. Die vorgenommene Sortierung wird in die Datei **sortierung.xml** gespeichert. Diese Datei wird in Ihrem Ausgabeverzeichnis (s. Einstellungen) abgelegt und jedesmal überschrieben, wenn Sie die Sortierung starten. Die Darstellung der Datei erfolgt im Browser mit dem Stylesheet **treegrosslogging.xsl**. Falls die Datei nicht angezeigt wird, öffnen Sie die Datei direkt mit dem Browser. Sie können die Datei aber auch zur weiteren Auswertung in eine Tabellenkalkulation von Open Office oder Excel laden.

Der Sortierungsbericht enthält mehrere Tabellen:

- Tabelle 1: Liste der verwendeten Sortimente
- Tabelle 2: Übersicht über das Volumen nach Baumart
- Tabelle 3: Übersicht über die Biomasse nach Baumart
- Tabelle 4: Übersicht über die Calciumgehalte nach Baumart

- Tabelle 5: Übersicht über die Magnesiumgehalte nach Baumart
- Tabelle 6: Übersicht über die Kaliumgehalte nach Baumart
- Tabelle 7: Liste der einzelnen Sortimentsstücke

Die ausgegebenen Biomassen und Nährstoffgehalte sind mit vorläufigen Funktionen berechnet und können daher von den tatsächlichen Werten abweichen.

### **Testen Sie selbst:**

*Sie wollen den Beispielbestand fibugen2.txt sortieren. Die Buchen sollen lang und die Fichten kurz ausgehalten werden.*

*a) Definieren Sie sich ein Sortiment "Buche lang" mit den Anforderungen:*

*Minimummittendurchmesser = 20cm; Minimumzopfdurchmesser = 15cm; Minimumlänge = 12m; Maximallänge = 12m*

*b) Definieren Sie sich ein Sortiment "Fichte kurz" mit den Anforderungen:*

*Minimummittendurchmesser = 16cm; Minimumzopfdurchmesser = 12cm; Minimumlänge = 4m; Maximallänge = 4m*

*c) Sortieren Sie den Beispielbestand fibugen2.xml und ermitteln Sie die Anzahl der*

*Fichtenabschnitte und das Volumen des Buchenholzes, welches der Sortiervorschrift entspricht.*

## **Eingabe eigener Bestände**

In diesem Kapitel erfahren sie, wie sie eigene Bestände eingeben oder Beispielbestände für Simulationen generieren können.

### **Neue Bestände erzeugen**

Eine neuen Bestand erzeugen Sie über das Hauptmenü **Bestand -> neu**. Geben Sie in dem Dialog die Flächengröße in Hektar ein und legen Sie fest, ob Ihr Simulationsbestand auf einer quadratischen oder einer kreisförmigen Probestfläche erzeugt werden soll. Wenn Sie den Knopf **erzeugen** drücken, so werden alle zur zeit aktiven Simulationsdaten zurückgesetzt und es wird eine neue Bestandesfläche erzeugt.

Die Größe der Bestandesfläche sollten Sie entsprechend Ihrer Fragestellung wählen. Wenn Sie z.B. einen jungen Bestand untersuchen möchten, sollten Sie die Fläche nicht zu groß (0.2 bis 0.5 ha) wählen, weil sonst sehr viele Bäume erzeugt werden, was zu langen Rechenzeiten führen kann. Zielt Ihre Fragestellung auf die Untersuchung eines Altbestandes ab, so sollte die Fläche größer (0.5 bis 1 ha) gewählt werden, damit ausreichend Bäume für die Simulation vorhanden sind.

Ihrem Bestand müssen Sie anschließend **Bäume hinzufügen**. Dafür können Sie ein spezielles Dialogfenster über das Hauptmenü **bearbeiten→Bestand (Bäume hinzufügen)** öffnen.

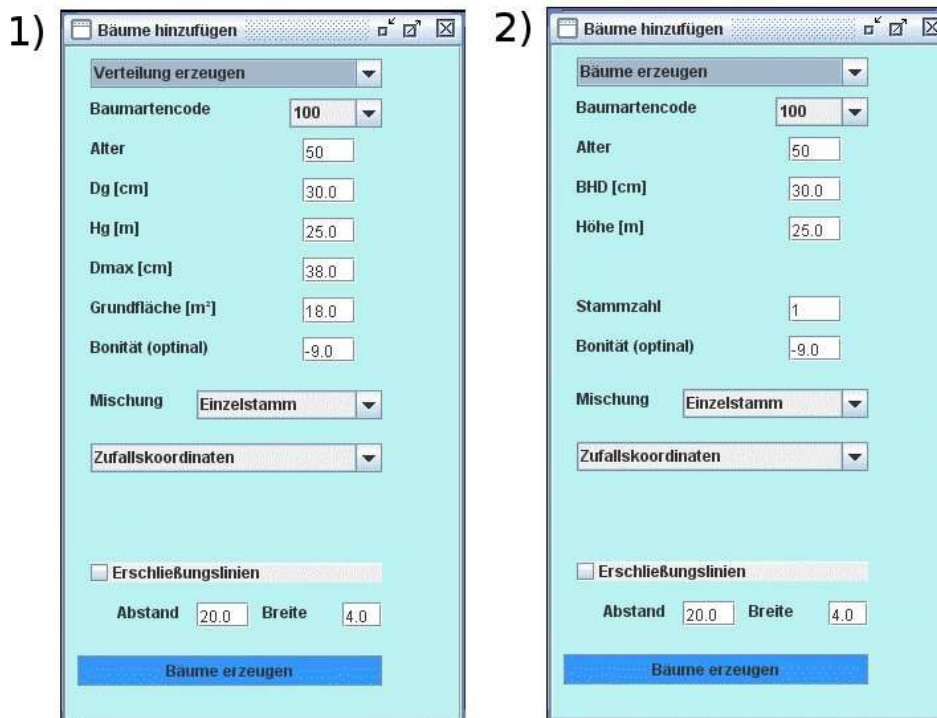


Abbildung 6: Bestand bzw. Bäume erzeugen

Für Ihren Bestand können Sie Bäume auf zwei unterschiedliche Weisen erzeugen. Im ersten Fall **Verteilung erzeugen**, werden die Bäume über eine Durchmesserverteilung durch die Angabe einiger ertragskundlicher Größen generiert (Abb. 6). Dafür müssen Sie den Baumartencode, das Alter, den Durchmesser und die Höhe des Kreisflächenmittelstammes, den maximalen Durchmesser und die Grundfläche eingeben. Die Angabe der Bonität (Höhe im Alter 100) ist optional. Wenn Sie diese nicht angeben wollen, müssen Sie in das Feld "-9" eingeben. Wenn Sie alle Angaben gemacht haben, drücken Sie **Bäume erzeugen**. Für den Fall, dass der Punkt Zufallskordinaten gewählt wurde, bekommen die Bäume zufällige Koordinaten, wobei das Programm versucht, die Bäume derartig zu platzieren, dass sich die Kronen der Bäume möglichst wenig überlappen. Im zweiten Fall können Sie Bäume mit einer bestimmten Art und mit einem bestimmten Alter, Durchmesser und Höhe festlegen. Die Eingabe der Bonität ist auch in diesem Fall optional. Durch die Option Mischung ist es ihnen möglich eine Gruppierung der Bäume vorzugeben. Werden die Bäume einzelstammweise gesetzt, ergibt sich eine gleichmäßige Verteilung, während die Punkte Trupp, Gruppe und Horst zu einer in dieser Reihenfolge stärker werdenden Gruppierung der Bäume führen. Wenn Sie die Taste **Bäume erzeugen** drücken, wird eine entsprechende Anzahl (Stammzahl) von solchen Bäumen in den Bestand generiert. Hatten sie den Punkt Erschließungslinien aktiviert, werden diese im angegebenen Abstand eingefügt und auf ihrer Breite keine Bäume gesetzt. Durch die Festlegung von Rasterkoordinaten ist es auch möglich, die Bäume in einem gewünschten Verband anzuordnen. Sollte die Anzahl der durch den Verband vorgegebenen Pflanzplätze kleiner als die Anzahl der zu generierenden Bäume sein, so werden die restlichen Bäume mit zufälligen Koordinaten versehen.

Möchten Sie einen Mischbestand erzeugen, so müssen Sie die Prozedur mehrmals hintereinander durchführen.

Der Dialog kann auch dazu benutzt werden, in einen bestehenden Bestand zu einem bestimmten Zeitpunkt Bäume in diesen Bestand hineinzupflanzen.

## Bestandesdaten editieren

Um Bestandesdaten direkt im ForestSimulator zu editieren, rufen Sie den Menüpunkt **Bestand**→**Stand data** auf. Dies öffnet einen Dialog zur Bearbeitung des aktuell eingelesenen Bestandes. Über den Knopf **Bestand lesen** können Sie aber auch jede andere Bestandesdatei bearbeiten und nach dem Editieren nach Wunsch unter einem anderen Namen abspeichern. Damit die von Ihnen vorgenommenen Änderungen wirksam werden, ist es notwendig Sie mit dem Knopf **Änderungen übernehmen** vor dem Verlassen des Editors zu bestätigen.

Sie können die Daten aus den Tabellen des Editorfensters auch mit kopieren und einfügen in und aus anderen Anwendungen übernehmen. Markieren Sie dazu die entsprechenden Bereiche mit der Maus und drücken Sie **Strg+c** für kopieren und **Strg+v** für einfügen.

Mit einem kleinen Trick lassen sich sogar Bestände über das Editierfenster aufbauen. Generieren Sie zu diesem Zweck zuerst eine entsprechende Fläche und fügen Sie dieser einen Baum hinzu. Anschließend speichern Sie den neuen Bestand, um ihn danach mit dem Editor aufzurufen. Mit den **Knöpfen Eckpunkte hinzufügen** und **Leere Zeilen Hinzufügen** können Sie die Tabellen vergrößern. Leere Zeilen werden beim Abspeichern ignoriert.

The screenshot shows the 'TreeGrOSS Editor' window. It contains several input fields for forest data: Bestand (06660230 6H), Fläche [ha] (0.19), Monat/Jahr (3, 1993), Rechtswert (0.0), Hochwert (0.0), Höhe ü.N.N. (-99.9), Wuchsgebiet, Wuchsbezirk, Standort, Exposition [Grad] (-99), Hangneigung [%] (-99.9), and Standortsdifferenz. Below these are two tables. The first table has columns No, x, y, z and contains data for 'polygon' and 'ECK1', 'ECK2', 'ECK3'. The second table has columns Ccde, Nr, Alter, DIID, lshc, Dor, KA, <D, lebend, Ctrah..., x, y, z, ZDaum, labirab, Demerk and contains a list of tree data. At the bottom, there are buttons for 'Eckpunkt hinzufügen', 'Eckpunkt löschen', 'leere Zeilen hinzufügen', 'ausgewählte Bäume löschen', 'Bestand lesen', 'Bestand speichern', 'Tabelle leeren', 'xy2polar', and 'Veränderungen übernehmen'.

Abbildung 7: Bestandeseditor

Falls Sie Ihre Fläche mit Polarkoordinaten (Azimut und Entfernung zum Mittelpunkt) aufgenommen haben, können Sie diese Daten in xy-Koordinaten umrechnen. Mit dem Knopf xy2polar bzw. polar2xy können Sie die Koordinaten von xy in polar Koordinaten und zurück rechnen, dabei werden die Polarkoordinaten auf den Mittelpunkt bezogen. Bei der Umwandlung werden die xy-Koordinaten so verschoben, dass alle Werte für x und y positiv sind. Dafür ermittelt das Programm den kleinsten x und y Wert. Die Koordinate des Mittelpunktes auf den sich die Polarkoordinaten beziehen, wird mit dem Namen polygon gespeichert. Die Koordinaten dieses Punktes sollten Sie nicht ändern.

Mit dem ForestSimulator können Sie auch Probekreise, die im Rahmen einer Betriebsinventur aufgenommen wurden analysieren. Dazu wählen Sie im Hauptmenü **Bestand** -> **neu** und legen eine kreisförmige Probefläche der gewünschten Größe an. Rufen Sie danach den TreeGrOSS Editor auf, indem Sie **bearbeiten** -> **stand data** wählen. Sie sehen jetzt den Dialog (Abb. 7), in dem allerdings

nur die Eckpunkte für einen Kreis enthalten sind. Schalten Sie nun auf Polarkoordinaten mit dem Knopf **xy2polar** um. In der Eckpunkte Tabelle sehen Sie nun mit dem Namen Circle den Probekreismittelpunkt und die Eckpunkte mit den Polar Koordinaten. Fügen Sie jetzt Bäume in die Maske ein. Dazu drücken Sie den Knopf leere Zeilen hinzufügen. Wenn Sie mit der Eingabe fertig sind, verwandeln Sie am besten die Koordinaten wieder in xy-Werte (Knopf **polar2xy**), drücken den Knopf **Veränderungen übernehmen** und schließen danach den Dialog.

Hinweis: Nach der Veränderung der Daten, wird manchmal die 3D-grafik nicht mehr angezeigt. In diesem Fall müssen Sie nur leicht das Grafikfenster verschieben, damit die Grafik erneut gezeichnet wird.

## Einzelbestand extern bearbeiten

Für den Datenimport und -export müssen die Bestandesdaten im TreeGrOSS Datenaustauschformat oder als treegross.xml Datei gespeichert sein. Bei xml handelt es sich um ein besonderes Datenformat, mit dem sich die Informationen in Dateien exakt beschreiben lassen. Jede Information einer xml Datei verfügt über einen sogenannten Tag. Diese Tags werden wie bei HTML durch die größer und kleiner Zeichen **<tag>** gekennzeichnet. Die Namen für die Tags können bis auf wenige Ausnahmen frei vergeben werden. Innerhalb einer xml- Datei lassen sich die Daten baumartig strukturieren. Xml- Dateien lassen sich mit Style Sheets in verschiedenster Weise darstellen und drucken. Für die Darstellung der treegross.xml Dateien kann die Datei treegross.xsl verwendet werden.

Die treegross.xml Datei besteht aus folgenden Tags:

Bestand	Rootelement
<b>ID</b>	<b>Bestandes ID oder Kennziffer (Zeichen)</b>
Kennung	beliebiger weiterer Name (Zeichen)
<b>Allgemeines</b>	
<b>Flaechengroesse_m2</b>	<b>Flächengröße in m² (Dezimal)</b>
HauptbaumArtCodeStd	StandardCode der Hauptbaumart (Integer)
HauptbaumArtCodeLokal	lokaler Code der Hauptbaumart (Integer)
<b>AufnahmeJahr</b>	<b>Jahr der Aufnahme (Integer)</b>
AufnahmeMonat	Monat der Aufnahme (Integer)
DatenHerkunft	Herkunft der Daten (Zeichen)
Standort	Standort verbal (Zeichen)
Hochwert_m	Gauss-Krüger Hochwert der Fläche (Dezimal)
Rechtswert_m	Gauss-Krüger Rechtswert der Fläche (Dezimal)
Hoehe_uNN_m	Höhe über normal Null in m (Dezimal)
Exposition_Gon	Exposition der Fläche in Gon (Integer)
Hangneigung_Prozent	Hangneigung in % (Integer)
Wuchsgebiet	Name des Wuchsgebiets (Zeichen)
Wuchsbezirk	Name des Wuchsbezirks (Zeichen)
Standortskennziffer	Ziffer der Standortes (Zeichen)
<b>Baumartencode</b>	
<b>Code</b>	<b>Codenummer (Integer)</b>
<b>deutscherName</b>	<b>Deutscher Baumartenname (Zeichen)</b>
<b>lateinischerName</b>	<b>Lateinischer Baumartenname (Zeichen)</b>
<b>Eckpunkt</b>	
<b>Nr</b>	<b>Nummer des Eckpunktes (Zeichen)</b>
<b>RelativeXKoordinate_m</b>	<b>relative x Koordinate des Eckpunktes [m] (Dezimal)</b>
<b>RelativeYKoordinate_m</b>	<b>relative y Koordinate des Eckpunktes [m] (Dezimal)</b>
<b>RelativeBodenhoehe_m</b>	<b>relative Bodenhöhe des Eckpunktes [m] (Dezimal)</b>
<b>Baum</b>	
<b>Nr</b>	<b>Nummer des Baumes (Zeichen)</b>
Kennung	Messhöhe des Durchmessers (Integer)
BaumartcodeStd	Baumartencode nach Standard (Integer)



<b>BaumartcodeLokal</b>	<b>lokaler Baumartencode (Integer)</b>
<b>Alter_Jahr</b>	<b>Alter in Jahren (Integer)</b>
<b>BHD_mR_cm</b>	<b>BHD mit Rinde in cm (Dezimal)</b>
<b>Hoehe_m</b>	<b>Höhe in m (Dezimal)</b>
<b>Kronenansatz_m</b>	<b>Kronenansatz in m (Dezimal)</b>
<b>MittlererKronenDurchmesser_m</b>	<b>Mittlerer Kronendurchmesser (Dezimal)</b>
<b>SiteIndex_m</b>	<b>Oberhöhe im Alter 100 in m (Dezimal)</b>
<b>RelativeXKoordinate_m</b>	<b>relative x Koordinate des Baumes [m] (Dezimal)</b>
<b>RelativeYKoordinate_m</b>	<b>relative y Koordinate des Baumes [m] (Dezimal)</b>
<b>RelativeBodenhoehe_m</b>	<b>relative Bodenhöhe des Baumes [m] (Dezimal)</b>
<b>Lebend</b>	<b>Baum lebt (true/false)</b>
<b>Entnommen</b>	<b>Baum ist entnommen (true/false)</b>
<b>AusscheideMonat</b>	<b>Monat des Ausscheidens (Integer)</b>
<b>AusscheideJahr</b>	<b>Jahr des Ausscheidens , lebend = -1 (Integer)</b>
<b>AusscheideGrund</b>	<b>Grund des Ausscheidens (Integer)</b>
<b>ZBaum</b>	<b>Baum ist Z-Baum (true/false)</b>
<b>Zbaumtemporaer</b>	<b>Baum ist temporärer Z-Baum (true/false)</b>
<b>HabitatBaum</b>	<b>Baum ist Habitatbaum</b>
<b>KraftscheKlasse</b>	<b>Kraft'sche Klasse (Integer)</b>
<b>Schicht</b>	<b>Baumschicht (Integer)</b>
<b>Flächenfaktor</b>	<b>Flächenfaktor des Baumes normal 1.0 (Dezimal)</b>
<b>Volumen_cbm</b>	<b>Volumen mit Rinde in m<sup>3</sup> (Dezimal)</b>
<b>VolumenTotholz_cbm</b>	<b>Volumen, wenn Totholz m<sup>3</sup> (Dezimal)</b>
<b>Bemerkung</b>	<b>Bemerkungen zum Baum (Zeichen)</b>

## Zusätzliche Bäume hinzufügen

Zusätzliche Bäume werden mit dem Fenster **Bäume erzeugen** in den Bestand eingefügt. Dieser Dialog ist unter neue Bestände erzeugen erklärt.

### Testen Sie selbst:

a) Öffnen Sie eine neue Bestandesfläche mit einer Größe von 0,2 ha. Erzeugen Sie auf dieser Fläche einen Fichtenober- und einen Buchenunterstand. Der Fichtenoberstand hat für die Generierung folgende Merkmale: Alter 70 Jahre; Dg= 38 cm; Hg= 28m; Dmax = 47 cm; Grundfläche = 17m<sup>2</sup>/ha. Der Buchenunterstand besteht aus 400 zufällig verteilten Buchen, welche alle genau den gleichen Durchmesser von 7cm, ein Alter von 20 Jahren und eine Höhe von 6.2 m haben. Speichern Sie den generierten Bestand.

b) Öffnen Sie den unter a) gespeicherten und generierten Bestand und führen Sie eine Simulation für den Zeitraum von 30 Jahren durch. Alle 10 Jahre soll ein Zielstärkeneingriff stattfinden, wobei die max. Zielstärkenentnahmemenge bei 100 m<sup>3</sup>/ha begrenzt sein soll. Die Zielstärke der Fichte soll bei 45 cm liegen. Stellen Sie fest, wie lange es dauert, bis fast alle Altfichten (Volumen < 50m<sup>3</sup>/ha) geerntet sind.

## Spezielle Funktionen und Fragen

In diesem Kapitel erhalten Sie einige Informationen zur Übernahme von Simulationsergebnissen in andere Programme und eine Liste mit häufig gestellten Fragen.

## Übernahme von Ergebnissen in andere Programme

Der ForestSimulator bietet viele Möglichkeiten, die Ergebnisse in andere Programme zu übernehmen.

## Verarbeiten der XML und HTML- Ausgaben

Die Ausgabetafeln werden als XML oder HTML-Dateien ausgegeben und gespeichert. Die XML-Dateien werden mit Stylesheets als HTML im Browser angezeigt und lassen sich dann als HTML abspeichern. HTML-Dateien lassen sich sehr gut mit einem normalen Browser, wie z.B. Firefox, Opera oder dem Internet Explorer darstellen und über die Druckfunktionen dieser Programme ausdrucken. Darüber hinaus unterstützen viele andere Programme wie z.B. Open Office, MS Word und MS Excel HTML-Dateien. Das bedeutet, dass Sie die Dateien direkt in diese Programme einlesen und dann entsprechend Ihren Bedürfnissen weiterverarbeiten können.

## Übernahme der Grafiken

Die Grafiken der Bestandeskarte und der Bestandesdarstellung werden als JPG-Dateien gespeichert. Sie können diese Bilddateien mit den meisten Browsern ansehen, sie aber auch mit dem Programm Paint (Programme→Zubehör) oder einem anderen Bildverarbeitungsprogramm weiterverarbeiten. Für die einfache Bildbetrachtung und -bearbeitung empfiehlt sich ein Programm wie das kostenlose IrfanView.

## Programm anpassen

Über das Hauptmenü des ForestSimulators können Sie die beiden wichtigen Einstellungsdateien **standsimulation.ini** und die XML-Datei mit den Baumarteneinstellungen (Standard: **ForestSimulatorSettings.xml**) bearbeiten. Beide Dateien können Sie natürlich auch mit einem Texteditor bearbeiten. Die Einstellungsmöglichkeiten der Datei standsimulation.ini wurden bereits bei der Installation erklärt. An dieser Stelle wird daher nur auf die Datei mit den Baumarteneinstellungen eingegangen. In dieser Datei ist festgelegt, wie die Datensätze verschiedenen Baumarten zugeordnet und anschließend verrechnet werden. Am einfachsten bearbeiten Sie die XML-Datei mit den Baumarteneinstellungen mit dem TreeGrOSS Baumarten Manager, dessen Dialog Sie über den Hauptmenüpunkt **Einstellungen -> Baumarteneinstellungen** aktivieren können. Der Dialog ist in der Abbildung für die Modellregion Nordwestdeutschland dargestellt.



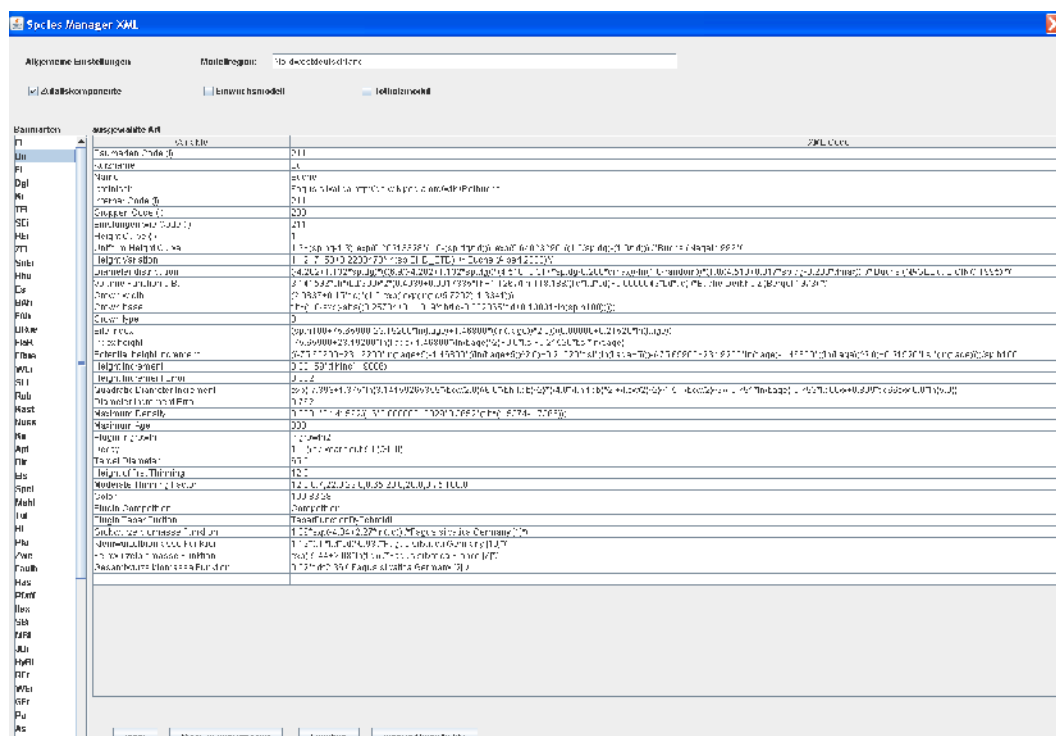


Abbildung 8: Dialog des Baumarten Managers

In dem Dialog finden Sie links die verwendeten Baumarten mit ihrer Kurzbezeichnung. Standardmäßig wird der niedersächsische Baumartenschlüssel und das Modell für Nordwestdeutschland mitgeliefert. Wenn Sie links eine Baumart anklicken, so werden rechts alle wichtigen Modelleinstellungen angezeigt. In die weißen Textfelder können Sie Ihre Einstellungswerte eintragen. Nachdem Sie Ihre Einstellungen für die Baumart vorgenommen haben, müssen Sie auf den Knopf **save** drücken, und zu Schluß, damit die neuen Einstellungen in die XML-Datei mit den Baumarteneinstellungen übernommen werden, den Knopf „save settings to file“ anklicken. Sie können neue Baumarten- bzw. Codenummern anlegen und Bestehende löschen.

**Vorsicht:** Veränderungen an der Datei können einen erheblichen Einfluss auf die Simulation haben!

In der Tabelle 4 sind:

Tabelle 4: XML-Datei mit den Baumarteneinstellungen

Element <SpeciesDefinition>	Typ	Pack- age	Einstellung für Buche Nordwestdeutschland
Baumarten Code	I	B	211
Kurzname	A	B	Bu
Name	A	B	Buche
lateinisch	A	B	Fagus silvatica
Interner Code	I	B	211
Gruppen Code	I	B	200
Einstellungen wie Code	I	B	211
Height Curve	I	B	1
Uniform Height Curve	AF	B	$1.3 + (sp.hg - 1.3) * \exp(0.20213328 * (1.0 - (sp.dg / t.d))) * \exp(5.64023296 * ((1.0 / sp.dg) - (1.0 / t.d)))$
Height Variation	AF	S	$1.1217150 + 0.2203473 * \ln(sp.BHD\_STD)$
Diameter Distribution	AF	b	$(-4.282 + 1.132 * sp.dg) * ((6.9 / (-4.282 + 1.132 * sp.dg))^{(4.518 + 0.317 * sp.dg - 0.200 * dmax)}) - \ln(1.0 - random))^((1.0 / (4.518 + 0.317 * sp.dg - 0.200 * dmax)))$

Volume Function o.B.	AF	B	$3.141592 * t.h * (t.d/200)^2 * (0.4039 + 0.0017335 * t.h + 1.1267/t.h - 118.188/(t.d * t.d * t.d) + 0.0000042 * t.d * t.d)$
Crown width	AF	B	$(2.0837 + 0.15 * t.d) * (1.0 - \exp(-\exp(\ln(t.d/5.7292) * 1.3341)))$
Crown base	AF	B	$t.h * (1.0 - \exp(-\exp((0.25704 + 0.11819 * t.h/t.d - 0.002065 * t.d + 0.13831 * \ln(sp.h100))))))$
Crown type	I	S	0
Site index	AF	B	$(sp.h100 + 75.65900 - 23.19200 * \ln(t.age) + 1.46800 * ((\ln(t.age))^2.0)) / (0.00000 + 0.21520 * \ln(t.age))$
Site index height	AF	B	$-75.65900 + 23.19200 * \ln(25.0) - 1.46800 * (\ln(25.0)^2) + 0.0 * t.si + 0.21520 * t.si * \ln(25.0)$
Potential height increment	AF	B	$((-75.65900 + 23.19200 * \ln(t.age + 5) - 1.46800 * ((\ln(t.age + 5))^2.0) + 0.21520 * t.si * (\ln(t.age + 5)))) - (-75.65900 + 23.19200 * \ln(t.age) - 1.46800 * ((\ln(t.age))^2.0) + 0.21520 * t.si * (\ln(t.age)))$
Height increment	AF	B	$0.00159 * (t.hinc^1.9086)$
Height increment error	D	B	0.082
Quadratic diameter increment	AF	B	$\exp(-7.393 + 1.375 * \ln(3.14159265359 * (t.cw/2.0)) / (6.0 * (t.h - t.cb)^2 * ((4.0 * (t.h - t.cb)^2 + (t.cw/2)^2)^{1.5} - (t.cw/2)^3)) - 0.791 * \ln(t.age) - 0.793 * t.c66xy + 0.809 * t.c66cxy - 0.0 * \ln(5.0))$
DiameterIncrementError	D	B	0.762
Maximum density	AF	B	$0.0001 * 3.141592 / (16 * 0.00000010829 * 8.3652 * (t.h^{(1.5374 - 1.7365)}))$
Maximum age	I	B	300
Plugin Ingrowth	a	b	Ingrowth2
Decay	af	b	$1.0 - ((sp.year - t.out - 5.0) / 30.0)$
Target diameter	D	T	65.0
Height of first thinning	D	T	12.0
Moderate Thinning Factor	A(D)	T	12.0; 0.7; 22.0; 22.0; 0.65; 28.0; 28.0; 0.75; 100.0
Color	A(I)	S	199; 83; 28
Plugin Competition	A	B	Competition
Plugin TaperFunction	a	b	TaperFunctionBySchmidt
Grobwurzelbiomasse Funktion	af	s	0
Kleinwurzelbiomasse Funktion	af	s	0
Feinwurzelbiomasse Funktion	af	s	0
Gesamtwurzelbiomasse Funktion	af	s	0

Typ: I = integer; D = double, A = alphanumerisch, AF = alphanumerische Function

TreeGrOSS Package: B = treegross.base, T = treegross.treatment, S = treegross.standsimulation;

Grosser Buchstabe = Pflichtfeld, kleiner Buchstablesmaller = soweit vorhanden

In die mit „AF“ bzw. „af“ gekennzeichneten Felder werden die für die Baumart geltenden Funktionen eingetragen. Die eingegebenen Funktionen werden im Programm mit einem Funktionsinterpreter ausgewertet. Damit dieses korrekt funktioniert müssen einige Vereinbarungen eingehalten werden, dass heisst die Variablen und die Rechenzeichen müssen dem Interpreter in einer eindeutigen Schreibweise übergeben werden. In der Tabelle 5 sind die wichtigsten Funktionen und Variablen aufgelistet.

Tabelle 5: Variablen und Funktionen des Funktionsinterpreters

Ausdruck	Variable	Ausdruck	Variable
t.d	Tree diameter [cm]	sp.dg	Mean Quadratdiameter (dg) of species [cm]
t.h	Tree height [m]	sp.hg	Height of dg of species [m]
t.age	Tree age [years]	sp.h100	Top height of species [m]

t.c66xy	Tree competition	sp.year	Year of simulation
t.c66cyx	Tree competition change	sp.BHD_STD	Standarddeviation of diameter of species [cm]
t.out	Tree removal year	abs()	absolute
t.si	Tree site index	exp()	exponent
t.ihpot	Tree potential height increment [m]	ln()	Natural log.
t.hinc	Tree height increment [m]	random	Random number 0 -1

Falls für eine Baumart keine Angaben vorliegen und die Baumart wie eine andere behandelt werden soll, müssen nur die ersten 6 Zeilen der Tabelle ausgefüllt werden. Bei „Einstellungen wie Code“ wird der Code der Baumart eingetragen, der für diese Art gelten soll. Für alle anderen Feld gilt, dass wenn nichts getragen ist, der Eintrag der Baumart aus „Einstellungen wie Code“ verwendet wird. Falls ein Eintrag vorhanden ist, wird er nicht überschrieben.

## Waldwachstumssimulation

### Hintergrund

Die waldbaulichen Zielsetzungen haben sich in den 90iger Jahren in den meisten Landesforstverwaltungen geändert. In Niedersachsen wurde dieser Entwicklung mit dem Programm "Langfristige ökologische Waldentwicklung in den Landesforsten" (LÖWE) Rechnung getragen und 13 Bewirtschaftungsgrundsätze aufgestellt (OTTO 1990, Niedersächsische Landesregierung 1992). Danach sollen u.a. die Bestände naturnah bewirtschaftet und der Anteil von Laub- und Mischwald vermehrt werden. Der Wald soll natürlich verjüngt werden und die Entnahme nach Zielstärken einzelstammweise erfolgen. Ökologischer Waldschutz und ein ökologisch verträglicher Einsatz der Forsttechnik sind zu gewährleisten.

Das LÖWE-Programm stellt an den Förster vor Ort und die forstliche Planung hohe Anforderungen, wenn der Wald auch in der Zukunft bestmöglich bewirtschaftet werden soll. Als Hilfsmittel für die Bewirtschaftung wurden in der forstlichen Praxis bis dahin im allgemeinen Ertragstafeln verwendet, die für gleichaltrige Reinbestände erstellt wurden. Wendet man sie jedoch auf Mischbestände an, so lässt sich der zu erwartende Zuwachs nur grob schätzen. Dazu trennt man den Mischbestand gedanklich nach Baumarten auf und ermittelt anschließend den Zuwachs jeder dieser gedachten Reinbestandsteilflächen. Dieses Vorgehen ist jedoch sehr unbefriedigend, da der geschätzte Zuwachs unabhängig von der Mischungsform (z.B. einzelstamm-, horst-, gruppen- oder streifenweise) des Bestandes ermittelt wird. Der Praktiker erhält aus den Ertragstafeln keine Informationen darüber, wie er einen Mischbestand am günstigsten bewirtschaften sollte. So z.B. ob er die eine oder die andere Baumart fördern sollte, welche Mischungsanteile der einzelnen Baumarten er anstreben sollte, oder wie sich der Wert des Bestandes ändern würde, wenn keine Maßnahmen durchgeführt werden.

In Reinbeständen führten neue Bewirtschaftungsformen (z.B. Bestandesbegründung) und veränderte Umweltbedingungen (z.B. atmosphärische Einträge) zu immer stärkeren Abweichungen zwischen den Ertragstafelprognosen und der Wirklichkeit (SPELLMANN 1991, RÖHLE 1995).

Aus diesem Grund wurde an der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt ein Managementinstrument entwickelt, welches sich für die Planung, Bewirtschaftung und Beurteilung von Rein- und Mischbeständen einsetzen lässt. Es ist als Entscheidungshilfe bei der Bestandesbewertung und -behandlung gedacht. Auf der Basis der vorhandenen Versuchsflächendaten, welche ganz Nordwestdeutschland abdecken, wurde ein positionsunabhängiges Einzelbaumwachstumsmodell parametrisiert und für dessen praktische

Anwendung das Computerprogramm BWIN entwickelt. Das Programm ist über das Internet erhältlich und wurde inzwischen von vielen Benutzern abgerufen. Seit der ersten Version 1995 wurde BWIN ständig erweitert und hatte 1998 einen Umfang erreicht, der es notwendig machte das Programm in zwei Programme für die waldbauliche Simulation (BWINPRO) und für forstliche Inventuren (KSP) aufzuspalten. Im Jahr 2002 wurde schließlich die gesamte Software des Simulators überarbeitet und auf der Basis des Projekts TreeGrOSS (Tree Growth Open Source Software) neu in der Programmiersprache Java (Sun 2 Platform, Standard Edition 1.5.0) unter der Entwicklungsoberfläche NetBeans 5.5 programmiert (NAGEL, 2002). Die jetzige Programmstruktur ist objektorientiert und das Programm besteht aus mehreren Packages, mit denen eine Trennung von Wachstumsmodell, 3D-Grafik und der Programmoberfläche erreicht wurde. Als Lizenzmodell wird die General Public Licence (GPL) eingesetzt. Dieses Open Source Lizenzmodell ist für Entwickler vorteilhaft, denn es bedeutet weniger Bürokratie, keine Reklamationsmöglichkeiten und eine schnellere Verbreitung der waldwachstumskundlichen Erkenntnisse. Für die Nutzer bietet das Lizenzmodell den Vorteil, dass die Software kostenfrei ist, der Sourcecode einsehbar und dass die Benutzer das Programm an ihre speziellen Bedürfnisse anpassen können. Darüber hinaus erleichtert die GPL die Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen. Zur Förderung der internationalen Zusammenarbeit wurden im Programmcode Klassen und Variablen mit englischen Namen und Kommentaren versehen. Die dynamische Benutzeroberfläche wurde mehrsprachig konzipiert.

## **Wachstumsmodelle**

Waldwachstumsmodelle beschreiben nach den Erkenntnissen der Waldwachstumslehre die dynamische Veränderung des Waldes. Dabei steht meist die erzeugte organische Substanz der Waldbäume im Vordergrund. Wachstumsmodelle beschreiben das quantitative Ausmaß der Wachstumsvorgänge im Wald im Zusammenhang mit der Zeit, dem Standort und der Bewirtschaftung. Ihre Hauptanwendung finden sie in der forstlichen Planung und der betrieblichen Steuerung. Sie sind eine wichtige Grundlage für die nachhaltige Sicherung vieler Waldfunktionen.

Es gibt verschiedene Ansätze das Waldwachstum zu modellieren. In **Prozessmodellen** versucht man die "Prozesse" - wie z.B. die Photosynthese - abzubilden. Diese Modelle dienen hauptsächlich der Forschung und dem Verständnis. **Architekturmodelle** bauen auf botanischen Gesetzmäßigkeiten auf und werden im forstlichen Bereich ebenfalls hauptsächlich in der Forschung entwickelt und angewandt. **Gap-Modelle** eignen sich besonders für die Untersuchung der natürlichen Sukzession in langen Zeiträumen. **Statistische Modelle** werden auf der Grundlage von Versuchsflächenbeobachtungen aufgebaut. Zu diesem Typ sind auch die Ertragstafeln zu rechnen, die seit über 100 Jahren im Forstbetrieb zur Sicherung der Nachhaltigkeit eingesetzt werden. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass jeder Ansatz Vorzüge und Schwächen hat. Für den Einsatz in der forstlichen Praxis haben sich bis heute statistische Modelle bewährt, welche auf den Daten langfristig beobachteter Versuchsflächen aufbauen (Hasenauer 2006).

Hinsichtlich der Auflösung unterscheidet man **Bestandes- Verteilungs- und Einzelbaummodelle**. Letztere haben an Bedeutung gewonnen, da sich mit ihnen die Entwicklung verschiedenartig aufgebauter Rein- und Mischbestände in einem Modell prognostizieren lässt. Dazu wird der Bestand in seine Einzelbäume auflöst und diese werden in ihrer Entwicklung beschrieben. Die Einzelbaumdaten können danach wieder zu Bestandesdaten zusammengefaßt werden. Solche Modelle lassen sich in positionsunabhängige und positionsabhängige Ansätze unterteilen. Positionsunabhängige Modelle haben den Vorteil, dass sie nicht als Eingangsinformation die Stammfußkoordinaten jedes Einzelbaumes voraussetzen, welche in der Vergangenheit nur für sehr wenige Versuchsflächen ermittelt wurden. Daher kann für ihre Parametrisierung auf viele vorhandene Datenquellen zurückgegriffen werden. Sie haben den Nachteil, daß sich mit ihnen

unterschiedliche Bestandesstrukturen nicht detailliert erfassen lassen.

Einzelbaumwachstumsmodelle werden in den USA bereits seit langem in der Praxis eingesetzt. In Deutschland und Österreich wurden erst später solche Modelle eingeführt (PRETZSCH 1992, STERBA 1983, HASENAUER 1994). Die Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt hat für den Simulator BWIN ein einfaches positionsunabhängiges Einzelbaummodell entwickelt, welches für Nordwestdeutschland gültig ist.

## Wachstumsmodell BWIN

### Allgemeine Beschreibung

Der Kern des Waldwachstumssimulators BWIN sind die Funktionen zur Schätzung von Höhen- und Grundflächenwachstum, der Kronenveränderung und der Mortalität. Die Funktionen wurden baumartenweise mittels linearer und nicht linearer Regressionsrechnung mit dem Datenmaterial der NFV hergeleitet, wobei darauf geachtet wurde, dass möglichst wenig Eingangsparameter eine plausible Schätzung liefern. Daher werden der Höhen- und Grundflächenzuwachs sowie die Kronenansatz- und Kronenbreitenveränderung für jeden Einzelbaum aus seiner Kronendimension (Kronenmantelfläche) und der Kronenkonkurrenz plus deren Veränderung in Folge von Durchforstung und dem Alter geschätzt. Es wurde ein positionsunabhängiger Ansatz gewählt, da für den größten Teil der Versuchsflächendaten keine Baumstandpunktkoordinaten zur Verfügung stehen und bei einer positionsabhängigen Simulation kleiner Probeflächen große Probleme mit Randeffekten entstehen.

Die Kronenkonkurrenz wird über den Parameter C66 gesteuert. Er wurde im Anhalt an WENSEL et al. (1987) definiert und unterscheidet sich vom Kronenkonkurrenzfaktor CC66 darin, dass die Schnitthöhe in einer Höhe von 66 Prozent der Kronenlänge und nicht in einer Höhe von 66 Prozent der Baumhöhe für den Bezugsbaum gewählt wird.

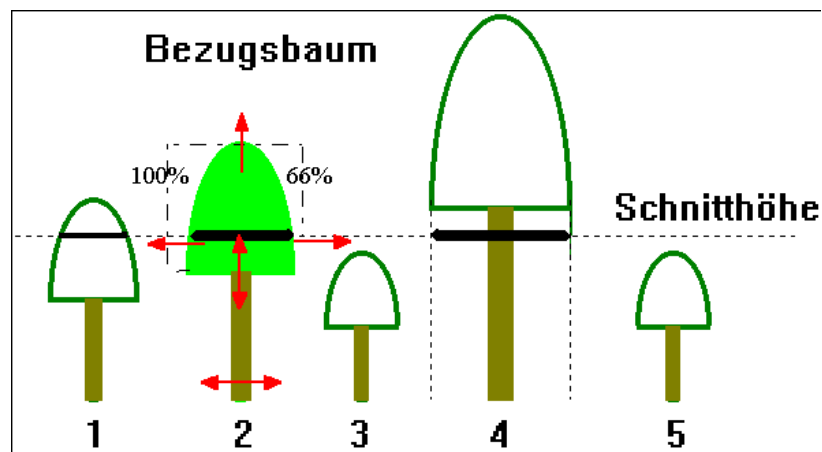


Abbildung 9: Herleitung des C66

Der C66 eines Einzelbaumes ist die Summe der Kronenschirmflächen ( $k_s$ ) aller Bäume, wenn sie in einer Höhe von 66 Prozent der Kronenlänge des Bezugsbaumes (Baum 2) geschnitten werden. Liegt der Kronenansatz eines Baumes über der Schnitthöhe (Baum 4), so wird seine volle Kronenschirmfläche berücksichtigt. Ist der Baum kleiner als die Schnitthöhe, wird er nicht berücksichtigt (Baum 3+5) (Abbildung 9). Der C66 ergibt sich dann als:

$$C66_i = \frac{\sum_{i=1}^N ks66_i}{A}, \text{ wobei } A = \text{Flächengröße [m}^2\text{]}$$

Der C66 lässt sich als Kronenschlussgrad in einer bestimmten Höhe interpretieren. Die Schnitthöhe wurde in zwei Drittel der Kronenlänge gewählt, da man vermutet, dass in diesem Bereich der Übergang von der Licht- zur Schattenkrone liegt. BURGER (1939 a-b) konnte für gepflanzte Fichten die größte Kronenbreite bei 2/3 der Kronenlänge feststellen. BIGING und DOBBERTIN (1995) wiesen empirisch nach, dass in dieser Höhe die beste Anpassung mit dem Kronenkonkurrenzparameter erreicht werden kann. Nach den Untersuchungen von GUERICKE (2001) wurde bei der Baumart Buche die Höhe der Lichtkronenbasis auf dem Übergang zwischen Licht- und Schattenkrone in 32 % der Kronenlänge von der Baumspitze aus ermittelt. Im Fall der Baumart Lärche wurde hingegen die Höhe der Lichtkronenbasis in 71 % der Kronenlänge von der Baumspitze aus errechnet.

Zusätzlich wurde in das Modell BWINPro die Veränderung des Kronenkonkurrenzindex C66 durch einen Durchforstungseingriff mit dem Parameter C66c in das Modell eingeführt. Der C66c gibt für einen Einzelbaum an wie dieser auf eine plötzliche Freistellung reagiert. Wird der Bestand nicht durchforstet, so hat der C66c den Wert Null.

Mit dem kritischen Kronenschlussgrad wird für jede Baumart der Kronenkonkurrenzparameter C66 hergeleitet, ab dem es für die Baumart nicht mehr möglich ist zu existieren. Der kritische Kronenschlussgrad wurde aus den Versuchsflächendaten hergeleitet, in dem die maximalen beobachteten C66- Werte für die Baumarten festgestellt wurden. Darüber hinaus bietet das Modell eine Möglichkeit die Lebensdauer der Baumarten auf eine maximale Anzahl von Jahren zu begrenzen.

Die Modellgleichungen sind für 5-jährige Zeitschritte parametrisiert worden. Dies hängt im Wesentlichen damit zusammen, dass die meisten Versuchsflächen in einem 5-jährigen Turnus aufgenommen wurden. Bei einer Zuwachsprognose, welche sich in der Regel an eine Durchforstung anschließt, werden folgende Schritte durchlaufen:

1. Überprüfung der altersbedingten Mortalität
2. Überprüfung der konkurrenzbedingten Mortalität
3. Schätzung von Höhen- und Grundflächenzuwachs
4. Erhöhung des Alters um 5 Jahre
5. Bestimmung des BHD und der Höhe nach 5 Jahren
6. Anpassung von Kronenansatz und -breite an die neuen Dimensionen

Bei allen Schätzungen wird die beobachtete Streuung normalverteilt und mit Hilfe von Zufallszahlen dem Schätzwert hinzuaddiert bzw. subtrahiert. Diese zufällige Komponente bringt dem Modell den gewünschten Effekt, dass nicht alle Bäume mit gleichen Merkmalen denselben Zuwachs zeigen, sondern dieser wie in der Natur ein wenig nach oben bzw. unten variiert. Verbunden ist damit folglich auch, dass jede Prognose zu geringfügig anderen Ergebnissen führt. Dieser Zufallseffekt lässt sich im Simulator jedoch ausschalten.

Wenn der Wachstumsalgorithmus ausgelöst wird und damit der Zustand des Bestandes nach einer 5-jährigen Periode eingeschätzt werden soll, so werden zunächst die Algorithmen zur alters- und konkurrenzbedingten Mortalität aktiviert und die Anzahl der lebenden Bäume gegebenenfalls reduziert. Danach werden die Konkurrenzparameter neu berechnet und es werden Durchmesser- und Höhenzuwachs in 5 Jahren geschätzt. Anschließend wird das Alter der lebenden Bäume um 5 Jahre erhöht, der Kronenansatz und die Kronenbreite neu festgelegt, sowie das Volumen für jeden



Baum neu berechnet. Darüber hinaus wird, soweit es der Benutzer wünscht der mögliche Einwuchs geschätzt.

## Datenmaterial

Für die Parametrisierung verfügt die NWFVA über den umfangreichen Datensatz der ertragskundlichen Versuchsflächen, welche über ganz Nordwestdeutschland verteilt liegen. Der Datensatz besteht aus langen Zeitreihen von Durchmesser- und Höhenmessungen an einzelnen Bäumen, zahlreichen Kronenansatzmessungen und wenigen Informationen über Kronenbreiten. Stammfußkoordinaten wurden erst in neuerer Zeit erhoben. Informationen von undurchforsteten Beständen sind leider nur wenige vorhanden. Diese Informationslücke soll mit den Daten der Naturwaldaufnahmen geschlossen werden. Zur Überprüfung des Modells ist es möglich, die Aufnahmedaten der Kontrollstichprobe-Inventuren des Niedersächsischen Forstplanungsamtes zu verwenden. Zur Modellierung der Verjüngung wurden vom Sachgebiet Waldbautechnik zahlreiche Versuche angelegt, deren Ergebnisse in einigen Jahren in das Modell ebenso integriert werden können wie Daten der Verjüngungsinventuren in den Naturwäldern.

## Höhenzuwachs

Java Klassen: *treegross.base.Growth*, *treegross.base.Siteindex*

Der Höhenzuwachs der Einzelbäume besteht aus zwei Komponenten. Zuerst wird der potentielle Höhenzuwachs *ihpot* aus Bonitätsfunktionen hergeleitet. Dieser potentielle Zuwachs wird für den Einzelbaum in einem zweiten Schritt korrigiert. Der potentielle Höhenzuwachs wird aus den Bonitätskurven bzw. über Regressionsgleichungen, mit denen die genannten Ertragstafeln ausgeglichen wurden, bestimmt (Tabelle 7).

Tabelle 6: Verwendete Bonitätsrahmen

Nr	Baumart	Autor	Jahr	Funktion	Typ
1	Eiche	NAGEL		Chapman-R.	C
2	Roteiche	BAUER	1955	Chapman-R.	C
3	Buche	SCHOBER	1971	Regression	R
4	Esche	VOLQUARDTS	1958	Regression	R
5	Bergahorn	NAGEL	1985	Wolf'sches R.	W
6	Winterlinde	BÖCKMANN	1990	Wolf'sches R.	W
7	Kirsche	RÖÖS	1990	Wolf'sches R.	W
8	Elsbeere	KAHLE	2004	Wolf'sches R.	W
9	Birke	LOCKOW		Regression Lockow	
10	Schwarzerle	LOCKOW	1994	Regression Lockow	L
11	Eberesche	HILLEBRAND		Wolf'sches R.	W
12	Fichte	WIEDEMANN	1942	Regression	R
13	Sitkafichte	SCHOBER	1962	Regression	R
14	Douglasie	BERGEL	1985	Regression	R
15	Kiefer	WIEDEMANN	1948	Regression	R
16	Europäische Lärche	SCHOBER	1949	Regression	R
17	Japanische Lärche	WESTPHAL	1997	Chapman-R.	C
Typ: R= Regressionsansatz ; C = Chapman-Richards Funktion ; W = Wolf'schen Richtungsfeld ; L= Regression Lockow					

Tabelle 7: Baumartenspezifische Koeffizienten der Bonitätsfunktionen

Nr	Artnr	Art	hb <sub>0</sub>	hb <sub>1</sub>	hb <sub>2</sub>	hb <sub>3</sub>	hb <sub>4</sub>
1	110	Ei	1,2164	0,0194	1,1344		
2	113	REi	1,3952	0,0321	1,5033		
3	211	Bu	-75,659	23,19200	-1,46800	0,00000	0,21520
4	311	Es	-46,046	15,81886	-1,33618	0,00000	0,22808
5	321	BAh	0,623880	1,302960	296,042300		
6	342	WLi	0,495586	1,101126	96,173358		
7	354	Kir	0,800089	1,150926	84,185464		
8	357	Els	0,20576727	1,03088451	785,400774		
9	411	Bir					
10	421	SchwErl	2,733015	-1,668158	0,167998		
11	451	EbEs	0,23515	0,79707	66,9903		
12	511	Fi	-49,87200	7,33090	0,77338	0,52684	0,10542
13	512	Sitka					
14	611	Dgl	-47,09070	11,43220	0,00000	0,00000	0,20063
15	711	Ki	-31,67480	11,64500	-1,04989	-0,43221	0,31253
16	811	ELä	-0,53515	0,00000	0,00000	-0,78758	0,38982
17	812	JLä	1,88062	0,009296	0,6345		

wobei hb<sub>0</sub>..hb<sub>4</sub> = Regressionskoeffizienten

Zur Berechnung der potentiellen Höhen werden vier verschiedene Funktionstypen verwendet und die Koeffizienten aus der Tabelle 7 verwendet.

a) Regressionsansatz (Funktion=R)

$$ho = hb_0 + hb_1 \cdot \ln(\text{Alter}) + hb_2 \cdot \ln(\text{Alter})^2 + hb_3 \cdot Hbon + hb_4 \cdot Hbon \cdot \ln(\text{Alter})$$

b) Chapman-Richards Funktion (Funktion=C)

$$H100 = hb_0 \cdot Hbon \cdot (1 - \exp(-hb_1 \cdot \text{Alter}))^{hb_2}$$

c) Wolf'schen Richtungsfeld (Funktion=W)

$$H100 = hb_3 \cdot \left( \frac{Hbon}{hb_3} \right)^{e^{\frac{-hb_2}{(hb_1-1) \cdot 100^{(hb_1-1)}} + \frac{hb_2}{(hb_1-1) \cdot \text{Alter}^{(a-1)}}}}$$

d) Regression Lockow (Funktion=L)

$$ho = \frac{Hbon}{4 \cdot e^{hb_0 + hb_1 \cdot \ln(\text{Alter}) + hb_2 \cdot \ln(\text{Alter})^2}}$$

wobei Hbon die Mittel- bzw. die Spitzenhöhe (hg bzw. ho) der absoluten Bonität im Alter 50 oder 100 Jahre ist, hb<sub>1</sub> ..hb<sub>4</sub> = Regressionskoeffizienten

Zur Herleitung des Einzelbaumhöhenzuwachses wird zu dem relativen potentiellen Höhenzuwachs



noch eine Korrekturkomponente und ein Zufallseffekt  $e$  hinzugefügt. Der Zufallseffekt  $e$  beträgt 2% des relativen potentiellen Zuwachses.

$$ihrel = (iHpot / H100) + p_1 \cdot (H100 / h)^{p_2} + e$$

Die Koeffizienten für die Korrekturkomponente werden in der Tabelle 8 wiedergegeben. Für die Baumarten Esche, Ahorn, Kiefer und Küstentanne wird auf die Korrekturkomponente verzichtet.

Tabelle 8: Koeffizienten der Höhenzuwachskorrekturkomponente

Nr	Baumart	P1	P2	hse	r	n
110	Eiche*)	0.01676	1.3349	0.0496	0.46	14062
113	Roteiche	-0.00102	2.6855	0.0	0.45	405
211	Buche	0.00159	1.9086	0.082	0.43	23006
221	Hainbuche	0.00330	6.412	0.081	0.28	830
311	Esche	0.0	1.0	0.048		306
321	Ahorn	0.0	1.0	0.069		628
411	Birke	0.0	1.0			
511	Fichte	0.00271	2.1725	0.0737	0.89	20550
521	Ktanne	0.0	1.0	0.106		813
611	Douglasie	0.00159	2.5255	0.084	0.84	6387
711	Kiefer	0.0	1.0	0.088	0.88	4877
811	ELärche	0.0	1.0	0.056	0.56	7550
812	JLärche	0.0188	3.5922	0.068	0.65	20255

## Grundflächenzuwachsfunktion

Java Klasse: *treegross.base.Growth*

Die Durchmesseränderung wird über den Grundflächenzuwachs bestimmt. Baumartenweise wurde die direkte Schätzfunktion des logarithmischen Grundflächenzuwachses parametrisiert. Der Grundflächenzuwachs ist abhängig von der Kronenmantelfläche, dem Alter, dem Kronenkonkurrenzindex C66 und dem Freistellungsgrad. Zusätzlich wurde bei der Parametrisierung noch eine Korrekturkomponente  $adiff$  für die Länge der Aufnahmeintervalle berücksichtigt. In der Simulation ist  $adiff=5$  konstant. Wird in der Simulation die Fehlerkomponente  $e$  aktiviert, so wird der Wert  $Sx$  aus Tabelle 9 normalverteilt bei 1 Sigma addiert bzw. subtrahiert.

$$idd = \frac{\pi}{40000} \cdot (d_n^2 - d_{n-5}^2)$$

$$\ln(idd) = p_0 + p_1 \cdot \ln(km) + p_2 \cdot \ln(alter) + p_3 \cdot C66 + p_4 \cdot C66c + p_5 \cdot \ln(adiff) + e$$

Tabelle 9: Koeffizienten des Grundflächenzuwachses

Baumart	P0	P1 lnkm	P2 lnAlt	P3 C66	P4 C66c	P5 Adiff	R <sup>2</sup>	Sx	n
Eiche	-6.5350	1.3260	-0.8437	-0.9373	0.1239	-0.1263	0.60	0.617	17606
Roteiche	-6.7960	1.4050	-0.8437	-1.0990	0.8281	-0.2111	0.82	0.569	6401
Buche	-7.393	1.375	-0.791	-0.793	0.809	0.0	0.67	0.762	28998
Hainbuche	-8.7786	1.1773	-0.3176	-0.5691	2.3263	-0.7319	0.35	0.887	1145
Esche	-6.1407	1.1068	-0.5533	-1.2802	2.1916	-0.5044	0.50	0.685	387
Ahorn	-5.9842	1.3801	-0.7104	-0.7518	0.0	-1.0577	0.63	0.563	173
Elsbeere	-5.755	1.073	-0.882	-0.727	0.0	0.0	0.61	1.32	48
Birke	-4.345	0.915	-1.107	-1.151	0.0				
Fichte	-6.2018	1.2984	-0.9366	-1.2835	0.2962	0.2926	0.56	0.638	26256
Ktanne	-1.9337	1.0273	-1.0335	-1.5453	-1.1735	-1.3228	0.73	0.617	1928
Douglasie	-7.9766	1.5135	-1.0009	-0.4481	0.5099	0.3038	0.51	0.725	8088
Kiefer	-5.0479	0.9508	-0.7835	-0.7639	0.7113	-0.1891	0.31	0.649	6866
ELärche	-7.1927	0.8621	-0.5193	-0.7122	0.3619	0.7316	0.60	0.629	11482
JLärche	-8.1122	1.3016	-0.6979	-0.5081	0.4766	0.3520	0.53	0.570	23494

### Kronenansatzveränderung

Java Klasse: *treegross.base.Crownbase*

Nach dem in der Simulation der Höhen- und Durchmesserzuwachs geschätzt sind, wird der Kronenansatz (cb) über die statische Kronenansatzfunktion neu bestimmt. Dazu ist es allerdings zuvor notwendig, die neue baumartenspezifische Bestandesoberhöhe zu berechnen. Bei der Neubestimmung des Kronenansatzes gilt allerdings die Forderung, dass der Kronenansatz nicht kleiner wird. Für den Fall, dass die Funktion einen kleineren Wert liefert, wird der alte Wert beibehalten. Für die Baumarten werden die Koeffizienten der Tabelle 10 verwendet.

$$cb = h \cdot \left( 1 - e^{-abs\left(p_0 + p_1 \frac{h}{d} + p_2 \cdot d + p_3 \cdot \ln(H100)\right)} \right)$$

Tabelle 10: Koeffizienten der Kronenansatzfunktion

Baumart	P0	P1	P2	P3	R <sup>2</sup>	Sx	n
Eiche	-0.5268	0.2287	-0.00453	0.4712	0.87	1.9724	12776
Roteiche	0.3652	0.3556	-0.00558	0.1373	0.73		2280
Buche	0.25704	0.11819	-0.0020625	0.13831	0.61	3.2518	23812
Hainbuche	-0.8466	0.1534	-0.01084	0.6002	0.69		639
Esche	-0.3708	0.4211	-0.0030	0.3242	0.87		601
Ahorn	-0.3191	0.0475	-0.0057	0.4066	0.84		191
WLinde	0.80200	0.17610					
Birke	-0.3298	0.2577	-0.003778	0.6697	0.90		565
Kirsche	0.83980	0.18180					
Tulpenbaum	0.77070	0.40020					
Elsbeere	0.629	0.197			0.58		388
Hickory	0.64170	0.33340					
Birke	-1.3298	0.2577	-0.003877	0.6697			
Roterle	0.50370	0.35560					
Eberesche	0.74928	0.21639					
Fichte	2.0417	-0.3335	0.00906	-0.9004	0.93	1.8170	19060
Sitka	0.76450	0.2550					
Tanne	0.64690	0.50410					
Küstentanne	-3.365	0.0541	-0.01411	1.4014	0.82		1122
Douglasie	-1.8796	0.34056	-0.00610	0.8262	0.92		7404
Kiefer	1.2085	-0.2392	0.00742	-0.7897	0.97	1.1829	7407
Schw.Kiefer	0.9100	0.26110					
Strobe	0.54340	0.54510					
Lärche	0.8225	-0.4688	-0.00317	-0.4282	0.86	1.92	3627
J.Lärche	-1.041	0.4789	-0.00914	0.6266	0.83		10652

## Schätzfunktion der Kronenbreite

Java Klasse: *treegross.base.Crownwidth*

Nach dem in der Simulation der Höhen- und Durchmesserzuwachs geschätzt sind, wird die Kronenbreite (cw) neu aus dem Durchmesser bestimmt. Für die Baumarten werden die Koeffizienten der Tabelle 11 verwendet.

$$cw = \left( p_0 + p_1 \cdot d_{13} \right) \cdot \left( 1 - e^{-\left( \frac{d_{13}}{p_3} \right)^{p_4}} \right)$$

Tabelle 11: Koeffizienten der Kronenbreitenfunktion

Baumart	p0	p1	p3	p4	R <sup>2</sup>	Sx	n
Eiche	2.6618	0.1152	8.3381	1.4083	.84348	1.15	1225
Buche	2.0837	0.1500	5.7292	1.3341	.8084	1.276	8497
Hainbuche	3.002	0.1851	0.000001	1.0	0.59	1.67	75
Esche	17.372	-0.0646	45.371	1.238	0.92		398
Ahorn	2.7916	0.1340	2.7198	0.4197	0.81		191
Kirsche	1.38870	0.18100	0.000001	1.0			
Elsbeere	2.227	0.121	5.332	2.261	0.645		300
Birke	0.3234	0.2060	0.000001	1.0			
Vogelbeere	1.792	0.1154	5.3637	0.867	.817		
Fichte	1.2644	0.1072	0.000001	1.0	.7953	0.7694	959
Küstentanne	7.1764	-0.0149	23.2663	1.390	0.53		335
Douglasie	2.919	0.0939	10.0161	1.362	.7899	0.8593	2126
Kiefer	1.2783	0.11388	8.705220	1.33944	.8261	0.6789	636
Europäische Lärche	3.6962	0.0762	21.8046	1.530	.6550	1.0160	1201
Japan Lärche	2.3805	0.1073	0.000001	1.0			

## Modellgrenzen

Das Wachstumsmodell wurde mit dem vorhandenen Datenmaterial der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt parametrisiert. Dieses Datenmaterial ist sehr heterogen, d.h. Durchmesser, Höhe, Kronenbreite und Kronenansatz wurden an Einzelbäumen mit unterschiedlicher Intensität gemessen. Die Modellgleichungen bauen daher auf unterschiedlichen Datensätzen auf.

Die Koeffizienten der Gleichungen wurden mit multipler linearer Regression und nicht linearer Regression für das Datenmaterial geschätzt. Die angegebenen Fehlerrahmen gelten daher nur für die Bereiche, die bei der Parametrisierung mit Daten abgedeckt waren. Sie sind jedoch nicht ohne weiteres extrapolierbar. Die Ergebnisse von Simulationsläufen mit z.B. sehr geringer oder sehr hoher Grundflächenhaltung sollten daher mit Vorsicht betrachtet werden.

Die Herleitung des maximalen Kronenschlußgrades darf nur als Modellgrenze verstanden werden, die verhindert, dass die Bestandesdichte bei der Zuwachssimulation unendlich anwächst. Das verwendete Kronenmodell ist für alle Baumarten und Baumklassen einheitlich und kann die unterschiedliche Ausprägung der Kronen nicht behandlungsabhängig nachbilden.

Die Simulation läuft unter "idealen Bedingungen" ab, d.h. im Modell werden keine Schadereignisse wie z.B. Windwurf, extreme Naßschneelagen oder Insektenbefall berücksichtigt.

Der Benutzer sollte sich dieser Modellgrenzen bewusst sein. Er darf dem Modell nicht blind vertrauen, sondern sollte die Ergebnisse immer kritisch hinterfragen. Wird das Modell in dieser Form eingesetzt, so kann es einen Beitrag zur Entscheidungsfindung leisten.

## Mortalität

*Java Klassen: treegross.base.Mortality, treegross.base.Competition*

In der Simulation werden zwei Mortalitätsursachen geprüft. Die erste ist eine altersbedingte Mortalität und die zweite ist die konkurrenzbedingte Mortalität.

## Altersbedingte Mortalität

Bei der altersbedingten Mortalität handelt es sich für jede Baumart um eine gutachterliche Einschätzung des Zeitpunktes, ab dem mit einer altersbedingten Mortalität zu rechnen ist. Bäume die das für die Baumarten angegebene Alter (s. Datei *speciest.txt*) überschritten haben, sterben mit einer Wahrscheinlichkeit von 10%. Im Algorithmus wird eine Zufallszahl zwischen 0 und 1 gezogen. Der Baum stirbt, wenn diese Zufallszahl kleiner oder gleich 0.1 ist.

## Dichtebedingte Mortalität

Aus der Datenbank der Versuchsflächenaufnahmen wurden die maximalen Werte für den Kronenkonkurrenzindex C66 gefiltert. Der C66 läßt sich auch als Kronenschlussgrad in einer bestimmten Höhe beschreiben. In der Tabelle 12 sind die Werte angegeben, die 90%, 95% und 99% der Bäume der betreffenden Art unterschreiten. In der Datei *species.txt* sind die Werte für 95% als kritischer Kronenschlussgrad voreingestellt.

Der Algorithmus der dichte bedingten Mortalität ist nun so aufgebaut, dass so lange jeweils der Baum, dessen lageabhängiger Kronenkonkurrenzindex (*c66xy*) den vorgegeben kritischen Kronenschlussgrad am meisten überschreitet, stirbt, bis kein Baum mehr den kritischen Kronenschlussgrad überschreitet. Der *c66xy* wird nach jedem abgestorbenen Baum neu berechnet.

Tabelle 12: Werte des kritischen Kronenschlußgrades

Baumart	90%	95%	99%	n
Eiche	1.40	1.55	1.85	64635
Roteiche	1.75	1.88	2.24	49568
Buche	1.78	2.06	2.40	135487
Hainbuche	1.98	2.05	2.11	6020
Esche	1.15	1.24	1.41	685
Ahorn	1.34	1.98	2.27	548
Fichte	1.23	1.39	1.65	166758
Kiefer	1.33	1.41	1.50	9965
Douglasie	1.49	1.61	2.08	35089
Kiefer	0.85	0.90	0.96	32700
ELärche	0.54	0.58	0.75	62093
JLärche	2.28	2.50	2.74	96375

## Einwuchsmodell

Java Klasse: *treegross.base.Ingrowth2*

Die Bestandesfläche wird mit einem Raster mit 500 m<sup>2</sup> großen quadratischen Rasterflächen überzogen. Zunächst wird für jede Rasterfläche geschätzt, ob eine Wahrscheinlichkeit (*pE*) besteht, dass Einwuchs vorkommt. Die Wahrscheinlichkeit wird in Abhängigkeit von der führenden Hauptbaumart und der *c66*-Klasse (*c66kl*) – dem Lichtangebot - geschätzt. Für die Berechnung von *c66kl* wird die Kronenschirmfläche aller Bäume, die die Rasterfläche bedecken, berücksichtigt. Die Klassenbreite der *c66kl*-Werte beträgt 0.2 und der höchste Klassenwert 2.5.

$$pE = p0 \cdot c66kl^{p1}$$

Tabelle 13: Koeffizienten für Wahrscheinlichkeit von Einwuchs nach führender Baumart

Führende Baumart	p0	p1
Eiche	0.237	-0.6551
Buche	0.2551	-0.5288
ALH/ALN	0.2446	-0.4435
Fichte	0.1659	-0.6086
Douglasie	0.1800	-0.8022
Kiefer	0.2946	-0.2795
Lärche	0.2829	-0.7482

Ist eine gezogene Zufallszahl zwischen 0 und 1 größer als pE, so die Anzahl der Einwachser geschätzt. Im anderen Fall wird die Einwuchsroutine für die Rasterfläche abgebrochen (Tabelle 13).

Anzahl der einwachsenden Bäume nE (BHD  $\geq$  7cm) wird für jede 500m<sup>2</sup> große Rasterfläche in Abhängigkeit vom Lichtangebot berechnet. Das Lichtangebot wird durch die C66-Klasse ausgedrückt. Im Programm wird nE in eine ganze Zahl (Integer) konvertiert. Die Funktion gibt damit ganze Bäume zurück (Tabelle 14).

$$nE = e^{p0 + p1 \cdot c66kl}$$

Tabelle 14: Koeffizienten zur Bestimmung der Anzahl der einwachsenden Bäume in Abhängigkeit der führenden Baumart

Führende Baumart	p0	p1
Eiche	3.2874	-1.1275
Buche	3.14664	-0.94789
ALH/ALN	2.80772	-0.87383
Fichte	2.7331	-0.7096
Douglasie	2.7331	-0.7096
Kiefer	2.9338	-1.1701
Lärche	2.5012	-0.4793

Im nächsten Schritt werden nun nE-Bäume für die 500m<sup>2</sup> große Rasterfläche erzeugt. Dabei wird für jeden Baum die Baumart, das Alter und die Starthöhe in Abhängigkeit der führenden Baumart und des c66kl zufällig festgelegt. Die folgenden Tabellen sind dabei, wie an einem 2 Beispielen erläutert wird, zu nutzen:

- 1) Es soll ein Baum auf einer Rasterfläche einwachsen. Die führende Baumart ist Fichte und der C66-Klassenwert beträgt c66kl=0.5. Es wird eine Zufallszahl zwischen 0 und 1 gezogen, ihr Wert sei 0.45. In der Tabelle „Führende Baumart Fichte Teil 1“ sucht man nun die Spalte c66kl=0.5 und liest nach rechts die p-Werte bis 0.45 überschritten wird. Dies ist in der Tabelle „Teil 1“ nicht der Fall, daher geht man in die Tabelle „Führende Baumart Fichte Teil 2“ und liest weiter. Der erste Wert der Spalte Art=511 überschreitet den Wert der Zufallszahl. Somit ist die Baumart 511=Fichte für den Einwachser festgelegt. Das Startalter von 20 Jahren steht unter dem p-Wert. Die Starthöhe von 6.7m wird unterhalb der Baumart abgelesen. Sie ist vom c66kl unabhängig. Der Einwachser bekommt einen Durchmesser von 7.0 cm.
- 2) Es soll ein weiterer Baum auf der Rasterfläche (führende Baumart = Fichte, c66kl=0.5)

einwachsen. Es wird eine neue Zufallszahl gezogen, ihr Wert sei diesmal 0.1. In der Tabelle „Führende Baumart Fichte Teil 1“ sucht man nun wieder die Spalte c66kl=0.5 und liest nach rechts die p-Werte bis 0.1 überschritten wird. Der Wert 0.134 der Spalte Art=211 überschreitet den Wert der Zufallszahl. Somit ist die Baumart 211=Buche für den Einwachser festgelegt. Das Startalter beträgt 29 Jahre steht und die Starthöhe von 8.0 m. Die einwachsende Buche bekommt einen Durchmesser von 7.0 cm.

Die Tabellen sind in der Einwachsroutine hinterlegt.

### Führende Baumart Eiche

c66kl	Art	111	112	211	221	321	342	411	411	431	451	511	711	731	811
	Höhe	7.0	7.2	7.4	4.6	6.8	6.0	7.2	4.5	5.0	6.4	5.6	6.5	3.1	8.7
0.1	p	0.254	0.724	0.752	0.752	0.752	0.752	0.921	0.970	0.970	0.985	1.00	1.0	1.0	1.0
	Alter	18	11	22	22	22	22	10	10	10	10	20	20	20	20
0.3	p	0.203	0.811	0.849	0.862	0.862	0.862	0.875	0.875	0.888	0.901	0.964	0.989	1.000	1.000
	Alter	18	23	25	14	14	14	23	23	15	19	24	22	25	25
0.5	p	0.177	0.673	0.786	0.821	0.821	0.821	0.835	0.870	0.870	0.898	0.990	0.997	0.997	0.997
	Alter	19	20	23	10	10	10	20	23	23	14	19	26	26	26
0.7	p	0.169	0.662	0.859	0.887	0.887	0.887	0.901	0.901	0.901	0.915	0.985	0.985	0.985	0.999
	Alter	20	22	21	16	16	16	15	15	15	24	25	25	25	15
0.9	p	0.043	0.532	0.766	0.787	0.787	0.787	0.808	0.808	0.808	0.851	1.000	1.000	1.000	1.000
	Alter	22	22	38	25	25	25	19	19	19	22	17	17	17	17
1.1	p	0.217	0.608	0.847	0.890	0.890	0.933	0.933	0.933	0.933	0.955	0.998	0.998	0.998	0.998
	Alter	18	20	31	23	23	18	18	18	18	20	21	21	21	21
1.3	p	0.000	0.333	0.666	0.666	0.666	0.777	0.777	0.777	0.777	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
	Alter	0	22	33	23	23	18	18	18	18	28	28	28	28	28
1.5+>	p	0.000	0.250	0.625	0.750	0.875	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Alter	0	21	20	23	15	21	21	21	21	21	21	21	21	21

### Führende Baumart Buche (Teil 1)

c66kl	Art	111	112	211	221	311	321	331	342	365
	Höhe	7.4	7.8	7.3	5.5	15.3	9.3	9.2	8.1	8.3
0.1	p	0.007	0.007	0.918	0.918	0.918	0.918	0.918	0.918	0.918
	Alter	24	24	18	18	18	18	18	18	18
0.3	p	0.008	0.008	0.942	0.942	0.942	0.942	0.942	0.942	0.942
	Alter	22	22	20	20	20	20	20	20	20
0.5	p	0.000	0.008	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.923
	Alter	0	20	22	22	22	22	22	22	19
0.7	p	0.030	0.060	0.872	0.872	0.872	0.885	0.889	0.893	0.893
	Alter	25	26	30	30	30	16	17	18	18
0.9	p	0.046	0.059	0.934	0.954	0.954	0.954	0.954	0.954	0.954
	Alter	26	21	30	16	16	16	16	16	16
1.1	p	0.008	0.008	0.969	0.969	0.969	0.969	0.969	0.969	0.969
	Alter	30	30	33	33	33	33	33	33	33
1.3	p	0.000	0.000	0.961	0.961	0.969	0.969	0.969	0.977	0.977
	Alter	0	0	33	33	37	37	37	24	24
1.5 + >	p	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	Alter	0	0	42	42	42	42	42	42	42

### Führende Baumart Buche (Teil 2)

c66kl	Art	411	441	451	452	511	513	521	611	711	811
	Höhe	7.0	7.6	6.6	3.2	6.2	6.9	4.5	6.6	6.0	7.1
0.1	p	0.940	0.944	0.944	0.944	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	1.000
	Alter	19	19	19	19	17	17	17	17	17	9
0.3	p	0.965	0.965	0.965	0.965	0.988	0.988	0.988	0.992	0.992	1.000
	Alter	20	20	20	20	18	18	18	10	10	28
0.5	p	0.935	0.935	0.951	0.951	0.991	0.995	0.995	0.995	0.995	1.000
	Alter	39	39	18	18	22	35	35	35	35	23
0.7	p	0.906	0.906	0.906	0.906	0.974	0.974	0.974	0.983	0.992	1.000
	Alter	16	16	16	16	17	17	17	9	17	7
0.9	p	0.954	0.954	0.954	0.954	0.980	0.980	1.000	1.000	1.000	1.000
	Alter	16	16	16	16	22	22	12	12	12	12
1.1	p	0.969	0.969	0.977	0.977	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Alter	33	33	34	34	32	32	32	32	32	32
1.3	p	0.977	0.977	0.985	0.985	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	Alter	24	24	37	37	126	126	126	126	126	126
1.5 + >	p	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Alter	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42

*Führende Baumarten Alh oder Aln (Teil 1)*

c66kl	Art	111	112	211	221	311	321	342	354	411	412	421
	Höhe	7.6	8.1	7.3	3.7	9.3	8.1	8.9	7.3	7.8	8.7	18.6
0.1	p	0.000	0.051	0.229	0.229	0.229	0.263	0.263	0.271	0.618	0.643	0.685
	Alter	0	16	20	20	20	12	12	10	15	33	14
0.3	p	0.116	0.195	0.256	0.262	0.268	0.268	0.268	0.268	0.628	0.701	0.738
	Alter	15	17	20	11	28	28	28	28	17	14	12
0.5	p	0.016	0.016	0.154	0.154	0.154	0.178	0.194	0.194	0.560	0.576	0.592
	Alter	20	20	21	21	21	18	28	28	17	23	28
0.7	p	0.021	0.032	0.117	0.117	0.213	0.266	0.266	0.266	0.745	0.745	0.766
	Alter	40	20	22	22	17	17	17	17	20	20	16
0.9	p	0.000	0.028	0.334	0.334	0.334	0.445	0.445	0.445	0.528	0.528	0.556
	Alter	0	13	21	21	21	32	32	32	33	33	23
1.1	p	0.107	0.107	0.357	0.357	0.393	0.429	0.429	0.429	0.608	0.608	0.679
	Alter	25	25	35	35	52	34	34	34	25	25	18
1.3 + >	p	0.053	0.053	0.421	0.421	0.421	0.474	0.474	0.474	0.579	0.579	0.579
	Alter	25	25	37	37	37	23	23	23	18	18	18

*Führende Baumart Buche(Teil 2)*

c66kl	Art	430	431	441	451	452	511	513	611	711	811
	Höhe	4.4	9.8	7.5	6.5	5.7	6.3	9.8	7.2	7.5	9.8
0.1	p	0.685	0.685	0.710	0.752	0.752	0.769	0.769	0.769	0.989	0.997
	Alter	14	14	10	11	11	21	21	21	12	17
0.3	p	0.744	0.750	0.768	0.835	0.835	0.939	0.939	0.939	1.000	1.000
	Alter	10	11	9	13	13	14	14	14	16	16
0.5	p	0.592	0.592	0.600	0.706	0.706	0.885	0.893	0.893	0.991	0.999
	Alter	28	28	18	16	16	22	28	28	16	15
0.7	p	0.766	0.766	0.766	0.830	0.830	0.936	0.936	0.957	1.000	1.000
	Alter	16	16	16	19	19	20	20	17	20	20
0.9	p	0.556	0.556	0.556	0.723	0.723	0.890	0.890	0.946	1.000	1.000
	Alter	23	23	23	13	13	22	22	19	33	33
1.1	p	0.679	0.679	0.679	0.715	0.751	0.965	0.965	0.965	1.000	1.000
	Alter	18	18	18	20	15	20	20	20	26	26
1.3 + >	p	0.579	0.579	0.579	0.737	0.737	0.948	0.948	0.948	0.948	1.001
	Alter	18	18	18	22	22	15	15	15	15	15

*Führende Baumart Fichte (Teil 1)*

c66kl	Art	112	113	211	321	411	412	421	441	451
	Höhe	6.9	8.4	8.0	6.2	7.7	6.8	7.6	7.2	7.6
0.1	p	0.000	0.000	0.065	0.065	0.102	0.102	0.102	0.107	0.107
	Alter	0	0	20	20	14	14	14	19	19
0.3	p	0.031	0.031	0.080	0.080	0.127	0.127	0.132	0.135	0.148
	Alter	22	22	27	27	18	18	12	10	18
0.5	p	0.016	0.020	0.134	0.134	0.250	0.259	0.259	0.259	0.270
	Alter	22	15	27	27	18	20	20	20	17
0.7	p	0.003	0.003	0.152	0.169	0.218	0.218	0.218	0.218	0.256
	Alter	11	11	29	14	22	22	22	22	22
0.9	p	0.000	0.000	0.101	0.101	0.163	0.163	0.163	0.163	0.192
	Alter	0	0	46	46	21	21	21	21	23
1.1	p	0.000	0.000	0.254	0.254	0.282	0.296	0.296	0.296	0.352
	Alter	0	0	43	43	18	18	18	18	22
1.3	p	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Alter	0	0	34	34	34	34	34	34	34
1.5	p	0.0	0.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Alter	0	0	66	66	66	66	66	66	66

*Führende Baumart Fichte (Teil 2)*

c66kl	Art	511	512	525	551	611	711	811	812
	Höhe	6.7	5.6	4.2	7.4	5.9	7.9	7.9	10.5
0.1	p	0.986	0.986	0.986	0.986	0.986	1.000	1.000	1.000
	Alter	15	15	15	15	15	15	15	15
0.3	p	0.964	0.967	0.967	0.967	0.972	0.995	1.000	1.000
	Alter	18	29	29	29	11	19	16	16



0.5	p	0.964	0.964	0.964	0.966	0.982	0.995	0.997	1.000
	Alter	20	20	20	5	15	17	15	10
0.7	p	0.950	0.950	0.953	0.953	0.960	0.995	0.998	1.000
	Alter	25	25	15	15	21	22	22	22
0.9	p	0.966	0.966	0.966	0.966	0.980	0.999	0.999	1.000
	Alter	26	26	26	26	29	29	29	29
1.1	p	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Alter	24	24	24	24	24	24	24	24
1.3	p	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Alter	27	27	27	27	27	27	27	27
1.5 + >	p	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Alter	31	31	31	31	31	31	31	31

*Führende Baumart Douglasie*

c66kl	Art	111	112	211	411	511	611	711
	Höhe	9.5	6.6	7.4	7.4	5.5	7.2	8.7
0.1	p	0	0	0	0	0	1	1
	Alter	0	0	0	0	0	8	8
0.3	p	0.000	0.000	0.018	0.036	0.179	1.000	1.000
	Alter	0	0	12	9	10	8	8
0.5	p	0.000	0.071	0.071	0.071	0.214	0.928	0.999
	Alter	0	18	18	18	20	11	15
0.7	p	0.048	0.048	0.096	0.191	0.381	1.000	1.000
	Alter	15	15	30	15	32	16	16
0.9 + >	p	0	0	0	0	0	1	1
	Alter	0	0	0	0	0	18	18

*Führende Baumart Kiefer (Teil 1)*

c66kl	Art	111	112	113	211	311	411	412	421	431	441	451
	Höhe	7.4	7.0	6.7	6.9	7.0	7.4	9.4	6.9	2.2	5.9	6.9
0.1	p	0.139	0.139	0.139	0.139	0.139	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153	0.153
	Alter	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20
0.3	p	0.010	0.074	0.074	0.077	0.080	0.202	0.202	0.202	0.202	0.205	0.205
	Alter	20	21	21	20	35	17	17	17	17	15	15
0.5	p	0.005	0.012	0.015	0.024	0.024	0.135	0.154	0.154	0.154	0.154	0.163
	Alter	17	20	12	13	13	20	13	13	13	13	18
0.7	p	0.002	0.007	0.007	0.042	0.042	0.194	0.203	0.205	0.207	0.207	0.230
	Alter	25	22	22	17	17	18	18	20	20	20	21
0.9	p	0.006	0.006	0.006	0.031	0.031	0.156	0.162	0.168	0.168	0.168	0.180
	Alter	25	25	25	14	14	24	15	15	15	15	25
1.1	p	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
	Alter	25	25	25	25	25	22	22	22	22	22	22
1.3 + >	p	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Alter	0	0	0	0	0	20	20	20	20	20	20

*Führende Baumart Kiefer (Teil 2)*

c66kl	Art	511	513	531	611	711	811	812
	Höhe	6.1	4.9	3.6	6.2	7.8	7.5	4.4
0.1	p	0.167	0.167	0.167	0.167	1.000	1.000	1.000
	Alter	20	20	20	20	14	14	14
0.3	p	0.384	0.384	0.384	0.387	0.995	0.998	0.998
	Alter	21	21	21	11	18	15	15
0.5	p	0.413	0.415	0.417	0.451	0.996	0.999	1.001
	Alter	22	25	25	14	23	12	10
0.7	p	0.580	0.580	0.580	0.594	0.994	0.999	0.999
	Alter	24	24	24	22	23	18	18
0.9	p	0.680	0.680	0.680	0.711	0.999	0.999	0.999
	Alter	23	23	23	20	25	25	25
1.1	p	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00
	Alter	25	25	25	25	29	29	29
1.3 + >	p	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Alter	20	20	20	20	20	20	20

*Führende Baumart Lärche*

c66kl	Art	112	211	321	411	421	422	441	451	511	611	711	811	812
	Höhe	6.7	8.3	6.1	7.6	7.1	6.0	9.6	7.1	6.7	7.2	7.6	7.7	8.3
0.1	p	0.083	0.500	0.500	0.750	0.750	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.916	0.999	0.999

	Alter	11	19	19	12	12	12	12	12	12	12	16	16	16
0.3	p	0.022	0.435	0.435	0.522	0.522	0.522	0.544	0.544	0.587	0.739	0.782	0.999	0.999
	Alter	10	20	20	17	17	17	9	9	30	11	20	19	19
0.5	p	0.014	0.405	0.434	0.535	0.564	0.564	0.564	0.636	0.882	0.896	0.925	0.997	0.997
	Alter	23	27	12	18	12	12	12	16	24	20	8	19	19
0.7	p	0.000	0.852	0.852	0.852	0.852	0.852	0.852	0.868	0.901	0.950	0.966	0.982	0.998
	Alter	0	34	34	34	34	34	34	23	28	12	20	22	27
0.9	p	0.000	0.824	0.824	0.883	0.883	0.883	0.883	0.912	0.971	0.971	0.971	1.000	1.000
	Alter	0	32	32	21	21	21	21	15	20	20	20	10	10
1.1+>	p	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Alter	0	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32

## Volumen und Sortierung

### Formzahl- und Volumenfunktion

Java Klasse: *treegross.base.VolumeByNFV*

FZ	BAUMART	FUNKTION	AUTHOR	JAHR
1	Eiche Derbholz	$fd=0.4786-(1.011176/d)+(2.10428/h)-(203.1997/(d*h*h))$	BERGEL, D.	1974
2	Buche Derbholz	$fd=0.4039+0.0017335*h+1.1267/h-118.188/(d*d*d)+0.0000042*d*d$	BERGEL, D.	1973
3	Fichte Schafth.	$fs=0.5848+3.34262/(h*h)-1.73375/(h*d)-0.26215*\log(d)/\log(10.0)+0.18736*\log(h)/\log(10.0)+11.34436/(d*h*h)$	BERGEL, D.	1973
4	Kiefer Schafth.	$fs=0.35096+0.93964/d+1.5464/h-2.0482/(d*d)-5.7305/(d*h)+17.444/(h*d*d)$	BERGEL, D.	1974
5	Roteiche Derbh.	$fs=0.4237+0.039178/d-4.69154/(d*d)+38.5469/(h*d)-335.8731/(h*d*d)$	BERGEL, D.	1974
7	Douglasie Schaftholz	$fs=0.10798+0.71858/(\log(d*10.0)/\log(10.0))+0.04065*(h/d)$	BERGEL, D.	1971
9	Eur. Lärche Schaftholz	$fs=0.583+4.52132/(h*h)-5.59827/(h*d)-0.2101*\log(d)/\log(10.0)+0.12363*\log(h)/\log(10.0)+21.92938/(d*h*h)$	BERGEL, D.	1974
10	Jap. Lärche Schaftholz	$fs=0.5073+7.41736/(h*h)-7.57701/(h*d)-0.32268*\log(d)/\log(10.0)+0.30583*\log(h)/\log(10.0)+20.75427/(d*h*h)$	BERGEL, D.	1973
12	Douglasie Derbholz	$fd=-200.31914/(h*d*d)+0.8734/d-0.0052*\log(d)*\log(d)+7.3594/(h*d)+0.46155$	BERGEL, D.	1987
13	Fichte Derbholz	$fd=0.04016-27.56211/(d*d)+1.36195/\log(d)+0.057654*h/d$	BERGEL, D.	1987
14	Kiefer Derbholz	$fd=0.40804-318.3342/(h*d*d)+36.90522/(h*d)-4.05292/(d*d)$	BERGEL, D.	1987
15	Europäische Lärche Derbholz	$fd=0.69196+38.64556/(h*d*d)-0.01724*\log(d)*\log(d)-20.77608/(d*d)-0.41727/h$	BERGEL, D.	1987
16	Gr.Küstentanne Derbholz	$vd=\exp(1.64134*\log(d)+0.84522*\log(h-1.3)+0.45253*(1.0-(7.0/d)))-8.45379)$	NAGEL, J.	1988

17	Gr.Küstentanne Schaftholz	$vs = \exp(1.86089 \cdot \log(d) + 0.85685 \cdot \log(h-1.3) - 9.31895)$	NAGEL, J.	1988
18	Lebensbaum Derbholz	$vd = \exp(1.35860 \cdot \log(d) + 1.10900 \cdot \log(h-1.3) + 0.50829 \cdot \log(1.0 - (7.0/d)) - 8.32778)$	NAGEL, J.	1988
19	Lebensbaum Schaftholz	$vs = \exp(1.67590 \cdot \log(d) + 1.05313 \cdot \log(h-1.3) - 9.32861)$	NAGEL, J.	1988
20	Hemlock Derbholz	$vd = \exp(1.78913 \cdot \log(d) + 1.03195 \cdot \log(h-1.3) + 0.29581 \cdot \log(1.0 - (7.0/d)) - 9.41554)$	NAGEL, J.	1988
21	Hemlock Schaftholz	$vs = \exp(1.83933 \cdot \log(d) + 1.07109 \cdot \log(h-1.3) - 9.78039)$	NAGEL, J.	1988
22	Scheinzypresse Derbholz	$vd = \exp(1.69307 \cdot \log(d) + 0.96994 \cdot \log(h-1.3) + 0.39987 \cdot \log(1.0 - (7.0/d)) - 8.82697)$	NAGEL, J.	1988
23	Scheinzypresse Schaftholz	$vs = \exp(1.83305 \cdot \log(d) + 0.96514 \cdot \log(h-1.3) - 9.41531)$	NAGEL, J.	1988
25	Edeltanne Schaftholz	$v = \exp(1.85352 \cdot \log(d) + 1.07417 \cdot \log(h-1.3) - 9.76928)$	SCHÜBELER, D. ET AL.	1990
26	SchwErle	$v = \exp(-10.262754 + 2.155525 \cdot \log(d) + 0.976678 \cdot \log(h) - 0.043148 \cdot \log(d)^2 + 0.010716 \cdot \log(h)^2 \cdot (1.811999 - 7.382763 \cdot (1.0/d) - 0.032335 \cdot d + 0.005276708 \cdot d^2) - 0.00000246995 \cdot d^3)$	LOCKOW	1994
27	Elsbeere	$Vs = -9.794 + 1.983 \cdot \ln(d) + 0.929 \cdot \ln(h)$	KAHLE	2004

fs=Formzahl Schaftholz, fd=Formzahl Derbholz, vs= Volumen Schaftholz

vd= Volumen Derbholz

## Schaftformfunktionen

Java Klasse: *treegross.base.TaperByBrink*

Für die Sortimentierung werden die Schaftformfunktionen von SCHMIDT (2001) verwendet.

Modifizierte Brinkfunktion (Laubholzarten)

Buche:

Koeffizient	Wert	Std. Fehler	t-Wert
$k$	0.6946140	0.00975345	71.2173
$p$	0.0862735	0.00427386	20.1863
$q$	0.1359840	0.00304893	44.6007
Residual Std. Fehler (mm)		0.683244 bei 6331 Freiheitsgraden	

Eiche:

Koeffizient	Wert	Std. Fehler	t-Wert
$k$	0.5698770	0.01181670	48.2263
$p$	0.0450652	0.00354560	12.7102
$q$	0.2452940	0.00724047	33.8782
Residual Std. Fehler (mm)		0.504138 bei 9421 Freiheitsgraden	

Painfunktion (Nadelholzarten)

Fichte:

Koeffizient	Wert	Std. Fehler	t-Wert	Pr(> t )
-------------	------	-------------	--------	----------

$a_0$	-0.223	0.0615	-3.632	0.0003
$a_1$	1.595	0.0138	115.608	0.0000
$a_2$	-3.155	0.0667	-47.307	0.0000
$b_0$	0.512	0.0333	15.386	0.0000
$b_1$	-0.158	0.0075	-21.042	0.0000
$b_2$	-0.502	0.0362	-13.847	0.0000
Residual Std. Fehler (mm)		0.504 bei 9763 Freiheitsgraden		
Multiples Bestimmtheitsmaß		0.997		
F-Statistik		591400 bei 6 und 9763 Freiheitsgraden, $p$ -Wert = 0		

Douglasie:

Koeffizient	Wert	Std. Fehler	t-Wert	Pr(> t )
$a_0$	-0.5828	0.0251	-23.2380	0.0000
$a_1$	1.4423	0.0046	315.5793	0.0000
$a_2$	-2.1807	0.0301	-72.4895	0.0000
$b_0$	0.4369	0.0135	32.2455	0.0000
$b_1$	-0.2008	0.0025	-79.1233	0.0000
$b_2$	-0.2836	0.0167	-17.0032	0.0000
Residual Std. Fehler (mm)		0.5274 bei 28350 Freiheitsgraden		
Multiples Bestimmtheitsmaß		0.9970		
F-Statistik		1575000 bei 6 und 28350 Freiheitsgr., $p$ -Wert = 0		

Kiefer:

Koeffizient	Wert	Std. Fehler	t-Wert	Pr(> t )
$a_0$	-1.7258	0.0194	-88.9947	0.0000
$a_1$	1.3311	0.0072	185.5373	0.0000
$a_2$	-0.7016	0.0350	-20.0722	0.0000
$b_0$ n. signifikant				
$b_1$	-0.2142	0.0035	-60.5993	0.0000
$b_2$	0.1306	0.0188	6.9432	0.0000
Residual Std. Fehler (mm)		0.4822 bei 10723 Freiheitsgraden		
Multiples Bestimmtheitsmaß		0.9976		
F-Statistik		882000 bei 5 und 10723 Freiheitsgraden, $p$ -Wert = 0		

## Datenanforderungen und Möglichkeiten der Datenergänzung

Der Simulator lässt sich theoretisch nur einsetzen, wenn ein kompletter Datensatz für einen Bestandes zur Verfügung steht. Da ein kompletter Datensatz in den wenigsten Fällen vorhanden ist, wurde der Simulator für den praktischen Einsatz mit einigen Datenergänzungsroutinen und einer Routine zur Erzeugung von Durchmesserverteilungen ausgestattet.

### Datenanforderungen

Auf der Bestandesebene sind die notwendigen Angaben:

- Flächengröße
- Jahr der Aufnahme
- Anzahl, Namen und Koordinaten der Eckpunkte (entgegen des Urzeigersinns)

Für jeden Einzelbaum müssen folgende Angaben vorliegen:

- Baumart
- Alter
- BHD
- Höhe
- Kronenansatz
- Kronenbreite
- Koordinaten

## Erzeugung von Durchmesserverteilungen

Java Klasse: *treegross.base.DiameterGen*

Durch die Eingabe von Baumart, Alter, Höhe und Durchmesser des Kreisflächenmittelstammes (Dg), und des maximalen Durchmessers (Dmax) und der gewünschten Grundfläche kann man nach dem Ansatz von NAGEL und BIGING (1995) eine Durchmesserverteilung generieren. Da die Weibull-Funktion für die Bestimmung der Durchmesser nur Werte größer 7cm liefert, wird im Simulator automatisch von der Weibullverteilung auf eine Normalverteilung umgeschaltet, wenn Dg minus die Differenz von Dmax und Dg einen Wert kleiner als 7.0 ergibt. Mit Hilfe von Zufallszahlen werden über die Funktion so lange Durchmesser erzeugt, bis die gewünschte Grundfläche erreicht ist.

$$BHD = b \cdot \left[ \left( \frac{T}{b} \right)^c - \log_e(1 - F_T(x)) \right]^{\frac{1}{c}}$$

Koeffizienten für die Schätzung des Parameters b nach Gleichung (NAGEL und BIGING, 1995)

$$b = p_0 + p_1 \cdot Dg + \varepsilon$$

DV	Baumart	p <sub>0</sub>	p <sub>1</sub>	r <sup>2</sup>	St.Error	n
1	Eiche	-1,937	1,082	0,98	2,20	601
2	Roteiche	0,267	1,031	0,99	0,39	199
3	Buche	-4,282	1,132	0,96	2,43	208
4	Fichte	-2,492	1,104	0,98	1,52	819
5	Douglasie	-0,621	1,060	0,99	0,69	223
6	Kiefer	-0,047	1,047	0,99	0,47	192

Koeffizienten für die Schätzung des Parameters c nach Gleichung (NAGEL und BIGING, 1995)

$$c = p_0 + p_1 \cdot Dg + p_2 \cdot Dmax + \varepsilon$$

DV	Baumart	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	r <sup>2</sup>	St.Error	n
1	Eiche	4,669	0,366	-0,234	0,71	1,14	601
2	Roteiche	6,122	0,374	-0,258	0,60	0,80	199
3	Buche	4,518	0,317	-0,200	0,70	1,27	208
4	Fichte	3,418	0,353	-0,192	0,71	1,02	819
5	Douglasie	4,380	0,236	-0,141	0,58	0,82	223
6	Kiefer	3,640	0,332	-0,180	0,90	0,50	192

## Ergänzung fehlender Höhenwerte

Java Klassen: *treegross.base.HeightCurve*, *treegross.base.UniformHeight*

Der Datensatz wird vom Simulator zuerst auf fehlende Höhenwerte überprüft. Es muß wenigstens eine Höhe gegeben sein.

Sind mehr als 5 Höhen für eine Baumart vorhanden, so wird mit den gemessenen Höhen für die Baumart eine Bestandeshöhenkurve berechnet (SCHMIDT 1968). Welcher Höhenkurventyp dabei bevorzugt wird, ist für die betreffende Baumart in der Datei species.txt voreingestellt. Im Programm sind die folgenden Funktionen integriert.

- (1) Parabel  $h = a_0 + a_1 \cdot d + a_2 \cdot d^2$
- (2) Prodan  $h - 1,3 = \frac{d^2}{a_0 + a_1 \cdot d + a_2 \cdot d^2}$
- (3) Petterson  $h = 1,3 + \left( \frac{d}{a_0 + a_1 \cdot d} \right)^{3,0}$
- (4) Korsun  $h = e^{[a_0 + a_1 \cdot \ln(d) + a_2 \cdot \ln^2(d^2)]}$
- (5) logarithmisch  $h = a_0 + a_1 \cdot \ln(d)$

Sind weniger als 5 Baumhöhen für eine Baumart vorhanden, so wird eine Einheitshöhenkurve verwendet. Für den Einsprung in die Einheitshöhenkurve wird als Dg und Hg der Durchmesser und die Höhe des größten Baumes verwendet.

$$h_i = 1,3 + (Hg - 1,3) \cdot e^{-(a_0 \cdot Dg + a_1) \cdot \left( \frac{1}{d_i} - \frac{1}{Dg} \right)}$$

NR	Art	Baumart	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	r <sup>2</sup>	RMSE	n
1	110	Eiche	0,14657227	3,78686023	0,97	1,60	8968
2	113	Roteiche	0,26932445	4,32123002	0,95	2,03	7577
3	211	Buche	0,20213328	5,64023296	0,94	3,41	11589
4	511	Fichte	0,18290951	5,68789430	0,98	1,80	10678
5	611	Douglasie	0,19965100	4,63277655	0,97	1,98	11188
6	711	Kiefer	0,25963741	1,30645374	0,94	2,30	5367
7	811	E.Lärche	0,12931522	4,44234560	0,97	1,06	12779



8	812	J.Lärche	0,53934489	4,16512685	0,98	1,16	10576
---	-----	----------	------------	------------	------	------	-------

Ist für eine Baumart keine Höhenkurve, so verwendet der Datenergänzungsalgorithmus die Höhenkurve, welche nach dem Baumartencode nächstgelegene Art ist.

## Variation der Baumhöhen um die Höhenkurve

Java Klasse: *treegross.base.HeightVariation*

Damit für die Simulation nicht alle Bäume bei gleichem Durchmesser dieselbe Höhe haben, wenn die Höhe aus einer Höhen- oder Einheitshöhenkurve hergeleitet wurde, werden folgende Gleichungen und Zufallszahlen verwendet, um die Höhenwerte zu variieren (Albert 2000).

Baumart	Modell	$\alpha$	$\beta$
Buche	$STDABW = \alpha + \beta \cdot \ln(BHD\_STD)$	1,1217150	0,2203473
Eiche	$STDABW = \alpha + \beta \cdot \ln(dg)$	-0,1944676	0,3535610
Fichte	$STDABW = \alpha + \beta \cdot \ln(BHD\_STD)$	0,1441427	0,5552640
Douglasie	$STDABW = \alpha + \beta \cdot \ln(BHD\_STD)$	0,2071047	0,5843520
Kiefer	$STDABW = \alpha + \beta \cdot \ln(dg)$	-1,8315300	0,9701583
E. Lärche	$STDABW = \alpha + \beta \cdot \ln(dg)$	-0,6860345	0,5518030
J. Lärche	$STDABW = \alpha + \beta \cdot \ln(dg)$	-0,6810186	0,5237710

## Kronenansatz und Kronenbreite

Fehlende Kronenansatz- und Kronenbreitewerte werden baumartenweise über die Funktion geschätzt, welche unter dem Punkt Wachstums der Einzelbäume beschrieben ist.

## Koordinaten

Java Klasse: *treegross.base.GenerateXY*

Fehlende Koordinaten werden über einen einfachen und schnellen Algorithmus bestimmt. In diesem wird eine relativ gleichmäßige Besetzung der Bestandesfläche mit Baumkronen angestrebt. Koordinaten werden für die Bäume nach ihrer Stärke absteigend sortiert bestimmt, in dem über zwei Zufallszahlen eine zufällige Koordinaten bestimmt wird. Einem Baum wird diese Koordinate zugewiesen, wenn sich seine Krone nicht mit der von anderen Bäumen überschneidet. Im anderen Fall wird eine neue Koordinate gezogen. Wenn nach 25 Versuchen noch keine Koordinate gefunden werden konnte, so wird eine gewisse Überschneidung toleriert und diese Toleranz mit jedem neuen Versuch erhöht bis dem Baum eine Koordinate zugewiesen ist.

## Häufig gestellte Fragen

### Was bedeutet der Name Bwin ?

Der Name BWIN ist ein künstlicher Name. Anfangs stand das B für Bestand und Win für Windows. Die deutlich verbesserte Version wurde dann mit dem Zusatz Pro für Professionell gekennzeichnet.

Der Name hat sich inzwischen etabliert und soll daher beibehalten werden.

### **Worin besteht der Unterschied von BWIN(Pro) und TreeGrOSS ?**

BWIN und BWINPro bezeichnen den Waldwachstumssimulator bis zur Version 6.2. Dieser ist in der Programmiersprache Pascal unter Delphi entwickelt und unterliegt Lizenzbeschränkungen. Um den Verwaltungsaufwand zu verringern, den Nutzern die Möglichkeit zu geben den Code einzusehen und die nationale und internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Waldwachstumsmodellierung zu fördern, wurde das Projekt TreeGrOSS (Tree Growth Open Source Software) gestartet. TreeGrOSS ist in Java programmiert und unter der General Public Licence lizenziert. Das Projekt TreeGrOSS wurde modular aufgebaut, d.h. das Waldwachstumsmodell ist eine eigene Komponente, die z.B. im Programm ForestSimulator, KSP, SimWald und den Auswertungsprogrammen der NFV verwendet wird. Interessierte Nutzer können den Sourcecode von TreeGrOSS aus dem Internet laden und in eigene Applikationen einbauen.

### **Welche Zeiträume kann man guten Gewissens simulieren ?**

Es werden seitens der Entwickler Zeiträume bis zu 30 Jahren empfohlen. Darüber hinaus müssen die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden, d.h. die generellen Trends sollten stimmen, aber die zahlenmäßigen Angaben können schwanken.

### **Warum bekomme ich bei jeder Simulation des gleichen Bestandes abweichende Ergebnisse ?**

In den Simulator sind Zufallseffekte eingebaut. Diese Zufallseffekte sollen sicherstellen, dass wie in der Natur nicht alle Bäume mit derselben Höhe und demselben Durchmesser den gleichen Zuwachs zeigen. Einen Teil der Zufallseffekte, nämlich die für die Wachstumsprognose, können Sie im Fenster Simulationseinstellungen abschalten. Die zufälligen Effekte bei der Generierung fehlender Daten sind nicht abschaltbar. Sie können allerdings einen fertig generierten Bestand speichern und für alternative Simulationen wiederholt aufrufen.

### **Kann ich meinen Baumartenschlüssel verwenden ?**

Ja, Sie können mit dem Speciesmanager oder durch die direkte Veränderung der Datei species.txt den Waldwachstumssimulator an Ihre Bedürfnisse anpassen.

### **Kann ich einzelne Baumarten hinzufügen und verändern ?**

Ja, Sie können mit dem Speciesmanager oder durch die direkte Veränderung der Datei species.txt dem Waldwachstumssimulator Baumarten hinzufügen. Sie müssen einstellen, welche Funktionen am besten für Ihre Baumarten geeignet sind.

### **Meine Bäume wachsen anders, kann ich die Parameter ändern ?**

Ja, sie können die Parameter ändern, allerdings müssen Sie die Änderungen im Sourcecode vornehmen.

### **Kann ich eine eigene regionale Version des Simulators erstellen ?**

Ja, Sie haben zwei Möglichkeiten. 1.) Sie erstellen ein neues PlugIn. Dafür müssen Sie nur die Klassen zur Kronenbreite, zum Kronenansatz, dem Wachstum und der Mortalität überarbeiten. 2.) Sie verändern den ForestSimulator nach Ihren eigenen Wünschen. Im ersten Fall ist gewährleistet, dass Ihre Anpassungen auch in künftige Versionen von TreeGrOSS passen. Im zweiten Fall erstellen Sie eine eigene Version, die von der NW-FVA nicht gewartet werden kann. In diesem Fall müssen Sie unbedingt die Lizenzbedingungen der GPL beachten. So müssen Sie die Änderungen deutlich kenntlich machen, die Rechte für den Originalcode wahren und falls Sie Ihre neue Version veröffentlichen, diese unter GPL der Allgemeinheit zur Verfügung stellen.

### **Wie kann ich dazu beitragen, dass der Simulator besser wird ?**

Die Autoren der einzelnen Komponenten sind jederzeit für konstruktive Anregungen und Beiträge dankbar. Leider kommt es manchmal vor, dass auch sehr gute Vorschläge nicht in das Konzept passen oder eine zeitaufwendige Änderung des gesamten Programmpakets erfordern. Die Entwickler der NFV bitten dafür um Verständnis.

### **Wie kann ich am besten die Daten eigener Versuchsflächen nutzen und damit das Modell parametrisieren ?**

Mit den Projekten Alnus und ElSalto(Mexiko) wurde das Modell für neue Baumarten und eine völlig andere Region parametrisiert. Aus diesen Projekten liegt zahlreiche Software in der NFV zur Strukturierung und Aufbereitung der Daten vor. Für die eigentliche Parametrisierung mit dem Open Source Statistik-Programmpaket R ([www.r-project.org](http://www.r-project.org)) wurden einige Skripte geschrieben, die Sie von der NW-FVA erhalten können.

### **Kann der Oberfläche des Simulators eine neue Sprache hinzugefügt werden ?**

Ja, das ist mit geringem Aufwand möglich. Dazu müssen dem Sourcecode neue Attributdateien hinzugefügt werden. Damit die neue Sprache allen Nutzern zur Verfügung steht, wäre es hilfreich, wenn Sie dies in Zusammenarbeit mit den Entwicklern der NW-FVA realisieren.

## **Literatur:**

- ALBERT, M., 2000: Ein funktionalisierter Höhenenergänzungsalgorithmus für Einzelbaumwachstumsmodelle. Jahrestagung des DVFFA -Sektion Ertragskunde- in Kaiserslautern.
- BAUER 1955: Die Roteiche. J.D.Sauerländer, Frankfurt a.M.
- BERGEL, D. 1985: Douglasienertagstafel für Nordwestdeutschland. Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt.
- BERGEL, D. 1987: Derbholz-Massentafeln III (Nordwestdeutschland). Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt.
- BÖCKMANN, T. 1990: Wachstum und Ertrag der Winterlinde (*Tilia cordata* Mill) in Nordwestdeutschland. Dissertation Univ. Göttingen
- Duda, H. (2006): Vergleich forstlicher Managementstrategien. Dissertation Universität Göttingen, S. 180 ( <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2006/duda/> )
- KRAMER, H.; AKÇA, A. 1982: Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M.
- Lockow, K.W. (1994): Aufstellung einer neuen Ertragstafel für im Hochwaldbetrieb bewirtschaftete Roterlenbestände (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.). Abschlußbericht Forstliche Forschungsanstalt Eberswalde e.V.
- NAGEL, J. 1985: Wachstumsmodell für Bergahorn in Schleswig-Holstein. Dissertation Univ. Göttingen
- NAGEL, J.; BIGING, G.S. 1995: Schätzung der Parameter der Weibullfunktion zur Generierung von Durchmesserverteilungen. Allg. Forst- u. J. Ztg. 166 (9/10): 185-189
- 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
- Nagel, J. (2002): Das Open Source Entwicklungsmodell - eine Chance für Waldwachstumssimulatoren. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten - Sektion Ertragskunde, Jahrestagung Schwarzburg 13-15. Mai 2002, S. 1-6
- Nagel, J.; Albert, M.; Schmidt, M. (2002): Das waldbauliche Prognose- und Entscheidungsmodell BWINPro 6.1. Forst u. Holz 57, (15/16) 486-493

- Nagel, J. (2005): Softwarekomponenten unter Java. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten - Sektion Forstliche Biometrie und Informatik, 16. Tagung Freising 4.-5. Oktober 2004, 33-37.
- Nagel, J. (2005): [TreeGrOSS](#) eine Java basierte Softwarekomponente zur Waldwachstumsmodellierung für Forschung, Lehre und Praxis. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten - Sektion Forstliche Biometrie und Informatik, 15. Tagung Freiburg 9.-10. Oktober 2003, 33-37.
- Nagel, J. (2004): Nutzungsplanung in Rein- und Mischbeständen. Allg.Forst- u. J.Ztg., 175.Jg., (7/8) 150-156.
- Nagel, J. (2004): Einsatz des Waldwachstumssimulators BWINPro in der Forsteinrichtung. Eds. Hanewinkel, M.; Teuffel v., K. : Waldwachstumsmodelle für Prognosen in der Forsteinrichtung. Freiburger Forstliche Forschung Berichte Heft 50 85-94
- Nagel, J.; Duda, H.; Hansen, J. (2006): Forest Simulator BWINPro7. Forst und Holz 61, Heft 10, S.427-429
- Röös, M. 1990: Zum Wachstum der Vogelkirsche (*Prunus avium* L.) in Nordrhein-Westfalen und angrenzenden Gebieten. Dissertation Univ. Göttingen
- SCHMIDT, A. 1968: Der rechnerische Ausgleich der Bestandeshöhenkurven. Forstwissenschaftl. Centralblatt, 370-382
- SCHMIDT, M. 2001: Prognosemodelle für ausgewählte Holzqualitätsmerkmale wichtiger Baumarten. Dissertation Univ. Göttingen. S.302 (<http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2002/schmidt/index.html>)
- SCHMIDT, M.; BÖCKMANN, TH.; NAGEL, J. (2006): The Use of Tree Models for Silvicultural Decision Making. In Hasenauer, H. (Ed.) Sustainable Forest Management, Growth Models For Europe, Springer, Berlin, Heidelberg. 237-261. ,ISBN-10 3-540-26098-6
- SCHMIDT, M.; NAGEL, J.; SKOVSGAARD, J.-P. (2006): Evaluating Individual Tree Models. In Hasenauer, H. (Ed.) Sustainable Forest Management, Growth Models For Europe, Springer, Berlin, Heidelberg. 151-163. ,ISBN-10 3-540-26098-6
- SCHOBER, R. 1949: Die Lärche. Schaper, Hannover
- SCHOBER, R. 1962 Die Sitka-Fichte. J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt a.M.
- SCHOBER, R. 1971: Die Rotbuche. J.D.Sauerländer Frankfurt a.M.
- VARGAS, B. (2006): Analyse und Prognose des Einzelbaumwachstums in strukturreichen Mischbeständen in Durango, Mexiko. Dissertation Universität Göttingen, Cuvillier Verlag Göttingen, S. 149.
- VOLQUARDTS, G. 1958: Die Esche in Schleswig-Holstein. Dissertation Univ. Göttingen
- 
- Wensel, L., Meerschaert, W.; Biging, G.S. 1987: Tree Height and Diameter Growth Models for Northern California Conifers. Hilgardia, University of California, Volume 55, No. 8
- WESTPHAL, B. 1998: Beschreibung und Modellierung des Wachstums von Japan-Lärchen (*Larix kaempferi*) im Reinbestand. Dissertation Universität Göttingen.
- WIEDEMANN, E.1942: Eine Korrektur an der Fichtenertragstafel von 1936. Mitt. aus Forstwirt. u. Forstwiss. 287-294
- WIEDEMANN, E.1948: Die Kiefer. Schaper Hannover