

# Volumenbestimmung in Plenterwäldern

Von Milič Čurovič, Thomas Knoke, Ana Belen Casado Rebollo und Velibor Spalevič

Das Wachstum von Plenterwaldbäumen ist oftmals gekennzeichnet durch eine langjährige Unterdrückung, auf die dann ein Stadium selbstständigen Wachstums ohne Kronenkontakt zu Nachbarbäumen [z.B. 19] folgt. Die Baumform unterscheidet sich offensichtlich selbst bei identischen Durchmesser- und Höhenwerten von Bäumen des schlagweisen Hochwaldes. Solche Unterschiede können zu Fehlern bei der Berechnung des Vorrates führen, wenn Hilfsmittel herangezogen werden, die für Schlagweisen Hochwald entwickelt worden sind.

Im Folgenden wird deshalb die Entwicklung der Grundgrößen für die Volumenberechnung, Baumhöhe, Baumdurchmesser und Formzahl für einige ausgewählte Probestämme von Versuchsflächen in Montenegro dargestellt. Anhand einer in Deutschland durchgeführten Studie [2] wird dann beispielhaft ein Verfahren vorgestellt, mit dem das Volumen von Plenterwaldbäumen zutreffend berechnet werden kann.

## Untersuchungsgebiete und Daten

### Montenegro

In Montenegro wurde im Rahmen einer Magisterarbeit (ČUROVIČ, in Vorbereitung) das Wachstum von vorherrschenden Fichten und Tannen auf acht Plenterwald-Ver-

suchsflächen analysiert (vier im südöstlichen und vier im nordwestlichen Bereich des Ljubisnja-Gebirges). Vorherrschende Fichten waren nur auf sechs Flächen vertreten, Tannen kamen dagegen auf allen Flächen vor. Die Böden des südöstlichen Bereiches des Ljubisnja-Gebirges sind überwiegend Sandböden. Auf den nordwestlichen Versuchparzellen herrschen etwas schwerere Böden vor. TIMOTIJEVIČ UND FUSTIČ [26] bezeichnen die Böden als „Calcocambisol on limestones“ (Kalkbraunerde auf Kalkstein) bzw. „Eutric cambisols on basic eruptives“ (Nährstoffreiche Braunerde auf Ergussgestein).

An der Forstfakultät der Universität von Belgrad hat es sich bewährt, zur Charakterisierung des Wachstums der dominierenden Stämme Untersuchungen am Grundflächenmittelstamm der 100 stärksten Stämme je ha durchzuführen (Oberhöhenstamm).

Der Durchmesser des Oberhöhenstammes wurde näherungsweise bestimmt: Aus der Kluppliste aller erfassten Stämme wurde der Stamm ausgewählt, der die 30 % der stärksten Stämme von den übrigen 70 % trennt.

Insgesamt wurden sechs Fichten und acht Tannen mit einem Bhd im Bereich des Oberhöhenstammes gefällt und einer Stammanalyse unterzogen. Dazu wurden Stammscheiben in verschiedenen Höhen

gewonnen (in 0,3; 1,3; 5,3; 9,3 m Höhe und von da an alle 2 m bis zum Wipfel) und analysiert.

Die Daten wurden dankenswerterweise am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der TU München mit einem Auswertungsprogramm für Stammanalysen bearbeitet und dann am Lehrstuhl für Waldbau der TU München ausgewertet.

### Bayern

Arbeiten von ROIKO-JOKELA [16], SABOROWSKI [17] und KUBLIN et al. [10] haben ergeben, dass das Volumen wesentlich genauer bestimmt werden kann, wenn neben dem Bhd (Durchmesser in 1,3 m Höhe) noch ein weiterer, höher gelegener Baumdurchmesser erhoben wird. Ausgehend von diesen Studien führte CASADO REBOLLO [2] im Rahmen ihrer Diplomarbeit eine Untersuchung im Kreuzberger Gemeindefeld (Innerer Bayerischer Wald) durch, um zu prüfen, ob die Bestimmung des Volumens von Plenterwaldbäumen verbessert werden kann mithilfe von lokal gültigen Funktionen, die eine Prognose des Stammdurchmessers in 7 m Stammhöhe erlauben. Zur Volumenbestimmung wurde das für die Bundeswaldinventur entwickelte Voluminierungs- und Sortierungsprogramm BDAT [9] eingesetzt, welches die Einsteuerung eines oberen Durchmessers erlaubt. Zur Herleitung der Schätzfunktionen wurden 110 Fichten und 109 Tannen vermessen. Es wurden folgende Größen erhoben: Bhd, Höhe, Kronenansatzhöhe, Durchmesser in 7 m Höhe (mit der Finnenkluppe), Ausmaß der Kronenfreiheit (in 4 Klassen), Standortseinheit. Als Datenmaterial zur Prüfung der Tauglichkeit der Funktionen wurden die Volumina von 40 gefällten Fichten und Tannen durch sektionsweise Vermessung berechnet.

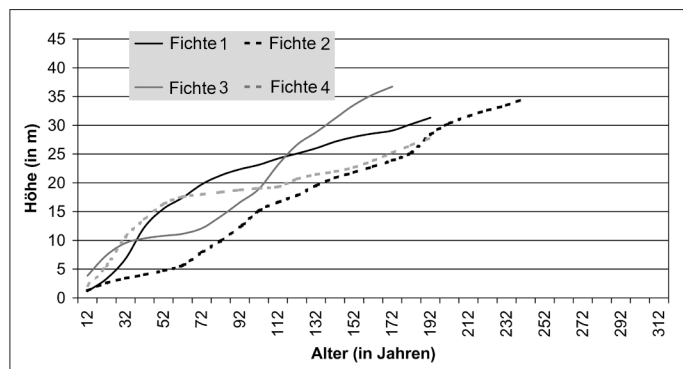
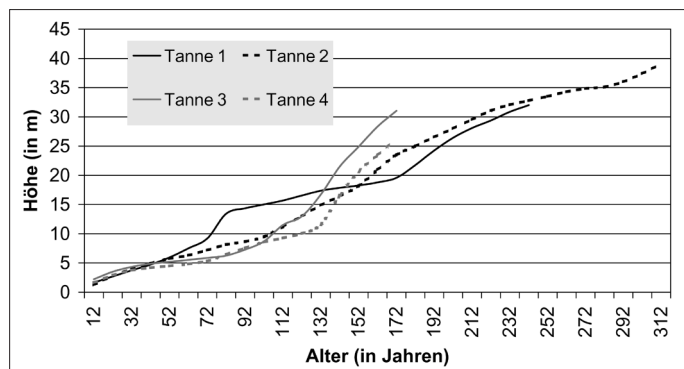


Abb. 1: Höhenentwicklung der Probestämme im südöstlichen Bereich des Ljubisnja-Gebirges

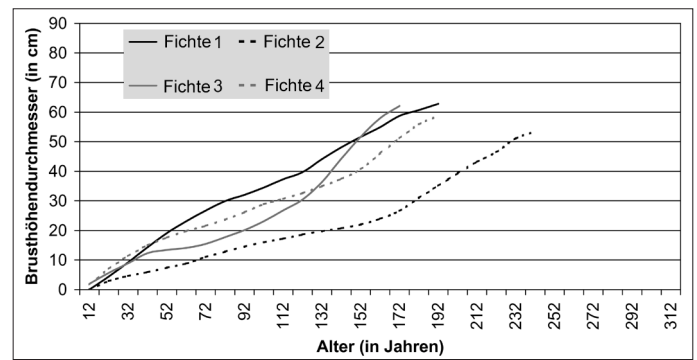
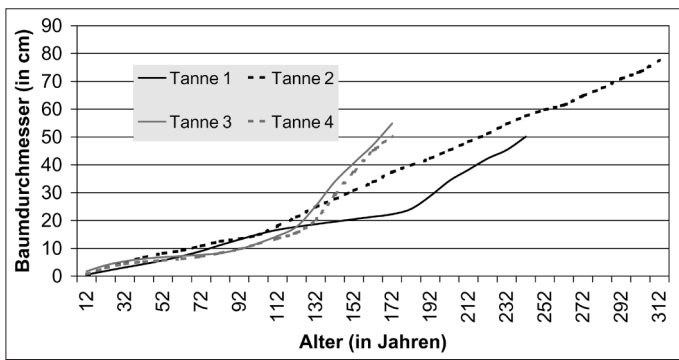


Abb. 2: Durchmesserentwicklung der Probestämme im südöstlichen Bereich des Ljubisnja-Gebirges

Der Kreuzberger Gemeindewald gehört zum Wuchsbezirk 11.3 „Innerer Bayerischer Wald“. Er wurde bereits im Rahmen zahlreicher Untersuchungen beschrieben [18, 20, 21, 22, 1, 12, 14, 15, 13, 23, 2, 5, 8]. Es überwiegen Standorteinheiten mit einem günstigen Wasserhaushalt der Stufe frisch bis grundfrisch (tiefgründige lehmige Sande, tiefgründige schluffige Lehme und Lehme mit Wasserzug), die rund 77 % der Betriebsfläche einnehmen [24]. Die übrigen Standorteinheiten sind entweder mineralische oder organische Nassböden. Mit rund 1.200 mm Jahresniederschlag und einer mittleren Jahreslufttemperatur von etwas unterhalb 6,7° C herrscht zwar ein kühles, für das Waldwachstum jedoch günstiges Mittelgebirgsklima [13].

## Ergebnisse

### Untersuchungen in Montenegro

**Höhe:** Zur Charakterisierung der Höhenentwicklung sind beispielhaft die Daten für die Tannen und Fichten des südöstlichen Bereiches des Ljubisnja-Gebirges in Abb. 1 dargestellt. Das höchste Alter der analysierten Tannen mit über 300 Jahren liegt deutlich über dem der Fichten von etwa 250 Jahren. Die maximalen Baumhöhen für Tanne und Fichte sind vergleichbar, jedoch war die höchste Fichte rund 130 Jahre jünger als die höchste Tanne.

**Durchmesser:** Die stärkste Tanne erreichte im Ljubisnja-Gebirge mit einem Bhd von annähernd 80 cm eine wesentlich größere Dicke als der stärkste Fichten-Probestamm, der etwa 60 cm Durchmesser aufwies. Die Kurven der Durchmesserentwicklung sind jedoch für die Fichte steiler als für die Tanne, bestimmte Bhd werden also schneller erreicht (Abb. 2). Der durchschnittliche Durchmesserzuwachs der 80 cm starken Tanne betrug nur 2,5 mm/J, während der Wert für die dickste Fichte mit 3,6 mm/J deutlich höher ausfiel. Tanne Nummer 3 erreichte einen durchschnittlichen Durchmesserzuwachs in Höhe von 3,2 cm/J.

**Formzahl:** Die Formzahlen variieren insbesondere bei der Tanne ganz erheblich zwischen den Bäumen und auch an ein und demselben Baum im Zeitablauf (Abb. 3). Selbst in hohem Alter können sich Formzahlen von über 0,6 ergeben.

Wie Abb. 4 zeigt, kann die Formzahl der Tanne bei Verwendung gängiger Schätzfunktionen, die beispielsweise für die Großrauminventur in Bayern 1971 als Formhöhenfunktionen abgeleitet wurden [z.B. 6], zu erheblichen Abweichungen führen. Während die Formzahlentwicklung von Tanne 2 ab einem Alter von etwa 140 Jahren mithilfe der Formhöhenfunktion gut abgebildet werden kann (wenngleich es tendenziell zu einer leichten Überschätzung kommt), ergibt sich für die Tanne 1 ein ganz erheblicher Fehler.

Nicht so deutlich wie im Falle der Tanne 1 sind die Abweichungen bei der

Schätzung der Formzahl für die Fichte. Für Fichte 1 wird eine gute Übereinstimmung schon ab einem Alter von rund 50 Jahren erreicht. Für Fichte 2 trifft dies aber erst ab einem Alter von etwa 130 Jahren zu (Abb. 4, unten). In hohem Alter zeichnet sich für die Fichten eine schwache Tendenz zur Überschätzung der unechten Formzahl ab.

### Untersuchungen in Bayern

Obwohl sich aufgrund der am Beispiel von Probestämmen aus Montenegro dargestellten Befunde eine zum Teil erstaunliche Übereinstimmung mit Hilfen zur Form-

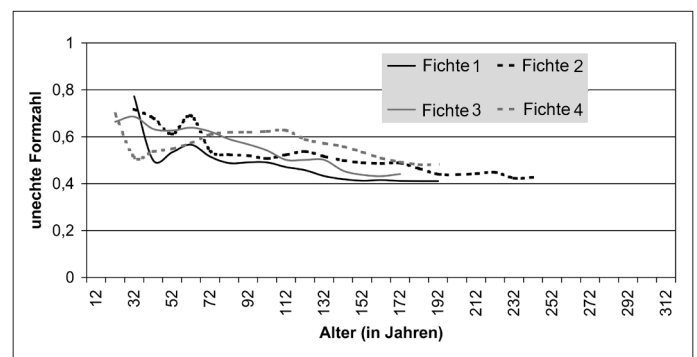
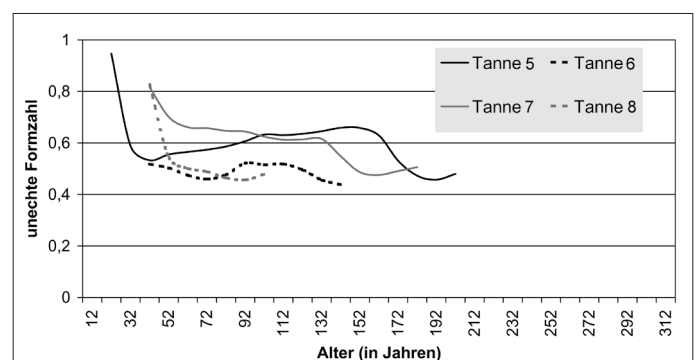
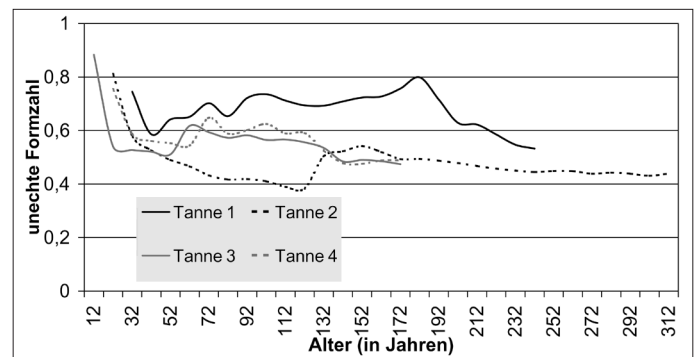


Abb. 3: Entwicklung der unechten Formzahl der Probestämme des Ljubisnja-Gebirges

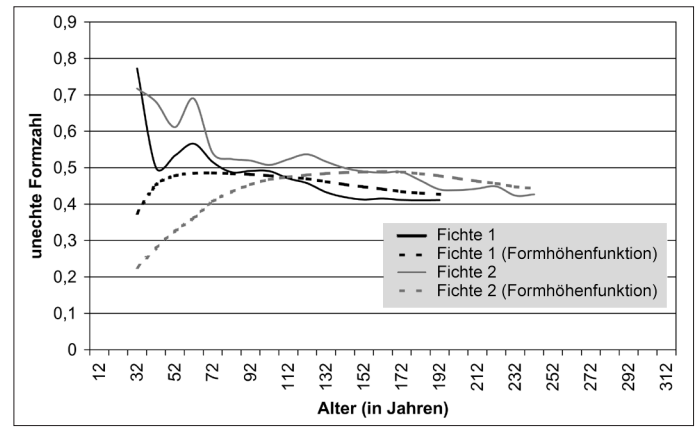
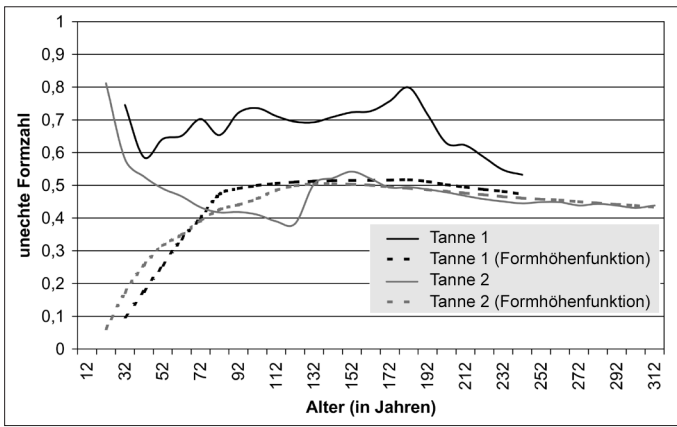


Abb. 4: Vergleich der unechten Formzahlen für zwei Tannen und zwei Fichten des Ljubisnja-Gebirges mit Formzahlen, die anhand von in Bayern häufig verwendeten Formhöhenfunktionen berechnet wurden.

zahlschätzung aus Bayern ergibt, erscheint die Entwicklung möglichst flexibler Volumentariife wünschenswert. Diese Tarife sollten die lokal gültigen Formzahlen angemessen berücksichtigen können. Eine vollständig neue Konstruktion solcher Volumentariife für jeden Plenterwald bei jeder Inventur wäre jedoch sehr aufwendig. Deshalb wird im Folgenden ein Näherungsverfahren vorgestellt, das auf einer lokal gültigen Schätzung der Durchmesser in 7 m Stammhöhe basiert.

Die beste Schätzung des Durchmessers in 7 m Stammhöhe (d7) für die Plenterwaldbäume im Kreuzberger Gemeindefeld konnte mit den folgenden beiden Funktionen erreicht werden (Casado Rebollo, 1996):

Für Fichte<sup>2)</sup>:  

$$d7 = -0,655356 + 0,430476 \cdot (Bhd^2 \cdot h)^{0,4}$$

Für Tanne<sup>3)</sup>:  

$$d7 = -0,059469 + 0,438370 \cdot (BHD^2 \cdot h)^{0,4}$$

Für beide Funktionen ergab sich ein Bestimmtheitsmaß von 0,98, der Bhd ist in

cm, die Höhe (h) in m einzusetzen, um den geschätzten d7 in cm zu erhalten.

Weder die Integration des Standortes noch die Berücksichtigung des Ausmaßes der Kronenfreiheit konnten die Funktionen verbessern.

Zur Überprüfung des Verbesserungspotenzials wurden die Volumina der 40 als Testdatensatz verwendeten Fichten und Tannen zum einen mithilfe von BDAT berechnet, wobei der d7 mithilfe oben genannter Funktionen kalkuliert wurde. Zum anderen wurden die Volumina der Teststämme mit einem eigens für den Kreuzberger Gemeindefeld entwickelten Volumentarif berechnet (Sommer, 1963).

In der Abb. 5 sind die Differenzen zwischen wahren Volumen und geschätztem Volumen getrennt nach den beiden Voluminerungsverfahren dargestellt. Das Verfahren BDAT mit lokal gültiger d7-Schätzung ist deutlich flexibler als der starre von SOMMER [22] aufgestellte Tarif, in den nur der Bhd eingeht. Es führt zu wesentlich günstigeren, unverzerrten Volumenschätzungen (Abb. 5): Das Volumen der Fichten wird im Durchschnitt um nur 0,022 Efm (0,8 %) und der Tannen lediglich um 0,017 Efm (0,7 %) überschätzt.

2) N ohne Ausreißer 103 Stämme

3) N ohne Ausreißer 104 Stämme

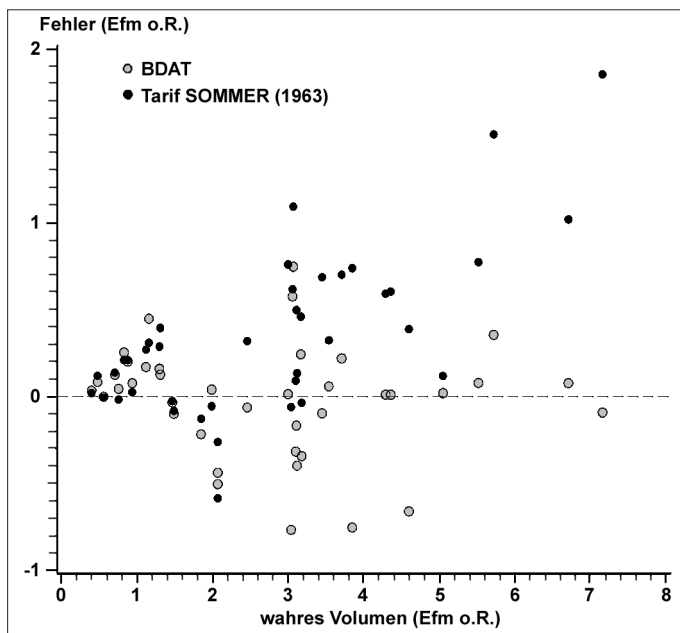


Abb. 5: Abweichung der Volumenschätzung nach verschiedenen Verfahren vom wahren Volumen (wahres Volumen minus geschätztes Volumen); N = 40 Fichten und Tannen)

## Folgerungen

Es erscheint durchaus möglich, zur Vorbereitung der Volumenbestimmung in Plenterwäldern lokal gültige Schätzfunktionen zur Prognose des Durchmessers in 7 m Stammhöhe aufzustellen. Zur Herleitung der Schätzfunktion reicht es aus, Messungen an etwa 40 Bäumen durchzuführen. Anhand solcher Funktionen kann die Volumenberechnung mithilfe des Voluminerungs- und Sortierprogramms BDAT verzerrungsfrei durchgeführt werden.

### Literaturhinweise:

- [1] AMMERER, W.; KOCH, H.; REICHENBERGER, S.; SCHREYER, G. (1972): Forsteinrichtungswerk Gemeindefeld Kreuzberg. Unveröffentlicht. [2] CASADO REBOLLO, A. B. (1996): Application of the sorting and cubing program BDAT on all-aged trees: A case study for spruce and fir on the Kreuzberg Municipal Forest. Diplomarbeit Forstw. Fak. LMU München. Unveröffentlicht. [3] EGER, A. (1929): Erörterungen zur Waldstandsrevision im Gemeindefeld „Kreuzberg“ 1929/48. Unveröffentlicht. [4] FUCHS, A. (1994): Forsteinrichtung im Kreuzberger Gemeindefeld. Betriebsklasse II: Plenterwald. Unveröffentlicht. In: Pledl: Forstwirtschaftsplan für den Rechlerwald Kreuzberg 1994 - 2013. Regen. Unveröffentlicht. [5] FUCHS, A. (1996): Forsteinrichtung im Kreuzberger Plenterwald. Forstw. Cbl. 115: S. 51-62. [6] KENNEL, E. (1973): Bayerische Waldinventur. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 11. [7] KERN, K. G. (1966): Wachstum und Umweltfaktoren im Schlag- und Plenterwald. Schriftenreihe der Forstlichen Abteilung der Univ. Freiburg, Band 5. [8] KNOKE, T. (1997): Ökonomische Aspekte der Holzproduktion in ungleichaltrigen Wäldern: einführende Untersuchungen zur Forstbetriebsplanung im Kreuzberger Gemeindefeld. Forstw. Cbl. 116: S. 178-196. [9] KUBLIN, E.; SCHARNAGL, G. (1988): Verfahren- und Programmbeschreibung zum BWI-Unterprogramm BDAT. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. [10] KUBLIN, E.; KRACHT, A.; SCHÖPFER, W. (1995): Rationalisierung des Messaufwandes bei Wiederholungsinventuren. Forst und Holz 50: S. 608-612. [11] MITSCHERLICH, G. (1952): Der Tannen-Fichten-(Buchen-)Plenterwald. Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt Freiburg im Breisgau, Heft 8. [12] PECHMANN, H. v.; LIPPEMEIER, P. (1975): Untersuchungen über die Schnittholzqualität von Tannen- und Fichtenholz aus Plenterbeständen. Forstw. Cbl. 94: S. 351-364. [13] PLEDL, A. (1994): Forstwirtschaftsplan für den Rechlerwald Kreuzberg 1994-2013. Regen. Unveröffentlicht. [14] PRETZSCH, H. (1981): Ertragskundliche Merkmale des Plenterwaldversuches Kreuzberger Forst (Versuchsfläche Freyung: FRY 129). Diplomarbeit Forstw. Fak. LMU München. Unveröffentlicht. [15] PRETZSCH, H. (1985): Die Fichten-Tannen-Buchen-Plenterwaldversuche in den ostbayerischen Forstämtern Freyung und Bodenmais. Forstarchiv 56: S. 3-9. [16] ROIKO-JOKELA, P. (1976): Die Schaftform der Fichte und die Bestimmung der Sortimentsanteile am stehenden Baum. (ETH) Zürich. [17] SABOROWSKI, J. (1982): Entwicklung biometrischer Modelle zur Sortimentsprognose. Forstw. Fachbereich der Georg-August Universität Göttingen. [18] SAUKEL, F. P. (1959): Plenterwaldbestände des Bayerischen Waldes. Forstw. Cbl. 78: S. 279-297. [19] SCHÜTZ, J.-Ph. (1989): Der Plenterbetrieb. Deutsche Übersetzung von Chr. Dietz. Unterlage zur Vorlesung Waldbau III (Waldverjüngung) und zu SANASILVA-Fortbildungskursen. Zürich: Fachbereich Waldbau, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. [20] SOMMER, H. G. (1961): Tannenkronen im Plenterwald. Forstw. Cbl. 80: S. 215-223. [21] SOMMER, H. G. (1962): Alter und Baumhöhen in Plenterbeständen. Forstw. Cbl. 81: S. 11-17. [22] SOMMER, H. G. (1963): Lokaltarif für einen Plenterbetrieb im Bayerischen Wald. Forstw. Cbl. 82: S. 220-233. [23] VÖLKEL, U. (1995): Analyse der Verjüngung in ausgewählten Bereichen des Kreuzberger Plenterwaldes. Diplomarbeit Forstw. Fak. LMU München. Unveröffentlicht. [24] VOS, U.; MALY, G. (1989): Standorterkundung für den Kreuzberger Gemeindefeld. Unveröffentlicht. [25] Zimmerle, H. (1950/51): Die Stammform der Weißtanne im Hochwald und im Plenterwald und diejenige der Fichte zum Vergleich. Allg. Forst- u. J. Ztg. 121/122: S. 107-118. [26] TIMOTIJEVIĆ, B., FUSTIĆ, B. (1986): Pedološka karta SFVR 1: 50.000, Sekcija cabljak 1. Zavod za agropedologiju. Sarajevo.