

# Überführung in Plenterwald durch früh einsetzende Tannenvorausverjüngung: Strategie für Idealisten oder rentables Konzept?

THOMAS KNOKE

## Ist ein Umbau mit Tanne auch finanziell rentabel?

Auf Grund ihrer hohen Schattentoleranz eignet sich die Weißtanne (*Abies alba* L.) hervorragend für die Plenterung. So finden wir die nur noch auf verhältnismäßig kleiner Fläche existierenden, typischen Plenterwälder meist im natürlichen Verbreitungsgebiet dieser Baumart (SCHÜTZ 1994; BURSCHEL und HUSS 1997). Der Tanne kommt daher auch im Zuge einer Überführung von gleichförmigen, oft von Fichten dominierten Beständen in stufige und ungleichaltrige Waldtypen eine zentrale Rolle zu. Vor diesem Hintergrund wurden betriebswirtschaftliche Konsequenzen einer Überführung mit Tanne (ÜFT) mit einer schlagweisen Bewirtschaftung (SW) verglichen und in Form englischsprachiger Beiträge bereits veröffentlicht (KNOKE und PLUSZYK 2001; KNOKE, MOOG und PLUSZYK 2001). Die wichtigsten Ergebnisse der Fallstudie werden hier auch in deutscher Sprache publiziert.

Zur Strukturierung der Studie wurden folgende Fragestellungen formuliert:

- Lässt sich mit einer frühzeitig beginnenden, zeitlich gestaffelten Verjüngung mit Hilfe von Tannenvoranbauten innerhalb von etwa 80 Jahren eine Stammzahlverteilung herstellen, die der eines Plenterwaldes ähnelt?
- Wie unterscheiden sich die im Zuge der ÜFT anfallenden Holzmassen und Einnahmen von denen der SW-Behandlung?
- Gibt es Unterschiede zwischen ÜFT und SW hinsichtlich der zeitlichen Verteilung der Einnahmen?

## Behandlungskonzepte

Der nachfolgend analysierte Prozess der ÜFT begann bereits in einem rund 40-jährigen von Fichten dominierten Bestand. Das Ziel der ÜFT war ein ungleichaltriger Bestand überwiegend aus Fichten und Tannen, der sich aus vier Altersklassen zusammensetzt und der über eine sukzessive, kleinflächige Einbringung von **drei Tannengenerationen** aufgebaut werden sollte. Die Überführungsvariante

wurde über einen Zeitraum von 77 Jahren (Überführungszeitraum) hinweg mit einer schlagweisen Waldbehandlung (Umtriebszeit 98 Jahre, Verjüngung auf reine Fichte durch Kahlschlag) verglichen. Letztere orientierte sich an den Vorschlägen von ABETZ (1975).

## Zeithorizonte

Die betriebswirtschaftlichen Konsequenzen der Überführung lassen sich darstellen, indem der Kapitalwert beider Behandlungen berechnet wird. Der Kapitalwert charakterisiert die Differenz des Barwertes aller Einnahmen und des Barwertes aller Ausgaben, wobei die Barwerte durch Diskontierung gebildet werden. Für die Berechnung des Kapitalwertes spielt der betrachtete Zeithorizont eine erhebliche Rolle. Zunächst beziehen sich die Kapitalwerte nur auf den Überführungszeitraum von 77 Jahren. Nach dieser Zeit ist die älteste Generation im überführten Bestand 118 Jahre alt, während auf der Schlagwaldfläche ein 20-jähriger Jungbestand stockt. Der Vergleich ist damit hinsichtlich des Betrachtungszeitraumes unbalanciert. Deshalb wurde in einem zweiten Schritt der Zeithorizont auf unendlich ausgedehnt (Details siehe KNOKE und PLUSZYK 2001).

## Datenmaterial

Im Zuge der Studie wurde ein Praxisversuch im Bereich des Bayerischen Forstamtes Freising genutzt, den die Fachhochschule Weihenstephan zu Beginn der 1980er Jahre angelegt hatte. Der Untersuchungsbestand liegt im Distrikt Thalhauser Forst des Forstamtes Freising und wurde in Zusammenarbeit mit dem örtlich zuständigen Revierleiter RUDOLF ausgewählt. Der Bestand stockte auf einem frischen Lehm im Wuchsbezirk 12.8 „Oberbayerisches Tertiärhügelland“. Ein Schneebruch im Jahre 1982 führte in dem damals 41-jährigen, von Fichten dominierten Bestand zu Lücken, die für einen Voranbau mit Tanne ausgenutzt wurden. In diesem Bestand wurde im Winter 1998/1999 eine rund 1 ha umfassende Versuchfläche angelegt. Basierend auf diesem Bestand wurden beide Waldbehandlungen

mit dem Wachstumsmodell Silva 2.2 (KAHN und PRETZSCH 1997) simuliert. Eine eingehende Beschreibung, die auch den Bewertungsansatz und die Bewertungsgrundlagen umfasst, findet sich in der Diplomarbeit von Plusczyk (2000) bzw. bei KNOKE und PLUSCZYK (2001).

## Holzvorrat und ausscheidender Bestand

Im Zuge der SW-Behandlung gelang es, bis zum Alter von 98 Jahren einen Bestand mit einem Holzvorrat von 865 Efm/ha aufzubauen. Der auf Grund von drei Wiederholungen der Wachstumssimulationen berechnete Standardfehler dieses Vorrates betrug nur  $\pm 12$  Efm/ha. Die waldbaulichen Eingriffe der SW-Strategie waren lediglich im 41- und 58-jährigen Bestand relativ stark (ausscheidender Bestand 78 bzw. 90 Efm/ha). Um den Volumen- und Wertzuwachs der Fichte, die als älterer Baum nicht mehr besonders gut auf Freistellung reagiert (ABETZ 1975; SPELLMANN 1997; KNOKE 1998 [b]), voll auszunutzen, erfolgten in der Altdurchforstungsphase (Alter über 58) nur geringe oder überhaupt keine Entnahmen.

Im Zuge der Überführung waren dagegen stetig hohe Entnahmen vorgesehen, um die Tannenvorausverjüngung einzubringen und entsprechend zu fördern (zwischen 89 und 129 Efm/ha, Abb. 1). Dadurch wurde nahezu der gesamte laufende peri-

odische Volumenzuwachs abgeschöpft, es fand keine Akkumulation von Holzvorrat statt. Nach 77 Jahren Überführung hatte der Bestand einen Holzvorrat von  $295 \pm 1$  Efm/ha. Der SW-Bestand leistete bis zum Alter 98 einen dGZ in Höhe von 11,1 Efm/ha/J, während die ÜFT bis zum Alter 98 im Durchschnitt einen Zuwachs von 10,4 Efm/ha/J aufwies. Im Zuge der SW-Behandlung wurden insgesamt 1.090 Efm/ha geerntet, durch die ÜFT fielen dagegen 889 Efm/ha an (82 %). Der Holzvorrat des überführten Bestandes ist in diesem Betrag nicht enthalten, da dieser ja nicht zur Ernte vorgesehen war. Der Unterschied im Holzanfall zwischen SW und ÜFT betrug damit  $201 \pm 13$  Efm/ha.

## Stammzahlverteilung nach 77 Jahren Überführung

Auf Grund der frühzeitigen Einbringung der Tanne kann nach rund 80 Jahren Überführung ein Überlappen der Stammzahlverteilungen der vier verschiedenen Altersklassen erkannt werden (Abb. 2). Hierdurch ergab sich eine insgesamt fallende Stammzahlverteilung, die der eines Plenterwaldes sehr nahe kommt. Die ältesten Tannen erreichten hier bereits Durchmesser bis zu 26 cm. Zur Orientierung ist in Abb. 2 mit Hilfe einer gestrichelten Linie die Stammzahlverteilung eines „optimal“ aufgebauten Modellbestandes eingezeichnet, die für einen Plenterwald im Bayerischen Wald konstruiert wurde (KNOKE 1998 [a]).

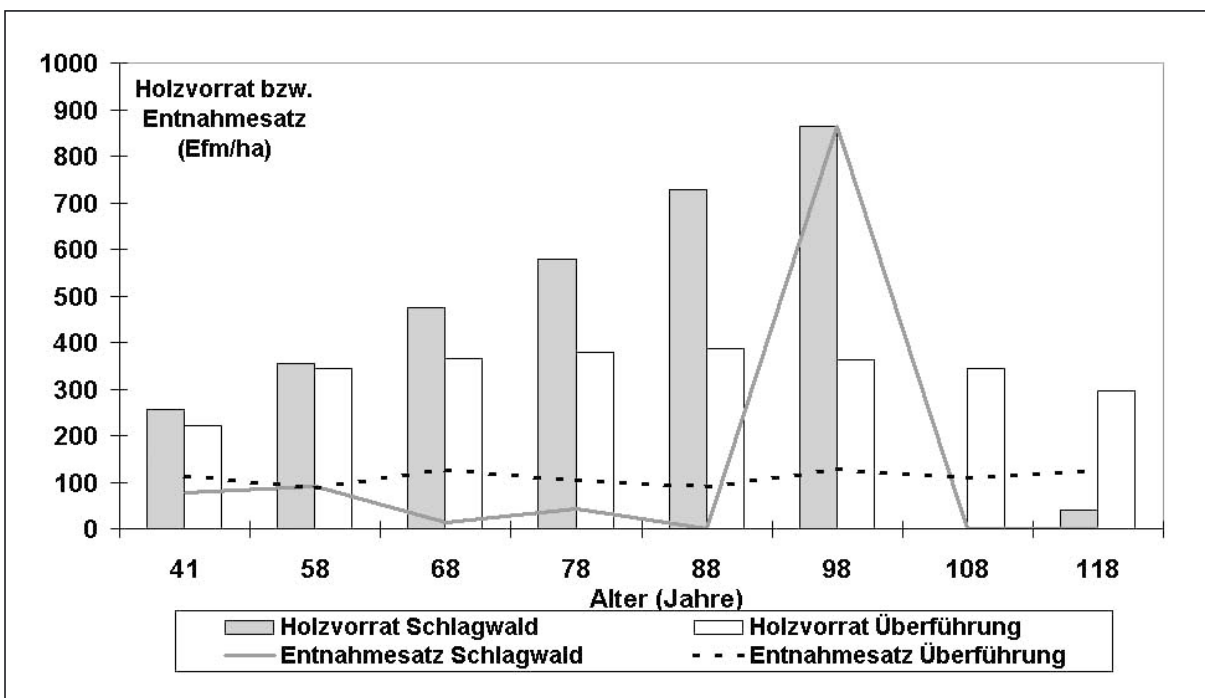


Abb. 1. Holzvorrat und Entnahmesätze

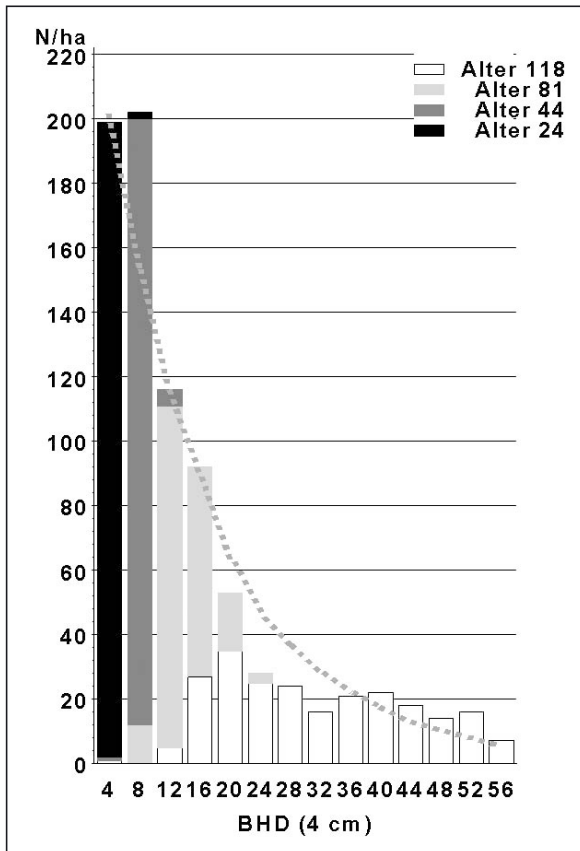


Abb. 2: Stammzahlverteilung des Überführungsbestandes nach rund 80 Jahren Überführung

## Finanzielle Ergebnisse

### Einnahmen

Während der Überführungsphase fielen um  $12.200 \pm 1.200$  Euro/ha geringere Nettoeinnahmen an (erntekostenfreie Holzerlöse). Die Nettoeinnahmen erreichten damit 83 % der Höhe des Wertes der SW-Behandlung. Die Einnahmen entstanden jedoch im Zuge der ÜFT zu ganz anderen Zeitpunkten (Abb. 3). Der Waldbesitzer kann hier in der Altersphase von 41 bis 88 bereits zwischen etwa 4.000 und 7.500 Euro je Eingriff einnehmen (erntekostenfreier Erlös), während in der „Reifungsphase“ des Schlagwaldbestandes kaum Einnahmen anfallen.

Geldmittel sind auch im Forstbetrieb knapp und müssen wirtschaftlich eingesetzt werden. Aus diesem Grund ist die Betrachtung lediglich des Wertzuwachses,

der im Zuge der analysierten SW-Behandlung denjenigen der ÜFT übertrifft, aus betriebswirtschaftlicher Sicht wenig aussagekräftig. Werden die in Abb. 3 dargestellten Nettoeinnahmen auf den Zeitpunkt zu Beginn der Bewertung (Alter 41) abdiskontiert, so entstehen Kapitalwerte der Behandlungsvarianten, wodurch dem zeitlichen Eingang der Nettoeinnahmen Rechnung getragen wird.

### Kapitalwerte

Ohne Ansatz eines Kalkulationszins erreichte die ÜFT 85 % der Nettoeinnahmen der SW-Behandlung. Die Kulturkosten sind hier berücksichtigt. Deshalb ist das Ergebnis bereits etwas günstiger für die ÜFT als dasjenige des Vergleichs der Nettoeinnahmen aus dem Holzverkauf. Das Verhältnis veränderte sich mit steigendem Kalkulationszins rasch zugunsten der ÜFT. Unter Annahme eines Kalkulationszinses in Höhe von lediglich 2,6 % ergab sich bereits ein um  $172 \pm 7$  Euro/ha höherer Kapitalwert der ÜFT. Da bei diesem Zinssatz die ÜFT gerade etwas vorteilhafter war als die SW-Behandlung, können wir diesen Zins den „kritischen Zins“ nennen.

Die folgende Tab. 1 zeigt „kritische Zinssätze“ unter verschiedenen Annahmen. Es wird deutlich, dass sich die ÜFT noch wesentlich vorteilhafter darstellt, wenn der Zeithorizont auf unendlich ausgeweitet wird. In diesem Falle ist die ÜFT bereits ab einem Zinssatz von unter 2 % vorteilhafter als die SW-Behandlung. Dieser Vorteil liegt in der Kontinuität der Finanzflüsse der ÜFT begründet, die auch nach Abschluss der eigentlichen Überführung andauert. Einen solchen Effekt kann aber nur eine plenterartige Waldstruktur gewährleisten, die hier mit der frühzeitigen Tanneneinbringung erzielt wurde.

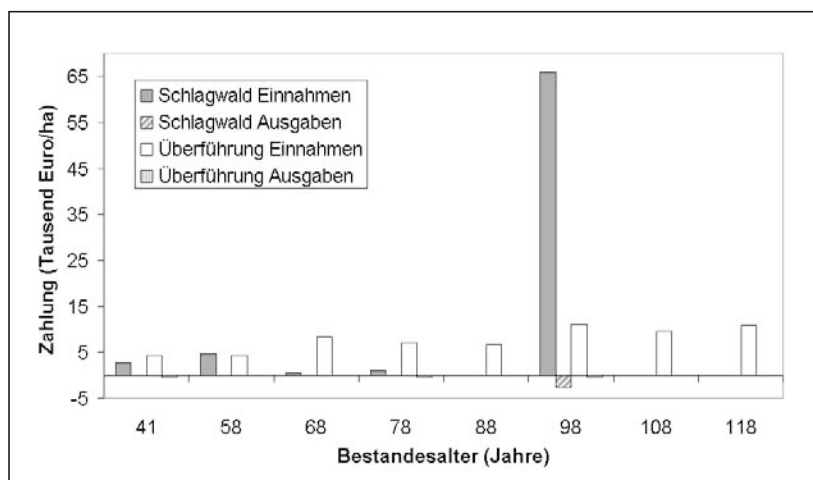


Abb. 3: Zeitpunkte, zu denen die Einnahmen und Ausgaben (Euro/ha) entstehen.

<b>Annahme</b>	<b>Überführungsphase(77 Jahre)</b>	<b>Zeithorizont unbegrenzt</b>
<b>Holzpreis 1999</b>	2,6	1,9
<b>Holzpreis 1999 + 25 %</b>	2,7	2,1
<b>Holzpreis 1999- 25 %</b>	2,4	1,8
<b>U Schlagwald=88 J.</b>	2,4	0,8
<b>U Schlagwald=78 J.</b>	alle Zinsfüße von 0 bis 10 %	alle Zinsfüße von 0 bis 10 %

Tab. 1: Kritische Zinssätze, die einen im Vergleich zur Schlagwaldbehandlung etwas höheren Kapitalwert der Überführung ergeben

## Antworten auf die eingangs gestellten Fragen

*Lässt sich durch eine frühzeitig beginnende, zeitlich gestaffelte Verjüngung mit Hilfe von Tannenvoranbauten innerhalb von etwa 80 Jahren eine Stammzahlverteilung herstellen, die der eines Plenterwaldes ähnelt?*

Es hat sich gezeigt, dass ein 58-jähriger, von Fichten dominierter Bestand über die zeitlich gestaffelte Einbringung von Tannentrupps in einen Modellbestand mit ungleichaltrigem, stufigem Aufbau überführt werden konnte. *Die analysierte Überführungsstrategie mit Tanne eignet sich damit gut, um einen ungleichaltrigen Waldaufbau herzustellen.*

Das Risiko,, insbesondere von Sturmschäden blieb bei der vorgenommenen Analyse außer Acht. Es ist aber offen, in welche Richtung eine Berücksichtigung des Risikos die Ergebnisse vorliegender Studie verändert hätte. So untersuchte DIETER (1999) die Vorteilhaftigkeit des Voranbaus in 90-jährigen Fichtenbeständen, in denen der Bestockungsgrad zur Laubholzeinbringung auf 0,75 reduziert wurde. Trotz dieses verhältnismäßig starken Eingriffes konnte DIETER keine Änderung der Vorteilhaftigkeit des Voranbaus durch Berücksichtigung des Risikos feststellen. Die Überführung führt außerdem zu einer gewissen Diversifizierung. Kleinflächige Mosaikstrukturen entstehen ähnlich wie nach „kleinen“ Störungen (z. B. Schneebruch). Der Bestand wird inhomogener, Dies führt dazu, dass eine bestimmte, spezialisierte Störungsart (z.B. Windwurf) immer nur bestimmte Komponenten des Bestandes betreffen kann (OTTO 1994). Tendenzen zu großflächigen Zusammenbrüchen werden dadurch abgebremsst.

*Wie unterscheiden sich die im Zuge der ÜFT anfallenden Holzmassen und Einnahmen von denen der SW-Behandlung?*

Wie bereits ein Vergleich des durchschnittlichen Volumenzuwachses bis zum Alter 98 andeutete (11,1 Efm/ha/J im SW, 10,4 Efm/ha/J bei ÜFT), wurde der Holzanfall durch die ÜFT reduziert. Sie lieferte  $201 \pm 13$  Efm/ha weniger Holz als der SW-Bestand. In Analogie zu diesem Befund fallen die *Einnahmen aus der Überführung signifikant niedriger* aus.

Diese Ergebnisse lassen sich zum Teil mit der frühzeitigen Entnahme noch produktiver Fichten im Zuge der ÜFT begründen. Die verbleibenden Bäume können diesen Produktionsausfall nicht kompensieren. Nach Kalkulationen von SPELLMANN (1997) und KNOKE (1998 [b]) reicht die Reaktionsfähigkeit der Fichte insbesondere in über 50-jährigen Beständen nicht mehr aus, um Wertzuwachsverluste durch Entnahme herrschender Bäume auszugleichen.

*Gibt es Unterschiede zwischen ÜFT und SW hinsichtlich der zeitlichen Verteilung der Einnahmen?*

Da im Zuge der ÜFT früher und regelmäßiger Einnahmen eingingen, ergab sich ein *signifikant höherer Kapitalwert bereits ab einem Kalkulationszins von 2,6 %*.

Dieses Ergebnis stimmt gut überein mit demjenigen einer Studie zur Vorteilhaftigkeit früher und starker Eingriffe in Fichtenbestände in Kombination mit einer anschließenden Zielstärkenutzung (KNOKE 1998 [b]).



## Wirkungen der analysierten Überführungsstrategie

KROTH (1967) und MÖHRING (1994) stellten bereits fest, dass die optimale Bestockungsdichte deutlich unter 1,0 liegt, sobald Kalkulationszinsen in die Betrachtung eingeführt werden, die von Null abweichen. Der unmittelbare Effekt der ÜFT ist zunächst eine deutlich Absenkung des Bestockungsgrades, die Vorratsakkumulation unterbleibt. Die Bestockungsgrade der ÜFT liegen bezogen auf den SW bei 0,42 (Alter 98) bis 0,86 (Alter 41). Die deutlich niedrigere Vorratshaltung führt jedoch nicht zu proportionalen Zuwachsverlusten, die ÜFT leistete 94 % des Volumenzuwachses der schlagweisen Behandlung (bis zum Alter 98). Die Entscheidung für oder gegen eine solche Einschlagsstrategie kann damit rational auf Grund der Abwägung der zu erwartenden Verluste und des Vorteils früherer Einnahmen getroffen werden. Das frei werdende Kapital kann rentabler alternativ investiert werden, wenn die Alternative mindestens eine interne Verzinsung von 2,6 % (bzw. 1,9 %) erwarten lässt. Eine Einschlagsstrategie „früh beginnende und dann kontinuierliche und kräftige Eingriffe (aber ohne Tanneneinbringung)“ bietet folglich für manche Waldbesitzer die Möglichkeit, das ihnen zur Verfügung stehende Kapital effizienter einzusetzen.

Die in vorliegender Studie unterstellte Tanneneinbringung ist dagegen ein essentieller waldbaulicher Beitrag zur Kontinuität der Holzproduktion auf Bestandesebene, nachdem die ÜFT abgeschlossen ist. Dass diese Maßnahme sehr wohl auch betriebswirtschaftlich sinnvoll ist, zeigte sich anhand der Betrachtung des unendlichen Zeithorizontes. Hierbei ergab sich eine gegenüber der Schlagwaldbehandlung noch deutlich günstigere Position der ÜFT. Nach Abschluss der ÜFT fallen kontinuierlich alle 10 Jahre nennenswerte Einnahmen an, während der SW-Bestand über einen längeren Zeitraum kaum Einnahmen abwirft. Die Tanne ist damit in einem Konzept „Naturnaher Waldbau“ ein zentrales Element und hat auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht eine erhebliche Bedeutung.

## Literatur

- ABETZ, P. (1975): Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. Allgem. Forstz. 30, S. 666-667
- BURSCHEL, P. und HUSS, J. (1997): Grundriß des Waldbaus: Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Pareys Studentexte 49. Zweite Auflage, Berlin, Wien, Blackwell
- DIETER, M. (1999): Betriebswirtschaftliche Untersuchungen zum Voranbau in Fichtenaltbeständen. Forstw. Cbl. 118, S. 145-155
- KAHN, M. und PRETZSCH, H. (1997): Das Wachstumsmodell SILVA - Parametrisierung der Version 2.1 für Rein- und Mischbestände aus Fichte und Buche. Allg. Forst- u. J. Ztg. 168, S. 115-123
- KNOKE, T. (1998 [a]): Analyse und Optimierung der Holzproduktion in einem Plenterwald - zur Forstbetriebsplanung in ungleichaltrigen Wäldern. Forstliche Forschungsberichte, München Nr. 170
- KNOKE, T. (1998 [b]): Die Stabilisierung junger Fichtenbestände durch starke Durchforstungseingriffe - Versuch einer ökonomischen Bewertung. Forstarchiv 69, S. 219-226
- KNOKE, T. und PLUSZYK, N. (2001): On economic consequences of transformation of a spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) dominated stand from regular into irregular age structure. For. Ecol. Manage. 151, S. 163-179
- KNOKE, T.; MOOG, M. und PLUSZYK, N. (2001): On the effect of volatile stumpage prices on the economic attractiveness of a silvicultural transformation strategy. Forest Policy and Economics 2, S. 229-240
- KROTH, W. (1967): Die betriebswirtschaftlich optimale Bestockungsdichte. Forstw. Cbl. 86, S. 53-60
- MÖHRING, B. (1994): Über ökonomische Kalküle für forstliche Nutzungsentscheidungen. Schriften zur Forstökonomie Band 7. Sauerländer's, Frankfurt a.M
- OTTO, H.J. (1994): Waldökologie. Ulmer, Stuttgart
- PLUSZYK, N. (2000): Betriebswirtschaftliche Analyse der Konsequenzen einer Überführung eines fichtendominierten, gleichaltrigen Bestandes in eine ungleichaltrige Waldaufbauform. Diplomarbeit, TU München
- SCHÜTZ, J.-PH. (1994): Geschichtlicher Hergang und aktuelle Bedeutung der Plenterung in Europa. Allg. Forst- u. J. Ztg. 165, S. 106-114
- SPELLMANN, H. (1997): Ertragsentwicklung im „LÖWE“-Wald der Niedersächsischen Landesforstverwaltung. Forst und Holz 52, S. 711-718