

# Zur finanziellen Attraktivität von Dauerwaldwirtschaft und Überführung: eine Literaturanalyse

Thomas Knoke

Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung, Technische Universität München (DE)\*

## On the financial attractiveness of continuous cover forest management and transformation: a review

Even after decades of discussion on the economic advantages or disadvantages of a forestry management practice using uneven-aged stands there is still no consistent description of the conditions which make continuous cover forests more economically interesting than forests with an age-class gradation. Based on existing references this paper tries to point out such preconditions. Studies of comparative statics at management unit level are presented; these often reveal a clear advantage of continuous cover forests in Central European circumstances. The greater resistance of a forest with continuous cover to abiotic and biotic damage, together with the possibility of harvesting trees when their individual financial maturity is attained, are important reasons for this result. Studies at stand level on the transformation of even-aged into uneven-aged forests do not always show an advantage for continuous cover forest. Here, it seems to be important whether or not interest rates form the basis for the conclusions, and if so how high these interest rates are, also at what age transformation begins. Earlier and more regular net revenues during the process of stand transformation into continuous cover systems can lead to superior financial results when compared to even-aged silvicultural systems. However, present knowledge is still relatively scarce in what concerns possible differences in logging and overhead costs as well as costs for forest roads in the two silvicultural systems under comparison.

**Keywords:** comparative statics, stand transformation into uneven-aged forest, financial maturity  
**doi:** 10.3188/szf.2009.0152

\* Am Hochanger 13, DE-85354 Freising, E-Mail knoke@forst.wzw.tum.de

Selbst nach Jahrzehnten Diskussion um das ökonomische «Für» und «Wider» einer Waldwirtschaft mit ungleichaltrig aufgebauten Waldbeständen (z.B. Ammon 1951, Mitscherlich 1952, Mayer 1968, Siegmund 1973, Schütz 1985, Schulz 1993, Knoke 1997, Hanewinkel 1998) existiert immer noch kein einheitliches Bild von den Randbedingungen, unter denen ein Dauerwald finanziell erfolgreicher sein kann als ein Altersklassenwald. Vielmehr scheint eine gewisse Skepsis vor allem gegenüber der wirtschaftlichen Leistungskraft des Dauerwaldes beziehungsweise allgemein gegenüber dem finanziellen Erfolg naturnaher Waldwirtschaft verbreitet zu sein. Dies machen beispielsweise Knoke & Hahn (2007) mit Blick auf die finanzielle Analyse von Mischbeständen deutlich. Die verbreitete Skepsis mag an der häufig statischen Natur der ökonomisch ausgerichteten, im deutschsprachigen Raum durchgeführten statisch-komparativen Analysen liegen, die oft grosse Vorteile des Dauerwaldes zeigen. Solche Analysen vergleichen beide Betriebsformen, ohne die Konse-

quenzen des Übergangs von dem einen in den anderen Betriebszustand zu beachten, wozu ein dynamischer Ansatz notwendig wäre. Wer aber hat schon die Möglichkeit, sich direkt zwischen einem Dauerwald und einem Altersklassenwald entscheiden zu können? Die meisten Waldbestände gehören dem Altersklassenwald an und müssten erst in einen ungleichaltrigen Zustand überführt werden. Zum Thema «Überführung» liegen vor allem englischsprachige Studien vor, die allerdings weniger einheitlich ausfallen als die Vergleiche auf der Ebene von Betriebsklassen oder Betrieben. Schliesslich lassen sich zudem vielfältige weitere Ansatzpunkte herausarbeiten, die die Aussagekraft der betrieblichen Vergleiche einschränken können (Hanewinkel 2002).

Insbesondere die deutschsprachigen Studien vergleichen häufig Betriebsklassen oder real existierende Betriebe, die sich in der Betriebsform unterscheiden, und entsprechen damit einer Empfehlung von Assmann (1961). Will man jedoch vom gleich-

altrigen in einen ungleichaltrigen Zustand wechseln, kommt man um eine auf der Bestandesebene ansetzende Betrachtung nicht herum, die den zeitlichen Eingang der zu erwartenden Zahlungen berücksichtigt. Damit ist klar, dass auch die vorliegende Analyse in zwei Ebenen aufgelöst werden muss: a) in eine betriebsweise und b) in eine bestandesweise Betrachtung. Weiter werden in diesem Beitrag mögliche Nachteile des Dauerwaldkonzeptes diskutiert und ein Resümee mit Schlussfolgerungen versucht.

## Zwei Betriebsformen im Vergleich

Schütz (1986) stellt den naturnahen Waldbau unter die Maxime: «Die Natur nachahmen, ihre Leistungen beschleunigen» und hebt damit auf eine Optimierung der Fähigkeit der Waldökosysteme zur Selbstregulierung und zur Selbsterneuerung ab. Aber schon Schütz (1986) merkt an, dass naturnaher Waldbau nicht als utopische ökologische Liebhaberei verstanden werden darf, sondern dass es sich um ein ökonomisch interessantes Produktionssystem handeln muss.

Die Grundsätze des naturnahen Waldbaus und auch die der Dauerwaldwirtschaft wurden nicht aus einer sorgfältigen ökonomischen Analyse heraus abgeleitet. Viel eher kann man sie als Ausdruck eines Unbehagens werten, welches gerade die langfristigen denkenden Forstpraktiker befallen hat: Homogene Altersklassenwälder, arm an Baumarten und meist im Dichtschluss aufgewachsen, gelten in Mitteleuropa als höchst schadensanfällig. Nun gilt es zu analysieren, welche finanziellen Konsequenzen mit einer Abkehr von diesem System und der Anwendung von Prinzipien der Dauerwaldbewirtschaftung einhergehen.

Altersklassenwirtschaft erreicht ihr Produktionsziel nach der Begründung eines Reinbestandes auf einer holzleeren Fläche mit der Ernte des hiebsreifen Endbestandes (Abetz 1975). Dies gilt für Mitteleuropa sicherlich nur noch eingeschränkt, weil man schon eine Reihe von Prinzipien der naturnahen Waldbewirtschaftung flächig eingeführt hat (z.B. die Waldverjüngung ohne Kahlschlag), weltweit trifft diese Feststellung aber noch weitgehend zu. Dieses Prinzip bedeutet, dass Durchforstungen entweder ganz entfallen oder vornehmlich der Förderung der Endbestandsbäume dienen; ein Einkommenseffekt wird zwar mitgenommen, ist aber nicht unbedingt Ziel der Eingriffe. Durch dieses Vorgehen lassen sich eine Reihe von Ausgaben senkenden Rationalisierungen erreichen. Als finanziell wirksame Vorteile können die einfache Kontrollier- und Umsetzbarkeit, ein optimaler Maschineneinsatz und die Ernte grosser Holzmassen pro Flächeneinheit mit homogener Qualität genannt werden. Nachteile sind

jedoch die oft niedrige Stabilität und Flexibilität sowie die Ernte der Endbestandsbäume zu ein und demselben Zeitpunkt, unabhängig von ihrer individuellen finanziellen Hiebsreife. Betrachten wir nur einen einzigen Bestand, ist die klassische Produktion im Altersklassenwald zudem mit langen Wartezeiten verbunden, in denen der Waldbesitzer keine finanziellen Rückflüsse erhält.

## Statisch-komparative Analysen auf der Betriebsebene

Vergleichende, auf der Betriebsebene ansetzende Analysen wurden nach meiner Kenntnis bisher praktisch nur in Mitteleuropa durchgeführt. Diese Vergleiche gingen meistens klar zugunsten des Plenterwaldes (meist mit Tanne, Fichte und Buche) aus, der als besonders prominente Form des Dauerwaldes oftmals Untersuchungsgegenstand war (Tabelle 1). Leider lassen sich die gefundenen Unterschiede nicht immer klar auf die Betriebsform zurückführen, weil vielfältige Störgrößen die Betriebsvergleiche überlagern. Dies ist ein Problem, auf das Hanewinkel (2002) bereits hingewiesen hat: Entweder treten ungerechte Annahmen im Rahmen von Modellvergleichen auf, oder es liegt mangelnde Vergleichbarkeit der untersuchten Realbetriebe vor. Schon deshalb ist es wichtig, mögliche Erfolgsfaktoren des Dauerwaldes zu identifizieren, die spezifisch gerade für diese Betriebsform sind.

Knoke (1999) streicht zum Beispiel heraus, dass es im Dauerwald aufgrund der hohen Einzelbaumstabilität möglich ist, die finanziell hiebsreifen, starken Stämme vor den noch nicht hiebsreifen, schwachen Stämmen zu nutzen, während im Altersklassenwald die finanzielle Hiebsreife einzelner Stämme kaum Beachtung findet. Oft werden sogar gerade die schwächeren, noch gar nicht hiebsreifen Stämme zuerst gefällt, um die Stabilität der gleichförmig aufgewachsenen Bestände nicht zu gefährden. Durch eine konsequente Nutzung nach dem Kriterium «finanzielle Hiebsreife» könnten aber die Opportunitätskosten der Waldbewirtschaftung, die aus einer hohen Kapitalbindung entstehen und meist im Rahmen forstbetrieblicher Entscheidungen völlig ignoriert werden, deutlich vermindert werden (z.B. Knoke 2003). Ideal wäre es, bei jeder Hiebssmassnahme die Bäume mit den vergleichsweise niedrigsten Wertzuwachsprozents zu ernten (dies sind häufig die stärksten) und hierbei noch die Wechselwirkungen mit den Nachbarbäumen zu berücksichtigen.

Zudem wird im Dauerwald durch die schonende, aber konsequente Freistellung vitaler Einzelbäume die Produktivität der Baumindividuen durch Ausbau und Erhalt langer Kronen und Aufbau grosser Kronenmantelflächen gefördert. Dies erhöht bei identischen Baumabmessungen die Rentabilität der Einzelbäume. Hinzu kommt, dass die höhere Stabi-

lität plenterartig aufgebauter Bestockungen (Lenk & Kenk 2007) ein marktangepasstes Einschlags- und Angebotsverhalten ermöglicht, welches in Realbetrieben auch tatsächlich zum Tragen kommt (Knoke 1998).

In vielen Studien wurden die finanziellen Vorteile des marktangepassten Holzeinschlages bereits nachgewiesen (z.B. Brazee & Mendelsohn 1988, Knoke & Peter 2002, Jacobsen & Helles 2006). Knoke & Wurm (2006) konnten zum Beispiel zeigen, dass sich der Ertragswert von stabilen Buchenbeständen um rund 30% steigern lässt, wenn der Einschlag sich am erzielbaren Holzpreis orientiert, während dies bei der labileren Fichte aufgrund häufiger Sturmschäden nur in wesentlich geringerem Umfang möglich war. Der Faktor Stabilität lässt sich damit als ein wesentlicher Erfolgsfaktor des Dauerwaldes herausarbeiten. Weiter treten im Dauerwald Effekte auf, die als «biologische Automation» bezeich-

net werden. Dies können eingesparte Ausgaben für Bestandesneubegründung und Pflege sein, wie sie zum Beispiel Mohr & Schori (1999) quantifizieren (Tabelle 1).

Am Ende muss die Entscheidungsrelevanz der vergleichenden Analysen auf der Betriebsebene jedoch generell infrage gestellt werden (z.B. Moog 1997). Selbst wenn sich klare betriebswirtschaftliche Vorteile des Dauerwaldes tatsächlich nachweisen lassen (und alles deutet darauf hin), heisst dies noch nicht, dass ein Übergang zum Dauerwald ebenfalls finanziell vorteilhaft ist. Es muss daher geklärt werden, ob und, wenn ja, in welchem Ausmass Kosten im Rahmen des Überganges vom Altersklassenwald zum Dauerwald entstehen, die die in relativ ferner Zukunft liegenden Vorteile des Dauerwaldes aufwiegen könnten. Eine Betrachtung des Überganges vom Altersklassenwald zum Dauerwald muss zwangsläufig von der Bestandesebene ausgehen.

Autoren	Bewertete Grösse	UD : AW (%)	Bemerkungen
Ammon (1951)	Nettoholzerlöse je ha und Jahr	157	Schätzung aufgrund der Erfahrung
Mitscherlich (1952)	Durchschnittlicher Holzpreis je Festmeter	114	Versuchsflächendaten, Ergebnis ohne Flächenbezug
Mayer (1968)	Betriebserfolg (Ertrag – Aufwand)	433	Modellkalkulation; Referenz ist der Kleinkahlschlagbetrieb; Nutzungsausfall bei Kleinkahlschlag 25%, im Plenterwald nur 5%
Siegmund (1973)	Ertrag – Aufwand	145	Modellkalkulation; Referenz ist der Kahlschlagbetrieb
Schütz (1985)	Nettoholzerlöse je ha und Jahr	rund 120	Versuchsflächenauswertung im Vergleich zu einer Ertragstafelbetriebsklasse
Schulz (1993)	Nettoholzerlöse je ha und Jahr	132	Variantenrechnung anhand tatsächlich erzielter Holzsortimente bei gleichem Hiebssatz (8.1 Fm) und 400% der Messzahl
Knoke (1997)	Nettoholzerlöse je ha und Jahr	113	Nachkalkulation anhand von Aufzeichnungen der Holzsortimente beider Betriebsformen über 31 Jahre, Analyse anhand eines Realbetriebes unter Zugrundelegung des 1972 geplanten Hiebssatzes, Holzeinschlag im UD ca. 16% niedriger als im AW
Knoke (1998)	Wertzuwachs	141–167	Vier Vergleichsrechnungen mithilfe eines Wachstumsmodells für unterschiedliche Umtriebszeiten und Zieldurchmesser; beide Betriebsformen mit annähernd identischer Kapitalbindung
Hanewinkel (1998)	Ertrag – Aufwand	UD etwa gleich AW, wenn bei Letzterem kein Risiko angenommen wird	Modellkalkulation mit hohem A-Holz-Anteil für beide Betriebsformen; AW durch Wachstumsmodell abgebildet mit früh einsetzender Zielstärkennutzung, sehr lange Endnutzungsphase (Alter 90–140), UD als empirisches Modell
Hanewinkel (2001a)	Einnahmen – Ausgaben	286	Sehr hoher Anteil geasteten Holzes im Plenterwald
Mohr & Schori (1999)	Gesamterfolg pro Fm Holzeinschlag (ohne Ausgaben für Verwaltungspersonal und Unternehmerleistungen)	Vorteil des UD: +25 CHF/Fm Holzeinschlag	Vergleich von Plenterwald und Femelschlagwald anhand von Daten aus Betriebsabrechnungsbögen
Hanewinkel (2002)	Literaturüberblick. Ergebnis: bisherige Vergleiche unzulässig. Entweder mangelnde Vergleichbarkeit realer Betriebe oder Bestände oder bestrafende Annahmen im Rahmen von Modellkalkulationen. Es wird empfohlen, die Potenziale beider Betriebsformen unter optimalen Bedingungen abzuschätzen.		

**Tab 1** Auszugsweise Darstellung bisheriger finanzieller Vergleiche zwischen ungleichaltrigen Dauerwäldern (UD, meistens Tannen-Fichten-Buchen-Plenterwälder) und Altersklassenwäldern (AW) auf der Betriebsebene (UD : AW in %).

## Betrachtungen auf der Bestandesebene zum Wechsel der Betriebsform

### Vorüberlegungen

Bevor wir uns mit einigen Studien befassen, die den ungleichaltrigen Dauerwald auf der Bestandesebene analysieren, möchte ich auf die Bewertungsmethodik eingehen. Die eigentlich aus Europa stammende Tradition, waldbauliche Massnahmen mithilfe von Investitionskalkülen (z.B. Faustmann 1849) zu bewerten, ist leider in Mitteleuropa weitgehend aufgegeben worden. International betrachtet ist dies keineswegs der Fall. Daher findet sich als Bewertungsmassstab der in Tabelle 2 aufgelisteten internationalen Studien überwiegend die Summe der Barwerte aller in Zukunft erwarteten Zahlungsdifferenzen (Net Present Value), also der Kapital- oder auch Ertragswert.<sup>1</sup> Die erwähnte Barwertsumme lässt sich nach Gleichung (1) kalkulieren. Gleichung (2) stellt eine starke Vereinfachung dar, die bei unendlichem Betrachtungshorizont und Reduktion der Bestandeswirtschaft auf die Ernte des hiebsreifen Bestandes alle  $U$  Jahre angewendet werden kann.<sup>2</sup> Gelänge es, durch Überführungsmassnahmen aus dem Bestand jährlich konstante Überschüsse zu erwirtschaften – und dies vom ersten Jahr der Überführung an – (ein eher theoretischer Fall), verändert sich Gleichung (2) zu Gleichung (3).

$$B_0 = \sum_{t=0}^{\infty} z_t \cdot q^{-t} \quad (1)$$

$$B_0 = \frac{A_u}{q^u - 1} \quad (2)$$

$$B_0 = \frac{a_j}{i} \quad (3)$$

$B_0$  Bodenertragswert oder die maximale Zahlungsbereitschaft für ein Stück unbestockten Bodens

$t$  Zeitpunkt

$z_t$  Zahlungsdifferenz zu einem bestimmten Zeitpunkt (Einzahlung minus Auszahlung)

$q$  Diskontierungsfaktor:  $q=(1+i)$  mit  $i$  als Zinsrate als Dezimalzahl, z.B. 0.03 für 3%

$A_u$  Abtriebswert: um Holzernte- und Bringungskosten verminderte Erlöse bei Einschlag des Bestandes im Alter  $u$

$u$  Produktionszeitraum

$a_j$  Konstante jährliche Zahlung

Für die Höhe des Ertragswertes ist mit entscheidend, wie häufig und wie früh positive Zahlungsdifferenzen auftreten. In Abbildung 1 werden zwei extreme und hypothetische Situationen verglichen, um die besonders wichtigen zeitlichen Effekte plakativ zu verdeutlichen. Nehmen wir einmal an, wir könnten mit einem gleichaltrigen Waldbestand, der einen durchschnittlichen Wertzuwachs von 200 EUR/ha/J aufweist (Abbildung 1, leeres Drei-

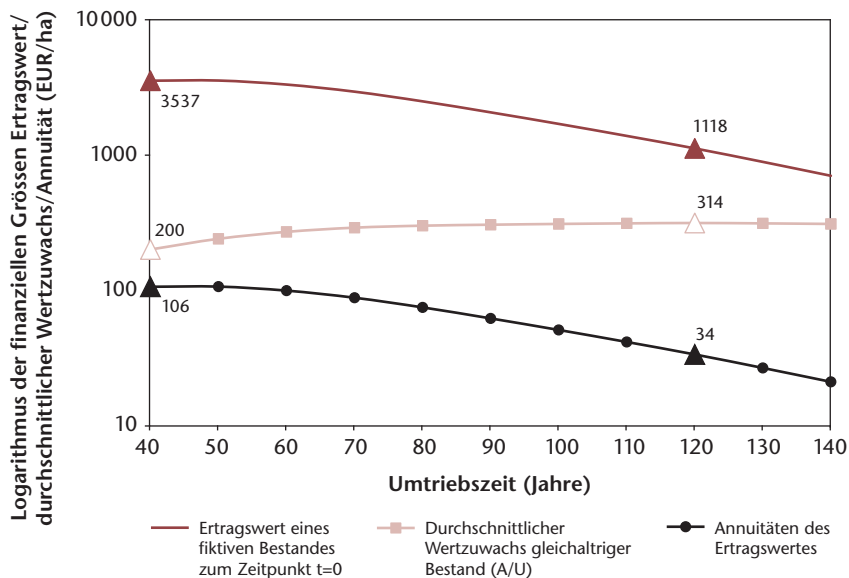
eck bei  $U=40$ ), alle 40 Jahre einen Abtriebswert von 8000 EUR/ha erzielen (40 Jahre mal 200 EUR/ha/J). Weiter unterstellen wir, dass der Waldbesitzer sein Geld alternativ, aber unter ähnlichen Konditionen wie im Wald anlegen kann (zu einem Realzinssatz von 3%). Hierbei wollen wir auch die unterschiedlichen Risiken beider Geldanlagen hintanstellen. Der Barwert (Gegenwartswert, den wir im Folgenden als Ertragswert ansehen) des Waldbestandes beträgt dann gemäss Gleichung (2) 3537 EUR/ha (Abbildung 1, rotes Dreieck bei  $U=40$ ). Multiplizieren wir diesen Ertragswert mit einer Zinsrate von 0.03, erhalten wir 106 EUR/ha/J als Annuität (wir betrachten hier einen unendlichen Zeithorizont; vgl. Abbildung 1, schwarzes Dreieck bei  $U=40$ ). Per Definition ist die Annuität diejenige jährlich konstante Rate, die als Summe bei Abzinsung der jeweiligen Beträge entsprechend ihrem zeitlichen Eingang wieder den Ertragswert ergibt, also 3537 EUR/ha. Dies bedeutet aus Sicht des Waldbesitzers Folgendes: Könnte mit einer Überführungsmassnahme schon zum Zeitpunkt  $t=0$  begonnen werden und wäre es möglich, hierdurch konstante jährliche Einzahlungsüberschüsse in Höhe von 106 EUR/ha zu erreichen (Abbildung 1, schwarzes Dreieck bei  $U=40$ ), würde dieser Betrag – der ja nur 53% des durchschnittlichen Wertzuwachses des gleichaltrigen Bestandes ausmacht (200 EUR/ha/J) – ausreichen, um den Ertragswert des gleichaltrigen Bestandes zu akkumulieren. Ein Waldbestand, der jährlich 106 EUR/ha erbringt, ist damit genauso viel wert wie ein Waldbestand, der alle 40 Jahre 8000 EUR/ha an Nettoeinnahmen ermöglicht, in der Zwischenzeit aber keine Einnahmen generiert. Theoretisch könnte der Wertzuwachs des ungleichaltrigen Bestandes unter diesen – allerdings hypothetischen – Annahmen also fast halbiert werden, ohne dass ein finanzieller Nachteil gegenüber dem Altersklassenbestand resultiert. Der Vorteil der wegfallenden langen Wartezeit (hier 40 Jahre, im Regelfall noch wesentlich länger) wiegt also einen eventuell reduzierten Wertzuwachs bei Weitem auf. Der mithilfe der Überführung im Vergleich zum Altersklassenbestand tendenziell mögliche, frühere und dann gleichmässigerer Eingang von Zahlungsüberschüssen ist folglich gegenüber der klassischen Bestandeswirtschaft mit Ernte des Bestandes alle  $U$  Jahre ein wesentlicher finanzieller Vorteil.

Das Ausmass des beschriebenen Effektes hängt zum einen wesentlich von der Höhe des Zinssatzes ab. Bei einem Zinssatz von 0% (nicht in Abbildung 1 dargestellt) erreichen wir durch den früheren

1 Der Ertragswert findet z.B. Anwendung, wenn die maximal gerechtfertigten Ausgaben für die Landbeschaffung bestimmt werden sollen.

2 Kultur-, Pflege- und Verwaltungsausgaben wurden aus Gründen der Einfachheit ebenfalls ausgeblendet.





**Abb 1** Vergleich von durchschnittlichen Wertzuwächsen (Abtriebszeit geteilt durch Produktionszeit), die ohne Berücksichtigung von Zinseffekten erreicht werden können, mit Annuitäten (jährliche konstante Raten, kalkuliert für einen Zinssatz von 3%), die dem Ertragswert des Altersklassenbestandes entsprechen.

Eingang von Zahlungen keinen Vorteil, weil dann ein Euro in ferner Zukunft genauso viel wert ist wie ein Euro heute. Der zu überführende Bestand müsste unter dieser Annahme sowohl während der Überführungsphase als auch in einem später eventuell erreichten Gleichgewichtszustand einen mindestens ebenso grossen Wertzuwachs erreichen wie der gleichaltrige Bestand, um finanziell in Erwägung gezogen zu werden. Schon bei einem Zinssatz von 1% sind aber wesentlich unter dem Wertzuwachs des Altersklassenbestandes liegende Jahresüberschüsse ausreichend, um denselben Waldwert zu erzielen wie der Altersklassenbestand. Je höher der eingesetzte Zinssatz ist, umso stärker kommen Vorteile eines früheren und regelmässigeren Zahlungseingangs zum Tragen.

Ein zweiter Einflussfaktor ist die Länge der Umtriebszeit im Altersklassenbestand. Ein konstanter Jahresbetrag von nur 34 EUR/ha (Abbildung 1, schwarzes Dreieck bei U=120) reicht beispielsweise aus, um einen jährlich-durchschnittlichen Wertzuwachs von 314 EUR/ha (Abbildung 1, leeres Dreieck bei U=120) zu kompensieren, wenn dieser innerhalb einer Umtriebszeit von 120 Jahren akkumuliert und immer erst durch Ernte des gesamten Bestandes am Ende jeder Umtriebszeit realisiert wird (Abbildung 1). Je länger die Umtriebszeit des gleichaltrigen Referenzbestandes ausfällt, desto stärker macht sich also der Vorteil früherer und dann konstanter Zahlungseingänge im Rahmen der Bewertung bemerkbar.

Tendenziell ist es daher schon aus rein finanzieller Sicht wichtig, möglichst früh mit dem Übergang zum Dauerwald zu beginnen, um die oben beschriebenen Vorteile schnell ausnutzen zu können.

Je weiter sich der Bestand bereits seiner finanziellen Hiebsreife angenähert hat, desto weniger kommen die Vorteile des frühen Zahlungseingangs zum Tragen. Ganz abgesehen von den höheren Risiken eines späten Beginns der Überführung macht es damit kaum Sinn, bereits relativ alte Bestände in Dauerwald überführen zu wollen.

#### Ergebnisse vorhandener Studien

Die Ergebnisse der in der einschlägigen Literatur dokumentierten Modellkalkulationen (Tabelle 2) bestätigen im Wesentlichen die Relevanz der in Abbildung 1 dargestellten Zusammenhänge. Neben den klar nachweisbaren Vorteilen einer früh einsetzenden Überführung mit Blick auf den Ertragswert (z.B. Knoke & Plusczyk 2001) ergeben sich zudem Kompensationseffekte im Falle von Risiken, die von schwankenden Holzpreisen ausgehen. So konnten Knoke et al (2001) wesentlich geringere Streuungen der Ertragswerte einer Überführungsstrategie im Vergleich zu einer Altersklassenbewirtschaftung nachweisen, wenn fluktuierende Holzpreise simuliert wurden. Die Verteilung der Überschüsse auf viele Eingriffe im Falle der Überführung im Vergleich zur Konzentration der Überschüsse auf den Zeitpunkt der Endnutzung im Rahmen der Altersklassenwirtschaft führte zu einer wirksamen Kompensation der Holzpreisschwankungen.

Eine hohe finanzielle Attraktivität von Überführungsmassnahmen zeichnet sich damit ab. Die Befunde der Arbeiten von Kant (1999), Wikström (2000) sowie Andreassen & Øyen (2002) weichen jedoch von den Resultaten der übrigen Studien ab: Sie weisen entweder generell (Wikström 2000, Andreassen & Øyen 2002) oder bei hohem Kalkulationszinssatz (Kant 1999) einen finanziellen Nachteil der Überführung aus.

Im Falle der Arbeit von Kant (1999) muss eine Besonderheit der Modellierung beachtet werden. Der Autor unterstellt auch für den Altersklassenbestand einen ewig währenden, kontinuierlichen und kostenlosen Einwuchs an jungen Bäumen in die kleinste Stärkeklasse. Dies geschieht, obwohl maximal 15 cm starke Weisskiefen im Bestand verbleiben. Es ist jedoch offen, ob diese Weisskiefen für einen genügenden Einwuchs durch natürliche Verjüngung sorgen können. Die Zulässigkeit der Extrapolation des Einwuchsmodells wird vom Autor selbst als kritischer Diskussionspunkt benannt. Das genannte Modellierungsproblem ist auch aus anderen Studien bekannt: So weist Jübner (2006) darauf hin, dass in der Studie von Buongiorno et al (1995) ein Einwuchs in die kleinste Stärkeklasse modelliert wird, ohne dass Samenbäume vorhanden sind. Bei Kant (1999) kommt es durch die beschriebene Einwuchsmodellierung dazu, dass auch im Altersklassenwald alle fünf Jahre konstante Überschüsse aus einem einzigen Bestand erwirtschaftet werden können – und

Autoren	Bewertete Grösse	Ergebnisse und Bemerkungen
Chang (1981)	Waldwert: Abtriebswert des Ausgangsholzvorrates plus Barwert aller zukünftigen Zahlungen minus Kapitalkosten (Ponderosa pine, USA)	Bei höheren Zinssätzen ist UD vorteilhafter als AW: UD produziert kleine, aber häufige Überschüsse, AW dagegen führt zu grossen, aber seltenen Überschüssen. UD erlangt damit bei Berücksichtigung des zeitlichen Eingangs der Zahlungen durch Diskontierung einen Vorteil.
Haight & Monserud (1990)	Nettoarwert aller zukünftigen Überschüsse (Larch, Grand fir, Douglas fir, White pine, Red cedar, Western hemlock, Lodgepole pine, USA)	Konvergenz zu ungleichaltrig aufgebauten Beständen durch Barwertmaximierung (Zins 4%), Produktivität von UD mindestens so hoch wie bei AW.
Schulte & Buongiorno (1998)	Nettoarwert aller zukünftigen Überschüsse: Vorteilhaftigkeit von Plünderhieben (high grading) (Loblolly pine, USA)	Autoren berichten aus anderen Studien (Berichte des US-Landwirtschaftsministeriums), dass UD mit Loblolly pine bei hohen Zinssätzen und geringen Bestockungsdichten dem AW finanziell überlegen ist. High grading bringt nur einen sehr geringen, kurzfristigen Vorteil, aber verursacht hohe Langfristnachteile.
Kant (1999)	Nettoarwert aller zukünftigen Überschüsse (White pine, USA)	Mit zunehmendem Zinssatz konvergiert UD zu AW. AW hat aufgrund des Einwachstmodells dieselben Vorteile wie UD (kontinuierliche Überschüsse alle 5 Jahre).
Tarp et al (2000)	Nettoarwert aller zukünftigen Überschüsse (Buche, Dänemark)	Beginn der Überführung zu UD in Buchenbeständen so früh wie möglich. AW mit Kahlschlag nur dann überlegen, wenn Ausgangsbestand schon nah an finanziell optimaler Umtriebszeit. UD nur dann auch AW mit Naturverjüngung (ohne Kahlschlag) überlegen, wenn entweder höhere Durchschnittspreise erzielbar sind oder Erntedurchmesser um 17% über demjenigen im AW liegt.
Wikström (2000)	Nettoarwert aller zukünftigen Überschüsse (Fichte, Schweden)	UD ist unter allen Umständen AW finanziell unterlegen. Ausgangsbestand nah am finanziell optimalen Abtriebsalter, Wachstumsmodell prognostiziert langfristig nur halb so hohe Zuwächse für UD.
Knoke & Plusczyk (2001)	Nettoarwert aller zukünftigen Überschüsse (Fichte, Deutschland)	UD unter vielen Randbedingungen gegenüber AW vorteilhaft. Tendenziell Zunahme der Vorteilhaftigkeit mit zunehmendem Zinssatz. AW nur vorteilhaft bei sehr kleinen Zinssätzen.
Knoke et al (2001)	Volatilität der Nettoarwerte bei fluktuierendem Holzpreis (Fichte, Deutschland)	UD durch häufigere Eingriffe klar im Vorteil, da dies zu Kompensation der Holzpreisfluktuation führt, UD damit mit deutlich kleinerem finanziellen Risiko verbunden.
Hanewinkel (2001b)	Kosten der Überführung in UD (Verlust an Nettoarwert, Fichte, Deutschland)	Kosten der Überführung von AW in UD nehmen mit zunehmendem Kalkulationszinssatz ab.
Andreassen & Øyen (2002)	Nettoarwert aller zukünftigen Überschüsse (Fichte, Norwegen)	Siehe Wikström (2000): AW immer besser (Bestände sind finanziell bereits hiebsreif).
Ralston et al (2004)	Nettoarwert aller zukünftigen Überschüsse (Douglasie, USA)	Es existieren UD-Varianten für Douglasienbestände, die AW finanziell leicht überlegen sind.
Price & Price (2006)	Kosten der Überführung in UD (Verluste an Nettoarwert, Sitkafichte, Grossbritannien)	Unter günstigen Annahmen und Zielstärkennutzung entstehen keine Kosten durch Überführung, sondern eher ein Vorteil.

**Tab 2** Auszugsweise Darstellung bisheriger finanzieller Vergleiche zwischen Altersklassenwald (AW) und ungleichaltrigem Dauerwald (UD) auf der Bestandesebene zur Beurteilung der Überführung von Altersklassenwald in ungleichaltrigen Dauerwald (oder umgekehrt).

dies bis in alle Ewigkeit. Die von Kant (1999) mit steigendem Zins beobachtete Konvergenz des ungleichaltrigen Dauerwaldes zu Altersklassenwald ist damit kein Übergang in echten, also basierend auf Umtriebszeiten bewirtschafteten Altersklassenwald. Vielmehr behält der von Kant (1999) modellierte Altersklassenbestand die wesentlichen Charakteristika und Vorzüge des ungleichaltrigen Bestandes, nämlich frühe und regelmässige Überschüsse.

Bei Wikström (2000) und Andreassen & Øyen (2002) liegt der Grund für die mangelnde Rentabilität der Überführung im Alter der gleichaltrigen Ausgangsbestände begründet. Diese sind bereits annähernd hiebsreif oder hiebsreif, sodass ein weiteres Belassen von Bäumen per Definition zu einer wenig

über dem geforderten Kalkulationszinssatz oder sogar darunter liegenden internen Grenzverzinsung führen muss. Für die Studie von Wikström (2000) kommen noch Modellierungsprobleme für den ungleichaltrigen Bestand hinzu. Aus denjenigen drei Studien, die finanzielle Nachteile einer Überführung in ungleichaltrigen Dauerwald nachweisen, lässt sich damit kein genereller Nachteil für die Überführung folgern. Die Arbeiten bestätigen lediglich, dass ein später Beginn der Überführung nachteilig ist (vgl. hierzu auch Tarp et al 2000).

Aber nicht nur der möglichst frühe Beginn, sondern auch die geschickte Auswahl der zu entnehmenden und zu belassenden Bäume ist ein wichtiger Erfolgsfaktor. Die Nutzung vom stärkeren Ende

her hat sich prinzipiell bewährt (z.B. Price & Price 2006). Dieses Vorgehen trägt den vergleichsweise geringen Wertzuwachsprozenten der starken Bäume Rechnung und reduziert damit die Opportunitätskosten des Belassens von Bäumen. Natürlich ist hierbei auch immer die Vitalität zu beachten. Vitale Bäume, mit langen Kronen, sind bei gleichen Baumabmessungen rentablere Bestandteile des Waldes als weniger vitale Bäume, womit Letztere bevorzugt zu entnehmen sind.

Zusammenfassend können wir damit festhalten, dass ein möglichst früher Beginn der Überführung und eine Auswahl der Entnahmebäume nach ihrem Wertzuwachsprozent wichtige Faktoren für eine finanziell erfolgreiche Überführung sind. Zudem schneiden Überführungsmassnahmen bei höheren Zinsforderungen tendenziell günstiger ab als das Beibehalten der Altersklassenwirtschaft. Überschüsse werden durch Überführung in ungleichaltrigen Dauerwald früher und dann regelmässiger als im Altersklassenbestand erzielt. Ein gewisses Rentabilitätsstreben widerspricht damit einer naturnahen Waldwirtschaft ganz und gar nicht – im Gegenteil, naturnahe Waldwirtschaft kann förmlich die Konsequenz einer auf Rentabilität und damit Effizienz achtenden Waldbewirtschaftung sein.

### Grössenvorteile und Dauerwald

Es liegt auf der Hand, dass bei einer Waldwirtschaft, die stark auf den Einzelbaum ausgerichtet ist, gewisse Grössenvorteile nicht ausgenutzt werden können. Beispielsweise kann ein nur geringer Hiebsanfall pro Hektare dem Maschineneinsatz Grenzen setzen und somit die Holzerntekosten in die Höhe treiben. Auch kann ein zeitintensives Auszeichnen der Bestände zu zusätzlichen Kosten im Dauerwald

führen. Leider gibt es zu den Holzernte- und den Verwaltungskosten nur wenige Studien aus Mitteleuropa. Eine sehr umfangreiche und gründliche Arbeit bezüglich der Holzernte und Bringung hat Pausch (2005) für bayerische Verhältnisse vorgelegt. Er leitet Mehrausgaben einer naturnahen im Vergleich zu einer hoch mechanisierten Waldbewirtschaftung von maximal 2.50 EUR/Efm ab. Zu einer ähnlichen Grössenordnung gelangen Price & Price (2006). Diese Autoren ermitteln einen Ausgabenunterschied von 1.60 britischen Pfund pro Efm beim Vergleich einer einzelstammweisen Nutzung vom stärkeren Ende her mit einem konventionell durchgeführten Kahlschlag.

Die genannten Beträge sind vermutlich keine Grössenordnungen, die die bisherigen Befunde zu den finanziellen Vorteilen des Dauerwaldes ernsthaft infrage stellen könnten. Allein die konsequente, baumindividuelle Nutzung der Stämme beim Erreichen ihrer finanziellen Hiebsreife kann zusätzliche Ernteausgaben in der genannten Grössenordnung kompensieren. Dies möchte ich an einem Beispiel erläutern. Anhand von Daten aus Bayern für das Jahr 2006 lässt sich eine Entwicklung der Nettoerlöse für einzelne Fichten über den Brusthöhendurchmesser (BHD) ableiten (Wertkurve, Abbildung 2). Nehmen wir an, es handelt sich um eine 60-jährige Fichte, die bei mittlerer Wachstumsgeschwindigkeit nach Daten aus Stichprobeninventuren für einen bayerischen Staatswald einen BHD von 30 cm erreicht hat und nun im Rahmen eines Kahlschlages zusammen mit allen anderen Bäumen des Bestandes geerntet werden soll. Werden die unter der Annahme des Belassens dieser Fichte in Zukunft zu erwartenden Nettoerlöse mit einem Zinssatz von 3% auf den Betrachtungszeitpunkt abgezinst, ergibt sich ein Maximum des Barwertes jedoch erst bei einem BHD von rund 45 cm (Abbildung 2). Die heute lediglich 30 cm starke Fichte ist also noch gar nicht hiebsreif, denn ein BHD von 45 cm und damit auch die finanzielle Hiebsreife würden erst mit einem Alter der Fichte von etwa 90 Jahren erreicht. Wird dieser Baum nun dennoch kahlschlagbedingt bereits mit einem BHD von 30 cm genutzt, verbleibt für diesen Stamm nur ein bescheidener Nettoerlös von 29 EUR in der Kasse des Waldbesitzers. Diesen Betrag könnte er auf die Bank legen, wodurch der Waldbesitzer bei einem Zins von 3% jährlich 0.87 EUR abheben und verbrauchen könnte. Wartet er dagegen für seine Fichte das Erreichen des optimalen Zieldurchmessers ab (für die genannten Bedingungen also rund 45 cm), so ergibt sich ein Nettoerlös von 88 EUR pro Stamm. Die Fichte würde also noch 59 EUR an Wert zulegen. Zwar dauert diese Wertzunahme 30 Jahre. Der Waldbesitzer erhält jedoch durch seine «Baumanlage» jedes Jahr rund 1.1 EUR mehr als durch eine alternative Anlage des sofort erzielbaren Nettoerlöses auf der Bank: Der durchschnittliche Wertzuwachs der

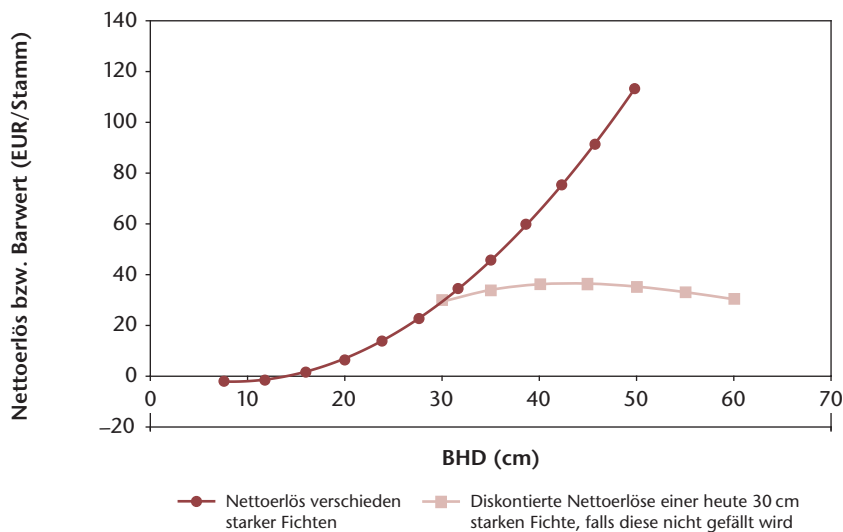


Abb 2 Exemplarische Wertentwicklungskurve für Fichte (Nettoerlös verschieden starker Fichten) und Entwicklung der Barwerte (diskontierte Abtriebswerte bei einem Zinssatz von 3%) für eine heute 30 cm starke, 60-jährige Fichte.





**Abb 3** Für eine finanziell vorteilhafte ungleichaltrige Bewirtschaftung kommt nur ein bestimmtes Baumartenspektrum infrage. Foto: Michael Weber

Fichte beträgt fast 2 EUR/J, während der Zins des Bankkontos nur 0.87 EUR/J ausmacht. Natürlich müssen wir einschränkend erwähnen, dass diese Betrachtung etwaige Auswirkungen des Belassens der Fichte auf ihre Nachbarn und auch Risiken vernachlässigt (wobei auch die Geldanlage bei der Bank nicht ganz risikofrei ist). Prinzipiell könnte man diese Aspekte jedoch berücksichtigen. Auch dann würde klar werden, dass eine schematische Ernte aller Bäume zu ein und demselben Zeitpunkt (Kahlschlag) für viele Bäume suboptimal wäre, weil der Erntezeitpunkt entweder zu früh (entgangener Wertzuwachs) oder zu spät (Verluste durch Entgang alternativer Investitionsmöglichkeiten) ist.

Durch eine Zielstärkennutzung, die sich an der individuellen finanziellen Hiebsreife jedes einzelnen Baumes orientiert, könnte folglich ein grosses finanzielles Potenzial resultieren. Etwaige höhere Ernteaufgaben in der Grössenordnung von

einmalig 2 bis 3 EUR/Efm können hierdurch leicht aufgefangen werden. Dabei ist der wahrscheinliche Stabilitäts- und Flexibilitätsgewinn durch Dauerwaldwirtschaft nicht einmal berücksichtigt.

Aus finanzieller Sicht sind sicherlich auch die Verwaltungsausgaben für einen Dauerwald kritisch zu sehen, weshalb der Dauerwald als Betriebsform für grosse Forstbetriebe mit eigenem Personal eventuell unattraktiv sein könnte. Solche Forstbetriebe sind zudem nicht auf die Kontinuität der Überschüsse auf der Bestandesebene angewiesen, denn betrieblich lassen sich kontinuierliche Überschüsse auch durch das Altersklassenmodell erreichen. Auch grosse Forstbetriebe könnten aber durch die zusätzlichen Wertschöpfungspotenziale im Rahmen einer baumindividuellen und dem Holzmarkt angepassten Holzernte profitieren, womit sich auch höhere Verwaltungsausgaben zur Beschäftigung gut qualifizierten Personals rechtfertigen liessen. Schliesslich muss beachtet werden, dass Dauerwälder eine intensive Erschliessung benötigen, wodurch im Vergleich zur Altersklassenwirtschaft finanzielle Nachteile entstehen könnten. Studien, die solche Effekte für Mitteleuropa quantifizieren, sind jedoch rar.

### Versuch eines Resümees und Schlussfolgerungen

Selbstverständlich kann die Überführung in ungleichaltrigen Dauerwald auch unter günstigen Annahmen kein Allheilmittel sein (Schulte & Buongiorno 1998). Zum einen haben wir gesehen, dass Überführungsmassnahmen für ältere Bestände des Altersklassenwaldes finanziell unattraktiv sind. Zum anderen sind stabile Waldaufbauformen mit Laubholz auch in weitgehend gleichaltrigen Beständen erreichbar. In diesen Beständen ist eine Zielstärkennutzung, kombiniert mit Naturverjüngung, durchaus möglich. Finanzielle Vorteile durch Anwendung einiger Prinzipien der Bewirtschaftung von ungleichaltrigen Beständen sind hier aufgrund der Stabilität erzielbar, ohne dass dies zu einem dauerhaft ungleichaltrigen Bestockungsaufbau führen muss. Hinzu kommt, dass für eine finanziell vorteilhafte ungleichaltrige Bewirtschaftung wohl nur ein bestimmtes Baumartenspektrum infrage kommt (Abbildung 3). Im Wesentlichen handelt es sich für den mitteleuropäischen Bereich um Tanne, Fichte, Buche (eingeschränkt), aber auch Douglasie (z.B. Ralston et al 2004). Damit ist es von vorneherein klar, dass der ungleichaltrige Dauerwald kein völlig flächendeckendes Waldbaukonzept sein kann, auch wenn diese Betriebsform in sehr vielen Situationen handfeste finanzielle Vorteile verspricht. Auch hohe Wildbestände können Bestrebungen zur Dauerwaldwirtschaft entgegenlaufen, indem Selektionseffekte durch Verbiss die im Dauerwald unabdingbare Be-



teilung von Schatten ertragenden Mischbaumarten (wie z.B. der Tanne) infrage stellen. Letztlich sind aber die Vorteile des Dauerwaldkonzeptes bezüglich der günstigen, Holzpreisfluktuationen kompensierenden Zeitstruktur der Überschüsse (Betrachtung auf der Bestandesebene) und auch hinsichtlich der Stabilitäts- und Flexibilitätsaspekte so überzeugend, dass eine wesentliche Steigerung des Flächenanteils von Dauerwald für viele Waldbesitzer sinnvoll erscheint. Gründliche finanzielle Studien zur Quantifizierung der Konsequenzen von Dauerwald, insbesondere mit Blick auf erreichte Flexibilitätsgewinne und notwendige Verwaltungs- und Erschließungsausgaben, stellen eine wichtige Voraussetzung für die zukünftige Umsetzung des Dauerwaldgedankens dar. ■

Eingereicht: 24. November 2008, akzeptiert (mit Review): 10. März 2009

## Literatur

- ABETZ P (1975)** Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. Allg. Forst Z Waldwirtsch Umweltvorsorge 30: 666–667.
- AMMON W (1951)** Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft. Folgerungen aus 40 Jahren schweizerischer Praxis. Bern: Haupt. 3 ed. 158 p.
- ANDREASSEN K, ØYEN BH (2002)** Economic consequences of three silvicultural methods in uneven-aged mature coastal spruce forests of central Norway. *Forestry* 75: 483–488.
- ASSMANN E (1961)** Waldertragskunde: organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. München: BLV. 490 p.
- BRAZEE R, MENDELSON R (1988)** Timber harvesting with fluctuating prices. *For Sci* 34: 359–372.
- BUONGIORNO J, PEYRON JL, HOULLIER F, BRUCIAMACCHIE M (1995)** Growth and management of mixed species, uneven-aged forests in the French Jura: Implications for economic returns and tree diversity. *For Sci* 41: 397–429.
- CHANG SJ (1981)** Determination of the optimal growing stock and cutting cycle for an uneven-aged stand. *For Sci* 27: 739–744.
- FAUSTMANN M (1849)** Berechnung des Werthes, welchen Waldboden, sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen. Allg Forst- Jagdztg 20: 441–455.
- HAIGHT RG, MONSERUD RA (1990)** Optimizing any-aged management of mixed-species stands: II. Effects of decision criteria. *For Sci* 36: 125–144.
- HANEWINKEL M (1998)** Plenterwald und Plenterwaldüberführung. Freiburg: Institut für Forstökonomie, Schriften 9. 256 p.
- HANEWINKEL M (2001A)** Financial results of selection forest enterprises with high proportions of valuable timber – results of an empirical study and their application. *Schweiz Z Forstwes* 152: 343–349. doi: 10.3188/szf.2001.0343
- HANEWINKEL M (2001B)** Economic aspects of the transformation from even-aged pure stands of Norway spruce to uneven-aged mixed stands of Norway spruce and beech. *For Ecol Manage* 151: 181–193.
- HANEWINKEL M (2002)** Comparative economic investigations of even-aged and uneven-aged silvicultural systems: a critical analysis of different methods. *Forestry* 75: 473–481.
- JACOBSEN JB, HELLES F (2006)** Adaptive and nonadaptive harvesting in uneven-aged beech forest with stochastic prices. *For Policy Econ* 8: 223–238.
- JÜBNER D (2006)** Ökonomische Modellanalyse zur Bewirtschaftung eines Plenterwaldes am Beispiel einer Versuchsfläche im Emmental, Schweiz. Dresden: Techn Univ Dresden, Diplomarbeiten, unveröffentl. 86 p.
- KANT S (1999)** Sustainable management of uneven-aged private forests: a case study from Ontario, Canada. *Ecol Econ* 30: 131–146.
- KNOKE T (1997)** Ökonomische Aspekte der Holzproduktion in ungleichaltrigen Wäldern: einführende Untersuchungen zur Forstbetriebsplanung im Kreuzberger Gemeindewald. *Forstwiss Cent.bl* 116: 178–196.
- KNOKE T (1998)** Analyse und Optimierung der Holzproduktion in einem Plenterwald – zur Forstbetriebsplanung in ungleichaltrigen Wäldern. *Forstl Forsch.ber Münch* 170, 182 p.
- KNOKE T (1999)** Economic analysis of the wood production in a mixed, uneven-aged forest. In: Olsthoorn AFM, Bartelink HH, Gardiner JJ, Pretzsch H, Franc A, editors. *Management of mixed-species forest: silviculture and economics*. Wageningen: IBN-DLO Scientific Contributions. pp. 294–305.
- KNOKE T (2003)** Eine Bewertung von Nutzungsstrategien für Buchenbestände (*Fagus sylvatica* L.) vor dem Hintergrund des Risikos der Farbkernbildung – eine waldbaulich-forstökonomische Studie. *Forstl Forsch.ber Münch* 193. 200 p.
- KNOKE T, PLUSCZYK 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: 163–179.
- KNOKE T, PETER R (2002)** Zum optimalen Zieldurchmesser bei fluktuierendem Holzpreis – eine Studie am Beispiel von Kiefern-Überhältern (*Pinus sylvestris* L.). Allg Forst- Jagdztg 173: 21–28.
- KNOKE T, WURM J (2006)** Mixed forests and a flexible harvest strategy: A problem for conventional risk analysis? *Eur J For Res* 125: 303–315.
- KNOKE T, HAHN A (2007)** Baumartenvielfalt und Produktionsrisiken: Ein Forschungsein- und -ausblick. *Schweiz Z Forstwes* 158: 312–322. doi: 10.3188/szf.2007.0312
- KNOKE T, MOOG M, PLUSCZYK N (2001)** On the effect of volatile stumpage prices on the economic attractiveness of a silvicultural transformation strategy. *For Policy Econ* 2: 229–240.
- LENKE, KENK G (2007)** Sortenproduktion und Risiken Schwarzwälder Plenterwälder. Allg Forst Z Waldwirtsch Umweltvorsorge 62: 136–139.
- MAYER H (1968)** Langfristige waldbauliche Betriebsrationalisierung. Allg Forstztg 23: 687–689, 711–713, 725–728, 742–743, 754–757, 770–771.
- MITSCHERLICH G (1952)** Der Tannen-Fichten-(Buchen-)Plenterwald. *Schr.reihe Bad Forstl Vers.anst Freibg* 8. 42 p.
- MOHR C, SCHORI C (1999)** Femelschlag oder Plenterung – Ein Vergleich aus betriebswirtschaftlicher Sicht. *Schweiz Z Forstwes* 150: 49–55. doi: 10.3188/szf.1999.0049
- MOOG M (1997)** Forstwirtschaft: Wirtschaften mit naturnahen Ökosystemen. In: Bayerische Akademie der Wissenschaften. *Forstwirtschaft im Konfliktfeld Ökologie–Ökonomie*. Rundgespräche der Kommission für Ökologie 12. München: Pfeil. pp. 37–44.

- PAUSCH R (2005) Ein System-Ansatz zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen Waldstruktur, Arbeitsvolumen und Kosten in naturnahen Wäldern Bayerns. Forstl Forsch. ber Münch 199: 300 p.
- PRICE M, PRICE C (2006) Creaming the best, or creatively transforming? Might felling the biggest trees first be a win-win strategy? For Ecol Manage 224: 297–303.
- RALSTON R, BUONGIORNO J, FRIED JS (2004) Potential yield, return and tree diversity of managed, uneven-aged douglas-fir stands. Silva Fenn 38: 55–70.
- SCHÜTZ JP (1985) La production de bois de qualité dans la forêt jardinée. Ann Gembloux 91: 147–161.
- SCHÜTZ JP (1986) Charakterisierung des naturnahen Waldbaus und Bedarf an wissenschaftlichen Grundlagen. Schweiz Z Forstwes 137: 747–760.
- SCHULTE JB, BUONGIORNO J (1998) Effects of uneven-aged silviculture on the stand structure, species composition, and economic returns of loblolly pine stands. For Ecol Manage 111: 83–101.
- SCHULZ G (1993) Betriebswirtschaftliche Aspekte des Plenterwaldes. Allg Forstztg 48: 731–733.
- SIEGMUND E (1973) Aufwand und Ertrag bei waldbaulichen Betriebsformen. München: Univ München, Dissertationen. 108 p.
- TARP P, HELLES F, HOLTEN-ANDERSEN P, LARSEN JB, STRANGE N (2000) Modelling near-natural regimes for beech – an economic sensitivity analysis. For Ecol Manage 130: 187–198.
- WIKSTRÖM P (2000) A solution method for uneven-aged management applied to Norway spruce. For Sci 46: 452–463.

## Zur finanziellen Attraktivität von Dauerwaldwirtschaft und Überführung: eine Literaturanalyse

Selbst nach jahrzehntelanger Diskussion um das ökonomische Für und Wider einer Waldwirtschaft mit ungleichförmigen Beständen existiert noch immer kein einheitliches Bild von den Randbedingungen, unter denen ein Dauerwald finanziell erfolgreicher sein kann als ein Altersklassenwald. Die vorliegende Arbeit nutzt existierende Studien, um solche Voraussetzungen herauszuarbeiten. Dazu werden zunächst statisch-vergleichende Untersuchungen vorgestellt, die auf der Betriebsebene ansetzen. Diese ergeben für die Verhältnisse in Mitteleuropa häufig deutliche Vorteile für den Dauerwald. Eine grössere Widerstandskraft der Dauerwälder gegen abiotische und biotische Schäden verbunden mit der Möglichkeit, die Bäume bei Erreichen ihrer finanziellen Hiebsreife zu ernten, sind wesentliche Gründe für dieses Ergebnis. Auf der Bestandesebene ansetzende Studien zur Überführung gleichaltriger in ungleichaltrige Bestockungen ergeben nicht immer Vorteile für den Dauerwald. Im Rahmen dieser Betrachtung kommt es vor allem darauf an, ob und wie hohe Zinssätze der Beurteilung zugrunde gelegt werden und in welchem Alter die Überführung einsetzt. Früher einsetzende und regelmässiger Überschüsse im Zuge der Überführung können im Vergleich zur Altersklassenwirtschaft zu überlegenen finanziellen Resultaten führen. Das aktuelle Wissen zu möglichen Unterschieden der beiden Waldbausysteme bezüglich Holzernte-, Verwaltungs- und Wegebaukosten ist allerdings immer noch vergleichsweise spärlich.

## De l'intérêt financier à une forêt permanente et à la conversion de peuplements: une analyse bibliographique

Après des décennies de discussion sur les avantages et inconvénients économiques d'une économie forestière basée sur des peuplements irréguliers, il n'existe toujours pas de vision uniforme au sujet des conditions cadres dans lesquelles une forêt permanente peut être financièrement plus performante qu'une forêt équienne. Le présent document utilise des études existantes pour définir ces conditions. A cet effet, on présente pour commencer des études statiques au niveau de l'exploitation. Celles-ci donnent souvent de nets avantages en faveur de la forêt permanente dans les conditions de l'Europe centrale. La résistance supérieure de la forêt permanente aux dégâts abiotiques et biotiques, liée à la possibilité de récolter les arbres lorsqu'ils ont atteint leur maturité financière, est la raison essentielle de ce résultat. Les études portant sur la conversion de peuplements équiennes en peuplements irréguliers ne concluent en revanche pas toujours en faveur de la forêt permanente. Dans ce contexte, le taux d'intérêt appliqué ou non et l'âge auquel la conversion est effectuée sont déterminants. Des profits plus précoces et plus réguliers peuvent amener des résultats financiers supérieurs à ceux d'une économie de forêt équienne. Les connaissances actuelles au sujet des coûts de récolte des bois, d'administration et de construction de chemins sont toutefois encore comparativement peu nombreuses.