

# ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

Sonderheft  
zum 70. Geburtstag  
von Prof. Dr. Dr. h. c. FRIEDRICH FRANZ

Sonderdruck ISSN 0002-5852

## INHALTSVERZEICHNIS

H. Pretzsch	Prof. Dr. Dr. h. c. FRIEDRICH FRANZ zum 70. Geburtstag .....	97
<i>AUFSÄTZE</i>		
H. Pretzsch	Wo steht die Waldwachstumsforschung heute? Denkmuster-Methoden-Feedback (Forest yield science – its present stand. Thought patterns, methods, feed-back)	98
K. von Gadow	Strukturentwicklung eines Buchen-Fichten-Mischbestandes .....	103
	(Development of the structure of a beech-spruce-forest)	
T. Preuhler	Waldwachstumskundliche Beobachtungen im Fichten/Tannen/Buchen-Urwaldreliktbe- stand „Höllbachspreng“ bei Zwiesel .....	106
	(Structure and growth in the virgin forest relict stand „Höllbachspreng“ near Zwiesel)	
H. Röhle	Änderung von Bonität und Ertragsniveau in südbayerischen Fichtenbeständen .....	110
	(Site class improvements and production level changes in southern bavarian spruce stands)	
M. Kahn und H. Pretzsch	Das Wachstumsmodell SILVA – Parametrisierung der Version 2.1 für Rein- und Mischbestände aus Fichte und Buche .....	115
	(The growth model SILVA 2.1 – A parameterization for pure and mixed species stands from spruce and beech)	
H. Utschig	Umwandlung von Fichtenreinbeständen in Mischbestände – Eine ökologische und ökonomische Bewertung .....	124
	(Reconversion of pure spruce stands into mixed forests; an ecological and economic valuation)	
M. Bachmann	Zum Einfluß von Konkurrenz auf das Einzelbaumwachstum in Fichten/Tannen/ Buchen-Bergwäldern .....	127
	(About the effects of competition on individual tree growth in mountain forests)	
J. Ďurský	Modellierung der Absterbeprozesse in Rein- und Mischbeständen aus Fichte und Buche (Modelling mortality in mixed spruce-beech stands)	131
M. Meschederu	Erfassung und Modellierung des Strahlungsangebotes in Fichten-Buchen Mischbeständen (Recording and modelling of radiation climate in spruce-beech mixed stands)	134

168. JAHRGANG 1997 HEFT 6/7 JUNI/JULI

J. D. SAUERLÄNDER'S VERLAG FRANKFURT AM MAIN

# Umwandlung von Fichtenreinbeständen in Mischbestände – Eine ökologische und ökonomische Bewertung –

Aus dem Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Ludwig-Maximilians-Universität München

(Mit 3 Abbildungen)

Von H. UTSCHIG

(Angenommen Februar 1997)

## SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

*Naturnabe Waldbewirtschaftung; Mischbestand; ökologische und ökonomische Analyse; Überführung.*

*Close to nature forestry; mixed stand; economic and ecologic valuation; silvicultural transfer.*

## 1. EINLEITUNG

Als Konsequenz aus den Schneebruch- und Windwurfereignissen der 80er und 90er Jahre haben viele deutsche Landesforstverwaltungen die Begründung, Erziehung und Erhaltung naturnaher, gemischter Waldbestände als oberstes Ziel in ihre Waldbaurichtlinien aufgenommen (BAUER, 1991; BERGMANN, 1992; BENTRUP, 1992; ECKARDT, 1994; KÖHLER, 1992; OTT, 1992; OTTO, 1992).

Seit Anfang der 80er Jahre wurden am Münchner Lehrstuhl für Waldwachstumskunde verstärkt Forschungsvorhaben in Mischbeständen durchgeführt. Im selben Zeitraum wurde mit der Entwicklung des Wachstumsmodells SILVA (PRETZSCH, 1992) am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde ein leistungsfähiges Prognose- und Bewertungsinstrument für Rein und Mischbestände geschaffen.

Im folgenden soll am Beispiel des von SCHMITT (1994) bearbeiteten Mischbestandsversuches München 145 gezeigt werden, wie die Verknüpfung einmaliger Versuchsflächenaufnahmen mit einem Wachstumsmodell zu Beurteilungshilfen für die ökologische Wertigkeit und die Wirtschaftlichkeit von Waldbeständen führen kann. Die Bewertung des Mischbestandes erfolgt im Vergleich mit einer langfristigen Meßreihe auf einer Fichtenreinbestandsversuchsfläche auf ähnlichem Standort.

## 2. MATERIAL UND METHODEN

### 2.1 Der Bestand München 145

Die Versuchsfläche München (MUE) 145 mit den Parzellen 1 und 2 wurde im Jahr 1991 im Wasserschutzwald der Stadt München in der südlichen Münchener Schotterebene angelegt. Der Bodentyp ist eine typische Parabraunerde. Die Flächen liegen 550 m ü.N.N., die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 7,2°C, die jährlichen Niederschläge erreichen 1130 mm. Die potentielle natürliche Waldgesellschaft ist ein submontaner Buchenwald mit Stieleiche und Fichte (KREUTZER und FOERST, 1978).

Der Untersuchungsbestand München 145, ein ursprünglich dicht geschlossener, einschichtiger Fichtenbestand mit zahlreichen Kiefern, wurde bis zum Alter 80 (im Jahr 1955) niederdurchforstungsartig behandelt, anschließend erfolgte die konsequente Umstellung auf Zielstärkennutzung (mindestens 60 cm BHD). Der Bestand wurde im Laufe der letzten 35 Jahre mit ca. 3500 Buchen und Tannen pro Hektar unterbaut. Während dieser Überführungsphase wandelte er sich zu einem Fichten-Kiefern-Bestand mit lockerem Kronenschluß, mit einer dichten Vorausverjüngung in der Unterschicht und einer Zwischenschicht aus ehemals zwischen- und unterständigen Bäumen.

### 2.2 Der Bestand Eglharting 73/B-Grad

Als Vergleichsbestand zur Versuchsfläche München 145 wird der Fichtenversuch Eglharting (EGL) 73, Parzelle 2, herangezogen. Die

Versuchsfläche stockt auf einem Niederterrassenstandort, mit weitgehend versauertem Oberboden. Die Temperaturen gleichen denen in München, jedoch liegt die Jahresniederschlagssumme nur bei 940 mm. Der Fichtenbestand wurde 1864 mit einem Pflanzverband von 1,2 m x 2,0 m begründet, die erste Aufnahme erfolgte im Jahr 1906. Die ausgewählte Parzelle wurde als B-Grad behandelt. Der Bestand wurde im Alter von 119 Jahren nach 77 jähriger Beobachtung (12 ertragskundliche Aufnahmen) im Winter 1983/1984 eingeschlagen.

### 2.3 Das Wachstumsmodell Silva 2

Das Modell zählt zu der Kategorie der einzelbaumbezogenen Wachstumsmodelle (PRETZSCH und KAHN, 1996a). Es wird durch standort-sensitive Wachstumsfunktionen gesteuert. Ein Programmmodul zur ökonomischen Bewertung (PRETZSCH und KAHN, 1996b) liefert auf der Basis der Einzelbaumsortierung die Höhe der Erntekosten und der Erlöse. Ergänzend werden im Rahmen einer ökologischen Analyse verschiedene Indizes zur Beschreibung der Bestandesstruktur errechnet und deren zeitliche Entwicklung betrachtet (PRETZSCH, 1996).

## 3. VERGLEICH EINES ÜBERFÜHRUNGSBESTANDES MIT EINEM FICHTENREINBESTAND

Die Erstaufnahmen der Versuchsflächen MUE 145/1 und 145/2 werden dazu verwendet, die Startbedingungen für die Vorhersage der Bestandesentwicklung mit dem Wachstumsmodell Silva 2 zu definieren. Die Entnahme wird einzelstammweise nach Zielstärken durchgeführt, wobei der Zieldurchmesser für die Fichte mit 60 cm BHD und für die Kiefer mit 55 cm BHD festgelegt wurde. Bei der Wachstumsprognose, die einen Zeitraum von 40 Jahren umfaßt, wurden nur Bäume berücksichtigt, die zum Aufnahmezeitpunkt 1991 6,5 cm BHD erreicht hatten. Die Ergebnisse der Prognose werden mit der realen Bestandesentwicklung auf der Versuchsfläche EGL 73/2 verglichen.

### 3.1 Entwicklung der ertragskundlichen Kenngrößen

Der Bestand MUE 145/1 setzt sich zum Zeitpunkt der ertragskundlichen Aufnahme im Frühjahr 1991 aus Fichten (165 Bäume) und Kiefern (76 Bäume) und 930 Bäumen in der Unter- und Zwischenschicht aus Fichte, Tanne und Buche über der Kluppschwelle von 6,5 cm zusammen. Der Überführungsbestand MUE 145/2 hat eine ähnliche Stammzahlverteilung im Altbestand, enthält aber nur 292 Bäume über der Kluppschwelle von 6,5 cm in der nachwachsenden Schicht. Der Bestand EGL 73/2 ist im Alter von 119 Jahren noch mit 520 Altlichten bestockt. Die h/d Werte der Altlichten in den Umbauebeständen liegen zwischen 70 und 80, die Bäume sind als sehr stabil einzustufen. Dagegen erreichen die h/d Werte im Fichtenreinbestand im gesamten Beobachtungszeitraum nur Werte zwischen 97 und 88, die Einzelbäume sind hier labiler.

Abbildung 1 (links) gibt die Volumenentwicklung des Fichtenreinbestandes über dem gesamten Beobachtungszeitraum wieder. Der stehende Holzvorrat erreicht bei einer Oberhöhenbonität 33 (ASSMANN und FRANZ, 1963) bis zum Alter 119 einen Wert von 1064 VfmD; dies repräsentiert für Bayern eher mittlere Wuchsverhältnisse. Demgegenüber ist der Vorrat der Überführungsbestände

bei der Erstaufnahme im Jahr 1991 mit 589 VfmD (MUE 145/1) und 636 VfmD (MUE 145/2) deutlich geringer. Im anschließenden 40jährigen Prognosezeitraum bleibt die Vorratshöhe trotz kontinuierlicher Zielstärkennutzung relativ konstant. Die Höhe des laufenden Volumenzuwachses (Abb. 1 rechts) resultiert aus den unterschiedlichen Vorratshaltungen. Der Fichtenreinbestand leistet fast durchgehend Zuwächse zwischen 15 VfmD und 20 VfmD je ha und Jahr, während die Zuwachsleistung der Überführungsbestände im Prognosezeitraum unter 10 VfmD je ha und Jahr liegt. Dies ist begründet durch die bereits stark abgesenkte Stammzahl, die sich zu 30 % aus Kiefern aufbaut, so daß die Zuwachsleistung deutlich unter der des Fichtenreinbestandes liegt.

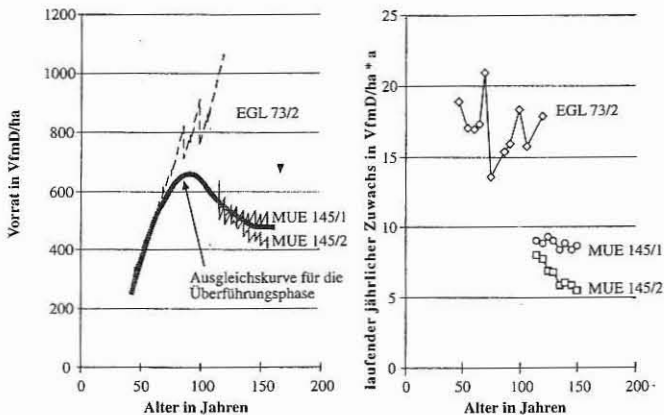


Abb. 1

Links: Entwicklung des Bestandesvorrates für die Umbauebestände München 145/1 und 145/2 (Prognose, 40 Jahre) und für den Fichtenreinbestand Eglharting 73/2.

Rechts: Entwicklung des laufenden jährlichen Volumenzuwachses für die Umbauebestände München 145/1 und 145/2 und für den Fichtenreinbestand Eglharting 73/2

Left: Volume of the remaining stand.

Right: development of the annual volume increment for the transferred stands Munich 145/1 and 145/2 and the pure spruce stand Eglharting 73/2

Aus den Bestandesaufnahmen, den Aufzeichnungen im Revierbuch und einer intensiven Stockinventur in den Überführungsbeständen (SCHMITT, 1994) kann die Vornutzung für MUE 145/1 und 145/2 gut abgeschätzt werden, die Vornutzungsprozente liegen auf der Fläche MUE 145/1 bei 49% und auf der Fläche MUE 145/2 bei 56%. Im Fichtenbestand EGL 73/2 liegt das Vornutzungsprozent nur bei 39%. Die Umbauebestände haben im Alter von 150 Jahren einen durchschnittlichen Gesamtwuchs von 7,6 Vorratsfestmeter Derbholz, während der Fichtenbestand im Alter von 99 Jahren einen durchschnittlichen Gesamtwuchs von 12,3 VfmD aufweist.

### 3.2 Ökologische Aspekte

Zur Beurteilung des Strukturreichtums der Bestände wird der Artenprofil-Index A (PRETZSCH, 1996) herangezogen, der ein Maß für die vertikale Strukturierung eines Bestandes darstellt. Es ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen dem Fichtenreinbestand und den Mischbeständen München 145/1 und 145/2. In den Umbauebeständen deuten die hohen Werte zwischen 1,6 und 2,1 im Prognosezeitraum auf eine sehr heterogene Bestandesstruktur hin. In allen Höhengschichten des Bestandes sind mehrere Baumarten vertreten. Der Artenindex fällt im Fichtenreinbestand nach der anfänglichen Differenzierungsphase (Index A=0,6) bis zum Alter 70 sehr stark zurück und geht ab Alter 99 gegen 0, der Bestand ist zum Ende der Umtriebszeit einschichtig geworden.

Der Verteilungsindex R von CLARK und EVANS (1954) charakterisiert das horizontale Baumverteilungsmuster. Auf den beiden Umbauparzellen sind die Baumarten eher zufällig verteilt ( $R=0,9$ ), das ist typisch für naturnah behandelte Bestände. Obwohl der Fichtenreinbestand in einem regelmäßigen Pflanzverband begründet wurde, zeigt der Index  $R=0,984$  im Alter von 99 Jahren ebenfalls eine zufällige Verteilung der Bäume auf der Fläche an.

Der Segregationsindex S von PIELOU (1977) beschreibt die Durchmischung der Arten. Auf der Fläche München 145/2 ( $S=0,58$ ) ist die Tendenz zu einer starken Trennung der Arten ausgeprägter als auf der Fläche München 145/1 ( $S=0,30$ ).

### 3.3 Sortenstruktur

Die Sortenstruktur, die Ausgangsbasis für die monetäre Bewertung, wurde jeweils für den verbleibenden und ausscheidenden Bestand am Ende jedes der 5jährigen Prognosezyklen für die 3 Untersuchungsbestände kalkuliert (PRETZSCH und KAHN, 1996b). Der Fichtenreinbestand (Abb. 2) hat seine Sortenstruktur während des Beobachtungszeitraumes stark verändert: in der Jugend dominieren wie zu erwarten die Schwachholzsortimente. An deren Stelle sind am Ende der Umtriebszeit Starkholzsortimente getreten, die hohe Erlöse und geringe Aufarbeitungskosten erwarten lassen.

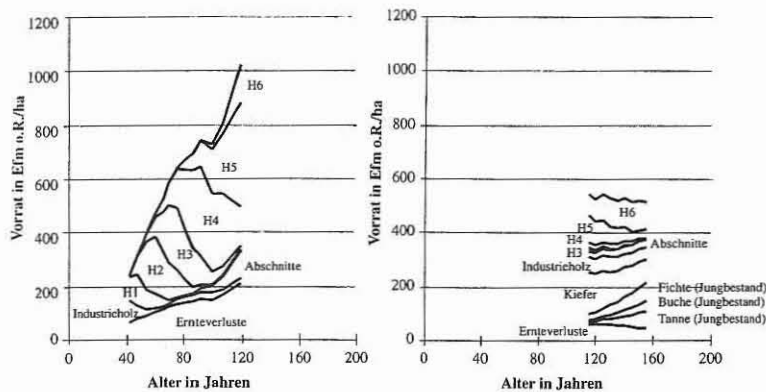


Abb. 2

Sortenverteilung für den Fichtenreinbestand Eglharting 73/2 (links) und für die Umbauebestände München 145/1 und 145/2 (rechts) im Untersuchungszeitraum

Assortments for the pure spruce stand Eglharting 73/2 (left) and the transferred stands Munich 145/1 and 145/2 (right) during the survey periods

Betrachten wir dagegen den Umbauebestand MUE 145/1, so fällt neben der insgesamt geringeren Vorratshöhe die gleichbleibende Sortenstruktur im Starkholz auf (vgl. Abb. 2). Gerade für die Fichte steht Holz der Stärkeklassen H5 und H6 nach der Prognose über einen Zeitraum von 40 Jahren in bedeutsamen Mengen zur Verfügung. In der Prognose wurde angenommen, daß pro Jahrzehnt 50 VfmD bis 100 VfmD geerntet werden. Die ansteigenden Vorräte in der nachwachsenden Schicht zeigen, daß neben dem produktiven Altbestandes der Jungbestand einen größer werdenden Anteil an der Gesamtproduktion leistet. Der Jungbestand ist relativ stammzahlarm; der Anfall von kostenträchtigen Schwachholzsortimenten ist minimiert. Insgesamt sind annähernd 50% des stehenden Holzvorrates in den Starkholzsortimenten gebunden.

### 3.4 Gesamtwertleistung

Werden diese Sorten mit aktuellen Preisen und Holzerntekosten bewertet, so ergibt sich der Abtriebswert des Bestandes zum jeweiligen Betrachtungszeitpunkt. Addiert man die aufsummierten Holz-



erntekostenfreien Erlöse aus den Durchforstungen dazu, so erhält man die Gesamtwertleistung des Bestandes.

Im Fichtenreinbestand EGL 73/2 wird im Alter von 50 Jahren erstmals eine positive Gesamtwertleistung erreicht. Danach steigt die Wertleistung des Fichtenreinbestandes beträchtlich an. Zum Ende der Umtriebszeit ergibt sich eine Gesamtwertleistung von 95 200 DM. Die Wertleistung der Vornutzung fällt mit 17 800 DM relativ gering aus. Die mäßige Niederdurchforstung des Fichtenbestandes führt zu einer Akkumulation des Wertes im stehenden Holzvorrat.

Ganz anders dagegen liegen die Dinge auf den beiden Umbauparzellen. Der Anteil der Vornutzung an der Gesamtwertleistung ist hier sehr hoch. Bei der Rekonstruktion der Vornutzungen im Bestand MUE 145 kam SCHMITT (1994) zu ähnlichen Vornutzungsmengen wie sie im Bestand EGL 73/2 angefallen sind. Deren Wert wurde mit 17 800 DM in die Kalkulationen eingerechnet. Der Wert des verbleibenden Bestandes (29 000 DM) bleibt über den gesamten 40jährigen Prognosezeitraum konstant. Die Nutzungsstrategie läuft auf eine Vorratspflege im Altbestand und die Abschöpfung der laufenden Wertleistung bei niedriger Kapitalbindung im Altbestand hinaus.

### 3.5 Bewertung der ökonomischen Auswirkungen

Wie lassen sich nun die beiden sehr gegensätzlichen Wirtschaftskonzepte ökonomisch bewerten? Aus der Gesamtwertleistung der beiden Bestände bis zum Alter 155 errechnet sich eine durchschnittliche Gesamtwertleistung pro Hektar und Jahr von 499 DM und 528 DM für die Bestände München 145 Parzellen 1 bzw. 2, während der Fichtenreinbestand auf beachtliche 800 DM je ha und Jahr kommt (Abb. 3).

Ein zweiter Blickwinkel ist es, die aktuelle Verzinsung des zum Anfang jeder einzelnen Beobachtungsperiode vorhandenen Kapitals (Wert des verbleibenden Bestandes) bis zum Ende der jeweiligen 5jährigen Periode zu betrachten. Der Fichtenreinbestand hat einen

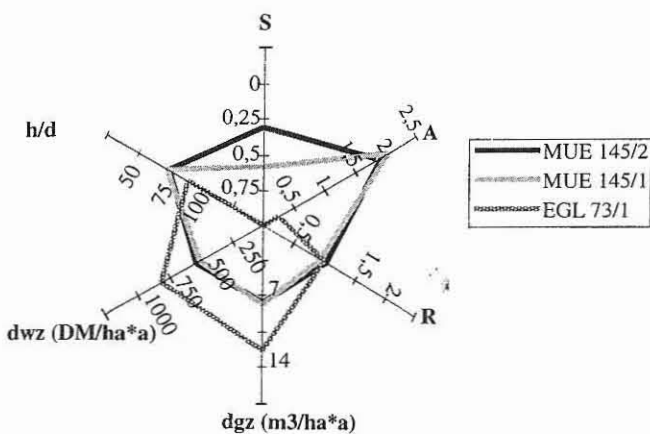


Abb. 3

Spin-Diagramm für die Bewertung der Umbaubestände München 145/1 und 145/2 und des Fichtenreinbestandes Eglharting 73/2.

Der Aggregationsindex R, der Segregationsindex S und der Artenprofil-Index A charakterisieren die ökologische Wertigkeit der analysierten Bestände. Der h/d-Wert, der durchschnittliche Gesamtwuchs (dgz) und der durchschnittliche jährliche Wertzuwachs (dwz) zeigen beispielhaft die ökonomische Leistungsfähigkeit eines Bestandes

Spin-diagramm for the transferred stands Munich 145/1 and 145/2 and the pure spruce stand Eglharting 73/2. The aggregation index R, the segregation index S and the modified species-profile-index A indicate the ecological value of the analyzed stands. The height and diameter ratio (h/d), the mean annual increment (dgz) and the mean annual value increment (dwz) show exemplarily the economic capacity of the stands

hohen laufenden Volumenzuwachs, zugleich ist der Bestandeswert sehr hoch. Dies führt trotz der hohen Zuwachsleistung zu einer geringen Verzinsung. Eine Grenzverzinsung zwischen 0,5% und 1,5% wird im Beobachtungszeitraum erreicht. Die Umbaubestände weisen eine geringe Kapitalbindung und durch die relativ hohen Lichtungszuwächse noch beachtliche Wertzuwächse auf. Dies führt zu einer Grenzverzinsung von über 2% während des gesamten Prognosezeitraumes.

### 3.6 Gegenüberstellung der ökologischen und ökonomischen Effekte

In Abbildung 3 werden die Ergebnisse der ökonomischen und ökologischen Analysen in einem Spin-Diagramm einander gegenüber gestellt. Der Wertebereich auf den Skalen beschreibt die Amplitude der Kriterien, ansteigende Werte sind mit einer positiven Bewertung verbunden. Das Spin-Diagramm für den Fichtenreinbestand ist sehr exzentrisch, es zeigt nur hohe Bewertungen bei den ökonomischen Belangen. Im Gegensatz dazu erreichen die Umbaubestände in allen Kriterien relativ hohe Bewertungen, eine Balance zwischen ökonomischen und ökologischen Aspekten wird angezeigt.

## 4. SCHLUSSFOLGERUNG

Einen möglichen Übergang von einem geschlossenen Fichtenbestand zu einem Umbaubestand zeigt Abbildung 1 (links) am Beispiel der Vorratsentwicklung. Der Umbau von Reinbeständen in Mischbestände führt zu einer frühen Reduktion des Bestandeswertes, dadurch wird die Liquidität des Waldbesitzers zeitweilig erhöht. Die Lichtstellung des Altbestandes führt durch Lichtungszuwachs zu einer hohen Rendite aus dem verbleibendem Kapital. Gleichzeitig wird der Anfall von Schwachholzsortimenten reduziert, da die nachwachsende Schicht relativ stammzahlarm heranwächst. Dadurch tritt die ertragsarme Phase der Jungbestandspflege (bis zum Alter 30 bis 50 Jahre) nur sehr abgeschwächt auf; die Erträge fallen kontinuierlich an. Dieser Effekt ist besonders für kleinere Waldbesitzer von großem Vorteil. Die erzeugte Waldaufbauform bietet durch die Mischung und die vielschichtige Bestandesstruktur ökologische Vorteile, die besonders in Wäldern mit erhöhten Anforderungen an die Schutz- und Erholungsfunktion von Bedeutung sind. Die höhere ökologische Wertigkeit erbringt bisher für den Waldbesitzer keine direkten ökonomischen Vorteile und kann für größere Gebiete mit verschiedenen Verfahren bewertet werden (van KOOTEN, 1995). Nicht zu vernachlässigen ist allerdings das hohe betriebliche Risiko, das durch Destabilisierung der Wälder in der Startphase des Umbaues auftreten kann (SPELLMANN und NAGEL, 1996).

Eine frühe Einzelbaumstabilisierung durch Durchforstungen in jüngeren Beständen und der Erhalt von stabilisierenden Mischbaumarten kann dieses Risiko erheblich verringern.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Zwei Versuchspartellen eines seit 40 Jahren naturgemäß behandelten Waldbestandes in der Überführungsphase werden mit der langfristigen Entwicklung einer Fichtenversuchsfläche auf gleichem Standort verglichen. Mit dem Wuchsmodell Silva 2 wird die Entwicklung der Überführungsbestände für die nächsten 40 Jahre prognostiziert. Der Fichtenreinbestand besticht durch seine hohe Massenproduktivität, zugleich findet jedoch eine hohe Kapitalbindung im verbleibenden Bestand statt. Die Umbaubestände liefern beachtliche kontinuierliche Erträge und haben aufgrund ihrer räumlichen Bestandesstruktur eine hohe ökologische Wertigkeit.

## 6. Summary

Title of the paper: *Reconversion of pure spruce stands into mixed forests; an ecological and economic valuation.*

In this investigation 2 sample plots of a mixed stand in an advanced stage of transferring (more than 40 years of "treatment close to nature") are compared with the development of a long term experimental plot of spruce under the same site conditions. The single tree growth model Silva 2 is used to predict the development of the mixed stand during the next 40 years. As for the economic aspect, the pure spruce stand is convincing because of its high productivity and the higher mean annual value increment. At the same time there is a lot of capital fixed in the remaining stand. The stands to be transferred yield a continuous return and show a remarkably high ecological valence.

## 7. Résumé

Titre de l'article: *Transformation de peuplements purs d'épicéas en peuplements mélangés. Une évaluation écologique et économique.*

Deux placettes expérimentales installées dans un peuplement forestier soumis depuis 40 ans à un traitement «conforme à la nature» et en phase de transformation ont été comparées avec l'évolution sur le long terme d'une placette d'expérience d'épicéas. L'évolution des peuplements en cours de transformation pour les 40 prochaines années a été prévue à l'aide du modèle de croissance Silva 2. Le peuplement pur d'épicéas séduit par sa haute productivité en volume, et le capital représenté par le peuplement sur pied est élevé. Les peuplements transformés assurent des revenus remarquablement continus et ont une valeur écologique élevée en raison de leur structure spatiale.

J. M.

## 8. Literatur

ASSMANN, E. und FRANZ, F.: Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. In: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): Hilfstafeln für die Forsteinrichtung. 334 Seiten, 1990. 1963

BAUER, O.: Naturnahe Forstwirtschaft in Bayern. AFZ, 46, (6), 268–271, 1991  
 BENTRUP, H.-H.: Naturnahe Waldwirtschaft als Zukunftsaufgabe. AFZ 47, 160–163, 1992  
 BERGMANN, J. H.: Waldbaugrundsätze des Landes Brandenburg. AFZ 47, 960–961, 1992  
 CLARK, PH. J. and EVANS, F. C.: Distance to nearest Neighbour as a measure of spatial relationships in populations. Ecology 35, (4), 445–453, 1954  
 ECKARDT, L.: Waldbaugrundsätze in Thüringen. AFZ 49, 834–835, 1994  
 KÖHLER, D.: Naturnahe Forstwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern. AFZ 47, 1384–1387, 1992  
 KOOTEN, G. B. VAN: Can nonmarket values be used as indicators of forest sustainability. Forestry Chronicle 71, 702–711, 1995  
 KREUTZER, K., und FOERST, K.: Forstliche Wuchsgebietgliederung Bayerns. Karte 1:1.000.000. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), 1978  
 OTT, W.: Was dem Wald not tut. Anforderungen an eine zukunftsfähige Forstpolitik. AFZ 47, (19), 1018–1023, 1992  
 OTTO, H.-J.: Langfristige ökologische Waldentwicklung: Ökologische Grundlagen des Regierungsprogramms. AFZ, 47 (11), 566–568, 1992  
 PIELOU, E. C.: Mathematical Ecology. John Wiley & Sons. 385 Seiten, 1977  
 PRETZSCH, H.: Konzeption und Konstruktion von Wachstumsmodellen für Rein- und Mischbestände. Forstl. Forschungsber. München, Nr. 115, 358 Seiten, 1992  
 PRETZSCH, H.: Zum Einfluß des Baumverteilungsmusters auf den Bestandeszuwachs. AFJZ 166 (9/10), 190–201, 1996  
 PRETZSCH, H. and KAHN, M.: Modelling growth of Bavarian mixed stands in a changing environment. In: KORPILAHTI, E., MIKKELÄ, H. and SALONEN, T. (Hrsg.): Caring for the forest: Research in a Changing World. Congress Report. Volume II. IUFRO XX World Congress, 6–12 August, Tampere, Finland, S. 234–248, 1996a  
 PRETZSCH, H. und KAHN, M.: Wachstumsmodelle für die Unterstützung der Wirtschaftsplanung im Forstbetrieb. AFZ/Der Wald 51 (25), 1114–1119, 1996b  
 SCHMITT, M.: Waldwachstumskundliche Untersuchungen zur Überführung fichtenreicher Baumhölzer in naturnahe Mischbestände mit Dauerwaldcharakter. Forstl. Forschungsber. München, Nr. 144, 223 Seiten, 1994  
 SPELLMANN, H. und NAGEL, J.: Zur Durchforstung von Fichte und Buche. AFJZ 167, 6–15, 1996

# Zum Einfluß von Konkurrenz auf das Einzelbaumwachstum in Fichten/Tannen/Buchen-Bergwäldern

Aus dem Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Ludwig-Maximilians-Universität München

(Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen)

Von M. BACHMANN

(Angenommen Februar 1997)

## SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

*Konkurrenzindex; Einzelbaumsimulator; Bergmischwald.*

*Competition indices; single tree model; mountain forest.*

## 1. EINLEITUNG

Bei der Erklärung des Einzelbaumwachstums wird in vielen forstlichen Wachstumsmodellen der inter- und intraspezifische Wettstreit um die Ressourcen Licht, Nährstoffe und Wasser in Form von Konkurrenzindizes berücksichtigt. Die Berechnung der Indizes vollzieht sich i. d. R. in 2 Schritten: ausgehend von einem Bezugsbaum werden im 1. Schritt dessen Konkurrenten ermittelt, im 2. der von ihnen ausgehende Konkurrenzdruck quantifiziert.

Ist man bestrebt, diese Verfahren auch im Bergmischwald einzusetzen, muß berücksichtigt werden, daß sich dieser durch unterschiedlichste Neigungs- und damit verbunden auch Expositionsverhältnisse auszeichnet. Dieser Sachverhalt wird in den aus der Literatur bekannten Verfahren zur Quantifizierung der Konkurrenzsituation von Einzelbäumen explizit nicht berücksichtigt. Zur Klärung der

Frage, ob sich bei den Berechnungen der Konkurrenzindizes durch Einbezug der Neigungsverhältnisse die Korrelationen zwischen Zuwachs und Konkurrenzwert verbessern lassen, wird auf umfangreiches Datenmaterial von Versuchsflächen zurückgegriffen.

## 2. MATERIAL

Die einbezogenen Bestände – es handelt sich um insgesamt 61 langfristig beobachtete Versuchspartellen in den Bayerischen Alpen und im Bayerischen Wald – streuen in ihren Anteilen an den Baumarten Fichte, Tanne und Buche, in ihrer Altersstruktur (60 bis 270 Jahre) sowie im Hinblick auf ihre bisherige waldbaulichen Behandlung innerhalb eines breiten Rahmens. Die Höhenlagen schwanken zwischen 685 m und 1472 m über NN. Mit Ausnahme einer reinen Ost-Exposition sind alle Haupt- und Nebenhimmelsrichtungen vertreten. Dabei bewegen sich die Hangneigungen zwischen 0° und 40°. Bei den Versuchsflächenstandorten in den Bayerischen Alpen handelt es sich i. d. R. um mäßig frische bis frische, mittel- bis tiefgründige Lehme aus Hauptdolomit mit Mullauflage, im Bayerischen Wald um frische bis hangfrische, sandig