

Nur eine unter vielen

Die Fichte in der natürlichen Verjüngung des Bergmischwalds

Von Christian Ammer, Freising

Der Fichte eilt der Ruf voraus, schon im Verjüngungsstadium eine Baumart von bemerkenswertem Durchsetzungsvermögen und immerwährender Präsenz zu sein. Dies trifft in vielen Fällen auch durchaus zu, so daß sie dann im Zuge konkurrenzregulierender Maßnahmen zugunsten der Mischbaumarten aktiv beseitigt oder doch zumindest zurückgedrängt werden muß. Unter naturnahen Verhältnissen, wo die Konkurrenzkraft der Mischbaumarten nicht durch Wildverbiß beeinträchtigt ist, kann aber auch der umgekehrte Fall eintreten, wie im Folgenden gezeigt wird.

Professor Dr. HELMUT SCHMIDT-VOGT zum 80. Geburtstag

Am 8. Januar 1998 vollendete Prof. SCHMIDT-VOGT sein 80. Lebensjahr. Sein Lebenswerk wurde in der AFZ mehrmals gewürdigt, zuletzt in Nr. 6/1988, S. 128. Diesmal wollen wir nur das Werk herausgreifen, das den Jubilar auch jenen Zeitgenossen bekannt gemacht hat, die nicht das Glück hatten, ihn persönlich kennenlernen zu können: Seine große Monographie über die Fichte.

„Bücher haben ihre Geschichte“, konstatierten schon die alten Römer. Auch dieses Buch hat seine - und was für eine! Prof. SCHMIDT-VOGT begann in den sechziger Jahren, daran zu arbeiten. 1977 erschien der erste Band. 1991 schließlich gelang es ihm (25 Jahre nach dem Beginn und einige Jahre nach seiner Emeritierung) auch den vierten und letzten Band herauszubringen. Es war ein monumentales Werk geworden mit 2.600 Seiten Umfang und 14.000 Nachweisen bearbeiteter Literatur - eine wahre Fundgrube für jeden, der etwas über diese Baumart und ihr Umfeld wissen will. Aber man kann die Forstwissen- und -wirtschaft auch einmal aus einem anderen Blickwinkel kennenlernen. Wir sind es nämlich gewöhnt, unser Fachgebiet in Sammelwerken und Lehrbüchern sachgebietsweise dargestellt zu bekommen. Die Einzelobjekte und -fragen sind diesen dann stets untergeordnet. Der andere Weg, am Beispiel eines einzelnen Objektes, also der Fichte, die ganze Disziplin abzuhandeln, vermittelt einen neuartigen Zugang und bietet damit zugleich ein intellektuelles Vergnügen.

Prof. SCHMIDT-VOGT konnte diese Mammutaufgabe seinerzeit natürlich nicht allein bewältigen. Es gelang ihm, renommierte Kollegen und Kolleginnen zur Mitarbeit zu gewinnen, wie Dr. KELLER, Birmensdorf; Dr. EVERS, Prof. KLIMITZEK, Dr. SCHÖNHAAR, Prof. VITÉ, Prof. VOGELLEHNER, Freiburg; Prof. GUSSONE, Prof. JAHN, Göttingen; Dr. DUJESIEFKEN, Prof. LIESE, Hamburg; Prof. DYRENKOV, Leningrad; Prof. REHFUESS, München; Prof. PARDÉ Nan-



cy; Prof. TESCHE, Prof. THOMASIUŠ, Tharandt; Dr. MAN'KO, Vladivostok; Prof. KRAL, Wien.

SCHMIDT-VOGT schrieb selbst wesentliche Teile und bewältigte die umfangreiche Konzept- und Koordinationsarbeit. Durch die Wahl der Autoren knüpfte er ein Band über Kontinente und Ländergrenzen hinweg. Er half „Eiserne Vorhänge“ zu durchlöchern und wissenschaftliche Kontakte aufzubauen, und das zu einer Zeit, als alle Welt ängstlich bemüht war, dies zu verhindern.

Seit SCHMIDT-VOGT und seine Mitarbeiter die Fichtenliteratur gesichtet haben, sind teilweise 25 Jahre vergangen. Diese immer noch wichtigste Baumart unserer mitteleuropäischen Wälder hat in der Zwischenzeit Wechselbäder in ihrer Wertschätzung erlebt wie nie zuvor. Sie ist verfehlt und sogar ihre „Ausrottung“ öffentlich gefordert worden. Daran trugen nicht zuletzt die schweren Katastrophen der vergangenen drei Jahrzehnte schuld, die sie heimsuchten. Inzwischen wurde weiter an ihr gearbeitet und geforscht. Die Ablehnung beginnt, nüchternerer Einschätzung zu weichen.

So möchten wir den Lesern mit dieser Artikelserie einen Eindruck von der derzeitigen Beschäftigung von Wissenschaft und Praxis mit dieser Baumart geben - und zugleich dem Jubilar damit ein angemessenes Geburtstagsgeschenk machen.

Jürgen Huss

Im Bergmischwald der bayerischen Alpen scheint die Fichte eines der schwächeren Glieder der am Aufbau der Verjüngung beteiligten Baumarten zu sein, obwohl sie sich hier in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet befindet und in den Altbeständen sehr häufig vorherrscht. Diesen Schluß legen die Ergebnisse einer im Jahre 1993 durchgeführten Wiederholungsaufnahme auf Versuchsflächen des Lehrstuhls für Waldbau und Forsteinrichtung der Universität München nahe.

Samenproduktion und Keimungserfolg

MOSANDL [11] beobachtete in intensiven Untersuchungen zu Streufall und Samenproduktion etwa alle 2 Jahre ausgesprochene Fichtensamenjahre. Für das Jahrzehnt von 1976 bis 1986 ergaben sich zwischen 4,1 (Kontrollparzelle) und 2,7 Mio Samen/ha (starker Schirmschlag). Diese Werte liegen weit über den von den anderen Baumarten erreichten Samen bzw. Fruchtmengen (Tanne: 2,2 bis 1,2 Mio/ha; Buche: 0,6 bis 0,46 Mio/ha; Bergahorn: 1,8 bis 1,6 Mio/ha). Diese Überlegenheit ist neben der häufigen Fruktifikation auch auf die hohe Zahl an potentiellen Samenträgern zurückzuführen.

Keine großen Unterschiede zwischen den Baumarten ergaben sich dagegen für den Anteil keimfähiger Samen bzw. Früchte. Dieser schwankte von 35 % für die Fichte und 32 % für die Tanne bis zu 45 % für die Buche und 38 % für den Bergahorn und erwies sich als nahezu unbeeinflusst von der waldbaulichen Behandlung der Parzelle.

Die Unterschiede in der Samen- bzw. Fruchtmenge und ähnliche Anteile keimfähiger Samen bzw. Früchten ließen eine deutliche Überlegenheit der Fichte hinsichtlich der Zahl der Keimlinge erwarten. Dies war jedoch nicht der Fall, denn nur ca. 6 % der keimfähigen Fichtensamen eines Vollmastjahres entwickelten sich zu Keimlingen [11]. Im Gegensatz dazu ging aus fast jeder zweiten lebensfähigen Buchecker bzw. 60 % der Ahornfrüchte ein Keimling hervor und es keimte immer-

FR Dr. Chr. Ammer ist wissenschaftl. Mitarbeiter am Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung der Universität München.

hin etwa jeder 5. lebensfähige Tannensame [11]. Dies bedeutet, daß die Fichte insgesamt die geringste Zahl an Keimlingen hervorbrachte.

Baumartenanteile in den Verjüngungen

Die aufgelichteten Bestände (Tab. 1) weisen die weitaus höchsten Gesamtzahlen an Verjüngungspflanzen auf, wobei das Schwergewicht über alle Behandlungsvarianten hinweg (im Gegensatz zur Situation in den Altbeständen) beim Ahorn liegt. Die Anteile der Fichte an der Gesamtzahl aller Verjüngungspflanzen sind dagegen nahezu in allen Fällen unterhalb der Werte, die sie in den Altbeständen erreicht; lediglich auf der am stärksten aufgelichteten (aber noch überschirmten) Fläche ist sie nicht unterrepräsentiert.

Besonders deutlich ist die Diskrepanz zwischen den im Altbestand zu findenden Anteilen der Fichte und der Beteiligung in der Verjüngungsschicht auf den Kontrollparzellen, was angesichts der im Vergleich zu den anderen Baumarten deutlich geringeren Schattentoleranz nicht weiter verwunderlich ist. In der Phase, die einer

durch natürliche oder menschliche Einflüsse hervorgerufenen Störung und damit verbundenen Auflichtung des Kronendaches folgt, bedeutet die vergleichsweise geringere Schattenertragnis der Fichte einen erheblichen Startnachteil. Interessanterweise gelingt es der Fichte im Flyschgebiet wesentlich besser als im Kalkalpin bei sehr geringem Lichtgenuß über einen längeren Zeitpunkt auszuharren; die dort auf den Kontrollparzellen zu findenden Individuen (s. Tab.) sind keineswegs nur Keimlinge [vgl. 1]. Dieser Befund unterstützt die Thesen [5, 6, 7], die davon ausgehen, daß bessere Standortbedingungen die Ansprüche an das Lichtangebot herabsetzen. Wie zu erkennen ist, hat auch die Buche erhebliche Schwierigkeiten, ihren in den Altbeständen erreichten Anteil in der Verjüngung zu halten. Dies erklärt sich zu einem großen Teil vermutlich daraus, daß die Buche im Untersuchungszeitraum nur dreimal, d.h. alle sieben Jahre, fruktifizierte und die Keimlinge v.a. auf den aufgelichteten Parzellen Mühe hatten, sich gegen die bereits vorhandenen Verjüngungspflanzen und die Bodenvegetation durchzusetzen.

Versuchsbestände

Die Untersuchungsbestände befinden sich auf geologisch unterschiedlichem Ausgangssubstrat, d.h. sowohl im kalkalpinen Bereich (FA Ruhpolding) als auch im Flyschgebiet (FA Siegsdorf) Ostbayerns. Im Kalkalpin wurde hierzu 1976 ein großer Bergmischwaldkomplex in Parzellen unterteilt. Die auf den Parzellen stockenden Altbestände wurden anschließend Verjüngungshieben verschiedener Art unterzogen, was zu unterschiedlichen Versuchsvarianten führte:

- **Kontrollfläche** (ohne Eingriff),
- **schwacher Schirmschlag** (Entnahme von 30 % der Grundfläche),
- **starker Schirmschlag** (Entnahme von 50 % der Grundfläche) und
- **Kahlschlag** (vollständige Entnahme des Altbestandes).

Jede dieser Varianten ist einmal wiederholt. Die im Flyschgebiet liegenden Versuchsfelder wurden im Jahre 1979 angelegt, sie bestehen im Unterschied zum Kalkalpin nur aus den beiden Varianten „Kontrolle“ und „starker Schirmhieb“, ebenfalls je einmal wiederholt. Zur Erfassung der Naturverjüngungsprozesse wurden Probekreise von 1 m² Größe gewählt (Details s. [1, 4, 8, 11]).

ValmetPRO

www.valmetpro.com

Finden Sie heraus, wie Sie gebrauchte Forstmaschinen direkt bei Sisu Logging ansehen und kaufen können.



Wir haben sie hergestellt.

Wir haben sie gewartet.

Jetzt verkaufen wir sie unter www.valmetpro.com weiter.

Sisu Logging. Das erste Forstmaschinenunternehmen der Welt mit einer eigenen virtuellen Verkaufshalle für gebrauchte Forstmaschinen.

PARTEK

Anteile der Baumarten an der Zusammensetzung der Altbestände und der Verjüngungen im Herbst 1993

Standort	waldbauliche Behandlung	Kollektiv	Parameter	Absolutwerte (=100 %)	Fichte %	Tanne %	Buche %	Ahorn %	Sonst %
Kalkalpin	Kontrolle (2.0*)	Altbestand	G (m ² /ha)	42,1	39	13	47	0	1
			N (N/ha)	1.124	28	14	57	0	1
			Flächenanteil		27	11	62	0	0
	Verjüngung	VJ (N/ha)	3.750	0	33	0	67	0	
		VJ gew.		0	23	0	77	0	
Kalkalpin	Kontrolle (1.0*)	Altbestand	G (m ² /ha)	46,2	38	22	24	10	6
			N (N/ha)	862	25	23	37	12	3
			Flächenanteil		28	21	36	12	3
	Verjüngung	VJ (N/ha)	35.000	1	21	16	58	4	
		VJ gew.		3	31	18	31	17	
Kalkalpin	schwacher Schirmschlag (2.1*)	Altbestand	G (m ² /ha)	38,6	48	27	16	3	6
			N (N/ha)	608	45	25	24	2	4
			Flächenanteil		36	26	24	4	10
	Verjüngung	VJ (N/ha)	121.250	9	29	0	45	17	
		VJ gew.		25	25	0	25	25	
Kalkalpin	schwacher Schirmschlag (1.1*)	Altbestand	G (m ² /ha)	41,1	43	33	15	5	4
			N (N/ha)	563	37	36	18	5	4
			Flächenanteil		31	32	22	8	7
	Verjüngung	VJ (N/ha)	202.500	17	14	4	61	4	
		VJ gew.		23	23	8	23	23	
Kalkalpin	starker Schirmschlag (2.1*)	Altbestand	G (m ² /ha)	34,1	32	35	23	10	0
			N (N/ha)	429	17	48	26	9	0
			Flächenanteil		22	32	32	14	0
	Verjüngung	VJ (N/ha)	131.250	10	37	3	41	9	
		VJ gew.		23	23	8	23	23	
Kalkalpin	starker Schirmschlag (2.2*)	Altbestand	G (m ² /ha)	25,3	13	65	16	6	0
			N (N/ha)	236	13	54	20	13	0
			Flächenanteil		9	60	22	9	0
	Verjüngung	VJ (N/ha)	401.250	12	22	3	61	2	
		VJ gew.		21	21	16	21	21	
Kalkalpin	Kahlschlag (2.3*)	Verjüngung	VJ (N/ha)	128.750	1	3	1	81	14
			VJ gew.		9	29	4	29	29
Kalkalpin	Kahlschlag (1.3*)	Verjüngung	VJ (N/ha)	68.750	2	2	7	84	5
			VJ gew.		10	14	9	33	33
Flysch	Kontrolle (10.0*)	Altbestand	G (m ² /ha)	59,8	76	18	6	0	0
			N (N/ha)	386	72	20	8	0	0
			Flächenanteil		70	23	7	0	0
	Verjüngung	VJ (N/ha)	135.000	42	51	5	2	0	
		VJ gew.		29	29	13	29	0	
Flysch	Kontrolle (11.0*)	Altbestand	G (m ² /ha)	69,1	56	44	0	0	0
			N (N/ha)	330	57	43	0	0	0
			Flächenanteil		48	52	0	0	0
	Verjüngung	VJ (N/ha)	152.500	9	91	0	0	0	
		VJ gew.		50	50	0	0	0	
Flysch	starker Schirmschlag (11.2*)	Altbestand	G (m ² /ha)	39,9	45	54	1	0	0
			N (N/ha)	154	44	50	6	0	0
			Flächenanteil		37	62	1	0	0
	Verjüngung	VJ (N/ha)	165.000	27	71	1	1	0	
		VJ gew.		35	35	7	23	0	
Flysch	starker Schirmschlag (10.2*)	Altbestand	G (m ² /ha)	35,4	79	19	2	0	0
			N (N/ha)	170	64	30	6	0	0
			Flächenanteil		73	24	3	0	0
	Verjüngung	VJ (N/ha)	222.500	59	40	0	1	0	
		VJ gew.		35	35	0	30	0	

Die Tabelle zeigt für jede Versuchsvariante die Anteile der Baumarten am Aufbau des betreffenden Altbestandes (0,1 ha Größe) im Jahre 1993. Die Parzellen sind nach der Stärke des waldbaulichen Eingriffs geordnet. Bei gleichbehandelten Varianten ist die nach den Lichtmessungen des Jahres 1993 im Mittel dunklere Fläche zuerst genannt. Angegeben sind die Baumartenanteile sowohl auf der Grundlage von Grundfläche als auch als Flächenanteile, die - wie in der Forsteinrichtung üblich - durch Gewichtung mit Ertragstafelwerten errechnet wurden. Darüber hinaus enthält die Tabelle die Anteile der in der Verjüngung zu findenden Baumarten an der Gesamtzahl aller Verjüngungspflanzen auf den gezäunten Teilparzellen. Die unter „VJ gew“ aufgeführten Werte geben die Baumartenanteile wieder, die sich nach dem bei der Stichprobeninventur der Bayerischen Staatsforstverwaltung üblichen Verfahren errechnen würden. Dieses Verfahren wichtet die tatsächlichen Individuenzahlen je Baumart mit sogenannten Sollstammzahlen. Dies bedeutet nichts anderes als eine Berechnung von Baumartenanteilen die sich nicht auf die Gesamtzahl aller Individuen, sondern nur auf die Summe von waldbaulich gewünschten Mindeststammzahlen der vorhandenen Arten bezieht. Darin kommt zum Ausdruck, daß auch ein kleiner Anteil einer Baumart an der Gesamtzahl aller Verjüngungspflanzen unter waldbaulichen Gesichtspunkten ausreichen kann, wenn die Gesamtpflanzenzahl sehr hoch ist. (Die mit einem * bezeichneten Ziffern geben die interne Bezeichnung der Versuchspartellen wieder.)

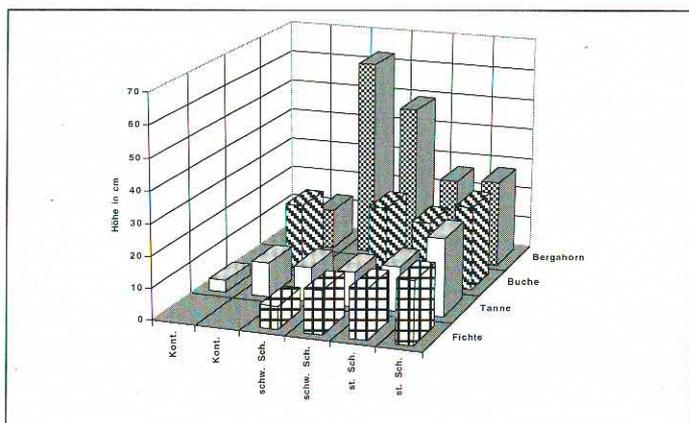


Abb. 1: Mittlere Höhen der höchsten Pflanzen je Art und Aufnahmepunkt im Jahre 1993 auf sechs der waldbaulich unterschiedlich behandelten Parzellen im Kalkalpin

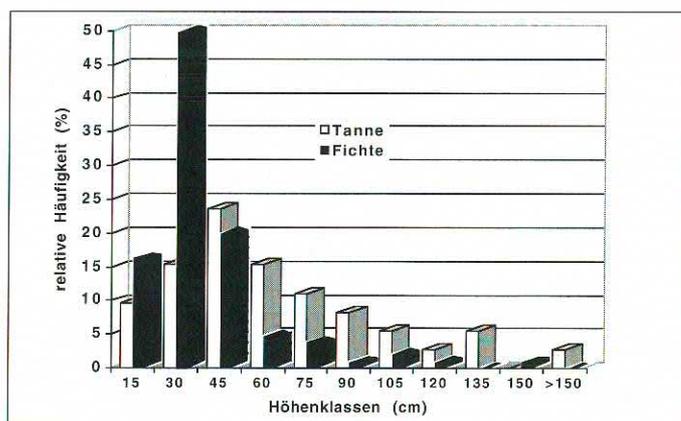


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Höhen der Tannen und Fichten auf einem starken Schirmschlag (Parzelle 10.2) im Flysch. Angegeben sind jeweils die Klassenobergrenzen der Höhenklassen.

Beschränkt man sich bei der Beurteilung der Baumartenanteile bzw. der Pflanzenzahlen auf das waldbaulich Notwendige (VJ gew), so zeigt sich, daß auf den meisten Parzellen genügend Fichten vorhanden sind.

Die Frage ist nun, ob es diesen Fichten auch gelingt, sich gegen die Individuen der anderen Baumarten durchzusetzen und so einen Mindestanteil dauerhaft zu sichern. Einen Hinweis darauf gibt die Analyse des Höhenwachstums der Baumarten in der Verjüngung, was die bisherige statische Betrachtungsweise um einen dynamischen Aspekt erweitert.

Höhenwachstum der Verjüngungspflanzen

Da die Tabellen-Werte nicht über den tatsächlichen „Erfolg“ der Baumarten im Verjüngungsprozeß Auskunft geben, sind zusätzliche Informationen über die Höhenentwicklung der Pflanzen notwendig (s. Abb. 1 und 2). Im Unterschied zur Tabelle sind in Abb. 1 die Kahlschläge nicht berücksichtigt. Die kahlgeschlagenen Parzellen werden (innerhalb der Zäune) nahezu ausschließlich vom Ahorn dominiert, welcher sich zum Zeitpunkt des Hiebes in großer Zahl am Waldboden befand und ungehindert aufwachsen konnte. Als Folge davon hat er inzwischen eine mittlere Höhe von über 4 m erreicht. Für die auf den Kahlschlägen nur in Einzelexemplaren vorhandenen Individuen der anderen Baumarten war ein Mittelbildung aufgrund der geringen Zahl und der Tatsache, daß es sich dabei häufig um nachträglich angekommene Keimlinge mit geringer Lebenserwartung handelt, nicht sinnvoll.

Aus Abb. 1 und 2 wird deutlich, daß es der Fichte (entgegen der Erwartungen) auf den stark aufgelichteten Parzellen bislang nicht gelungen ist, sich gegenüber den anderen Baumarten durchzusetzen.

Möglicherweise läßt sich dies im Kalkalpin auf die von Grasarten dominierte Bodenvegetation zurückführen. Auf den Kontrollparzellen und den schwach aufgelichteten Flächen sind selbst die höchsten Individuen hinter die Konkurrenten der anderen Baumarten zurückgefallen. Im Flyschgebiet wird die Fichte selbst dort nahezu vollständig von der Tanne beherrscht, wo durch den starken Eingriff zu Versuchsbeginn ein vergleichsweise offener Schirm verblieb (starker Schirmschlag).

Bewertung

Die Diskrepanz zwischen den hier vorgestellten Ergebnissen und der auf großen Flächen noch immer zu beobachtenden Entmischung der Bergmischwälder zugunsten der Fichte läßt sich anhand der nicht gezäunten Teilflächen leicht erklären. Auch auf den Versuchsflächen herrschte bis vor kurzem ein sehr starker Verbiß durch Schalenwild. Durch Ausfälle (Tanne) bzw. durch die ständige Begrenzung des Höhenwachstums (Bergahorn und Tanne) kommt es zu einer Begünstigung der Fichte [2]. Diese erscheint dadurch als *scheinbar* konkurrenzkräftigere Baumart, die sie in Wirklichkeit (jedenfalls unter den beschriebenen Standortbedingungen) aber nicht ist.

Mit Blick auf die Wanderbewegungen des Rotwilds im Winter und dem Vorhandensein verschiedener Raubtierarten kann nicht davon ausgegangen werden, daß das Schalenwild unter *natürlichen* Bedingungen im Bergwald eine Verschiebung der tatsächlichen Konkurrenzverhältnisse zugunsten der Fichte bewirken konnte. Dagegen sprechen auch die aus Urwäldern vergleichbarer Höhenlage vorliegenden Befunde [9, 12]. Auch dort hat es die Fichte äußerst schwer, sich in der Verjüngung gegen die anderen Baumarten zu behaupten. Möglicherweise verschafft sie sich dort durch ihre Fähigkeit zur Keimung auf Moderholz einen Vorteil gegenüber den anderen Baumarten. Auch in den Hochlagen des Bayerischen Waldes konnte sich die Fichte nur auf den sogenannten Blockstandorten, wo Konkurrenz durch Bodenvegetation nicht auftritt, flächig verjüngen, während sie auf den von Gräsern dominierten Untersuchungsflächen fast völlig fehlte solange kein besiedelbares Moderholz vorhanden war (siehe S. 400 und [13]). Auf liegendem Totholz mit einem Mittendurchmesser von über 20 cm und einem fortgeschrittenen Zersetzungsgrad ließen sich dagegen sehr hohe Verjüngungsdichten finden. Die Bedeutung von Moderholz für die Regeneration der Fichte in Naturwäldern unterstreichen auch BERNIER und PONGÉ [3] sowie KORPEL [10]. Verständlicherweise ist liegendes Totholz stärkerer Dimension in Wirtschaftswäldern nur in geringem Um-

*Fichtenreinbestand
in der Verjüngungsphase
Foto: Merforth*



fang vorhanden, wodurch die Fichte den Vorteil, den die Fähigkeit zur Moderholzverjüngung im Verjüngungsprozeß bedeutet, nicht ausspielen kann.

Auf Flächen wie den hier vorgestellten könnte es daher künftig, im Gegensatz zum bisher angezeigten Vorgehen, in seltenen Fällen nötig werden, zur Sicherung eines gewünschten Fichtenanteils steuernd zu deren Gunsten einzugreifen - eine ausgesprochen gewöhnungsbedürftige Vorstellung. Gestützt wird diese Prognose durch die von SCHALL [14] vorgestellten Ergebnisse einer Modellierung der Naturverjüngungsprozesse im Bergmischwald. Dort erwies sich die Fichte in zahlreichen Simulationsläufen im sogenannten 4-Arten-System (also in Konkurrenz zu Tanne, Buche und Bergahorn) als der „eindeutige Verlierer“. Dies änderte sich erst, wenn sie einen Etablierungsvorsprung von ca. vier Jahren aufwies.

Dieser scheint für den Aufbau und die weitere Entwicklung der Verjüngung von großer Bedeutung zu sein. Eine Steuerung der Baumartenmischung durch die Dosierung des Lichtangebotes ist (zumindest in den Bergmischwäldern der montanen Stufe des Kalkalpin) nur über einen längeren Zeitraum durch die nachhaltige Beeinflussung des *Wachstums* der Verjüngungspflanzen möglich. Die Möglichkeiten, eine gewünschte Baumartenmischung schon in der Anfangsphase, also beim Ankommen der Verjüngung ausschließlich durch waldbauliche Eingriffe in den Altbestand zu erreichen, sollten dagegen nicht überbewertet werden. Dazu ist

die ökologische Amplitude der am Aufbau des Bergmischwaldes beteiligten Baumarten möglicherweise zu groß. Zu einer ähnlich vorsichtigen Einschätzung bezüglich der Steuerbarkeit von Baumartenanteilen durch waldbauliche Eingriffe war 1972 bereits SCHMIDT-VOGT gelangt [15].

Literaturhinweise:

- [1] AMMER, Ch. (1996): Konkurrenz um Licht - zur Entwicklung der Naturverjüngung im Bergmischwald. Forstl. Forschungsberichte München, Nr. 158. 198 S. [2] AMMER, Ch. (1996): Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. For. Ecol. Manage., 88: 43-53. [3] BERNIER, N. und PONGÉ, J. F. (1994): Humus form dynamics during sylvogenetic cycle in a mountain spruce forest. Soil. Biol. Biochem., 26: 183-220. [4] BRUNNER, A. (1993): Die Entwicklung von Bergmischwaldkulturen in den Chiemgauer Alpen und eine Methodendstudie zur ökologischen Lichtmessung im Wald. Forstl. Forschungsberichte München, Nr. 128. 217 S. [5] BURSHEL, P. und SCHMALTZ, J. (1965): Die Bedeutung des Lichtes für die Entwicklung junger Buchen. Allg. Forst- u. Jagdztg., 136: 193-210. [6] Cieslar, A. (1904): Einiges über die Rolle des Lichtes im Walde. Mitt. a.d. forstl. Versuchswesen Österreichs, Heft 15. 105 S. [7] EBER, W. (1972): Über das Lichtklima von Wäldern bei Göttingen und seinen Einfluß auf die Bodenvegetation. Scripta Geobotanica, Nr. 3. 150 S. [8] EL KATEB, H. (1991): Der Einfluß waldbaulicher Maßnahmen auf die Sproßgewichte von Naturverjüngungspflanzen. Forstl. Forschungsberichte München, Nr. 111. 193 S. [9] KORPEL, S. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer. 310 S. [10] KORPEL, S. (1997): Totholz in Naturwäldern und Konsequenzen für Naturschutz und Forstwirtschaft. Forst und Holz, 52: 619-624. [11] MOSANDL, R. (1991): Die Steuerung von Waldökosystemen mit waldbaulichen Mitteln - dargestellt am Beispiel des Bergmischwaldes. Mitt. a.d. Staatsforstverwaltung Bayerns, Heft 46. 246 S. [12] PRUSA, E. (1985): Die böhmischen und mährischen Urwälder - ihre Struktur und Ökologie. Praha: Akademie Verlag d. Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften. 578 S. [13] REIF, A. und Przybilla, M. (1995): Zur Regeneration der Fichte (*Picea abies*) in den Hochlagen des Nationalparks Bayerischer Wald. Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges., 56: 467-514. [14] SCHALL, P. (1997): Ein Ansatz zur Modellierung der Naturverjüngungsprozesse im Bergmischwald der Östlichen Bayerischen Alpen. Diss. Forstwissenschaftl. Fakultät d. Ludwig-Maximilians-Universität München. 257 S. [15] SCHMIDT-VOGT, H. (1972): Untersuchungen zur Bedeutung des Lichtfaktors bei Farnschlagverjüngung von Tannen-Buchen-Fichten-Wäldern im westlichen Hochschwarzwald. Forstw. Cbl., 91: 238-247.