

Dieses Heft enthält waldbauliche Beiträge zu den Forschungsschwerpunkten Bergwald, Waldschaden und Kiefer. Sie sind überwiegend als Vorträge auf der Hochschulwoche der Forstwissenschaftlichen Fakultät München im Oktober 1987 gehalten worden. Ihre Autoren widmen sie Herrn Professor Dr. PETER BURSCHEL zum 60. Geburtstag.

## Die Verjüngung gemischter Bergwälder – Praktische Konsequenzen aus 10jähriger Untersuchungsarbeit<sup>1</sup>

Von R. MOSANDL und H. EL KATEB

### 1 Einleitung

Seit dem Jahre 1976 betreibt der Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung der Universität München in den Chiemgauer Alpen ein großangelegtes Forschungsprojekt über die Verjüngung des Bergmischwaldes<sup>2</sup>. Grundlagen dieser Studie bilden 25 jeweils 0,1 ha große Versuchspartzellen, auf denen unterschiedliche waldbauliche Eingriffe durchgeführt wurden. Die meisten von ihnen standen 10 Jahre – von 1977 bis 1986 – unter intensiver Beobachtung. Dabei wurde ein umfangreiches Zahlenmaterial erarbeitet, das uns nun in die Lage versetzt, die im Bergwald ablaufenden Prozesse zu verstehen und damit auch zu steuern.

Auf eine eingehende Beschreibung der komplexen Versuchsanlage muß an dieser Stelle aus Platzgründen verzichtet werden. Dafür sei auf eine im Forstwissenschaftlichen Centralblatt erschienene Veröffentlichung verwiesen (BURSCHEL et al. 1985). Ebenso wenig ist es möglich, die über 6 Mio. bislang im Gelände erhobenen Daten und die erzielten Ergebnisse auch nur annäherungsweise vollständig wiederzugeben. Es können jedoch exemplarisch einige grundlegende Prinzipien der Verjüngungsdynamik im Bergmischwald herausgearbeitet werden. Am Beispiel der Aufnahmedaten von fünf ausgewählten Versuchspartzellen soll versucht werden, folgende Fragen zu beantworten:

- Wie haben sich die Altbestände in den letzten 10 Jahren entwickelt?
- Welchen Einfluß haben Überschildung, Bodenvegetation und Zaunschütz auf die Naturverjüngung?
- Wie entwickeln sich die auf den Versuchspartzellen angelegten Pflanzungen?
- Welche praktischen Konsequenzen können aus diesen Befunden abgeleitet werden?

### 2 Die Altbestände

Auf den fünf ausgewählten Versuchspartzellen stockten zu Versuchsbeginn 120jährige gemischte Altbestände, an deren Aufbau Fichte, Tanne und Buche mit wechselnden Anteilen zwischen 15 und 65 % sowie Ahorn mit maximal 10 % beteiligt waren.

<sup>1</sup> Auf der Forstlichen Hochschulwoche 1987 in München gehaltener Vortrag.

<sup>2</sup> Der bayerischen Staatsforstverwaltung wird für die langjährige finanzielle und personelle Unterstützung des Forschungsvorhabens gedankt.



In den Altbeständen war eine leichte Differenzierung in der Überschirmung bereits vor 10 Jahren vorhanden. So hatte ein Bestand einen Überschirmungsgrad<sup>3</sup> von 76 % – ein anderer von 68 %. In diesen beiden Beständen erfolgten keine waldbaulichen Eingriffe zu Versuchsbeginn. In anderen wurde durch gezielte Eingriffe eine weitere Differenzierung in der Überschirmung erreicht. Ein schwacher Schirmhieb senkte die Grundfläche eines Bestandes um 30 % und die Überschirmung auf 56 %. Ein starker Schirmhieb, der 50 % der Bestandesgrundfläche entnahm, führte auf einer weiteren Parzelle zu einer Überschirmung von 39 %. Schließlich wurde auf einer Parzelle der Altbestand vollständig eingeschlagen und damit ein Überschirmungsprozent von 0 eingestellt (Tab. 1).

Tabelle 1. Die fünf ausgewählten Versuchspartellen  
Table 1. Canopy density of five research plots

Überschirmungsgrad Altbestand (%)	Waldbauliche Behandlung	Interne Partellenbezeichnung
76	Kein Eingriff	2.0
68	Kein Eingriff	1.0
56	Schwacher Schirmhieb	1.1
39	Starker Schirmhieb	2.2
0	Kahlhieb	1.3

Die fünf unterschiedlichen Überschirmungszustände können durch die über der Bodenvegetation gemessene relative Beleuchtungsstärke am zutreffendsten charakterisiert werden (Abb. 1). In den dichten Beständen war am Boden eine relative Beleuchtungsstärke von etwas mehr als 5 % zu finden. Auf der schwachen Schirmhiebparzelle betrug die relative Beleuchtungsstärke ca. 20 % und auf der starken Schirmhiebparzelle ca. 40 %. Diese relativen Werte sind an der gleich 100 % gesetzten Beleuchtungsstärke auf der Kahlfläche orientiert.

Nach zehn Jahren erbrachten erneute Lichtmessungen folgendes Resultat (Abb. 1): Die relative Beleuchtungsstärke war auf den Partellen ohne Eingriff immer noch etwa gleich hoch wie

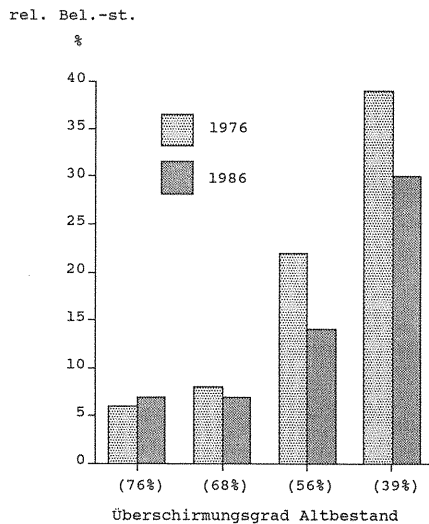


Abb. 1. Die relative Beleuchtungsstärke (%) auf unterschiedlich übershirmten Partellen in den Jahren 1976 und 1986

Fig. 1. Relative light intensity (%) in stands with different canopy density in 1976 and 1986

<sup>3</sup> Der Überschirmungsgrad wurde mit Hilfe von jeweils 196 systematisch über eine Parzelle verteilte Dachlotmessungen ermittelt, wobei das Verhältnis der übershirmten Punkte zur Summe aus übershirmten und nicht übershirmten Punkten gebildet wurde.

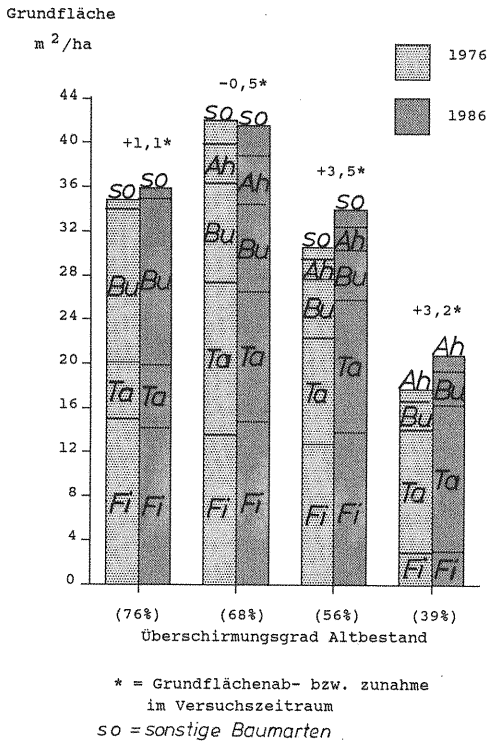


Abb. 2. Die Grundflächen (m<sup>2</sup>/ha) der verschieden stark aufgelichteten Altbestände in den Jahren 1976 und 1986

Fig. 2. Basal area (m<sup>2</sup>/ha) in stands with different canopy density in 1976 and 1986

zu Versuchsbeginn. Dagegen war auf den Parzellen mit Eingriffen die Beleuchtungsstärke um ca. 8 % zurückgegangen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Grundflächen auf den Parzellen mit Eingriff deutlich zugenommen haben, während sie sich auf den dichten Parzellen nicht wesentlich verändert haben (Abb. 2). Der Grundflächenzuwachs von über 3 m<sup>2</sup> auf den Schirmhiebparzellen war natürlich mit einem Ausbau der Kronen verbunden – und infolgedessen haben die Beleuchtungswerte am Boden abgenommen.

Die hohen Grundflächenzuwächse sind um so erstaunlicher, als die Versuchsbestände von neuartigen Waldschäden nicht verschont geblieben sind. Der im Herbst 1986 durchgeführten Schadansprache ist der Befund zu entnehmen, daß interessanterweise eine Differenzierung der Schädigung nach der waldbaulichen Ausgangslage stattgefunden hat (Abb. 3). Auf der am dichtesten überschirmten Parzelle sind sehr viel mehr Bäume in gesund einzustufen, als auf der locker überschirmten Parzelle. Allerdings sind auf der dichten Parzelle auch mehr tote Bäume anzutreffen. Von diesen Bäumen wissen wir, daß der Großteil nachweislich nach 1981 abgestorben ist. Auf der stark aufgelichteten Parzelle ist hingegen kein einziger Baum abgegangen. Vitale freistehende Bäume mit guter Krone mögen also stärkere Schadsymptome zeigen, dies spiegelt sich jedoch nicht in ihrem Zuwachs wider – schon gar nicht läßt sich daraus eine Tendenz zu stärkerem Ausfall ableiten.

Eine Beeinträchtigung der Fruktifikation der Altbestände durch die Waldschäden wurde bislang nicht erkennbar. Sowohl vor dem Auftreten der Schäden im Jahr 1981 als auch nachher wurden Samen von guter Keimqualität ausgebildet. In den 10 Jahren haben die Fichte und die Tanne 4mal, der Ahorn 5mal und die Buche lediglich 2mal in nennenswertem Umfang Samen gebildet.

Insgesamt waren es in den 10 Jahren auf einer dichten Parzelle pro ha über 4 Mio. Fichtensamen, über 2 Mio. Tannensamen, etwa 600 000 Bucheckern und ca. 1,7 Mio. Ahornfrüchte, die

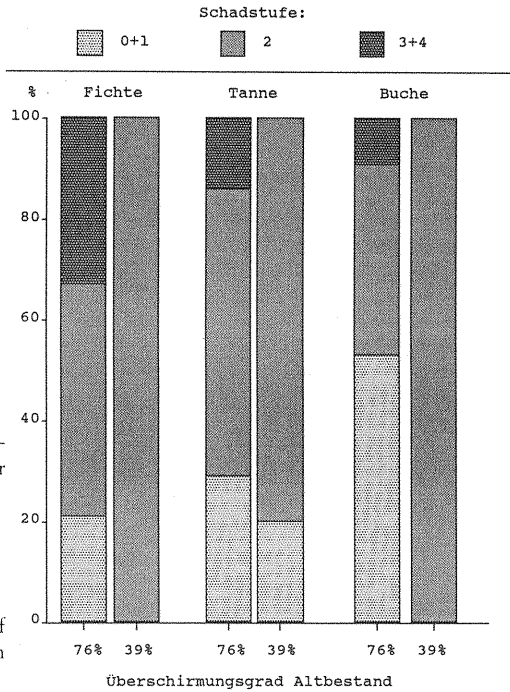


Abb. 3. Die Schadstufen (%) von Fichten, Tannen und Buchen auf einer dicht und einer locker überschirmten Parzelle im Jahre 1986 (Kraftklassen 1, 2 und 3)  
 Schadstufe 0+1: bis 25 % Nadelverlust  
 Schadstufe 2: 26-60 % Nadelverlust  
 Schadstufe 3: über 60 % Nadelverlust

Fig. 3. Damage classes of spruce, fir, and beech of a heavily and a lightly stocked stand (crown classes 1, 2 and 3)

zu Boden fielen (Abb. 4). Auf der locker überschirmten Parzelle war das Samenangebot zwar immer noch sehr groß, aufgrund der geringeren Stammzahl aber doch deutlich niedriger als auf der dicht beschirmten Parzelle. Das Saatgut war auf allen Parzellen durchweg von sehr hoher Qualität – wie man der Anzahl der keimfähigen Samen, bzw. den hohen Keimprozenten ent-

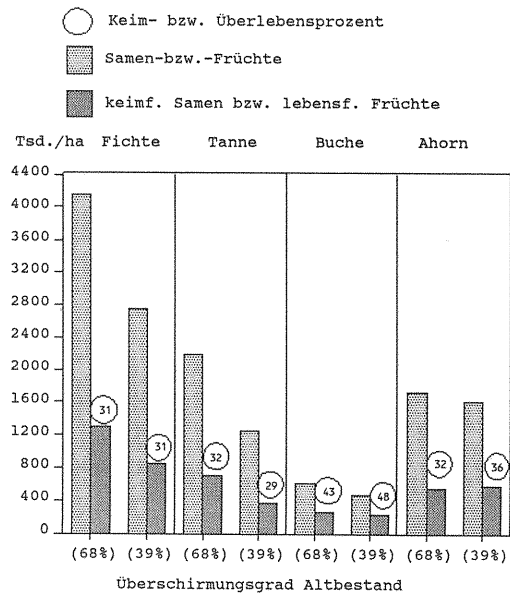


Abb. 4. Die Fruktifikation der Altbestände (Tsd./ha) auf einer dicht und einer locker überschirmten Parzelle im Versuchszeitraum (1976-1986)

Fig. 4. Seed production (thousand/ha) of a heavily and a lightly stocked stand during the observation period (1976-1986)

nehmen kann. Die Voraussetzung für eine Naturverjüngung war demnach auf allen Parzellen – mit Ausnahme auf der Kahlhiebsparzelle, wo nur ganz wenige Samen zu finden waren – gegeben.

### 3 Die Naturverjüngung

#### 3.1 Einfluß der Überschirmung

Zunächst einmal ist natürlich das Samenangebot die entscheidende Ausgangsgröße für die Naturverjüngung. Aus etwa 5–10 % aller keimfähigen Fichtensamen werden Fichtenkeimlinge, Tannenkeimlinge entwickeln sich aus 10–30 % aller keimfähigen Tannensamen, aus 15–60 % aller lebensfähigen Bucheckern werden Buchenkeimlinge, und aus 50–85 % der lebensfähigen Ahornfrüchte werden Ahornkeimlinge. Eine Differenzierung dieser Keimlingsprozente nach der Überschirmung konnte nicht nachgewiesen werden, d. h., auf den dicht überschrömtten Parzellen, dort wo normalerweise mehr Samen fallen, entstehen in der Regel auch die meisten Keimlinge (um dies festzustellen, bedurfte es aufwendiger – in 14tägigem Abstand – durchgeführter Zählungen der Keimlinge).

Die aufgelaufenen Keimlinge haben nun aber unter den verschiedenen Schirmstellungen unterschiedliche Überlebenschancen. Am Beispiel der im Jahr 1978 gekeimten Fichtensamen (Abb. 5) läßt sich gut zeigen, wie sich die Überlebensrate auf den unterschiedlich überschrömtten Parzellen entwickelt: Auf den dicht überschrömtten Parzellen sind von den ehemals zahlreichen Keimlingen nach 9 Jahren keine oder kaum noch welche vorhanden. Bedeutend günstiger ist die Situation auf der schwachen Schirmhiebsparzelle. Dort überleben 23 % der Keimlinge. Die günstigsten Bedingungen finden die Keimlinge auf der starken Schirmhiebsparzelle; 49 % aller einmal aufgelaufenen Keimlinge überleben dort. Auf der Kahlfäche sind die Bedingungen schon wieder ungünstiger – es überleben nur 12 % der Fichtenkeimlinge.

Tanne, Buche und Ahorn reagieren insofern ähnlich auf die Überschrömtungsverhältnisse wie die Fichte, als auch sie die optimalen Überlebenschancen bei einer Überschrömtung von etwa 40 % (wie sie nach dem starken Schirmhieb vorlag) haben. Allerdings sind im Unterschied zur

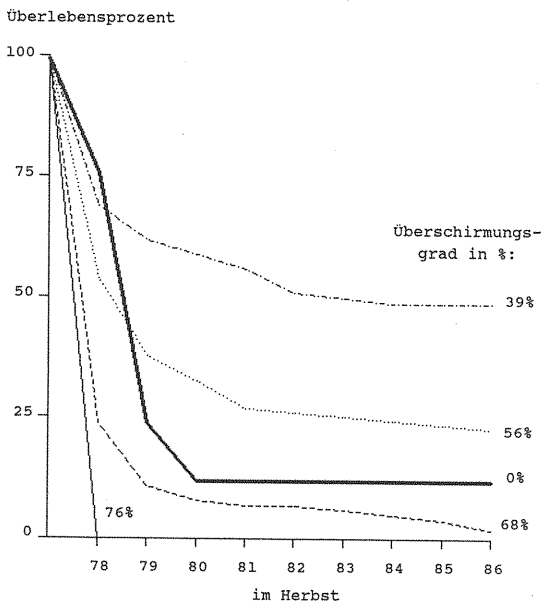


Abb. 5. Die Überlebensraten von Fichtenkeimlingen des Jahres 1978 im Versuchszeitraum auf unterschiedlich überschrömtten Parzellen im Versuchszeitraum

Fig. 5. Survival rates (%) of spruce seedlings germinated in 1978 in stands with different canopy density during the observation period

Tabelle 2. Die Pflanzendichten (Tsd./ha) bei unterschiedlicher Überschirmung in den Jahren 1977, 1981 und 1986

Table 2. Density of natural regeneration (thousand/ha) in stands with different canopy density in 1977, 1981 and 1986

Überschirmungs- grad Altbestand %	Pflanzendichte (Tsd./ha)		
	bei Versuchs- beginn 1977	nach 5 Vegetations- perioden 1981	nach 10 Vegetations- perioden 1986
76	2	18	11
68	31	148	160
56	21	171	205
39	41	333	496
0	70	75	77

Die Pflanzendichten (Tsd./ha) bei unterschiedlicher Überschirmung in den Jahren 1977, 1981 und 1986

Fichte die Überlebensraten dieser drei Baumarten auf der Kahlfäche nicht so niedrig. Auch unter dichtem Schirm gibt es Baumartenunterschiede: Während Fichte und Buche bei sehr dichter Überschirmung ausgedunkelt werden, können Tanne und Ahorn auch stärkstem Schirmdruck noch standhalten.

Nach 10 Jahren resultiert demnach eine Pflanzendichte auf den Versuchspartellen, die ganz klar von der Überschirmung geprägt ist (Tab. 2).

Auf der sehr dichten Parzelle sind nur wenige Pflanzen zu finden (11 Tsd./ha). Schon ein wenig mehr Licht hat dazu geführt, daß auf der zu 68 % überschirmten Fläche die Pflanzendichte von 31 Tsd. auf 160 Tsd. angestiegen ist. Auf den Parzellen mit Eingriff sind sie noch stärker gestiegen, am meisten auf der starken Schirmhiebparzelle von 41 Tsd. auf ca. 1/2 Mio. Pflanzen. Die besten Überlebenschancen haben hier also zu den höchsten Pflanzendichten geführt. Selbstverständlich sind hier alle Baumarten vertreten, während auf den dichteren Parzellen die Fichte weitgehend fehlt. Auf der Kahlfäche sind aufgrund des geringen Samenangebotes kaum Pflanzen hinzugekommen. Lediglich die zum Zeitpunkt des Kahlhiebes bereits vorhandenen Pflanzen haben sich gehalten.

Auch die Höhe der Pflanzen ist nach 10 Versuchsjahren ganz klar von der Überschirmung bestimmt. Mittlere wie maximale Höhen sind dort am größten, wo den Pflanzen das meiste Licht zur Verfügung stand (Abb. 6). Die höchste Fichte mit ca. 80 cm, die höchste Tanne mit 1,30 m, die höchste Buche mit 2,50 m und der höchste Ahorn mit 4,40 m waren nach 10 Jahren auf der Kahlfäche zu finden. Überraschend war, wie vergleichsweise gering das Wachstum selbst unter stark aufgelockertem Schirm war. Das spricht nun nicht, wie man meinen könnte, für den Kahlhieb, sondern nur dafür, daß, wenn man Naturverjüngungspflanzen zum Wachsen bringen will, man ihnen sehr viel Licht geben muß. Dazu müssen aber erst einmal ausreichend viele Pflanzen vorhanden sein – und das war in vielen Fällen, wo stark aufgelichtet wurde, nicht der Fall. Was passiert, wenn stark aufgelichtet wird, ohne daß bereits genügend Verjüngungspflanzen der verschiedenen Arten zum Zeitpunkt der Auflichtung am Boden sind, soll im folgenden Abschnitt beschrieben werden.

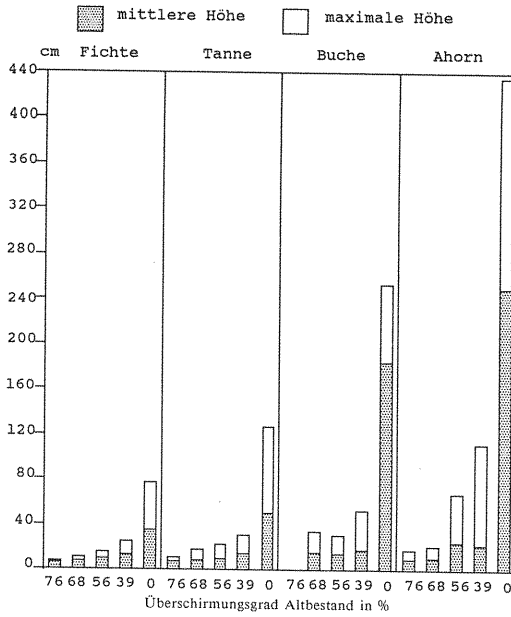


Abb. 6. Die Höhen der Naturverjüngungspflanzen bei unterschiedlicher Überschirmung im Herbst 1986  
 max. = absolut höchste auf 32 Probekreisen im Zaun gefundene Pflanze  
 mitt. = mittlere Höhe der jeweils höchsten auf 32 Probekreisen im Zaun gefundenen Pflanzen

Fig. 6. Height of natural regeneration in stands with different canopy density in autumn 1986 inside the fence  
 max. = tallest plant on 32 sample plots  
 mitt. = average height of tallest plants on 32 sample plots

### 3.2 Einfluß der Bodenvegetation

Die Bodenvegetation reagiert sensibel auf Veränderungen der Überschirmungsverhältnisse (Abb. 7). Es dauert etwa 4–5 Jahre, bis sie sich auf neue Überschirmungssituationen eingependelt hat. Nach dieser Zeit bedeckt sie auf der Kahlhiebparzelle nahezu 90 % der Fläche, auf der starken Schirmhiebparzelle etwa 50 % und auf der schwachen Schirmhiebparzelle etwa 30 %. Auf den Parzellen ohne Eingriff bleibt die Bedeckung unter 5 %.

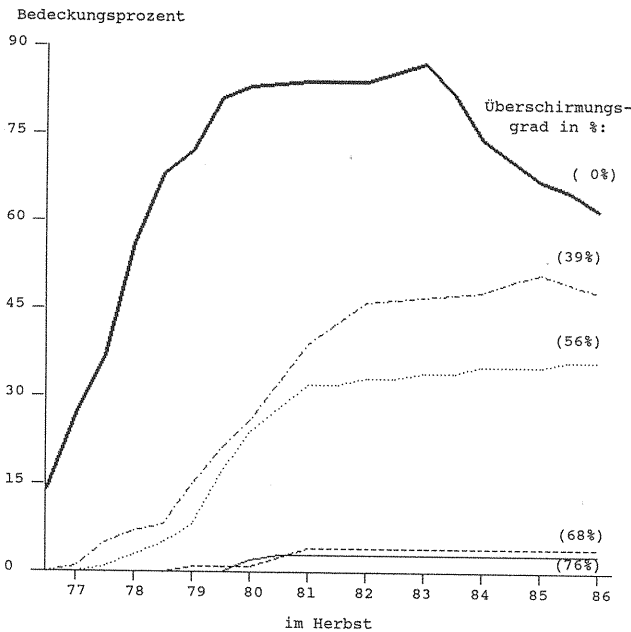


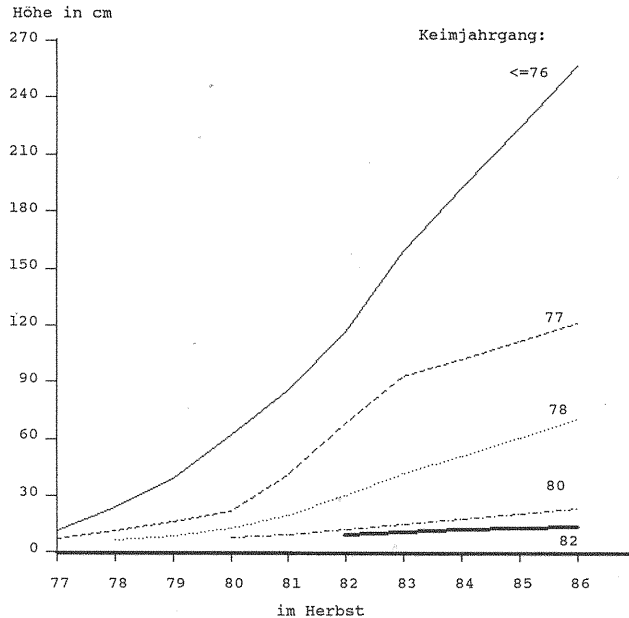
Abb. 7. Die Entwicklung der Bodenvegetation im Versuchszeitraum auf unterschiedlich überschirmten Parzellen

Fig. 7. Development of competing ground vegetation (%) in stands with different canopy density in the observation period



Abb. 8. Die Höhenentwicklung verschieden alter Ahorne auf der Kahlhiebparzelle

Fig. 8. Height development of different age classes of maple seedlings on the clear-cutting plot



Bislang wurde nicht erkennbar, daß die Bodenvegetation auf den beiden Schirmhiebflächen einen gravierenden Einfluß auf den Naturverjüngungsprozeß ausübt. Zumindest bis zu einer Bedeckung von ca. 40 % mit Bodenvegetation geht das Ankommen, das Überleben und auch das Wachstum der Pflanzen 10 Jahre nach den Schirmhieben noch genauso vonstatten wie gleich nach den Eingriffen, als die Flächen noch vegetationslos waren.

Anders dagegen auf dem Kahlhieb: Hier gibt es Beweise dafür, daß viele Samen in der sehr dichten Bodenvegetation hängenbleiben, die Keimlingsausbeute demnach deutlich geringer ist als in den Jahren nach Versuchsbeginn, in denen die Bodenvegetationsentwicklung noch nicht so weit fortgeschritten war. Auch gibt es Indizien dafür, daß die Überlebensraten drastisch gesunken sind. So überlebten z. B. von den 5 Jahre nach Versuchsbeginn angekommenen Tannen nur mehr 27 % – während die älteren, zu Versuchsbeginn angekommenen Tannen noch Überlebensraten von etwa 80 % aufwiesen. Auch der Wachstumsverlauf hat sich in den Jahren infolge der üppigen Bodenvegetationsentwicklung grundlegend geändert. Am Beispiel der Höhenentwicklung verschieden alter Ahorne kann man sehen, daß nur die älteren Pflanzen auf dem Kahlhieb ordentlich losgewachsen sind (Abb. 8). Schon die wenige Jahre nach dem Hieb angekommenen Pflanzen gerieten unter den Einfluß der Bodenvegetation und zeigen nur mehr ein gedämpftes Höhenwachstum. Vor einer stärkeren Auflichtung müssen also genügend Pflanzen am Boden sein. Nur dann ist gewährleistet, daß sich die Naturverjüngung gegenüber der Bodenvegetation durchsetzt und so wie auf unserer Kahlfläche nach ein paar Jahren die Bodenvegetation zurückdrängt (Abb. 7). Eine derartige Entwicklung ist den im folgenden Abschnitt mitgeteilten Ergebnissen zufolge allerdings nur im Schutz eines Zaunes zu erwarten. Außerhalb des Zaunes ist damit zu rechnen, daß die Naturverjüngung sehr viel mehr Zeit braucht, bis sie die Oberhand über die Bodenvegetation gewinnt.

### 3.3 Einfluß des Zaunschutzes

In Tab. 3 sind die im Herbst 1986 auf gezäunten und ungezäunten Partien der Parzellen ermittelten Pflanzendichten aufgeführt. Darin kommt zunächst einmal zum Ausdruck, daß die Dichte der Naturverjüngung außerhalb des Zaunes ebenso von der Überschildung geprägt ist wie innerhalb des Zaunes. Nun treten zwar Dichteunterschiede zwischen diesen beiden Teil-

parzellen auf – so sind z. B. außer Zaun regelmäßig weniger Tannen vorhanden als im Zaun –, doch sind die Unterschiede nicht bei allen Baumarten in gleicher Weise gerichtet und auch in ihrer absoluten Größenordnung nicht besonders bedeutsam. Auch außer Zaun ist – die entsprechende Überschirmung vorausgesetzt – eine für eine Naturverjüngung völlig ausreichende Zahl von Pflanzen vorhanden.

Table 3. Die Pflanzendichten (Tsd./ha) im Herbst 1986 innerhalb und außerhalb des Zaunes  
Table 3. Density of natural regeneration (thousand/ha) inside and outside the fence in autumn 1986

Überschirmungsgrad % (Parz.)	Pflanzendichte (Tsd./ha) im Herbst 1986									
	FICHTE		TANNE		BUCHE		AHORN		ALLE BA.	
	im Zaun	außer Zaun	im Zaun	außer Zaun	im Zaun	außer Zaun	im Zaun	außer Zaun	im Zaun	außer Zaun
76 (2.0)	1	0	4	3	0	0	7	10	11	13
68 (1.0)	8	1	41	22	27	4	84	76	160	103
56 (1.1)	49	38	41	30	16	21	99	176	205	265
39 (2.2)	53	39	95	39	23	28	325	354	496	460
0 (1.3)	1	3	5	3	2	1	69	42	77	49

\* interne Parzellenbezeichnung

Untersucht man die Pflanzen genauer, dann muß man allerdings feststellen, daß ein großer Teil der Pflanzen außer Zaun Verbißschäden aufweist (Abb. 9). Verbissen werden v. a. Tannen und Ahorne; Buchen und Fichten hingegen kaum. Wie groß der Anteil der verbissenen Tannen und Ahorne ist, hängt ganz wesentlich von der Pflanzenhöhe ab, die wiederum von der Überschirmung bestimmt ist. Während sich der Verbiß unter dichtem Schirm noch in Grenzen hält, erreicht er unter aufgelockertem Schirm durchaus schon beachtliche Größenordnungen. Lebensbedrohliche Verbißprozente finden sich auf der Kahlfläche. Hier ist infolge dieses Verbisses die Höhenentwicklung der Tannen und Ahorne stark gehemmt (Abb. 10). Während Fichten und Buchen außerhalb des Zaunes genauso groß oder sogar größer sind als im Zaun, haben Tannen und Ahorne außerhalb des Zaunes – insbesondere auf der Kahlfläche – Schwierigkeiten, in die Höhe zu wachsen. So ist der höchste Ahorn auf der Kahlfläche im Zaun 4,40 m hoch, während der höchste Ahorn außerhalb des Zaunes mit 1,20 m in der dichten Bodenvegetation noch gar nicht zu sehen ist.

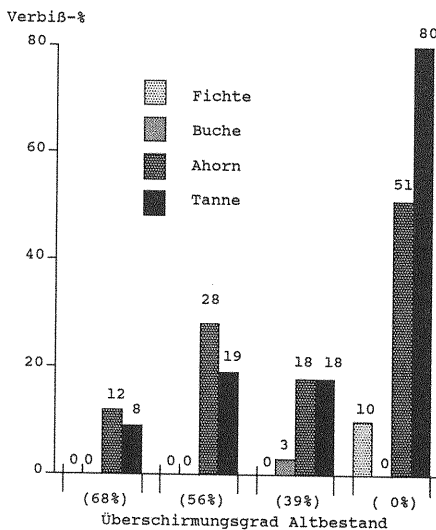


Abb. 9. Die Verbißschäden (%) außerhalb des Zaunes auf unterschiedlich überschirmten Parzellen im Herbst 1986  
Fig. 9. Browsing impact (%) outside the fence in stands with different canopy density in autumn 1986

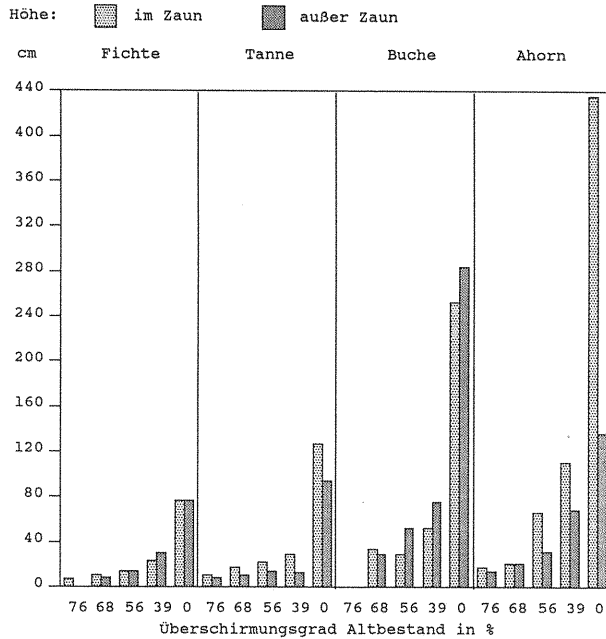


Abb. 10. Die Sproßlängen der höchsten Naturverjüngungspflanzen innerhalb und außerhalb des Zaunes bei unterschiedlicher Überschirmung im Herbst 1986

Fig. 10. Shoot lengths of the tallest naturally regenerated plants inside and outside the fence in stands with different canopy density

Ein gemischter, aus Fichte, Tanne, Buche und Ahorn zusammengesetzter Wald ist deshalb nur im Zaun zu erwarten. Außer Zaun entsteht ein völlig anderer Wald: ein reiner Fichtenbestand mit einzeln beigemischten Buchen.

#### 4 Die Pflanzung

Die auf den Versuchspartellen angelegten Anpflanzungen sind überall, d. h. selbst auf der Kahlfläche hervorragend angewachsen. Die nach 10 Vegetationsperioden erreichten Sproßlängen sind ebenso wie die der Naturverjüngungspflanzen von der Überschirmung abhängig (Abb. 11). Die Sproßlängen der gepflanzten Bäume stellen die Höhen der naturverjüngten Pflanzen jedoch weit in den Schatten. Auf der Kahlfläche haben alle Baumarten Spitzenhöhen über 1,90 m erreicht. Da können lediglich einige aus Naturverjüngung hervorgegangene Ahorne auf der Kahlfläche mithalten.

Auch an den gepflanzten Baumarten zeigt sich, daß der Schirmdruck das Wachstum stark verzögert. Allerdings gibt es einzelne Pflanzen, die auf der starken Schirmhiebparzelle unter günstigen Lichtbedingungen stehen und die nun aus der Bodenvegetation herauswachsen.

#### 5 Die praktischen Konsequenzen

Von eminenter Bedeutung für die ganzen Naturverjüngungsprozesse ist der Überschirmungsgrad. Über die Überschirmung kann die Dichte, die Baumartenzusammensetzung und auch die Höhenentwicklung der Pflanzen gesteuert werden. Wichtig ist demnach die Wahl des richtigen Überschirmungsgrades. Ein leichter Schirmhieb fördert das Ankommen der Naturverjüngung – starke Schirmhiebe wären hierzu noch besser geeignet, allerdings gefährden sie die Stabilität des Bestandes zu stark; außerdem führen sie zu erheblichen Verlusten an Volumenzuwachs am Altbestand. Unter einer leichten Schirmstellung kann man Verjüngungspflanzen aus verschiedenen und auch aus wenig ertragreichen Samenjahren sammeln – es ist so, als ob man die

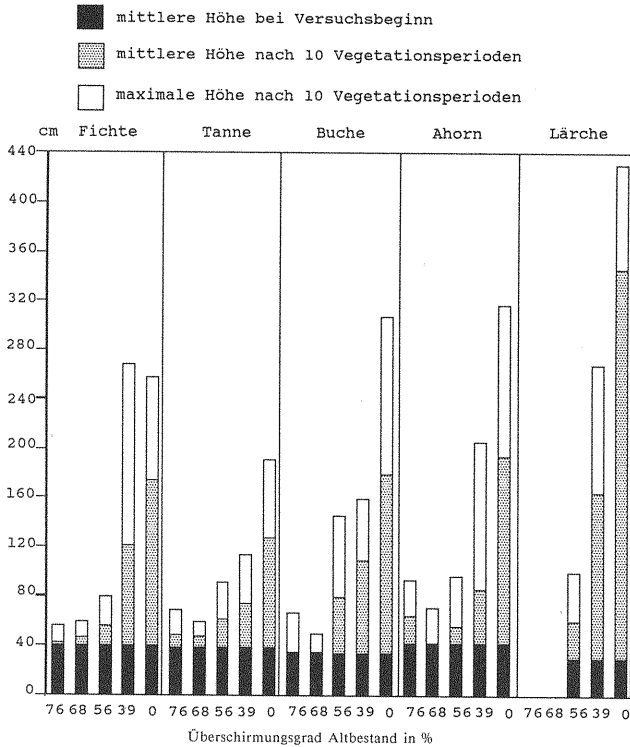


Abb. 11. Die Sproßlängen der gepflanzten Bäume bei unterschiedlicher Überschirmung nach 10 Vegetationsjahren (aus Huss 1986)

Fig. 11. Shoot lengths of planted trees in stands with different canopy density after 10 growing seasons (from Huss 1986)

Samenjahre in einem Gefäß auffängt –; in dem Gefäß finden sich dann in erster Linie Tannen, Buchen und Ahorne; die Fichte hat Schwierigkeiten, sich unter nur leicht aufgelockertem Schirm zu halten. Sie wird jedoch in späteren Auflichtungsstadien hinzukommen.

Man kann darauf vertrauen, daß der Strom der Samen und Früchte beständig fließt und daß er trotz Waldschadenssymptomen an den Altbäumen von hoher Qualität ist. Durch die Beobachtung der Fruktifikationsjahre kann die Zunahme der Anteile der einzelnen Baumarten im Auffanggefäß (d. h. am Boden) abgeschätzt und dann entschieden werden, wann die richtige Mischung am Boden vorhanden ist. Bevor der Strom durch starke Auflichtung dann unterbrochen wird, sollte die Zusammensetzung der Baumarten am Boden nochmals genau überprüft werden. Dabei wird man sich der Mühe unterziehen müssen, die teilweise winzigen und nicht leicht auffindbaren Naturverjüngungspflanzen am Boden zu suchen.

Wenn dann über einmal angekommener Verjüngung stärker aufgelichtet wird, kann jedes waldbauliche Verjüngungsverfahren praktiziert werden: Schirmhieb, Femelhieb, Saumhieb, im Extremfall selbst Kahlhieb (der sich jedoch aus einer Reihe von Gründen verbietet) – das sind eigentlich alles nur Räumungsfiguren über vorhandener Verjüngung –; die entscheidenden Prozesse sind dann bereits gelaufen. Einen schweren waldbaulichen Fehler stellen jedoch starke Auflichtungen dar, bevor Naturverjüngungspflanzen angekommen sind.

Den so wichtigen Überschirmungsgrad kann man mit Hilfe der Bedeckung durch Bodenvegetation anschätzen: als Faustregel kann gelten, daß eine für die Ansammlung günstige Schirmstellung erreicht ist, wenn die Bodenvegetationsbedeckung zwischen 20 und 30 % ausmacht.

Sollte aus irgendwelchen Gründen (z. B. fehlender Fruktifikation) sich keine Naturverjüngung einstellen, dann bietet die Pflanzung ein bewährtes Mittel, einen neuen Bergmischwald zu begründen. Es gilt sinngemäß das gleiche wie bei den Naturverjüngungspflanzen: die Pflanzung sollte angelegt werden, noch bevor sich eine üppige Bodenvegetation ausbreitet.

Sowohl Pflanzungen als auch Naturverjüngungen sind derzeit nur Erfolge beschieden, wenn sie im Zaun aufwachsen oder wenn eine tragbare Wilddichte eingestellt wird.

Die hier dargelegten Befunde über die Grundprinzipien der Verjüngung sind geeignet, dem forstlichen Praktiker bei der Wahl der richtigen Eingriffsstärke in Verjüngungsbeständen die notwendige Sicherheit zu geben.

### Zusammenfassung

Seit zehn Jahren betreibt der Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung der Universität München intensive Verjüngungsstudien auf 25 Dauerversuchsflächen im Bergmischwald der ostbayerischen Kalkalpen. Am Beispiel der Aufnahmedaten von fünf ausgewählten Versuchsflächen werden grundlegende Prinzipien des Verjüngungsprozesses im Bergmischwald aufgezeigt und daraus praktische Konsequenzen abgeleitet.

Alle am Aufbau der Altbestände des Bergmischwaldes beteiligten Baumarten bilden bislang trotz deutlicher Waldschadenssymptome reichlich Samen von hochwertiger Qualität aus.

Damit aus diesem Verjüngungspotential Naturverjüngung entstehen kann, müssen die entsprechenden Überschirmungsverhältnisse durch den Altbestand gegeben sein. Für die Dichte, Baumartenzusammensetzung und Höhenentwicklung der Naturverjüngungspflanzen ist nämlich die Überschirmung von ganz entscheidender Bedeutung. In einem sehr dichten Altbestand, in dem der Überschirmungsgrad über 75 % liegt, haben Verjüngungspflanzen Schwierigkeiten, sich zu etablieren. Eine leichte Auflichtung auf einen Überschirmungsgrad von 60 % (der dann gegeben ist, wenn die sich unter dem Schirm entwickelnde Bodenvegetation Bedeckungsgrade zwischen 20 % und 30 % einstellt) ermöglicht den Naturverjüngungspflanzen ein Überleben. Diese Überschirmung kann durch einen schwachen Schirmhieb (Entnahme von etwa einem Viertel der Grundfläche eines geschlossenen Bestandes) erreicht werden. Diese Eingriffsstärke dürfte auch unter den Gesichtspunkten der Stabilität und des Zuwachsverlustes am Altbestand zu vertreten sein.

Vor einer stärkeren Auflichtung des Altbestandes müssen genügend Naturverjüngungspflanzen am Boden vorhanden sein. Nur so ist gewährleistet, daß diese einen Vorsprung vor der Bodenvegetation bekommen.

Die Pflanzung ist immer dann, wenn sich Schwierigkeiten mit der Naturverjüngung ergeben, ein geeignetes Mittel, um einen neuen Bergmischwald zu begründen.

Derzeit ist für das Entstehen eines neuen Bergmischwaldes – sei es durch Naturverjüngung oder durch Pflanzung – Zaunschutz erforderlich.

### Summary

#### *Consequences of ten years investigation on natural regeneration of mixed mountain forests*

In 1976, a research project entitled "Natural Regeneration of Mixed Mountain Forests" was established in the Calcareous Alps of eastern Bavaria, by the Chair of Silviculture and Forest Management of the University of Munich. Over the past ten years, the multi-variate aspects of regeneration have been intensively investigated on 25 permanent research plots. The data from 5 selected plots were extracted and processed. From these data, it will be possible to present some fundamental principles of natural regeneration processes. From these principles, it is hoped that some practical applications can be derived.

The mature stands of mixed mountain forests are still able to produce high quantities and good quality of seed, although distinct symptoms of forest decline are present.

In order to utilize this potential for natural regeneration, an adequate canopy density is necessary. Canopy density is the crucial factor which regulates the density, species composition and height development of regeneration. In a very heavily stocked mature stand with a canopy density of over 75 %, establishment of regenerations is difficult. When canopy density is reduced to, for example, 60 % (this percentage can be estimated from a ground vegetation covering approximately 20–30 % of the soil), the naturally regenerated plants have a better opportunity to survive. A 60 % canopy density can be achieved by light shelterwood cutting (removal of approximately 25 % of basal area of a closed stand). This type of cutting can maintain the stability and prevent increment loss of forest stands. It is important that regeneration is established before opening up the stand; only then these plants are capable to compete with the other ground vegetation.

Planting is always appropriate when natural regeneration fails.

Fencing is necessary for undisturbed development of natural and artificial regeneration.

### Literatur

- BURSCHEL, P.; EL KATEB, H.; HUSS, J.; MOSANDL, R., 1985: Die Verjüngung im Bergmischwald. Forstw. Cbl. 104, 65–100.  
 HUSS, J., 1986: Die Pflanzung im Bergmischwald. Versuchsakten des Lehrstuhls für Waldbau und Forsteinrichtung der Universität München.

*Anschrift der Autoren:* Dr. R. MOSANDL und H. EL KATEB, Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung der Universität München, Amalienstraße 52, D-8000 München 40

