
FBVA-BERICHTE

Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt

Nr.29

1988

MISCHWUCHSREGULIEURUNG
VON FICHTE UND BUCHE IN DER
JUNGBESTANDSPHASE

ODC 236.2:174.7:176.1

von

W. KRISSL, F. MÜLLER

Herausgegeben
von der
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien
Kommissionsverlag: Österreichischer Agrarverlag,
A-1141 WIEN.

Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A-1131 WIEN

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A-1131 WIEN

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Printed in Austria

V O R W O R T

So sehr leistungsfähige stabile Baumartenmischungen als forstwirtschaftlich optimale Bestandesstrukturen unbestritten sind, werden die notwendigen Begründungs- und Erziehungsmaßnahmen in der forstlichen Praxis doch häufig vernachlässigt. Selbst dann, wenn durch Begründung mit mehreren Baumarten der Wille zur Schaffung von Mischbeständen eindeutig dokumentiert wurde, kann sehr oft durch vermeidbare Fehler bei Anlage und Pflege der Jungbestände eine rasche Entmischung zugunsten der wuchsüberlegenen Baumart führen. Die Folge sind wiederum Reinbestände oder Mischungen, die nur unter ständigem und somit hohem Aufwand erhalten werden können.

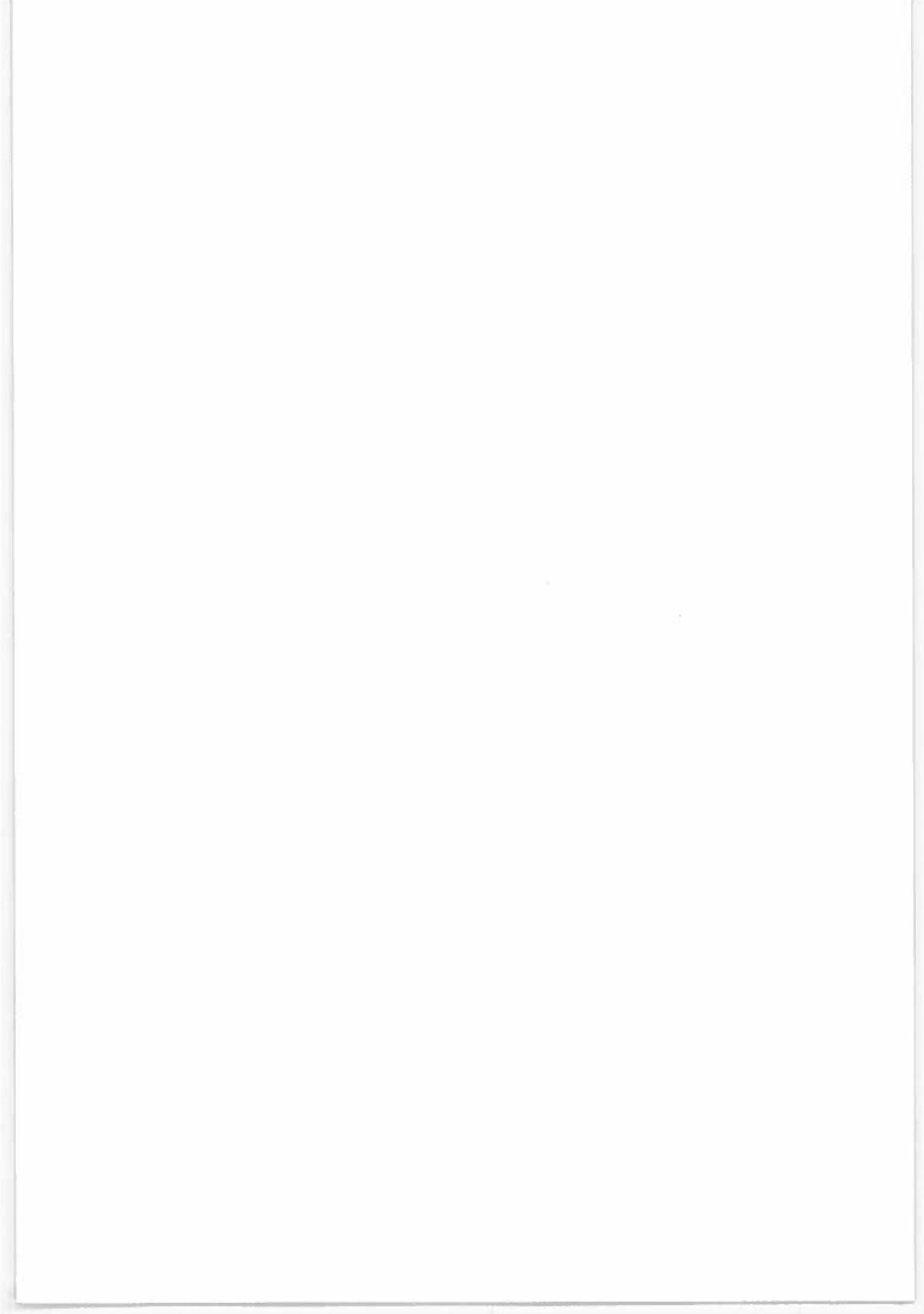
Der Erkenntnis folgend, daß es nicht nur nötig ist, die Vorteile von Mischbestockungen gegenüber eintönigen Monokulturen bewußt zu machen sondern auch die offenbar häufige Kluft zwischen der als richtig erkannten Zielvorstellung und der tatsächlichen davon abweichenden Realisierung zu analysieren und verringern zu helfen, hat Hofrat Dr. Günther ECKHART, der frühere Leiter des Instituts für Waldbau der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, entsprechende Versuchs- und Demonstrationsflächen angelegt. Einige dieser Flächen liegen im Bereich der Flyschstandorte des Bundeslehr- und Versuchsforsts Ulmerfeld/NÖ, wo sich die Buche durch hohe Wettbewerbskraft einen hohen natürlichen Mischungsanteil sichert, die Jungbestände daher zur "Verbuchung" neigen. Daß trotz der Wuchsüberlegenheit einer Baumart Mischbestände erzogen werden können, wird an einigen noch erhalten gebliebenen Altbestandsresten sichtbar, die alle bestandesbildenden Baumarten des "Abieti-Fagetums", Fichte, Tanne und Buche in harmonischer Verteilung enthalten. Ausgehend von solchen eindrucksvollen Bestandesbildern hat Dr. ECKHART in zahlreichen Exkursionsführungen an Hand von Beispielsflächen jene Modellvorstellungen erläutert, die bei der Bestandesbegründung und Jungbestandspflege angewandt, die Problematik der Mischwaldpflege vereinfachen.

Dr. ECKHART hat weiters angeregt, diese Überlegungen, die im vorgestellten Beispiel für die Mischung von Fichte mit Buche gelten, im grundsätzlichen aber auch bei anderen Baumartenmischungen angewendet werden können, schriftlich darzustellen.

Eine Anregung, die von seinen Mitarbeitern dankbar aufgenommen wurde. Ebenso wird der Forstverwaltung, unter der Leitung von Direktor OSTR. Dipl.-Ing. Friedrich HINTERLEITNER, für die Unterstützung bei der Anlage der Versuchsflächen gedankt.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. WARUM FICHTEN-BUCHEN MISCHUNGEN?	7
1.1 Standort	7
1.2 Bestandesstabilität	9
1.3 Ertragsleistung	10
2. WO GIBT ES FICHTEN-BUCHEN-MISCHWALD?	12
3. PROBLEMATIK BEI DER ERZIEHUNG VON MISCHBESTÄNDEN	14
4. THEORIE DES KONTAKTZONENANTEILS	20
5. MISCHUNGSGRAD UND MISCHUNGSFORMEN	21
5.1 Schlußfolgerungen	29
6. WEGE ZUR ERREICHUNG DER ERWÜNSCHTEN MISCHUNGSEIGENSCHAFTEN	30
6.1 Jungwuchs	31
6.11 Mischwuchsregulierung	31
6.12 Behandlung der Reinbestandszellen	34
6.121 Fichte	34
6.122 Buche	37
6.2 Dickung	37
6.21 Mischwuchsregulierung	38
6.22 Behandlung der Reinbestandszellen	42
6.221 Fichte	42
6.222 Buche	44
6.3 Stangenholz-Auslesedurchforstung	45
7. ZUSAMMENFASSUNG	46
LITERATUR	48



1. WARUM FICHTEN-BUCHEN MISCHUNGEN ?

Die Frage, ob Fichte und Buche in Rein- oder Mischbeständen erzogen werden sollen, muß nach den Kriterien **Standort, Stabilität und Ertragsleistung** geprüft werden, wobei diese drei Parameter in einem gegenseitigen Beziehungsgefüge stehen und die Wirtschaftlichkeit bestimmen.

1.1 Standort :

Die Auswirkungen von standortswidrigen Fichten-Monokulturen in Laub-Mischwaldgebieten sollen hiermit übersichtsmäßig angeführt werden:

Auf Nährstoffarmen, zur Versauerung neigenden Tieflagenstandorten besteht:

- Verstärkte Tendenz zur Grobmoder- und Rohhumusbildung
- Verstärkung der podsoligen Tendenz
- Verringerung des Umfanges des Nährstoffkreislaufes infolge mangelnder Streuzersetzung ("gestörte Verdauung").

Auf bayerischen Tertiär- und Moränenstandorten wurde festgestellt, daß sich selbst nach hohen Kalkgaben unter Fichten-Reinbeständen erneut Rohhumus und Podsolierung einstellen, während Laubholz, insbesondere die Buche, den Standort bezüglich pH-Wert und Humuszustand nachhaltig aufbessert (METTIN, 1985). Auch ohne Melioration war die Buche in der Lage, Standorte mit Rohhumus in gute Moderhumusformen überzuführen.

Ungünstig wirkende waldbauliche Maßnahmen, verstärkt durch die anthropogenen Versauerungseinflüsse ("Saurer Regen") können durch Meliorationsmaßnahmen (Kalkung, Bodenbearbeitung) **a l l e i n** nicht behoben werden.

Die Ursachen für diese Degradationserscheinungen werden von SCHMIDT-VOGT (1986) wie folgt begründet:

- o Fichtenstreu ist auf gleichem Standort gegenüber Buchenstreu schwerer zersetzlich (weites C/N-Verhältnis, Hemmstoffe), so daß es auf basenarmen Standorten zu mangelnden Humusabbau kommt.

- o In Böden mit zumindest periodischer Sauerstoffarmut bildet die Fichte nur einen extrem flachen Wurzelteller aus.
- o Durch verstärkte Interceptionsverluste (Niederschlagsrückhaltung im Kronenraum) sind Böden unter Fichte im Jahresdurchschnitt in den oberen Horizonten (= Humushorizont!) trockener als unter Laubwald.
- o Laubschattbaumarten, wie die Buche, haben im laublosen Zustand im Winter zwar niedrigere Temperaturen im Stammraum, erwärmen sich jedoch im Frühjahr rasch und verhalten sich erst nach dem Laubausbruch in thermischer Hinsicht ähnlich wie Fichtenwälder. Der stärkere Strahlungseinfall in den Stammraum von Laubwäldern im ausgehenden Winter und Frühjahr läßt die Schneedecke rascher abschmelzen.
- o Der Oberboden, auf dessen Oberfläche zu dieser Zeit ein großer Teil des Strahlungsumsatzes erfolgt, erwärmt sich rascher. Dadurch wird die Streuzersetzung angeregt.
- o Höherer Strahlungsgenuß und intensiveres Anlaufen der Mineralisationsvorgänge im Laubwald schaffen auf vielen Standorten besonders günstige Bedingungen für Frühlingsblüher, die ihrerseits meist eine leicht zersetzliche Streu liefern.

Es leuchtet ein, meint SCHMIDT-VOGT, (1986), daß diese vor allem im Frühjahr auftretenden Abweichungen im Bestandesinnenklima sich auf Humusform und -menge auswirken. Selbstverständlich werden die baumartspezifischen Besonderheiten durch Bestandesalter und Behandlung erheblich variiert.

Untersuchungen von ULRICH (zit. in SCHMIDT-VOGT, 1986) zeigen, daß die Anreicherung von Sulfatschwefel und Protonen und damit die Versauerungstendenz unter Fichte besonders groß ist. Sie beruht vor allem auf dem verstärkten Ausfiltern von Schwefelsäure, sauren Sulfaten und Salpetersäure aus der Atmosphäre in den Fichtenkronen. Die Kronentraufe des Fichtenbestandes im Solling, einem geschlossenen Waldgebiet in Niedersachsen, ist deshalb regelmäßig saurer als unter Buche.

Fichten haben eine große Blattoberfläche, die im Unterschied zu winterkahlen Laubgehölzen während des ganzen Jahres vorhanden ist. Je größer die Blattoberfläche ist und je wirksamer sie saure Gase, Aerosole und Stäube aus der Atmosphäre ausfiltert, desto saurer ist die Kronentraufe und desto mehr kann sie den pH-Wert des Bodens senken.

Durch die Versauerung wird die biologische Aktivität auf basenarmen Standorten gebremst und damit der Streuabbau verringert.

Nach MEYER (zit. in SCHMIDT - VOGT, 1986) ist auf gleichem Standort in den verschiedenen Lagen des Auflagehumus der Mikroorganismenbesatz unter Fichte im Vergleich zu Buche gewöhnlich vermindert, und das Verhältnis von Bakterien zu Pilzen ist zugunsten letzterer verschoben (Pilzmoderbildung).

Die Versauerung führt auch zur verstärkten Auswaschung und damit zum Verlust an pflanzenverfügbaren Nährstoffen (Phosphor, Kalium, Calcium).

Auf basenreichen Standorten werden diese Versauerungswirkungen abgepuffert, da die aus der Streuzersetzung und aus der Atmosphäre gefilterten Säuren neutralisiert werden. Aber auch auf **Kalkstandorten** mit Rendsinen wirkt eine Anreicherung der Nadelstreu mit Buchenlaub, insbesondere auf untersonnten Hängen, einer verstärkten Pilzmoderbildung entgegen. Die Wasserspeicherkapazität der Rendsinen ist im wesentlichen auf den oft nur wenige Dezimeter mächtigen Humushorizont (A-Horizont) beschränkt. Die Humusqualität ist daher ein entscheidendes Kriterium für die Leistungsfähigkeit der jeweiligen - von der Baumartenzusammensetzung abhängigen - Zustandsform des Standortes.

1.2 Bestandesstabilität:

Die größere Stabilität von Mischbeständen wird vor allem von DRESCHER (zit. in OTTO, 1986) belegt. Nach seinen Erhebungen fielen in Reinbeständen der Fichte im Südschwarzwald bis zum Alter 80 25% der Gesamtschadholzmenge der Umtriebszeiten an, in Mischbeständen nur 11 bis 12 %. Bis zum Alter 120 Jahre lag der

Schadholzanfall der Fichte dauernd um 170 bis 270 % über demjenigen der Mischbestände. Bis zum Alter 80 war in Fichtenreinbeständen Schneebruch der Hauptverursacher der vorzeitigen Abgänge, und zwar mit dem Dreifachen gegenüber Mischbeständen. Aber auch Sturmwürfe und Käferschäden setzten im Reinbestand früher ein. In Mischbeständen erfolgten wesentliche Verluste erst in der Verjüngungsphase, was aber zu diesem Zeitpunkt nicht mehr so schwerwiegend erschien, da das abgängige Holz ohnehin hiebsreif war. DRESCHER kommt zu einem klaren Votum für den Mischbestand, da eine hohe Vorratshaltung in Fichtenreinbeständen gar nicht möglich sei, während der Mischbestand im wesentlichen wegen seiner größeren Stabilität letztlich auch bei der Fichte mehr Starkholz erzeuge, geringere Schwachholzanteile besitze und Reservenbildung sowie Vorratsstreckung ermögliche.

Die höhere Stabilität von Fichten-Buchen-Mischbeständen gegenüber Fichtenreinbeständen entspricht der Erfahrung, ist aber in ihren Ursachen im einzelnen noch wenig untersucht. OTTO (1986) gibt als denkbare Erklärungen u.a. folgendes an:

- o Durch Mischung vertikaler Bestandesaufbau. Dadurch Abbau geschlossener, horizontaler Kronenschichten. Dadurch Verringerung von Prall-Fronten und des an ihnen entstehenden Staudrucks bei Sturm; Durchbrechung und Verwirbelung des Windes.
- o Tiefere Bodendurchwurzelung der Buche im Mischbestand. Verknüpfung im Wurzelraum mit den Wurzeln der Fichte. Dadurch Verankerung. Bei unterschiedlicher Elastizität der Stämme deshalb Verhinderung des Aufschaukelns der Bestände bei Sturm.
- o Durch Mischung und erforderliche Maßnahmen zur Mischwuchsregulierung wird das H/D-Verhältnis der Fichten verringert. Durch das bessere H/D-Verhältnis wird die Stabilität bei Gefährdung durch abiotische Faktoren, insbesondere Schneebruch, erhöht.

1.3 Ertragsleistung:

Der Vergleich der Ertragsleistung von Fichten-Buchen-Mischbeständen mit den jeweiligen Reinbeständen auf gleichen Standorten

fällt je nach der Wuchsrelation der beiden Baumarten entweder zugunsten des Mischbestandes oder zugunsten des Fichtenreinbestandes aus.

Es kann nicht Aufgabe dieser Broschüre sein, über die umfangreiche Literatur zu referieren. Einen Überblick bieten SCHMIDT-VOGT (1986) und OTTO (1986). Grundsätzlich wird die Ertragsleistung durch Beimischung von Fichte in flächenmäßig vorherrschender Buche erhöht, wobei beispielsweise PAULE (zit. in SCHMIDT-VOGT) im natürlichen Buchenwald (Fagetum) der Slowakei einen optimalen Fichtenanteil von 10 bis 30 % (ausnahmsweise bis 40 %) empfiehlt, durch den die Volumenleistung um 10 bis 30 % gesteigert werden kann.

Die ertragskundlichen Untersuchungen des Waldbau-Institutes der FBVA im Flyschgebiet bei Steyr belegen die Wuchsüberlegenheit, ausgedrückt in der Höhenwuchsleistung, der Fichte im Mischbestand (Abb. 1).

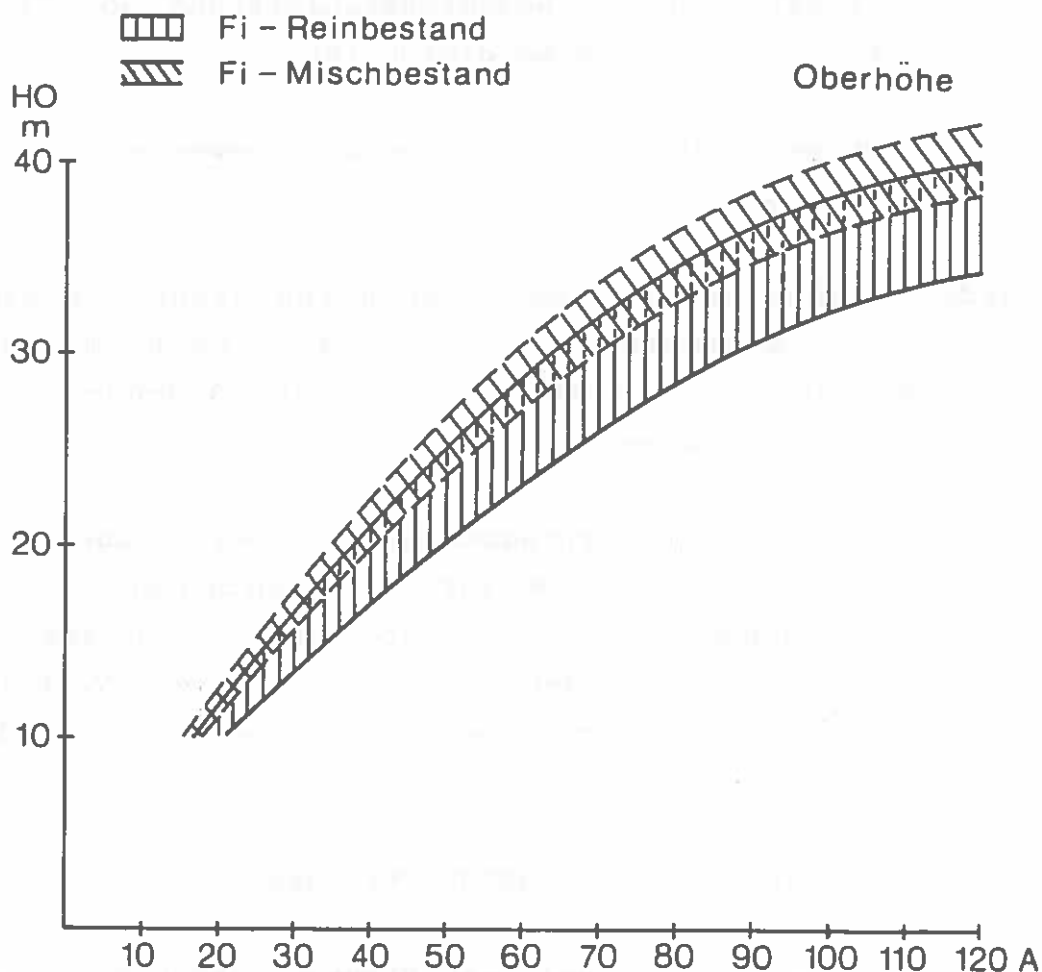


Abb. 1 Vergleich der Höhenwuchsleistung von Fichte im Rein- und Mischbestand mit Buche im Flyschgebiet bei Steyr (ECKHART u.Mit., 1984)

Bei der Bewertung der anstehenden Mehr- oder Minderleistung durch Beimischung von bis zu 40 % Buchen in Fichtenbestände sind neben den Stabilitätsmerkmalen besonders auch die standörtlichen Gegebenheiten zu berücksichtigen. So darf beispielsweise eine Feststellung der überlegenen Produktivität reiner Fichtenbestände erster Generation nicht die langfristig wirkende Degradation und damit die Gefährdung der Nachhaltigkeit außerachtlassen. In vielen, vor allem neueren Untersuchungen, in denen langfristig über mehrere Generationen die standortsmäßige Entwicklung auch einbezogen wurde, schlägt sich die meliorierende Wirkung der Buche auch ertragskundlich "zu Buche".

So weist METTIN (1985) für die Moränen- und Tertiärstandorte Bayerns sehr eindrucksvoll nach, daß

- o im Mischbestand die Höhenbonität immer höher und die Brusthöhendurchmesser immer stärker sind,
- o in allen Altersstadien die Gesamtmassenleistung von Fichte plus Buche bzw. nur Fichte etwa gleich ist,
- o sich bezüglich Wertleistung auch keine nennenswerten Unterschiede ergeben.

METTIN fordert daher für die oben genannten Standorte einen Laubholzanteil von mindestens 30 bis 40 %. Eine Beimischung von Buche im Ausmaß von 15 % reicht nicht aus Bodendegradierung zu stoppen oder zu sanieren.

OTTO (1986) meint sogar, daß ertragskundliche Überlegungen künftig gegenüber der Tatsache, daß infolge anthropogener Schadstoffeinwirkungen Mischbestände aus Fichte/Buche einen zwar geringen, aber möglichen Beitrag der Forstwirtschaft zur Verteidigung bedrohter Ökosysteme leisten, an Gewicht verlieren werden.

2. WO GIBT ES FICHTEN-BUCHEN-MISCHWALD ?

Von Natur aus im vorwiegend randalpinen Fichten-Tannen-Buchenwald der Berglagen von 600 bis 1400 m auf Kalk- und Kristallingestein (inkl. Flysch) sowie der Berglagen (800 bis 1200 m) des Mühl- und Waldviertels (Abb. 2).

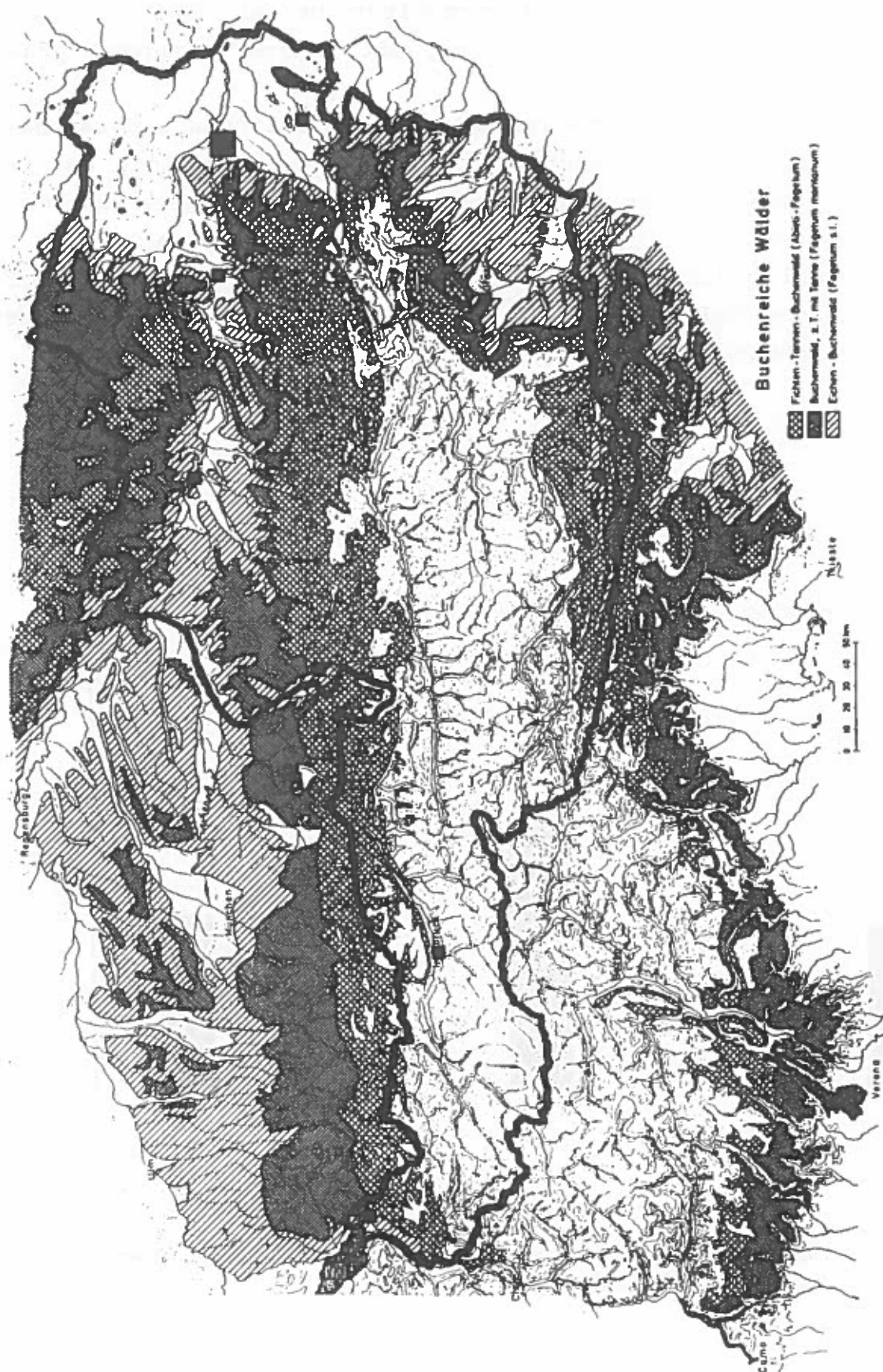


Abb. 2 Verbreitung buchenreicher Waldgesellschaften; randalpiner Fichten-Tannen-Buchewald (Abieti-Fagetum), montaner (Süden; bes. Dentario pentaphyllo-Fagetum) und tief- bis submontaner (Norden und Osten) Buchewald z. T. mit Tanne (Fagetum montanum s.l.); submontaner Eichen-Buchewald (Lathyro-, Carici albae-, Asperulo- et Luzulo-Fagetum), aus MAYER H., 1974, Wälder des Ostalpenraumes

Durch menschlichen Einfluß verbreitet im natürlichen Buchenwald des Hügellandes (400 bis 700 m), mit Verbreitungsschwerpunkt im Alpenvorland.

Ein Vergleich der Flächenanteile von natürlichen und tatsächlich durch den Menschen geschaffenen Bestandesformen für Österreich (Abb. 3) weist einen Verlust von 40 % (18 % Laubmischwälder + 22 % Laub-Nadel-Mischwälder) an Mischwäldern mit Laubholz oder Laubholzanteil zugunsten reiner Nadelholzbestände aus. Gegenüber den natürlichen Waldgesellschaften ist somit eine bedeutende Entmischung festzustellen.

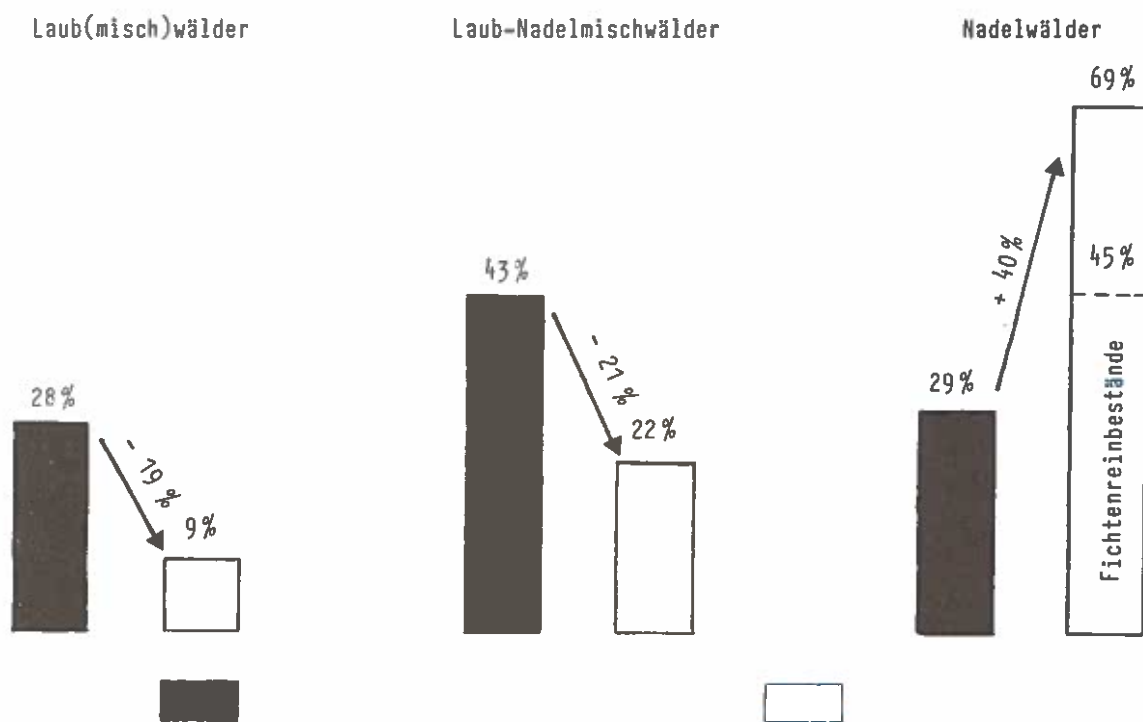


Abb. 3 Natürliche Bestandesformen - aktuelle Bestandesformen (nach W. KILIAN, 1985)

3. PROBLEMATIK BEI DER ERZIEHUNG VON MISCHBESTÄNDEN

Ziele der Erziehungsmaßnahmen sind stabile Mischungsformen, die den Baumarten in der erwünschten Verteilung bei optimaler Stand-

raumausnützung ausreichende Entwicklungsmöglichkeiten bieten. Gelingt es in der Jungbestandsphase die Ausgangssituation für die natürliche Mischwuchsentwicklung so zu gestalten, daß die steuernden Eingriffe zur Regulierung der Bestandesentwicklung auf ein Minimum reduziert sind, so kann erheblich an waldbaulichem Aufwand gespart werden.

Ein wesentliches Mittel der Bestandserziehung ist die Ausleседurchforstung, dessen Ziel die Erziehung von stabilen, vitalen Bäumen der gewünschten Qualitätseigenschaften in guter Verteilung, durch Auslese und Förderung von Z-Bäumen erreicht wird. Die Ausleседurchforstung setzt jedoch aus Jungwuchs- und Dikungspflege hervorgegangene Bestockung voraus, deren Oberschicht (= Hauptbestand) eine ausreichende Anzahl gut geformter Kandidaten in guter Verteilung enthält.

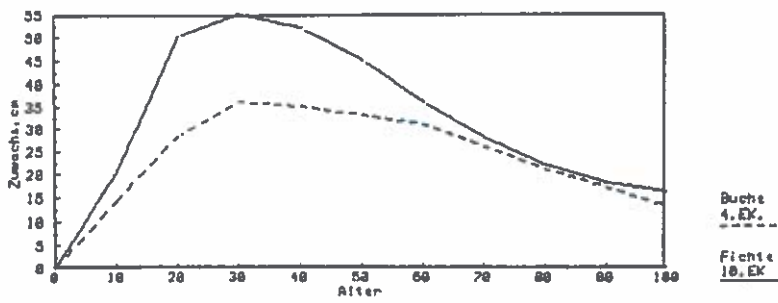
In Mischbeständen kann die Vorbereitung solcher Bestockungen erschwert sein.

Die im Abschnitt 2 zitierten Waldgesellschaften zeichnen sich je nach Höhenstufe und geologischer Unterlage durch **wechselnde Konkurrenzkraft** der beiden Hauptbaumarten Fichte und Buche aus.

Standortseigenschaften, die die Konkurrenzkraft der Fichte gegenüber Buche bzw. Buche gegenüber Fichte verbessern:

zunehmende Seehöhe (Verkürzung der Vegetationszeit)	tieferer Lagen (längere Vegetationszeit)
Frostlagen (höhere Lagen, Inversionsgebiete, Kaltluftbecken, Verebnungen)	wärmere Hanglagen
mangelnde Bodendurchlüftung, skelettarme Böden	gute Bodendurchlüftung
zur Versauerung neigende Böden	basenreiche Böden, Kalkstandorte
extreme Wasserhaushaltsverhältnisse	ausgeglichene Wasserhaushaltsverhältnisse

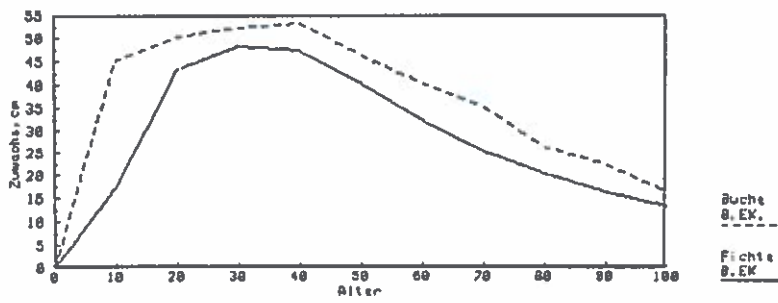
Die wechselnde Konkurrenzkraft der beiden Baumarten drückt sich vor allem in der unterschiedlichen jährlichen Höhenwuchsleistung während der Jugend- und Hauptwachstumsphase aus (Abb. 4).



Fichte im Optimum

Flury

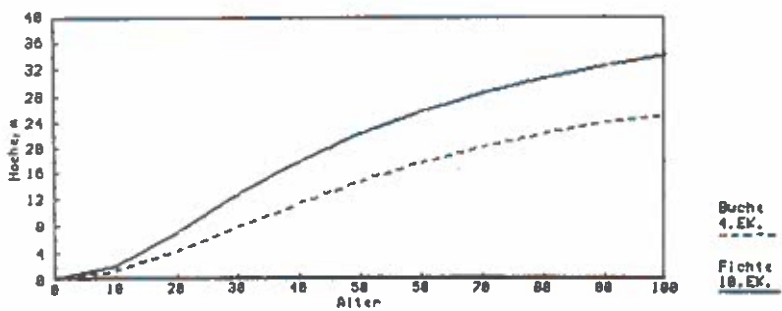
Guttenberg, Weitra



Buche im Optimum

Abb. 4 Jährliche Höhenwuchsleistung

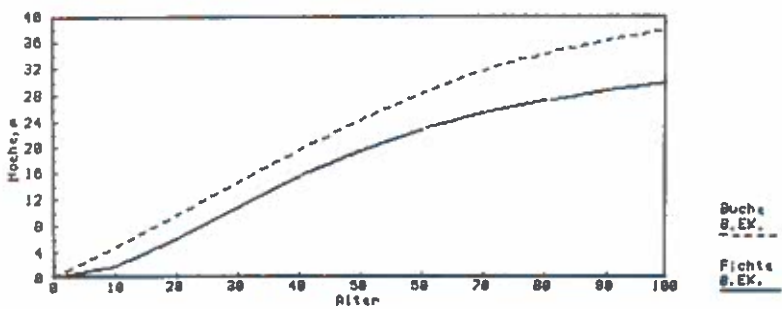
Damit ergeben sich auch unterschiedliche Mittelhöhen (Abb. 5).



Fichte im Optimum

Flury

Guttenberg, Weitra



Buche im Optimum

Abb. 5 Mittelhöhen

Fichte und Buche reagieren bei Unterdrückung auch verschieden: Die Buche kann in der Jugend längere Zeit Schatten ertragen als die weniger schattenfeste Fichte.

Die je nach Standort und Entwicklungsphase stark unterschiedliche Wuchsdynamik beider Baumarten erschwert die Mischwuchspflege, da ohne ständige Begünstigung der wuchsunterlegenen Baumart die Entwicklung zum Reinbestand der konkurrenzkräftigeren Baumart tendiert. **Am schärfsten ist der Konkurrenzkampf bei Einzelmischung.**

Ausgenommen sind Standorte, wo durch ein kleinflächiges Mosaik von wechselnden Relief- und Bodeneigenschaften oder in Steilhanglagen bzw. auf seichtgründigen Standorten mit geringer Leistungskraft die flächige Entwicklung eines geschlossenen wüchsigen Bestandes ("Optimalphase") unterbunden wird.

Nur in jenen Standortsbereichen, wo beide Baumarten zeitweise oder dauernd nebeneinander konkurrenzkräftig sind, wird auch die natürliche Entwicklung zur Zeit- oder Dauermischung führen (Abb. 6).

Zur Erleichterung der Mischwuchspflege können folgende Maßnahmen getroffen werden:

- o Zurücknahme der stärkeren Konkurrenz
- o Vorausverjüngung (Voranbau) der wuchsunterlegenen Baumart.

Das Herauspflegen von unterdrückten Pflanzen ist um so arbeitsintensiver je kleiner die Pflanzengruppe ist. Im ungünstigsten Fall ist die zu fördernde Baumart einzeln beigemischt und muß durch ständiges Freischneiden erhalten werden.

Durch Schaffung von gruppen- bis horstweisen Verjüngungszentren (Femelschlagbetrieb) oder Voranbau (künstlicher Femelschlag) kann der langsamwüchsigeren Baumart ein Entwicklungsvorsprung eingeräumt werden.

Durch räumlich getrennte unterschiedliche Auswahl der Samenbäume und durch differenzierte Beschirmungsverhältnisse im Femelschlagverfahren entstehen Verjüngungsflächen, die die beiden Baumarten Fichte und Buche - entsprechend ihrer unterschiedlichen Schattenfestigkeit - in räumlich getrennter Verteilung auftreten lassen (Abb.7).

Labile Mischung

(Einzelmischung)

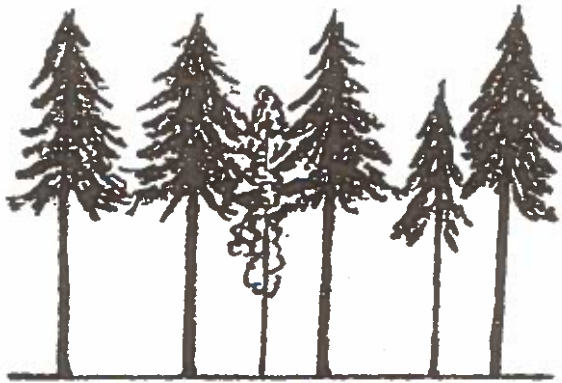


Stabile Mischung

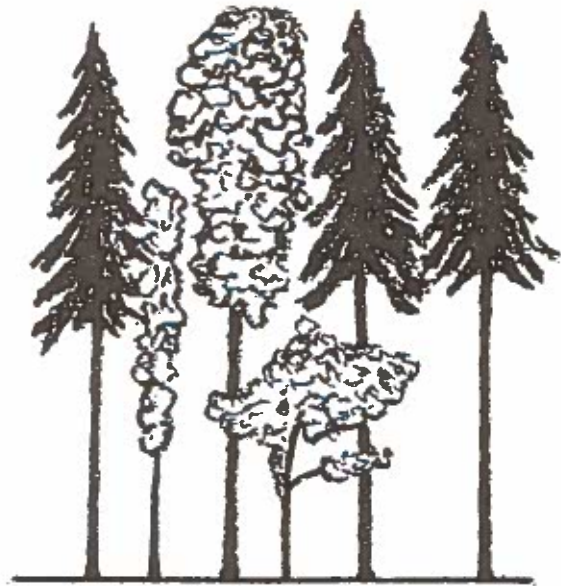
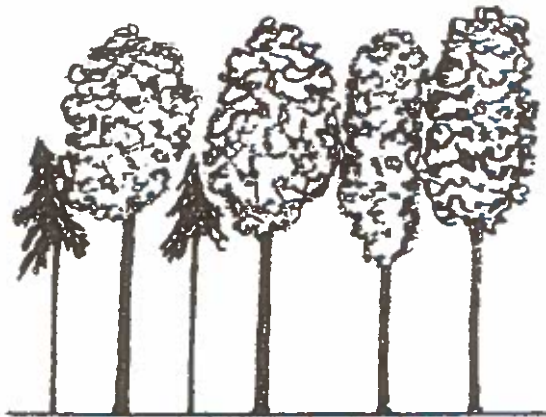
(Gruppenmischung)



Fichte im Optimum



Buche im Optimum



Dauermischung

Entmischung

Abb. 6 Entwicklung der Baumartenmischung

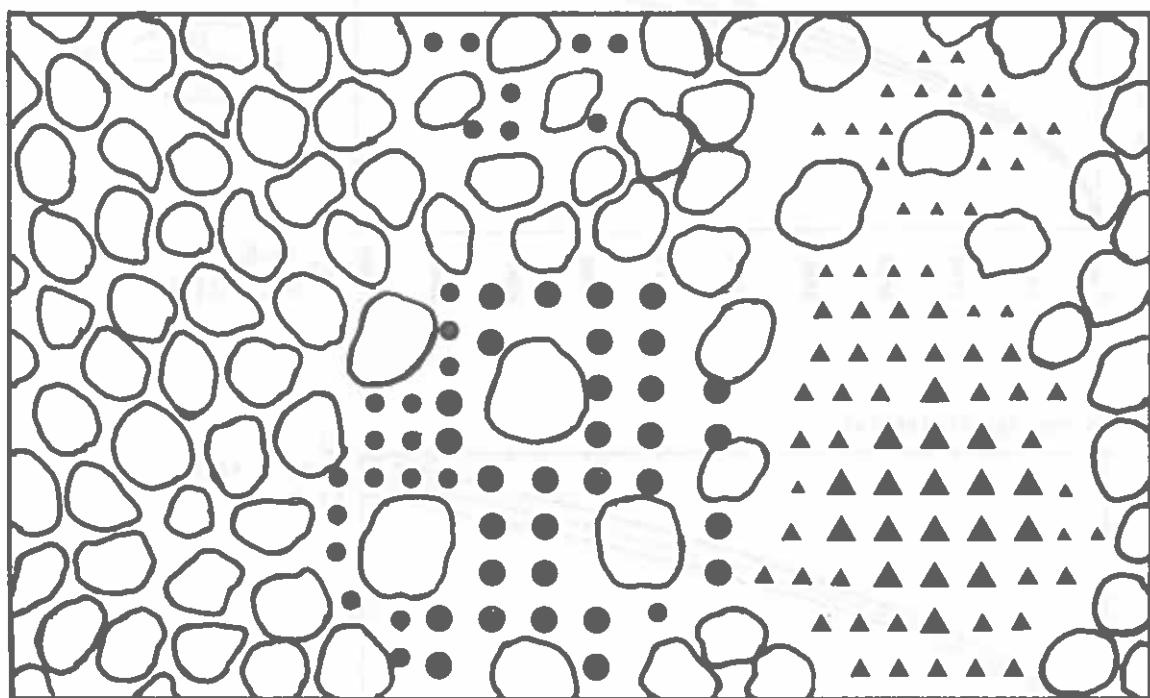
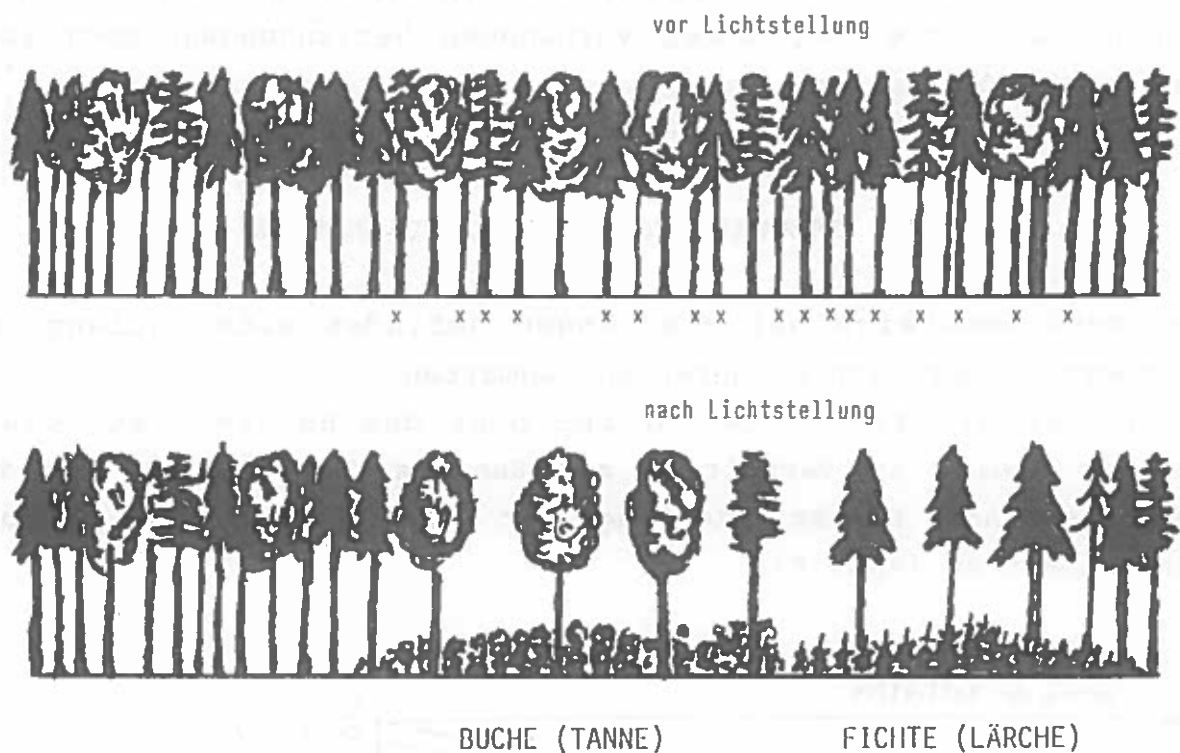


Abb. 7 Gruppenweise getrennte Baumartenverteilung in der Naturverjüngung infolge unterschiedlicher Auswahl der Samenbäume und differenzierter Lichtstellung. ● BUCH (TANNE) ▲ FICHTE (LÄRCH) x Aushieb

Bei künstlicher Begründung wird die räumliche Trennung der beiden Baumarten durch gruppen- bis horstweisen Einbau der beizumischenden Baumart erreicht, wobei vorhandene Verjüngungsgruppen ausgenutzt werden können.

4. THEORIE DES KONTAKTZONENANTEILS

Der Problembereich bei Mischungen befindet sich entlang der Kontaktzone der sich berührenden Baumarten.

Je größer die Fläche der Gruppe oder des Horstes ist, desto weniger steigt im Verhältnis zur Zunahme der Schirmfläche der beizumischenden Baumart die Länge der Berührungslinie zur Konkurrenzbaumart an (Abb. 8).

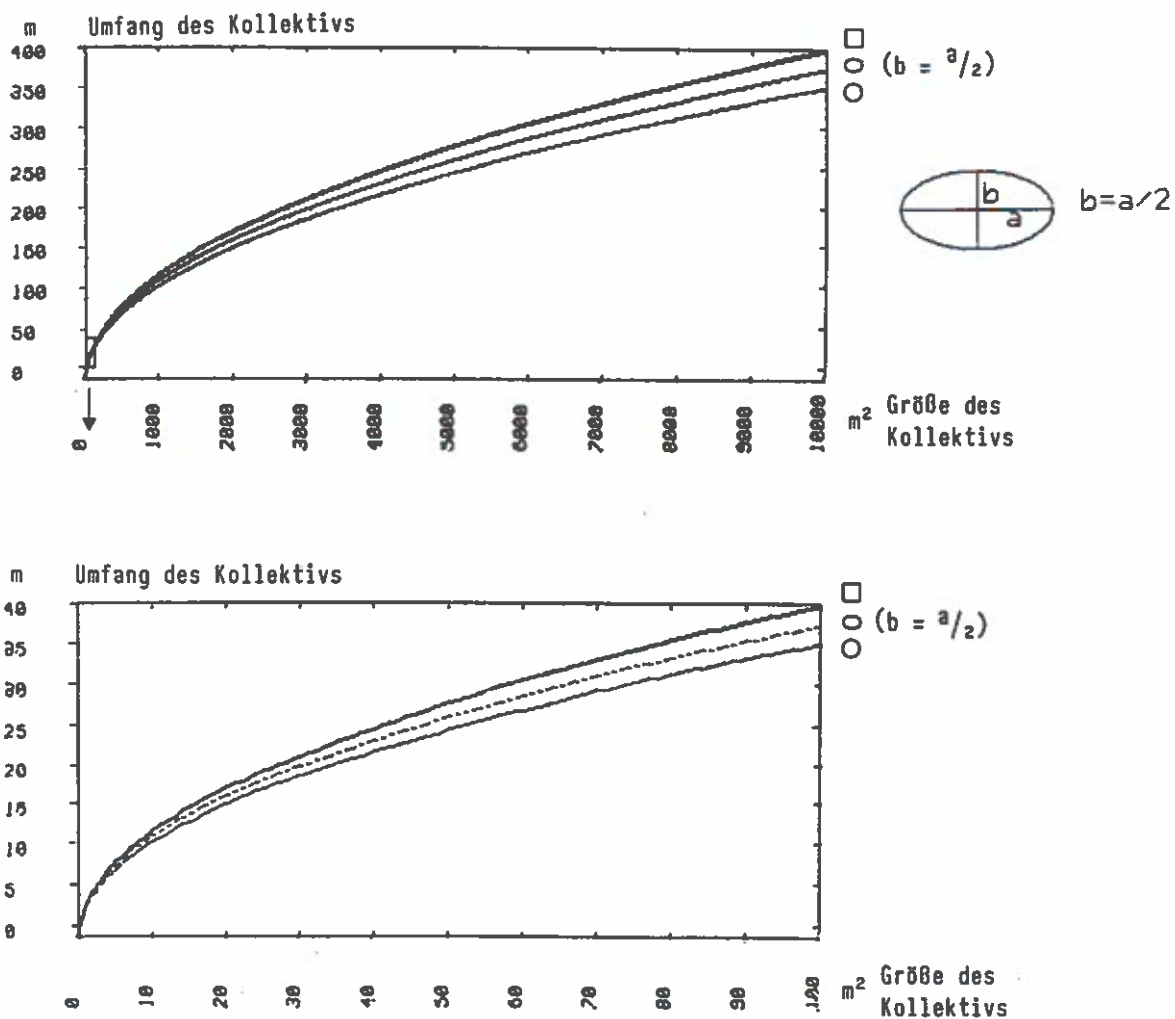


Abb. 8 Umfang eines Kollektivs mit quadratischem, elliptischem oder kreisförmigem Grundriß

Je größer die Fläche, desto kleiner wird die auf Flächeneinheit bezogene Länge des Umfanges (lfm/m^2) (Abb. 9).

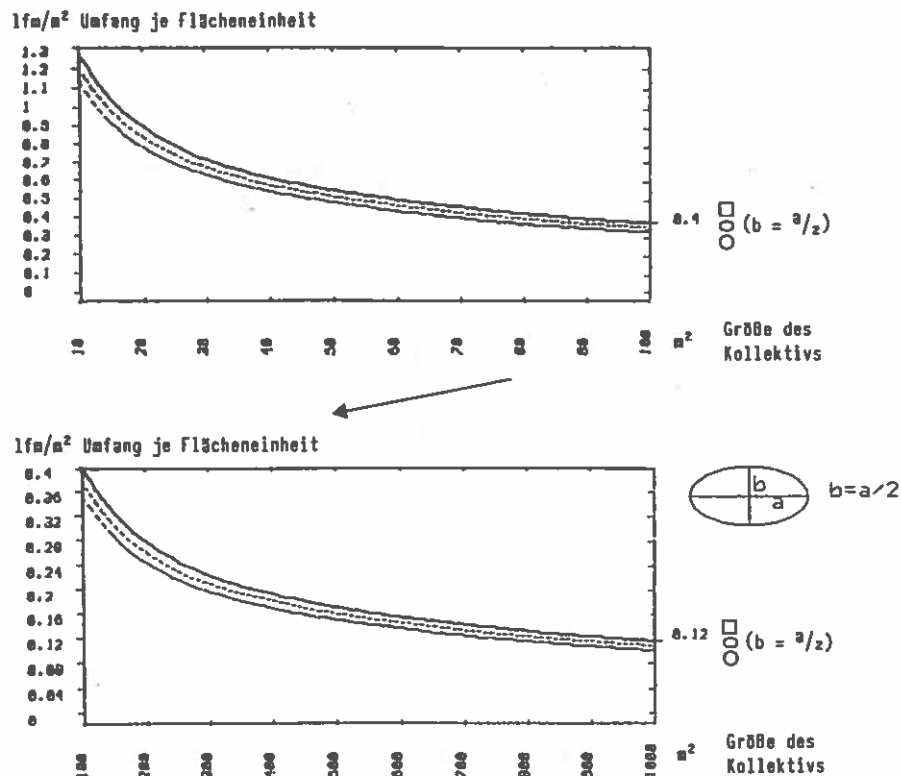


Abb. 9 Abnahme des Umfanges je Flächeneinheit mit steigender Flächengröße eines Kollektivs mit quadratischem, elliptischem oder kreisförmigem Grundriß

ASSMANN (1961) weist darauf hin, daß sich die Buche wegen ihres starken Ausladungsvermögens an den Berührungsflächen beider Baumarten leicht grobastig entwickelt, sie daher unter Umständen die benachbarten Fichten in der Dichtung zum Absterben bringt und später auf beachtlicher Bestandesfläche nur Brennholz produziert. Die Bedeutung der Gruppengröße erhellt ASSMANN durch die Überlegung, daß bei zunehmender Gruppengröße der Anteil eines zwei Meter breiten Randstreifens mit grobastiger Ausbildung der Buche ("Schale") im Verhältnis zum wertvollen, astreinen "Kern" absinkt (Abb. 10).

5. MISCHUNGSGRAD UND MISCHUNGSFORMEN

Folgende Darstellungen sollen keineswegs als reales Modell eines Mischwuchsbestandes zu verstehen sein, sondern dienen nur als Hilfsmittel zur Verdeutlichung der flächenbezogenen Gesetzmäßigkeiten der einzelnen Mischungsformen.

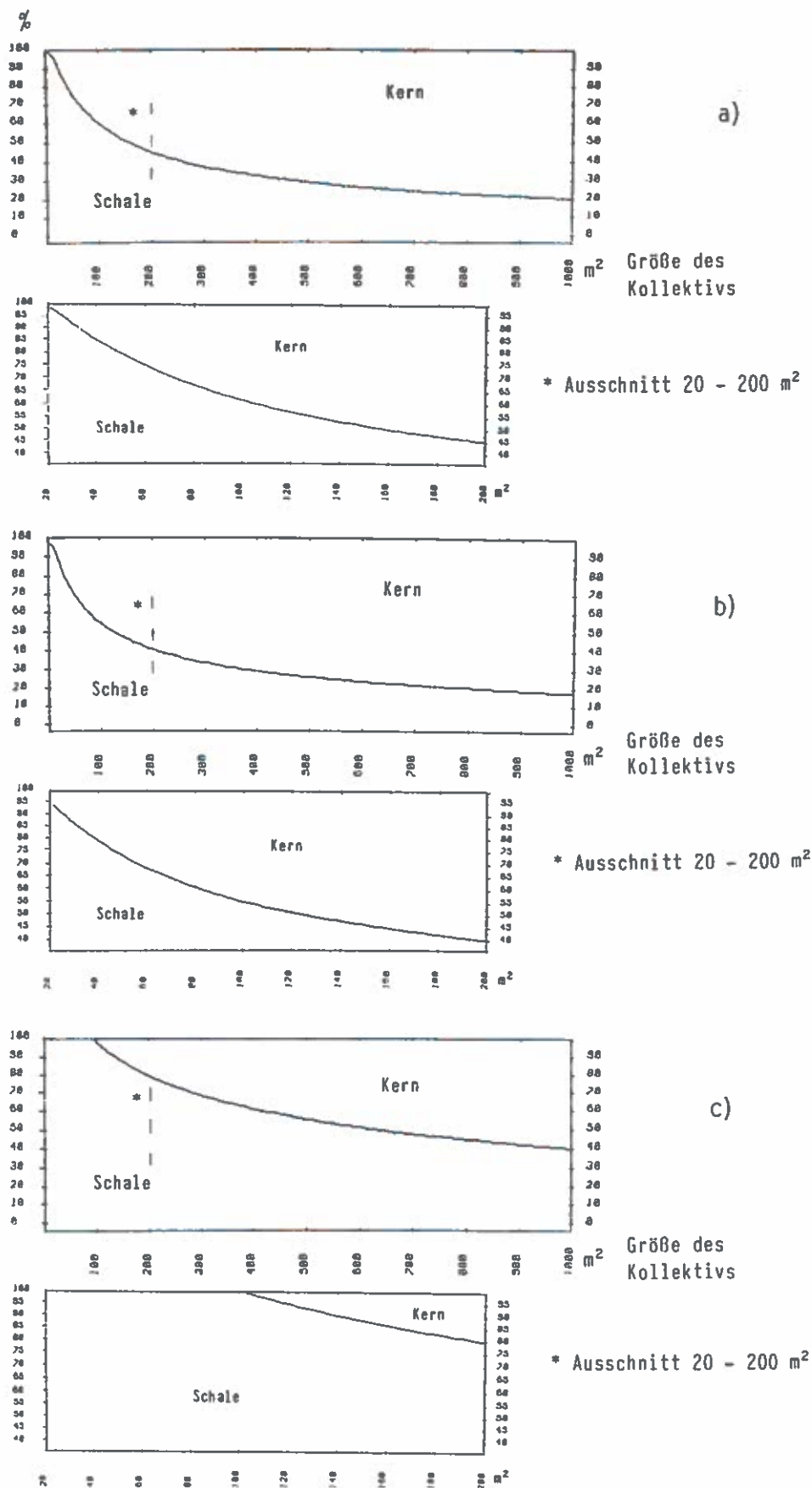


Abb. 10 Abnahme des Flächenanteiles (%) einer randbeeinflussten Schalenzone mit steigender Flächengröße eines Kollektivs mit a) quadratischem, b) kreisförmigem oder c) elliptischem Grundriß

Der Mischungsgrad der einzelnen Baumarten, läßt sich durch die Anteile an Stammzahl, Grundfläche, Volumen, Kronenschirmfläche usf. beschreiben.

Von diesen Parametern wurde im folgenden der Anteil der Kronenschirmfläche gewählt, da mit dieser Maßzahl gleichzeitig die soziologische Bedeutung der Mischbaumart am besten dargestellt werden kann.

Die Mindestgröße eines Kronenschirmflächenanteils einer Baumart in der Mischung wird bestimmt durch den Standraum, den ein hiebsreifer Baum für die erwünschte Kronenausladung benötigt bzw. durch die damit mögliche Stammzahl im Endbestand.

Der erforderliche Standraum ist von der Baumart, dem Betriebsziel (Zieldurchmesser, Umtriebszeit), vom Standort und von individuellen genetischen Eigenschaften abhängig.

Unterstellt man folgende Rahmenwerte für den Standraum einer hiebsreifen Fichte (17) $20 - 40 \text{ m}^2$ und

Buche (45) $63 - 100 \text{ m}^2$, so ergeben sich daraus die Stammzahlen des Endbestandes: Fichte 250 - 500 (600)

Buche 100 - 160 (220)

Für kürzere Umtriebszeiten und geringere Bonitäten werden eher die höheren Stammzahlen, für längere Umtriebszeiten oder bei Lichtwuchsdurchforstung die niedrigeren Stammzahlen anzusetzen sein. Für Buche kommen in Mischung mit Fichte nur kürzere Umtriebszeiten in Frage.

In den folgenden Überlegungen wurden als Standraum für die Fichte 25 m^2 ($5 \times 5 \text{ m}$) und für die Buche 100 m^2 ($10 \times 10 \text{ m}$) angenommen. Bei **20 %-iger Fichtenbeimischung**, gerechnet als Anteil der Kronenschirmfläche, ergibt sich eine Stammzahlverteilung von 80 Fichten zu je 25 m^2 ($=2000 \text{ m}^2$) und 80 Buchen zu je 100 m^2 ($=8000 \text{ m}^2$) eines 1 Hektar großen Endbestandes. Diese 80 Fichten können nun beispielsweise einzeln oder gruppen- bis horstweise beigemischt sein. Im abgebildeten Modell (Abb.11) wurde ein quadratischer Grundriß der Kronenprojektionen angenommen, doch gelten die abzuleitenden Gesetzmäßigkeiten - wie in Abb. 8, 9 ersichtlich - in ähnlicher Weise auch für kreisförmige oder elliptische Kronenprojektionsflächen.

Bei **Einzelmischung** beträgt die Länge der Kontaktlinie zwischen dem Grundriß der Fichten- und Buchenkronen 1600 m, beläßt man die Fichten in **4-er Gruppen oder 16-er Gruppen**, verringert sich diese Kontaktlinie auf 800 bzw. 400 m. Bei nur zwei Fichtenkollektiven

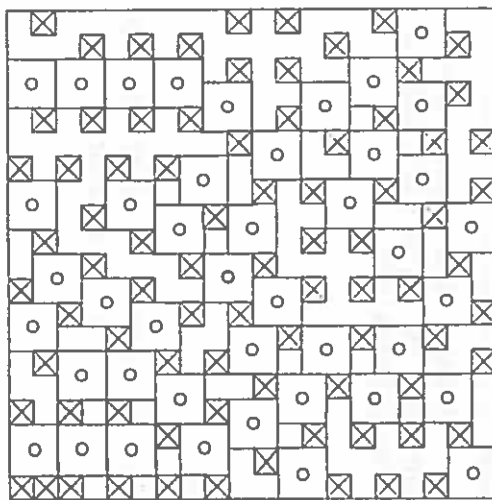
beträgt die Kontaktlinie 253 m.

Bei jeder Mischungsform, mit Ausnahme der Einzelmischung, können die Buchen theoretisch so gleichmäßig über die ganze Fläche verteilt werden, daß eine allseitig gleichmäßige Kronenentwicklung möglich ist. Bei der Einzelmischung fanden in der Darstellung für die zufällige (und nicht gleichmäßige!) Verteilung der Fichten nur 43 Buchen ausreichenden Standraum für die allseitige gleichmäßige Kronenentwicklung. Ist die Verteilung der einzelstehenden Fichten einmal vorgegeben, so ist also aufgrund des Verteilungsmusters die Zahl der gleichmäßig wachsenden Buchenkronen niedriger als die Endstammzahl. Die Auswahl der Z-Stämme ist damit entsprechend beschränkt.

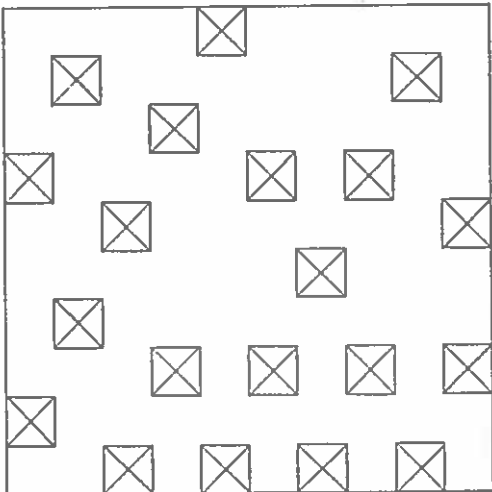
Bei 40%-iger Fichtenbeimischung (Abb. 12) konnten bei der gewählten Anordnung in Einzelmischung nur 7 Flächen mit ausreichendem Buchenstandraum gefunden werden. Die Länge der Kontaktlinie beträgt 2960 m. Schon bei 4-er Gruppen der beizumischenden Fichte können alle 70 Buchen theoretisch mit ausreichendem Standraum und etwa halbierteter Kontaktlinie auf der Fläche verteilt werden. Noch leichter gelingt dies mit noch größeren Fichten-Kollektiven.

Bei 20 - 40 %-iger Buchenbeimischung zu Fichte (Abb. 13, 14) dagegen wird auch bei Einzelstellung der Buche für die Fichte - infolge ihres geringeren Standraumbedarfs - eine ausreichende Entwicklungsmöglichkeit der Kronen ermöglicht. Man beachte auch hier die Abnahme der Länge der Kontaktlinie und die Verringerung des Prozentanteils einer angenommenen zwei Meter breiten Schale der Buche mit zunehmender Größe des Kollektivs.

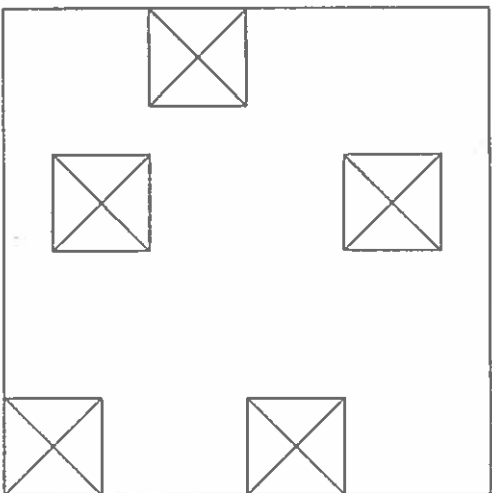
Schirmfläche 20 % Fichte zu 80 % Buche Endbestand: 80 Fichten ($5 \times 5 \text{ m}$) = 2000 m^2 ☒
 80 Buchen ($10 \times 10 \text{ m}$) = 8000 m^2



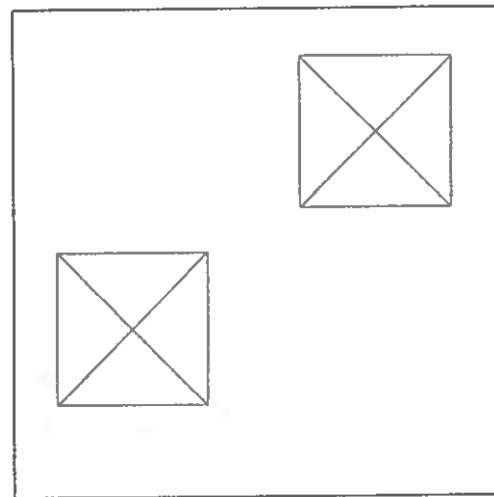
80 einzelne Fichten (25 m^2)
 Länge der Kontaktlinie 1600 m
 nur 43 Buchen (O) haben ausreichenden Standraum für eine gleichmäßige Kronenentwicklung



20 Kollektive zu 4 Fichten (100 m^2)
 Länge der Kontaktlinie 800 m



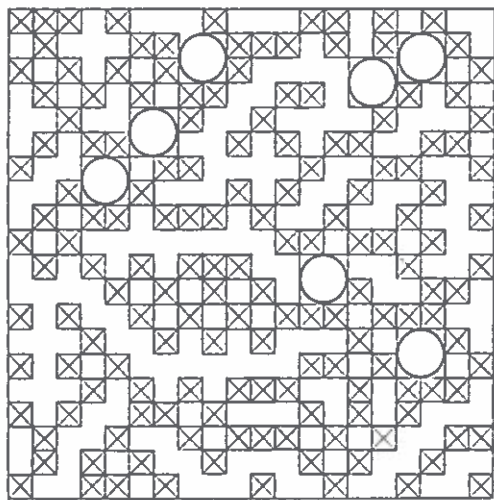
5 Kollektive zu 16 Fichten (400 m^2)
 Länge der Kontaktlinie 400 m



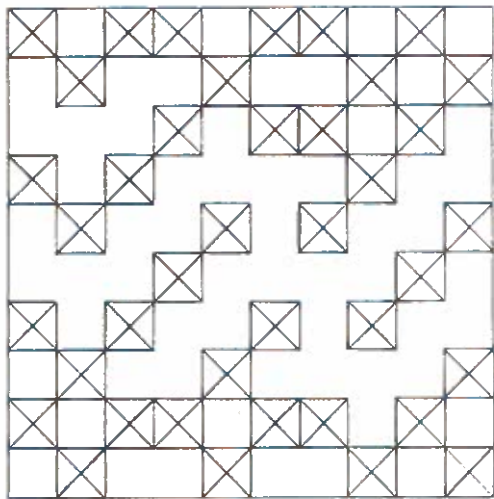
2 Kollektive zu
 40 Fichten (1000 m^2)
 Länge der Kontaktlinie 253 m

Abb. 11 Unterschiedliche Kollektivgrößen bei 20 %
 Schirmflächenanteil von Fichte in Buche

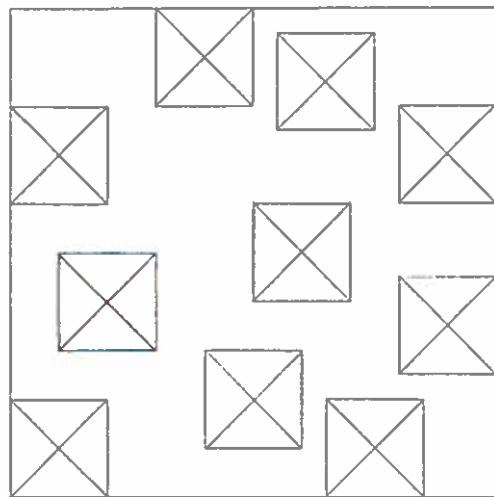
Schirmfläche 40 % Fichte zu 60 % Buche Endbestand: 160 Fichten ($5 \times 5 \text{ m}$) = 4000 m^2 ☒
 60 Buchen ($10 \times 10 \text{ m}$) = 6000 m^2



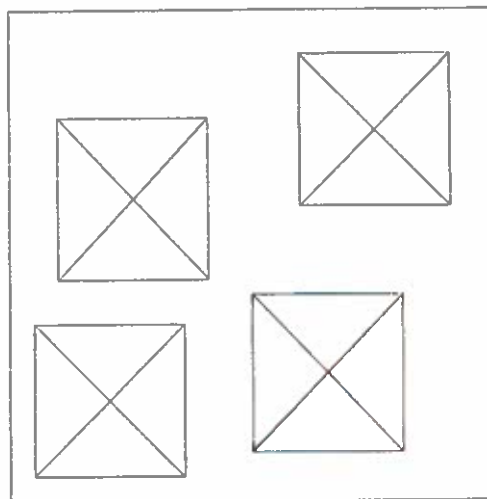
160 einzelne Fichten (25 m^2)
 Länge der Kontaktlinie 2960 m
 nur 7 Buchen haben ausreichenden
 Standraum für eine gleichmäßige
 Kronenentwicklung



40 Kollektive zu 4 Fichten (100 m^2)
 Länge der Kontaktlinie 1550 m



10 Kollektive zu 16 Fichten (400 m^2)
 Länge der Kontaktlinie 800 m

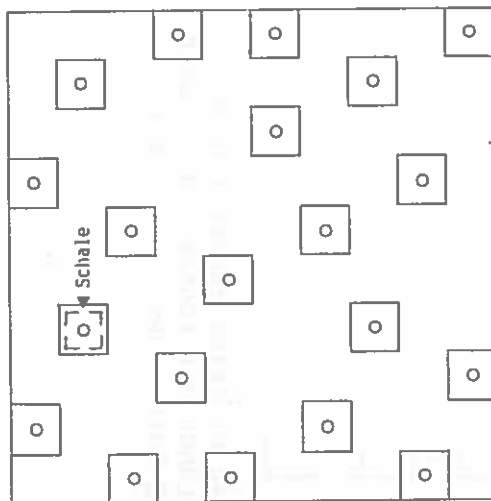


4 Kollektive zu
 40 Fichten (1000 m^2)
 Länge der Kontakt-
 linie 506 m

Abb. 12 Unterschiedliche Kollektivgrößen bei 40 %
 Schirmflächenanteil von Fichte in Buche

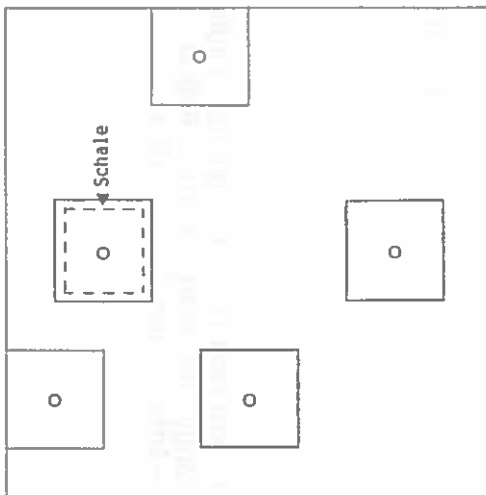
Schirmfläche 20 % Buche zu 80 % Fichte Endbestand: 20 Buchen ($10 \times 10 \text{ m}$) = 2000 m^2
 320 Fichten ($5 \times 5 \text{ m}$) = 8000 m^2

20 einzelne Buchen (100 m^2)



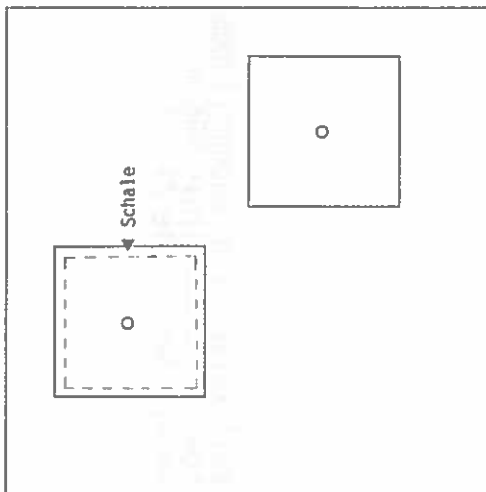
Länge der Kontaktlinie 800 m
 %-Anteil der Schale (2 m): 64 %

5 Kollektive zu 4 Buchen (400 m^2)



Länge der Kontaktlinie 400 m
 %-Anteil der Schale (2 m): 36 %

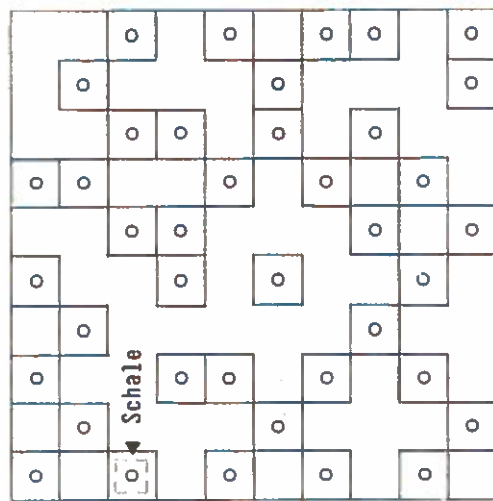
2 Kollektive zu 10 Buchen (1000 m^2)



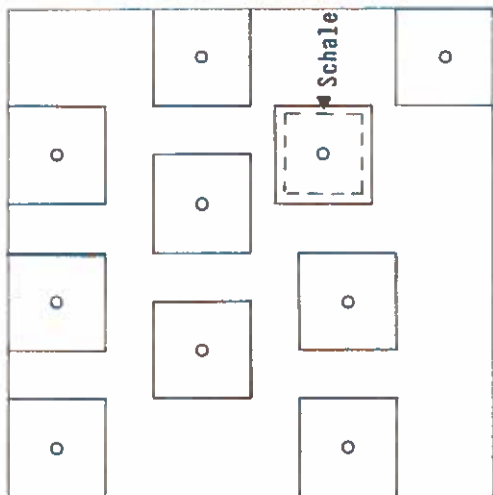
Länge der Kontaktlinie 253 m
 %-Anteil der Schale (2 m): 23,7 %

Abb. 13 Unterschiedliche Kollektivgrößen bei 20 % Schirmflächenanteil von Buche in Fichte

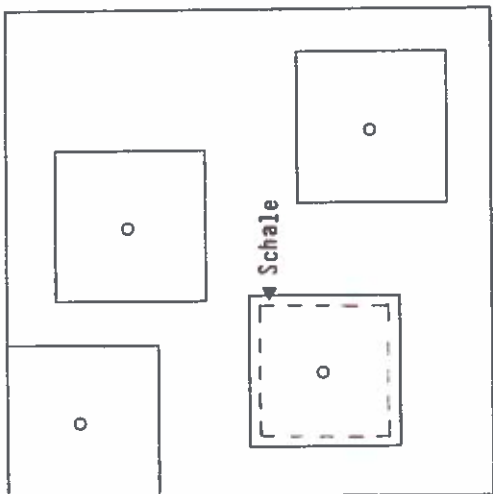
Schirmfläche 40 % Buche zu 60 % Fichte Endbestand: 40 Buchen ($10 \times 10 \text{ m}$) = 4000 m^2
 240 Fichten ($5 \times 5 \text{ m}$) = 6000 m^2



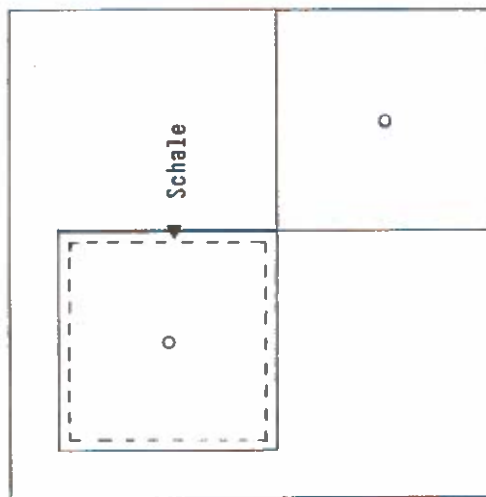
40 einzelne Buchen (100 m^2)
 Länge der Kontaktlinie 1520 m
 %-Anteil der Schale 64%



10 Kollektive zu 4 Buchen (400 m^2)
 Länge der Kontaktlinie 800 m
 %-Anteil der Schale 36%



4 Kollektive zu 10 Buchen (1000 m^2)
 Länge der Kontaktlinie 506 m
 %-Anteil der Schale $23,7 \%$



2 Kollektive zu
 20 Buchen (2000 m^2)
 Länge der Kontakt-
 linie 358 m
 %-Anteil der Scha-
 le $17,1 \%$

Abb. 14 Unterschiedliche Kollektivgrößen bei 40 %
 Schirmflächenanteil von Buche in Fichte

5.1 S c h l u ß f o l g e r u n g e n :

- o Sowohl bei Natur- als auch bei Kunstverjüngung ergibt sich stets die Möglichkeit die zu mischenden Baumarten in getrennten Kollektiven zu erziehen.
- o Die getrennten Kollektive können als Zellen von Reinbeständen angesehen werden und nach den jeweiligen Pflegekonzepten für Fichte und Buche bewirtschaftet und zur Auslesedurchforstung vorbereitet werden.
- o Die anzustrebende Größe der Kollektive wird nach **unten** begrenzt durch den angestrebten Endstammraum entsprechend der Kronenausladung eines hiebsreifen Baumes bzw. begrenzt nach **oben** durch die **Abschwächung** der für die Stabilität des Standorts und des Bestandes erwünschten positiven Effekte mit zunehmender Entmischung (etwa ab 1000 m²).
- o Innerhalb der beiden Grenzwerte der Kollektivgröße besteht genug Spielraum, zwischen den örtlichen Gegebenheiten und tolerierbaren Anteilen von Problemzonen im Wettbewerbsbereich der zu mischenden Baumarten einen optimalen Ausgleich zu suchen.
- o Die anzustrebenden Schirmflächenanteile der zu mischenden Baumarten lassen sich aus gewünschtem Mischungsgrad und erforderlichem Standraum errechnen und **bleiben für die gesamte Bestandesentwicklung gleich!**
- o Bei Wuchsüberlegenheit einer Baumart, z.B. bei Gefahr der Verbuchung, beschränkt sich die notwendige Bekämpfung der vorwüchsigen Baumart auf jene Teilflächen, die als Reinbestandszellen der konkurrenzschwächeren Baumart vorgesehen sind. (Kostenersparnis um jenen Prozentsatz, mit dem die wuchsüberlegene Baumart im Endbestand beigemischt sein soll).
- o Die bisher angegebenen Schlußfolgerungen beziehen sich auf Dauermischungen, in denen Buche und Fichte (Tanne) als herrschende Baumarten mit gleicher Umtriebszeit auftreten.
Wenn die Fichte nur als Zeitmischung im Buchenbestand vorgesehen ist (z.B. bei früher Rotfäule), dann dürfen nach Aushieb der Fichten keine Bestandeslücken entstehen. In diesem Fall können die Fichten nur in kleinen Kollektiven (ca. 25 m²) beigemischt werden.

6. WEGE ZUR ERREICHUNG DER ERWÜNSCHTEN MISCHUNGSEIGENSCHAFTEN

Es gilt, zwischen Ausgangsbestand und dem angestrebten Zielbestand, den optimalen Weg zu finden (Abb. 15). Bei rechtzeitigen Eingriffen bzw. in frühen Bestandesentwicklungsphasen ist die Einflußmöglichkeit und der Wirkungsgrad der gesetzten Maßnahmen wesentlich größer als in fortgeschritteneren Stadien, wenn nur mehr geringe Plastizität und Formbarkeit bestehen.

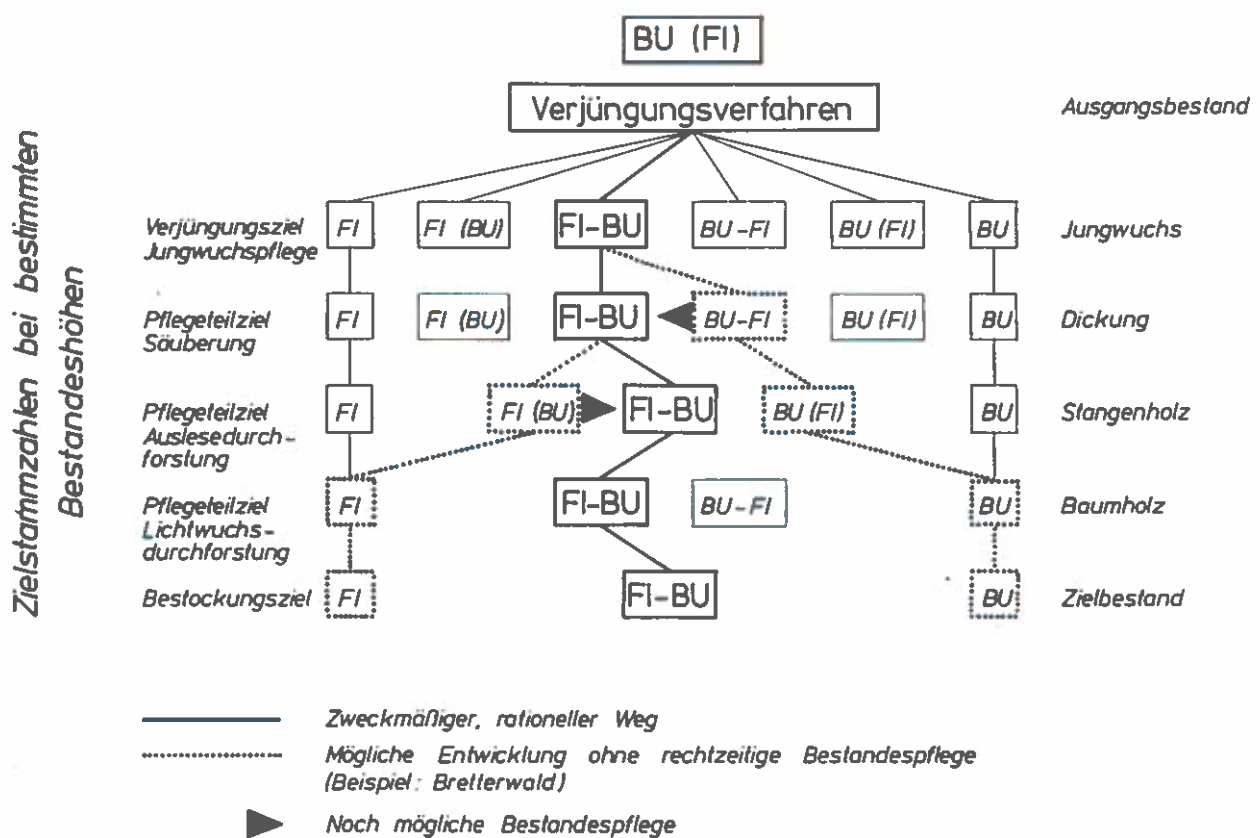


Abb. 15 Waldbauliches Planungsschema zur Festlegung des Verjüngungs- und Bestockungszieles und der Pflege-Teilziele in den Altersphasen (nach MAYER, 1977 und LEIBUNDGUT 1966)

Sind entscheidende Eingriffe zur Mischwuchsregulierung bis zur und in der Dickungsphase versäumt worden, können sie später nicht mehr nachgeholt werden.

Während in der Jungwuchs- und Dickungsphase schwerpunktmäßig

Mischungsgrad und -form gestaltet werden können, verlagern sich ab dem Stangenholzalter die Pflegemaßnahmen auf die bereits geschaffenen Fichten- und Buchen-Reinbestandskerne mit den jeweiligen Pflegekonzepten.

Für jede Bestandesentwicklungsphase können im Hinblick auf die gewünschte Ausbildung in der anschließenden Phase Pflegeziele festgelegt werden:

6. 1 J u n g w u c h s :

Zeitraum: Fichte und Buche befinden sich im Kraut- und Strauchschicht-Stadium.

Die Analyse der Jungwuchsfläche sollte folgende Kriterien enthalten:

Fläche

geschätzter Flächenanteil der Baumarten und deren Verteilungsmuster

Vitalität und Wuchsrelation der Baumarten

Entwicklungstendenz

Individuenzahl (bes. bei Fichte)

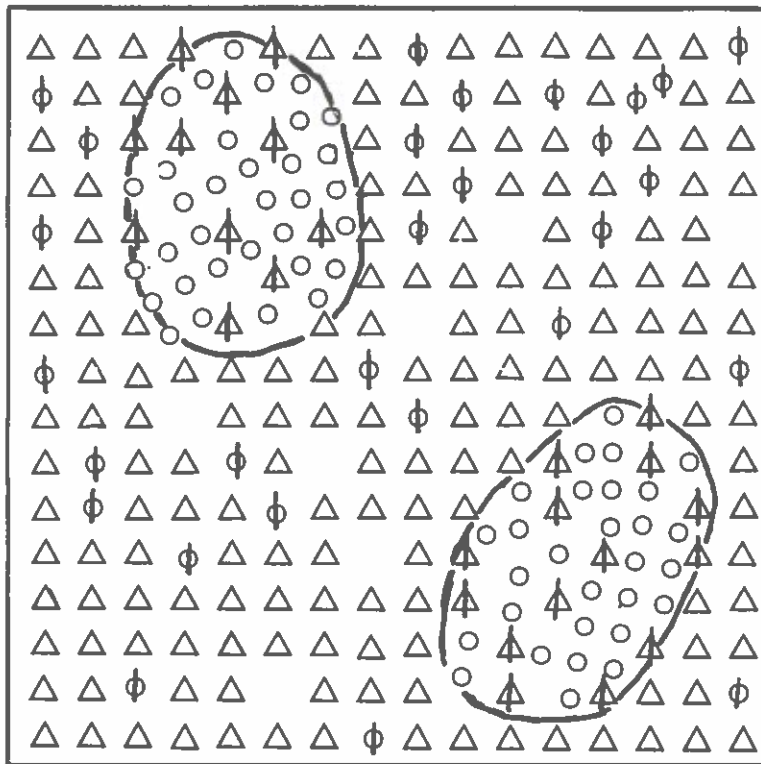
6. 11 M i s c h w u c h s r e g u l i e r u n g :

Es muß geprüft werden, inwieweit die durch Natur- oder Kunstverjüngung erreichte Verteilung der Baumarten **der angestrebten räumlichen Verteilung im Endbestand entspricht** und welche Einflußmöglichkeiten noch bestehen.

Festlegung der Reinbestandskerne von Fichte und Buche (Abb. 16).

Zweckmäßig erweist sich eine Skizzierung (vom Hochstand, Gegenhang) der möglichen Bereiche, in denen Reinbestandeskerne der zu mischenden Baumart angelegt werden können.

Zu Reinbestandskernen können jene Teilflächen herangezogen werden, in denen eine Baumart entweder durch flächige oder höhenwuchsmäßige Vorherrschaft gegenüber der anderen überwiegt.



Im eingerahmten Bereich Aushieb der Fichte ergibt einen Schirmflächenanteil der Buche von etwa 20 %.

Auf der Restfläche wird die Buche entfernt.

Nur in der herrschenden Schicht eingreifen.

△ Fichte

○ Buche

Abb. 16 Festlegung von Reinbestandskernen von Fichte und Buche

Bei künstlicher Begründung in parallelen Reihen muß die Breite des so entstehenden Streifens bereits zumindest jene Größe aufweisen, die dem Durchmesser der Reinbestandskerne entspricht. Zu schmal angelegte Streifen lassen sich später nicht mehr in Baumkollektive auflösen, sondern zerfallen in Einzelmischungen. Bieten sich keine Reinbestandskerne an, was bei Naturverjüngung selten der Fall und eher bei Kunstverjüngung bei unzweckmäßiger Einzelmischung möglich ist, können die Reinbestandskerne nur willkürlich eingezeichnet werden. Nach Skizzierung der Reinbestandskerne wird geprüft, ob die Verteilung dem erwünschten Mischungsgrad und der zweckmäßigen Mischungsform entspricht. In Abb. 16 wurden auf einer 1 Hektar großen Verjüngungsfläche zwei unregelmäßig abgegrenzte Flächen eingezeichnet, in denen die Buche (flächen- oder höhenmäßig) gegenüber Fichte dominiert. Entfernt man in diesen beiden Flächen die Fichten, so entstehen zwei Buchen-Reinbestandskerne mit einem geschätzten Schirmflächenanteil von 20 %, was je nach gewünschtem Standraum einer Stammzahl von etwa 20 bis 30 Buchen je ha im Endbestand entspricht. Auf der 80 % großen Restfläche wird im Hauptbestand stets die Fichte gegenüber der Buche begünstigt und eine Endstammzahl von 200 bis 470 N/ha erreicht.

Entsprechen der erreichte Mischungsgrad und die Verteilungsform nicht den angestrebten Vorstellungen, so kann geprüft werden, ob durch Veränderung der Flächengröße oder der Anzahl der Reinbestandskerne eine Annäherung an das Ziel erreicht werden kann und wie intensiv die dazu notwendigen Eingriffe - oder Nachbesserungen - wären.

Danach wird die endgültige Entscheidung, die für die gesamte Bestandesentwicklung unwiderruflich ist, getroffen.

Ist die räumliche Verteilung der Baumarten recht unübersichtlich, so lohnt es sich den Umfang der Reinbestandskerne für die Dauer der Eingriffe im Gelände zu markieren (Kunststoffstreifen).

Konkretes Beispiel:

Revier Bretterwald, bei St. Leonhard a. W./NÖ.

Wuchsgebiet: III/1

Seehöhe: 680 m

Relief: Mittelhang

Hangneigung, Exposition: 8-10 Grad, Nord

Boden: Pseudogley auf Flysch

Wasserhaushalt: frisch bis wechselfeucht

Natürliche Waldgesellschaft: Fi-Ta-Bu-Wald

Vorbestand: 8 Bu, 2 Fi

Begründungsart: Streifenkahlschlag mit Vorverjüngung der Buche im Saum (halbe bis ganze Baumlänge), Fichte und Lärche gepflanzt

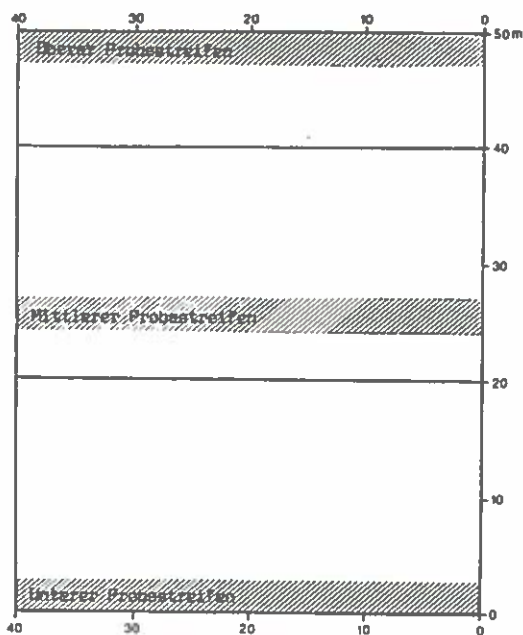
Auf einer 11-jährigen Verjüngungsfläche von 50 x 40 m (= 2000 m²) wurden in drei Probestreifen die vorkommenden Baumarten gezählt (Tab. 1).

An **Stammzahl** überwiegt mit 61 % die Buche vor Fichte (21%). Der Rest (18%) besteht aus Berg-Ahorn, Birke, Eberesche, Salweide und Hasel.

Die Buchen hatten im allgemeinen eine Höhe von 0,5 bis 3,0 m, 9% waren kleiner, 6% größer (bis 4,0 m); die Oberhöhe der Fichten betrug 5 m. Die Buchen auf diesem Standort, in der Jugend gegenüber den Fichten an Höhenwuchs überlegen, waren bereits ein- bis zweimal zurückgeschnitten worden.

Die Fichte ist relativ gleichmäßig über die ganze Länge der drei Probestreifen verteilt (Abb. 17), sie wird in überwiegenden Bereichen an Häufigkeit von der Buche übertroffen. Nur an einzelnen Stellen fehlt die Buche.

Pflanzenzahl (Probestreifen)



Pflanzenanzahl

Holzart	3 Probestr. 360 m ²	Gesamtfl. 2.000 m ²	pro ha 10.000 m ²	%
Fichte	173	961	4.805	21
Buche	495	2.750	13.750	61
Tanne	3	17	85	-
Lärche	2	12	60	-
Ahorn	70	389	1.945	9
Esche	1	6	30	-
Eberesche	11	61	305	2
Birke	40	222	1.110	5
Salweide	4	22	110	1
Hasel	8	45	225	1
Tr.Kirsche	1	6	30	-
Gesamt	808	4.491	22.455	100

Verteilung
(Buchenhöhen)

0,2-0,5 m %	0,5-1,0 m %	1,0-1,5 m %	1,5-2,0 m %	2,0-3,0 m %	3,0-4,0 m %
9	26	18	20	21	6

Tab. 1 Jungwuchsanalyse, Revier Bretterwald bei St. Leonhard am Walde/NÖ

Auf einer 40x40 m (= 1600 m²) großen Probefläche (Abb. 18) wurden nun Buchen-Reinbestandeskerne abgegrenzt, die zusammen eine Fläche von 436 m² einnehmen; das entspricht einem Schirmflächenanteil der Buche von 27 %.

In den Reinbestandskernen wurden 81 Fichten (d.s. rund 500 Fichten je Hektar) zur Begünstigung der Buche entnommen. Auf der Restfläche wurden alle Buchen entfernt.

Für den Endbestand lassen sich bei dieser Verteilung etwa 25 bis 45 Buchen und 180 bis 430 Fichten erziehen.

6. 12 Behandlung der Reinbestandeszellen:

6. 121 Fichte:

Von besonderer Bedeutung ist die Stammzahlregulierung:

Wurde die Fichtenreinbestandsfläche dichter als mit 2500 N/ha begründet (z.B. Naturverjüngung), so hat eine rechtzeitige Stammzahlreduktion (in Dickungen vor Erreichen von 5 m Höhe) die gleiche Wirkung wie die Wahl der richtigen Ausgangsbaumzahl.

Jungwuchs
Verteilung nach Baumarten (Probestreifen)

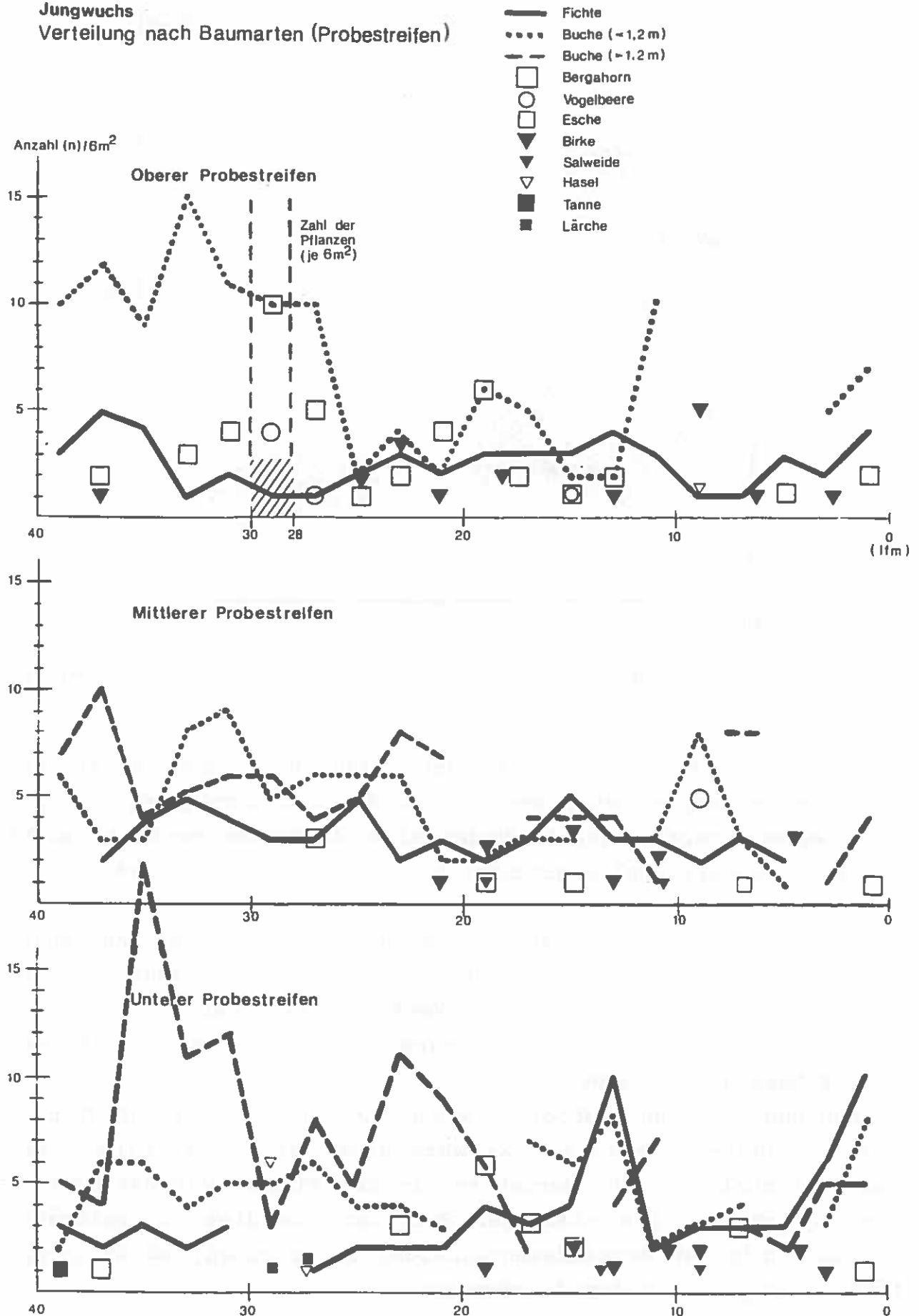


Abb. 17 Jungwuchsanalyse, Revier Bretterwald bei St. Leonhard a.W./NÖ

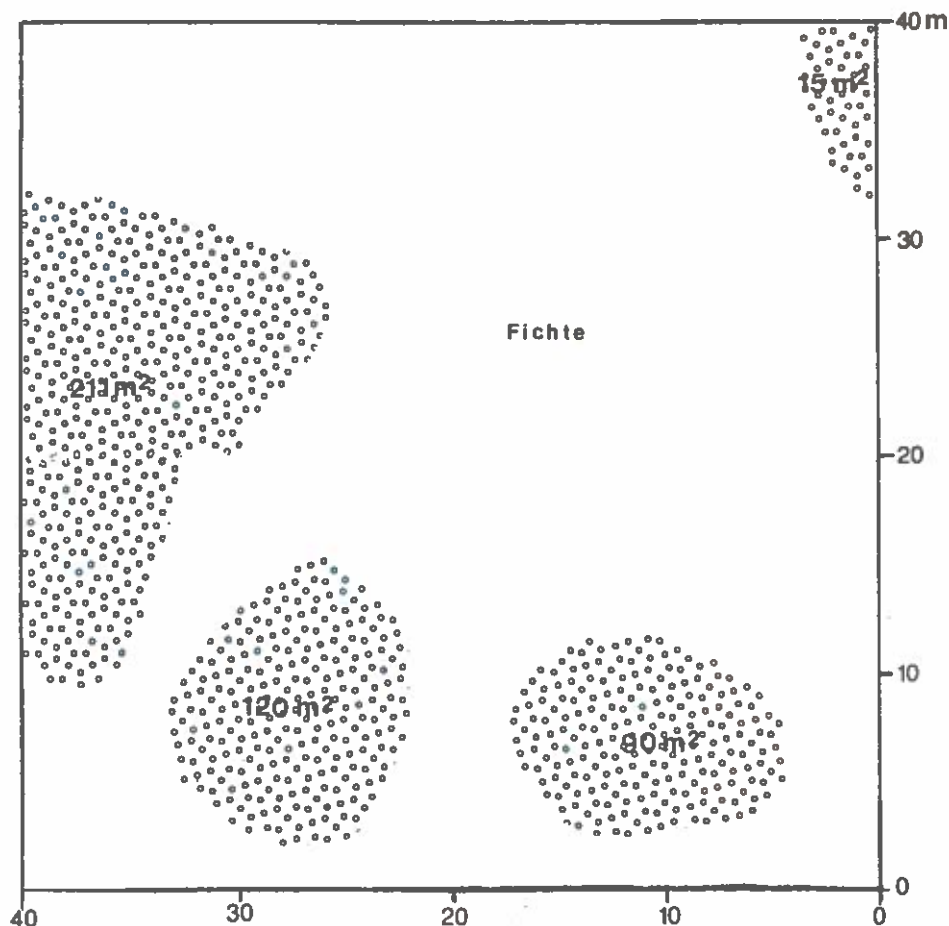


Abb. 18 Abgrenzung von Buchen-Reinbestandskernen in Jungwuchsfäche

Bei lichterem Begründung (z.B. unter 2000 N/ha) oder zu starker Stammzahlreduktion setzt der Prozeß der Dürrastbildung zu spät ein, wegen Starkastigkeit würden sich derartige Bestände **nicht** für eine spätere Auslesedurchforstung eignen (JOHANN, 1987).

Die Stammzahlreduktion kann in Abhängigkeit von der Ausgangsstammzahl und dem Differenzierungsgrad selektiv, schematisch oder in Form einer Kombination beider Verfahren erfolgen.

Hinweise zur Standraumregulierung bei der Fichte in dieser Altersphase gibt JOHANN (1987).

Buchen und sonstige Laubhölzer werden in den Fichtenreinbestandszellen generell entfernt. Es wäre nicht sinnvoll, einzelstehende Laubhölzer (z.B. Bergahorn) in den Fichtenreinbestandszellen zu schonen. Ein ständiger Freihieb, um diese Einzelstämme bis zum Ende der Bestandesentwicklung zu erhalten, würde unverhältnismäßig viel Aufwand erfordern.

6. 122 B u c h e:

Nach der flächigen Entnahme der Fichten sind in erster Linie Weichlaubhölzer (Birken, Salweiden etc.) zu entfernen; sonstiges Laubholz ist wie Buche zu behandeln. Protzige Vorwüchse und Zwiesel sind ebenfalls zu entfernen. Besonders in den Kontaktzonen zu niedrigeren Fichtenverjüngungsflächen entwickeln sich häufig durch Seitendruckwirkung protzige Randbäume mit einseitiger Kronenentwicklung.

Überdichte, schneedruckanfällige Gruppen müssen aufgelockert werden.

Die erforderliche Mindeststammzahl sollte nach WEINFURTER (1987) eine einwandfreie Buche pro m² betragen.

Bei Naturverjüngung betont WEINFURTER, daß eine möglichst gleichmäßige Verjüngung (aus einem Guß!) anzustreben ist. Es sollen daher nach der Räumung des Altbestandes einzelne Vorwüchse, beschädigte Verjüngungsteile, schlecht geformte Individuen bodennah auf den Stock gesetzt werden.

Dieses Abstocken schlechter Verjüngungsteile oder einzelner Individuen erfolgt am besten, wenn die Verjüngung unbelaubt ist und noch überblickt werden kann (1 bis 1,5 m Höhe). Auf den Stock gesetzte Buchen, die zum Zeitpunkt des Schnittes die Fingerstärke nicht überschritten hatten, zwieseln selten und bilden in der Regel eine wipfelschäftigen Trieb (WEINFURTER, 1987).

6. 2 D i c k u n g :

Zeitraum: Die Dickung umfaßt das Stadium vom Dickungsschluß durch gegenseitige Kronenberührung bis zur Differenzierung der Oberschicht in einen Kronenraum und begehbaren Stammraum (Höhe bis 8/10 m).

Zur Analyse sind folgende Kriterien heranzuziehen:
(vgl. MAYER, 1977)

Flächengröße

Geschätzte Flächenanteile der Baumarten und deren Verteilungsmuster - soweit bei der vorausgehenden Jungbestandespflege nicht ohnehin schon fixiert

Individuenzahl der beiden Mischbaumarten - getrennt für Ober- Mittel- und Unterschicht.

Güteansprache

6. 21 M i s c h w u c h s r e g u l i e r u n g :

Konkretes Beispiel:

Wuchsgebiet: III/1

Seehöhe: 680 m

Relief: Mittelhang

Hangneigung, Exposition: 8 - 10 Grad, Nord

Boden: Pseudogley auf Flysch

Wasserhaushalt: frisch bis wechselfeucht

Natürliche Waldgesellschaft: Fi-Ta-Bu-Wald

Begründungsart: Streifenschlag mit Vorverjüngung der Buche,
Fichte und Lärche gepflanzt

Alter: 18

Oberhöhe: 11 m

In drei Probestreifen (Abb. 19, Tab. 2) wurden die auftretenden Baumarten gezählt, wobei für Fichte und Buche zwei Baumhöhenbereiche unterschieden wurden. Im überwiegenden Teil der Probeflächen dominiert nach früheren Buchenrückschnitten die 3 bis 8 m hohe Fichte; nur im mittleren Probestreifen ist die Buche - vor allem in einer bis 3 m hohen Schicht - flächig vorherrschend.

Zur Mischwuchsregulierung wurde eine Versuchsfläche von 20x50 m (= 1000 m²) angelegt und aufgrund der gegebenen Bestockung eine Standraumverteilung des Zielbestandes skizziert (Abb. 20 a), die eine Fläche mit vorherrschender Buche zu einem Buchen-Reinbestandskern vereinigt. Die Buchen-Reinbestandsfläche beträgt rund 75 m² und entspricht einem Schirmflächenanteil von 7,5 %. Dieser Anteil erschien zu gering und es hätten auf dieser Fläche außerdem nicht einmal zwei Buchen im Zielbestand ausreichenden Standraum gefunden (Abb. 20 b). Es wurde daher in einer dritten Entnahme (Abb. 20 c) die Fläche erweitert, so daß die Buchen-Reinbestandsfläche nun rund 200 m² beträgt und zwei Buchen (das sind 20 Buchen je Hektar) ausreichenden Standraum bietet.

Auf der übrigen etwa 800 m² großen Fläche können je nach Standraumbedarf 20 bis 50 Fichten als Endstämme kalkuliert werden. Im vorliegenden Beispiel wurden bei einem angenommenen Kronendurchmesser von 5 m 37 Fichten (das sind 370 Fichten je Hektar) als Endbestandbäume eingezeichnet. Bei 20 % Schirmflächenanteil der Buche beträgt bei diesem Beispiel das Stammzahlverhältnis Buche zu Fichte im Endbestand 2:37.

Abb. 19 Dickung - Bretterwald - Stammzahlverteilung

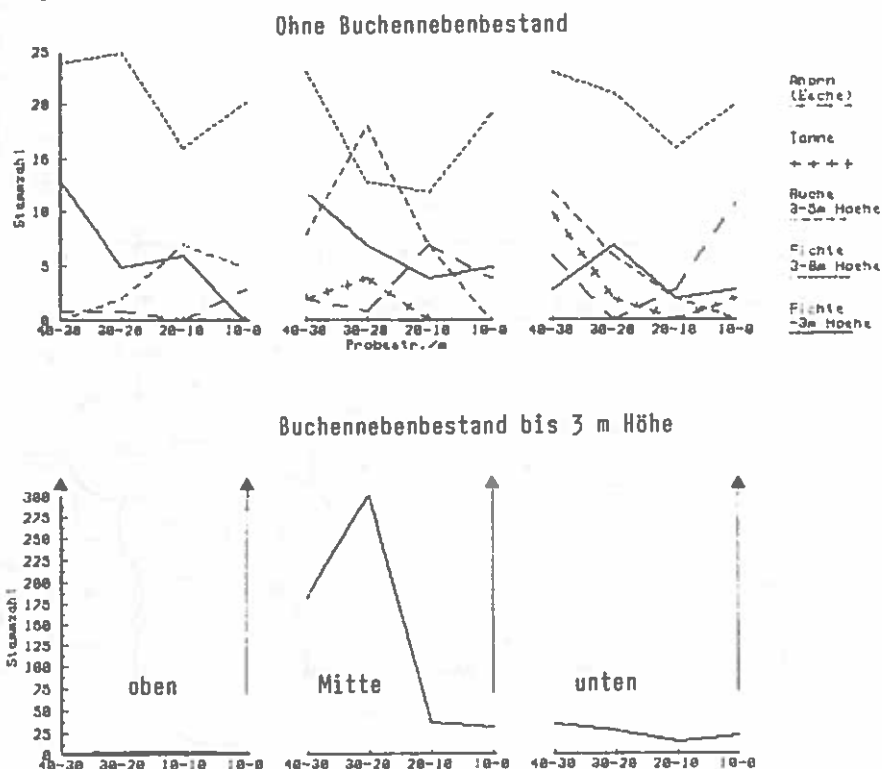
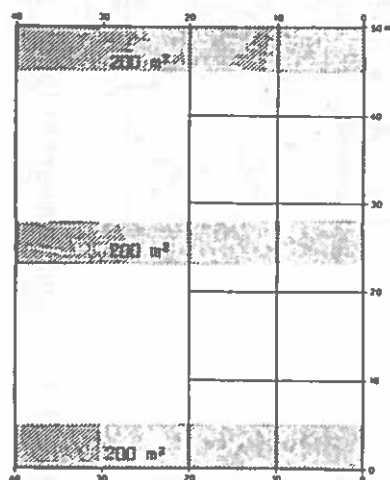


Tabelle 2 Stammzahl dreier Probestreifen

Baumart	Oberer Hangbereich (45-50 m)				Mittlerer Hangbereich (23-28 m)				Unterer Hangbereich (0-5 m)				Gesamt Stück
	Zählbereich von-bis / m				Zählbereich von-bis / m				Zählbereich von-bis / m				
	40-30	30-20	20-10	10-0	40-30	30-20	20-10	10-0	40-30	30-20	20-10	10-0	
Fichte - 3 m H.	13	5	6	-	12	7	4	5	3	7	2	3	67
Fichte 3 - 8 m H.	24	25	16	20	23	13	12	19	23	21	16	20	232
Buche - 3 m H.	3	5	5	3	185	301	37	31	34	27	15	23	669
Buche 3 - 5 m H.	-	2	7	5	8	18	7	-	12	6	2	-	67
Tanne	-	-	-	-	2	4	-	-	10	2	-	2	20
Ahorn (Esche)	1	1	-	3	2	1	7	4	6	-	3	7 (4)	35 (4)



Oberer Hangbereich

Mittlerer Hangbereich

Unterer Hangbereich

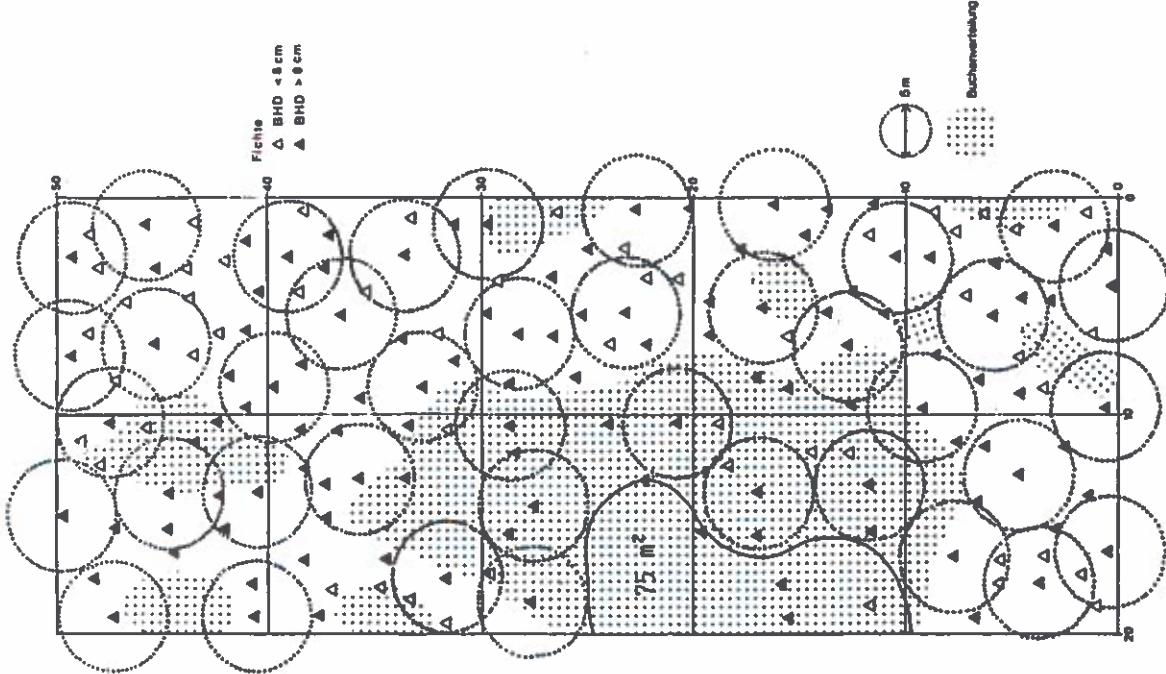


Abb. 20 a Standraumverteilung, Zustand nach einer zweiten Entnahme Frühjahr 1984

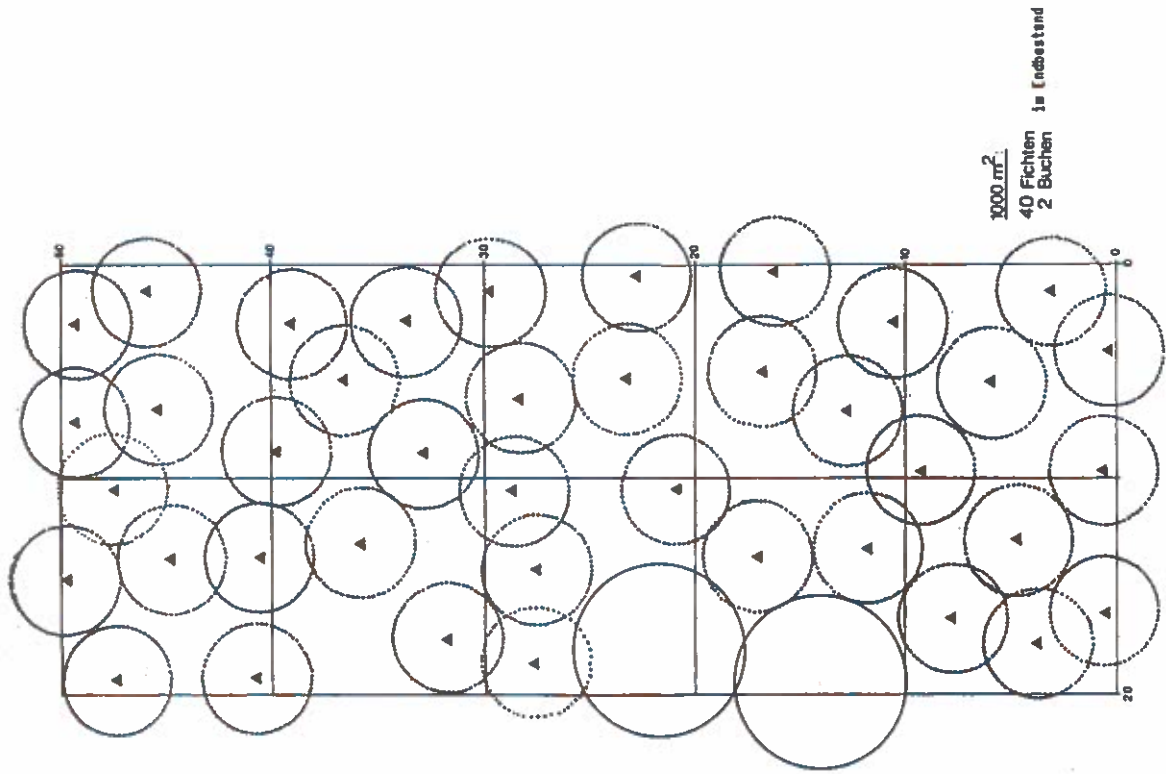


Abb. 20 b Geplanter Endbestand, Standraum für Buche zu gering (7,5 % Schirmfl. Ant.)

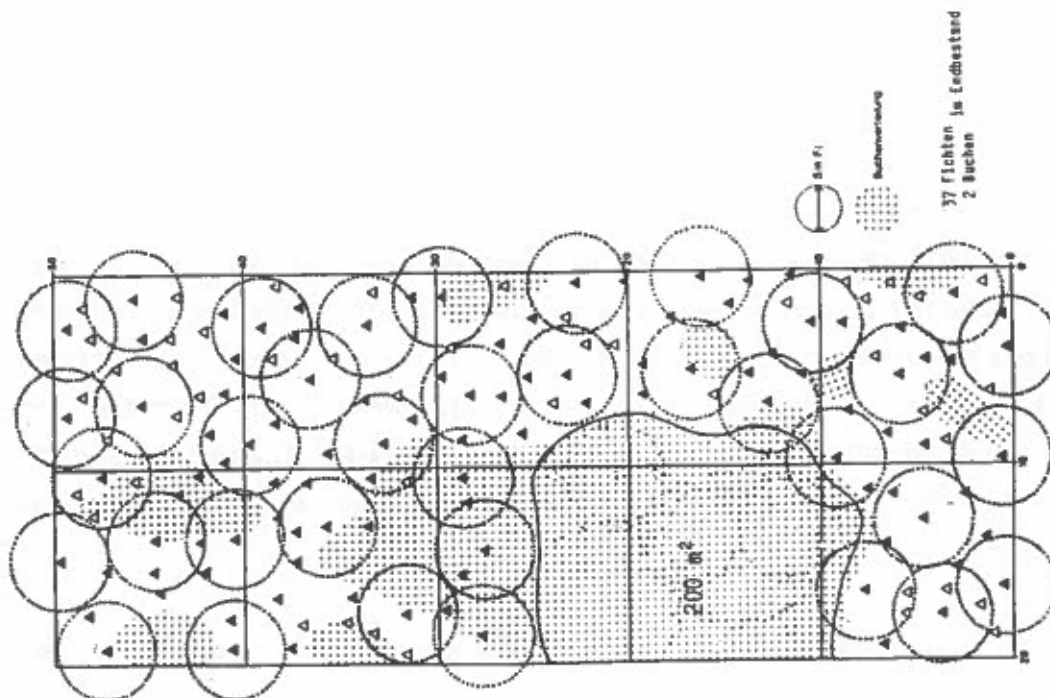


Abb. 20 c Standraumverteilung (Zielbestand Fichte-Buche), Zustand nach einer dritten Entnahme mit ausreichendem Standraum für 2 Buchen (20 % Schirmflächenanteil)

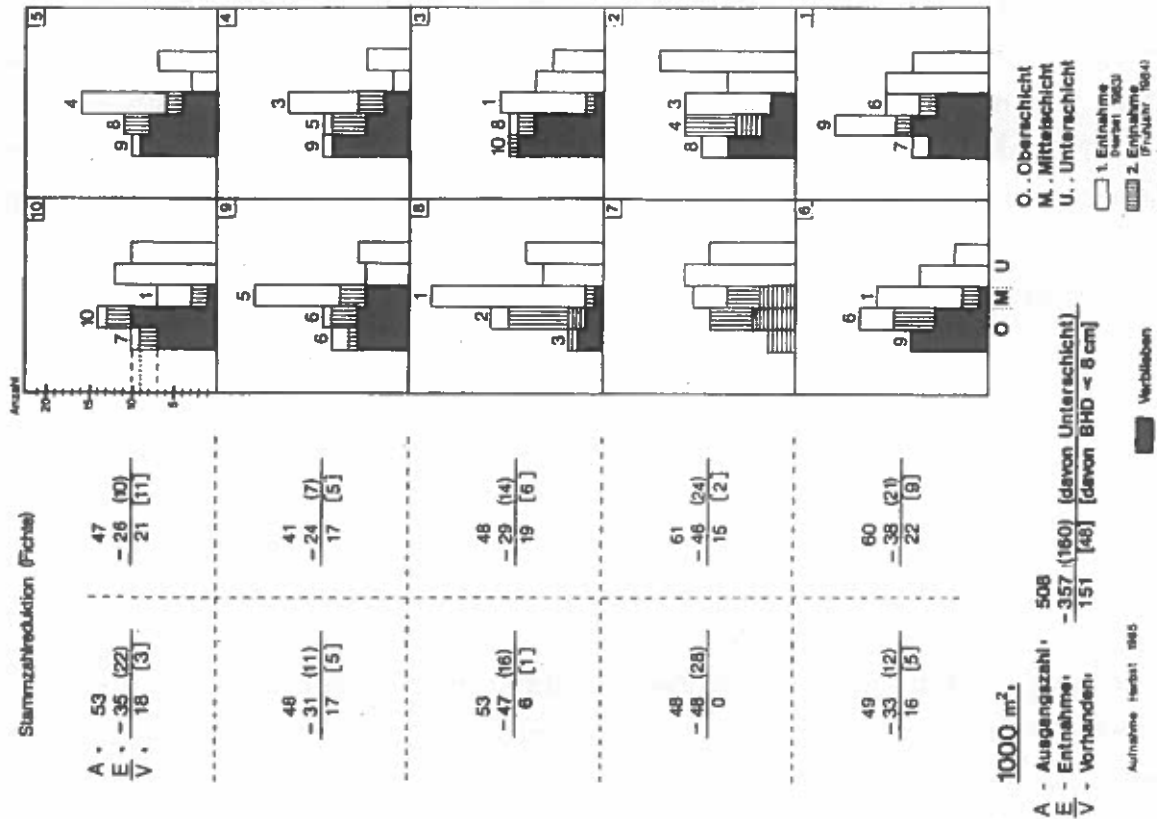


Abb. 20 d Verteilung der entnommenen Fichten - getrennt für jede Teilfläche

Ein noch größerer Buchenanteil wäre zwar erwünscht, bietet sich aber auf dem dargestellten Ausschnitt nicht an. Eine zweite Buchen-Reinbestandszelle unter Ausnützung der Buchengruppe im linken oberen Bereich der Fläche wäre zwar theoretisch möglich, ist jedoch nur mehr mit erheblichen Eingriffen innerhalb der dort infolge früheren Rückschnitts der Buchen bereits flächen- und höhenmäßig überlegenen Fichten erreichbar. Eine rationelle Vergrößerung des Buchen-Mischungsanteils über 20 % durch Schaffung einer Reinbestandszelle ist also bereits in diesem Stadium der Bestandesentwicklung nicht mehr möglich!

6. 22 B e h a n d l u n g d e r R e i n b e s t a n d s - z e l l e n :

6. 221 F i c h t e :

Bei richtiger Wahl der Pflanzweite bzw. nach rechtzeitig durchgeführter Reduktion der Ausgangsstammzahl sind keine Maßnahmen notwendig. Gegen Ende des Dickungsalters (Oberhöhe bis 8/10 m) wird in diesem Fall die Stammzahl etwa zwischen 1900 bis 2800 Stämme betragen, wobei nicht bedrängende Unterdrückte nicht mitgezählt werden.

Bei höheren Stammzahlen ist der Zeitpunkt zur Reduktion im beginnenden Dickungsstadium (mannshohe Dickung mit Oberhöhe max. 5 m) noch günstig, im auslaufenden Dickungsstadium zwar in vielen Fällen noch möglich, aber bereits teuer. Nach Modellrechnungen und Versuchsergebnissen (z.B. JOHANN, 1987 und dort zitierter weiterer Literatur) wird der mittlere H/D Wert von Fichten am wirksamsten dann abgesenkt, wenn eine notwendige Stammzahlreduktion auf 2500 N/ha bis zum Zeitpunkt einer erreichten Oberhöhe von 5 m erfolgt.

Auch die Entmischungsmaßnahmen, die Zurücknahme der bedrängenden Buche, sollte in der frühen Dickungsphase abgeschlossen sein. Der angestrebte lockere Schluß der Fichtendickungen mit gut bekronte- und standfesten Fichten gewährleistet hohe Stabilität gegen Wind- und Schneebruch.

Baumart	Schicht	Stammzahl	
		auf 1000 m ²	auf 1 ha
Fichte	Obersch.	211	2110
	Mittelsch.	137	1370
	Untersch.	160	1600
Buche	Obersch.	0	0
	Mittelsch.	42	420
	Untersch.	1163	11630
Tanne	Obersch.	0	0
	Mittelsch.	0	0
	Untersch.	19	190
Ahorn	Obersch.	1	10
	Mittelsch.	10	100
	Untersch.	100	1000

Tab. 3 Stammzahlen der Dickungsversuchsfläche, Rev. Bretterwald

Oberschicht: Vorherrschende und herrschende Individuen

Mittelschicht: Mitherrschende Individuen

Unterschicht: Beherrschte und unterdrückte Individuen

Im beschriebenen Beispiel stockten vor dem Einsetzen der Dickungspflege auf der Versuchsfläche 5080 Fichten (Tab. 3).

In jener Teilfläche, die für den Buchen-Reinbestandskern vorgesehen ist (Teilparzelle 7 und z.T. Parzelle 8) sind die Fichten bereits völlig entfernt (s. Abb. 20 c und d). Im für den Fichtenreinbestand bestimmten Flächenteil (alle anderen Teilparzellen) wurde eine Stammzahlreduktion durchgeführt, d.h. es wurden jene herrschenden und mitherrschenden Fichten entfernt, die vitale Individuen der Oberschicht bedrängten.

Die Fichten-Unterschicht wurde in dieser Beispielsfläche entfernt um dem vorhandenen Buchen-Unterwuchs die Möglichkeit zur Entwicklung eines Nebenbestandes zu geben.

Besteht keine Notwendigkeit der Pflege eines nachwachsenden Buchen-Nebenbestandes, so können die nicht bedrängenden Individuen der Fichten-Unterschicht erhalten bleiben.

Insgesamt verbleiben nun auf der rund 800 m² großen Fläche außerhalb des Buchen-Reinbestandskerns 151 Fichten, die vorwiegend aus vorherrschenden und herrschenden Stämmen bestehen (Abb. 20 e). Das entspricht einer Stammzahl von $(10000 : 800) \times 151 = 1888$ Fichten je Hektar der für Fichte vorgesehenen Teilfläche. Damit

sind ideale Voraussetzungen für die anschließende Auslesedurchforstung in der Stangenholzphase geschaffen worden.

In der Modellstudie (s. Abb. 20 c) sind für einen angenommenen Endbestandsraum von 25 m² 37 Fichten (= 370 je ha) als Ziel der Auslesedurchforstung vorgesehen.

	Ausgangszahl	Entnahme	vorhanden
vorherrschend	86	18	68
herrschend	125	67	58
mitherrschend	137	112	25
beherrscht	78	78	0
unterdrückt	82	82	0
Gesamt	508	357	151

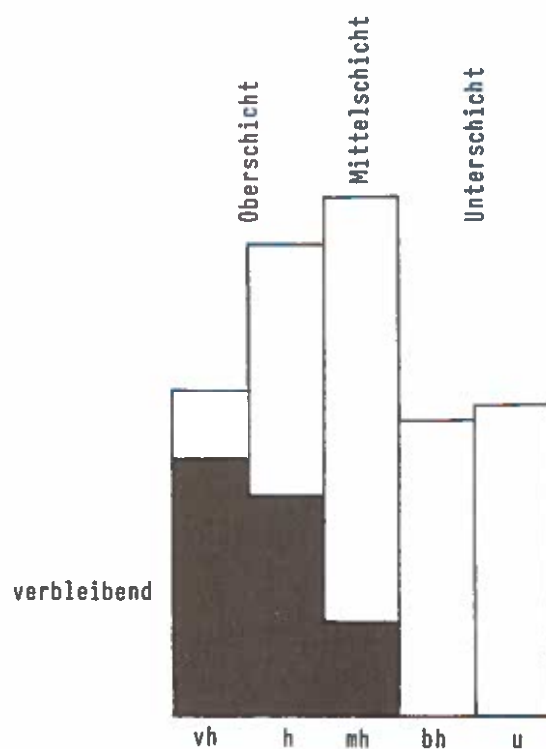


Abb. 20 e Verteilung der entnommenen Fichte - gesamte Probefläche

6. 222 B u c h e :

In der Buchen-Reinbestandsfläche überwiegt auch noch im frühen Dickungsalter die negative Auslese, d.h. die Entfernung von schlechten Kernwüchsen, Stockausschlägen, Zwieseln und schlecht geformten Vorwüchsen. Die Zahl der vorherrschenden und herrschenden Individuen (=Oberschicht) des Hauptbestandes kann gegen Ende

der Dickungsphase pro ha etwa 2000 bis 2500 betragen, doch sind Stammzahlen bis 6000 (einschl. der Mittelschicht) noch nicht als zu hoch anzusehen. Insgesamt (einschl. der Unterschicht) können stufige Buchen-Naturverjüngungen bei einer Oberhöhe von 10 m noch aus 10000 bis 30000 Individuen bestehen (s. MAYER, 1977).

Nach LEIBUNDGUT (1966) zählt eine gepflegte und vollständige, aus natürlicher Verjüngung hervorgegangene Buchendickung im Alter von 10 bis 15 Jahren durchschnittlich etwa 40000 bis 50000 (und mehr) Heister je Hektar. Von diesen darf in der Ober- und Mittelschicht zusammen schätzungsweise und durchschnittlich etwa ein Zehntel als gut geformt gelten.

Durch die Eingriffe in der Oberschicht wird gleichzeitig die Entwicklung des Nebenbestandes (Mittel- und Unterschicht) gefördert.

Nach Untersuchungen von STEFANCIK (1984) findet man in ungepflegten Buchenbeständen in der Dickungsphase im Optimalfall etwa 1500 geeignete Kandidaten (Ausleseebäume) die hinsichtlich ihrer Gütekriterien des Schaftes und der Krone entsprechen.

Auf der Versuchsfläche (Abb. 20 c) befinden sich auf der 200 m² großen Buchen-Reinbestandsfläche - gezählt im mittleren Probestreifen (Tab. 2) - 33 Buchen der Mittelschicht (3 - 5 m) und 554 Buchen der Unterschicht (das sind 1650 Mittelschicht- und rund 27700 Unterschichtstämme je Hektar). Auf dieser Buchenfläche können die geplanten 2 Endbäume (s. Abb. 20 c) erzogen werden, die im Zuge der Auslesedurchforstung aus den derzeit vorhandenen 33 Buchen der Mittelschicht ausgewählt werden können.

6.3. Stangenholz - Auslesedurchforstung:

Zeitraum: Das Stangenholzstadium umfaßt rund 10 bis 20 m hohe, schwache (- 10 cm BHD) bis starke (10-20 cm BHD) Jungbestände (MAYER, 1977).

Die Mischungsform, d.h. die Verteilung der Baumarten auf der Fläche, kann nun nicht mehr beeinflusst werden.

Wurden die bei der Jungbestandspflege beschriebenen Grundsätze zur flächenmäßigen Trennung in Reinbestandszellen angewandt, so stehen zur weiteren Behandlung Bestände zur Verfügung, deren Bestandesteile aus überwiegend einer Baumart bestehen und nun nach Pflegerichtlinien von Reinbeständen bewirtschaftet werden können.

Bei entsprechender Jungbestandspflege sind Stangenhölzer vorhanden, die die Voraussetzungen für die nun einsetzende Ausleседurchforstung erfüllen.

Die Prinzipien der Ausleседurchforstung werden hier nicht beschrieben. Für Fichtenbestände können Empfehlungen und Hinweise zur Bestandesbehandlung JOHANN (1987) entnommen werden, für Buchenbestände den Berichten von WEINFURTER (1983), STEFANCIK (1984), FLEDER (1987).

Die Ausleседurchforstung der Buche ist nur in den Kernzonen der Reinbestandszellen in zufriedenstellender Weise durchführbar.

In den Kontaktbereichen zur Fichte ("Schalenbereich" der Abb. 13 und 14) werden erfahrungsgemäß infolge ungünstiger Kronenentwicklung der Randbäume fast keine Z-Stämme als Ausleseebäume vorgefunden.

Durch Gliederung der Baumarten in Kollektive, werden diese Problembereiche der Ausleседurchforstung auf die Berührungszonen der Baumartengruppen beschränkt.

7. ZUSAMMENFASSUNG:

Erhöhte Bestandesstabilität und standörtliche Gegebenheiten lassen die Mischung von Buche und Fichte gegenüber den jeweiligen Reinbeständen als überaus vorteilhaft erkennen.

Auch in ertragskundlicher Sicht hat sich in jenen längerfristigen Untersuchungen, bei denen ein meliorierender Einfluß der Buche zur Geltung kommen konnte, eine Wachstumsleistungssteigerung durch

Mischung ergeben. Innerhalb der natürlichen und anthropogen erweiterten Verbreitungsgebiete von Fichten-Buchen Mischungen kann die Konkurrenzkraft, in Abhängigkeit von Klima- und Bodeneigenschaften, jeweils zugunsten einer Baumart so stark verschoben sein, daß die Mischwuchsregulierung infolge unterschiedlicher Wuchsdynamik erschwert ist. Besonders bei Einzelmischung tendiert die Bestandesentwicklung zum Reinbestand der konkurrenzkräftigeren Baumart.

Durch Verteilung der zu mischenden Baumarten in getrennte Kollektive (gruppen- oder horstweise Mischung) wird die Wettbewerbszone der Baumarten reduziert. Das Ausmaß dieser Verringerung der Wettbewerbszone steigt mit zunehmender Größe des Kollektivs, jedoch gehen bei zu großflächiger Verteilung der Reinbestandsteile die Mischungseigenschaften des Gesamtbestandes verloren.

Mischungsgrad und Mischungsform können nur in der Jungbestandsphase (Jungwuchs- und Dickungsalter) rationell gestaltet werden. Ausgehend vom erforderlichen Standraum eines hiebsreifen Baumes und der erwünschten Mischungsverteilung werden in der Jungbestandsphase die Schirmflächenanteile der einzelnen Baumarten ermittelt und als flächenmäßig getrennte Zellen von Reinbeständen festgelegt. Die so ermittelte Mischungsform bleibt über die gesamte Bestandesentwicklung unverändert. Bei Aufforstungen oder Nachbesserungen in Naturverjüngungen erfolgt die Baumartentrennung unmittelbar durch entsprechende Auswahl der Teilflächen, in gemischten Naturverjüngungen werden nach Möglichkeit vorhandene Entmischungsgruppen (flächige oder höhenmäßige Dominanz einer Baumart) als Reinbestandszellen festgelegt und die jeweils bedrängende andere Baumart wird entfernt.

An Hand von Versuchsflächen im Revier Bretterwald des Bundeslehr- und Versuchsforstes Ulmerfeld wird die Vorgangsweise zur Regulierung der Mischungsform beschrieben, wobei die Baumartenmischung in den Jungbeständen von der Zielbestockung stark abweicht. Sind die Reinbestandszellen einmal geschaffen, so kann die weitere Bestandesbehandlung nach den jeweiligen, für die Baumart angepaßten Pflegekonzepten erfolgen. Die zusätzlichen, durch Mischung bedingten, waldbaulichen Maßnahmen sind auf die Berührungszonen der Kollektive beschränkt.

LITERATUR

- ASSMANN, E., 1961, Waldertragskunde, BLV München, 490 S.
- ECKHART, G. und Mitarbeiter, 1984, Fichten-Buchenmischwuchspflege, begleitende Unterlagen für Seminar St. Leonhart a.W./NÖ. FBVA, Inst. f. Waldbau und Inst. f. Waldwachstum und Betriebswirtschaft.
- FLEDER, W., 1987, Erziehungsgrundsätze für Buchenbestände, Der Forst- und Holzwirt, 42, 5, S. 107-111.
- JOHANN, K., 1987, Standraumregulierung bei der Fichte, Ein Leitfaden für den Praktiker, Ber. 22 der Schriftenreihe der FBVA, 64 S.
- KILIAN, W., 1985, Österreichische Forstinventur 1971 - 1980, Inventurgespräch, Standorts- und Waldbaufragen, Mitt. der FBVA, 154/II, S. 219 - 319.
- LANG, H.P., 1980, Die Durchforstung fichtenreicher Bestände als komplexes Betriebsproblem, Centr.bl.f.d.ges.Forstw., 97/1/ S. 1-32.
- LEIBUNDGUT, H., 1966, Die Waldpflege, Paul Haupt, Bern, 192 S.
- MAYER, H., 1977, Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage, Gustav Fischer, Stuttgart, New York, 483 S.
- METTIN, Chr., 1985, Für den Waldbau wichtigstes Untersuchungsergebnis 1985: Betriebswirtschaftliche und ökologische Zusammenhänge zwischen Standortskraft und Leistung in Fichtenreinbeständen und Fichten/Buchen-Mischbeständen. Allg. Forstztg. München 40, S. 803-810.
- OTTO, H.J., 1986, Standörtliche Voraussetzungen, Ziele und Waldbautechnik in Fichten-Buchen-Mischbeständen des Harzes, Allg. Forst- und Jagdztg., Frankfurt, 157/10 S. 186-196 und 157/11, S. 214-222.
- SCHMIDT-VOGT, H., 1986, Die Fichte Bd.II/1, Paul Parey, Hamburg und Berlin, 563 S.
- STEFANCIK, L., 1984, Freie Hochdurchforstung in ungepflegten Buchenstangenhölzern, Allg. Forstztg. 95/4, S. 106-110.
- WEINFURTER, P., 1983, Sind Buchendurchforstungen lohnend?, AFZ Wien, 94 (11), S. 284.
- 1987, Die natürliche Verjüngung der Buche im Wienerwald, Österr. Forstztg., Wien, 98 (4), S. 22 - 23.

FBVA-BERICHTE
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt
Wien

- | | | | |
|------|----|---|-------------------|
| 1985 | 10 | Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1974/75, 1975/76 und 1976/77.
Preis ÖS 80.-- | 76 S. |
| 1986 | 11 | Stagl, W.G.; Drescher, A.: Wild - Vegetation - Forstschäden. Vorschläge für ein Beurteilungsschema.
Preis ÖS 30.-- | 19 S. |
| 1986 | 12 | Nather, J.: Proceedings of the International Symposium on Seed Problems under Stressfull Conditions, Vienna and Gmunden, Austria June 3.-8. 1985.
Preis ÖS 300.-- | vergriffen 287 S. |
| 1986 | 13 | Smidt, St.: Bulkmessungen in Waldgebieten Österreichs. Ergebnisse 1984 und 1985.
Preis ÖS 40.-- | 32 S. |
| 1986 | 14 | Exner, Robert: Die Bedeutung des Lichtfaktors bei Naturverjüngung. Untersuchungen im montanen Fichtenwald
Preis ÖS 50.-- | vergriffen 48 S. |
| 1986 | 15 | Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1977/78, 1978/79 und 1979/80.
Preis ÖS 90.-- | 81 S. |
| 1986 | 16 | Hauk, E.; Höller, P.; Schaffhauser H.: Lawinenerereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1984/85 und 1985/86.
Preis ÖS 90.-- | 90 S. |
| 1987 | 17 | Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1980/81 und 1981/82.
Preis ÖS 80.-- | 74 S. |
| 1987 | 18 | Exner, Robert: Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen. Strukturanalysen im subalpinen Fichtenwald (Niedere Tauern, Radstadt/Salzburg).
Preis ÖS 100.-- | 102 S. |
| 1987 | 19 | Krehan, H.; Haupolter R.: Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Kiefernbestände - Bucklige Welt.
Haupolter, R.: Baumsterben in Mitteleuropa. Eine Literaturübersicht. Teil 1: Fichtensterben.
Preis ÖS 80.-- | 73 S. |
| 1987 | 20 | Glattes, F.; Smidt, S. Höhenprofil Zillertal. Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. Ergebnisse von Luft-, Niederschlags- und Nadelanalysen 1985.
Preis ÖS 70.-- | 65 S. |

- 1987 21 Ruetz, W.; Nather, J.: Proceedings of the IUFRO Working Party on Breeding Strategy for Douglas-Fir as an Introduced Species. Working Party: S2.02-05. Vienna, Austria June 1985.
Preis ÖS 300.-- 300 S.
- 1987 22 Johann, Klaus: Standraumregulierung bei der Fichte. Ausgangsbaumzahl - Stammzahlreduktion - Durchforstung - Endbestand. Ein Leitfaden für den Praktiker.
Preis ÖS 60.-- 66 S.
- 1987 23 Pollanschütz, Josef und Neumann, Markus: Waldzustandsinventur 1985 und 1986. Gegenüberstellung der Ergebnisse.
Preis ÖS 100.-- 98 S.
- 1987 24 Klaushofer, Franz; Litschauer, Rudolf; Wiesinger, Rudolf: Waldzustandsinventur Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern.
Preis ÖS 100.-- 94 S.
- 1988 25 Johann, Klaus: Ergebnisse einer Rotfäuleuntersuchung in sehr wüchsigen Fichtenbeständen.
Preis ÖS 90.-- 88 S.
- 1988 26 Smidt, St., Glatte, F., Leitner, J.: Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1986. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 120.-- 114 S.
- 1988 27 Smidt, St.: Messungen der nassen Deposition in Österreich. Meßstellen, Jahresmeßergebnisse, Literatur.
Preis ÖS 80.-- 72 S.
- 1988 28 Forum Genetik - Wald - Forstwirtschaft. Bericht über die 5. Arbeitstagung von 6. bis 8. Oktober 1987. Kongresshaus Innsbruck.
Preis ÖS 200.-- 192 S.
- 1988 29 Krissl, W., Müller, F. Mischwuchsregulierung von Fichte und Buche in der Jungwuchsphase.
Preis ÖS 50.-- 52 S.

