

Biologische Rationalisierung, Teil 2

# Biologische Rationalisierung bei Fichte

Im Rahmen einer Forschungsarbeit zum Thema biologische Rationalisierung an der Professur Waldbau der ETH Zürich wurden Bestände, welche nie durchforstet worden waren, untersucht. Hier die Ergebnisse aus der Analyse unbehandelter Fichtenbestände und die daraus abgeleiteten, neuen Produktionskonzepte für Fichte.

Die untersuchten unbehandelten Fichtenbestände waren zwischen 13 und 62 Jahre alt und hatten Oberhöhen bis maximal 33,8 m. Die Bonität lag zwischen 17 und 35, wobei der überwiegende Teil

Von Peter Ammann\*

der Bestände eine Bonität von 30 oder mehr aufwies. Es handelt sich somit um sehr wüchsige, für das Mittelland typische Standorte.

Alle untersuchten Fichtenbestände waren gepflanzt worden und zwar sehr dicht: Die Pflanzabstände lagen zwischen 0,8 und 1,5 m, dies entspricht 4500 bis über 15000 Fichten pro Hektare. Die Ergebnisse gelten für Mittellandstandorte mit Holzproduktionsfunktion (keine Schutzfunktion!).

## Der erste Eindruck täuscht

Undurchforstete Fichtenbestände machen einen sehr dichten und dunklen Eindruck, mit vielen dünnen, kurzkrönigen und wenig stabilen Bäumen (vgl. Abb. 1). Tatsächlich ist der durchschnittliche Baum bedeutend dünner und schlanker als in vergleichbaren gepflegten Beständen. Dies rührt aber vor allem daher, dass unbehandelte Bestände weit mehr Bäume, darunter viele dünne, enthalten (vgl. Abb. 2). Werden nur die dicksten Bäume betrachtet, sind die Unterschiede gering.

Im Teil 1 (Januarnummer von «WALD und HOLZ») wurde gezeigt, dass in der heutigen wirtschaftlichen Situation Investitionen nur noch für die Bäume des



Abbildung 1: Blick in einen 48-jährigen, vollständig unbehandelten Fichtenbestand mit einer Oberhöhe von 30 m und einem Vorrat von 860 Tfm/ha. Die neuen Konzepte sehen aufgrund von Risikoüberlegungen den Ersteingriff bereits früher, ab Alter 25 vor; auch so lassen sich gegenüber den gängigen Konzepten enorme Kosten einsparen. Privatwald bei Ludets-

Endbestandes gerechtfertigt sind (Konzentrationsprinzip). Es ist somit legitim, vorerst nur die dicksten Bäume, welche

zusätzlich eine gute Qualität aufweisen, zu betrachten: Die Kandidaten. Unter diesem Blickwinkel erhält ein unbehan-

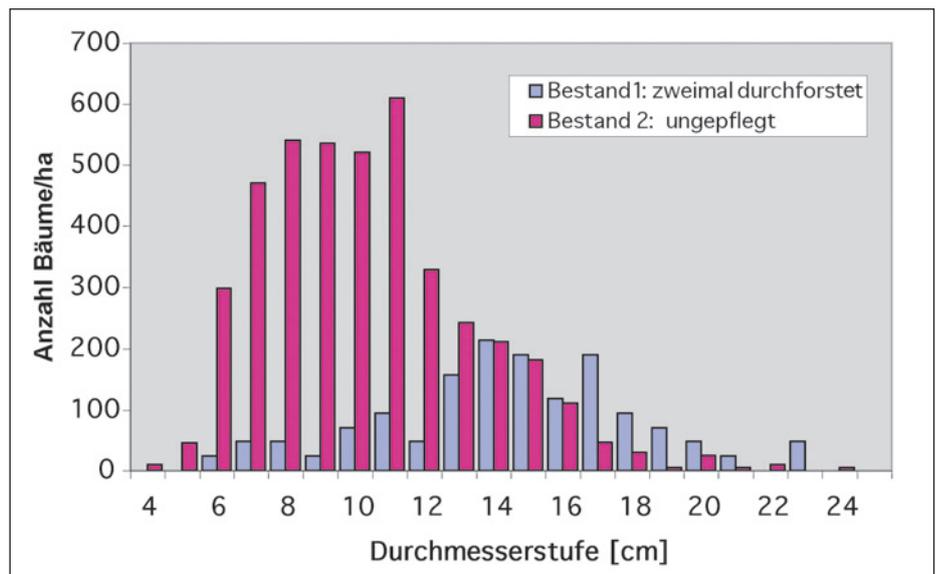


Abbildung 2: Vergleich der Stammzahlverteilung von zwei 25-jährigen Fichtenbeständen auf guten Standorten (Bonität 33 bzw. 34): Bestand 1 wurde mindestens zweimal stark durchforstet, im ungepflegten Bestand 2 ist die Stammzahl fast dreimal höher.

\* Dipl. Forsting. ETH, 8483 Kollbrunn.

delter Bestand eine völlig andere Bewertung: Solange genügend Kandidaten vorhanden sind, ist das Produktionsziel nicht gefährdet und es muss nicht eingegriffen werden.

### Jeder sechste ist ein Kandidat

Die Kandidaten sind in ungepflegten Beständen zufällig verteilt (vgl. Abb. 3). Um 200 Z-Bäume in regelmäßiger Verteilung auswählen zu können, ist deshalb eine etwas höhere Anzahl Kandidaten notwendig. Die Erfahrung in den unbehandelten Beständen zeigt, dass die doppelte Anzahl, also 400 Kandidaten pro Hektare, ausreichend ist. Diese kritische Anzahl Kandidaten wird erreicht bei einer Oberhöhe von 25 m. Für Bonität 30 (gute bzw. normale Mittelland-Standorte) entspricht dies einem Alter von rund 40 Jahren. Die gesamte Stammzahl (alle noch lebenden Bäume) beträgt dann rund 2500 pro Hektare, also ist immerhin jeder sechste Baum ein Kandidat.

Trotz Pflegeverzicht haben die Kandidaten bei einer Oberhöhe von 15 m (Alter 25 bei Bonität 30) eine mittlere Kronenlänge von 50%. Bei Oberhöhe 20 m (Alter 32) beträgt die mittlere Kronenlänge noch 40%, solche Bäume haben eine genügende Vitalität. Präzise Messungen der Kronenlängen und die Betrachtung nicht aller Bäume, sondern nur des entscheidenden Teilkollektivs der Kandidaten, widerlegen damit das Vorurteil der kurz-kronigen Bäume in ungepflegten Fichtenbeständen. Bei Oberhöhe 30 m (Alter 50) beträgt die mittlere Kronenlänge noch 33%, also ein Drittel. Dies ist zwar immer noch erstaunlich viel, doch erscheinen aus Sicht der Vitalität und Reaktions-fähigkeit frühere Ersteingriffe ratsam.

Auch der Durchmesserzuwachs ist ein Kriterium. Die folgenden Angaben gelten für Bonität 30: Ohne Eingriffe beträgt der mittlere BHD der Kandidaten 25 cm im Alter 40 und 35 cm im Alter 60. Bei Ersteingriffen ab Alter 20 erreichen die Z-Bäume den Zieldurchmesser (60 cm) bereits in 80 bis 100 Jahren. Falls die Zeitspanne ohne Eingriffe auf 40 Jahre ausgedehnt wird, wird der Zieldurchmesser im Alter von 100 bis 120 Jahren erreicht. Ein noch späterer Eingriffsbeginn bewirkt ein zunehmend reduziertes Durchmesserwachstum, wodurch geringere Durchmesser erreicht werden, oder aber die Umtriebszeit (mit entsprechenden Risiken) erhöht werden müsste.

Die Analyse ergibt somit, dass auch vollständig unbehandelte Fichtenbestände bis zu einer Oberhöhe von rund 20 m eine Entwicklung zeigen, die im Einklang mit der Zielsetzung steht.

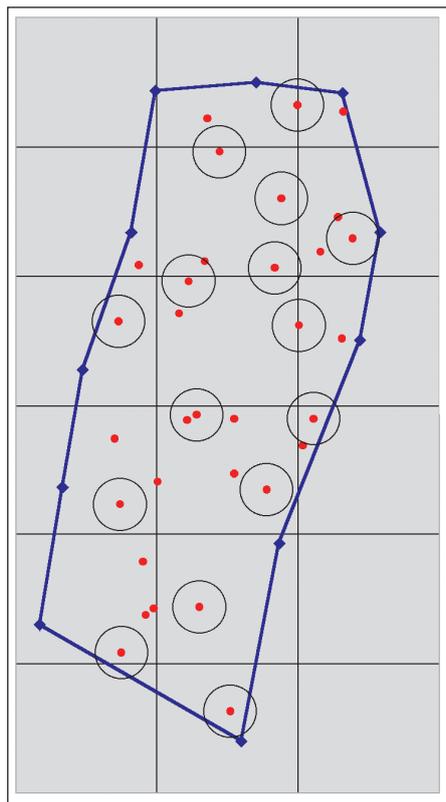


Abbildung 3: Verteilung der Kandidaten (Punkte) und Z-Bäume (Kreise) in einem 37-jährigen, ungepflegten Fichtenbestand. Aus der zufälligen Verteilung der Kandidaten (hier 402 pro Hektare) lassen sich Ausleseebäume in regelmäßiger Verteilung (194 pro Hektare) auswählen.

Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die mechanische Stabilität gegenüber Schneebruch. Dabei spielt die spezielle Struktur unbehandelter Fichtenbestände

eine wichtige Rolle. An dieser Stelle wird deshalb zuerst auf die Bestandesstruktur eingegangen.

### Spezielle Struktur dank Nicht-Behandlung

Die maximale Dichte und Konkurrenz in ungepflegten Fichtenbeständen führt zu einer fortlaufenden sozialen Differenzierung. Nur die stärksten und vitalsten Bäume können als Herrschende in der Oberschicht bleiben. Die schwächeren Bäume sind mitherrschend oder beherrscht. Je tiefer die soziale Stellung, desto rascher die negative Umsetzung, bis zum Absterben der Unterdrückten. Dieser Differenzierungsprozess führt zu einer dauernden natürlichen Mortalität und bewirkt eine (kostenlose) Stammzahlabnahme (vgl. Abb. 1).

Parallel zur sozialen Differenzierung stellt sich auch eine Durchmesser- und Höhendifferenzierung ein: Die Vorherrschenden und Herrschenden sind die höchsten und dicksten (und damit auch stabilsten) Bäume (vgl. Abb. 4). Damit zeigt auch die Natur ein Vorgehen nach dem Konzentrationsprinzip. Als positive Folge davon sind die wuchskräftigsten Bäume klar erkennbar.

Die spezielle Struktur ist die Grundlage für das Funktionieren von Naturautomation und damit für Konzepte mit biologischer Rationalisierung. Dass diese gute Selbstdifferenzierung durch «Nichtstun» zu Stande kommt, ist für viele paradox. Dieser Effekt ermöglicht in der Kombination mit späteren, gezielten Eingriffen die äusserst kostengünstigen neuen Produktionskonzepte.

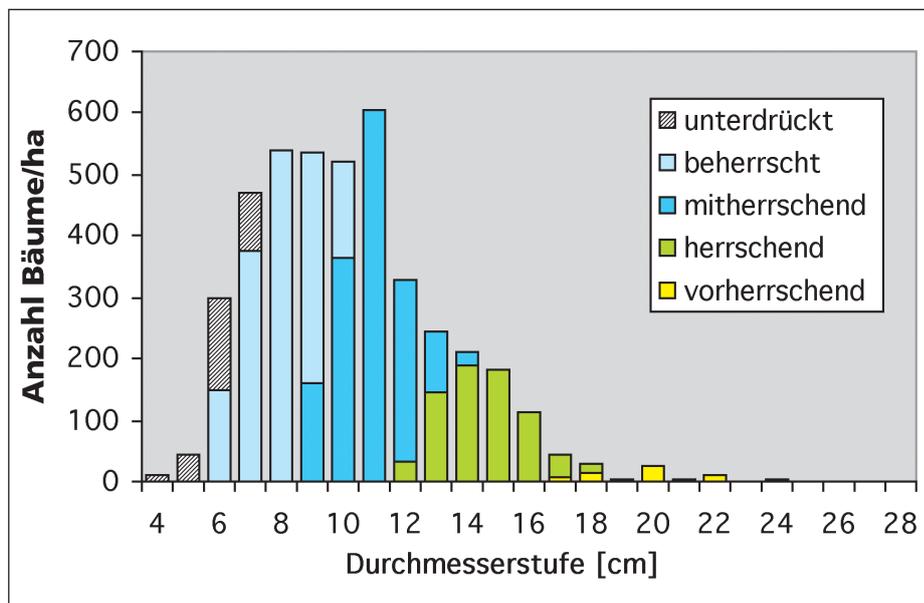


Abbildung 4: Differenzierung nach Durchmesser und sozialer Position in einem 25-jährigen, unbehandelten Fichtenbestand.

## So funktioniert die Naturautomation konkret

Je höher die soziale Stellung und damit die Vitalität eines Baumes, desto grösser die Chance, dass er sich selber durchsetzen kann. Diesen Zusammenhang macht sich die biologische Rationalisierung zunutze. Ein starker herrschender oder noch besser ein vorherrschender Z-Baum braucht viel weniger Hilfe (Pflegeaufwand), auch ist das Risiko eines Ausfalls viel geringer. Eine möglichst hohe soziale Position ist deshalb bei der Auswahl der Z-Bäume das wichtigste Kriterium. Im Unterschied zur früheren Auslesedurchforstung müssen Z-Bäume unbedingt herrschend sein, weil die Förderung mitherrschender Bäume einen viel höheren Aufwand verursacht und trotzdem oftmals nicht zum Erfolg führt.

Nicht nur die soziale Stellung der Z-Bäume, sondern auch die der restlichen Bäume, ist entscheidend für das Funktionieren der biologischen Rationalisierung. Wie Abbildung 4 zeigt, sind nur rund 20% bis 30% der Bäume herrschend oder vorherrschend. 70% bis 80% aller Bäume sind mitherrschend, beherrscht oder unterdrückt. Weil beherrschte und unterdrückte Bäume keine Konkurrenten sind und auch die Mitherrschenden nicht oder nur schwach konkurrenzieren, hat ein herrschender Z-Baum in einem unbehandelten Fichtenbestand nur wenige (1 bis 2) echte Konkurrenten. Aus diesem Grund können in unbehandelten Beständen bereits mit einem schwachen Eingriff alle echten Konkurrenten eliminiert werden.

Die Naturautomation funktioniert also, indem Unterschiede in der sozialen Stellung gezielt ausgenutzt werden. Dies erfolgt einerseits durch die Auslese der

### Die spezielle Naturautomation

Die Funktionsweise der speziellen Naturautomation kann am Beispiel der Niederdurchforstung erklärt werden, welche eine umgekehrte Wirkung hat: Durch die Entnahme der schwächsten Bäume werden die sozialen Unterschiede reduziert. Das flächige Eingreifen fördert alle Bäume, die Differenzierung wird behindert bzw. aufgehoben. In einem niederdurchforsteten Bestand hat ein Z-Baum ausschliesslich starke Nachbarn. Bei einem Eingriff profitiert nicht nur der Z-Baum, sondern auch die anderen Nachbarn des entnommenen Baumes. Dadurch sind auch später immer wieder starke Eingriffe notwendig; der Steuerungsaufwand ist sehr viel höher.

Z-Bäume beim Ersteingriff: Durch die möglichst hohe soziale Position der Z-Bäume wird ein natürlicher Konkurrenzvorteil der Z-Bäume angestrebt. Durch einen gezielten Eingriff (Elimination der echten Konkurrenten) ergibt sich ein weiterer sozialer Vorteil: Weil der vitalste Baum (=Z-Baum) innerhalb einer Durchforstungszelle auch am meisten reagieren kann, werden sich die sozialen Unterschiede in Zukunft automatisch verstärken. Dieser eigendynamische Prozess wird als spezielle Naturautomation bezeichnet. Dies erlaubt nicht nur sehr schwache und damit kostengünstige, sondern auch weniger Eingriffe: Anstatt wie bisher 8 bis 10, sind nur noch 2 bis 3 Eingriffe notwendig.

Auf Eingriffe im Füllbestand (d. h. in den Zellen zwischen den Z-Bäumen) wird bewusst verzichtet. Dies einerseits aus Kostengründen, aber auch wegen der Naturautomation: Mit Eingriffen zwischen den Z-Bäumen würden nur spätere Konkurrenten der Z-Bäume gefördert, wodurch nachfolgend ein höherer Aufwand verursacht wird. Dieser Effekt ist unerwünscht, weil dadurch die Naturautomation reduziert wird.

## Streitfrage Schneebruchstabilität

Aufgrund der extrem hohen Dichte in unbehandelten Beständen sind die meisten Fichten sehr schlank. Dies gilt vor allem für die beherrschten und mitherrschenden Bäume. Trotzdem enthalten auch Bestände, welche jahrzehntelang unbehandelt waren, einzelne stabile Bäume, welche zufällig auf der ganzen Fläche verteilt sind. Diese werden Gerüstbäume genannt und sind für die Stabilität von grosser Bedeutung.

Neben den Gerüstbäumen ist die kollektive Stabilität das zweite wichtige Element. Allerdings fordert die waldbauliche Lehrmeinung der letzten Jahrzehnte bei der Fichte die individuelle Stabilisierung aller Bäume durch frühe, flächige und wiederholte Pflegeeingriffe. Aus dieser Sicht ist ein zeitweiliger Pflegeverzicht bei Fichte nicht zu verantworten, so dass Konzepte der biologischen Rationalisierung gar nicht erst in Frage kommen.

Nach neueren Erkenntnissen wird aber die kollektive Stabilität stark unterschätzt:

- Es ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass bei sehr hoher Bestockungsdichte weniger Nassschnees Schäden auftreten, weil die einzelnen Bäume eine geringere Bewegungsfreiheit haben und sich gegenseitig gut abstützen.
- Ein wichtiger Hinweis für das Funktionieren der kollektiven Stabilität ist die

Tatsache, dass die Fichtenbestände, welche heute hiebsreif sind, vor rund 80 bis 100 Jahren als Stangenhölzer noch kaum aktiv durchforstet wurden, und trotzdem noch existieren.

- Nicht jeder gebogene oder gebrochene Baum ist ein Schaden; erst wenn Z-Bäume ausfallen, kann von einem wirtschaftlichen Schaden gesprochen werden.
- Auch in «normalen» Beständen werden durch die Destabilisierung nach Eingriffen erhebliche Risiken eingegangen, dies gilt speziell nach starken und flächigen Eingriffen; kein Bestand ist vor Nassschnees Schäden absolut sicher.
- Das Eingehen eines möglicherweise höheren Risikos ist auch ökonomisch durchaus legitim, indem die höheren Risikokosten durch die massive Einsparung von Pflegekosten mehr als aufgewogen werden.

Geht man davon aus, dass die kollektive Stabilität funktioniert, so haben auch unbehandelte Bestände eine genügende Gesamtstabilität. Allerdings gilt dies nur, solange die hohe Dichte (und damit die gute kollektive Stabilität) vorhanden ist. Nach starken Eingriffen (z. B. durch Vollernter mit gleichzeitiger Anlage von Rückegassen) geht die kollektive Stabilität schlagartig verloren. In unbehandelten Beständen kann deshalb nicht beliebig eingegriffen werden, sondern es sind nur schwache Eingriffe vertretbar. Dies wird am besten dadurch erreicht, dass nur die echten Konkurrenten der Z-Bäume entfernt werden: In den Zwischenzellen soll die kollektive Stabilität durch keinerlei Entnahmen zerstört werden.

Zu beachten ist, dass die Aussagen zur Stabilität nicht auf Wälder mit Schutzfunktion angewandt werden dürfen – untersucht wurden ausschliesslich Bestände im Mittelland mit Hauptfunktion Holzproduktion.

## Logisches Vorgehen beim Ersteingriff

Die Betrachtung der Stabilität führt damit zu den genau gleichen Schlüssen wie die Analyse der Konkurrenzsituation: Auslese der Z-Bäume im Endabstand, Entfernung nur der echten Konkurrenten, kein Eingriff im Füllbestand. Diese Art der Eingriffe ist auch ökonomisch zu favorisieren (geringster Aufwand). Weil solche Eingriffe, falls sie nicht zu spät gemacht werden, nur schwach sind (z. B. bei Oberhöhe 15 m rund 10% der Grundfläche), kann von einer minimalen Destabilisierung ausgegangen werden.

Weil mit zunehmender Dauer unbehandelter Entwicklung das Risiko zunimmt,

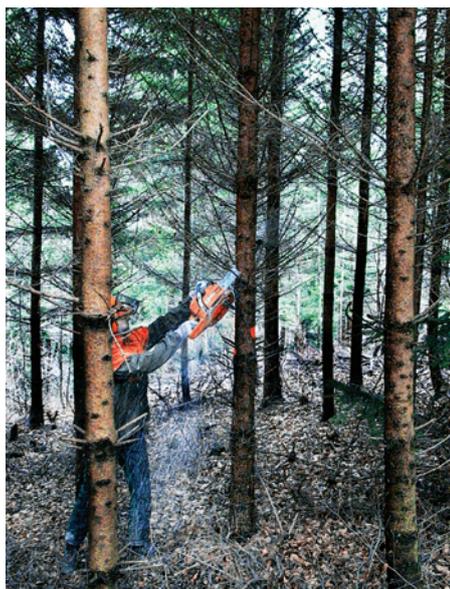


Abbildung 5: Entnahme eines Konkurrenten mit der Schrägschnittmethode.

und in älteren Beständen die Entfernung der echten Konkurrenten zu stärkeren Eingriffen (mit grösserer Destabilisierung) führt, wird eine allzu lange Phase unbehandelter Entwicklung nicht empfohlen. Obwohl sich Fichtenbestände auch ohne Eingriffe bis zu einer Oberhöhe von 20 m zielgemäss entwickeln, wird deshalb aus Sicht der Stabilität ein früherer Eingriff, bei Oberhöhe 15 m, empfohlen. Dies entspricht bei guter Bonität einem Alter von 25 Jahren. Noch frühere Eingriffe sind aufgrund der erschwerten Begehrbarkeit und Übersichtlichkeit nachteilig; auch brauchen die Bestände ja eine gewisse Zeitspanne ohne Eingriffe, damit sich die gewünschte Differenzierung einstellt. Bei diesem Eingriffszeitpunkt (Oberhöhe 15 m) – und vorausgesetzt, es wird das hier vorgeschlagene Vorgehen angewendet – kann davon ausgegangen werden, dass im Vergleich zu gängigen Konzepten kaum ein erhöhtes Risiko besteht.

Wie sieht nun ein unbehandelter Fichtenbestand bei Oberhöhe 15 m aus? Bei guter Bonität beträgt das Bestandesalter etwa 25 Jahre. Die Dichte ist mit 5600 lebenden Bäumen pro Hektare noch sehr hoch. Es sind ungefähr 800 Kandidaten pro ha in zufälliger Verteilung vorhanden, welche aufgrund der starken Durchmesserdifferenzierung sofort erkennbar sind. Diese Anzahl ist mehr als genügend, um aus den besten Kandidaten rund 200 bis 250 Z-Bäume in regelmässiger Verteilung wählen zu können; aber doch nicht so gross, dass die Auswahl zu zeitaufwendig wird. Die Kronenansatzhöhe liegt bei rund 7,2 m, so dass die Übersicht genügend gut ist und die Qualität der Bäume im unteren Stammabschnitt beurteilt werden kann. Die mittlere Kronenlänge der Z-Bäume beträgt gerade 50%, die

Z-Bäume sind also noch sehr vital und reaktionsfähig. Die Z-Bäume sind durchschnittlich 14,4 m hoch und 15,3 cm dick, was einen mittleren Schlankheitsgrad von 92 ergibt.

Im Durchschnitt sind 1,5 Konkurrenten vorhanden (nicht mehr!). Diese sind 13 m hoch und 11,6 cm dick, also deutlich weniger hoch und dünner als die Z-Bäume. Dieser Durchmesserunterschied zeigt nochmals, dass bei richtiger Auswahl der Z-Bäume die Konkurrenz erstaunlich gering ist – obwohl immer die stärksten Konkurrenten angezeichnet wurden! Dank der speziellen Struktur beträgt aber die Eingriffsstärke nur rund 300 bis 400 Konkurrenten pro ha oder 10% der Grundfläche. Dementsprechend kostengünstig ist ein solcher Eingriff.

Unter Schweizerischen Verhältnissen erfolgt der Ersteingriff ohne Nutzung. Der Hiebsanfall beim Ersteingriff beträgt rund 30 Tfm pro ha, ist also sehr gering. Aufgrund der hohen Dichte ist das Fällen der Konkurrenten stark erschwert. Die beste Methode ist die Schrägschnittmethode (Abb. 5). Hier gilt wiederum das Konzentrationsprinzip: Es werden nur ca. 3 bis 5 Schrägschnitte gemacht, die restliche Krone wird stehen- bzw. liegen gelassen. Auch das unterste Stammstück wird stehengelassen. Ebenfalls wird auf jegliches Entasten verzichtet. Weil dieses neue Konzept weniger Eingriffe benötigt, stellen das stehen/liegenbleibende Holz und die hohen Stöcke kein Problem dar; die Eingriffe sind sowieso auf die Z-Baumzellen beschränkt; die restliche Fläche bleibt frei begehbar.

Allerdings hat die SUVA gewisse Vorbehalte gegenüber der Schrägschnittmethode. Eine (auf jeden Fall ungefährliche) Alternative ist die Ringelung, wobei

aber die Gefahr eines Borkenkäferbefalls berücksichtigt werden muss.

Bei effizienter Ausführung der Schrägschnittmethode beträgt der Zeitaufwand ungefähr eine Minute pro Konkurrent. Dies ergibt rund 5 Stunden pro Hektare. Zusammen mit der sorgfältigen Wahl der Z-Bäume und der Anzeichnung der Konkurrenten kann von einem maximalen Aufwand von 10 Stunden pro Hektare ausgegangen werden (gegenüber einem Mehrfachen an Pflege bei klassisch/flächig gepflegten Fichtenbeständen).

Aufgrund des geringen Holzanfalls und der Tatsache, dass die Bestände dicht geschlossen bleiben, ist die Gefahr eines Borkenkäferbefalls sehr gering. Dieser Meinung sind auch Revierförster in süddeutschen Fichtenrevieren, in denen das hier vorgeschlagene Konzept angewendet wurde.

## Weitere Bestandesentwicklung

In einem zweiten Eingriff im Alter von rund 40 Jahren (Altersangaben für Bonität 30) werden die restlichen noch vorhandenen, echten Konkurrenten entfernt. Der soziale Unterschied zwischen Z-Bäumen und Füllbestand verstärkt sich zunehmend, so dass ein dritter Eingriff nicht mehr unbedingt notwendig ist. Die Z-Bäume werden individuell stabiler, dadurch nimmt die Bedeutung der kollektiven Stabilität zugunsten der individuellen Stabilität ab. Bei Kostendeckung kann in einem dritten und letzten Eingriff der noch vorhandene Füllbestand geerntet werden. Weil die Stabilität unterdessen gut ist, kann dieser letzte Eingriff mit dem Harvester gemacht werden (ca. Alter 60). Selbstverständlich sollte der

Verlauf der Rückegassen bereits vor dem Ersteingriff festgelegt werden, damit später keine Z-Bäume auf Rückegassen stehen. Dieser dritte Eingriff wäre – unter heutigen Verhältnissen – nicht nur kostendeckend, sondern sogar profitabel.

Das neue Produktionskonzept für Fichte ist in Abbildung 6 zusammengefasst.

## Ökonomische Auswirkungen

Mit diesem grundlegend neuen Konzept der biologischen Rationalisierung für Fichte, basierend auf Konzentrationsprinzip und Naturautomation, können hiebsreife Fichtenbestände mit nur drei Eingriffen erzogen werden. Bei einem Zeitaufwand von je 10 Stunden pro Hektare für die beiden ersten, nicht kostendeckenden Eingriffe ergeben sich Gesamtkosten von 203 CHF 60.– (Forstwart mit leichter Motorsäge), also CHF 1200.– pro Hektare; Kosten, welche um den Faktor 10 bis 20 tiefer liegen als die bisherige, intensive Fichtenwirtschaft mit Kosten von CHF 10 000.– bis CHF 20 000.– pro Hektare. Möglicherweise geht diese enorme Einsparung zu Lasten eines etwas höheren Nassschneerisikos.

Es ist davon auszugehen, dass sich das gebremste Dickenwachstum durch den Dichtstand in der Jugend auf die Holzqualität positiv auswirkt. Selbstverständlich können die Z-Bäume auch wertgeastet werden, falls diese zusätzliche Investition sinnvoll erscheint.

Bei diesem neuen Fichten-Produktionskonzept handelt es sich weder um eine Notlösung, noch um ein hilfloses «Nichtstun» oder Hinausschieben von Durchforschungen, noch um die Produk-

## Das neue Produktionskonzept für Fichte

### Produktionsziel:

- Zieldurchmesser 60 cm
- 200 bis 250 Z-Bäume je Hektare
- entspricht (idealen) Endabständen von 7 bis 8 m
- Umtriebszeit 80 bis 120 Jahre (bonitätsabhängig)

### Produktionskonzept:

*Bis Oberhöhe 15 m kein Eingriff*

#### *Ersteingriff bei Oberhöhe 15 m*

- Wahl von 200 bis 250 Z-Bäumen je ha
  - soziale Position: mindestens herrschend, je höher, desto besser
  - gute Qualität
  - Verteilung: mittlerer Endabstand 7 bis 8 m; Mindestabstand 4 m
- Berücksichtigung der Feinerschliessung (keine Z-Bäume auf oder unmittelbar angrenzend an jetzige oder zukünftige Rückegassen)
- Förderung durch situative Entnahme von 0 bis 3, im Mittel etwa 1,5 Konkurrenten pro Z-Baum
- Elimination der Konkurrenten durch Schrägschnittmethode oder Ringelung; Holz bleibt im Bestand
- keinerlei Eingriff im Füllbestand (Zwischenfelder)

#### *Zweiter Eingriff bei Oberhöhe 20 bis 25 m (bonitätsabhängig)*

- Ausführung je nach Stabilität und ökonomischer Situation wie Ersteingriff (ohne Nutzung) oder bereits mit Nutzung

#### *Dritter Eingriff bei Oberhöhe 30 bis 35 m (bonitätsabhängig)*

- Anlage der Rückegassen und Ernte des Füllbestandes
- danach herrscht Hiebsruhe

*Endnutzung nach Erreichen der Umtriebszeit von 80 bis 120 Jahren.*

Abbildung 6: Produktionskonzept für Fichte unter Anwendung der biologischen Rationalisierung.

tion von Massenware, sondern um eine zielstrebige Qualitätsholzproduktion mit wenig Vornutzungen und einem hohen Anteil an profitabler Endnutzung.

*Im Teil 3 wird die biologische Rationalisierung bei Esche, Bergahorn und Buche behandelt.*