

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 150 (1999)

**Heft:** 12

**Artikel:** Analyse unbehandelter Jungwaldbestände als Grundlage für neue Pflegekonzepte

**Autor:** Ammann, Peter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1098458>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Analyse unbehandelter Jungwaldbestände als Grundlage für neue Pflegekonzepte<sup>1</sup>

PETER AMMANN

Keywords: Young-growth forests; unthinned stands; biological automation; tending concepts; thinning. FDK 24 : 66

**Abstract:** By the example of Norway spruce, ash and maple pole-stage stands, the issue of biological rationalisation is investigated. Moreover, the timing of the first intervention required for quality timber production is discussed.

**Abstract:** Am Beispiel von Fichten-, Eschen- und Ahornstangenholzern wird die Frage der biologischen Rationalisierung untersucht. Ausserdem wird der Zeitpunkt der notwendigen ersten Eingriffe für die Qualitätsholzproduktion diskutiert.

## 1. Einleitung und Rahmenbedingungen

Die biologische Rationalisierung, wie sie SCHÜTZ (1996) beschreibt, beruht auf zwei Prinzipien: der Naturautomation und dem Konzentrationsprinzip. Unter dem Begriff der Naturautomation wird die Ausnützung der natürlichen Selbststeuerungsmechanismen, wie beispielsweise die Naturverjüngung oder die Selbstdifferenzierung, verstanden. Naturautomation beruht auf dem Grundsatz, der Natur möglichst viel, was sie für uns erledigt, zu überlassen und höchstens durch leichte Lenkungsmaßnahmen korrigierend einzugreifen: Sinnvollerweise soll nur dort korrigiert werden, wo die Naturabläufe gegen unsere Ziele arbeiten (SCHÜTZ 1996).

Wenn man bei der Jungwaldpflege möglichst viel der Natur überlassen möchte, muss man wissen, was die Natur eigentlich selber macht. Im Rahmen einer Forschungsarbeit an der Professur für Waldbau wird die Entwicklung von undurchforsteten Jungwaldbeständen untersucht. Bestandesanalysen sollen Grundlagen liefern zur natürlichen Bestandesentwicklung. Ziel der Arbeit ist unter anderem, auf dieser Basis neue Pflegekonzepte zu erarbeiten und damit die Produktion von qualitativ hochwertigem Holz mit kleinerem Pflegeaufwand zu ermöglichen. Der vorliegende Artikel beinhaltet einige vorläufige Ergebnisse dieser Arbeit.

Um Missverständnisse auszuschliessen, sollen zuerst die Rahmenbedingungen zu den vorliegenden Untersuchungen dargestellt werden. Die Entwicklung unbehandelter Jungwaldbestände wird betrachtet unter folgenden Bedingungen:

- Zielsetzung des forstlichen Handelns ist die Produktion von Qualitätsholz. Die Bestände sollen eine genügende Anzahl Z-Bäume in sinnvoller Verteilung enthalten, welche später Nutzholz in guter Qualität liefern.
- Die Untersuchung betrifft die Baumarten Fichte (*Picea abies*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Ahorn. Bei letzteren handelt es sich vor allem um Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), seltener um Spitzahorn (*Acer platanoides*).
- Die Aussagen beziehen sich auf Mittellandverhältnisse auf einer Höhenlage bis etwa 800 m ü. M. Es handelt sich bei den Untersuchungsbeständen zum grössten Teil um sehr gute, produktive Standorte (Bonität 30 und höher für Fichte).
- Ausgangspunkt der Bestandesentwicklung ist eine erfolgreiche, flächige und stammzahlreiche Verjüngung; dies kann eine Naturverjüngung oder Pflanzung sein. Die nachstehenden Beobachtungen und Schlüsse gelten nicht für speziell problematische Verhältnisse, wo beispielsweise eine übermässige Konkurrenz durch Brombeere zusätzliche Schwierigkeiten schafft, oder wo eine Überwucherung durch Waldre-

be von vornherein die gewünschte Bestandesentwicklung verhindert.

## 2. Fragestellungen und Methoden

Der in diesem Artikel behandelten Arbeit liegen folgende Fragestellungen zugrunde: Wie entwickeln sich unbehandelte Bestände? Sind solche Bestände für die Produktion von Qualitätsholz grundsätzlich brauchbar? Bis wann sind sie brauchbar bzw., ab wann ist die genannte Zielsetzung nicht mehr zu erreichen? Oder anders formuliert: wann muss spätestens eingegriffen werden? Die Frage der «waldbaulichen Brauchbarkeit» von Beständen kann detaillierter betrachtet werden:

- Hat es genügend Kandidaten für die Wahl der gewünschten Anzahl Z-Bäume in sinnvoller Verteilung?
- Ist die Stabilität dieser Z-Bäume sowie des ganzen Bestandes genügend?
- Wie ist die Vitalität dieser Z-Bäume (Kronenlänge)?
- Wie ist die Qualität?

Die Untersuchungsflächen wurden so abgegrenzt, dass Randeinflüsse durch angrenzende, gepflegte Bestände ausgeschlossen werden konnten. Dadurch wurden die oftmals schon kleinen ungepflegten Bestände weiter verkleinert, was aber nicht zu umgehen war. Es wurden Umfang und Flächen-grösse bestimmt, sowie allgemeine Angaben wie Höhenlage, Exposition, Hangneigung, Alter und, bei gepflanzten Beständen, Pflanzabstand. Danach wurden alle Kandidaten gesucht, das heisst Bäume, welche als Z-Bäume in Frage kommen würden. Anschliessend wurden die Z-Bäume aus den vorhandenen Kandidaten gewählt, wobei nun auch Abstände mitberücksichtigt wurden. Der angestrebte mittlere Abstand der Z-Bäume lag bei 7 m für Fichte und bei 9 m für Esche und Ahorn.

Es wurde eine Vollkluppierung gemacht, wobei alle lebenden Bäume ab BHD 4 cm (in Laubholzdickungen zum Teil tiefere Kluppschwelle) nach Baumart und Durchmesser erfasst wurden. Daraus konnten Baumartenanteile sowie Grundfläche und Vorrat bestimmt werden. Aus Gründen des Aufwands beschränkte sich die Messung von Baumhöhe und Kronenansatzhöhe auf die Kandidaten. Die Höhenmessungen dienen zur Berechnung der Schlankheitsgrade und der Bestandesoberhöhe sowie zur Bestimmung der Bonität. Beim Laubholz wurde bei den Kandidaten zusätzlich die Qualität bewertet, indem die Länge des Erdstückes, welches aufgrund seiner Schafteigenschaften zum Zeitpunkt der Ernte voraussichtlich mindestens n-Qualität ergeben würde, am stehenden Baum abgeschätzt und diese Höhe («Qualitätshöhe») gemessen wurde. Als Vergleich zu den unbehandelten Beständen wurden bisher einige wenige gepflegte Bestände aufgenommen.

Im vorliegenden Artikel werden Fichten- und Eschen-Ahornbestände getrennt betrachtet. Weil für die Fichte mehr Unter-

<sup>1</sup> Nach einem Referat, gehalten am 9. November 1998 im Rahmen der Montagskolloquien der Abteilung für Forstwissenschaften der ETH Zürich.

suchungsbestände vorhanden waren, wird diese Baumart ausführlicher behandelt.

### 3. Unbehandelte Fichtenbestände

#### 3.1 Übersicht über die untersuchten Bestände

Bei den untersuchten ungepflegten Fichtenbeständen handelt es sich ausschliesslich um gepflanzte Bestände im Alter von 20 bis 51 Jahren, welche meistens sehr dicht begründet worden waren (Ausgangsstammzahlen im Bereich von 4500/ha bis über 11 000/ha, hauptsächlich 7000–10 000/ha). *Tabelle 1* zeigt die Untersuchungsbestände nach Alter geordnet. Die mittlere Flächengrösse der 24 Fichtenbestände beträgt 8,49 Aren. Die Bonität der meisten Bestände ist sehr hoch.

#### 3.2 Ergebnisse

##### 3.2.1 Stammzahlabnahme und Durchmesserverteilung

*Abbildung 1* zeigt die Stammzahlen undurchforsteter Fichtenbestände. Die Stammzahlen sind dargestellt als Funktion der Oberhöhe, um den Einfluss der Bonität auszuschalten. Als weiterer Einflussfaktor auf die Stammzahl kann die Mischung mit anderen Baumarten, insbesondere Laubholz, genannt werden, wodurch sich die Stammzahlen gegenüber reinen Fichtenbeständen beträchtlich erhöhen können. In *Abbildung 1* wird mittels exponentieller Regression die zeitliche Entwicklung sichtbar gemacht: Aufgrund der maximalen Bestandesdichte ergibt sich eine laufende Stammzahlabnahme durch die natürliche Ausscheidung der schwächsten Bäume. Der älteste aufgeführte Bestand enthält bei Oberhöhe 32,3 m im Alter von 51 Jahren noch rund 1600 lebende Bäume/ha, ohne dass je ein Baum gefällt wurde. Diese normalerweise kontinuierlich verlaufende Stammzahlabnahme durch die natürliche Mortalität ist ein Naturgesetz. Die Stammzahlabnahme im Einzelbestand wird nur durch Schadenereignisse (Schneebruch) oder aber forstliche Eingriffe unterbrochen, welche eine sprunghafte Abnahme der Stammzahl bewirken würden.

*Abbildung 2* zeigt am Beispiel eines 25-jährigen Bestandes die Durchmesser differenzierung, die sich von selbst einstellt. Der Bestand enthält lebende Fichten von 4 bis 24 cm Durchmesser. Diese sehr grosse Durchmesser differenzierung mit linkschiefer Verteilung ist typisch für die ungepflegten Bestän-

de. In dieser Darstellung sind die Bäume zusätzlich in soziale Klassen nach Kraft eingeteilt. (Die Klasse h+ bezeichnet Bäume, welche herrschend bis vorherrschend sind; eindeutig vorherrschende Bäume sind in gleichaltrigen ungepflegten Fichtenbeständen kaum vorhanden.) Die Klassen mitherrschend, beherrscht und unterdrückt machen stammzahlmässig den grössten Teil eines Bestandes aus. Für die zukünftige Entwicklung wie auch für das waldbauliche Handeln entscheidend sind hingegen die Klassen herrschend und herrschend+, welche weniger als 20% der Gesamtstammzahl ausmachen. Beim vorliegenden Beispiel handelt es sich dabei um knapp 800 Bäume. Diese Darstellung ist von entscheidender Bedeutung für die biologische Rationalisierung (Abschnitt 3.3.5).

*Abbildung 3* zeigt als Vergleich einen gepflegten Fichtenbestand in dem bereits zwei Eingriffe gemacht wurden. Beide Bestände sind 25-jährig, haben eine sehr gute Bonität und eine ähnliche Ausgangsstammzahl (7600 bzw. 6950/ha), wobei der gepflegte Bestand etwas dichter begründet wurde. Die Stammzahlen unterscheiden sich beinahe um den Faktor 3. Besonders auffallend ist der Unterschied bei den unteren Durchmessern. Im gepflegten Bestand (jetzige Stammzahl 1524 Fichten/ha) wurden diese dünneren Bäume in nicht kostendeckenden, flächigen Eingriffen (im Alter von etwa 15 und 21 Jahren) entfernt. Ab 17 cm BHD ist die Wirkung der Pflege sichtbar, indem im gepflegten Bestand etwas mehr Bäume der oberen Durchmesser vorhanden sind. Erstaunlicherweise erreicht der ungepflegte Bestand ebenso grosse Durchmesser wie der gepflegte; der dickste Baum steht sogar auf der ungepflegten Fläche. Die Z-Bäume waren im gepflegten Bestand im Mittel 19,7 cm dick, im ungepflegten 16,9 cm, also immerhin knapp 3 cm im Rückstand.

##### 3.2.2 Anzahl und Verteilung der Kandidaten und Z-Bäume

In *Abbildung 1* ist zusätzlich die Anzahl Kandidaten pro Hektare dargestellt. Auch hier ist im Laufe der Bestandesentwicklung eine Abnahme zu verzeichnen. Aufgrund unterschiedlicher Qualität der Bestände variiert die Kandidatenzahl stärker als die Stammzahl, was durch das tiefere Bestimmtheitsmass der entsprechenden Trendlinie in *Abbildung 1* zum Ausdruck kommt. In den jüngeren der untersuchten Bestände schwankt die Anzahl Kandidaten pro Hektar zwischen 500 und 1000, später wurden zwischen 250 und etwa 500 Kandidaten pro Hektare gezählt. In keinem Bestand waren weniger als 250

*Tabelle 1:* Charakterisierung der ungepflegten Fichtenbestände.

Bestand	Alter	Fläche [Aren]	Oberhöhe [m]	Bonität	Stammzahl/ha	Fichten-Anteil [%G]
Gunzwil	20	10,22	12,8	32	4315	99,3
Schlosswinkel	20	5,75	12,9	32	5457	99,9
Ottikon	23	5,41	16,9	35	4399	99,4
Hungerberg1	25	19,77	17,0	33	5119	92,1
Thalheim1	27	4,51	17,1	31	4878	69,8
Hexentobel	30	9,77	19,6	31	3121	84,2
Leuenhus	30	5,83	17,9	29	4119	98,7
Rosengarten2	30	6,76	20,5	32	4086	99,3
Wasserfluh	31	6,63	18,2	29	5628	99,5
Hauholz1	32	5,91	22,0	33	3096	90,8
Embrach	33	4,99	24,9	35	2525	100,0
Rosengarten1	33	10,48	21,0	31	4626	62,9
Hemenrüti1	34	8,44	21,8	30	3199	99,7
Thalheim2	34	12,96	23,8	33	2276	86,4
Bühl	35	7,37	24,7	33	2509	79,3
Ottenberg1	35	11,51	24,2	32	2355	90,3
Ruppen	35	2,45	17,1	24	8163	76,5
Wildberg	35	4,43	25,3	34	3205	100,0
Harzenegg	37	2,95	17,2	23	5623	86,0
Rotholz	37	7,72	23,3	30	3459	83,3
Ludetswil	40	12,60	25,8	31	2810	77,0
Wutach	51	14,53	32,3	32	1597	87,8

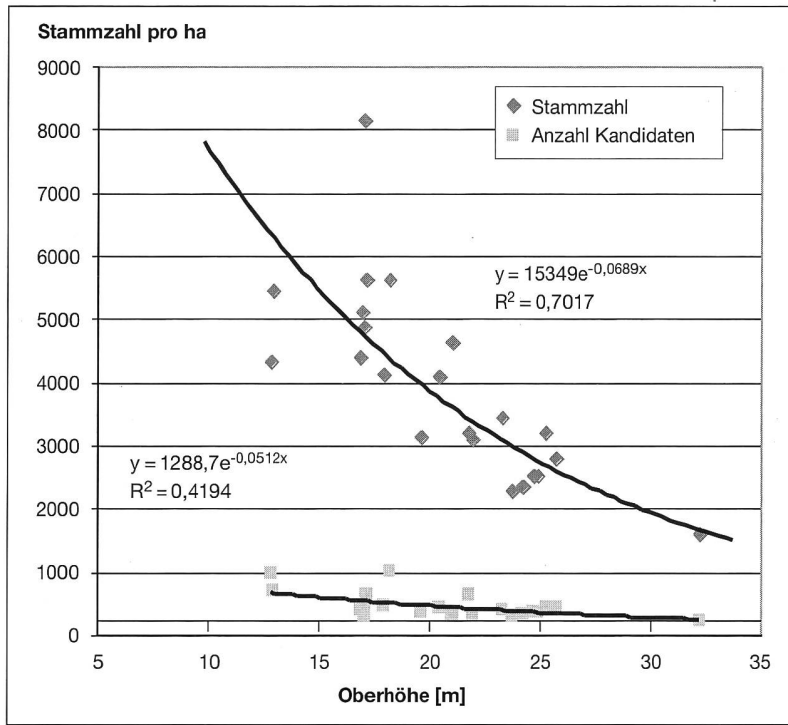


Abbildung 1: Entwicklung von Stammzahl und Anzahl Kandidaten in undurchforsteten Fichten-Stangenhölzern in Abhängigkeit der Oberhöhe.

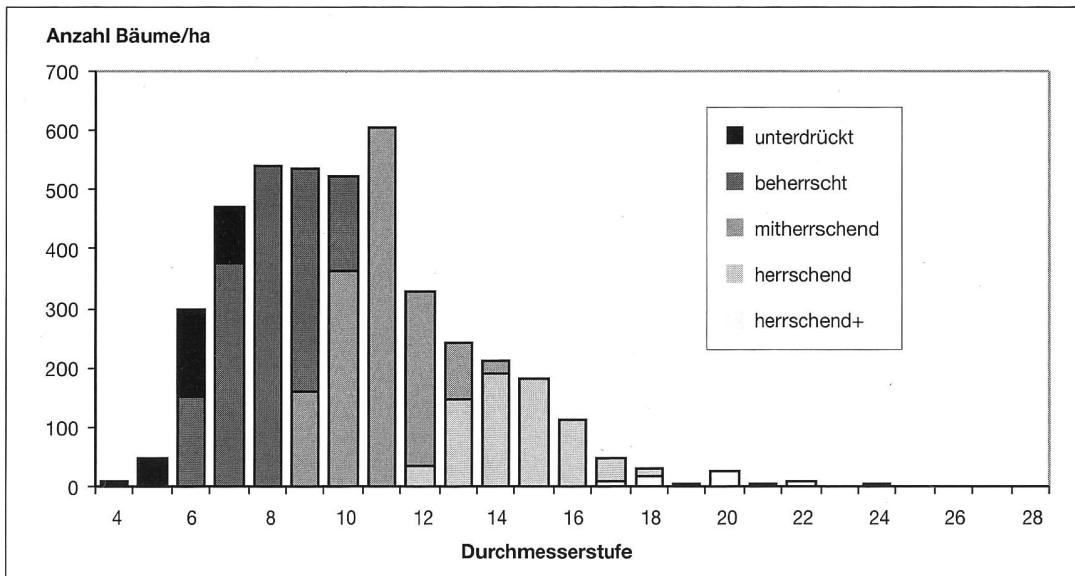


Abbildung 2: Durchmesserverteilung und soziale Stellung in einem 25-jährigen, unbehandelten Fichtenbestand.

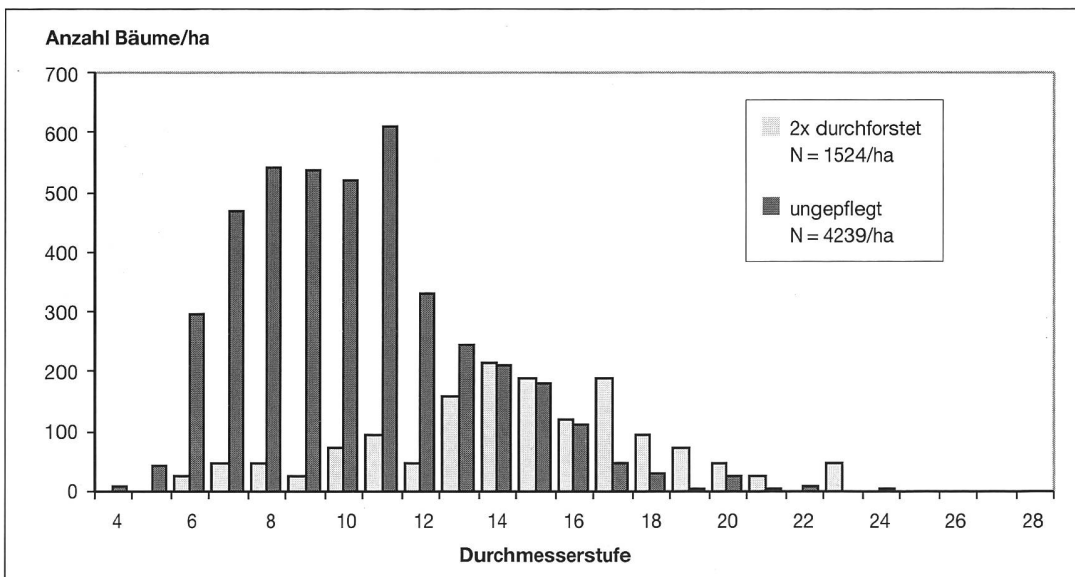


Abbildung 3: Vergleich der Durchmesserverteilung in einem ungepflegten und einem bisher zweimal durchforsteten Fichtenbestand.

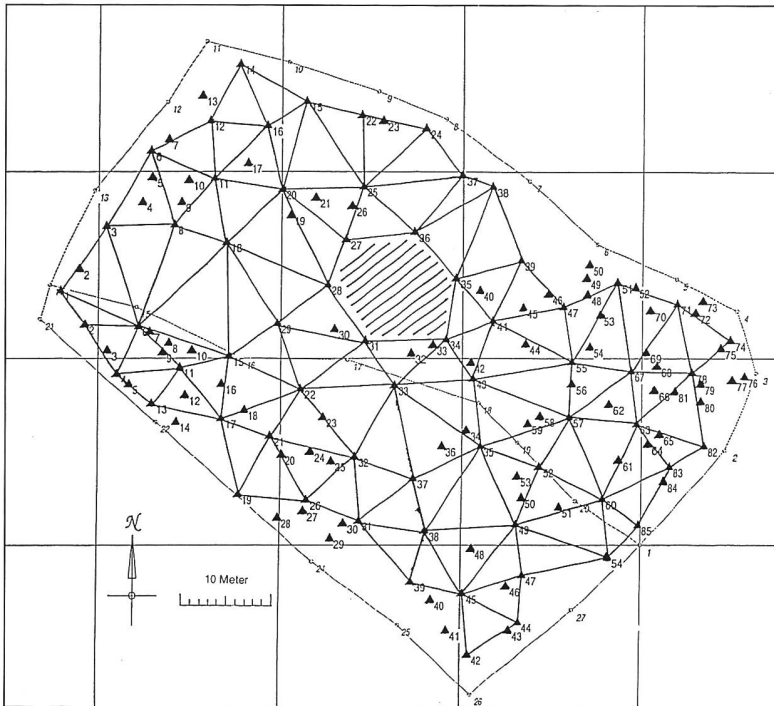


Abbildung 4: Räumliche Verteilung der Kandidaten und Z-Bäume in einem bisher ungepflegten Fichtenbestand. Die Kandidaten sind durch kleine Dreiecke, die Z-Bäume mittels Nachbarschaftslinien gekennzeichnet. Im schraffierten Bereich steht ein Überhällter.

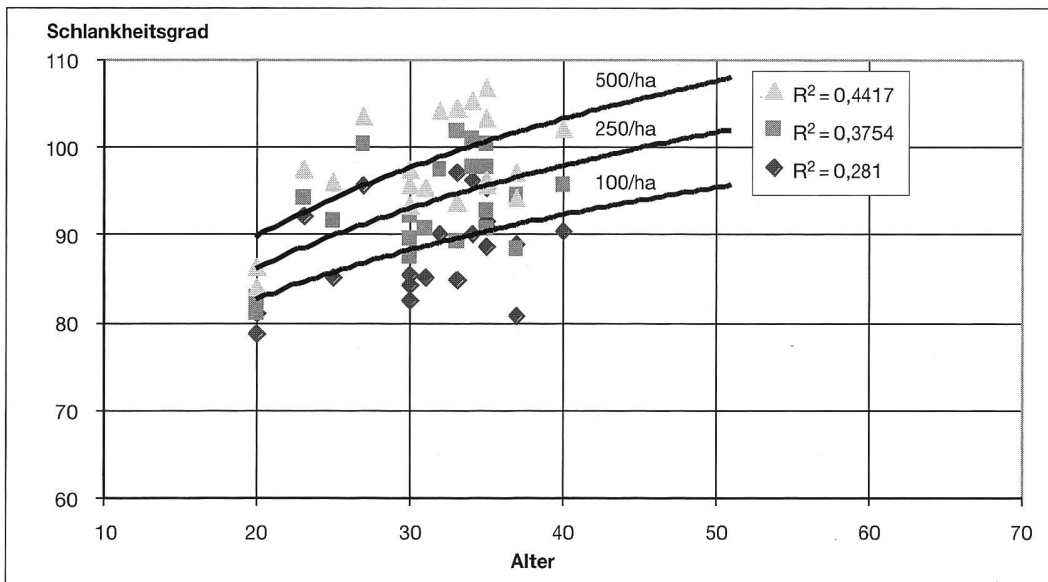


Abbildung 5: Mittlere Schlankeitsgrade der jeweils 100, 250 und 500 stärksten Bäume/ha in 22 undurchforsteten Fichtenbeständen, dargestellt in Abhängigkeit des Alters.

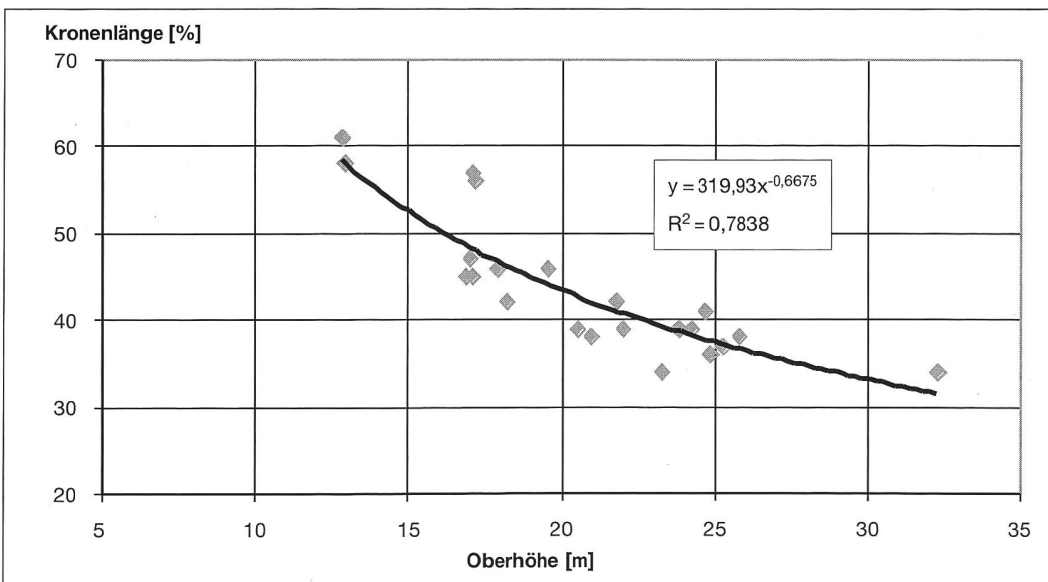


Abbildung 6: Kronenlänge der Z-Bäume in unbehandelten Fichtenbeständen in Abhängigkeit der Oberhöhe.

Kandidaten vorhanden, was für die Wahl der gewünschten 200 bis 250 Z-Bäume gerade knapp ausreichend war.

Nicht nur die Anzahl Kandidaten, sondern auch deren Verteilung auf der Fläche bestimmen das Ergebnis der Z-Baum-Wahl. Die Kandidaten sollten mit Vorteil so verteilt sein, dass eine einigermaßen regelmässige Auswahl der Z-Bäume möglich ist. In allen untersuchten Beständen konnte beobachtet werden, dass die stärkeren Bäume (manchmal auch zwei Bäume zusammen) regelmässig über die Fläche verteilt waren. Es gab keine grösseren Lücken, in welchen stärkere Bäume fehlten. *Abbildung 4* zeigt die Verteilung der Kandidaten und Z-Bäume am Beispiel desselben 25-jährigen Fichtenbestandes sowie des ebenfalls ungepflegten, sieben Jahre älteren Nachbarbestandes. Die Kandidaten (kleine Dreiecke) sind offensichtlich unregelmässig über die Fläche verteilt. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei den Kandidaten um Bäume handelt, welche bestimmte minimale Qualitätsanforderungen erfüllen mussten. Dazwischen stehen weitere herrschende Bäume, welche aufgrund qualitativer Mängel als Kandidaten nicht in Frage kamen und deshalb in *Abbildung 4* nicht erscheinen.

Im Beispiel von *Abbildung 4* standen 445 Kandidaten/ha zur Verfügung, aus denen 213 Z-Bäume/ha ausgewählt wurden. Die Z-Bäume sind in *Abbildung 4* durch die Nachbarschaftslinien gekennzeichnet: Die Z-Baum-Verteilung ist ziemlich regelmässig, und die Fläche ist insgesamt gut ausgenutzt. Die kleine Lücke (schraffiert) wird durch einen Überhälter ausgefüllt, so dass hier gar kein Z-Baum Platz gehabt hätte. Dies ist nur ein einzelnes Beispiel, welches jedoch repräsentativ ist für die anderen Bestände. Die Verteilung der Z-Bäume war in allen untersuchten Beispielen zufriedenstellend, wobei der Spielraum bei 250 Kandidaten/ha nicht mehr gross war. Wünschenswert wäre deshalb eine minimale Anzahl Kandidaten von rund 350/ha.

### 3.2.3 Schlankheitsgrad und Kronenlänge

In *Abbildung 5* sind jeweils die 100 bzw. 250 oder 500 dicksten Bäume/ha jedes Bestandes für die Berechnung ihres mittleren Schlankheitsgrades verwendet worden. Diese Darstellungsart wurde gewählt, um einen korrekten Vergleich der Bestände hinsichtlich ihrer Schlankheitsgrade machen zu können. Obwohl die Streuung der Werte relativ hoch ist, kann im betrachteten Altersrahmen von 20 bis 50 Jahren mit zunehmendem Alter eine Tendenz zu höheren Schlankheitsgraden herausgelesen werden.

Hier ist zu bemerken, dass Faktoren wie Beimischung von Laubholz, Pflanzabstand, Bonität, Ertragsniveau, Hangneigung, Topographie ebenfalls eine Rolle spielen. Es ist anzunehmen, dass sich diese Einflüsse mit dem Einfluss des Alters überlagern. Die Wirkung dieser weiteren Kriterien wurde bei der bisherigen Auswertung nicht berücksichtigt.

Betrachtet man in *Abbildung 5* die 500 stärksten Bäume/ha, so wird der Schlankheitsgrad 100 im Mittel bei einem Alter von 35 Jahren überschritten. Bei den 250 dicksten Bäumen/ha passiert dies erst im Alter von 45 Jahren. Die 100 dicksten Fichten/ha derselben Bestände werden vermutlich im Mittel einen Schlankheitsgrad von 100 gar nie erreichen. Es liegt in der Natur des Baumwachstums, dass sich die Schlankheitsgrade zumindest der stärksten Bäume mit den Jahren von selber wieder verbessern werden, weil das Höhenwachstum laufend abnimmt und viel weniger lange anhält als der Durchmesserzuwachs. Bis zu dieser natürlichen Verbesserung der Stabilität vergehen allerdings Jahrzehnte, in denen die Schlankheitsgrade auf hohem Niveau verbleiben. Während dieser Zeit besteht ein erhöhtes Risiko von Nassschneeschäden.

Mit der differenzierten Betrachtungsweise von *Abbildung 5* wird klar, dass auch ungepflegte Bestände eine gewisse Anzahl von Bäumen mit guter oder zumindest genügender Stabilität aufweisen.

Erwartungsgemäss nimmt die Kronenlänge mit zunehmendem Alter ab. In *Abbildung 6* ist diese Abnahme der Kronenlänge der Z-Bäume als Funktion der Oberhöhe aufgezeichnet. Die Abnahme der Kronenlänge verläuft für alle untersuchten Bestände weitgehend einheitlich. Bei den zwei Beständen, welche sich durch im Mittel deutlich längere Kronen abheben, handelt es sich um die Bestände, welche eine markant schlechtere Bonität haben (Bonität 23 bzw. 24). Dies gibt einen Hinweis darauf, dass sich bei gleicher Oberhöhe Bestände schlechterer Bonität noch besser von selber strukturieren als Bestände auf sehr wüchsigen Standorten, was aber nicht gesichert ist.

Bei einer Oberhöhe von 16 m beträgt die Kronenlänge der Z-Bäume noch 50%, bei einer Oberhöhe von 30 m sind es 33%, also immer noch ein Drittel der Baumhöhe. Die Kronenlängen der einzelnen Z-Bäume schwankten im 51-jährigen Bestand Wutach zwischen 27 und 48%.

## 3.3 Diskussion

### 3.3.1 Die waldbauliche Brauchbarkeit

Die in Kapitel 2 genannten Fragen können aufgrund der Analyse der 22 untersuchten Fichtenbestände grundsätzlich positiv beantwortet werden: Mit diesen bisher unbehandelten Beständen kann das Ziel der Qualitätsholzproduktion durchaus erreicht werden.

Eine wichtige Rolle spielt dabei die natürliche Mortalität, wodurch eine kontinuierliche Stammzahlabnahme stattfindet. Die Analyse hat gezeigt, dass ungepflegte Fichtenbestände nicht ausschliesslich aus langen, dünnen Bäumen bestehen, sondern dass sich von selber eine sehr grosse Durchmesserdiversifizierung einstellt. LEDER (1998) weist in knapp 50-jährigen, unbehandelten Fichtenbeständen ebenfalls auf die erhebliche Durchmesserspreitung von 7 bis 37 cm hin. PREUHLER und SCHMIDT (1989) beschrieben in einer 60-jährigen, undurchforsteten Fichtenparzelle einerseits die hohe Stammzahl und das dichte Ineinandergreifen der Kronen, andererseits aber auch den deutlichen Trend zur Selbstdifferenzierung mit einer Reihe grosskroniger vorherrschender und herrschender Bestandeglieder.

Die Kronenlängen nehmen mit zunehmendem Alter ab, wobei die Z-Bäume bis ins Alter 50 noch bemerkenswert lange Kronen haben. Die Z-Baum-Wahl stellte bezüglich Anzahl und Verteilung der Z-Bäume in den 22 untersuchten Beständen kein Problem dar. Vor allem in den älteren Beständen war die Auslesebasis teilweise gering, aber doch genügend. AMMANN und BURKHARD (1997) haben mit dem Aggregationsindex von Clark & Evans gezeigt, dass die Pflege eine räumliche Homogenisierung der Kandidaten bewirkt. In ungepflegten Beständen waren die Kandidaten weniger regelmässig verteilt. Auf die Verteilung der Z-Bäume hatte dies aber keinen Einfluss; diese waren in gepflegten und ungepflegten Beständen annähernd gleich regelmässig verteilt. LEDER (1998) schreibt in der erwähnten Untersuchung: «Besonders erstaunt ist die Anzahl der regelmässig verteilten, herrschenden Bäume, die auf den [knapp 50-jährigen, unbehandelten] Versuchsflächen zwischen 188 und 430 Bäumen [je Hektar] liegen. In Anbetracht dieser relativ hohen Anzahl von Z-Bäumen stellt sich zwangsläufig die Frage, ob die intensive Förderung dieser Bäume, wie sie bisher durchgeführt wurde, notwendig ist, zumal auch 80 bis 100 Z-Bäume je ha genügen könnten.»

### 3.3.2 Bestandesstabilität

Die Gefahr von Nassschneeschäden in unbehandelten Fichtenbeständen ist nicht zu unterschätzen und bedarf einer eingehenden Betrachtung. Grundsätzlich kann unterschieden werden zwischen individueller (Einzelbaum-) und kollektiver (Bestandes-) Stabilität. Eine hohe Bestandesdichte mit gedrängtem

Bestandesschluss ist grundsätzlich positiv für die kollektive Stabilität. Allerdings wird kollektive Stabilität nur über individuelle Stabilität erreicht (MARSCH 1989). Wann ist ein Einzelbaum stabil?

Nach Angabe verschiedener Autoren (Zusammenstellung in ROTTMANN 1983) besteht bei Schlankheitsgraden  $<80$  übereinstimmend nahezu keine Gefährdung. Bei  $h/d$ -Werten zwischen 80 und 90 ist die Gefährdung gering. Bei Werten zwischen 90 und 100 wird die Gefährdung als merklich, stark oder gross eingestuft. Schlankheitsgrade von über 100 bedeuten eine grosse oder sehr grosse Schneebruchgefährdung. Gemäss ROTTMANN selber (1985) sind bei  $h/d$ -Werten  $<90$  nur geringe Schäden zu erwarten. Er unterstreicht die grosse Bedeutung des Schlankheitsgrades für die Stabilitätsbeurteilung und macht darauf aufmerksam, dass eine scharfe Grenzwertangabe nicht sinnvoll, sondern nur akademischer Natur ist (ROTTMANN 1983). All diesen Publikationen gemeinsam ist, dass sie im Anschluss an ausserordentliche Schneebruchereignisse entstanden sind. Gemäss MARSCH (1989) sind nennenswerte Tragfähigkeitserhöhungen erst dann nachzuweisen, wenn der Schlankheitsgrad unter 90 gesenkt wird. SCHÜTZ (1999) erwähnt bei den wintergrünen Koniferen einen Schlankheitsgrad von 100 oder höher als kritische Grenze. Diese Angaben beziehen sich auf die Stabilität des Einzelbaums.

LEDER (1998) erwähnt aufgrund von Beobachtungen in undurchforsteten Beständen die Möglichkeit, Fichtenbestände bis zum Alter von 50 Jahren unbehandelt zu lassen und dann langsam, mit einem allmählichen Übergang von der kollektiven zur Einzelbaum-Stabilität, zu stabilisieren.

Es stellt sich im Zusammenhang mit Schneebruchereignissen die Frage, was denn überhaupt ein Schaden ist. Nicht jeder in undurchforsteten Beständen durch Schneelast gebogene oder gebrochene Baum ist ein Schaden. Falls nur vereinzelt Bäume gebrochen werden oder die Schäden kleinflächig bleiben (kleiner  $\frac{1}{2}$  Are), überwiegen die positiven Effekte solcher Ereignisse, indem die Nachbarn der geschädigten Bäume mehr Standraum bekommen. Dadurch verbessert sich deren Stabilität und damit auch die Stabilität des ganzen Bestandes. Naturgemäss haben die stärksten und damit stabilsten Bäume das grösste Potential, um auf solche Veränderungen zu reagieren; sie profitieren deshalb auch am meisten davon. Diese Mechanismen wurden unter dem Stichwort «Durchforstungseffekte» von AMMANN und BURKHARD (1997) beschrieben. Nach ROTTMANN (1985) sind kleinere Flächenbrüche bis zu einer Breite von 10 m später (im Alter 100) nicht mehr zu erkennen. Dasselbe gilt für gleichmässig über die Fläche verteilte Einzelbrüche (sogenannte Lichtungsbrüche).

Das Risiko eines Schadenereignisses steigt nicht nur mit zunehmendem Schlankheitsgrad. Entscheidend ist auch die Zeitdauer, während der ein Bestand erhöhte Schlankheitsgrade aufweist. Je länger dieser Zeitraum, desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass ein extremes Ereignis eintritt.

### 3.3.3 Zeitpunkt des Ersteingriffs

Falls ein Konzept der Jungwaldbehandlung ohne Eingriffe zur Anwendung kommen soll, stellt sich die wichtige Frage, wann der erste Eingriff erfolgen muss. Um kein übermässiges Produktionsrisiko einzugehen, werden folgende Forderungen gestellt: Die Anzahl Kandidaten soll 350 nicht unterschreiten, damit für die Auslese der gewünschten 200 bis 250 Z-Bäume eine genügende Auslesebasis vorhanden ist und eine sinnvolle Verteilung erreicht werden kann. Die mittlere Kronenlänge der Z-Bäume soll 40% nicht unterschreiten. Der mittlere Schlankheitsgrad der 250 stärksten Bäume/ha soll 90 nicht überschreiten.

Der Zeitpunkt des Ersteingriffs kann nun für die erwähnten Kriterien einzeln bestimmt werden. Dabei können keine eindeutigen Alterszahlen angegeben werden, sondern die

Streuung der Daten ist zu berücksichtigen. Um die genannte Anzahl Kandidaten zu gewährleisten, müsste der Ersteingriff bei einer Oberhöhe im Bereich von 20 bis 30 m erfolgen (Abbildung 1). Dies entspricht für die gute Bonität der untersuchten Bestände einem Alter von 30 bis 50 Jahren. Gemäss Abbildung 6 wird die mittlere Kronenlänge der Z-Bäume von 40% bei einer Oberhöhe von 20 bis 25 m erreicht, wodurch der Zeitpunkt des Ersteingriffs im Alter von 30 bis 40 Jahren erfolgen müsste. Das Kriterium der Bestandesstabilität lässt aufgrund der grossen Streuung den Zeitpunkt des Ersteingriffs nicht eindeutig ermitteln. Die Forderung, dass die 250 stärksten Bäume einen mittleren Schlankheitsgrad von 90 nicht überschreiten sollen, verlangt gemäss Abbildung 5 für die weniger stabilen Bestände einen Ersteingriff schon im Alter von 20 Jahren, während für einzelne sehr stabile Bestände bis Alter 40 gewartet werden kann. Tabelle 2 fasst die Ergebnisse der drei genannten Ansätze zur Bestimmung des Zeitpunktes des Ersteingriffes zusammen:

Tabelle 2: Kriterien und Zeitrahmen zum Zeitpunkt des Ersteingriffs in Fichtenbeständen.

Kriterium	Forderung	Alter beim Ersteingriff: (Zeitrahmen)
Anzahl Kandidaten	Ca. 350 ( $\Rightarrow$ 200–250 Z-Bäume)	30–50
Kronenlänge	$\geq 40\%$	30–40
Stabilität/ $h/d$ -Wert	$h/d_{250} \leq 90$	20–40

Damit wird in Fichtenbeständen meist die Stabilität der limitierende Faktor für den Zeitpunkt des Ersteingriffs sein. Wichtig ist es, dass jeder Bestand einzeln beurteilt wird (situatives Vorgehen). Bis zum Alter von 20 Jahren kann ohne grosses Risiko mit dem Ersteingriff zugewartet werden. Bei einer guten Stabilität und genügenden Anzahl Kandidaten oder aber bei grösserer Risikobereitschaft kann der Ersteingriff bis zum Alter 40 hinausgeschoben werden. Diese Angaben gelten für produktive Standorte, wie sie im Schweizer Mittelland häufig sind und für stammzahlreich begründete Bestände. Bei weitständig begründeten Fichtenbeständen wäre insbesondere die Frage der Stabilität weniger vordringlich.

### 3.3.4 Vor- und Nachteile von ungepflegten Fichtenbeständen

Nachfolgend sind einige grundsätzliche Vor- und Nachteile von ungepflegten Fichtenstangenhölzern aufgeführt, ohne diese aber zu quantifizieren oder monetär zu bewerten.

#### Nachteile:

- Ein Nachteil, welcher sich bei Eintreten von ausserordentlichen Nassschneeereignissen sehr gravierend auswirken könnte, ist die schon diskutierte schlechtere Bestandesstabilität, welche sich in den höheren Schlankheitsgraden ausdrückt.
- Ein weiterer Nachteil ist der grosse Dichtstand. Dieser bringt einerseits eine gewisse Unübersichtlichkeit und andererseits holzerntetechnisch erschwerte Bedingungen für den Ersteingriff. Anders gesagt: Das Fällen der Bäume ist stark erschwert. Dies hat unter Umständen auch finanzielle Konsequenzen.
- Falls längere Zeit keine Pflege erfolgt, muss mit einer Verlängerung der Umtriebszeit gerechnet werden, d.h. die Ziel-durchmesser werden erst später erreicht, wie BURKHARD (AMMANN und BURKHARD 1997) gezeigt hat. Auf guten Standorten sollte gemäss BURKHARD zwar auch mit einem Ersteingriff im Alter 40 eine Umtriebszeit von 120 Jahren noch genügen, um Fichtenlangholz 1. Klasse zu erreichen. Mit früherer und starker Pflege wären auf diesen Standorten allerdings kürzere Umtriebszeiten möglich, wodurch eine höhere Produktivität erzielt werden könnte.

**Vorteile:**

- Diese Bestände haben bis jetzt keine Dickungs- und Stangenholzpflgekosten verursacht.
- Es sind keine Ernteschäden von früheren Eingriffen zu verzeichnen (Auswirkung: Fäule).
- Bezüglich Holzqualität ergeben sich gewisse Vorteile bei dicht aufwachsenden Beständen: Feinerer Jahrringbau und bessere Ausbeute durch höhere Vollholzigkeit.
- Es handelt sich um ein Konzept mit wenig Vornutzungen. Das Hauptgewicht liegt auf der Endnutzung. Ein grosser Teil der wirtschaftlich nachteiligen Vornutzungen wird der natürlichen Mortalität überlassen.

### 3.3.5 Biologische Rationalisierung am Beispiel einer Erstdurchforstung

Im folgenden Kapitel soll nun ein Ersteinriff in einen ungepflegten Bestand – wieder am Beispiel des 25-jährigen Fichtenbestandes – beschrieben und dabei auf die Stichworte der biologischen Rationalisierung Bezug genommen werden.

Konzentrationsprinzip: Die Bestandesbehandlung konzentriert sich von Beginn weg auf die 200 bis 250 Z-Bäume, auf diese bezieht demzufolge der Eingriff. In *Abbildung 7* sind die Kandidaten und Z-Bäume sowie der Aushieb ersichtlich. Die Z-Bäume entsprechen knapp 4% der Gesamtstammzahl; der Eingriff «konzentriert» sich somit auf 4% der vorhandenen Bäume.

Bei der Auswahl der Z-Bäume ist die soziale Stellung von grosser Bedeutung. Wenn ein leicht vorherrschender Baum ausgewählt wird («h+»), dann hat dieser im Moment möglicherweise gar keine ernsthaften Konkurrenten, so dass sich eine Massnahme erübrigt. Falls ein mitherrschender Baum ausgewählt würde (was ein Fehler wäre), braucht es die Entnahme von vielleicht drei bis vier Konkurrenten, damit der Z-Baum eine reelle Chance hat; trotzdem ist die Gefahr gross – abgesehen von Stabilitätsproblemen –, dass beim nächsten Eingriff wieder ein übermässiger Aufwand notwendig ist. Die soziale Stellung eines Z-Baumes ist somit äusserst wichtig (nämlich mindestens herrschend). Ein (leicht) vorherrschender Z-Baum ist das beste Beispiel von Naturautomation. WEIHS, WILHELM und ROOS (1999) haben in undurchforsteten Fichtenbeständen in Femellöchern beobachtet, wie sich der Zuwachs immer mehr auf die vorherrschenden Bäume verlagert. Diese können ohne gezielte Standraumerweiterung nicht nur ihren Wuchsraum selbst erobern, sondern ihre Wuchsüberlegenheit gegenüber dem Restbestand mit zunehmendem Alter ausbauen. Allerdings ist zu beachten, dass es sich dabei im Gegensatz zu den hier untersuchten Beständen um solche aus Naturverjüngung handelt.

Hierzu ist noch zu bemerken, dass in bisher ungepflegten Beständen die herrschenden bis vorherrschenden Bäume dank der hohen Bestandesdichte im Normalfall eine gute Qualität aufweisen. In stark gepflegten Beständen ergeben sich demgegenüber häufig Konflikte bei bisher geförderten, stabilen Bäumen, welche aber eine grobe Qualität (Astigkeit) aufweisen. In solchen Fällen wird manchmal bei der Auslese aus Qualitätsgründen auf dünnere, sozial tieferstehende Bäume ausgewichen, was aber wiederum bezüglich Stabilität Risiken birgt. Ausserdem ist mit einem Wechsel der Z-Bäume immer auch ein Verlust verbunden, indem Bäume gefördert wurden, welche dann doch den Zieldurchmesser nicht erreichen werden (Zickzackkurs).

Auch der Aushieb erfolgt konzentriert, es werden nur direkte Konkurrenten von Z-Bäumen entnommen. Dies ist auch für die Stabilität vorteilhaft, indem der Kronenschluss so wenig wie möglich unterbrochen wird. Das Durchforstungsprozent betrug in diesem Beispiel 9% (9% der Grundfläche; entspricht 5,5% der Stammzahl). Weil nur Konkurrenten der Z-Bäume gefällt werden und dazwischen nichts passiert, kommt jeder

gefällte Baum direkt einem Z-Baum zugute, so dass mit einem sehr schwachen Eingriff eine hohe Wirkung erzielt wird. Die Tatsache, dass nur direkte Konkurrenten der Z-Bäume entnommen werden, ist nicht nur in der Einsparung von Kosten begründet, sondern auch darin, dass zwischen den Z-Bäumen keine anderen Bäume gefördert werden sollen, welche dadurch später eine stärkere Konkurrenz auf die Z-Bäume ausüben würden, was wiederum bei späteren Eingriffen einen höheren Aufwand verursachen würde. Damit wird die Naturautomation durch die Art und Weise des Eingriffs zusätzlich verstärkt.

Im vorliegenden Beispiel wurden pro Z-Baum je nach Situation null bis zwei Konkurrenten angezeichnet (wichtig: der/die stärkste/n Konkurrent/en, vgl. *Abbildung 7*) und entnommen. Im Durchschnitt waren es 1,5 Konkurrenten. Hier kommt das situative Moment dazu. Durch Beurteilung jedes einzelnen Z-Baumes wurde festgestellt, dass bei einigen wenigen Z-Bäumen kein ernsthafter Konkurrent vorhanden ist (meist bei h+-Bäumen). In diesem Fall musste nichts gemacht werden, denn die mitherrschenden und beherrschten Nachbarbäume können der natürlichen Mortalität überlassen werden oder allenfalls später, bei grösseren Durchmessern geerntet werden. Dies ist auch aus *Abbildung 7* ersichtlich: Weil der grösste Teil der Bäume in einem undurchforsteten Fichtenbestand zu den unteren sozialen Klassen gehört (*Abbildung 2*), hat es pro Z-Baum nur einen bis zwei herrschende Konkurrenten, die restlichen (drei bis fünf) Nachbarn sind mitherrschend oder beherrscht. Damit wurden durch die Entnahme von null bis zwei Konkurrenten pro Z-Baum in vielen Fällen alle wesentlichen Konkurrenten entfernt.

Im konkreten Fall wurde auf Holznutzung verzichtet (Mittelstamm des Aushiebs etwa 13 cm BHD). Die Bäume wurden mit Schrägschnitten gefällt und in etwa 2 m lange Stücke zerteilt und liegengelassen (Holzanfall etwa 30 m<sup>3</sup>/ha). Dieser Eingriff erforderte fünf Stunden pro Hektar! (Zeitbedarf nur für die Ausführung, ohne Auslese und Anzeichnung.)

### 3.3.6 Gedanken zur weiteren Bestandesbehandlung

Aus *Abbildung 2* ist ersichtlich, dass im erwähnten 25-jährigen Bestand etwa 800 Fichten herrschend sind (oder h+). Davon wurden etwa 200 als Z-Bäume gewählt. Bei den entnommenen Konkurrenten handelt es sich zum grössten Teil ebenfalls um herrschende Bäume (Anzahl etwa 300). Somit bleiben nach dem Eingriff noch rund 300 herrschende Konkurrenten. Diese können problemlos in einem zweiten Eingriff in acht bis zehn Jahren entnommen werden. Die restlichen Bäume, welche höchstens mitherrschend sind, sind nur marginale Konkurrenten; sie werden von den jetzt schon herrschenden und bis dann zusätzlich zweimal begünstigten Z-Bäumen weiter «abgehängt» werden. Somit kann die eingangs formulierte Zielsetzung der Qualitätsholzproduktion mit zwei feinen Eingriffen erreicht werden. Denkbar wäre auch, die zwischenständigen, mitherrschenden und beherrschten Bäume im Alter von rund 50 Jahren in einem dritten Eingriff zu ernten, wobei dann weniger die Förderung der Z-Bäume, sondern die Nutzung dieser Bäume im Vordergrund stehen würde. Dieser Eingriff könnte bei Vollereinsatz sicher kostendeckend gestaltet werden.

## 4. Unbehandelte Eschen- und Ahornbestände

### 4.1 Übersicht über die verwendeten Bestände

Es standen total zwölf ungepflegte Eschen- und Ahornbestände im Altersbereich von 11 bis 34 Jahren zur Verfügung (*Tabelle 3*). Diese stammen mehrheitlich aus Naturverjüngung, einige sind gepflanzt worden.

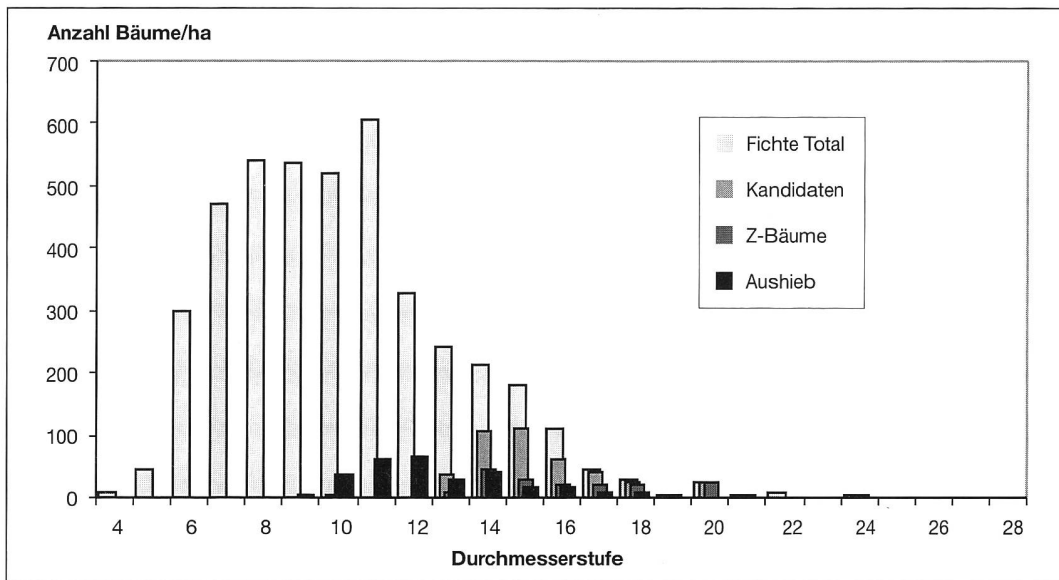


Abbildung 7: Ersteintritt in einem bisher unbehandelten, 25-jährigen Fichtenbestand: Dargestellt sind Durchmesserverteilung des Gesamtbestandes, der Kandidaten, der Z-Bäume sowie des Aushiebs.

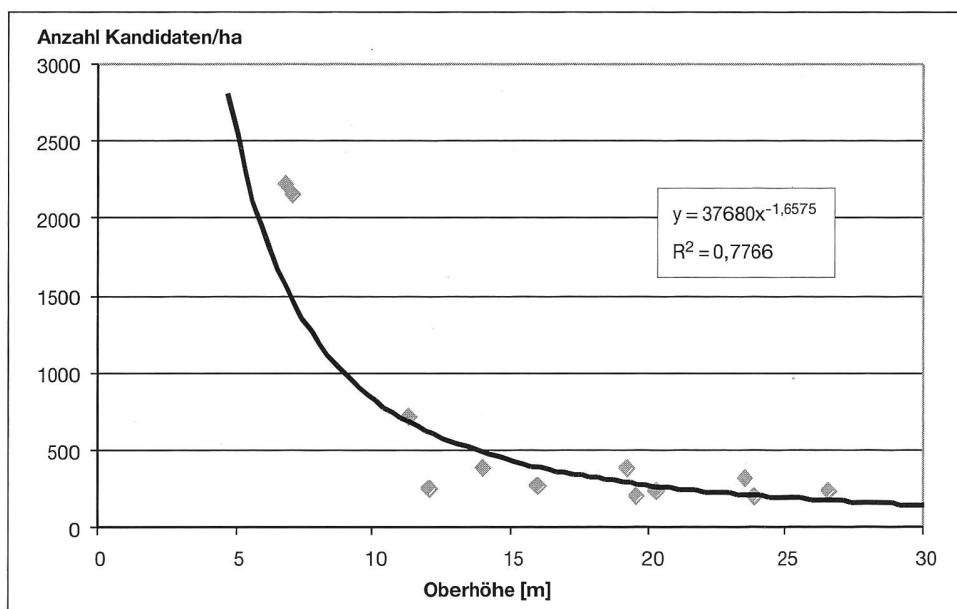


Abbildung 8: Entwicklung der Anzahl Kandidaten in unbehandelten Laubholzbeständen, dargestellt in Abhängigkeit der Oberhöhe.

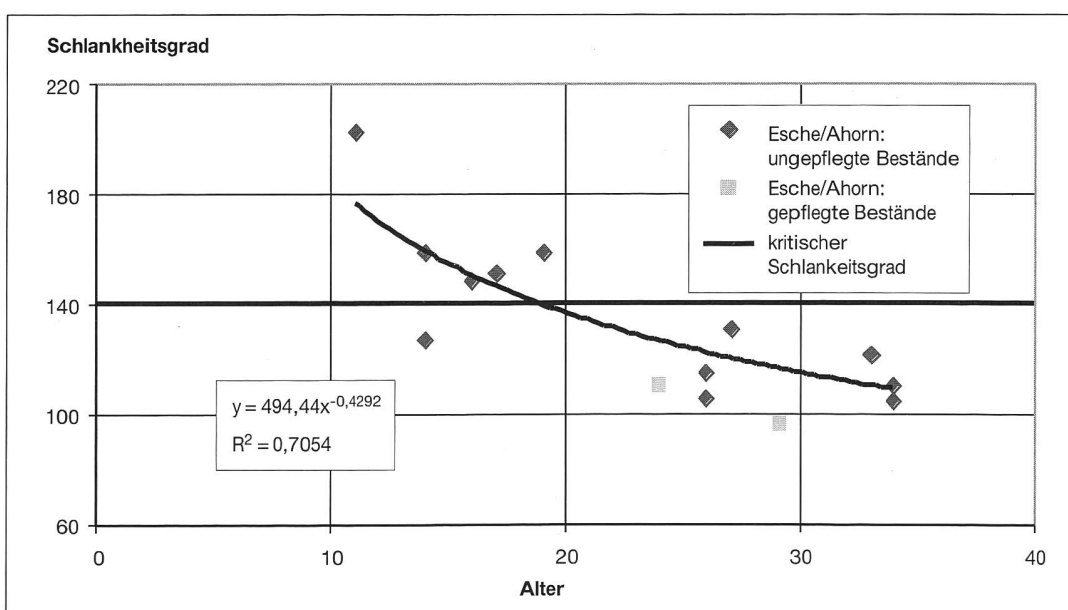


Abbildung 9: Entwicklung der Schlankeitsgrade der Kandidaten in unbehandelten Eschen- und Ahornbeständen.

## 4.2 Ergebnisse

### 4.2.1 Stammzahlabnahme und Anzahl Kandidaten

Auch in ungepflegten Laubholzbeständen funktioniert die natürliche Mortalität. Obwohl sich die Angaben in *Tabelle 3* infolge unterschiedlicher Kluppschwellen uneinheitlich präsentieren, ist ersichtlich, dass die Stammzahlen von selber auf natürliche Art und Weise rasant abnehmen. Namentlich die aus Naturverjüngung entstandenen Bestände hatten anfänglich sehr hohe Stammzahlen.

Die Entwicklung der Anzahl Kandidaten pro Hektar (*Abbildung 8*) verläuft parallel zur Stammzahlabnahme. Im Oberhöhenbereich 5 bis 10 m zeigt sich eine schnelle Abnahme der vorhandenen Kandidaten von anfänglich über 2000 auf etwa 800/ha. Bei Oberhöhe 15 m hat es immer noch rund 400 Kandidaten/ha, also eine genügende Anzahl. In einigen Beständen wurden nur rund 200 Kandidaten gefunden. Dieser Wert ist für die Wahl der Z-Bäume in genügender Zahl und sinnvoller Verteilung gerade ausreichend. Dabei ist zu bedenken, dass aufgrund der grösseren Endabstände für die Baumarten Esche und Ahorn weniger Z-Bäume benötigt werden als in Fichtenbeständen, nämlich nur 100 bis 150 pro Hektar. In *Abbildung 8* fällt der Bestand Pfäffikon1 etwas aus der Reihe, welcher bei einer Oberhöhe von 12 m nur 245 Kandidaten/ha enthält. Es handelt sich um einen gepflanzten Bestand, welcher auch durch seine geringe Stammzahl auffällt. Bezüglich der Verteilung der Kandidaten bestand zwischen Eschen- und Ahorn- bzw. Fichtenbeständen kein Unterschied.

### 4.2.2 Entwicklung der Schlankheitsgrade und Kronenlängen

Die Entwicklung der Schlankheitsgrade verläuft in undurchforsteten Laubholz-Bestockungen grundsätzlich anders als bei der Fichte. In *Abbildung 9* sind die mittleren Schlankheitsgrade der Kandidaten in unbehandelten Eschen- und Ahornbeständen dargestellt. Es ist ein klarer Trend vorhanden, dass sich die Schlankheitsgrade in undurchforsteten Beständen – ausgehend von sehr hohen Werten – mit zunehmendem Alter rasch von selbst verbessern.

In *Abbildung 9* sind zusätzlich zwei gepflegte Bestände dargestellt. In diesen Beständen ist der mittlere Schlankheitsgrad der Kandidaten zwar besser als bei den ungepflegten Beständen, der Unterschied ist jedoch nicht sehr gross. Ebenfalls ersichtlich ist der kritische Schlankheitsgrad, welcher bei  $h/d$  140 eingetragen ist.

### 4.2.3 Qualität

Im Gegensatz zur Fichte, wo normalerweise der Stamm auf seiner gesamten Länge als Nutzholz verwendet werden kann und die Bildung einer geraden, durchgehenden Schaftachse den Normalfall darstellt, kommt der Ausbildung eines qualitativ schönen Nutzholz-Erdstammes bei Laubholzbeständen eine höhere Bedeutung zu. Dabei spielt insbesondere die Länge des

Erdstückes, welches eine bestimmte Qualität erreicht, eine grosse Rolle; also beispielsweise, ob bei einer Esche ein Zwiesel auf 5 m oder auf 10 m Höhe ansetzt.

Die Messung der Qualitätshöhe (Kapitel 2) ergab für alle 284 Eschen- und Ahorn-Kandidaten der untersuchten Laubholzbestände einen Mittelwert von 6,7 m. Die 121 Z-Bäume hatten eine mittlere Qualitätshöhe von 7,0 m. Zwei der Bestände konnten nicht verwendet werden, weil die Oberhöhen im Bereich von 7 m noch keine definitive Beurteilung der Qualität erlaubten. Weil vorläufig noch zuwenig Messungen aus gepflegten Beständen herangezogen werden können, ist ein Vergleich an dieser Stelle nicht sinnvoll.

## 4.3 Diskussion

### 4.3.1 Waldbauliche Brauchbarkeit

Die untersuchten unbehandelten Eschen- und Ahornbestände im Altersrahmen von 11 bis 34 Jahren waren in einem Zustand, der in keinem Widerspruch zu den gesteckten Zielen der Qualitätsholzproduktion steht. Eine zentrale Rolle spielt dabei wiederum die Selbstdifferenzierung, welche sich aufgrund von Wachstum und Konkurrenz einstellt. Die Folge davon ist die natürliche Mortalität. Dabei spielt die ursprüngliche Bestandesdichte keine Rolle; auch Bestände aus sehr dichten Naturverjüngungen enthalten genügend Kandidaten. Hohe Dichte und Homogenität scheinen sogar von Vorteil zu sein; der gepflanzte Bestand Pfäffikon mit relativ geringen Stammzahlen enthält verhältnismässig wenige Kandidaten. Diese Ergebnisse bestätigen auch ATTENBERGER (1998), welcher für homogene und dichte, aus Naturverjüngung entstandene Eschen- und Ahornbestände gezeigt hat, dass bei einer Oberhöhe von 10 m noch über 1000 Kandidaten/ha vorhanden sind. Seine Werte liegen damit noch höher als die der vorliegenden Untersuchung (*Abbildung 8*). Bei einem solchen Überfluss – gemessen an der benötigten Anzahl Z-Bäume – erscheint eine frühe Pflege aufgrund der Anzahl Kandidaten als unnötig.

Zum gleichen Ergebnis führt die Betrachtung des Kriteriums Stabilität. Aufgrund der höheren Biegefestigkeit von Laubhölzern kann hier auch die kritische Grenze viel höher angesetzt werden. KODRIK (1988) geht in Buchendickungen von einem kritischen Schlankheitsgrad von 140 aus. Dieser Wert wird zwar von den jungen Beständen überschritten – in *Abbildung 9* handelt es sich dabei meist um Eschendickungen –, doch verbessert sich die Stabilität schon bis zum Alter 20 unter diese kritische Grenze. Die erwähnten Eschendickungen machen übrigens trotz hoher Schlankheitsgrade durchaus keinen labilen Eindruck. Die Stabilität ist damit in Eschen- und Ahornbeständen, im Gegensatz zur Fichte, kein Problem.

### 4.3.2 Zeitpunkt des Ersteingriffs

Aufgrund der Entwicklung der Kandidatenzahlen müsste der erste Eingriff in bisher ungepflegten Eschen- und Ahornbestän-

*Tabelle 3:* Charakterisierung der ungepflegten Eschen- und Ahornbestände.

Bestand	Alter	Fläche [Aren]	Oberhöhe [m]	Hauptbaumart	Stammzahl/ha	Anteil Hauptbaumart [%G]
Affoltern	11	4,78	6,8	Esche	44324	97,9
Pfäffikon	14	6,94	12,0	Ahorn/Esche	3415	99,0
Steckborn4	14	0,65	7,1	Esche	38154	97,0
Guggenbühl	16	3,64	14,0	Esche	5687	57,8
Steckborn1-3	17	8,60	11,3	Esche	15944	73,5
Wasterkingen	19	2,32	16,0	Ahorn	4612	100,0
Alphof1	26	13,59	19,2	Ahorn	2296	91,3
Alphof2	26	11,72	20,3	Esche	2790	94,2
Girstel	27	27,89	19,6	Esche	2754	99,0
Fehraltorf	33	11,10	26,6	Esche	1694	91,2
Hemenrüti5	34	8,57	23,5	Esche	2124	60,9
Ramsberg	34	9,10	23,9	Ahorn/Esche	2088	42,0

den bei einer Oberhöhe von 15 bis 25 m erfolgen. Dies entspricht für die untersuchten Bestände einem Altersrahmen von 20 bis 40 Jahren. Aufgrund der Stabilität kann auf Eingriffe verzichtet werden.

Die Frage, wann der Ersteingriff spätestens erfolgen soll, wird bei Esche und Ahorn mehr durch wirtschaftliche Überlegungen bestimmt. Produktionsziel für diese Baumarten ist qualitativ gutes Holz in einem kurzen Zeitraum; die Umtriebszeit beträgt rund 80 Jahre. Speziell bei der Esche gibt es dafür gute holztechnologische Gründe: Erste regelmässige Verkerungen wurden ab einem Alter von 40 bis 50 Jahren festgesetzt, wobei die Braunkernbildung mehr durch das Alter als durch den Durchmesser beeinflusst wird (OLIVER-VILLANUEVA 1993). Zudem hat bei der Esche das Holz von jüngeren Bäumen bessere technologische Eigenschaften (OLIVER-VILLANUEVA 1993). Bei der Esche kommt als weiterer entscheidender Faktor die schlechte Reaktionsfähigkeit hinzu. In einem Untersuchungsbestand von OLIVER-VILLANUEVA kamen Eingriffe, welche ab Alter 40 den Standraum der Eschen deutlich erweiterten, zu spät. Die volle Ausformung der Eschenkronen war zu diesem Zeitpunkt schon nicht mehr möglich. Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, die Z-Bäume spätestens im Alter von 30 Jahren erstmals zu fördern.

Alle erwähnten Argumente sprechen gegen einen späten Ersteingriff. Um in der Umtriebszeit von 80 Jahren Holz 1. Klasse zu bekommen (Mittendurchmesser des Erdstückes mind. 60 cm, das heisst BHD mind. etwa 65 cm), scheint es zudem klar zu sein, dass die Durchforstung als produktionssteuernde Massnahme nicht allzu lange hinausgeschoben werden kann.

Bezüglich Qualität kann der gemessene Wert der Qualitätshöhe (7 m für die Z-Bäume) als gut bezeichnet werden. Nach SCHÜTZ (1999) genügt es, wenn die Qualitätsanforderungen an Wertholz auf den untersten 6 m, besser aber auf 8 bis 10 m erfüllt sind.

Folgerungen für Esche und Bergahorn: Solange genügend (mindestens etwa 200 bis 250/ha) herrschende, stabile und qualitativ gute Kandidaten vorhanden sind, besteht kein Grund zum Eingriff. Dies ist in homogenen Bestockungen kein Problem. Sobald der astfreie Stamm in einer Länge von 8 bis 10 m gebildet ist, also bei einer Oberhöhe von etwa 15 m, sollen die Z-Bäume gewählt und stark gefördert werden, damit das Wachstum möglichst schnell auf die 100 bis 150 wertvollen Stämme der Z-Bäume konzentriert werden kann und der Zieldurchmesser innerhalb der geforderten, kurzen Umtriebszeit erreicht wird. Damit wird auch das Kriterium Reaktionsfähigkeit berücksichtigt.

Eine frühere Förderung der Z-Bäume hat auf die Qualität der Laubbäume (Astreinigung) manchmal nachteilige Auswirkungen, indem die Z-Bäume grob werden. In diesem Fall ist ein Eingriff nicht nur überflüssig, sondern kann sogar schädlich sein! Dennoch gibt es Fälle, welche einen frühen Eingriff (im Jungwuchs oder zu Beginn der Dickung) sinnvoll erscheinen lassen. Hier sind Mischungsregulierung, Entfernung von Protzen und Bekämpfung der Waldrebe zu erwähnen. Protzen beeinträchtigen die Homogenität und damit die qualitative Entwicklung. Wenn die halbe Bestandesfläche von groben Protzen eingenommen wird, sinkt auch die Anzahl Kandidaten entsprechend. Wirkliche Protzen sollen deshalb frühzeitig entnommen werden.

## 5. Schlussbetrachtung

Die natürliche Entwicklung bisher ungepflegter Fichten- bzw. Eschen- und Ahornbestände steht während einem Zeitraum von 20 bis 30 Jahren (bei Fichte teilweise noch länger) nicht im Widerspruch zur Zielsetzung der Qualitätsholzproduktion. In diesem Zeitraum wurden in der traditionellen schweizerischen

Jungwaldpflege teilweise mehrere, aufwendige Eingriffe, welche hohe Kosten verursachten, gemacht.

LEIBUNDGUT schildert noch 1984 als Ergebnis der Dickungspflege «keinen Bestand im Alter von 20 Jahren, vorwiegend oder ausschliesslich bestehend aus gut geformten, gesunden, herrschenden Bäumen, [...] in der Zahl von mindestens 2000 bis 3000 je Hektar. In vollständigen und gepflegten, aus Naturverjüngung entstandenen Bestockungen sind es oft auf gutem Standort 4000 bis 5000 und sogar noch mehr Stücke je Hektar». In Laubholzbeständen ist heute eine kostendeckende Ernte erst etwa ab dem Baumholz 1 (30 bis 40 cm BHD) möglich. Aufgrund dieses hohen Grenzdurchmessers lohnt es sich längst nicht mehr, in Bäume zu investieren, welche später im Wald liegenbleiben oder zu Brennholz verarbeitet werden. Für die Hackschnitzelproduktion spielt die Qualität eines Baumes keine Rolle.

Nur schon mit der Konzentration der waldbaulichen Massnahmen auf die Z-Bäume und einem Verzicht auf flächige Pflege können grosse Einsparungen gemacht werden. Wenn zusätzlich die Möglichkeiten der Naturautomation ausgeschöpft werden – Ansätze dazu werden in diesem Artikel vorgestellt –, so ergeben sich wieder ganz neue Perspektiven für den Waldbau, und dies, ohne die Zielsetzung der Qualitäts-holzproduktion aufzugeben.

Seit einiger Zeit ist aus der Praxis immer wieder die Aussage zu hören, dass wegen der Angst vor den hohen Kosten, welche die Jungwaldpflege verursacht, auf flächige Verjüngungen weitgehend verzichtet wird. Anstelle einer nachhaltigen Verjüngungspolitik (Flächennachhaltigkeit war bis vor kurzem das erklärte Ziel) werden alte, hiebsreife Bestände wiederholt durchforstet und aufgelockert. Viel besser als die Verjüngung aus Angst vor angeblich «enormen» Pflegekosten hinauszuschieben (mit überalterten Beständen, Brombeere, Zwangsnutzungen als Folge) wäre es, den vorhandenen Spielraum auszunutzen und die Waldverjüngung derart zu gestalten, dass für die junge Baumgeneration möglichst günstige Voraussetzungen geschaffen werden – in Form von homogenen, dichten Naturverjüngungen.

Es bestehen auch in der heutigen Zeit der Mittelknappheit durchaus Möglichkeiten, Bestände mit geringem Aufwand so zu steuern, dass qualitativ wertvolles Holz heranwächst. Dabei spielen Konzentrationsprinzip und Naturautomation eine wichtige Rolle. Ein bewusster Verzicht auf eine Pflege, weil diese während eines bestimmten Zeitraumes nicht nötig ist, bedeutet nicht, dass Bestände einfach sich selber überlassen werden. Es ist im Gegenteil eine gute Beobachtung der Bestände notwendig, um dann im richtigen Moment effizient und zielgerichtet eingreifen zu können.

Ab einem gewissen Alter – je nach Situation und Baumart früher oder später – ist dann eine gezielte Auslese und Durchforstung unerlässlich, um die gesteckten Ziele bezüglich Umtriebszeit und Holzqualität mit vertretbarem Risiko erreichen zu können.

## Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der biologischen Rationalisierung wird der Zustand bisher unbehandelter Jungwaldbestände analysiert, um die Frage zu beantworten, inwieweit solche Bestände für die Produktion von Qualitätsholz noch brauchbar sind. Bei den untersuchten Beständen handelt es sich um Stangenhölzer der Baumarten Fichte, Esche und Ahorn auf sehr produktiven Mittellandstandorten. Spezielle Beachtung findet die Frage, wann der erste Eingriff erfolgen muss. Bei der Fichte führt die vordringliche Problematik der Bestandesstabilität zur Empfeh-

lung, im Alter von 20 bis 40 Jahren erstmals einzugreifen. Am Beispiel einer Erstdurchforstung wird die praktische Anwendung der Begriffe Naturautomation und Konzentrationsprinzip gezeigt. Bei Esche und Bergahorn verbessert sich die Stabilität mit zunehmendem Alter auch ohne Eingriff relativ rasch; aufgrund der schlechten Reaktionsfähigkeit und der gewünschten kurzen Umtriebszeit drängt sich ein Ersteingriff bis spätestens Alter 30 auf. Falls eine gesicherte Verjüngung vorhanden war, kann somit während einer gewissen Zeit in Jungbeständen auf die Pflege verzichtet werden, ohne die Zielsetzung der Qualitätsholzproduktion zu gefährden. Danach muss jedoch gezielt eingegriffen werden.

## Résumé

### L'analyse de peuplements de jeunes forêts non traités comme base pour des nouveaux concepts de soins

Dans le thème de la rationalisation biologique, l'état des peuplements de jeunes forêts non traités jusqu'à présent est analysé, afin de voir dans quelle mesure de tels peuplements sont encore utilisables pour la production de bois de qualité. Les peuplements étudiés sont des perchis, composés des essences suivantes: épicéa, frêne et érable, sur des stations très productives du Plateau. On est particulièrement intéressé de connaître à quel moment la première intervention doit avoir lieu. Pour l'épicéa, on recommande d'intervenir la première fois vers l'âge de 20 à 40 ans en raison de la problématique prioritaire de la stabilité des peuplements. L'emploi pratique de la notion d'automation naturelle et du principe de concentration ont été présentés dans un exemple, lors d'une première intervention. Chez le frêne et l'érable sycomore, la stabilité, même sans intervention, s'améliore relativement rapidement avec l'âge. Une première intervention s'impose au plus tard à l'âge de 30 ans en raison de la capacité de réaction et de la courte durée de révolution souhaitée. Si un rajeunissement utilisable est présent, on peut alors renoncer, durant un certain temps, aux soins dans les jeunes peuplements, sans mettre pour autant en danger l'objectif de produire du bois de qualité. Ensuite, on devra toutefois intervenir dans ce but.

Traduction: ISABELLE GAMBETTA

## Summary

### The Analysis of Untreated Young Stands as the Basis for a New Approach to Protection

Against the backdrop of biological rationalisation, previously untreated young stands are now being analysed to determine to what extent they are suitable for quality wood production. This survey was carried out in areas with fertile Mediterranean soil, on Norway spruce (*Picea abies*), ash (*Fraxinus excelsior*) and maple (*Acer pseudoplatanus*) pole-stage stands. Special attention was paid to the issue of when man should first intervene. The problematic issue of Norway spruce stand stability dictates that man should intervene at the latest when the stand is 20–40 years old. By way of example of a first thinning-out, the principles of natural automation and concentration are presented. The stability of ash and maple rapidly increases with age, even without intervention. Ash and maple are likely to react badly to intervention, and this, along with the need for a short rotation period, dictates that the first intervention must take place before the trees reach 30 years old. If definite signs of regeneration are present, human intervention can be bypassed for a period of time without endangering the goal of quality wood production. After this, however, targeted intervention must occur.

Translation: LAURA FERGUSSON

## Literaturverzeichnis

- AMMANN, P. und BURKHARD, M. 1997: Untersuchungen zur Wirksamkeit der Jungwaldpflege: Analyse des waldbaulichen Zustandes von unbehandelten Dickungen und Stangenhölzern im Vergleich zu normal gepflegten Beständen und Kosten-Nutzen-Betrachtungen zu diesen Pflegekonzepten und Massnahmen. Diplomarbeit Waldbau, ETH Zürich (unveröffentlicht).
- ATTENBERGER, M. 1998: Zur Notwendigkeit der Pflege in Edellaubholzdickungen. Ein Vergleich der natürlichen Entwicklung mit waldbaulichen Zielvorstellungen. Diplomarbeit Waldbau, ETH Zürich (unveröffentlicht).
- KODRIK, J. 1988: Einfluss der bestandesbildenden Kennziffern auf die Intensität der Beschädigung von Buchenbeständen durch Schnee. 3. IUFRO Buchen-Symposium, 3.–6. Juni 1988 in Zvolen, 327–330.
- LEDER, B. 1998: Beobachtungen zur Bestandesstruktur undurchforsteter Fichtenbestände. AFZ/Der Wald, 15/1998.
- LEIBUNDGUT, H. 1984: Die Waldpflege. 3. Auflage. Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart.
- MARSCH, M. 1989: Stabilisierung von Fichtenbeständen gegenüber Schnee und Sturm durch Dichteregulierung in der Jugend. IUFRO Working party, Dresden.
- OLIVER-VILLANUEVA, J.-V. 1993: Holzeigenschaften der Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und ihre Variabilität im Hinblick auf Alter und Standort. Diss. Georg-August-Universität Göttingen.
- PREUHLER, T. und SCHMIDT, R. 1989: Beobachtungen auf einem spät durchforsteten Fichten-Versuch. Forstw. Cbl. 108 (1989) 271–288.
- ROTTMANN, M. 1983: Schneebruchschäden bei Fichten. Ergebnis einer Bestandesaufnahme und Analyse, dargestellt am Beispiel der Schneebruchschäden von 1979 und 1980 im Stiftungswald der Ludwig-Maximilians-Universität München. Diss. Univ. München.
- ROTTMANN, M. 1985: Schneebruchschäden in Nadelholzbeständen. Beiträge zur Beurteilung der Schneebruchgefährdung, zur Schadenvermeidung und zur Behandlung schnee geschädigter Nadelholzbestände. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- SCHÜTZ, J.-PH. 1996: Bedeutung und Möglichkeiten der biologischen Rationalisierung im Forstbetrieb. Schweiz. Z. Forstwes. 147: 315–349.
- SCHÜTZ, J.-PH. 1999: Grundzüge der Waldpflege. Schweiz. Forstkalender 1999, Anhang: 48–55.
- WEIHS, U., WILHELM, G. J. und ROOS, R. 1999: Wie sich unbehandelte Fichtenbestände aus Naturverjüngung entwickeln. AFZ/Der Wald, 4/1999.

Verfasser:

PETER AMMANN, Dipl. Forsting. ETH, Professur Waldbau, ETH-Zentrum, 8092 Zürich