

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 148 (1997)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Rationalisierung der Waldpflege  
**Autor:** Duc, Philippe / Zbinden, Alfred  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-765453>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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

# Rationalisierung der Waldpflege<sup>1</sup>

Von *Philippe Duc* und *Alfred Zbinden*

*Keywords:* Rationalisation; thinning; forest tending; young-growth tending.

FDK: 181. 6: 24: 65: 906

## 1. Wozu rationalisieren?

Das Ziel der Waldwirtschaft ist es, bestimmte Güter und Dienstleistungen nachhaltig bereitzustellen und dadurch die Anforderungen der menschlichen Gesellschaft an den Wald dauernd und möglichst vollständig zu decken (sinn-gemäss nach *Röhrig*, 1982). Der Waldbau hat dabei die Aufgabe, die Wälder so zu gestalten und ihre Entwicklung zu lenken, dass das Wirtschaftsziel nachhaltig, wirtschaftlich und mit grosser Sicherheit erreicht wird. Das Ziel der Waldpflege muss folglich sein, durch einen verhältnismässigen Aufwand die standörtliche Produktionskraft zu erhalten oder zu verbessern, die Stabilität der Waldbestände zu sichern und die Wertleistung der Bestände zu erhöhen.

Das Waldbauziel kann nur wirtschaftlich erreicht werden, wenn die Waldpflege zielgerichtet ist und auf das notwendige Minimum beschränkt bleibt. Ein minimaler Gesamtaufwand ergibt sich weniger durch Reduktion oder Streichung einzelner Massnahmen, sondern vielmehr durch die sinnvolle, aufeinander abgestimmte Abfolge von Arbeitsschritten, d.h. durch rationelle Verfahrensketten oder Arbeitskonzepte (nach *Loycke*, 1964). Entsprechend gehört die Suche nach rationellen Waldpflegekonzepten zu den wichtigsten Aufgaben des Waldbaus.

<sup>1</sup> Bei den dargelegten Konzepten handelt es sich um die Konkretisierung von Ideen, welche an der Professur für Waldbau und im Bernischen Forstdienst unabhängig voneinander entwickelt wurden. Der vorliegende Aufsatz ist die überarbeitete Fassung einer Kursunterlage, welche am Försterkurs 1996 der Forstinspektion Mittelland zum Thema „Rationelle Jungwaldpflege“ abgegeben wurde.

Generell erfordern Zieländerungen, neue wissenschaftliche Erkenntnisse, technische Fortschritte und Änderungen der Holzmarkt-Situation periodische Anpassungen der Pflegemethoden in Richtung rationellerer Pflege, damit die nachgefragten Güter und Dienstleistungen weiterhin wirtschaftlich produziert bzw. erbracht werden können. Die stark angestiegenen Löhne bei gleichbleibenden oder sogar leicht gesunkenen Holzpreisen (z.B. *Lätt*, 1994) haben in den letzten Jahren in der Waldwirtschaft zu einem grossen ökonomischen Druck geführt, so dass heute in der Waldpflege im allgemeinen und der Jungwaldpflege im speziellen nach neuen Wegen gesucht werden muss, um die Wirtschaftlichkeit der Forstbetriebe zu erhalten (*Schütz*, 1996b).

## 2. Wie rationalisieren?

In der Jungwaldpflege gibt es vorwiegend drei Möglichkeiten der Rationalisierung:

- a) Die *waldbauliche Rationalisierung* erfolgt durch konsequente Berücksichtigung der natürlichen Entwicklung von Waldbeständen und durch Beschränkung der Eingriffe auf Fälle, wo die natürliche Entwicklung unsere Wirtschaftsziele in Frage stellt. Je besser die Ziele mit den natürlichen Entwicklungen übereinstimmen, umso weniger und schwächer muss eingegriffen werden.
- b) Die *technische Rationalisierung* erfolgt durch den Einsatz moderner Technik zur Reduktion des Arbeitsaufwandes, insbesondere der sich wiederholenden manuellen Tätigkeiten. Beispiel: Vollernter im Stangenholz, Freischneider in der Dickung, Mobilseilkran im Gebirge.
- c) Die *organisatorische Rationalisierung* erfolgt durch organisatorische Massnahmen, welche eine Vereinfachung und Beschleunigung von Arbeitsabläufen bewirken. Beispiel: Anlage von Pflegegassen im Dickungsstadium, Organisation rationeller Arbeitsabläufe vom Bestand bis zum Sägewerk.

Die Bedeutung dieser Rationalisierungsmöglichkeiten wird in der Literatur je nach Autor unterschiedlich gewichtet. Arbeitstechniker betonen vor allem die Einsparungsmöglichkeiten durch den Einsatz moderner Maschinen, insbesondere des Vollernters in der Schwachholzernte (z.B. *Wüthrich*, 1990; *Thees* und *Rudow*, 1993). Waldbauer betonen in erster Linie die Möglichkeiten der massvollen Lenkung von Waldbeständen und der daraus resultierenden Mehrerträge (*Leibundgut*, 1973 und 1984) bzw. Minderausgaben (*Schütz*, 1996b). Wir meinen, dass der sinnvolle Einsatz moderner Pflorgetechnik nötig und hilfreich ist, dass die Aufwendungen für die Jungwaldpflege jedoch durch angepasstere waldbauliche Behandlung reduziert werden können. Das Ziel dieses Aufsatzes ist deshalb, die Voraussetzungen und Möglichkeiten der

waldbaulichen Rationalisierung aufzuzeigen und daraus rationelle Pflegekonzepte zu entwickeln.

### **3. Voraussetzungen einer rationellen Jungwaldpflege auf der Planungsebene**

#### *3.1 Revision des Waldbauziels: Optimierung statt Maximierung*

Der klassische Waldbau zielte in erster Linie auf die nachhaltige und grösstmögliche Erzeugung bestimmter Holzsortimente bei gleichzeitiger Erfüllung der allgemeinen Wohlfahrts- und Schutzaufgaben (*Leibundgut*, 1978). Dies entspricht der sogenannten Kielwassertheorie, welche besagt, dass die Schutz- und Wohlfahrtsleistungen des Waldes im Gefolge der nachhaltigen Holzproduktion beiläufig und von selbst erbracht werden. Das Primat der Holzproduktion ist heute jedoch nicht mehr akzeptiert und durch die Vorstellung abgelöst worden, dass die Nutz-, Schutz- und Wohlfahrtsfunktion des Waldes gleichrangig zu berücksichtigen ist. *Schütz* (1990) weist jedoch darauf hin, dass der Ertrag aus dem Holzverkauf nach wie vor die finanzielle Grundlage der Forstbetriebe darstellt. Er plädiert für ein Festhalten an der Qualitätsholzproduktion (*Schütz*, 1981) und definiert als Waldbauziel, gültig für die tieferen Lagen der Schweiz, die nachhaltige Produktion von Holz bestmöglicher Qualität bei gleichzeitiger Befriedigung aller gesellschaftlichen Ansprüche (*Schütz*, 1990, S. 24).

In Wäldern ohne besondere Schutzfunktion gegen Lawinen oder Steinschlag sind die waldbaulichen Aufwendungen zur Erfüllung der allgemeinen Schutzfunktion (Bodenschutz, Wasserschutz) und der Wohlfahrtsfunktion gering (*Burschel*, 1994).

Bei der Pflege von Wäldern mit vorrangiger Holzproduktionsfunktion resultiert der eigentliche Aufwand daher nach wie vor aus dem Bestreben, Qualitätsholz ökonomisch in möglichst grosser Menge und innerhalb einer bestimmten Zeit (Umtriebszeit) zu produzieren. In der Schweiz lautet das Ziel der Holzproduktion spätestens seit Schädelin «nachhaltig höchste Massen- und Qualitätserzeugung von Holz, unter verhältnismässig geringstem Aufwand» (*Schädelin* 1928, S. 131/132, *Leibundgut* 1978, S. 14/16). Beim heutigen Verhältnis zwischen Lohnkosten und Holzpreisen lässt sich dieses Ziel nur mit einem unverhältnismässig grossen finanziellen Aufwand erreichen. Deshalb müssen wir von den Wirtschaftszielen Abschied nehmen, welche bei grossem Aufwand auf eine maximale Wertproduktion zielen. Gefragt sind heute Wirtschaftsziele, welche bei finanziell vertretbarem Aufwand eine optimale Wertproduktion erlauben. Für die Forstbetriebe ist nur ein solcher Aufwand finanziell vertretbar, welcher durch die Erträge laufend gedeckt werden kann. Eine optimale Wertproduktion erfolgt durch die frühzeitige Konzentration der Aufwände (Pflege, Durchforstungen) auf eine kleine Zahl von Bäumen mit hoher zukünft-

tiger Wertleistung (Schütz, 1996b). Wegen des Ausfallrisikos bedeutet dies einen Verzicht auf die maximale Wertleistung der Bestände. Diese werden am Ende der Umtriebszeit nicht mehr flächendeckend mit Auslesebäumen von hoher Qualität bestockt sein. Wenn dadurch aber mit 20% des heutigen Aufwandes 80% der maximal möglichen Wertleistung erreicht werden können, dann entspricht dies der Forderung nach ökonomischer Produktion.

### 3.2 Anpassung der waldbaulichen Planung: Festlegung unterschiedlicher Intensitäten

Die finanzielle Situation der meisten Forstbetriebe erlaubt es heute nicht mehr, flächendeckend in gleicher Intensität alle Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen (z.B. Amstutz, 1993). Die Intensität der Waldpflege muss deshalb in Abhängigkeit des Standortes und der Waldfunktionen differenziert werden (AG WABAT, 1995). Eine intensive Waldpflege muss sich zudem mittel- bis langfristig in höheren Erlösen niederschlagen. Das ist vermutlich auf guten Standorten bei genügender Erschliessung der Fall. Für Wälder mit vorrangiger Produktionsfunktion kann die Intensität der Waldpflege in Abhängigkeit des Standortes und des Erschliessungszustandes darum gemäss der *Tabelle 1* festgelegt werden. Die solchermassen definierten Pflegeintensitäten können ungefähr mit den von *Otto* (1994) definierten Extensivierungsstufen umschrieben werden.

*Tabelle 1.* Festlegung der Pflegeintensität aufgrund von Standortsgüte und Erschliessung.

<i>Erschliessung</i>	<i>Standortsgüte</i>		
	<i>gut</i>	<i>mittel</i>	<i>schlecht</i>
gut	++	++	+
mittel	++	++	-
schlecht	+	-	--

Legende:

- ++ Substanzoptimierungs-Strategie      - Nutzungsoptimierungs-Strategie
- + Prozessschutz-Strategie              -- Strategie der Rückholbarkeit

Die *Substanzoptimierungs-Strategie* nützt diejenigen Möglichkeiten der Ertragssicherung und Ertragssteigerung aus, welche bei vernünftigem Aufwand zum angestrebten Ziel führen. Charakteristisch sind die Bevorzugung der Naturverjüngung, die Förderung von Laub- und Mischwald, die Minimierung von Kahlflecken, die Verringerung der Jungwaldpflege auf das unbedingt Erforderliche (Verzicht auf negative Auslese) und die Förderung stabiler Strukturen.

Die *Prozessschutz-Strategie* (vgl. dazu auch *Otto*, 1995) gibt den natürlich ablaufenden, z.T. zufällig auftretenden Prozessen absoluten Vorrang gegenüber einer planmässigen Forstwirtschaft. Sie ist gekennzeichnet durch vorrangige Naturverjüngung, wenn möglich als Teilflächen- und Nesterverjüngung, Verzicht auf Waldumbau, Bewirtschaftungsverzicht auf Extremstandorten, Verzicht auf Jungwuchs- und Dickungspflege, unterschiedliche Pflegeintensitäten, Förderung der Mischbaumarten, Verzicht auf nivellierende Eingriffe und auf Kahlschläge, einzelstammweise Nutzung.

Die *Nutzungsoptimierungs-Strategie* überlässt die Entwicklung der Waldbestände fast vollständig der Natur, Eingriffe erfolgen nur in verwertbaren Sortimenten auf wuchsgünstigen Standorten. Entsprechend wird auf Naturverjüngung abgestellt und auf Bestandesumbau verzichtet. Katastrophenflächen werden der natürlichen Sukzession überlassen. Die Jungwaldpflege beschränkt sich auf die gezielte Förderung der besten Bäume zur Zuwachspflege und Erhöhung der Bestandesstabilität. Ertragsschwache Standorte und Steilhänge bleiben ungenutzt.

Die *Strategie der Rückholbarkeit* beschränkt sich auf Massnahmen zur Walderhaltung und zur späteren eventuellen Wiederaufnahme von Holznutzungen. Es werden nur noch Forstschutz-Massnahmen und ein minimaler Wegunterhalt durchgeführt, auf die Holznutzung dagegen wird völlig verzichtet.

### 3.3 Anpassung des Bestockungszieles an die natürliche Bestandesentwicklung

Die Waldpflege erfolgt am wirtschaftlichsten, wenn das vorgesehene Bestockungsziel mit der Richtung der natürlichen Entwicklung übereinstimmt (*AG WABAT*, 1995), weil dadurch aufwendige Massnahmen zur Erhaltung der gewünschten Baumart weitgehend entfallen. *Leibundgut* (1984) bezeichnet deshalb die Wahl standortsgemässer Baumarten als wichtigste Massnahme der biologischen Rationalisierung. Sie ist auch unter dem Gesichtspunkt der Risikominimierung zu empfehlen.

### 3.4 Verjüngungsziel: Naturverjüngung standortsheimischer Baumarten

Aus dem obigen (Kapitel 3.3) Grund sollten im Verjüngungsziel überwiegend standortsheimische Baumarten vertreten sein. Diese lassen sich in der kollinen und montanen Stufe in der Regel problemlos natürlich verjüngen. Die Naturverjüngung ist nicht nur billiger als die Kultur, sondern auch besser im Hinblick auf die zukünftige Vitalität und Stabilität der Bestände, weil die bei Pflanzung häufig entstehenden Wurzelverletzungen und -deformationen vermieden werden können (*Strohschneider*, 1987). Um die Entwicklung der Krautkonkurrenz einzudämmen und um zu dichte, gleichförmige Bestände in

Zukunft zu vermeiden, sollte die Verjüngung möglichst unter Schirm erfolgen und einige Jahre in der Schirmstellung verbleiben. Dadurch sollen nicht mehr büstendichte, einschichtige Jungwüchse auf grosser Fläche entstehen, sondern trupp- bis gruppenweise aufwachsende und nach Durchmesser und Höhe bereits etwas differenzierte Nachwuchsgruppen (AG WABAT, 1995). Als angepasste Hiebsart werden der Schweizerische Femelhieb (kolline und submontane Stufe) und die Plenterung (Montanstufe) angesehen.

Der ökonomische Vorteil der Naturverjüngung gegenüber der Pflanzung gilt nur für die Begründung der Bestände. Die herkömmliche Pflege von dichten Naturverjüngungen ist in der Regel aufwendiger als diejenige von Kulturen, weshalb viele waldbauliche Lehrbücher (z.B. Röhrig, 1982; Burschel und Huss, 1987) die Frage der optimalen Verjüngungsart wesentlich differenzierter betrachten. Der unbestreitbare Nachteil von Kulturen stellt aber die am Anfang des Bestandeslebens erforderliche grosse Investition dar. Darum empfehlen wir, wie die AG WABAT (1995), dass Kulturen nur noch angelegt werden sollten, wenn die Naturverjüngung nicht oder nur mit unerwünschten Baumarten möglich ist. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn

- keine Samenbäume standortsheimischer Baumarten vorhanden sind,
- standortswidrige Nadelholz-Reinbestände (z.B. Fichte auf vernässtem Standort) in standortsheimische Laubholz-Mischbestände umgewandelt werden sollen,
- unüberwindliche Hindernisse für die Naturverjüngung durch stark verdämmende Konkurrenzvegetation (z.B. Brombeerteppich) bestehen.

### 3.5 Pflegeziel als Grundlage für die Reduktion auf das Wesentliche

Die wichtigste Voraussetzung für eine rationelle Ausführung der Jungwaldpflege liegt in der klaren und eindeutigen Festlegung des Pflegeziels (*Leibundgut*, 1984). Das Pflegeziel für die einzelnen Entwicklungsstufen bezieht sich dabei auf die nächstfolgende Entwicklungsstufe (*Leibundgut*, 1978). Die Pflege hat sich hernach strikte auf diejenigen Massnahmen zu beschränken, welche zur Erreichung des Zieles unbedingt erforderlich sind.

Die natürliche Bestandesentwicklung (soziale Schichtung, Reduktion der Stammzahl) soll so weit als möglich ausgenützt werden. Als Leitsatz kann gelten: Alles, was die Natur selbst erzeugt oder bewirkt, wird ihr möglichst überlassen. Es wird nur dann lenkend eingegriffen, wenn die Entwicklung nicht zielkonform verläuft (*Schütz*, 1996b).

## 4. Grundsätze einer rationellen Jungwaldpflege

Die nachfolgend formulierten Grundsätze wie auch das daraus in Kapitel 5 abgeleitete Konzept einer rationellen Jungwaldpflege gelten insbesondere für

die erschlossenen Wälder der tieferen Lagen, d.h. der kollinen und montanen Stufe, wo die nachhaltige Holzproduktion das wichtigste Betriebsziel darstellt.

#### *4.1 Frühzeitige Mischungsregelung zur zielgemässen Bestockungsgestaltung und zur Regelung des Wettbewerbes*

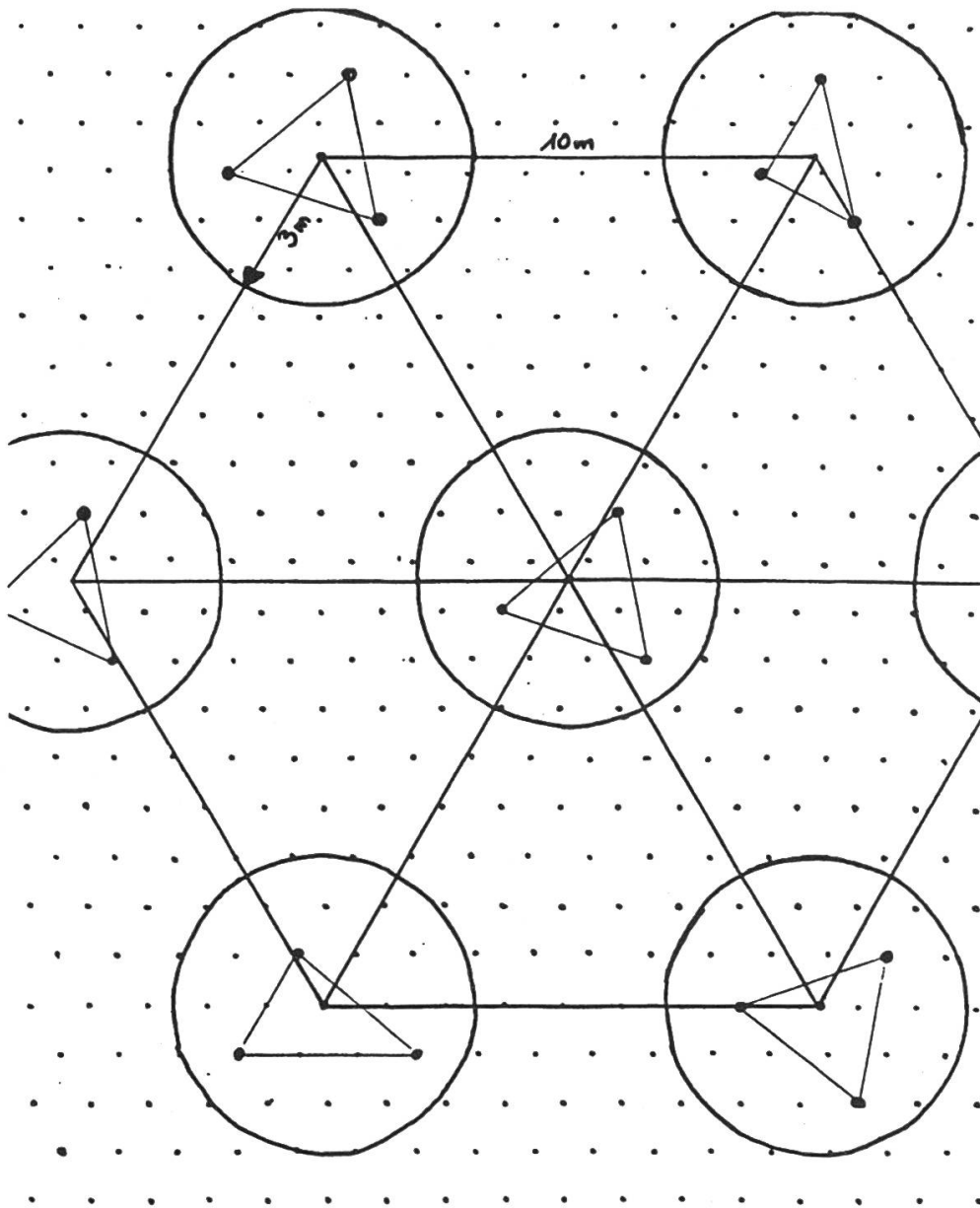
Die Mischungsregelung bezweckt, die Bestockung in ihrer Zusammensetzung so zu gestalten, dass das langfristige Bestockungsziel (gültig für das mittlere Baumholz) erreicht werden kann. Gleichzeitig dient die Mischungsregelung dazu, den zukünftigen Wettbewerb zwischen verschiedenen Baumarten durch trupp- bis gruppenweise räumliche Trennung zu reduzieren. Dies ist vor allem dann sehr wichtig, wenn Baumarten mit unterschiedlichem Wachstumsgang oder ähnlicher Konkurrenzkraft einander in feiner Mischung sehr stark konkurrenzieren. Dadurch würden nämlich häufig wiederkehrende Massnahmen zur Förderung der langsamwüchsigeren bzw. konkurrenzschwächeren Baumart nötig, um sie in der Bestockung zu erhalten. Es gibt Baumarten, welche sich in Einzelmischung über längere Zeit ertragen, wie z.B. Tanne und Fichte oder Esche und Ahorn. Die meisten Baumartenmischungen aber sind auf die Dauer unverträglich, d.h. sie erfordern zu ihrer Erhaltung einen unverhältnismässig grossen Aufwand. Die Mischungsregelung muss deshalb so früh wie möglich erfolgen, d.h. sobald die zurückgeschnittenen Pflanzen mit ihren Stockausschlägen die erwünschte Hauptbaumart nicht mehr bedrängen können und bevor die soziale Schichtung des Bestandes beginnt. Dies ist zu Beginn der Dickungsstufe (1,3 bis 1,8 m Höhe) der Fall. Im Gegensatz zu früheren Vorstellungen brauchen aber nicht alle Baumarten entfernt zu werden, welche im Bestockungsziel nicht enthalten sind. Gewisse Baumarten weisen eher günstige Auswirkungen auf ihre Umgebung auf und können deshalb als Treibhölzer belassen werden (Leder, 1992). Nach Schütz (1996b) «verbindet die kontrollierte Anwendung solcher Baumarten [Birke, Vogelbeere, kleinblättrige Weiden] mehrere Vorteile, indem sie zu einer Reduktion der in der Regel zu hohen Individuenzahl in der frühen Jugendphase und zu einer gewissen Strukturdifferenzierung beitragen, die Unterdrückung einer üppigen, konkurrenzierenden Bodenvegetation begünstigen und eine Art Blitzableiterfunktion gegenüber Schalenwildschäden ausüben kann». Die Mischungsregelung hat darum in erster Linie zwischen den Baumarten des zukünftigen Hauptbestandes zu erfolgen.

#### *4.2 Bessere Übersicht und kleinerer Aufwand durch Reduktion der behandelten Fläche*

Die Dickungsstufe ist gekennzeichnet durch eine grosse Stammzahl und eine schlechte räumliche Übersicht. Pflegeeingriffe in dieser Stufe fallen des-



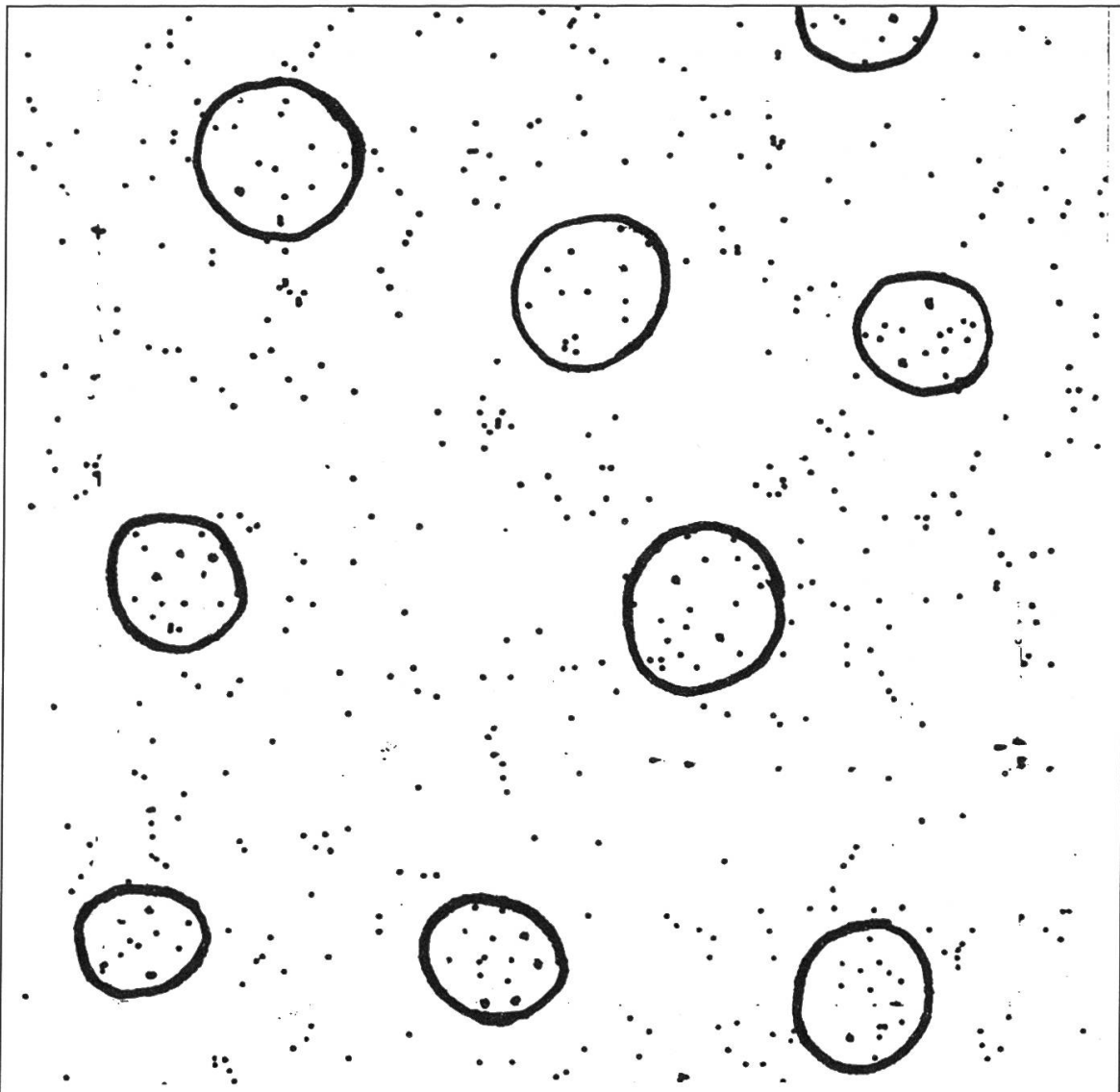
halb oft sehr aufwendig aus. Um die Übersicht zu verbessern und um den Aufwand zu reduzieren, kann die Pflegefläche reduziert werden. Dies kann durch den Aushieb von 2 m breiten Pflegeschneisen alle 10 m erfolgen (20 % Reduktion), von denen jede dritte bis vierte in der Stangenholzstufe zur Rückegasse verbreitert werden kann. Wesentlich besser ist allerdings die Festlegung von *Pflegezellen* von 4 bis 6 m Durchmesser, welche bereits im gewünschten Endabstand stehen (*Abbildung 1*). Die Pflege erfolgt dann nur noch innerhalb dieser Zellen. Der Flächenanteil der Pflegezellen beträgt sowohl bei einer Endstammzahl von 100 Ausleseebäumen pro ha und einem Zellendurchmesser von 6 m (z.B. Buche) als auch bei einer Endstammzahl von 250 Bäumen und einem Durchmesser von 4 m (Fichte) rund 30% der Gesamtfläche, was theoretisch



*Abbildung 1.* Pflegezellen mit 3 m Radius bei optimalem Endabstand von 10 m (Massstab 1:200).

einer Reduktion des Aufwandes um 70% gleichkommt! Praktisch wird die Einsparung etwas kleiner ausfallen, weil die *Auswahl der Pflegezellen* einen gewissen Aufwand erfordert. In gleichförmigen Jungwaldbeständen werden regelmässig verteilte Pflegezellen festgelegt. In bereits etwas strukturierten Jungwüchsen oder Dickungen, welche ungefähr unserem in Kapitel 3.4 formulierten Verjüngungsziel entsprechen, muss selbstverständlich auf die vorhandene Struktur Rücksicht genommen werden. Pflegezellen sollen hier möglichst in gutwüchsigen Trupps mit einer genügenden Zahl an gesunden, geradschaftigen Individuen gewählt werden (*Abbildung 2*).

Ähnliche Überlegungen wurden bereits für die Anlage von Eichenkulturen angestellt (*Gockel, 1995*). Modellberechnungen ergaben bei der sogenannten Trupp-Pflanzung, d.h. der Pflanzung von 100 regelmässig über die Fläche verteilten Trupps von rund 20 m<sup>2</sup> Grösse, mit deutlich kleineren



*Abbildung 2.* Auswahl der Pflegezellen bei ungleichmässiger Verteilung der Nachwuchsbaume.

Stammzahlen (rund 2000 pro ha) eine wesentlich bessere Verteilung der Ausleseebäume, als sie mit 10 000 Pflanzen in herkömmlichen Reihen- oder Quadratverbänden erreichbar wären.

### *4.3 Frühzeitige Festlegung der Ausleseebäume*

Ab der zweiten Hälfte der Dickungsstufe ist der Aushieb von Bäumen mit einem zunehmenden Aufwand verbunden, ohne dass daraus ein Ertrag resultiert. Deshalb sollen die Eingriffe spätestens ab der Stangenholz-Stufe zugunsten einer stark reduzierten Zahl von Kandidaten (nämlich den Ausleseebäumen im Endabstand) vorgenommen werden. Als Ausleseebäume kommen nur diejenigen Kandidaten in Frage, welche durch ihre Wuchskraft und Schaft-eigenschaften zukünftig die höchste Wertleistung versprechen.

Zur Reduktion des Pflegeaufwandes muss die endgültige Auslese so früh wie möglich erfolgen, d.h. sobald die positiven Eigenschaften genügend ausgebildet sind oder die zukünftige positive Entwicklung mit grosser Sicherheit erwartet werden kann. Dies ist bei Baumarten mit Tendenz zur Ausbildung einer durchgehenden Schaftachse bereits in der Dickungsstufe, bei Baumarten mit Tendenz zur Auflösung der Achse oder zur Bildung von Zwieseln und Steilästen dagegen erst im schwachen Stangenholz der Fall. Die Bäume weisen dann eine durchgehende Schaftachse von mindestens 8 m auf und haben sich im unteren Bereich des Schaftes bereits von ihren Ästen gereinigt.

Bei solch früher Festlegung der endgültigen Ausleseebäume besteht ein gewisses Risiko, dass ein Teil der ausgewählten Bäume soziologisch absteigt. Deshalb müssen bei der Auslese die Vitalität und Stabilität stärker berücksichtigt werden als bei der üblichen Auslesedurchforstung.

### *4.4 Ausformung zweischichtiger oder stufiger Strukturen zur Reduktion der Konkurrenz*

Einschichtige Bestände weisen eine maximale Konkurrenz zwischen den Einzelbäumen auf, da alle Bäume in demselben Wurzel- und Luftraum um Wasser, Licht und Nährstoffe konkurrenzieren. Die starke seitliche Konkurrenz in einschichtigen Beständen kann selbst durch mehrmalige Auslesedurchforstungen nicht beseitigt werden, da dadurch meist viele Kandidaten gefördert werden, welche sich nach einer gewissen Zeit gegenseitig konkurrenzieren.

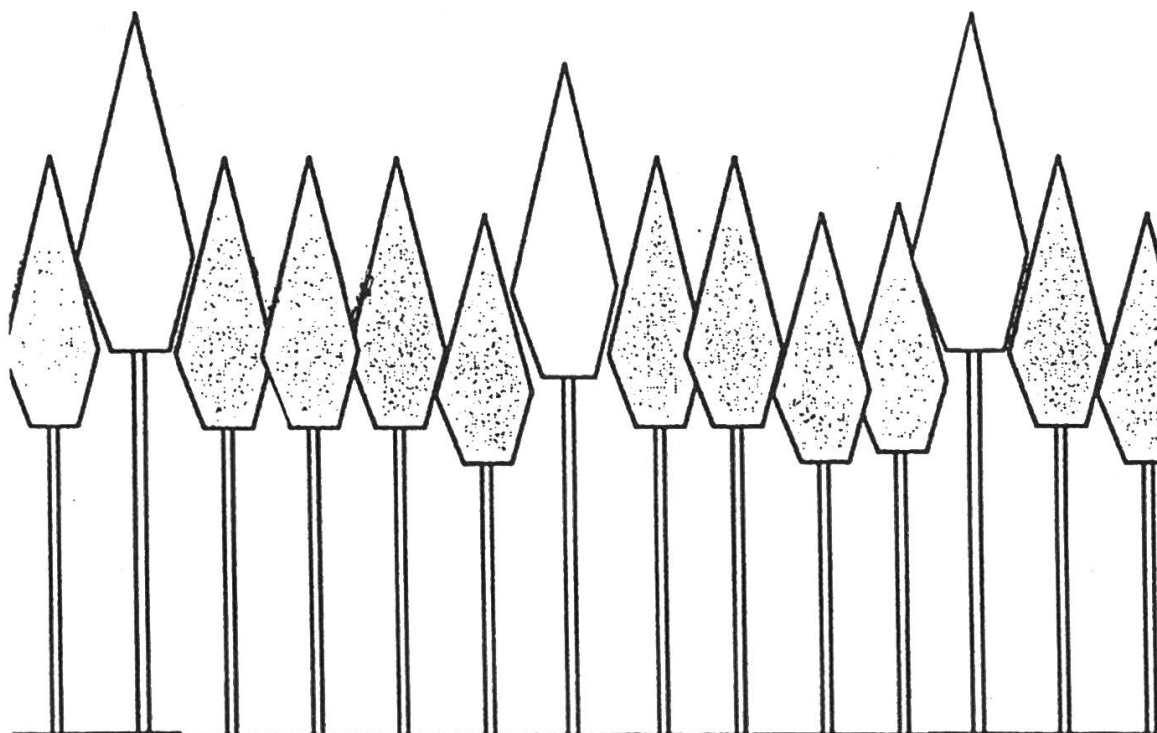
Eine bessere Selbstdifferenzierung weisen zweischichtige oder stufige Bestände auf. Ansätze zu einem stufigen Jungwaldaufbau entstehen im gleichförmigen Hochwald durch Verjüngung unter Schirm mit langsamer, ungleichmässiger Freistellung, oder durch Einleitung der Verjüngung in der

Femellücke mit langsamer Erweiterung, d.h. im Femelschlagbetrieb mit relativ langen Verjüngungszeiträumen. Im Plenterwald führt die ungleichmässige Lichtverteilung im Unterstand häufig zur Ausbildung unregelmässig verteilter, kegelförmig aufgebauter Nachwuchsgruppen mit einem hohen Mass an Selbstdifferenzierung. In solch differenzierten Strukturen reduziert sich der Aufwand für die Pflege erheblich (*Greuter, 1996; Duc, 1997*). Ein strukturreicher Wald erfüllt aber auch höhere Anforderungen an Stabilität und Diversität. Deshalb ist Strukturreichtum heute in Mitteleuropa eine wesentliche Forderung an die Waldbewirtschaftung (*Spellmann, 1995*).

Die Möglichkeiten zur Verbesserung der Waldstruktur mittels Schirmstellung sind nicht überall gegeben. So muss die Verjüngung von labilen Fichten-Altbeständen häufig in einem kurzen Verjüngungszeitraum erfolgen. Aber selbst nach einer raschen Abdeckung vorhandener, dichter Nadelholz-Verjüngung kann deren einschichtige Struktur in kurzer Zeit verbessert werden. Dazu müssen bereits anfangs der Dickungsstufe Bäume mit gutem Potential im Endabstand durch den Aushieb ihrer direkten Konkurrenten gefördert werden. Die geförderten Bäume behalten als Folge des vergrösserten Standraumes eine lange grünen Krone und reagieren schon nach wenigen Jahren mit einem beschleunigten Durchmesser- und Höhenzuwachs im Vergleich zu den nicht geförderten Bäumen. Dieser im Widerspruch zu den geltenden waldwachstumskundlichen Gesetzen stehende Effekt ist darauf zurückzuführen, dass sehr dichte Nadelholz-Jungbestände infolge der hohen Interzeption und der daraus resultierenden schlechten Wasserversorgung Wuchsstockungen aufweisen können (*Burschel und Huss, 1987*). Die geförderten Bäume entwickeln sich mehr oder weniger normal, währenddem die Bäume in den unbehandelten Zwischenflächen infolge ihres Dichtstandes sehr schnell an Wuchskraft einbüßen und höhenmässig zurückbleiben. Innerhalb weniger Jahre dominieren die geförderten Bäume aufgrund ihrer allseitig gut entwickelten Krone ihre nähere Umgebung und bilden bereits Ende der Dickungsstufe die herrschende Schicht. Ihre einseitig geförderten direkten Nachbarn sind allenfalls noch mitherrschend, die Bäume der unbehandelten Zwischenflächen dagegen sind Ende der Dickungsstufe bereits beherrscht. Sie werden den Zukunftsbaum zwar noch begleiten, aber nicht mehr gross konkurrenzieren. Bei den folgenden Eingriffen werden die direkten Konkurrenten und weiter entfernt stehende, herrschende Bäume als zukünftige Hauptkonkurrenten entfernt, die beherrschten Nachbarn dagegen stehen gelassen. Dadurch wird der für die Erziehung des Hauptbestandes notwendige Füllbestand über längere Zeit erhalten. Ein solches Vorgehen kann als «indirekte Begünstigung» bezeichnet werden. Der Vorteil der indirekten Begünstigung zeigt sich unter anderem in der Stangenholzpflge, in der früher kostendeckende Sortimente genutzt werden können als bei den heute üblichen Durchforstungsverfahren. Das beschriebene Verfahren wird von Förster Ammann in natürlich verjüngten Fichten-Tannen-Beständen im Raum Lyss bereits seit zwei Jahrzehnten

erfolgreich angewendet. Die behandelten Bestände sind heute stabile starke Stangenhölzer mit einer Oberschicht aus wertgeasteten Ausleseebäumen und einer Mittelschicht aus soziologisch abgesunkenen Tannen und Fichten, welche den Schaft der Ausleseebäume einpacken, ohne ihn in seiner Vitalität einzuschränken (vgl. *Abbildung 3*).

Die an den Baumarten Tanne und Fichte gewonnenen Erkenntnisse können nicht ohne weiteres auf die Pflege von Laubbäumen übertragen werden: erstens, weil bei Laubbäumen das Phänomen der Wuchsstockung nicht vorkommt, zweitens, weil sie in der Dickungsstufe nicht stark freigestellt werden können (natürliche Astreinigung). Immerhin kann auch hier durch frühzeitige Auslese die Durchmesserdifferenzierung des Bestandes und damit die Stabilität und Vitalität von Einzelbäumen gefördert werden.



*Abbildung 3.* Optimale Struktur im Stangenholz mit herrschenden Ausleseebäumen und beherrschtem Füllbestand.

## **5. Rationelle Pflegekonzepte**

### *5.1 Waldbauliche Grundlagen für die Entwicklung rationeller Konzepte*

Die rationelle Jungwaldpflege versucht, den Aufwand durch konsequente Ausnutzung der natürlich ablaufenden Vorgänge und durch Konzentration

der Eingriffe auf das unbedingt Erforderliche zu reduzieren (*Schütz, 1996b*). Sie verlangt entsprechend gute Kenntnisse der Wachstums-, Konkurrenz- und Wettbewerbsverhältnisse jeder einzelnen Baumart. Baumarten mit ähnlichen Voraussetzungen können zu Pflgetypen zusammengefasst werden. Sie bilden die unentbehrliche Grundlage für die Entwicklung rationeller Pflegekonzepte.

### *5.1.1 Merkmale der Qualitätsholz-Produktion*

Für die Wertholzerzeugung sind die folgenden Erkenntnisse ausschlaggebend (*Schütz, 1996a*):

- Der Hauptteil des Wertes von Einzelbäumen liegt im untersten Stammabschnitt (Trämel oder Doppelträmel). Es genügt also, wenn die Qualitätsanforderungen an Wertholz auf den untersten 8 bis 10 m erfüllt sind.
- Die zwei wichtigsten Merkmale von hochwertigen Baumstämmen sind die Geradschaftigkeit und die Astfreiheit.

Das Wesen und die Kunst der Wertholzpflge bestehen also darin, die Umgebungsbedingungen derart zu steuern, dass eine begrenzte Zahl von Kandidaten einen lotrechten und ungeteilten Schaft ausbildet und sich im unteren Schaftteil (unterhalb von 10 m Höhe) genügend schnell von den Ästen reinigt (nach *Schütz, 1996a*). Baumartenspezifische Pflegekonzepte müssen deshalb sowohl die Fähigkeit der Baumarten zur Ausbildung einer durchgehenden Schaftachse als auch die Fähigkeit zur natürlichen Astreinigung berücksichtigen. Die Fähigkeit zur natürlichen Astreinigung ist einerseits baumartenspezifisch, andererseits hängt sie vom Astdurchmesser ab. Deshalb muss die potentielle Feinstigkeit der Baumarten, d.h. ihre Reaktion auf starke Freistellung, ebenfalls berücksichtigt werden.

### *5.1.2 Fähigkeit zur Ausbildung einer durchgehenden Schaftachse*

Die Fähigkeit der Baumarten zur Ausbildung einer durchgehenden Schaftachse hängt von folgenden Faktoren ab:

- Knospenstellung, d.h. Anordnung der Knospen am Trieb (gegenständig/wechselständig)
- Verzweigungstyp (monopodial/sympodial)
- apikale Dominanz (innerhalb des Jahrestriebes) bzw. apikale Kontrolle (Baum als Ganzes)
- Ausfallrate der Endknospe (Wahrscheinlichkeit des Endknospenverlusts)
- Erholungsfähigkeit des Endtriebes
- Vorzeitige Triebbildung (z.B. Johannistriebbildung)

Die *Ausbildung einer durchgehenden Schaftachse* ist nicht in erster Linie abhängig vom Verzweigungstyp, sondern von der Knospenstellung, von der Ausfallrate der Endknospe oder des Endtriebes und von der Erholungsfähigkeit des Endtriebes, welche ihrerseits durch das komplexe Zusammenwirken der Umweltfaktoren beeinflusst wird. Für den praktischen Waldbau wird in Anlehnung an *Schütz (1990)* die folgende Bezeichnung eingeführt:

*Axiale Dominanz* = Fähigkeit zur Ausbildung einer durchgehenden, ungeteilten Schaftachse.

Sie wird in der Literatur (*Troll 1967*) auch als monokormischer Wuchs (im Gegensatz zum polykormischen Wuchs, d.h. der Tendenz zur Aufteilung des Stammes in mehrere Schaftachsen) bezeichnet.

Aufgrund der obgenannten Kriterien können folgende *Schaftentwicklungstypen* definiert werden:

Baumart gegenständig oder mit Scheinquirl	starke apikale Kontrolle geringe Ausfallrate	starke axiale Dominanz (Fichte, Tanne, Föhre, Douglasie)
	starke apikale Kontrolle mittlere Ausfallrate mittlere Erholungsfähigkeit	mittlere axiale Dominanz (Ahorn, Esche)
-----		
Baumart wechselständig	starke apikale Kontrolle oder kleine Ausfallrate bei guter Erholungsfähigkeit	mittlere bis starke axiale Dominanz (Erle, Pappel, wipfelschäftige Buche, z.T. Kirsche)
	schwache apikale Kontrolle oder grosse Ausfallrate bei kleiner Erholungsfähigkeit	schwache axiale Dominanz (Eiche, Linde, Ulme, z.T. Kirsche, Buche des Besen- und Zwieseltyps)

### 5.1.3 Fähigkeit zur natürlichen Astreinigung

Bezüglich der natürlichen Astreinigung können die Baumarten in zwei Gruppen eingeteilt werden (*Schütz, 1996a*):

Die *Totasterhalter* (Fichte, Föhre, Tanne, Douglasie; Kirsche, Roteiche, Pappel) verlieren ihre Äste spät und hinterlassen lange Zeit dürre Aststummel.

Die *Totastverlierer* (Lärche; Ahorn, Buche, Eiche, Esche, Linde und die meisten andern Laubbäume) reinigen sich relativ gut auf natürliche Weise und verlieren auch ihre Aststummel früh.

### 5.1.4 Feinastigkeit (Reaktion auf starke Freistellung)

Die Baumarten reagieren unterschiedlich stark auf eine frühzeitige Freistellung in der Jugend. *Potentiell grobastige Baumarten* bilden bei grossem

Wuchsraum häufig grobe Äste aus. Sie neigen also zur Bildung von Protzen, welche nicht mehr sinnvoll künstlich geastet werden können und sich auch nur langsam von selbst reinigen. Dazu gehören die Baumarten oder Gattungen Buche, Bergahorn, Eiche, Kirsche, Linde, Ulme, Douglasie und Föhre.

*Potentiell feinastige Baumarten* bilden selbst bei grossem Wuchsraum keine übermässig groben Äste und weisen deshalb in der Dichtung selbst bei stufiger Struktur keine Protzen auf. Sie können selbst nach frühzeitiger starker Freistellung noch durch eine Wertastung qualitativ verbessert werden. Dazu gehören die Baumarten Fichte, Lärche, (Tanne), Erle und Esche.

### 5.1.5 Synthese: Definition von Pflegeotypen

Aus den vorangehenden Unterkapiteln können im Hinblick auf die Ableitung von Pflegekonzepten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Je grösser die axiale Dominanz einer Baumart ist, desto kleiner kann die Reserve an Kandidaten sein und umso früher kann die Auslese im Endabstand erfolgen.
- Bei Totasterhaltern ist die Wertastung für die Wertholzproduktion unerlässlich. Deshalb können die Ausleseebäume relativ früh bezeichnet und stark gefördert werden.
- Totastverlierer dagegen reinigen sich von alleine, brauchen also nicht künstlich geastet zu werden. Sie müssen dazu aber länger im dichten Stand erzogen werden.
- Je schwächer der Astdurchmesser einer Baumart auf starke Freistellung reagiert, desto früher und stärker kann sie freigestellt werden.

Die Kombination der Typen mit unterschiedlicher Schaftentwicklung und Astreinigung ergibt, unter Berücksichtigung der Feinastigkeit, folgende Pflegeotypen:

Tabelle 2. Pflegeotypen als Grundlage für rationelle Pflegekonzepte.

Astreinigungstyp →	Totasterhalter		Totastverlierer	
axiale Dominanz ↓	feinastig	grobastig	feinastig	grobastig
stark	Fichte, Tanne	Föhre	Lärche	
mittel		Kirsche Roteiche	Esche, Erle	Ahorn, (Buche)
schwach				Eiche, (Buche)

Eine ähnliche Typisierung wurde bereits von *Thomasius* und *Flöhr* (1976) angewendet. Nach ihrem Wuchsverhalten im Weitstand oder als Solitär schei-



den die Autoren jedoch nur zwei Typen aus und bezeichnen sie als Fichtentyp bzw. Buchentyp. Bei den Baumarten des Fichtentyps (Fichte, Tanne, Strobe, Douglasie, Erle, Pappel, Höhenkiefer) ist nach Meinung der Autoren der Gebrauchswert des Holzes auch bei weitständiger Erziehung nicht wesentlich beeinträchtigt, bei den Baumarten des Buchentyps (Buche, Ulme, Linde, Hagebuche, Weide, Eiche, Ahorn, Esche, Tieflandkiefer) dagegen schon. Eine solche Zweiteilung in Baumarten mit engständiger und solche mit weitständiger Erziehung wird den baumartenspezifischen Unterschieden zu wenig gerecht.

## 5.2 Konzept der Zellenpflege mit frühzeitiger Auswahl der Ausleseebäume

Aus den in Kapitel 4 erwähnten Grundsätzen kann das allgemeine Pflegekonzept abgeleitet werden: es handelt sich um eine Zellenpflege mit frühzeitiger Auswahl der Ausleseebäume im Endabstand. Dieses Konzept kann zur rationellen Pflege aller Baumarten verwendet werden, bei der Umsetzung müssen aber die oben definierten Pflegetypen berücksichtigt werden.

### 5.2.1 Massnahmen in den einzelnen Entwicklungsstufen

Im *Jungwuchs* geht es in erster Linie darum, das Anwachsen der Jungpflanzen sicherzustellen. In Naturverjüngungen unter Schirm stellt dies in der Regel kein Problem dar. Etwas anders sieht es bei flächigen Räumungen aus, auf welchen sich häufig eine üppige Krautschicht entwickelt.

Mehrere Untersuchungen (*Olberg 1974, Olberg-Kalfass 1979, Binder 1992*) zeigen, dass Pflegemassnahmen im Jungwuchs im Vergleich zu unbehandelten Kontrollflächen keinen signifikanten Einfluss auf Überleben und Höhenwuchsleistung der Jungpflanzen haben. Einzig auf den Durchmesserzuwachs wirkt sich die Pflege positiv aus. *Burschel und Huss (1987, S. 218)* empfehlen deshalb, die Jungwuchspflege auf solche Fälle zu beschränken, in denen ohne Pflege erhebliche Schäden auftreten würden. Dies ist vor allem dort der Fall, wo ein dichter Brombeerteppich das Ankommen der Naturverjüngung erschwert bzw. bestehende Naturverjüngung stark behindert. Neben der direkten mechanischen Einwirkung und physiologischen Konkurrenz sind es vor allem die indirekten Auswirkungen auf die Jungbäume, welche eine Bekämpfung erfordern:

- Das Niederdrücken des Brombeerteppichs durch Schnee legt ebenfalls die Jungbäume flach; daraus resultieren häufig krumme Stammanläufe.
- Unter dem Brombeerteppich fühlen sich (insbesondere im Winter) die Mäuse sehr wohl und richten durch Rindenfrass an Waldbäumen (vor allem Esche) erhebliche Schäden an.

Ein flächendeckender Brombeerteppich muss deshalb unter Umständen zweimal jährlich entweder maschinell auf der ganzen Fläche (bei beginnender Verjüngung) oder aber durch das Austrichern von bereits kniehohen Einzelbäumen oder Baumgruppen reduziert werden.

Massnahmen zur Mischungsregelung erübrigen sich bei natürlicher Verjüngung standortheimischer Baumarten und richtiger Lichtdosierung durch angepasste Überschildung. Bei Naturverjüngungen auf der Freifläche und starker Entwicklung unerwünschter Baumarten (z.B. grossblättrige Weiden) kann jedoch eine erste Mischungsregelung im Jungwuchs nötig werden.

In der *Dickung* treten die Bäume in einen intensiven Konkurrenzkampf. Die konkurrenzkräftigen Individuen und Baumarten (in Mischbeständen) beginnen sich durchzusetzen. Es kommt zu einer sozialen Schichtung in Ober-, Mittel- und Unterschicht. Als Folge der sozialen Schichtung nimmt die Stammzahl in der Oberschicht, welche Anfang Dickungsstufe oft noch mehrere Zehntausend beträgt, natürlicherweise auf wenige Tausend ab (z.B. *Fischer*, 1969). Starke Stammzahl-Reduktionen sind deshalb weder nötig noch sinnvoll, sondern können im Sinne der biologischen Automation der Natur überlassen werden.

Das Ziel der Dickungspflege besteht in erster Linie darin, eine genügende Anzahl von Kandidaten oder bereits von Ausleseebäumen der erwünschten Baumart in der Oberschicht zu erhalten.

Als Massnahmen kommen deshalb die Mischungsregelung und die positive Auslese in Frage. Die *negative Auslese* dagegen sollte nicht mehr angewendet werden, da sie zu wenig gezielt wirkt. Eine Ausnahme stellt das rechtzeitige Entfernen von sperrigen Vorwüchsen (Protzen) der Baumarten Buche, Eiche und Föhre dar. Ein Hinausschieben dieser Massnahme kann dazu führen, dass im Stangenholz sehr vitale, aber qualitativ schlechte, grobastige Bäume als Konkurrenten mit grossem Aufwand entfernt werden müssen (z.B. *Wagenknecht*, 1962). Die *positive Auslese* setzt ein, sobald die positiven Eigenschaften des Phänotyps bezüglich Qualität und Vitalität erkennbar sind. Dies ist bei den meisten Baumarten erst ab Mitte der Dickungsstufe der Fall, sobald nämlich die soziale Schichtung erkennbar ist. Bei den Baumarten mit mittlerer bis grosser axialer Dominanz kann ein Eingriff mit positivem Charakter bereits zu Beginn der Dickungsstufe durchgeführt werden. Wir bezeichnen ihn als positive Erdünnerung, weil er unter den Kandidaten noch keine Auswahl trifft. Eine Ausnahme stellt die Pflege der Fichte dar. Wegen ihres kleinen Endabstandes führen die üblichen Durchforstungsverfahren früher oder später zu einer maximalen Konkurrenz zwischen ehemals geförderten Bäumen. Deshalb sieht unser Pflegekonzept für den Fichtentyp bereits Anfang der Dickung die provisorische Auswahl eines einzigen Auslesebaumes pro Pflegezelle vor. Von seiner Förderung profitieren auch alle benachbarten Bäume, so dass bei der endgültigen Auswahl des Auslesebaumes Ende Dickung noch eine genügende Reserve an Kandidaten übrigbleibt. Bei den Baumarten mit

kleiner axialer Dominanz (Buche, Eiche, Linde, Ulme) kann Ende Dickungsstufe zwar bereits positiv ausgelesen werden (Schütz 1996b). Eine endgültige Auslese ist aber erst im Stangenholz zu empfehlen, weil die wenigen wipfelschäftigen Individuen (Krahl-Urban, 1962) meist unregelmässig verteilt sind. Bei den wesentlich häufigeren Zwiesel- und Besentypen ist die Ausbildung einer durchgehenden Schaftachse trotz an sich guter Astreinigung sehr unsicher, so dass eine gewisse Reserve bis ins Stangenholz beibehalten werden muss.

Aus Naturverjüngung entstandene Dickungen sind häufig noch gemischt. Bei kleinflächiger Verjüngung unter Schirm mit langsamem Verjüngungsfortschritt oder bei Saumverjüngung von Nadelholz-Altbeständen entstehen häufig dichte Verjüngungen von Fichte, (Föhre), Tanne und Buche. Bei schnellerem Vorgehen am Saum oder auf der Fläche entstehen auf nährstoffreichen, frischen Standorten häufig Mischdickungen von Ahorn, Buche, Esche, Kirsche und Weichlaubhölzern. Dies erfordert in den meisten Fällen eine Mischungsregelung, um die weitere Entwicklung der erwünschten Baumarten zu sichern und eine zielgerechte Mischungsform (Trupp- bis Gruppenmischung) zu schaffen. Durch die kleinräumige Entmischung soll den Unterschieden im Wachstumsgang und in der Konkurrenzkraft der Baumarten Rechnung getragen werden, was die zukünftigen Pflegeaufwendungen reduziert.

Die Dickung ist, sobald sie Mannshöhe überschreitet, nicht mehr überschaubar und nur noch sehr schwer zugänglich. Deshalb soll die Dickungspflege durchgeführt werden, solange man sie noch überschauen (1,3 bis 1,8 m Höhe) oder sobald man wieder unter der grünen Krone durchschauen kann (in der Regel ab 6 bis 8 m Höhe). Im Laubholz erlauben Anzeichnungen im Winter auch in der Dickungsstufe eine wesentlich bessere Übersicht.

Im *schwachen Stangenholz* haben die herrschenden Bäume einen genügend langen, astfreien Schaft entwickelt (6 bis 10 m), welcher die sichere Wahl von Ausleseebäumen mit erwünschten Eigenschaften ermöglicht. Das Ziel der Stangenholzpflege besteht deshalb in der definitiven Auswahl und Förderung des besten Kandidaten pro Pflegezelle, wo dies nicht bereits in der Dickung geschehen ist. Diese Ausleseebäume sollen bis zum Ende der Umtriebszeit stehen bleiben. Darauf soll der Volumen- und mehr noch der Wertzuwachs konzentriert werden. Die Eingriffe im Stangenholz sind der grösseren Baumdimensionen wegen umständlicher und zeitaufwendiger als in der Dickung. Das dabei anfallende Material kann zumindest im schwachen Stangenholz noch nicht kostendeckend genutzt werden. Deshalb geht es gerade in dieser Entwicklungsstufe um die Reduktion auf das Wesentliche, d.h. um die Förderung der Ausleseebäume durch Entfernung ihres oder ihrer schärfsten Konkurrenten. Die Zahl der zu entfernenden Konkurrenten wie auch der Eingriffe hängen dabei von der Stabilität der Bestockung zu Beginn der Stangenholzstufe und von den beteiligten Baumarten ab. Starke Durchforstungen reduzieren die Anzahl der Eingriffe und die Holzernteschäden, mittel- bis langfristig för-

dern sie auch die Stabilität. Voraussetzung für starke Eingriffe sind aber stabile Bestände, d.h. Bestände mit vorausgegangener Dickungspflege (AG WABAT, 1995). Die regelmässige Verteilung der Ausleseebäume ist durch die frühzeitige Reduktion der Pflege auf Pflegezellen im Endabstand weitgehend gewährleistet. Viel wichtiger als eine absolut regelmässige Verteilung ist aber ohnehin die Wahl stabiler und vitaler Bäume mit guter Qualität. Diese finden sich nur noch unter den bei der Dickungspflege geförderten Ausleseebäumen. Die Auslese mitherrschender Bäume erfordert meist unverhältnismässig starke Eingriffe mit Entnahme von mehr als zwei Bedrängern und sollte deshalb die Ausnahme bleiben.

### 5.2.2 Unterschiede zwischen den Pflgetypen

Die Umsetzung des allgemeinen Konzepts auf die oben definierten Pflgetypen wird nicht mehr detailliert besprochen, sondern tabellarisch aufgelistet (*Tabelle 3*). Es sind nur diejenigen Pflgetypen berücksichtigt, welche im schweizerischen Mittelland und in der unteren Montanstufe natürlich auf grösserer Fläche vorkommen können.

## 6. Diskussion

Das vorgestellte Konzept schöpft nicht mehr alle Möglichkeiten der Wertsteigerung aus, sondern beschränkt sich sowohl räumlich, durch Reduktion der Pflege auf die Zellen, als auch zeitlich durch die frühzeitige definitive Auswahl der Ausleseebäume. Dadurch ist im Vergleich zu den heutigen Konzepten mit einer gewissen Reduktion der Wertleistung zu rechnen, allerdings bei einem wesentlich kleineren Aufwand. Das Konzept weist gewisse Parallelen auf zur Z-Baum-Methode nach Abetz (*Abetz, 1979*). Die Kritik an der Z-Baum-Methode (z.B. *Schober, 1988*) wird sich sinngemäss auch gegen das oben vorgestellte Konzept richten, insbesondere gegen die Möglichkeit einer frühzeitigen, dauerhaften Bestimmung der Ausleseebäume. Tatsächlich kann es sowohl zu positiven als auch zu negativen Umsetzungen kommen, und zwar auch innerhalb der herrschenden Schicht (z.B. *Schober, 1990*). Die Tatsache, dass ein einmal ausgewählter und geförderter Auslesebaum soziologisch absteigt, kann mehrere Gründe haben (vgl. dazu auch *Klädtker, 1990*): Er war von Beginn weg weniger vital als seine Nachbarn, oder es wurden nicht alle seine schärfsten Konkurrenten rechtzeitig entfernt, oder er hat aus genetischen oder anderen Ursachen an Wuchskraft eingebüsst, oder sein Schaft ist beschädigt worden. Der erste Fall lässt sich durch die Auswahl vitaler, herrschender Ausleseebäume, der zweite durch eine periodische Kontrolle der Aus-

Tabelle 3. Rationelle Pflegekonzepte für die Pfliegtypen.

Pfliegtyp	Anzahl PZ pro ha	Ø PZ (m)	Anfang Dichtung (1,3 bis 1,8 m Höhe)	Ende Dichtung (6 bis 8 m Höhe)	schwaches Stangenholz (10 bis 19 cm $D_{dom}$ )
Fichte	200 bis 250	4	provisorische Auswahl von einem Auslesebaum, starke Förderung	definitive Auswahl ALB starke Förderung erste Wertastung auf 4 bis 5 m Höhe	schwache Förderung ALB (nur falls nötig); zweite Wertastung auf 10 m (falls lohnend)
Föhre	150 bis 200	5	Protzenaushieb, Auswahl von 3 ALB, mittlere Förderung	definitive Auswahl ALB mittlere Förderung: erste Wertastung auf 4 bis 5 m Höhe	starke Förderung ALB zweite Wertastung auf 10 m (falls lohnend)
Esche	100 bis 150	6	Auswahl von 3 ALB, mittlere Förderung	definitive Auswahl ALB, starke Förderung;	mittlere Förderung ALB
Ahorn	100 bis 150	6	Auswahl von 3 ALB, mittlere Förderung	definitive Auswahl ALB mittlere Förderung	starke Förderung ALB
Buche	100 bis 150	6	Protzenaushieb; positive Erdünnerung (ca. 6 Kandidaten)	Auswahl von 3 ALB, mittlere Förderung	definitive Auswahl ALB, starke Förderung
Eiche	80 bis 100	6	Protzenaushieb; positive Erdünnerung (ca. 6 Kandidaten)	Auswahl von 3 ALB, schwache Förderung	definitive Auswahl ALB, mittlere Förderung

*Legende:* PZ = Pflegezelle (alle Angaben beziehen sich auf die Massnahmen innerhalb der Pflegezellen)

ALB = Auslesebaum (bei endgültiger Auswahl gleichbedeutend mit Z-Baum)

schwache Förderung: der schärfste Konkurrent

mittlere Förderung: die zwei schärfsten Konkurrenten

starke Förderung: die drei bis vier schärfsten Konkurrenten

*Bemerkungen:*

Die angegebene Anzahl von Pflegezellen orientiert sich an Vorstellungen über die optimale Ausnutzung des Wuchsräumens durch die Bäume des Endbestandes (vgl. dazu Schütz, 1987). Sie dient, ebenso wie die angegebenen Durchmesser der Pflegezellen (Ø PZ), nur als Hilfsgrösse für die Umsetzung des Pflegezellen-Konzeptes. Eine allenfalls nötige Mischungsregelung müsste Anfang der Dickungsstufe durchgeführt werden.

leseebäume alle fünf Jahre verhindern. Falls der Auslesebaum seine Wuchskraft verliert oder wegen eines starken Schadens am Leittrieb soziologisch absinkt, kann immer noch der relativ Beste aus der näheren Umgebung als Ersatz-Auslesebaum bestimmt und gefördert werden (Schütz, 1996b).

Wir sind uns bewusst, dass das Konzept der Zellenpflege mit frühzeitiger Auswahl der definitiven Ausleseebäume auf Baumarten mit grosser axialer Dominanz und kleinen Qualitätsunterschieden zwischen den Individuen zugeschnitten ist, d.h auf den Fichtentyp. Wenn die baumartenspezifischen Unterschiede berücksichtigt werden und die Anwendung nicht zu schematisch erfolgt, dann kann es aber auch für die übrigen Pflgetypen rationell angewendet werden.

Das vorgestellte Konzept ist als Vorschlag für innovationsfreudige Praktiker zu verstehen und nicht als der Jungwaldpflege-Weisheit letzter Schluss. In diesem Sinne freuen sich die Autoren auf kritische Kommentare, Korrekturvorschläge und Ergänzungen.

## **Zusammenfassung**

Vor dem Hintergrund der herrschenden ökonomischen Krise der Forstwirtschaft müssen alle Möglichkeiten der waldbaulichen, technischen und organisatorischen Rationalisierung ausgeschöpft werden. Im vorliegenden Aufsatz werden die Voraussetzungen und Möglichkeiten der waldbaulichen Rationalisierung dargelegt und rationale Pflegekonzepte entwickelt.

*Die Voraussetzungen einer rationellen Jungwaldpflege* auf der Zielsetzungs- und Planungsebene sind die Revision des allgemeinen Waldbauzieles (Optimierung statt Maximierung), die differenzierte Festlegung der Waldpflege-Intensitäten, die Anpassung des Bestockungszieles an die natürliche Bestandesentwicklung, ein neues Verjüngungsziel (Struktur statt Schichtschluss) und die klare Festlegung des Pflegeziels.

*Grundsätze einer rationellen Jungwaldpflege* sind die frühzeitige Mischungsregelung zur zielgemässen Bestockungsgestaltung, die frühzeitige Reduktion der behandelten Fläche durch die Festlegung von Pflegezellen, die frühzeitige Festlegung der Ausleseebäume im Endabstand und die Ausformung zweischichtiger oder stufiger Strukturen. Daraus wird als allgemeines Konzept die *Zellenpflege mit frühzeitiger Auswahl der Ausleseebäume* abgeleitet.

Das *Ziel der Wertholzpflege* besteht darin, die Umgebungsbedingungen derart zu steuern, dass eine begrenzte Zahl von Bäumen (= die Ausleseebäume) einen lotrechten und ungeteilten Schaft ausbilden und sich im unteren Schaftteil genügend schnell von den Ästen reinigen. Deshalb muss die unterschiedliche Fähigkeit der Baumarten, eine durchgehende Schaftachse auszubilden und sich natürlich von den Ästen zu reinigen, bei der rationellen Pflege berücksichtigt werden. Aufgrund dieser Fähigkeiten und unter zusätzlicher Berücksichtigung der Astreaktion der Bäume auf starke Freistellungen wurden sieben Pflgetypen definiert, welche als Grundlage für die baumartengerechte Umsetzung des allgemeinen Konzeptes dienen.

## Résumé

### Rationalisation des soins sylvicoles

Face à la crise économique que connaît la foresterie, il importe d'utiliser à fond tous les moyens de rationalisation tant sur les plans sylvicole ou technique qu'organisationnel. Cette étude énonce les moyens de rationaliser les choix sylvicoles et les conditions à remplir pour atteindre ce but; elle présente aussi le développement de conceptions rationnelles de soins aux jeunes peuplements.

*Les conditions d'un soin rationnel aux jeunes peuplements* sont à énoncer lors de la fixation des buts et de la planification. Elles englobent les démarches suivantes: réviser le but sylvicole, en général, (optimisation plutôt que maximisation); différencier l'intensité des soins aux forêts; adapter le but de composition du peuplement à une évolution naturelle; définir un nouveau but de régénération (structure plutôt que fermeture étagée); et fixer clairement le but cultural.

*Un soin rationnel aux jeunes peuplements* passe par les principes suivants: régler à temps le mélange des essences afin d'obtenir un peuplement dont la composition corresponde aux buts fixés; réduire assez tôt l'étendue des surfaces traitées en les subdivisant en unités d'intervention; choisir dès que possible les arbres d'élite dans l'espace final; et former des structures à deux étages ou étagées. C'est à partir de ces bases que l'auteur élabore le concept général qui consiste à *créer des unités d'intervention et à choisir à temps les arbres d'élite*.

*Le but des soins aux jeunes peuplements destinés à produire du bois de valeur* consiste à régler les facteurs du milieu (couvert, concurrence) afin qu'un nombre limité d'arbres (= les arbres d'élite) forment une tige verticale et non partagée dont la partie inférieure s'élague assez rapidement. D'où l'importance, dans le contexte de soins rationnels, de tenir compte de l'aptitude des essences à former un axe de tige continu et à s'élaguer naturellement. Compte tenu de ces aptitudes et de la réaction des branches après une forte intervention, sept types de soins ont été définis. Ils constituent la base de concrétisation du concept général au niveau des essences.

Traduction: *Monique Dousse*

## Summary

### Rationalisation of Forest Tending

The prevailing economic crisis in forestry requires that all the possibilities of silvicultural, technical and organisational rationalisation be exhausted. The present paper points out the prerequisites and possibilities of rationalising silviculture and develops from them concepts of rational forest tending.

*Prerequisites of a rational tending of young forests*, at the stages of goal setting and planning, are a revision of the general goal of silviculture (optimisation as opposed to maximisation), the differentiated establishment of the intensity of forest tending, the adaptation of the stocking goal to the natural development of the stand, a new regen-

eration goal (structure as opposed to canopy closure) and the clear establishment of the aim of forest tending.

*Principles of a rational tending of young forests* are the early regulation of the mixture ratio with the aim of optimal stocking, early reduction of the treated area through the establishment of forest tending units, the early identification of the selected trees for the final stand density, and the development of two-layer or two-stage structures. A general concept of *forest tending units with the early identification of selected trees* will be the result.

The *goal of valuable timber tending includes* controlling the environmental conditions so that a limited number of trees (the selected trees) will form a perpendicular and unbroken shaft, quickly freeing themselves of branches in the lower part of the shaft. Thus, the varied ability of the tree species to form an unbroken shaft axis and to free themselves naturally from branches must be taken into consideration in rational forest tending. Based on this ability and considering the reaction of the trees' branches to being freed quickly of surrounding branches, seven tending types were defined. These will form the basis for implementing the general concept in a manner suitable for the selected species.

Translation: *Marcia Schoenberg*

#### Literatur

- Abetz, P. (1979): Brauchen wir «Durchforstungshilfen»? Schweiz. Z. Forstwes., 130 (11): 945–963.
- Abetz, P. (1994): Ist das Schwachholzproblem waldbaulich vermeidbar? Österreichische Forstzeitung, 105 (1): 17–21.
- AG WABAT (Arbeitsgruppe Waldbau/Arbeitstechnik des Schweiz. Forstvereins) (1995): Bestandesbegründung und Jungwaldpflege rationalisieren. Wald und Holz, 77 (7): 8–10.
- Amstutz, U. (1993): Perspektiven für die Forstwirtschaft im Jahr 2000: «Mutige Schritte tun». Wald und Holz, 75 (2): 8–10.
- Binder, F. (1992): Aufforstung in Waldschadensgebieten – Untersuchungen zur künstlichen Verjüngung von Beständen im Frankenwald, Fichtelgebirge und in den bayerischen Kalkalpen. Schriftenreihe der Forstw. Fak. Univ. München und der Bayer. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt, Nr. 119, 206 S.
- Burschel, P. (1975): Rationelle Produktion im Waldbau. Forst- und Holzwirt, 30 (22): 429–436.
- Burschel, P. (1994): Holzproduktion als ökologische Rechtfertigung des Forstberufes. Allg. Forstzeitschrift, 50 (12): 622–631.
- Burschel, P., Huss, J. (1987): Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. (Pareys Studentexte, Nr. 49). Hamburg, Parey, 1987.
- Duc, Ph. (1997): Zustand, Entwicklung und Pflege des Nachwuchses in Plenterwäldern des Val-de-Travers. Diss. ETH Zürich (in Vorbereitung).
- Fischer, F. (1969): Zur Frage der Stammzahlentwicklung im Verlauf der Bestandesentwicklung. Beiheft zu den Zeitschr. Schweiz. Forstverein, 46: 97–106.
- Gockel, H.A. (1995): Die Trupp-Pflanzung. Ein neues Pflanzschema zur Begründung von Eichenbeständen. Forst- und Holz, 50 (18): 570–575.
- Greuter, W. (1996): Plenterartige Bestandesformen statt Schlagwald. Wald und Holz, 78 (1): 24–27.
- Klädtker, J. (1990): Umsetzungsprozesse unter besonderer Berücksichtigung Z-Baum-bezogener Auslesedurchforstung. Allg. Forst- u.J.-Ztg., 161 (2): 29–36.
- Krahl-Urban, J. (1962): Buchen-Nachkommenschaften. Allg. Forst-u.J.-Ztg., 133 (2): 29–38.
- Lütjens, N. (1994): Zur Situation und Zukunft der Forstbetriebe. Berner Wald, 25 (4): 101–116.
- Leder, B. (1992): Weichlaubhölzer. Verjüngungsökologie, Jugendwachstum und Bedeutung in Jungbeständen der Hauptbaumarten Buche und Eiche. Schriftenr. Forstverw. Nordr.-Westfalen, Sonderband. Verlag Zimmermann, Balve. 413 S.
- Leibundgut, H. (1973): Rationalisierung und naturnahe Waldwirtschaft. Forst- und Holzwirt, 28 (18): 365–368.



- Leibundgut, H.* (1978): Die Waldpflege. Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart. 2.Aufl., 204 S.
- Leibundgut, H.* (1984): Möglichkeiten der waldbaulichen Rationalisierung. *Wald und Holz*, 66 (4): 518–529.
- Loycke, H.J.* (1964): Wege zur Rationalisierung der Jungwuchs- und Jungbestandspflege. *Allg. Forstzeitschrift*, 19 (31): 459–463.
- Olberg, R.* (1974): Wie reagieren Fichten-Kulturen auf Unkrautbekämpfung? *Allg. Forst- und Jagdzeitung*, 145 (10/11): 212–219.
- Olberg-Kallfass, R.* (1979): Zur Reaktion von Fichten auf Unkrautbekämpfung in der Kultur. *Allg. Forst- und Jagdzeitung*, 150 (10): 191–195.
- Otto, H.-J.* (1994): Verminderung der waldbaulichen Intensität und des Schwachholzaufkommens durch naturnahen Waldbau? *Forst- und Holz* 49 (14): 387–391.
- Otto, H.-J.* (1995): Zielorientierter Waldbau und Schutz sukzessionaler Prozesse. *Forst- und Holz*, 50 (7): 203–209.
- Röhrig, E.* (1982): Waldbau auf ökologischer Grundlage. Zweiter Band: Baumartenwahl, Bestandesbegründung und Bestandespflege. 5. Auflage, vollst. neu bearbeitet. Begr. von A. Dengler. Verlag Parey, Hamburg und Berlin.
- Schädelin, W.* (1928): Stand und Ziele des Waldbaus in der Schweiz. Beiheft zu den Zeitschr. Schweiz. Forstverein, 2: 119–139.
- Schober, R.* (1988): Von Zukunfts- und Elitebäumen. *Allg. Forst- u. Jagdzeitung*, 159 (11/12): 239–248.
- Schober, R.* (1990): Die Bedeutung des Umsetzens von Waldbäumen für Z-Baum-Durchforstungen. *Allg. Forstzeitschrift*, 46 (32): 824–828.
- Schütz, J.-Ph.* (1981): Ist unser Qualitätswaldbau landesökonomisch noch vertretbar? *Wald und Holz*, 63: 432–443.
- Schütz, J.-Ph.* (1987): Zur Auswahl der Ausleseebäume in der schweizerischen Auslesedurchforstung. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 138 (12): 1037–1053.
- Schütz, J.-Ph.* (1990): Sylviculture 1. Principes d'éducation des forêts. Collection gérer l'environnement, Nr. 5. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne. 243 S.
- Schütz, J.-Ph.* (1995): Biologische Rationalisierung. Weniger ist mehr. *Wald und Holz*, 77 (5): 8–11.
- Schütz, J.-Ph.* (1996a): Grundzüge der Waldpflege. Anhang zum Schweiz. Forstkalender 1996, 91: 48–55.
- Schütz, J.-Ph.* (1996b): Bedeutung und Möglichkeiten der biologischen Rationalisierung im Forstbetrieb. *Schweiz. Zeitschr. Forstwes.* 147 (5): 315–349.
- Spellmann, H.* (1994): Auswirkungen von Läuterungseingriffen auf die Schwachholzproduktion. *Forst und Holz*, 49 (11): 288–300.
- Spellmann, H.* (1995): Vom strukturarmen zum strukturreichen Wald. Waldbauliche Planungs- und Handlungsaspekte für die Nds. Landesforstverwaltung. *Forst und Holz*, 50 (2): 35–44.
- Strohschneider, I.* (1987): Wurzeldeformationen infolge verschiedener Pflanzverfahren. *Österr. Forst-Ztg.*, 98 (3): 20–21.
- Thees, O., Rudow, A.* (1993): Laubschwachholzernte: Rationalisierung möglich. *Wald + Holz*, 74 (5): 8–13.
- Thomasius, H., Flöhr, W.* (1976): Allgemeine Grundsätze der Pflege von Jungwüchsen und Jungbeständen aus waldbaulich-ertragskundlicher Sicht. *Die Sozial. Forstwirtschaft*, 26 (2): 40–44.
- Troll, W.* (1967): Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. Verlag Otto Költz, Königstein-Taunus, 1. Band, 1. Teil, 955 S.
- Wagenknecht, E.* (1962): Rationelle Dickungspflege. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin, 176 S.
- Wüthrich, W.* (1990): Einsatz eines Kranvollernters für Nadel-Schwachholzdurchforstungen. *Wald und Holz*, 71 (11/12): 954–963.
- Zimmermann, M., Brown, C.* (1971): Trees. Structure and Function. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 336 S.

#### Dank

Für die jederzeitige Bereitschaft zur kritischen Auseinandersetzung mit dem Thema danken wir insbesondere den Herren H.U. Bucher, D. Graber, P. Brang, U. Hug und J. Scheurer.

#### Verfasser:

Philippe Duc, dipl. Forsting, ETH, Dorfstrasse 16, CH-8906 Bonstetten. Alfred Zbinden, Förster IFL, Burgergemeinde Bern, CH-3008 Bern.