

# Erfolg der Jungwaldpflege im Schweizer Mittelland? Analyse und Folgerungen (Essay)

Peter Ammann Fachstelle Waldbau (CH)\*

## Is young growth tending successful in the Swiss Plateau region? Analysis and implications (essay)

The effect of the cost-intensive young growth tending used up to the present in the region of the Swiss Plateau is analysed using different approaches. It is evident that young growth tending is not only ineffective with respect to diameter growth but even hinders stand development. Negative effects on quality from young growth tending are also recognised. This is often due to premature interventions in the natural processes of self-differentiation and subsequent systematic errors in the thinning. Furthermore, the effect of tending measures on the tree species composition is often overestimated because in the first 10 to 20 years of stand development, it is primarily the rejuvenation strategy and the site which are decisive. As an alternative course of action, tending concepts are proposed which rely on biological rationalisation and future tree thinning, to achieve future trees which are as vigorous as possible. These are not only more effective, but are also significantly less expensive.

**Keywords:** silviculture, rationalisation, biological automation, thinning, forest ecosystem management  
**doi:** 10.3188/szf.2013.0262

\* c/o Bildungszentrum Wald Lyss, Hardernstrasse 20, CH-3250 Lyss, E-Mail ammann@bzwlyss.ch

Seit Beginn der 1990er-Jahre ist der durchschnittliche Nettounternehmensgewinn der Forstbetriebe in der Schweiz negativ. Hauptverantwortlich dafür sind Verluste in der Waldbewirtschaftung (Bürgi & Pauli 2013). Da das globale Holzpreisniveau seitens der Schweizer Forstbranche nicht beeinflussbar ist, bildet die Kostenseite die wichtigste betriebliche Steuergrösse. Wichtigste Kostenstelle sind die Holzerntekosten. Aber auch die Jungwaldpflege verursacht im Wirtschaftswald des Schweizer Mittellandes hohe Kosten; in den Jahren 2008 bis 2011 durchschnittlich CHF 13.–/Fm (Forstwirtschaftliches Testbetriebsnetz der Schweiz [TBN]).<sup>1</sup> Über die waldbauliche Steuerung des Angebots (Holzart, Qualität, Dimension) besteht langfristig die Möglichkeit, auf die Holzerlöse Einfluss zu nehmen – Unsicherheiten zukünftiger Nachfrage vorbehalten. Somit stellt sich einerseits die Frage nach den Kosten und andererseits nach der Wirksamkeit der biologischen Produktion – speziell der Jungwaldpflege. Antworten auf diese Fragen sind umso dringender, da in den letzten Jahren und Jahrzehnten fast jede Are öffentlichen Waldes in einem kurzen Eingriffsturnus und mit hohen Investitionskosten gepflegt und durchforstet wurde und noch immer

wird. Eine intensive Jungwaldpflege wurde gefördert durch die Waldbau-Lehrmeinung (Leibundgut 1966, 1978, 1984), aber auch durch die Etablierung des Forstwartberufes mit eigener Berufslehre (ungefähr seit 1970) sowie seit den 1990er-Jahren durch Subventionen von Bund und Kantonen.

In vorliegendem Beitrag wird anhand von Fallbeispielen die Wirksamkeit der im schweizerischen Mittelland praktizierten Jungwaldpflege überprüft. Die Jungwaldpflege bezieht sich dabei auf die Entwicklungsstufen Jungwuchs, Dickung und schwaches Stangenholz (bis Oberdurchmesser [ $d_{dom}$ ] 20 cm). Das schweizerische Mittelland liegt im Höhenbereich von 300 bis 700 m ü. M., das Klima ist ozeanisch geprägt mit einem Jahresniederschlag von 800 bis 1400 mm und einer Jahresmitteltemperatur von 8 bis 11 °C. Die meist tiefgründigen Böden sind mit einem Durchschnittszuwachs von 12.7 Tfm/(ha×J) sehr produktiv (Duc et al 2010).

<sup>1</sup> Interaktive Statistikdatenbank des Bundesamts für Statistik: [www.pxweb.bfs.admin.ch/Database/German\\_07%20-%20Land-%20und%20Forstwirtschaft/07.3%20-%20Forstwirtschaft/07.3%20-%20Forstwirtschaft.asp?lang=1&prod=07&secprod=3&openChild=true](http://www.pxweb.bfs.admin.ch/Database/German_07%20-%20Land-%20und%20Forstwirtschaft/07.3%20-%20Forstwirtschaft/07.3%20-%20Forstwirtschaft.asp?lang=1&prod=07&secprod=3&openChild=true) (5.7.2013)

## Anhaltspunkte für die Erfolgskontrolle

Jungwaldpflege wird generell begründet mit der Steuerung der Baumartenzusammensetzung, der Verbesserung der Holzqualität sowie der Erhöhung des Durchmesserzuwachses und der Stabilität (welche indirekt in den Kriterien Mischung und Durchmesser enthalten ist). Erfolge oder Misserfolge der Jungwaldpflege sind unter anderem aufgrund der langen Produktionszeiträume nicht einfach zu beurteilen. Im Gegensatz zur Schutzwaldpflege (Frehner et al 2005) existieren für die Waldpflege im Schweizer Mittelland keine Erfolgs- oder Wirkungskontrollen. Eine Erfolgskontrolle setzt messbare Zielgrößen voraus. Leibundgut (1966, 1978) hatte noch keine baumartenbezogenen Produktionsziele definiert, sondern beschränkte sich auf die Formulierung von allgemeinen Wirtschaftszielen wie «grösstmögliche Erzeugung bestimmter Sortimente» und «höchstmögliche Waldreinerträge». Schütz (1990) legte konkrete Produktionsziele fest, indem er für einzelne Baumarten die Umtriebszeit sowie die Anzahl Z-Bäume, welche in dieser Zeit einen bestimmten Zieldurchmesser erreichen sollen, definierte (Tabelle 1).

Baumart	Umtriebszeit (Jahre)	Anzahl Z-Bäume (St./ha)	Endabstand (m)	Zieldurchmesser (cm)
Esche	70–90	150	8.8	60
Kirsche	70–90	?	?	60
Buche	120–150	150	8.8	60
Eiche	>150	100	10.8	60

Tab 1 Produktionsziele nach Schütz (1990).

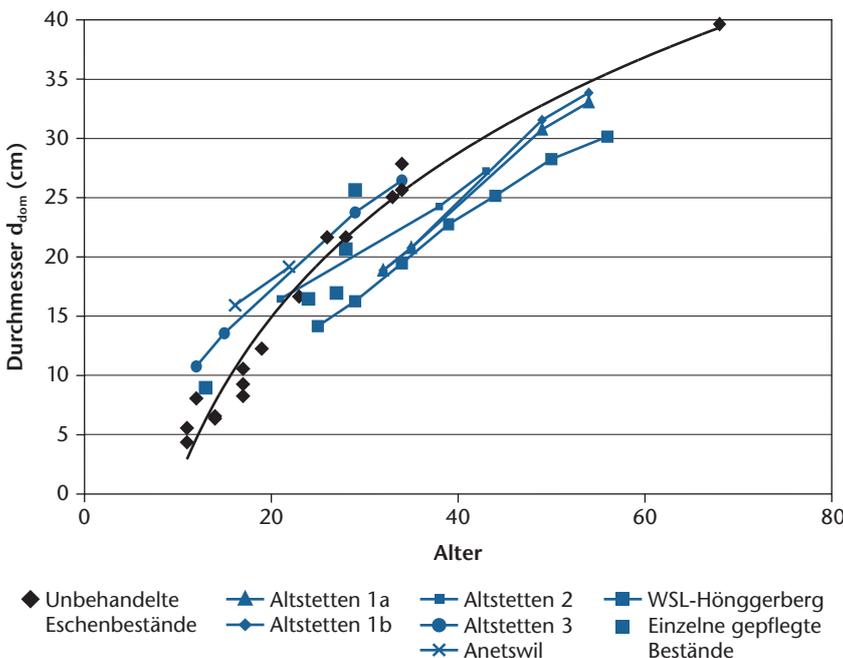


Abb 1 Durchmesser der 100 stärksten Bäume pro Hektare (Oberdurchmesser;  $d_{dom}$ ) von unbehandelten (schwarz; unechte Zeitreihe) und gepflegten Eschenbeständen (blau; Quadrate: einmalige Aufnahmen, mit Linie verbundene Signaturen: echte Zeitreihen dank Wiederholungsaufnahmen). Quelle: Ammann (2004)

## Erfolg der Jungwaldpflege – einige konkrete Beispiele

### Beispiel 1: Durchmesserentwicklung von Eschenbeständen

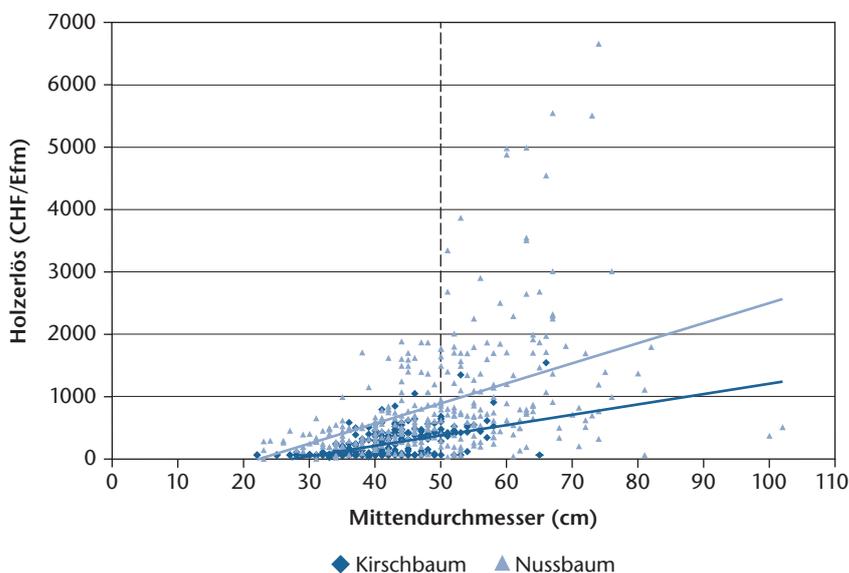
Ammann (2004) untersuchte 16 unbehandelte und 11 gepflegte Eschenbestände auf wüchsigen, für die Esche geeigneten Standorten betreffend Wuchsleistung, Anzahl Z-Baum-Anwärter und Qualität. Die Resultate zeigen, dass gepflegte Bestände gegenüber den unbehandelten keinen Vorsprung hatten bezüglich Durchmesser der 100 stärksten Bäume pro Hektare ( $d_{dom}$ ; Abbildung 1). Das verhältnismässig gute Durchmesserwachstum unbehandelter Eschenbestände ist nicht etwa gekoppelt mit schlechter Qualität, denn alle Bestände enthielten genügend Z-Baum-Anwärter. Dass intensive waldbauliche Behandlungen – im Fall der Versuchsfläche «Hönggerberg» der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL sind sieben Auslesedurchforstungen dokumentiert – nicht erfolgreich waren, stellt die Wirksamkeit der Behandlungsmethode infrage. Abbildung 1 zeigt zudem, dass alle untersuchten Eschenbestände – ob gepflegt oder unbehandelt – das von Schütz (1990; Tabelle 1) formulierte Produktionsziel nicht erreichen dürften.

### Beispiel 2: Kirsch- und Nussbäume auf den aargauischen Wertholzsubmissionen

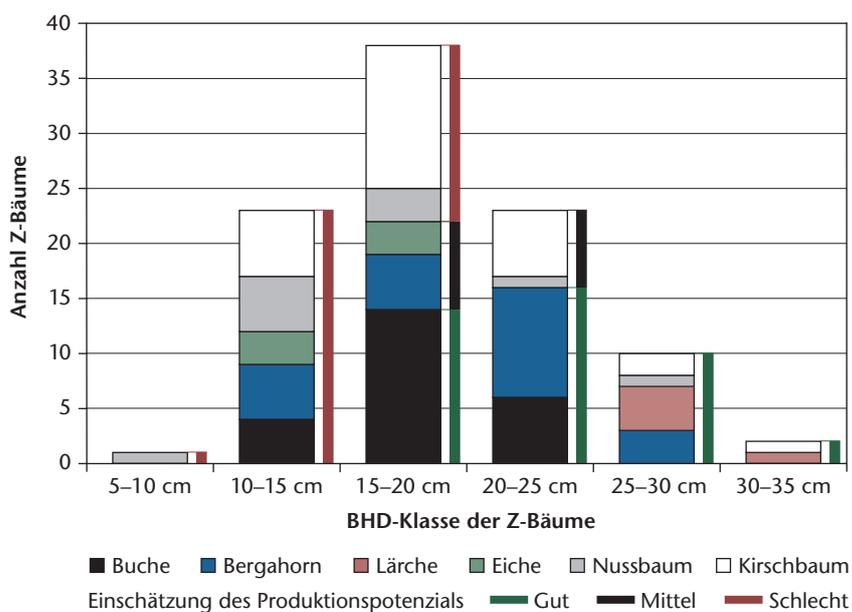
Auf den Wertholzsubmissionen des Aargauischen Waldwirtschaftsverbandes wurden von Dezember 2008 bis Dezember 2012 374 Kirsch- und 444 Nussbaumstämme angeboten.<sup>2</sup> Davon wurden 276 beziehungsweise 337 auch tatsächlich verkauft. Bei der Kirsche hatten nur gerade 33 Exemplare oder 9% des Angebots einen Mittendurchmesser ohne Rinde von 50 cm oder mehr (Abbildung 2), was ungefähr einem Zieldurchmesser in Rinde von 60 cm auf Brusthöhe (BHD) entspricht. Demzufolge erreichen im Aargauer Wald pro Jahr nur wenige Exemplare den Zieldurchmesser, obschon in Jungwüchsen und Dickungen seit Jahrzehnten zweifellos Zehntausende von Kirschbäumen gefördert und herausgepflegt wurden. Da die Umtriebszeit gemäss heutiger Lehrmeinung kurz ist (60 Jahre; Spiecker 1994), müssten diese Anstrengungen inzwischen spürbar sein. Selbstverständlich laufen nicht alle Wertholzstämme aus dem Aargauer Wald über die Submissionen des Aargauischen Waldwirtschaftsverbandes, aber doch ein ansehnlicher Teil.

Wie wichtig es ist, den Zieldurchmesser zu erreichen, wird ebenfalls aus Abbildung 2 ersichtlich: Für 30 cm dicke Kirschenstämme wurde ein Erlös von lediglich CHF 50.–/Efm erzielt, sie waren also nicht wertvoller als (Brennholz-)Buchen gleicher Di-

<sup>2</sup> AWV (unveröffentlicht) Ergebnisse der Wertholzverkäufe 2008 bis 2012. Muri: Aargauischer Waldwirtschaftsverband.



**Abb 2** Holzlerlöse der Wertholzverkäufe des Aargauischen Waldwirtschaftsverbandes von 2008 bis 2012 für Kirsch- und Nussbaum in Abhängigkeit des Mittendurchmessers (AWV, unveröffentlicht). Gestrichelte Linie: Zieldurchmesser (50 cm Mittendurchmesser ohne Rinde, was etwa einem BHD von 60 cm in Rinde entspricht).



**Abb 3** Verteilung der Z-Bäume nach Baumart und BHD-Klasse im Alter 30 Jahre und Einschätzung ihres Produktionspotenzials. Quelle: Fachstelle Waldbau 2013, unveröffentlicht

mension. Letztere könnten ohne Pflegekosten produziert werden, während in den Kirschbäumen hohe Investitionen stecken. Bei einem Mittendurchmesser von 50 cm beträgt der Erlös für Kirschbäume bereits CHF 383.–/Efm. Ähnliches zeigt sich auch für den Nussbaum, indem der durchschnittliche Holzlerlös bei einem Mittendurchmesser von 30 cm CHF 254.–/Efm betrug, aber CHF 898.–/Efm bei 50 cm. Bei den angebotenen Nussbäumen erreichten immerhin 176 Stämme (40%) einen Mittendurchmesser von 50 cm. Die Stammlänge von durchschnittlich nur 3.1 m lässt aber vermuten, dass es sich dabei fast ausnahmslos um Solitärnussbäume mit kurzen Schäften und grossen Kronen aus der Landwirtschaft handeln dürfte und nicht um im

Wald gewachsene Bäume. Das Modell «kurze Schaftlänge = grosse Krone = grosser Durchmesser in kurzer Zeit» hat aber Vorbildcharakter. Gemäss Erfahrungen aus Frankreich beträgt beim Nussbaum die optimale Schaftlänge denn auch 3 bis 4 m, die minimale 2.5 m und die maximale 6 m (Becquey 1997).

### Beispiel 3: Beurteilung von Z-Bäumen nach fünf Eingriffen

Im Versuchsbestand «Gitzirain»<sup>3</sup> wurden auf einer Hektare Naturverjüngung, entstanden durch einen Sturm im Jahr 1983, Z-Bäume ausgewählt und in bisher fünf Z-Baum-Durchforstungen konsequent gefördert. Abbildung 3 zeigt die aktuelle Durchmesserverteilung der Z-Bäume: Nur wenige Z-Bäume der Baumarten Kirsch- und Nussbaum weisen einen Durchmesser von 25 cm oder mehr auf und haben damit Chancen, das Produktionsziel von 60 cm BHD in 60 Jahren zu erreichen. 30-jährige Kirsch- und Nussbäume mit einem BHD von 10 bis 15 cm haben mit Sicherheit kein Potenzial mehr, und auch solche mit BHD 15 bis 20 cm sind zu alt und kleinkronig, um noch gross reagieren zu können; selbst das Potenzial von 20 bis 25 cm dicken Bäumen dieser konkurrenzschwachen Baumarten ist fraglich – schliesslich ist schon die halbe Produktionszeit (für Kirsche vgl. Spiecker 1994) vorbei. Bei den Bergahornen mit einer Umtriebszeit von 80 Jahren sieht es besser aus. Hier kann von Bäumen ab einem BHD von 20 cm noch eine Erfolg versprechende Entwicklung erwartet werden. Aber auch bei dieser Art sind sehr dünne Z-Bäume vorhanden. Bei der Buche zeigen 30-jährige Z-Bäume mit einem BHD ab 15 cm durchaus noch Entwicklungspotenzial, da diese Baumart sehr reaktionsfähig ist und mit einer längeren Umtriebszeit produziert werden kann. Auch die Lärchen lassen aufgrund ihres Alter-Durchmesser-Verhältnisses auf ein gutes Entwicklungspotenzial schliessen.

Trotz fünf konsequenten Z-Baum-Durchforstungen wird ein hoher Anteil der ursprünglich ausgewählten Z-Bäume das Produktionsziel nicht erreichen. Warum dieser teilweise Misserfolg? Am Standort (Waldmeister-Buchenwald mit Hornstrauch [7e] und typischer Lungenkraut-Buchenwald [9]; Schmider et al 1993) und am Durchforstungskonzept allein kann es nicht liegen, dies beweisen die guten Wuchsleistungen einzelner Z-Bäume (auch Kirsche und Nussbaum).

### Beispiel 4: Beurteilung von Z-Bäumen fünf Jahre nach der Auslese

In einem damals 19-jährigen, schwachen Stangenholz aus Bergahorn, Spitzahorn und einzelnen

<sup>3</sup> DE POURTALÈS (2009) Exkursionsführer zur Veranstaltung «100 Jahre Leibundgut» und FACHSTELLE WALDBAU (2013) Auswertung der Versuchsfläche Gitzirain. Lyss: Fachstelle Waldbau, interner Bericht.

Kirschbäumen und Eichen (typischer Waldhirschen-Buchenwald [8a] und Variante mit Wald-Ziest [8aS]; Schmider et al 1993) wurden im Jahr 2005 Z-Bäume ausgewählt, gefördert und mit Farbe markiert.<sup>4</sup> Fünf Jahre später, im Winter 2010/2011, ergab eine detaillierte Analyse folgenden Befund: 29% der Z-Bäume hatten sich gut bis sehr gut entwickelt, 14% waren noch knapp tauglich, und mehr als die Hälfte, nämlich 57%, wurden als nicht mehr brauchbar beurteilt. Letztere waren nur noch mitherrschend oder sogar beherrscht. Für deren Ersatz konnten problemlos andere Bäume gefunden werden, welche herrschend und vital waren. Obwohl diese im Jahr 2005 nicht gefördert worden waren, waren sie im Winter 2010/2011 dicker (im Mittel 23.1 cm) als die ursprünglich geförderten Z-Bäume (19.0 cm).

### Beispiel 5: Baumartenmischung im Aargauer Wald

Als wichtiges Argument für eine frühe und intensive Jungwaldpflege wird häufig die Mischungsregulierung angeführt. In Anbetracht des Klimawandels wird aktuell eine noch intensivere Pflege gefordert (Bafu 2013). Eine Veränderung der Baumartenmischung in Richtung grösserer Vielfalt und Naturnähe belegt das Waldinventar Aargau aus dem Jahr 2005 (Kanton Aargau 2010; Abbildung 4): In diesem typischen Mittellandkanton ist in der Altersklasse bis 20 Jahre mehr Laubholz (insbesondere Buche, Ahorn und übrige Laubhölzer) vorhanden als in der Altersklasse 20–40 Jahre, und die Fichte ist deutlich weniger stark vertreten.

Wie viel die Jungwaldpflege dazu beigetragen hat, lässt sich nur grob abschätzen. Ganz wesentli-

chen Einfluss auf diesen sichtbaren «Waldumbau» hat aber die Art der Waldverjüngung. So werden kaum mehr reine Fichtenbestände gepflanzt, und es wird mehrheitlich natürlich verjüngt (Kanton Aargau 2010). Daneben wurde die naturnähere Baumartenzusammensetzung auch durch Stürme und Borkenkäfer begünstigt. Ein bemerkenswerter Erfolg der Jungwaldpflege ist aber der höhere Eichenanteil (Abbildung 4).

Beispiele dafür, dass trotz Jungwaldpflege auch Reinbestände entstehen können, sind nicht selten. So bleiben reine Buchennaturverjüngungen rein, auch wenn man sie durchforstet, und konsequente Säuberungen in Fichtenpflanzungen verunmöglichen den Aufwuchs anderer Baumarten. Die systematische Bekämpfung von Weichlaubhölzern unter Einsatz von öffentlichen Geldern verhindert oftmals mögliche Mischungen.

Am erwähnten Beispiel 3, «Gitzirain», lässt sich zeigen, dass Investitionen in die Jungwaldpflege oftmals nur zu temporären Mischungen führen. Die vielen Kirsch- und Nussbaum-Z-Bäume suggerieren eine hohe Vielfalt. Da diese Bäume mehrheitlich nicht herrschend sind, werden sie sich nur vereinzelt in der Oberschicht halten können. Bei Durchforstungen wird man sie nicht mehr begünstigen, sondern auf vitalere und wuchskräftigere Bäume (meist Buchen) wechseln. Oftmals laufen solche Prozesse unbemerkt ab.

Dass im Jungwald auch ohne Pflege eine hohe Vielfalt möglich ist, zeigt die Analyse von vier aargauischen Beobachtungsflächen (Tabelle 2). Nach 10 bis 19 Jahren ohne Eingriff sind 7 bis 13 Baumarten vorhanden, davon kommen 3 bis 6 für Z-Bäume infrage. Diese Beispiele zeigen, dass für die Baumartenmischung nicht in erster Linie die Pflege verantwortlich ist, sondern der Waldstandort und die Verjüngungsstrategie. Mit kurzen Verjüngungszeiträumen und genügend grossen Verjüngungsflächen lassen sich Lichtbaumarten gezielt verjüngen – falls vorher (im Idealfall) ein Nebenbestand den Boden frei von Vorverjüngung und Konkurrenzvegetation gehalten hat. Typisch ist die Entstehungsgeschichte der genannten Beispiele – sie sind alle aus Sturmflächen oder Abräumungen hervorgegangen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Wirkung von Pflegeeingriffen häufig überschätzt wird beziehungsweise die Produktionsziele nicht oder ungenügend erreicht werden. Dies kann generell bei bestimmten Baumarten festgestellt werden (Beispiele 1, 2 und 3), aber auch individuell bei der Auslese von Z-Bäumen (Beispiele 3 und 4). Um die ungenügende Wirkung von Eingriffen zu verstehen, ist ein Blick zurück in die Geschichte der Schweizer Auslesedurchforstung hilfreich.

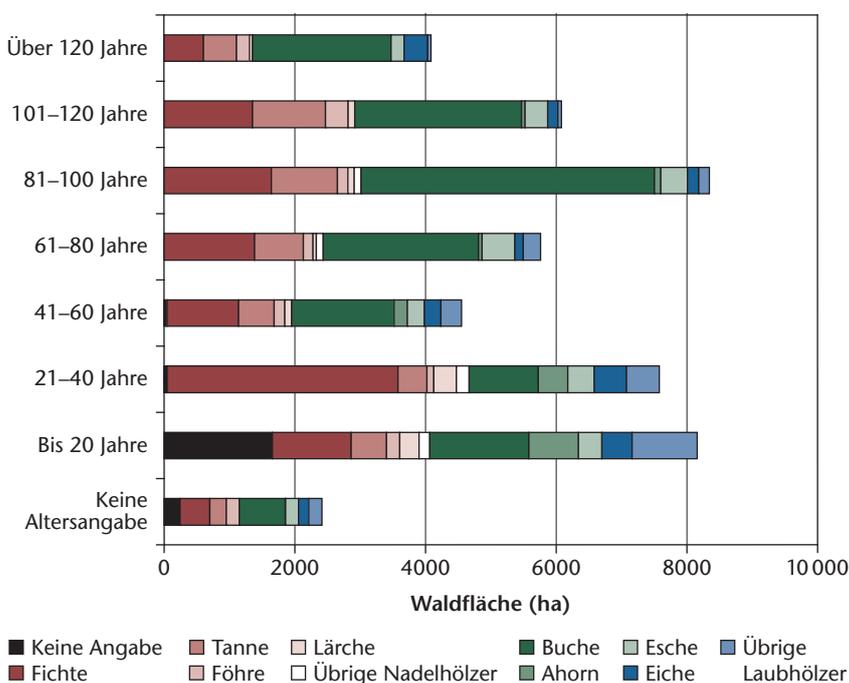


Abb 4 Waldfläche nach Bestandesalter und vorherrschender Baumart. Keine Angabe (schwarz): keine Bäume  $\geq 12$  cm BHD auf der Probefläche. Quelle: Kanton Aargau 2010

4 FACHSTELLE WALDBAU (2011) Waldbauliche Beobachtungsfläche Zelgli. Lyss: Fachstelle Waldbau, interner Bericht.

Bestand	Liebegger Wald, Seon	Anglikon, Wohlen	Beinwil am See	Gönhard, Aarau
Alter	10 Jahre	10 Jahre	16 Jahre	19 Jahre
Fläche	>1 ha	50 Aren	60 Aren	32 Aren
Standort	7d	7a, 7g, 7aS	7f, 9a, 11	27f
Charakterisierung der Standorte	leicht sauer, leicht trocken	frisch, nährstoffreich	frisch bis feucht, sehr nährstoffreich	nass, sehr nährstoffreich
Anzahl vorhandene Baumarten	7 (Fichte, Buche, Douglasie, Lärche, Föhre, Bergahorn, Birke)	10 (Bergahorn, Esche, Kirsche, Eiche, Nussbaum, Buche, Hagebuche, Birke, Aspe, Salweide)	13 (Bergahorn, Spitzahorn, Bergulme, Esche, Kirsche, Nussbaum, Buche, Linde, Traubenkirsche, Salweide, Fichte, Tanne, Eibe)	13 (Bergahorn, Esche, Schwarzerle, Buche, Hagebuche, Eiche, Birke, Salweide, Aspe, Vogelbeere, Traubenkirsche, Fichte, Tanne)
Anzahl Baumarten der (potenziellen) Z-Bäume	4 (Fichte, Buche, Douglasie, Lärche)	6 (Bergahorn, Esche, Kirsche, Eiche, Nussbaum, Buche)	6 (Bergahorn, Spitzahorn, Bergulme, Kirsche, Nussbaum, Buche)	3 (Bergahorn, Esche, Schwarzerle)
Entstehung	Lothar-Sturmfläche	Lothar-Sturmfläche	Abräumung entlang SBB-Strecke	Abräumung zur Entlastung eines Rutschgebietes

**Tab 2** Angaben zur Baumartenmischung in unbehandelten Jungwaldbeständen. Standortangaben vgl. Schmider et al (1993). Quelle: interne Berichte der Abteilung Wald des Kantons Aargau aus den Jahren 2011 und 2012

## Entwicklung und Wirkungsweise der Schweizer Auslesedurchforstung

Ab den 1930er-Jahren wurde die Schweizer Auslesedurchforstung gelehrt (Schädelin 1934). Eine wichtige Innovation war die positive Auslese. Das Konzept wurde von Leibundgut (1966, 1978, 1984) ohne wesentliche Änderungen übernommen. Nach dieser Methode werden die besten Bäume bei jedem Eingriff neu ausgewählt aus dem möglichst grossen Pool schöner Bäume. Es gibt keine Endabstände; der minimale Abstand zwischen zwei Ausleseebäumen wird durch die jeweiligen Kronengrössen bestimmt. Die Methode legt starkes Gewicht auf die Qualität («Erziehungsbetrieb höchster Wertleistung»). Im Jungwuchs wird der Bestand mehrmals geläutert und von negativen Elementen befreit. Mit der Dichtungspflege wird das vorhandene Material «pausenlos» weiter verbessert und die Basis für die späteren Auslesedurchforstungen gelegt.

Damit wurde die gute und effiziente Idee der positiven Auslese in ihr Gegenteil verkehrt. Mit dem Ziel, ständig das ganze Material verbessern zu wollen, besteht nämlich die Gefahr, dass vitale Bäume als Protzen zugunsten zwar qualitativ besserer, feinstigerer, aber auch dünnerer und kleinkronigerer Exemplare systematisch entnommen werden. Aufgrund der häufigen, früh beginnenden Eingriffe wird die Kronenbildung bereits im Jungwuchsstadium gefördert – und damit auch das Dickenwachstum der Äste. Am besten auf Massnahmen reagieren die Vitalsten, und weil sie so gut reagieren, werden sie beim nächsten Eingriff als schlecht veranlagte, grobstilige Individuen entnommen. Bei der Auslese im Stangenholz geht das so weiter, der Wechsel von Ausleseebäumen ist ja systemimmanent. Bestände werden homogeni-

siert und in ihrer Durchmesserentwicklung zurückgesetzt. Die negativen Wirkungen dieses flächigen Pflegekonzeptes sind umso stärker, je mehr Mühe man sich gibt bei der Pflege (häufige Eingriffe, möglichst viele, möglichst schöne, langschäftige Bäume).

Bezeichnend dafür ist der Idealbestand Ende Dichtung gemäss Leibundgut: *Auf guten Standorten [ist] eine Bestockung im Alter von etwa zwanzig Jahren [vorhanden], ... deren Oberschicht ... aus gut geformten, gesunden, herrschenden Bäumen ... in der Zahl von mindestens 2000 bis 3000 je Hektar [besteht]. In vollständigen und gepflegten, aus Naturverjüngung entstandenen Bestockungen sind es oft ... 4000 bis 5000 und sogar noch mehr Stücke je Hektar* (Leibundgut 1978: 116–117). Der Zeitpunkt Ende Dichtung ist definiert durch den unteren Kronenansatz in Mannshöhe, entspricht also ungefähr einem mittleren BHD von 5 cm (die nachfolgende Entwicklungsstufe, das schwache Stangenholz, endete bereits bei einem mittleren BHD von 10 cm). Im Gegensatz dazu beträgt der BHD der Z-Bäume des Beispielbestands «Gönhard» (Edellaubholz, Tabellen 2 und 3) im Alter von 21 Jahren im Durchschnitt bereits 19.5 cm. Bemerkenswert ist auch die Stammzahl: Während bei Leibundgut pro Hektare noch bis über 5000 Anwarter vorhanden sein sollten, enthält der Vergleichsbestand nur noch 2344 lebende Bäume – alle anderen sind im Zuge der Selbstdifferenzierung längst abgestorben (Tabelle 3).

Dass frühe und flächig ausgeführte Eingriffe auch negative Auswirkungen auf die Qualität von tostverlierenden Baumarten (Buche, Esche, Bergahorn) haben, weil sie die Astreinigung verzögern, ist durch verschiedene Autoren belegt (z.B. Klädtke 2002, Wilhelm & Rieger 2013). Gemäss Wilhelm & Rieger (2013) sind aktive Standraumvergrösserungen in der Qualifizierungsphase unbedingt zu unterlas-

sen, weil dadurch die Qualifizierung verzögert wird: *Jedes versäumte Jahr bedeutet einen späteren Dimensionierungsbeginn und einen Verlust an Kronenausdehnung, der nie wieder aufgeholt werden kann.* (Wilhelm & Rieger 2013: 57)

### Z-Baum-Durchforstung und biologische Rationalisierung

Im Jahr 1975 hat Abetz die Z-Baum-Durchforstung publiziert. Im Gegensatz zur Auslesedurchforstung, die bei jedem Eingriff eine möglichst grosse Zahl von Bäumen begünstigt, werden bei der Z-Baum-Durchforstung von Beginn weg nur diejenigen Bäume gefördert, welche den Zielbestand im Endabstand ausmachen sollen. Eingriffe beziehen sich immer auf dieses begrenzte Teilkollektiv. Die Z-Baum-Durchforstung ist – die Auslese von vitalen Bäumen vorausgesetzt – wesentlich wirksamer und kostengünstiger als die Auslesedurchforstung. Von grosser Bedeutung für die Kosten und Wirksamkeit der Jungwaldpflege ist auch, was vor der Durchforstung passiert. Im Gegensatz zur intensiven Jungwuchs- und Dickungspflege nach Leibundgut (1966, 1978, 1987) nutzt die Naturautomation (Schütz 1996) oder biologische Rationalisierung (Ammann 2004) natürliche Abläufe und verzichtet auf Eingriffe, solange die Zielsetzung dies zulässt. Dabei wird von der natürlichen Selektion der vitalsten Bäume profitiert, welche die höchste Wuchseistung aufweisen. Die maximale Bestandesdichte bietet ideale Bedingungen für die Astreinigung und die Bildung einer durchgehenden Schaftachse.

### Und die Realität im Schweizer Wald?

In der Schweiz sind flächige Eingriffe im Jungwuchs und in der Dickung – unabhängig von Baumart und Produktionsziel – immer noch weit verbreitet und werden im Forstwart-Lehrmittel als notwendiger Normalfall gelehrt (Codoc 2013). Zwar gelehrt, aber selten konsequent angewendet wird die Z-Baum-Durchforstung im Endabstand. Sogenannte «beiläufige Massnahmen» im Füllbestand führen zu flächigen Eingriffen. Z-Baum-Durchforstungen im

«Halbendabstand» (de Pourtalès 1987) oder «vorletzten Abstand» (Schütz 1987) sind teuer und führen im Stangenholz ebenfalls zu einer Homogenisierung. Dadurch wird die Dosierbarkeit von Eingriffen erschwert (Ebert 1999, Wilhelm & Rieger 2013). Meist wird zu spät auf Endabstand übergegangen, wodurch ein rechtzeitiger Kronenausbau verpasst wird. Auch fast 40 Jahre nach der Publikation der Z-Baum-Methode (Abetz 1975) entspricht die gängige Praxis so noch immer eher der Schweizer Auslesedurchforstung, methodisch basierend auf Schädelin (1934). Symptomatisch dafür sind Diskussionen kantonaler Forstdienste darüber, ob für Eingriffe mit konsequenter Z-Baum-Durchforstung die Jungwaldpflege-Subventionen zu kürzen seien. Um Änderungen im Waldpflegeverhalten zu erreichen, hat der Kanton Aargau im Jahr 2008 im Bereich der Jungwaldpflege sein Subventionssystem umgestellt von massnahmen- auf zielorientierte Beiträge (Ammann 2009a), unterstützt durch ein entsprechendes Weiterbildungsprogramm (Ammann 2009b). Subventionen sollten nicht ineffiziente Methoden und Strukturen erhalten, sondern – wenn schon – effizientes und Erfolg versprechendes Vorgehen fördern und belohnen.

### Unrealistische Zielsetzungen

Gemäss Tabelle 1 lautet die Zielsetzung für Esche, 150 Bäume pro Hektare in einer Umtriebszeit von 70 bis 90 Jahren zum Zieldurchmesser von mindestens 60 cm zu bringen. Dies ist schlicht nicht möglich. Entweder müssen die Kronen und damit die Endabstände grösser sein (was weniger Z-Bäumen entspricht), oder die Umtriebszeit muss verlängert werden. Hein (2003) kommt zum Schluss, dass bei der Esche maximal 65 Z-Bäume pro Hektare möglich sind, damit das genannte Produktionsziel erreichbar ist. Bereits mit 90 Eschen pro Hektare steigt nach seinen Untersuchungen die Umtriebszeit auf 150 Jahre. Dass zwischen Kronengrösse beziehungsweise Endabstand, Produktionszeit und Zieldurchmesser ein enger Zusammenhang besteht, wurde viel zu lange missachtet.

Zusammenfassend lässt sich der mangelnde Erfolg der Jungwaldpflege nachvollziehbar erklären durch folgende Mechanismen:

- Das zu frühe und flächige Eingreifen in die natürlichen Abläufe der Selbstdifferenzierung führt zu einem Zurücksetzen der Bestände hinsichtlich Durchmesser und sozialer Position sowie zu einer Homogenisierung;
- Baumart und Qualität (sowie Verteilung) werden bei der Wahl von Auslese- oder Z-Bäumen zu stark gewichtet, die Vitalität beziehungsweise die soziale Position zu wenig;
- die Reaktionsfähigkeit der Bäume wird häufig zu optimistisch eingeschätzt;
- zu viele Ausleseebäume beziehungsweise zu geringe Abstände führen zu einem zu späten Kronen-

	Gönhard	Idealbestand nach Leibundgut Ende Dickung
Alter	21 Jahre	20 Jahre
Durchmesser	19.5 cm (Z-Bäume)	ca. 5 cm (Auslesebaumanwärter)
Stammzahl/ha	2344 (alle ab BHD 4 cm)	bis 5000 (nur Anwärter)
Anzahl Eingriffe bisher	1 (im Alter 19)	8 bis 10
Aufgewendete Stunden/ha	10	200 bis 300
Kosten (aktuelle Ansätze, CHF/ha)	800.–	16 000.– bis 24 000.–

Tab 3 Vergleich der Beobachtungsfläche «Gönhard» mit dem Idealbestand nach Leibundgut (1978) Ende Dickung.

ausbau, was einen zu späten Beginn der Dimensionierung zur Folge hat;

- die baumartenspezifischen Anforderungen (Produktionsziele, Eingriffsstärke und -turnus, Reaktionsfähigkeit) werden nur ungenügend berücksichtigt.

Nach Wilhelm & Rieger (2013) ist flächiges Eingreifen in Jungwaldbeständen ein forstliches «No-Go». Bereits Merkel (1978: 110) berichtet von der *falschen Z-Baum-Auswahl zu schwacher Bäume unter Überbewertung des Qualitätsgedankens*. Und Abetz (1989: 30) spricht vom «Märchen» des unerwarteten Umsetzens: *Abgestiegene Z-Bäume waren zumeist schon zum Zeitpunkt ihrer Auswahl soziale Absteiger* – sie waren also ganz einfach falsch ausgewählt. Bei den konkurrenzstarken Nadelbaumarten Fichte und Tanne mit ihrem meist unverzweigten, geradschaftigen Wuchs besteht im Gegensatz zu den Laubbäumen weniger Anlass, auf qualitativ bessere, aber dünnere Bäume zu wechseln. Entsprechend ist bei ihnen die Zielerreichung besser.

### Und die Kosten?

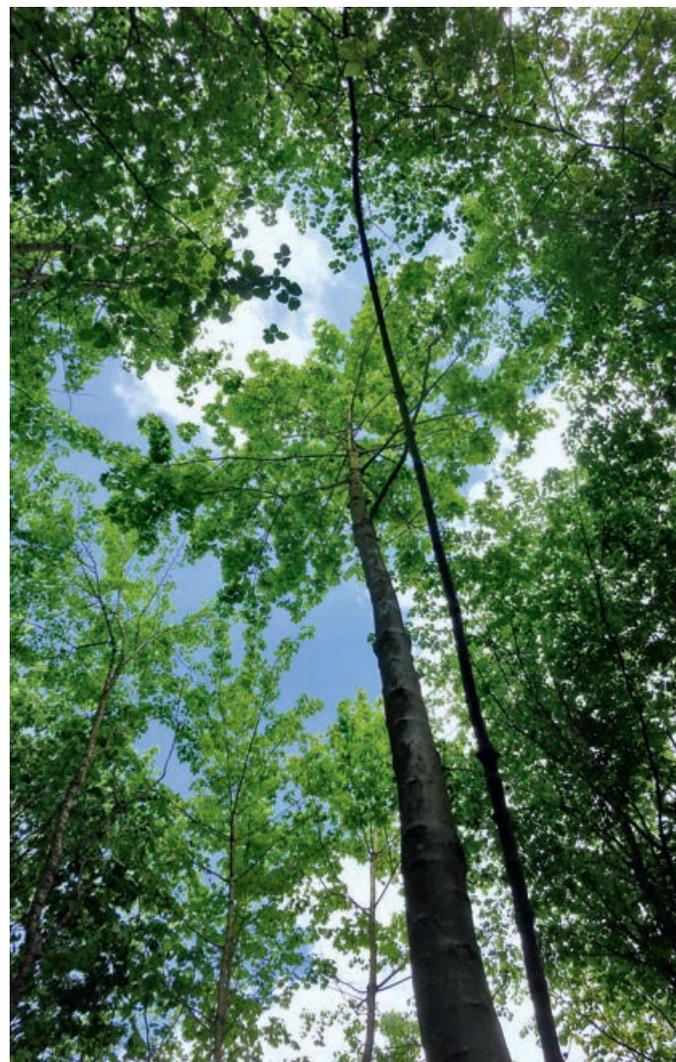
Die im Wirtschaftswald des Schweizer Mittelandes praktizierte Jungwaldpflege kostet jährlich CHF 118.– pro Hektare Waldfläche (TBN; Mittelwert 2008–2011). Unter Annahme einer Umtriebszeit von 100 Jahren und einer Durchwuchszeit von 20 Jahren für die Jungwaldphase kostet sie pro Bestand durchschnittlich CHF 11 800.– oder (bei einem Turnus von fünf Jahren) CHF 2950.– pro Eingriff.

Im Gegensatz dazu ergeben sich mit optimaler Ausnutzung der natürlichen Abläufe (Naturverjüngung und biologische Rationalisierung) für Mischbestände mit Lichtbaumarten Jungwaldpflegekosten in der Höhe von CHF 2000.– bis 3000.– pro Hektare (Ammann 2012). Fichte und Tanne sowie Esche und Bergahorn können mit Investitionen von CHF 500.– bis 1000.– pro Hektare Jungwald produziert werden, Buchenbestände ganz ohne Investitionen. Für reine Eichenbestände ist der Aufwand selbstverständlich wesentlich höher – diese Zielsetzung ist aber auf Buchenstandorten weit entfernt von natürlichen Abläufen. Wilhelm & Rieger (2013) rechnen je nach Zielbaumart mit einem Aufwand von 11 bis 112 Minuten pro Z-Baum. Dies ergibt umgerechnet für die Schweiz Kosten von ungefähr CHF 600.– bis 6000.– pro Hektare Jungwald.

### Folgerungen für effiziente Produktionskonzepte

#### Naturverjüngung und angepasste Verjüngungsstrategie

Natürliche Waldverjüngung ist ein zentraler Grundsatz für kosteneffiziente Produktionskonzepte. Dabei darf die Baumartenwahl nicht kleinflä-



**Abb 5** Kombination aus Vitalität und Qualität: Nur aufgrund maximaler Dichte im Zuge von 16 Jahren Selbstdifferenzierung ohne Eingriff hat dieser Bergahorn «trotz» bester Vitalität hervorragende Qualität erreicht. Eindruck nach dem Ersteingriff im Bestand «Beinwil am See».

chig und deterministisch erfolgen. Naturopportunismus (Schütz 1996) beziehungsweise Zieloffenheit (Wilhelm & Rieger 2013) ermöglichen eine äusserst kostengünstige Etablierung von Beständen. Waldbauliche Fehler und Folgekosten, wie sie bei Pflanzungen häufig vorkommen, können so vermieden werden. Bei der natürlichen Waldverjüngung gilt es, das gesamte waldbauliche Instrumentarium hinsichtlich Hiebsart, Verjüngungszeitraum und Verjüngungsfortschritt auszunutzen, um angestrebte Baumarten(mischungen) zu erreichen. Mischung erfolgt durch Lichtsteuerung.

#### Bewusstes Nichteingreifen im Jungwald

Je nach Baumart und Produktionsziel dauert die Phase der Selbstdifferenzierung, und damit die Dauer bis zum ersten Eingriff, mehr oder weniger lang (Tabelle 4). Bei der Buche können es mehrere Jahrzehnte sein, bei Fichte und Tanne 20 bis 30 Jahre, bei Esche, Bergahorn und Bergulme rund 15 bis 20 Jahre. Bei den Lichtbaumarten hingegen erfolgen

erste Eingriffe mit positiver Auslese bereits im Alter von 5 bis 10 Jahren. Aber auch für diese Arten sind einige Jahre, in denen sich die Bäume behaupten müssen, wichtig und zeigen, welche Individuen wirklich Potenzial haben.

### Beginn der Eingriffe zeitlich gestaffelt nach Z-Baumart

Entsprechend den in Tabelle 4 enthaltenen Angaben erfolgen die Ersteingriffe je nach Baumart und Produktionsziel zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Dies ergibt in Mischbeständen einen gestaffelten Eingriffsbeginn (Ammann 2012, Wilhelm & Rieger 2013).

### Z-Baum-Durchforstung im Endabstand

Eingriffe erfolgen mit positiver Auslese von Z-Bäumen im Endabstand. Eingriffsstärke und -turnus werden dem Z-Baum angepasst (Baumart, Entwicklungsphase).

### Keine flächigen Eingriffe

Es werden nur Konkurrenten der Z-Bäume entnommen. Auf negative Auslese oder beiläufige Massnahmen wird verzichtet; der Füllbestand bleibt unbehandelt. Der Verzicht auf flächiges Eingreifen ermöglicht es erst, die Entwicklung der Z-Bäume gezielt zu steuern und in der Dimensionierungsphase genügend stark einzugreifen.

### Auslese nach dem Prinzip «Vitalität vor Qualität vor Abstand»

Auf die zentrale Bedeutung der Vitalität als Auslesekriterium wurde bereits mehrfach hingewiesen. Bei der Beurteilung der Qualität ist es wichtig, dass man sich bewusst ist, dass erst die Qualität des hiebsreifen Baumes massgebend für den Holzerlös ist. Oftmals wird die Schaftachse in der Dichtung und im schwachen Stangenholz zu streng beurteilt, wodurch vitale Bäume mit viel Potenzial entnommen werden. Es braucht nicht die allerbeste Qualität, sondern es müssen diesbezüglich gewisse Mindestanforderungen erfüllt sein – gekoppelt mit höchster Vitalität.

## Schlussfolgerungen für den Waldbau im Schweizer Mittelland

Die Jungwaldpflege, wie sie im Schweizer Mittelland ausgeführt wurde und wird, verursacht hohe Kosten und erzielt in vielen Fällen nicht die erwartete Wirkung oder hat sogar negative Folgen für Durchmesserwachstum und Qualität. Die im Artikel vorgestellte Handlungsalternative, welche auf die biologische Rationalisierung und die konsequente Z-Baum-Durchforstung im Endabstand setzt, ist ökonomisch hochinteressant, weil die Orientierung an natürlichen Abläufen nicht nur höheren Erfolg verspricht, sondern auch um ein Vielfaches kostengünstiger sowie risikoärmer ist (Wilhelm & Rieger 2013). Die forstliche Praxis und Bildung – insbesondere auch die Ausbildung zum Forstwart – sollten diese Erkenntnisse berücksichtigen. Anstelle der systematischen und flächigen Jungwuchs-, Dickungs- und Stangenholzpflege sollte die gezielte Ausnutzung natürlicher Abläufe als Grundsatz anerkannt, gelehrt und angewendet werden. Frühe Eingriffe sollen dementsprechend nur punktuell erfolgen und nur sofern es die Zielsetzung der Lichtbaumarten überhaupt erfordert. Für kosteneffiziente und biologisch optimale baumartenbezogene Z-Baum-Behandlungen sind gute Baumartenkenntnisse notwendig. Subventionssysteme, die Anreize für flächige und arbeitsintensive Eingriffe setzen, sind kontraproduktiv und wirken auch innovationshemmend. Sie sind daher durch Systeme abzulösen, die ein zielorientiertes Vorgehen honorieren und fördern. ■

Eingereicht: 13. Februar 2013, akzeptiert (mit Review): 15. Juli 2013

## Literatur

- ABETZ P (1975)** Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. Allg Forstztg 30: 666–667.
- ABETZ P (1989)** Sind Schneebruchschäden unvermeidbare Naturereignisse? Allg Forst Z Waldwirtsch Umweltvorsorge 44: 29–31.
- AMMANN P (2004)** Untersuchung der natürlichen Entwicklungsdynamik in Jungwaldbeständen. Biologische Rationalisierung der waldbaulichen Produktion bei Fichte, Esche, Bergahorn und Buche. Zürich: ETH Zürich, Dissertation 15761. 343 p. doi: 10.3929/ethz-a-004947183

Baumart	Alter Ersteingriff* (J)	Umtriebszeit (J)	Z-Bäume (N/ha)	Endabstand (m)	Zieldurchmesser (cm)
Buche	30–60	100–120	120	10	60–80
Fichte, Tanne Massenproduktion	20–30	60	keine	nicht relevant	40–50
Fichte, Tanne Starkholzproduktion	20–30	100–120	200	8	60–100
Esche	15–20	80	60	15	60–70
Bergahorn, Spitzahorn, Bergulme	15–20	80–100	80	12	60–70
Stiel- und Traubeneiche	5–10	100–140	40–60	15–17	80–100
Waldkirsche, Walnuss	5–10	60	60	15	50–70
Föhre	5–10	120–160	150	9	60–80
Lärche, Douglasie	5–10	100–140	100	11	60–100

Tab 4 Baumartenabhängige Konzepte für die Holzproduktion mit biologischer Rationalisierung. \* gilt für Naturverjüngung. Quelle: Ammann 2012, leicht angepasst

- AMMANN P (2009A)** Jungwaldpflegebeiträge im Kanton Aargau. Systemwechsel von massnahmenorientiert zu zielorientiert. Wald Holz 90 (4): 35–37.
- AMMANN P (2009B)** 80 Forstbetriebe werden systematisch weitergebildet. Biologische Rationalisierung im Aargau. Wald Holz 90 (4): 38–40.
- AMMANN P (2012)** Jungwaldpflegekonzepte mit biologischer Rationalisierung. Zürcher Wald 44 (2): 12–15.
- BAFU (2013)** Waldpolitik 2020: Visionen, Ziele und Massnahmen für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Schweizer Waldes. Bern: Bundesamt Umwelt. 66 p.
- BECQUEY J (1997)** Les noyers à bois. Paris: Institut pour le développement forestier, 3 ed. 143 p.
- BÜRGI P, PAULI B (2013)** Ansätze zur Senkung der Holzerntekosten in der Schweiz. Schweiz Z Forstwes 164: 148–157. doi: 10.3188/szf.2013.0148
- CODOC (2013)** Berufskunde Forstwartin – Forstwart. Lyss: Koordination und Dokumentation Bildung Wald (Codoc), Kapitel 6 (Waldbau): 28–30.
- DE POURTALÈS F (1987)** Einfache Pflegemethode. Pflegemethode, bei der die Kandidaten im End- oder Halabendabstand ausgelesen werden. Schweiz Förster 123: 614–619.
- DUCH P ET AL (2010)** Holzproduktion. In: Brändli UB, editor. Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anstalt WSL. pp. 143–184.
- EBERT HP (1999)** Lenkung forstlicher Produktion orientiert am einzelnen Baum. Allg Forst Z Waldwirtsch Umweltvorsorge 54: 402–405.
- FREHNER M, WASSER B, SCHWITTER R (2005)** Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern: Bundesamt Umwelt Wald Landsch, Vollzug Umwelt. 564 p.
- HEIN S (2003)** Zur Steuerung von Astreinigung und Dickenwachstum bei Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.). Freiburg i.Br.: Univ Freiburg, Freiburger forstl Forschung 25. 263 p.
- KANTON AARGAU (2010)** Waldinventar Aargau. Ergebnisse der Stichprobenaufnahmen. Aarau: Departement Bau Verkehr Umwelt, Abteilung Wald. 100 p.
- KLÄDTKE (2002)** Wachstum grosskroniger Buchen und waldbauliche Konsequenzen. Aus: Grosskronige Buchen – ein Konzept zur Wertholzerzeugung? Freiburg i.Br.: Univ Freiburg, Freiburger forstl Forschung 44. pp. 19–31.
- LEIBUNDGUT H (1966)** Die Waldpflege. Bern: Haupt 192 p.
- LEIBUNDGUT H (1978)** Die Waldpflege. Bern: Haupt, 2 ed. 204 p.
- LEIBUNDGUT H (1984)** Die Waldpflege. Bern: Haupt, 3 ed. 214 p.
- MERKEL O (1978)** Zur Frage des Umsetzens früh ausgewählter Z-Bäume in Buchenbeständen. Tagungsbericht Jahrestagung (Konstanz) des Deutschen Verbandes forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde. pp. 107–135.
- SCHÄDELIN W (1934)** Die Durchforstung als Auslese- und Veredelungsbetrieb höchster Wertleistung. Bern: Haupt. 96 p.
- SCHMIDER P, KÜPER M, TSCHANDER B, KÄSER B (1993)** Die Waldstandorte im Kanton Zürich: Waldgesellschaften, Waldbau, Naturkunde. Zürich: VDF. 287 p.
- SCHÜTZ JP (1987)** Zur Auswahl der Ausleseebäume in der Schweizerischen Auslesedurchforstung. Schweiz Z Forstwes 138: 1037–1053.
- SCHÜTZ JP (1990)** Sylviculture 1. Principes d'éducation des forêts. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes. 243 p.
- SCHÜTZ JP (1996)** Bedeutung und Möglichkeiten der biologischen Rationalisierung im Forstbetrieb. Schweiz Z Forstwes 147: 315–349.
- SPIECKER M (1994)** Wachstum und Erziehung wertvoller Waldkirschen. Freiburg i.Br.: Forstliche Versuchs- Forsch.anstalt Baden-Württemberg, Mitteilungen 181. 92 p.
- WILHELM GJ, RIEGER H (2013)** Naturnahe Waldwirtschaft mit der QD-Strategie. Stuttgart: Ulmer. 207 p.

## Erfolg der Jungwaldpflege im Schweizer Mittelland? Analyse und Folgerungen (Essay)

Die Wirkung der bisherigen, kostenintensiven Jungwaldpflege im Schweizer Mittelland wird mit verschiedenen Ansätzen analysiert. Es zeigt sich, dass die Jungwaldpflege bezüglich Durchmesserzuwachs wirkungslos bleibt oder sogar Bestände in ihrer Entwicklung zurückgesetzt werden. Auch betreffend Qualität sind negative Wirkungen der Jungwaldpflege bekannt. Als Ursache dafür werden ein zu frühes Eingreifen in die natürlichen Prozesse der Selbstdifferenzierung und anschliessende systembedingte Fehler bei den Durchforstungen erkannt. Auch die Wirkung der Pflegemassnahmen auf die Baumartenmischung wird oft überschätzt, denn in den ersten 10 bis 20 Jahren der Bestandesentwicklung sind dafür in erster Linie die Verjüngungsstrategie und der Standort massgebend. Als Handlungsalternative werden Pflegekonzepte vorgeschlagen, die auf biologische Rationalisierung und konsequente Z-Baum-Durchforstung mit möglichst vitalen Z-Bäumen setzen. Diese erzielen nicht nur bessere Wirkung, sondern sind auch deutlich weniger kostenintensiv.

## Succès des soins aux jeunes peuplements sur le Plateau suisse? Analyse et conclusions (essai)

L'effet des soins aux jeunes forêts, menés jusqu'à présent à grands frais sur le Plateau suisse, a été analysé par le biais de diverses approches. Il s'avère que les soins relatifs à la croissance en diamètre se révèlent inefficaces, quand ils n'entraînent pas le peuplement dans son développement. Les effets négatifs des soins sur la qualité des jeunes forêts sont également connus. Les causes identifiées sont une intervention trop précoce dans les processus naturels d'autodifférenciation et, dans un deuxième temps, des erreurs systémiques lors des éclaircies. L'impact des mesures de soins sur le mélange des essences a lui aussi été souvent surestimé, puisque ce sont d'abord la stratégie de rajeunissement et la station qui sont déterminantes dans les 10 à 20 premières années du développement du peuplement. Des concepts de soins basés sur la rationalisation biologique et sur l'éclaircie systématiques en faveur des arbres d'avenir les plus vitaux possibles ont été proposés comme alternatives. Ceux-ci sont non seulement plus efficaces, mais aussi nettement moins coûteux.