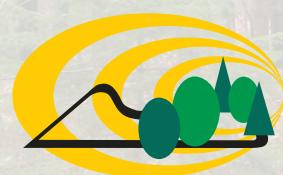




Leitfaden

ÜBERFÜHRUNG VON GLEICHFÖRMIGEM IN UNGLEICHFÖRMIGEN HOCHWALD



Fachstelle Waldbau
Centre de sylviculture
Centro per la Selvicoltura

IMPRESSUM

Herausgeber

Fachstelle Waldbau (FWB)
www.waldbau-sylviculture.ch

Autor

Pascal Junod (FWB)

Unter Mitwirkung von: Robert Jenni (BAFU), Peter Ammann, Romain Blanc und Martin Brüllhardt (FWB)
Der Autor bedankt sich herzlich bei allen Korrekturlesern für ihre wertvollen Anmerkungen

Zitierung

Junod P., 2024: Überführung von gleichförmigem in ungleichförmigen Hochwald. Leitfaden, FWB, BZW-Lyss, 46 S.

Originalausgabe

Conversion en futaie irrégulière. Fiche technique. CCS, BZW-Lyss, 46 p.

Übersetzung

Peter Ammann

Layout

Romain Blanc

Hinweise zum Sprachgebrauch

Zur besseren Lesbarkeit wird im Dokument die männliche Form verwendet. Sie bezieht sich auf Personen unabhängig vom Geschlecht.

Kursivschrift

Die meisten kursiv geschriebenen Begriffe enthalten Links, die auf Abbildungen, Tabellen oder das Glossar verweisen.

Titelfotos

oben, ungleichförmiger Hochwald, Basadingen (TG).

unten, Anzeichnung einer Plenterdurchforstung (oranger Spray), zugunsten einer Edelkastanie (blaues Markierband), Boudry (NE).

PDF-Download

www.waldbau-sylviculture.ch/publica/2024_UEBERFUEHRUNG_IN_UNGLEICHFOERMIKEN_HOCHWALD_web.pdf

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache erhältlich (Originalversion).

Verfasst mit finanzieller Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Bern

© FWB Oktober 2024

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	4
2	Arten, Abläufe und Massnahmen der Überführung	6
3	Prinzipien für eine erfolgreiche Überführung	9
Arbeitsschritte betreffend Forsteinrichtung		
3.1	Definieren des langfristig angestrebten Strukturtyps.....	9
3.2	Einrichtung von fixen Bewirtschaftungseinheiten.....	9
3.3	Feinerschliessungskonzept konkretisieren	11
3.4	Waldstandorttypen identifizieren.....	11
3.5	Kenntnis des aktuellen Holzvorrates der zu überführenden Bestände.....	11
3.6	Zuwachs schätzen	12
3.7	Definieren von – aktuellen und zukünftigen – Baumartenanteilen	12
3.8	Festlegen des Eingriffsturnus, der Eingriffsstärke und der Nutzungsmenge.....	13
3.9	Kontrolle.....	14
Arbeitsschritte betreffend Waldbau		
3.10	Anzeichnung der Plenterdurchforstung, in regelmässigem Turnus, ganze Bewirtschaftungseinheiten.....	15
3.11	Nachwuchspflege	16
4	Unterscheidungsmerkmale von ungleich- und gleichförmigen Hochwäldern	17
5	“Trümpfe” und Herausforderungen von ungleichförmigen Hochwäldern	24
5.1	“Trümpfe”	24
5.2	Herausforderungen	26
6	Schlussfolgerungen	27
Literatur		
Anhänge		
1	Terminologie.....	30
2	Fallbeispiel A2: Marteloskop Cortaillod, Abteilung 4.....	36
3	Fallbeispiel A3: Marteloskop, Abteilung 7 – und übriger Wald – Derbaly	38
4	Fallbeispiel B2: Marteloskop Rüscheegg.....	41
5	Fallbeispiel C: Marteloskop Gibloux.....	43
6	Weitere Beispiele der Überführung.....	45
Überführung von gleichförmigem in ungleichförmigen Hochwald, kurz gesagt.....		
		46



1 EINFÜHRUNG

Komplexe, naturnahe Waldstrukturen werden aufgrund ihrer hohen Resilienz gegenüber Störungen jeglicher Art zunehmend wichtiger, da sie die Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen erhöhen (Brang et al., 2016). Das wachsende Interesse von Waldeigentümern und Forstpraktikern hinsichtlich stufigen Waldstrukturen steht im Widerspruch zum bescheidenen Umfang an Dokumentationen, welche sich mit der Überführung in diese Richtung befassen. Zum Plenter- und Dauerwald mit permanenter Bestockung existieren zahlreiche Publikationen, was für den Prozess der Überführung¹ nicht zutrifft.

Ziel dieses Leitfadens ist es, neben einer Aufzählung der Besonderheiten und Vor- und Nachteilen von stufigen Wäldern, verschiedene Wege aufzuzeigen, um *gleichförmige Strukturen von Bestockungen kleinmassstäblich zu heterogenisieren*. Dabei wird der Aspekt des Klimawandels einbezogen, namentlich die Tatsache, dass (1) der Anteil der Laubbäume vielerorts zunehmen wird, und (2) dass in den Tieflagen die Lebenserwartung der Bäume der Oberschicht tendenziell abnehmen wird. Dieses Leitfadens richtet sich in erster Linie an *Waldbesitzer* und *Waldbewirtschafter*, sowohl *Forsteinrichter* als auch *Waldbauer*. Es orientiert sich an Beispielen aus den Vegetationshöhenstufen collin und submontan.

Die Überführung beginnt im Moment der Entscheidung, keine flächigen Verjüngungsschläge mehr zu realisieren. Es handelt sich um einen **strategischen Entscheid** des Wald-eigentümers. Langfristig werden dadurch ungleichförmige Wälder mit standortsgerechten Baumarten geschaffen. Das Ziel einer Überführung besteht jedoch nicht ausschliesslich in der Struktur, sondern auch in einem *dynamischen Gleichgewichtszustand*, welcher dem Ökosystem einen hohen Grad an *Naturautomation* erlaubt. Nachfolgende schematische Darstellung (Abbildung 1) illustriert zwei mögliche Ansätze der Waldverjüngung, die eine zu Beginn, die zweite nach erfolgter Überführung.

Vorweg ist zu unterstreichen, dass es auf regionaler Ebene keinen Grund gibt, gleichförmige und ungleichförmige Hochwälder gegeneinander auszuspielen. Verschiedene Wald-bausysteme sind wichtig und ergänzen sich, namentlich zur Erhaltung einer hohen Biodiversität (Schall et al., 2018). Gelegentlich wird der ungleichförmige Hochwald betreffend Biodiversität in Frage gestellt, trotzdem hat er ein hohes öko- logisches Potential, falls zielgerichtete und regelmässig wiederholte Eingriffe zur Erhaltung der Biodiversität erfolgen (Naturverjüngung, Erhaltung von Habitatbäumen und Totholz, Annahme von Bestandesöffnungen und Pionierphasen aufgrund natürlicher Störungen...).

1) Zwei Artikel von Jean-Philippe Schütz in der wissenschaftlichen Primärliteratur: 2001, Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests (7 Seiten) und 2002b, Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures (8 Seiten);

12 Seiten im Skript von Jean-Philippe Schütz, 2002: Die Plenterung und ihre unterschiedlichen Formen; 8 Seiten in Sylviculture 2, 1997;

3 Seiten publiziert von Andreas Zingg in LA FORET/WALD und HOLZ im Jahr 2013;

6 Seiten im Skript BZW Lyss von Jacques Doutaz, 2015: Forêts irrégulières/Ungleichförmige Wälder;

2 Seiten in den Checkkarten Dauerwald, herausgegeben im Jahr 2019 durch ProSilvaSchweiz (Hatt, 2019);

keine Erwähnung im Berufskunde-Lehrmittel (Kapitel Waldbau), Forstwart/Forstwartin EFZ, Codoc, Ausgabe 2020.

Einführung

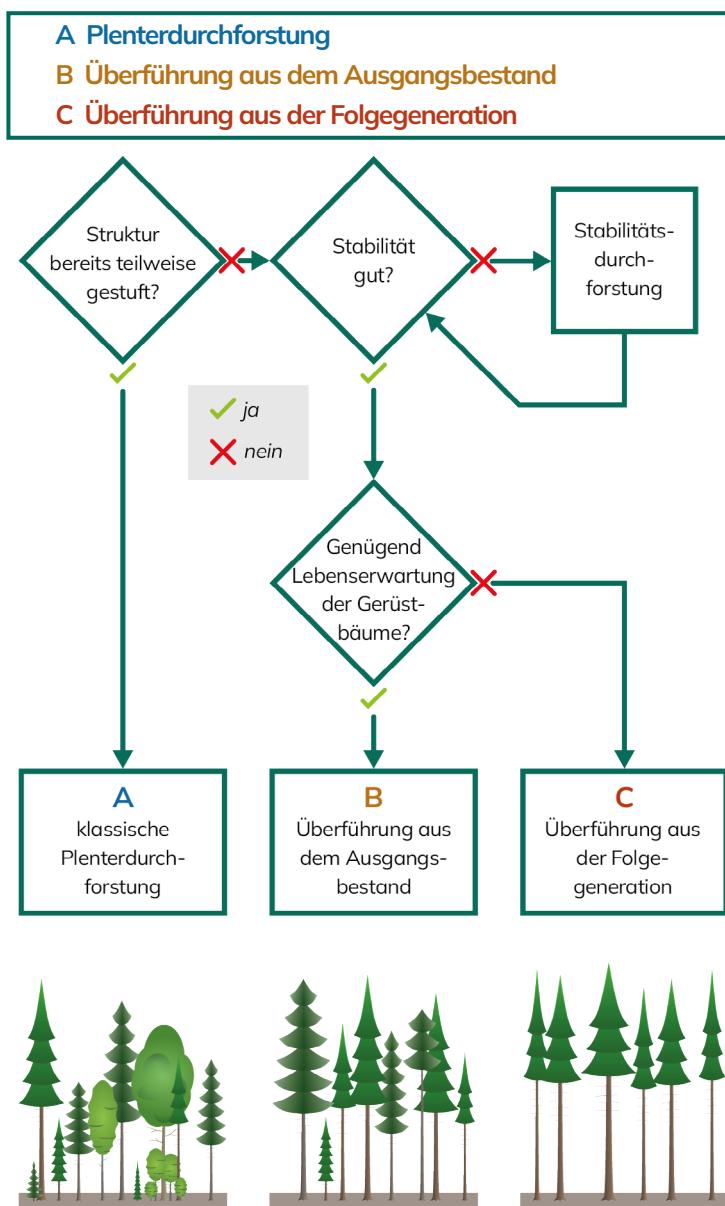
Im **gleichförmigen Hochwald** wird ein hiebsreifer Bestand geerntet, und es entsteht ein junger Bestand. Dieser enthält folglich Bäume, welche mehr oder weniger gleichaltrig sind. Es bildet sich eine einheitliche Kronenschicht (abgesehen von Beständen mit einer Unterschicht oder mit Überhältern). Die Anwendung von langen Verjüngungszeiträumen im Schirmschlag erlaubt eine mehrere Jahrzehnte dauernde Überlappung der Generationen, was zu einer gewissen Stufigkeit führt, welche aber nicht von Dauer ist.



2

ARTEN, ABLÄUFE UND MASSNAHMEN DER ÜBERFÜHRUNG

Die Haltung der Waldbewirtschafter, welche sich für die Erhaltung oder Schaffung von ungleichförmigen Hochwäldern engagieren, ist charakterisiert durch (1) den ausgeprägten **Respekt** vor der genügsamen und permanenten Produktion der Bestockung, (2) die **Geduld** (Abbildung 6), welche für eine sanfte Begleitung des Ökosystems notwendig ist und (3) die klare **Absicht, die Kontinuität**² aller Prozesse **zu bewahren**. Die von Schütz (1997) vorgeschlagenen 3 Arten der Überführung zeigen das Prinzip der Veränderung in der Kontinuität (Abbildung 2).



Die **Lebenserwartung der Gerüstbäume der Ober- schicht** (die zentrale Frage im Entscheidungsschema) ist ein Schlüsselfaktor für die Überführung.

Aufgrund des Klimawandels wird es in Zukunft immer weniger möglich sein, wie bisher mit einer hohen Lebenserwartung des Ausgangsbestandes zu rechnen, speziell im Falle von Fichten. Diesbezüglich müssen wir uns der Realität stellen, was Risiken, aber auch Vertrauen in die natürliche Dynamik sowie Resilienz betrifft.

Zwischen den Überführungsarten **B** und **C** wird eine Überführung umso riskanter, je älter der Bestand, je geringer die Naturahe, je höher der Fichtenanteil, je ärmer die Mischung, je kürzer die Kronen oder je höher der Vorrat ist.

Die Wahl der **Überführungsart** erfordert eine vertiefte waldbauliche Analyse. Dabei werden berücksichtigt: Die vorhandene Bestockung (Gesundheitszustand und Stabilität, Baumartenmischung, Holzvorrat, Struktur, Alter, Kronenlänge, Reaktionsfähigkeit), das Zuwachspotential des Standorts, speziell dessen Einfluss auf die Alterung des Ausgangsbestandes, und auch die voraussichtliche Veränderung des Standorts und entsprechend geeigneter Baumarten im Kontext des Klimawandels.

Abbildung 2: Entscheidungsschema mit den 3 Arten der Überführung (Schütz, 1999a, 2002).

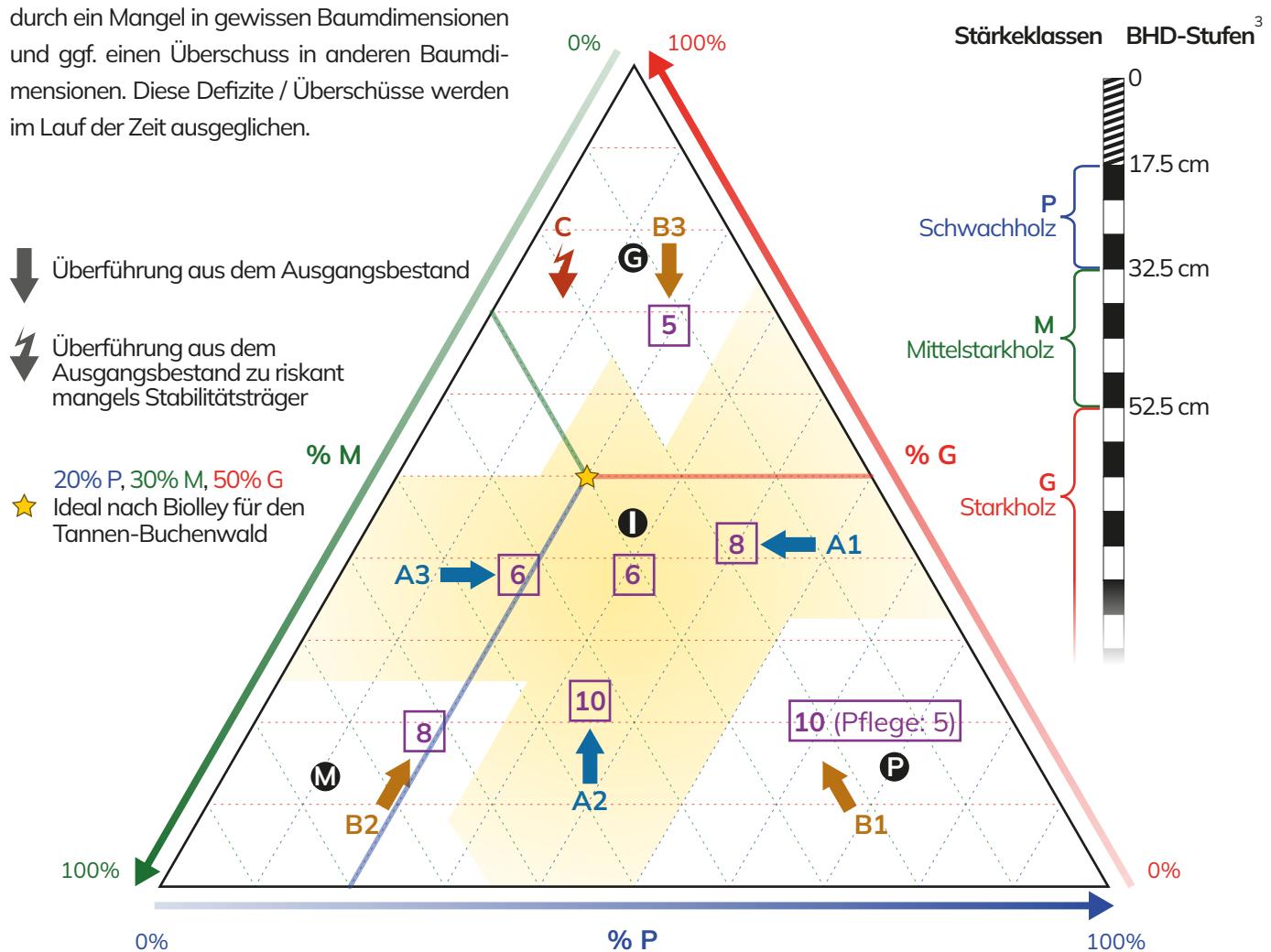
2) Der Begriff der **Kontinuität** ist in einem so umfassenden Sinn zu verstehen wie nur möglich: Kontinuität des Waldbinnenklimas, des Zuwachses, der Erneuerungen, der natürlichen Abgänge und Zersetzungssprozesse, der Bestockung als Produktionsfaktor, der Landschaft, der Schutzfunktion, der Erholungsleistungen und der Holzversorgung. Diese **Kontinuität**, welche sich äußert in Raum und Zeit, bedeutet **keinesfalls Erstarrung des Systems**. Variationen (des Holzvorrates zum Beispiel) sind angebracht, sofern sie die Nachhaltigkeit der Prozesse nicht beeinträchtigen.

■ Arten, Abläufe und Massnahmen der Überführung

Im Strukturdiagramm können die **3 Arten** der Überführung (**A/B/C**) als **7 mögliche Abläufe** der Überführung betrachtet werden (Pfeile in Abbildung 3). Diese 7 Abläufe sind in Tabelle 1 dargestellt. Überführungsbestände sind charakterisiert durch ein Mangel in gewissen Baumdimensionen und ggf. einen Überschuss in anderen Baumdimensionen. Diese Defizite / Überschüsse werden im Lauf der Zeit ausgeglichen.

Strukturtypen (P, M, G, in Vorratsprozent)

- I**: stufiger Bestand (gelber Bereich)
- P**: Bestand mit vorwiegend Schwachholz
- M**: Bestand mit vorwiegend mittelstarkem Holz
- G**: Bestand mit vorwiegend Starkholz bis sehr starkem Holz



A1 Plenterdurchforstung, welche mittelstarkes Holz schont

A2 Plenterdurchforstung, welche Starkholz schont (Beispiel: Cortaillod Abt. 4)

A3 Plenterdurchforstung, welche Schwachholz schont (Beispiel: Derbaly)

B1 Plenterdurchforstung mit Erhaltung von Strukturelementen

B2 Plenterdurchforstung «hier fein, dort grob» (Beispiel: Rüschegg)

B3 Plenterdurchforstung mit Vorratsabbau und kurzem Eingriffsturnus

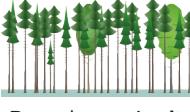
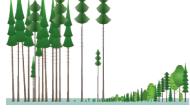
C Überführung aus dem Ausgangsbestand ist **zu riskant**, weil zu wenige **Gerüstbäume** vorhanden sind. Rasche Verjüngung des instabilen Bestandes unter Erhaltung aller naturnahen, strukturierenden und stabilen Elemente als Vorbereitung für die Überführung aus der Folgegeneration. Keine diffusen Eingriffe oder Lochhiebe, welche den Zusammenbruch des Bestandes begünstigen. Bestände dieses Typs sind ungeeignet für die direkte Überführung (Beispiel: Gibloux)

Violette Zahl Richtwert des Turnus für die colline und submontane Höhenstufe

Abbildung 3: Detaillierte Abläufe der Überführung zum Ausgleich der Strukturdefizite.

3) BHD = Durchmesser auf Brusthöhe, d. h. 1.3 m über dem Boden.

Tabelle 1: Abläufe und Massnahmen der Überführung in Abhängigkeit der bereits vorhandenen Strukturierung des Ausgangsbestandes.

Ausgangssituation	Vorgehen	Generelle Massnahmen	Erste Massnahmen	Spätere Massnahmen	Situation nach der Überführung
 Zweischichtbestand Schwachholz und starkes Holz	A1 Mittlere Stärkeklasse schonen Beispiel: <i>tree-app.ch</i>	Stabilitätsträger erhalten. Baumartenvielfalt erhöhen, speziell bezüglich Zukunftsbäumarten (<i>tree-app.ch</i>). Richtwert für den Turnus: 8 Jahre (für die colline und submontane Höhenstufe).	Eingriffe prioritär im Starkholz; Ernte von Risikobaumarten oder Baumarten mit hohen Anteilen.	Individualisieren ⁴ (Kronenfreistellung) der Nachrücker.	
 Bestand mit Schwachholz und mittelstarkem Holz	A2 Starkholz schonen Beispiel: <i>Cortailod</i>	Vorratserhöhung durch möglichst lange Erhaltung der wenigen vorhandenen Starkhölzer. Nachrücker freistellen, nachdem das Bodenstück qualifiziert ist. Richtwert für den Turnus: 10 Jahre.	Gestaffelte und gezielte Freistellung von standorts- und zukunftsgerechten Nachrückern.	Zurückhaltende Ernte der übervertretenen Baumarten mit dem Ziel, die Durchmesser spreizung zu erhöhen.	
 Bestand mit mittelstarkem Holz und Starkholz	A3 Schwachholz schonen Beispiel: <i>Derbaly</i>	Stabilitätsträger erhalten. Vorratsabbau durch kurzen Turnus. Punktuelle, strukturierende Kronenöffnungen anstreben für rasche Verjüngungseinleitung und biologische Aktivierung des Bodens. Richtwert für den Turnus: 6 Jahre.	Aus der mittleren Stärkeklasse vitale Bäume fördern mit langen Kronen, Feinastigkeit und qualitativ gutem Bodenstück.	Weiterer Vorratsabbau durch Ernte von Starkholz, auch gruppenweise. Nachrücker freistellen.	
 Stangenholz	B1 Vorratsaufbau unter Erhaltung von Strukturelementen Beispiel: <i>Habsburg</i>	Zukunfts- und seltene Baumarten fördern; mittelstarkes / Starkholz erhalten (soweit vorhanden). Vitale Bäume zusätzlich stark fördern (Dynamisierung). Geschlossene Jungbestände lokal unterbrechen mit Lücken. Richtwert für den Turnus: 10 Jahre. Plus situativer Pflegeeingriff für Lichtbaumarten (5 Jahre).	Alle strukturierenden Elemente erhalten (Pionierbaumarten, Überhälter, Überlebende nach Störungen, Biotopbäume, Sträucher, Brombeer- teppiche).	Nachrücker etappenweise freistellen. Übervertretene Baumarten nach und nach reduzieren.	
 Bestockung mit mittelstarkem Holz	B2 Strukturieren mit Kreativität Beispiel: <i>Rüscheegg</i>	Stabilitätsträger erhalten, ebenso vereinzelte Stark- oder Schwachhölzer. Vitale Bäume fördern mit langen Kronen, Feinastigkeit und qualitativ gutem Bodenstück. Baumartenvielfalt erhöhen, indem z. B. sogenannte "Intermediärbäume" entnommen werden. Richtwert für den Turnus: 8 Jahre.	Nachrücker individuell fördern. Strukturieren durch bewusst variierte Eingriffsstärke: "hier fein, dort grob", bis zum Nicht-Eingriff.	Nachrücker und Zukunftsbäumarten weiter fördern. Homogene Partien weiter strukturieren.	
 Starkholz- Bestockung mit hohem Vorrat	B3 Vorratsabbau ohne Destabilisierung	Stabile Einzelbäume und Baumgruppen erhalten. Vorratsabbau mit sehr kurzem Turnus. Mut, Löcher zu schaffen (zum Beispiel mehrere Bäume entlang einer Linie erntetechnisch vorteilhaft anzeigen), für punktuell rasche Verjüngungseinleitung und biologische Aktivierung des Bodens. Mischungsförderung durch punktuelle Pflanzungen, falls Samenbäume fehlen. Richtwert für den Turnus: 5 Jahre.	 Vorratsabbau durch Schaffung von "Lichtschächten" angrenzend an stabile Elemente. Nachwuchs schonen bei der Holzernte.	Weiterführung von Vorratsabbau und Strukturierung unter Förderung standorts gerechter Zukunftsbäumarten.	
 Instabiles Baumholz, homogenisierter Bestand mit kurzen Kronen	C Keine Überführung aus dem Ausgangsbestand Beispiel: <i>Gibloux</i>	Klare Entscheidung, mit dem Folgebestand zu überführen. Alles erhalten, was natürlich und stabil ist. Strukturierende Elemente erhalten (Pionierbaumarten, Sträucher, Protzen, Brombeer- teppiche), um den Jungbestand zu heterogenisieren. Punktuelle Pflanzungen, falls Samenbäume fehlen. Keine diffusen Auflichtungen (welche nur der Brombeere helfen oder die Buche stark fördern!). Richtwert für den Turnus: 4-8 Jahre.	 Etappenweise Verjüngung durch nicht-lineare "Saumhiebe". Schlagfronten entgegen der Hauptwindrichtung vermeiden.	Im Jungbestand Vorgehen gemäß B1.	 Die Komplexität der Waldökosysteme und die Vielfalt der Standorttypen führen dazu, dass die Situationen nach der Überführung vielfältig sind.

4) Das Besondere an der ungleichförmigen Struktur ist, dass an geeigneter Stelle ausgewiesene Nachrücker auch ohne spezifische Freistellung von gutem Licht für ihre assimilierenden Elementen profitieren können.



3 PRINZIPIEN FÜR EINE ERFOLGREICHE ÜBERFÜHRUNG

Um dem Vorhaben einer Überführung bestmögliche Chancen zu geben (Vorgehensweise **A** und **B** des vorherigen Kapitels), sind mehrere Schritte von Bedeutung. Einige davon betreffen die Forsteinrichtung, weitere den Waldbau. Dabei gilt die Regel: „*Die Forsteinrichtung legt die Strategie fest, innerhalb derer sich der Waldbau optimal entfalten kann*“. Die Arbeitsschritte passieren in folgender chronologischer Reihenfolge:

3.1 Definieren des langfristig angestrebten Strukturtyps

Diese erste strategische Entscheidung wird begleitet durch eine klare Abgrenzung des Überführungsperimeters mit Verzicht auf flächige Hiebe. Eine solche Entscheidung, versehen mit einem Übersichtsplan, soll in die Planungsdokumente einfließen und allen Beteiligten des Forstdienstes kommuniziert werden.

Innerhalb eines grossräumigen Waldbesitzes ist es nicht immer sinnvoll, die ganze Fläche in ungleichförmigen Hochwald zu überführen. Durch bewusste An-

wendung verschiedener Verjüngungsverfahren können die langfristig angestrebten Strukturen (gemäss Tabelle 4 im Anhang) noch stärker variiert werden, wodurch die Strukturvielfalt des Ökosystems profitieren wird. Umgekehrt ist es denkbar, im Femelschlagwald einzelne, z. B. aufgrund der Standorte oder sich durch bereits vorhandene Strukturen besonders anbietende Partien in stufige Strukturen zu überführen.

3.2 Einrichtung von fixen Bewirtschaftungseinheiten

Für Bestockungen grösser als 3 ha ist es empfehlenswert, den Wald in ungefähr gleich grosse **Bewirtschaftungseinheiten** einzuteilen (markiert im Übersichtsplan, falls möglich auch im Gelände). Idealerweise entspricht die Anzahl Bewirtschaftungseinheiten einem Mehrfachen des Eingriffsturnus (Abbildung 4).

Der Übersichtsplan mit allen Bewirtschaftungseinheiten eines Waldeigentümers ergibt den *Einrichtungsplan*.

Die Aufteilung des Waldes in *Bewirtschaftungseinheiten* erlaubt es, Perimeter, Zeitpunkt und Abfolge der Eingriffe zu definieren und zu visualisieren. Dies ist die einzige Ordnung – geografisch und zeitlich –, welche im

ungleichförmigen Hochwald existiert.

Abbildung 4 gibt ein Beispiel eines Einrichtungsplans für einen Waldeigentümer, mit Eingriffsjahren der *Plenterdurchforstungen*. Der *Turnus* beträgt 6 Jahre, was ein rechtzeitiges Eingreifen auch für Lichtbaumarten ermöglicht. Dieser kurze *Turnus* erlaubt auch (1) eine genügende Berücksichtigung von Mastjahren (2) ein frühzeitiges Eingehen auf Stressfaktoren durch den Klimawandel (3) eine kontinuierliche Förderung von Lichtbaumarten und (4) eine Erleichterung schwieriger waldbaulicher Einzel-Entscheidungen: *Im Zweifelsfall kann ein Entscheid auf die nächste Anzeichnung vertagt werden*.

Prinzipien für eine erfolgreiche Überführung

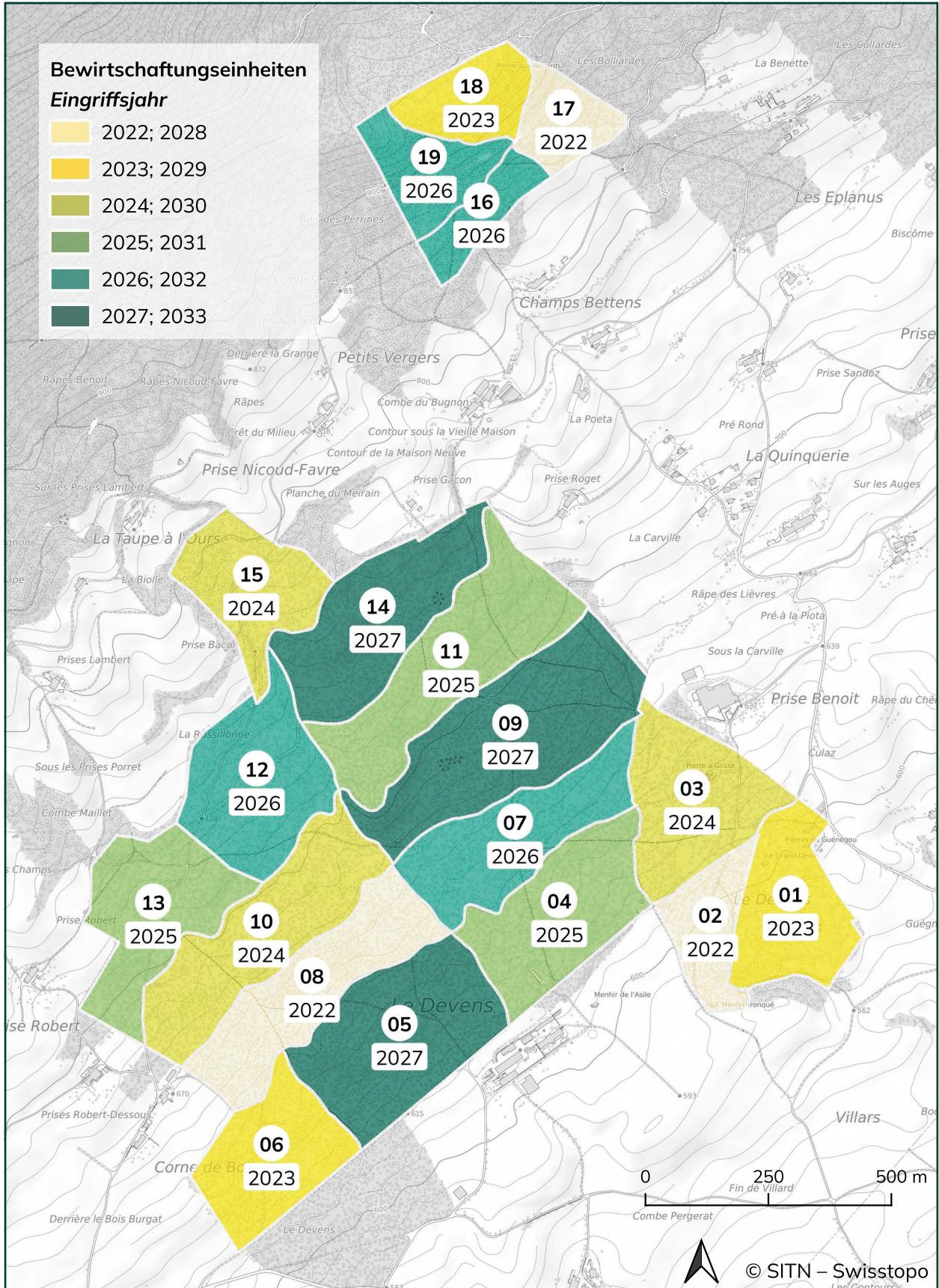


Abbildung 4: Beispiel eines Plans der Bewirtschaftungseinheiten für einen Waldeigentümer, mit Eingriffsjahren der Plenterdurchforstungen.

3.3 Feinerschliessungskonzept konkretisieren

Das Vorhandensein einer genügenden Erschließung (Waldstrassen, Maschinenwege, Rückegassen oder Seillinen sowie Lagerplätze) ist Voraussetzung zur Vermeidung von Bodenverdichtung durch die Holzernte. Die Feinerschliessung dient auch dem Schutz des verbleibenden Bestandes und garantiert, dass Eingriffe überall stattfinden, wo und wann sie nötig sind. Vor jeder Anzeichnung ist es unerlässlich, das betreffende Feinerschliessungskonzept zu kennen (Feinerschliessung und Richtung der Holzabfuhr). Auch im Seilkran-

gelände ist die Überführung nicht nur möglich, sondern durchaus willkommen. Je ungleichförmiger eine Bestockung, desto nachhaltiger kann die Schutzfunktion gewährleistet werden. In solchen Wäldern wird der Zielzustand oftmals durch Gruppenplenterung und nicht mittels einzelstammweiser Plenterung erreicht. Die Bewirtschaftungseinheiten werden definiert in Abstimmung mit den Feinerschliessungseinheiten und den Seillinen (Magaud, 2020).

3.4 Waldstandorttypen identifizieren

Die Kenntnis der Waldstandorte ist unentbehrlich für einen naturnahen Waldbau. Sie erlaubt namentlich (1) die Vorstellung natürlicher, ohne menschliches Zutun ablaufender Prozesse, unter Einbezug der Auswirkungen des Klimawandels, (2) die Definition realistischer Waldbauziele bezüglich Mischung und Holzqualität, (3) die Abschätzung der Produktivität (Zuwachs) und der Lebenserwartung, (4) die Kenntnis des waldbaulichen

Aufwandes, der Risiken und Erfolgsschancen und (5) die Prognose der Reaktion von Beständen auf Eingriffe.

Falls keine Standortskarte verfügbar ist, kann mit der Tree App (www.tree-app.ch) der Standortstyp annäherungsweise mit Filterkriterien bestimmt werden. Zudem gibt Tree App auch Auskunft über die zu erwartende Entwicklung im Kontext des Klimawandels.

3.5 Kenntnis des aktuellen Holzvorrates der zu überführenden Bestände

Der Holzvorrat⁵, ausgedrückt in Grundfläche⁶ [m²] oder Volumen [sv], ist eine Grösse, welche je nach Situation stark variieren kann (Standort, Baumarten, Struktur). Die Kenntnis des Holzvorrats oder der Grundfläche und der Anteile der Stärkeklassen (Schwach-, mittelstarkes und Starkholz) ist unerlässlich, um den Prozess der Überführung gut einleiten und verfolgen zu können.

Eine Stammzahl- und Baumartenverteilung nach

Durchmesserstufen (wie oben auf Seite 40 abgebildet) ist noch besser geeignet, um die Ausgangssituation zu beurteilen.

Die Analyse zu Beginn einer Überführung, basierend auf Inventurdaten (Stichproben oder Vollklippierung), kann auf nützliche Weise mit Beobachtungen zur Vitalität und Stabilität der Bäume, zur Holzqualität, sowie zu Vorhandensein, Dynamik und Ausprägung von Verjüngungsansätzen ergänzt werden.

5) Vorrat: Kubikinhalt von einem oder mehreren inventarisierten Bäumen eines Waldbestandes. *Synonyme: Holzvorrat, Stehendvorrat*. Der Vorrat eines Baumes wird in Silven (sv) oder Tariffestmetern (Tfm) ermittelt. Er wird aus dem Brusthöhendurchmesser (BHD, gemessen 1.3 m über dem Boden) und einem Tarif bestimmt.

6) Grundfläche: Für einen Baum ist dies die Kreisfläche des Stammes, gemessen auf Brusthöhe und in m² ausgedrückt. Für einen Bestand handelt es sich um die Summe der Kreisflächen aller inventarisierten Bäume (Einheit: m²/ha).

3.6 Zuwachs schätzen

Über die Bonität der betreffenden Standorte kann auf den Zuwachs jeder Bewirtschaftungseinheit geschlossen werden. Diese Schätzung dient der Bestimmung des Eingriffsturnus und der Nutzungsmenge der

Eingriffe. Abbildung 5 zeigt den zu erwartenden jährlichen Zuwachs der wichtigsten Standorte der submontanen Stufe.

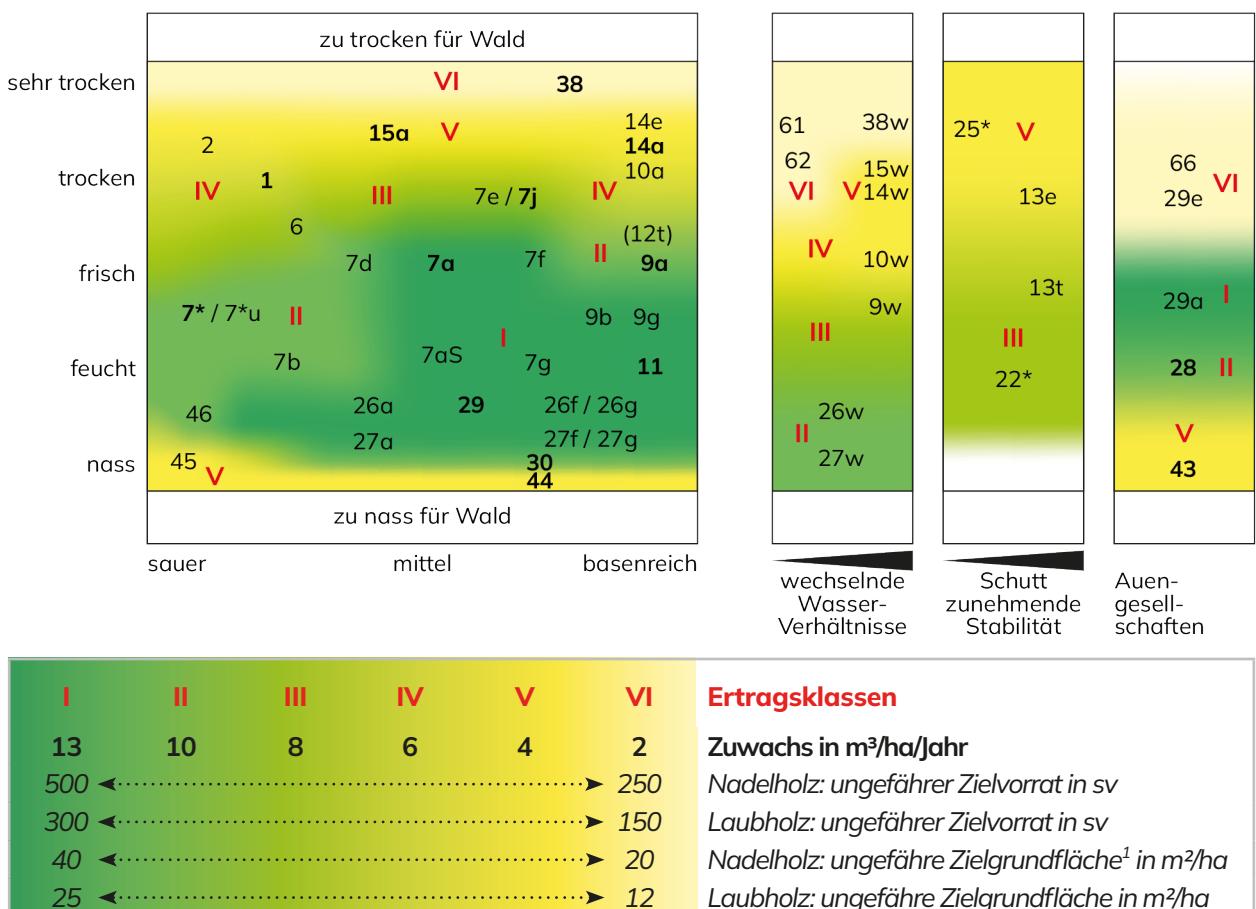


Abbildung 5: Ökogramm mit dem ungefähren jährlichen Zuwachs pro Standort für die submontane Stufe. Die Zielvorräte können je nach Baumarten stark variieren (angepasst von Kaufmann, 2015; Grundflächenwerte nach Hatt, 2019, S. 22 und AFI, 2018, S. 40). Je höher der Anteil der Lichtbaumarten ist, desto geringer ist der Zielvorrat.

3.7 Definieren von – aktuellen und zukünftigen – Baumartenanteilen

Eine vorteilhafte Baumartenmischung trägt stark zum Erfolg einer Überführung bei. Dasselbe gilt für die Anpassung an den Klimawandel.

Unter Berücksichtigung des Standorts, der erwarteten Auswirkungen des Klimawandels sowie der Zielsetzungen bezüglich Waldleistungen wird eine zukunftsorientierte Zielsetzung der Baumartenanteile (in % des Vorrats oder der Grundfläche) für jede Bewirtschaftungseinheit festgelegt. Die Mehrheit der wald-

baulichen Kommentare zu den pflanzensoziologischen Kartierungen geben wertvolle Hinweise zur Baumartenwahl. Dasselbe gilt für die Tree App (www.tree-app.ch), speziell für die colline Stufe.

Die zukünftige Baumartenzusammensetzung erlaubt die Festlegung des idealen Holzvorrates (Zielvorrat), an welchen es sich im Prozess der Überführung anzunähern gilt (Abbildung 5).

¹) Zielgrundfläche: Maximalwert (vor Anzeichnung), der je nach Standort und Baumartenzusammensetzung ausreichend Licht und Wärme für die Verjüngung und die mittlere Baumschicht garantiert. Die Zielgrundfläche kann umso grösser sein, je höher die Bonität ist und je schattentoleranter die Baumarten sind.

3.8 Festlegen des Eingriffsturnus, der Eingriffsstärke und der Nutzungsmenge

Der *Eingriffsturnus* (im Plenterwald „Umlaufzeit“) steht in direktem Zusammenhang mit der Bonität des Standorts. Er hängt vom geschätzten Zuwachs, von der Differenz zwischen aktuellem Vorrat und Zielvorrat, von den vorhandenen Baumarten, von der Bestandesstabilität sowie von der Erschließungssituation ab. Der Turnus zwischen zwei Eingriffen ist ein zentrales Element der Kontinuität des waldbaulichen Handelns. Sehr starke Eingriffe (Eingriffsstärke⁷ > 25%) oder ein zu langer Eingriffsturnus laufen dem Prinzip der Kontinuität zuwider. Tabelle 2 zeigt die Größenordnungen dieser Zusammenhänge.

Grundsätzlich, d. h. falls wir im Bereich des optimalen Vorrats sind, entspricht die Entnahme dem jährlichen Zuwachs multipliziert mit dem Eingriffsturnus. Dies entspricht einer Eingriffsstärke von 15-20% des Vorrats bei den Laubhölzern und 20-25% bei den Nadelhölzern (AFI, 2018).

Ein Turnus unter 6 Jahren (collin und submontane Höhenstufen) ist nicht ideal (ausgenommen für Ablauf **C** und **B3**). Er lässt der Bestockung zu wenig Zeit, um sich nach dem Eingriff zu stabilisieren.

Im Falle von sehr hohen Vorräten, welche rasch abgebaut werden sollten, ist ein verkürzter Eingriffsturnus besser als sehr starke Eingriffe. Dies erlaubt eine bessere Reaktion der Bestockung und reduziert die Risiken.

Mit dem Klimawandel beobachten wir jedoch, dass sich Störungen (Sturm, Hitzeperioden, Dürre, Hagel, Insektschädlinge, Pilzkrankheiten...) verändern, kombinieren, wiederholen und verstärken, so dass sie den physiologischen Zustand vieler Bäume beeinträchtigen. Angesichts der Ungewissheiten ist auf empfindlichen Standorten *ein dynamischer Waldbau* mit Wiederkehr der Holzschläge im halben Turnus gerechtfertigt. Dabei wird die jährliche Nutzung in der doppelten Anzahl der

Bewirtschaftungseinheiten entnommen. Dies ermöglicht insbesondere, (1) den Anteil der Zwangsnutzungen zu reduzieren, indem irreversibel geschädigte Bäume geerntet werden, bevor sie ihren wirtschaftlichen Wert verlieren, und (2) die Entwicklung von seltenen und/oder Lichtbaumarten zu fördern (Abbildung 6).

Die Planung der Eingriffsjahre und Nutzungsmengen pro Bewirtschaftungseinheit ist ein wichtiges Managementinstrument. Trotzdem bleibt sie eine *Richtplanung* und kein Zwang. Es braucht generell eine gewisse Flexibilität; gelegentlich sind bewusste Abweichungen gegenüber der vorgesehenen Planung angezeigt, um von der Natur vorgegebene Gelegenheiten zu nutzen: z. B. ein Eingriff nach einer Vollmast oder die Verschiebung einer Nutzung nach grösseren Zwangsnutzungen. Die Richtplanung hilft auch bei der Improvisation im Falle von unvorhergesehenen Ereignissen.

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Zuwachs, Eingriffsturnus und Nutzung (Richtwerte) mit der Zielsetzung, den Anfangsvorrat (4. Spalte) für eine Eingriffsstärke von 20% beizubehalten.

Zuwachs sv/ha/J	Opti- maler- Turnus	Nutzung sv/ha (inkl. Zwangsnut- zungen)	Anfangsvor- rat für 20% Eingriffsstär- ke sv/ha
2	20 Jahre	40	200
4	14 Jahre	56	280
6	10 Jahre	60	300
8	8 Jahre	64	320
10	7 Jahre	70	350
13	6 Jahre	78	390

Die periodische Nutzungsmenge (Synonym: Hiebsatz) wird für jede Bewirtschaftungseinheit mit folgender Formel bestimmt:

$$N = Z * t - (V_E - V_A)$$

N = Nutzung in die Periode in sv

Z = jährlicher Zuwachs inkl. Einwuchs in sv/Jahr⁸

V_E = Endvorrat bzw. angestrebter Vorrat am Ende des Turnus in sv

V_A = Anfangsvorrat bzw. aktueller Vorrat in sv

t = Turnus in Jahren

7) Eingriffsstärke = Nutzung (inkl. Schadholz, usw.) / Vorrat vor dem Eingriff.

8) Der **Einwuchs** umfasst die Bäume, welche zwischen zwei aufeinanderfolgenden Inventuren die Kluppschwelle erreicht oder überschritten haben.

3.9 Kontrolle

Die Kontrolle von geplanter und effektiver Nutzungs menge erlaubt es, ein Abdriften zu vermeiden und, falls nötig, eine Korrektur in Richtung des eingeschlagenen Weges vorzunehmen. Im Gleichgewichtszustand kontrolliert die Forsteinrichtung nach dem Hieb (*a posteriori*), keinesfalls soll sie die Anzeichnung dirigieren. Allfällige Korrekturen werden beim nächsten Eingriff vorgenommen. Die Kontrolle bezieht sich auf unterschiedliche Ebenen: Vorratsentwicklung, Einwuchs, Stärkeklassenverteilung, Zustand der *Nachrücker* und *Einwuchs*, Naturnähe (Baumartenmischung, Totholz, Biotopbäume, Dendromikrohabitatem).

Der *Einwuchs* ist sehr nützlich, denn er dient *a posteriori* als Indikator für die nachhaltige Bestockungserneuerung. Mit ihm kann der Nachschub (Stammzahlen und Baumarten) in Bezug auf das angestrebte Gleichgewicht abgeschätzt werden. Ein nachhaltiger genügender *Einwuchs* enthält **2 bis 3 Stämme pro Hektare und Jahr für Nadelholzbestockungen und 1 bis 2 Stämme pro Hektare und Jahr für Laubholzbestockungen** (AFI, 2018, S. 27).

Der *Einwuchs* ist generell nur bei den Anhängern der



Kontrollmethode nach Biolley (1897) bekannt, welche heute nur noch selten praktiziert wird. Er kann problemlos ersetzt werden durch die Stammzahl in der ersten Durchmesserstufe. Diese leicht zu bestimmende Grösse ist ein wichtiger Indikator für die Nachhaltigkeit der Verjüngung. Sie erlaubt Aussagen, ob die Vorratshöhe gesenkt werden muss. Um einen nachhaltigen Einwuchs sicherzustellen, sollten in der Durchmesserstufe 15 cm (12.5-17.5 cm) erfahrungsgemäss zwischen 70 (bei Bestockungen mit Maximaldurchmesser 110 cm) und 100 (bei Maximaldurchmesser 80 cm) Bäume vorhanden sein. Für Buchendauerwälder 90-120 Stämme pro ha sind in der Durchmesserstufe 8-11,9 cm erforderlich, um das demografische Gleichgewicht zu gewährleisten (Brüllhardt et al., 2022a).

Ungleichförmige Hochwälder werden gelenkt mittels rollender Planung, mit periodischer Analyse, Festlegung des Hiebsatzes und mittelfristiger Vorausplanung (10 bis 25 Jahre). Diese Flexibilität ist ein entscheidender Vorteil im Kontext des Klimawandels, der Ungewissheit und die Kombination verschiedener Risiken mit sich bringt. Die Planungsintervalle müssen möglicherweise angepasst werden, wobei die Kontrollen und Überprüfungen häufiger als bisher durchgeführt werden müssen.

Abbildung 6: Geduld ist angebracht, um die qualitativ guten Bodenstücke zur Hiebsreife zu bringen.
Elsbeere in Basadingen (TG):

Alter auf dem Foto (2000): 30 Jahre.

Alter bei der Ernte: 120 Jahre.

Jahr der Ernte: ca. 2090.



3.10 Anzeichnung der Plenterdurchforstung, in regelmässigem Turnus, ganze Bewirtschaftungseinheiten

In der Überführungsphase erlauben die Anzeichnungen der Plenterdurchforstungen eine aktive Begleitung des Waldökosystems in Richtung der festgelegten Zielsetzung. Ihre Umsetzung ist eine Synthese von ökologischen, ökonomischen und ästhetischen Aspekten, angewandt auf den konkreten Einzelfall jeder Bewirtschaftungseinheit. Zwangsnutzungen spielen oft eine ergänzende Rolle, welche nicht zu unterschätzen ist! Der Waldbauer ist niemals allein am Werk, auch die Natur „zeichnet an“, auf ihre Art und mit ihrer Eingriffsstärke kreiert sie manchmal ein Mosaik von sehr komplexen Strukturen; manchmal öffnet sie grosse „Fenster“ (speziell im Falle von nicht standortsgerechten Bestockungen).

Bei einer Plenterdurchforstung gilt es prioritär die Stabilität der Bestockung zu erhalten oder zu verbessern. Sodann kommen die Aspekte der Verbesserung der vorhandenen Bestockung (Baumarten, Qualität der Bodenstücke) und der Ernte von hiebsreifen Bäumen oder Konkurrenten zum Zug. Die Strukturierung schliesslich sowie auch die Förderung des Nachwuchses – keinesfalls ganzflächig und unter Verzicht auf Erweiterung bestehender Lücken – stehen nicht an erster Stelle⁹, sondern erfolgen indirekt als Folge der *Lichtdosisierung* in der Hauptschicht.

Waldränder verdienen – im ungleichförmigen wie auch im gleichförmigen Hochwald genauso – eine spezifische Behandlung. Es handelt sich um artenreiche Übergangslebensräume, welche speziell günstige Bedingungen bieten für Sträucher und Lichtbaumarten. Die wichtigsten Stichworte zum Waldbau in diesen Vernetzungszonen sind: stufig, formenreich, reich an Kleinstrukturen, kreativ...

Plenterdurchforstungen bezwecken gleichzeitig mehrere Effekte, wobei die Rollen einzelner Bäume genauso berücksichtigt werden wie die Weiterentwicklung der gesamten Bewirtschaftungseinheit. Es ist zweckmässig, die Bestockung mit einem positiven Blickwinkel zu begehen, um die „Rosinen“ herauszu-

arbeiten (seltene Baumarten, Stabilitätsträger, Wertträger, Spechtbäume...). Dies ist viel wirksamer, als nur „vom dicken schlechten Ende her“ anzuziehen! Damit riskiert man die Schaffung von ungünstigen Öffnungen; denn Schatten ist im ungleichförmigen Hochwald eine nützliche Kraft. Es ist einfacher, einer etablierten Verjüngung eine „Prise“ Licht zu geben (Abbildung 8), als einer Brombeerlücke Schatten zu verschaffen! Die Unregelmässigkeit sollte nicht durch betriebliche Opfer (vorzeitiges Ernten wertvoller Bäume) erreicht werden. Sie ist kein Selbstzweck, sondern lediglich das Ergebnis des Strebens nach einer dauerhaften und maximalen Wertproduktivität der einzelnen Bäume. **Es ist nicht die Aufgabe des Försters, den Wald zu irregularisieren, sondern ihn mit Geduld und Bescheidenheit so zu begleiten, dass der Wald in der Lage ist, sich selbst zu strukturieren.** Bei jeder Entscheidung geht es um folgende Fragen:

- Sind genügend **Stabilitätsträger** vorhanden (um die Stabilität, aber auch die Produktion und Erziehung sicherzustellen)? Gerade in der Phase der Überführung spielen die Gerüstbäume eine Schlüsselrolle¹⁰.
- Gibt es zu viele (übernutzte Bestockung) oder zu wenige (zu viel Starkholz) **Nachrücker**? Müssen sogenannte „*Intermediär-Bäume*“ entnommen werden, welche die Kronen der Wertträger verkürzen und den Aufstieg der Nachrücker verhindern?
- Ist der **Wartesaal** (wo die natürliche Selektion abläuft) genügend und mit den gewünschten, zukunftsfähigen Baumarten bestückt?

Zusammenfassend kann die Überführung mit dem „Dimmen“ einer Beleuchtung bezeichnet werden; Spalten mit dem Licht für die lokal richtige Atmosphäre des Ökosystems. Eine gute Anzeichnung gelingt, wenn Herz, Kreativität und Freude mit von der Partie sind. Überführen heisst „waldbauen“ mit dem Licht!

9) In der Anfangsphase der Überführung (A2, B2 und B3) ist diese Aussage zu differenzieren. In diesen Situationen muss der Verjüngungseinleitung bzw. Nachwuchs (insbesondere von Laubbaumarten) ein spezielles Augenmerk zukommen.

10) Gemäss Schütz (2002) sind für eine erfolgreiche Überführung mit vertretbaren Risiken mindestens **40 Gerüstbäume/ha** mit hoher Lebenserwartung notwendig. **Im Laubwald reichen 20 Stabilitätsträger/ha.**

3.11 Nachwuchspflege

Es ist zweckmässig, wenn nach jeder Plenterdurchforstung eine Nachwuchspflege durchgeführt wird. Diese erfolgt gezielt für wenige Einzelbäume oder Gruppen und nach Baumarten differenziert (Abbildung 7). Dabei wird alles noch nicht Notwendige oder Homogenisierende unterlassen. Das Wachstum und die Selbstdifferenzierung der jungen Bäume zeigen, ob die Lichtzufuhr genügend ist. Um dunkle Bereiche zu erhalten, können ohne Weiteres auch grobästige Bäume belassen werden, denn diese tragen zur Strukturierung bei.

Sowohl in der Überführung, wie auch im Gleichgewichtszustand werden die Pflegemassnahmen ausschliesslich gemäss den Prinzipien der *biologischen Rationalisierung* (Ammann, 2012) durchgeführt bezüglich

Auslese und zeitlich gestaffeltem Eingriffsbeginn der Nachrücker oder Z-Bäume (Codoc, 2020, S. 21 bis 26).

In seiner Doktorarbeit zum nadelholzreichen Plenterwald unterstreicht Duc, dass bei Pflegeeingriffen zuerst bedacht werden muss, ob die betreffende Nachwuchs-Zelle sich ohne Hilfe bis zum Zeitpunkt des nächsten Holzschlags entwickeln kann. Falls ja, wird nicht eingegriffen (Duc, 2002, S. 217).

Im Umfeld des Klimawandels werden – falls Samenbäume fehlen – Pflanzungen, Saaten oder der Einsatz von Wildlingen zur Anreicherung von Mischungen empfohlen, dies immer ergänzend zur Naturverjüngung und nur punktuell.



Abbildung 7: Nachwuchspflege (nicht flächig) in einer gemischten Naturverjüngung zugunsten einzelner Douglasien (blaue Markierbänder) mittels Knicken von Buchen.

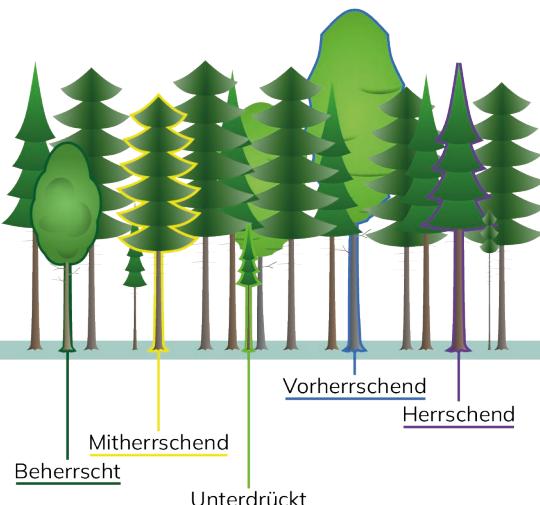
Bevaix (NE), Abteilung 15, April 2021.

4

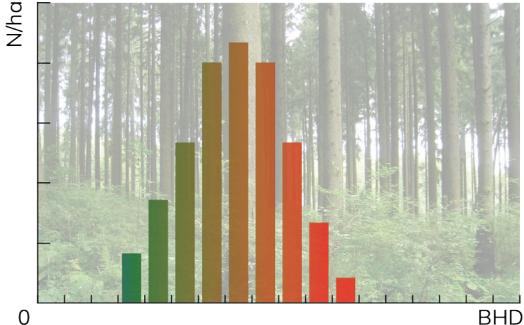
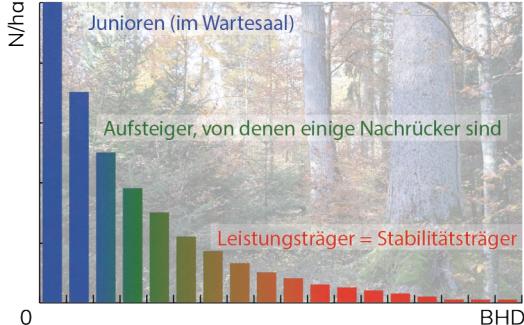
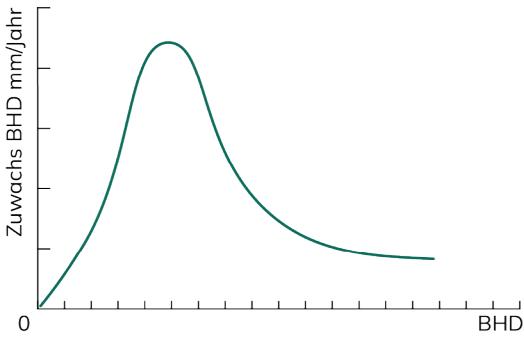
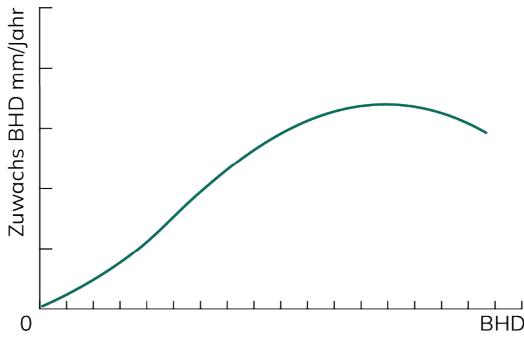
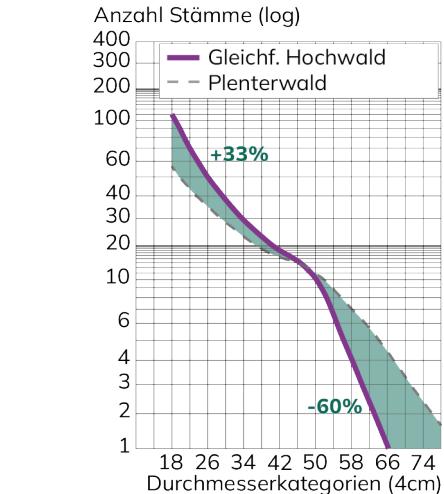
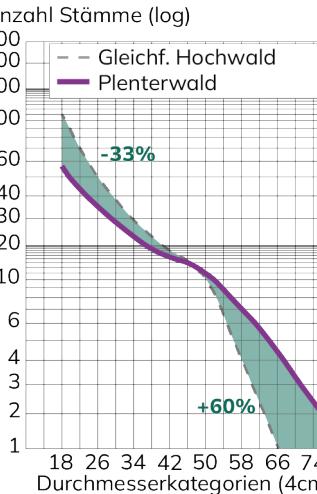
UNTERSCHIEDSMERKMALE VON UNGLEICH- UND GLEICHFÖRMIGEN HOCHWÄLDERN

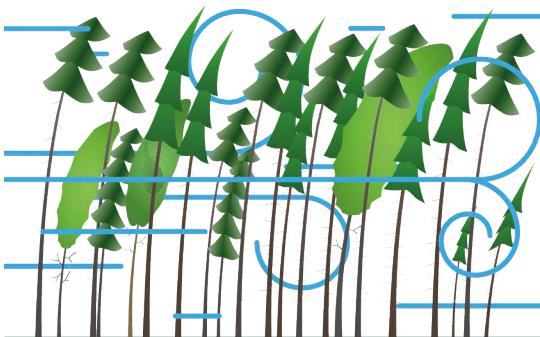
Um die Gesamtheit der Konsequenzen zu verstehen, welche durch eine Überführung von gleichförmigem in ungleichförmigen Hochwald angestoßen werden, sollen zunächst die grundlegenden Unterschiede zwischen diesen beiden "Urformen" des Waldbaus analysiert werden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Unterscheidungsmerkmale zwischen gleichförmigen und ungleichförmigen Hochwäldern.

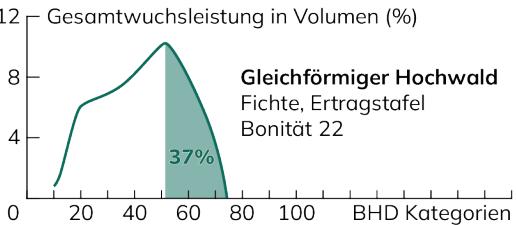
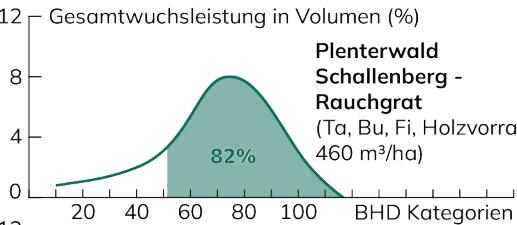
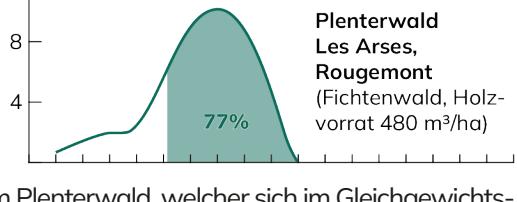
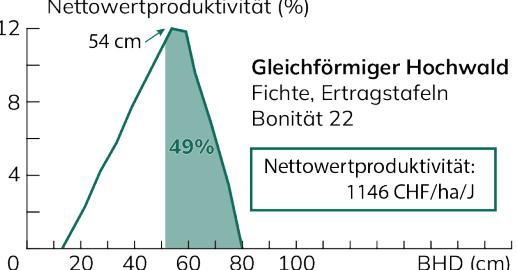
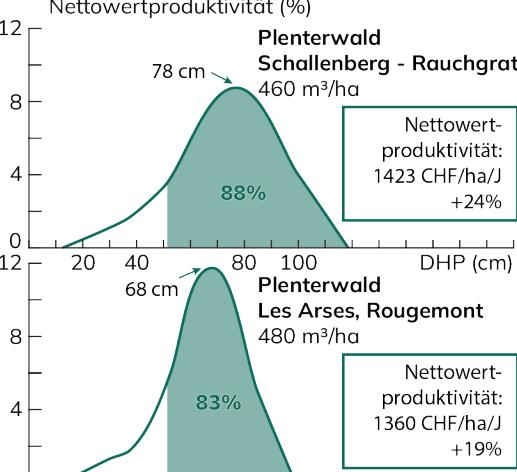
Gleichförmiger Hochwald		Überführung	Ungleichförmiger Hochwald
Inspiration	Waldbau im Sinne der "Reinertragslehre" ¹¹ .		Waldbau mit "ökosystemischer" Inspiration.
Verjüngung	Flächig.		Nicht-flächig (verstreut, punktuell).
Verjüngungszeitraum	Von 0 bis ca. 50 Jahre.		Kein eigentlicher Verjüngungszeitraum, weil die Verjüngung innerhalb der Bewirtschaftungseinheiten kontinuierlich abläuft.
Beziehung zwischen den Bäumen	Wettbewerbsgemeinschaft. Starke Konkurrenz im Wurzel- und Kronenraum.		"Hilfsgemeinschaft". Die "Alten" bilden eine Dachstruktur, welche die "Jugend" beschirmt und ein günstiges Bestandesklima bildet.
Stellung der Bäume	 <p>Im gleichförmigen Hochwald sind die Bäume zwar gleich alt, aber nicht gleich hoch und dick. Die Vitalität – welche den Zuwachs bestimmt – variiert von Baum zu Baum. Zudem verstärkt die Konkurrenz die Wachstumsunterschiede: Die Bäume mit dem grössten Höhenzuwachs beschatten zunehmend die langsamer wachsenden. Daraus ergibt sich eine Strukturierung in "soziale Stellungen". Dieses Naturgesetz wird Selbstdifferenzierung genannt. Diese Wettbewerbsgemeinschaft hebt die "Supervitalen" hervor und erlaubt ihnen, sich durchzusetzen, ein Grundprinzip der Evolution. Sie trägt auch entscheidend zur Qualifizierung bei (natürliche Astreinigung der Bodenstücke).</p>	 <p>Im ungleichförmigen Hochwald spielt jeder Baum seine Melodie. In diesem Konzert können drei "Familien" herausgehört werden (Bastien, 2002):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Junioren, auch <i>Talentschmiede, Warte- saal oder Zukunft des Waldes</i> genannt. Dieses Kollektiv besteht aus Bäumen, die nur auf eine Öffnung im Kronendach warten, um sich in die Höhe zu schieben. • Die Aufsteiger, von denen die Kräftigsten nach ihrer Begünstigung schnell zur Hauptschicht aufschliessen. • Die Leistungsträger, das eigentliche Gerüst des Bauwerks, mit mehreren möglichen Aufgaben: <i>Holzproduzent, Schutz, Erzieher, Stabilitäts-träger, Diversifizierer, Samenbaum, Habitatbaum....</i> 	

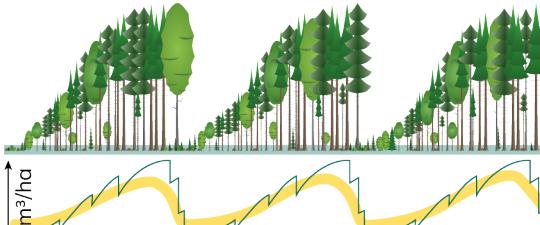
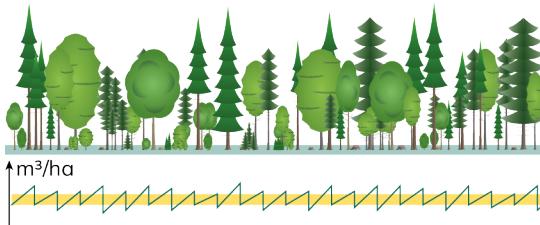
11) Einige Vergleiche oder Beispiele sind bewusst karikiert (überzeichnet). Die Aussage zur "Reinertragslehre" bezieht sich auf die Extremformen der Plantage oder des Kahlschlages. Der feine Fenzelschlag hingegen ist sehr **ungehobelt** ökosystemisch.

Gleichförmiger Hochwald		Überführung	Ungleichförmiger Hochwald
Durchmesser- verteilung nach BHD-Stufen, auf der Bezugsebe- ne Bestand	 <p>Glockenförmige Stammzahlverteilungskurve (Gauss-Kurve). Geringe Durchmesserspreitung.</p>		 <p>Abnehmende Durchmesserverteilungskurve. Grosse Durchmesserspreitung.</p>
Durchmesser- zuwachs	 <p>Im gleichförmigen Hochwald nimmt das Durchmesserwachstum in der Jugend sehr rasch zu, kulminiert früh und geht danach zurück (Schütz, 1997).</p>		 <p>Im Plenterwald (und ungleichförmigen Hochwald mit Schattenbaumarten) ist das Durchmesserwachstum in der Jugend langsam, nimmt weniger stark zu, aber bleibt danach lange auf hohem Niveau.</p>
Anteil Starkholz	 <p>Geringerer Anteil Starkholz (Schütz, 1997).</p>		 <p>Höherer Anteil Starkholz. Der Plenterwald enthält ein Drittel weniger Stämme mit BHD < 50 cm und 60% mehr Stämme mit BHD > 50 cm (Schütz, 1997).</p>
<p>In Anbetracht des Klimawandels wird die Produktion von Starkholz zunehmend sanitäre Einschränkungen erfahren. Auch wenn die nutzbaren Durchmesser geringer sein werden, bleiben ungleichförmige Strukturen relevant, um relativ grosse und qualitativ hochwertige Bodenstücke zu produzieren.</p>			

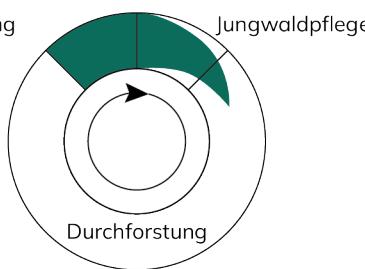
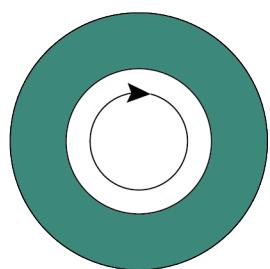
Gleichförmiger Hochwald		Überführung	Ungleichförmiger Hochwald	
Kronenlänge und Kronenform				
	<p>Die Kronen der herrschenden Bäume berühren sich, sind gedrängter und kürzer als diejenigen der Hauptschicht im ungleichförmigen Wald. Der Anteil von Totästen in den unteren Kronenpartien ist höher (Mitscherlich, 1952, 1963; Bastien, 2002)¹².</p> <p>Der verfügbare vertikale Kronenraum ist nicht vollständig durch Assimilationsorgane ausgenutzt.</p>		<p>Die Bäume in der Oberschicht im ungleichförmigen Hochwald haben lange, nicht bedrängte und gut entwickelte Kronen (ca. 50% der Baumhöhe für freistehende Bäume). Diese gute Kronenentwicklung verleiht ihnen eine günstige Einzelbaumstabilität und die Fähigkeit eines langanhaltenden und regelmässigen Zuwachses (Schütz, 1997).</p> <p>Der verfügbare vertikale Kronenraum ist durch die Assimilationsorgane dauerhaft ausgenutzt.</p>	
<p>Kollektive Stabilität >> Einzelbaumstabilität</p>   <p>Wichtige Rolle der kollektiven Stabilität, mit Einzelbaumstabilität der (Vor-)Herrschenden¹².</p> <p><i>Einzelbaum- (und kollektive) Stabilität. Hauptsächlich Einzelbaumstabilität, mit kollektiver Stabilität innerhalb von Gruppen (Gruppenplenterung, Zellen von Nachwuchs und Nachrückern).</i></p> <p>Die Überführung zielt ab auf einen allmählichen Übergang von der kollektiven zur Einzelbaumstabilität, entsprechend der Freistellung der Gerüstbäume.</p>				

¹²) Mit den heutigen, modernen, auf den Einzelbaum ausgerichteten Konzepten (Z-Baum, Q/D-Strategie; Wilhelm, Rieger 2013 und 2017) ist dieser Aspekt zu relativieren. Es werden vitale, grosskronige Z-Bäume gewählt und entsprechend gefördert.

		Gleichförmiger Hochwald	Überführung	Ungleichförmiger Hochwald
Gesamtzuwachs		Der Gesamtzuwachs ist im gleichförmigen und ungleichförmigen Hochwald ungefähr gleich hoch, aber anders auf die Stärkeklassen verteilt. Die Höhe des Zuwachses hängt weniger von der Struktur ab, sondern mehr vom Standort.		
Verteilung der anfallenden Holzsortimente Nadelholz		<p>12 – Gesamtwuchsleistung in Volumen (%)</p>  <p>Gleichförmiger Hochwald Fichte, Ertragstafel Bonität 22</p> <p>Verteilung der anfallenden Holzsortimente aus der Gesamtproduktion <i>in Volumen</i> auf die Durchmesserstufen. Im gleichförmigen Hochwald besteht dieser gemäss der Ertragstafel von Badoux (1968) aus der Endnutzung und der Summe aller Durchforstungsanfälle.</p>		<p>12 – Gesamtwuchsleistung in Volumen (%)</p>  <p>Plenterwald Schallenberg - Rauchgrat (Ta, Bu, Fi, Holzvorrat 460 m³/ha)</p> <p>12 – Gesamtwuchsleistung in Volumen (%)</p>  <p>Plenterwald Les Arses, Rougemont (Fichtenwald, Holzvorrat 480 m³/ha)</p> <p>Im Plenterwald, welcher sich im Gleichgewichtszustand befindet, entspricht die Gesamtproduktion den Hiebsanfällen aus den Plentereingriffen (Schütz, 2002).</p>
Laubholz		Bei den Laubwäldern ist der Trend derselbe wie bei den Nadelwäldern. Im gleichförmigen Hochwald entfallen 14% der Nutzungen auf die Dimensionen über 52 cm BHD und 41% auf Schwachholz.		Am Beispiel des ungleichförmigen Buchen-hochwaldes von Langula (Thüringen, D) liegt der Anteil des Starkholzes bei 51%, der des Schwachholzes bei 22% (Schütz, 1997 und 2002).
Wertproduktivität Nadelholz		<p>Nettowertproduktivität (%)</p>  <p>Gleichförmiger Hochwald Fichte, Ertragstafeln Bonität 22</p> <p>Nettowertproduktivität: 1146 CHF/ha/J</p> <p>Verteilung der Nettoproduktivität nach den Durchmesserstufen der geernteten Bäume (Schütz, 1985).</p> <p>>> "Massenproduktion".</p> <p>Aufgrund des Klimawandels verliert im Mittelland die Produktion von Fichtenholz zunehmend an Bedeutung. Die neuen Pflege- und Durchforschungskonzepte, welche klar auf Z-Bäume ausgerichtet sind (Q/D-Strategie), verknüpft mit der Notwendigkeit, zukunftsfähige Mischbaumarten zu fördern, führen dazu, dass sich die Massenproduktion zunehmend hin zu wertvollen Qualitätsstämmen wandelt.</p>		<p>Nettowertproduktivität (%)</p>  <p>Plenterwald Schallenberg - Rauchgrat 460 m³/ha</p> <p>Nettowertproduktivität: 1423 CHF/ha/J +24%</p> <p>Plenterwald Les Arses, Rougemont 480 m³/ha</p> <p>Nettowertproduktivität: 1360 CHF/ha/J +19%</p> <p>Gemäss Schütz (1985) ist die Wertproduktivität von klassischen Plenterwäldern um 19% bis 24% höher als in gleichförmigen Hochwäldern; dies ohne Berücksichtigung der Qualitätsunterschiede, nur aufgrund der Dimensionen.</p> <p>>> Produktion von Starkholz guter Qualität.</p>

Gleichförmiger Hochwald		Überführung	Ungleichförmiger Hochwald
Laubholz	Aufgrund optimaler Qualifizierung in gleichförmigen Beständen und raschem Wachstum sind im gleichförmigen Hochwald beim Laubholz sehr gute Qualitäten möglich – konsequente Z-Baum-Durchforstung vorausgesetzt.		Die Erfahrung in den Buchenwäldern Thüringens (D) zeigt, dass Bäume, die zu schnell individualisiert werden, aufgrund der Entwicklung von starken Ästen unterdurchschnittliches Holz liefern. Im Gegensatz dazu führt die Erhaltung kleinerer Kollektive in der Qualifikationsphase schon ab wenigen Individuen zu einer besseren Qualität des Stammholzes (Schütz, 2002).
Qualifizierung der Bodenstücke	Durch Seitendruck. Natürliche Astreinigung durch die Konkurrenz und Beschattung der Nachbarbäume.		Durch <i>Erziehung Im Halbschatten</i> . Diese bewirkt in der Jugend feine Äste, wodurch eine natürliche Astreinigung möglich wird.
Mechanisierung	Gleichförmige Hochwälder eignen sich für vollmechanisierte Erntearbeiten (Kosten in der Größenordnung von CHF 35-40.-/m ³ , im Jahr 2022).		Im ungleichförmigen Hochwald ist die Mechanisierung der Holzernarbeiten begrenzt. Die Nutzungen erfolgen manuell und teilmechanisiert (Kosten in der Größenordnung von CHF 45-60.-/m ³ , im Jahr 2022).
Vorrat und Waldleistungen	<ul style="list-style-type: none"> • Produktion • Schutz • Erholung / Freizeit / Gesundheit • Erhaltung der Biodiversität • Landschaftsbild • Regulierung des Wasserhaushaltes • Speicherung von Kohlenstoff • Habitat für Wildtiere  <p>Schlagartige Reduktion des Vorrats und Verringerung der Waldleistungen. Der Vorrat schwankt (lokal) zwischen Verjüngung (Minimum) und Hiebsreife (Maximum). Auf grösserer Fläche gleicht sich das aus, es besteht Nachhaltigkeit.</p>		 <p>Stetigkeit des Vorrats und der Waldleistungen auch auf kleiner Fläche. In einem ungleichförmigen Hochwald schwankt der Vorrat aufgrund der regelmässig wiederholten Eingriffe zur Abschöpfung des Zuwachses nur wenig im Lauf der Zeit.</p>
Naturnähe	<p>Obschon man sich an natürlichen Abläufen orientiert, unterscheiden sich alle Wirtschaftswälder – gleichförmig oder ungleichförmig – grundlegend von der Entwicklung eines Urwaldes. Die Holzernte erfolgt zu einem Zeitpunkt, in dem die Stämme noch gesund und hochwertig vermarktbar sind. Ihnen fehlt die Alters- und Zerfallsphase (reich an Totholz).</p> <p>Im Schweizer Mittelland kann man vereinfacht sagen, dass die Umlaufszeit im gleichförmigen Hochwald ungefähr einem Drittel bis einem Viertel der „Lebenserwartung“ des Urwaldes auf vergleichbaren Standorten entspricht (Schütz et al., 2016).</p>		<p>Ein stufiger, ungleichförmiger Hochwald entspricht nicht einem natürlichen Zustand, weil die Tendenz von Urwäldern in Richtung Geschlossenheit und Gleichförmigkeit geht (Aufbau von Biomasse), bis im Zuge der Alterung und des Zerfalls kleine, sich mehrende Lücken eine (allerdings nur vorübergehende) „Plenterphase“ einläuten.</p> <p>Moderate und regelmässige Eingriffe sind der „Motor“ der ungleichförmigen Hochwälder.</p> <p>Im Vergleich zur natürlichen Entwicklung in Urwäldern fehlen im ungleichförmigen Hochwald die Pionier-, Alters- und Zerfallsphase¹³.</p>

13) Um dieses Defizit auszugleichen ist es sinnvoll, ein zielführendes Netz aus der Kombination von **Habitatbäumen**, **Altholzinseln** und **Waldreservaten** einzurichten, zusammen mit der Erhaltung / Begünstigung von Pionierbaumarten. Was Ort und Grösse von Öffnungen zugunsten der Pionierbaumarten betrifft, überlassen wir die Initiative und Dynamik den **Naturkräften**.

Gleichförmiger Hochwald		Überführung	Ungleichförmiger Hochwald
Basis waldbau-licher Entschei-dungen	<p>Anordnung der Bestände. >> Waldbau mit Beständen. In neuerer Zeit wird auch im gleichförmigen Hochwald zunehmend mit Einzelbäumen gearbeitet (Z-Baum-Durchforstung, QD-Strategie, Wilhelm, Rieger 2013 und 2017).</p>		<p>Potential jedes Einzelbaumes. >> Waldbau mit Einzelbäumen. “Die Pflege von Einzelbäumen oder Baumgruppen ist eine ständige und vorrangige Aufgabe im ungleichförmigen Hochwald, hinsichtlich der besten Produktivität oder Funktionalität der Gesamtbe-stockung” (de Turckheim, Bruciamacchie, 2005).</p>
Räumliche Ordnung	<p>Die räumliche Ordnung bestimmt die Schlagfüh- rung, in Abhängigkeit von Holzerntekriterien und Risiken. Die Verjüngung beginnt auf den <i>Trans- portgrenzen</i>.</p>		<p>Zufällige räumliche Verteilung. Waldbauliche Ent- scheidungen werden nicht durch die Verjüngung diktieren, sondern stehen im Einklang mit der Anwe- senheit des Nachwuchses.</p>
Waldbauliche Massnahmen	<p>Unterscheidung der verschiedenen Massnahmen (Jungwuchs-, DICKUNGSPFLEGE, Z-Baum-Durch- forstung, Lichtung, Räumung). Eingriffe zur Pflege/Durchforstung und zur Verjün- gung sind voneinander getrennt.</p>		<p>Alles in einem! Einmaliger Eingriff auf Grundlage der Plenterprinzipien, welcher gleichzeitig die Ernte, die Auslese, die Verbesserung der Struktur, die Verjüngung... bezweckt. Nur die <i>Nachwuchspflege</i> (BHD < 20 cm) wird im Nachgang der Holzschläge gemacht. Die Strategie im ungleichförmigen Hochwald be- steht in einer dauernden Verbesserung des vor- handenen Potentials, nicht in der heutigen oder zukünftigen Struktur. Somit ist die <i>Ungleichförmig- keit</i> nicht Selbstzweck, sondern die indirekte Fol- ge von regelmässigen Eingriffen nach den Plen- terprinzipien. Dasselbe gilt für den <i>Nachwuchs</i>, welcher nur ein zweitrangiger Effekt und nicht ein Hauptziel der Eingriffe ist.</p>
Möglichkeiten, die Zusam- men- setzung der Baumarten anzupassen (farbige Zone)	<p>Verjüngung</p>  <p>Jungwaldpflege</p> <p>Durchforstung</p> <p>Im gleichförmigen Hochwald ist die Verjüngungs- phase die <i>Schlüsselsituation</i>, um die Baumar- tengarnitur anzupassen. In diesem Moment und danach in der Phase der Durchforstung kann die Baumartenzusammensetzung entscheidend verändert werden (angepasst aus Allgaier et al., 2017). Diese Phase ist zwar kürzer, dafür bestehen grös- sere Möglichkeiten für Lichtbaumarten.</p>		 <p>Der kurze Turnus (6-10 Jahre) im ungleichförmigen Hochwald der Tieflagen erlaubt kontinuierliche feine Anpassungen. Das System ist flexibel und dauernd adaptiv. Falls man vermeiden möchte, dass sich nur Schattenbaumarten verjüngen, muss die Öffnungsgrösse an die Ansprüche der Lichtbaumarten angepasst werden und der Ein- griff an die Mastjahre angeglichen werden (z. B. Einbringen von Licht für eine aufgelaufene Eichen- mast; Abbildung 8).</p>

Gleichförmiger Hochwald		Überführung	Ungleichförmiger Hochwald
Kontrolle von Gleichgewicht und Nachhaltigkeit	Erfolgt auf Basis der Flächenanteile der Entwicklungsstufen. Flächenbezug via Bestand oder "Altersklasse/Entwicklungsstufe".		Erfolgt auf Basis der Stammzahlverteilungskurve, ohne Flächenbezug. Das Gleichgewicht wird in der Regel auf der Skala der Bewirtschaftungseinheit angestrebt. Die Kontrolle passiert <i>a posteriori</i> , eventuelle Korrekturen erst beim nächsten Holzschlag.
Metaphern	<i>Mietshaus, in dem nur das oberste Stockwerk bewohnt ist.</i>		<i>Mietshaus mit Licht und Leben auf allen Etagen.</i>
	<i>Rekrutenschule mit Menschen, die alle das gleiche Alter und die gleiche Uniform tragen.</i>		<i>Mehrgenerationenfestival mit eigenständigen Menschen.</i>
	<i>Getreideanbau, alles auf einmal, ganzflächig geerntet.</i>		<i>Tomaten, bei voller Reife allmählich einzeln gepflückt.</i>



Abbildung 8: Ansammlung von Traubeneiche. Der Moment ist optimal, um diesen jungen Eichen genügend Licht zu verschaffen.

- Mehr Licht zu einem früheren Zeitpunkt hätte nur die Konkurrenzvegetation gefördert.
- Ohne Öffnen eines Lichtschachts in diesem Stadium würden die Keimlinge sehr schnell verkümmern.
- Danach benötigen junge Eichen im ungleichförmigen Hochwald mehr Lichtflecken ("Leopardenfell¹⁴", Phasen von direktem Licht) als diffuses Licht.

Chanet de Colombier (NE), Eichenmast von Herbst 2020, Foto: August 2021.

14) Leopardenfell-Lichtflecken: Licht, welches aufgrund der Kronendurchlässigkeit im ungleichförmigen Hochwald resultiert. Es wird charakterisiert durch den Lichteinfall in Form von vielen kleinen Lichtflecken, welche die ganze Bestockung durchwandern.

5 “TRÜMPFE” UND HERAUSFORDERUNGEN VON UNGLEICHFÖRMIGEN HOCHWÄLDERN

5.1 “Trümpfe”

Frei von jedem Schema oder jeder Behandlungsform, aber einer Kontrolle der Ergebnisse unterworfen, weisen die ungleichförmigen Hochwälder eine breite Palette von Trümpfen auf, welche sie geeignet macht, die aktuellen Herausforderungen der Wälder unmittelbar zu überstehen. Gemäss Saucy und Blanc (2019¹⁵, 2022) sind sie geeignet, eine zweckmässige, gesamtheitliche Lösung zu bieten für folgende Herausforderungen: Klimawandel, Rückgang der Biodiversität, Wirtschaftlichkeit, Bodenverdichtung und Grundwasserbeeinträchtigung. Inspiriert durch die Funktionsweise von natürlichen Waldökosystemen (Urwäldern), bieten ungleichförmige Hochwälder der Waldbewirtschaftung zusätzlich viel *Flexibilität* oder *Handlungsspielraum*; dauernd und auf der gesamten Waldfläche.

Um die Anpassungsfähigkeit der Wälder im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu verstärken, werden aktuell, **fünf Adaptationsprinzipien** empfohlen (Abbildung 9). Diese Prinzipien begünstigen – berechtigterweise – gemischte, reich strukturierte Wälder unter Beachtung des bewährten Konzepts des *naturnahen Waldbaus*. Aufgrund zahlreicher Unsicherheiten wäre es wirklich teuer und riskant, auf eine gegensätzliche Strategie zu setzen, mit interventionistischen Massnahmen wie Pflanzungen im grossen Stil. Wald muss nicht flächig “umgebaut” werden, weil er über findige und wirksame Anpassungsmechanismen verfügt.



Abbildung 9: Prinzipien zur Verstärkung der Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel und seine Begleiterscheinungen (angepasst nach Brang et al., 2016).

15) Die Bachelorarbeit (HAFL) von M. Saucy und R. Blanc beruht auf einer gründlichen Literaturstudie, ergänzt durch eine detaillierte Umfrage bei Schweizer Kantonen.

16) Die ursprüngliche Formulierung des 5. Adaptionsprinzips “Reduktion von Umtriebszeit und Zieldurchmesser” passt vor allem für gleichförmige Wälder. In ungleichförmigen Wäldern ist die Vorratshöhe massgebend. Ausserdem sollten die Umtriebszeiten nicht generell reduziert werden, sondern nach Baumarten und Holzqualitäten differenziert betrachtet werden. Hochwertige Bodenstücke bestimmter Baumarten (z.B. Ei, Dg, Lä, Fö) nehmen exponentiell an Wert zu mit steigenden Durchmessern.

■ “Trümpfe” und Herausforderungen von ungleichförmigen Hochwälder

In der untenstehenden Aufzählung sind die **Trümpfe** farblich markiert, welche im Besonderen dazu beitragen, die Wirkung des Klimawandels zu mildern oder den Folgen entgegenzuwirken.

- **CO2-Speicherung.** Die konstante Produktion von **hochwertigem Starkholz als Nutzholz** erhöht die Kohlenstoff-Speicherung für lange Zeit. Der Bericht der GIEC (2022) empfiehlt einen Waldbau mit dauernder Beschirmung, welcher eine namhafte und nachhaltige Kohlenstoffspeicherung erlaubt¹⁷.
- **Mischung.** Der stufige Waldbau erlaubt auf der selben Bewirtschaftungseinheit eine standortsgerechte Baumartenmischung mit unterschiedlichen Umtriebszeiten. Mischung erhöht die Produktivität, erhöht die Anpassungsfähigkeit und senkt Risiken (“*nicht alles auf eine Karte setzen*”).
- **Stabilität, begrenzte Risiken.** Ungleichförmige Hochwälder sind widerstandsfähiger gegenüber Windböen (Dvořák 2001; Kuhn 2012). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Bäume im ungleichförmigen Hochwald in der Regel eine günstige Stammform mit relativ tiefem Kronenschwerpunkt aufweisen. Durch das freie Wachstum konnten sie sich an die Schwingungen des Windes anpassen und eine gute Verwurzelung entwickeln (Schütz, 2021). Die hohe Widerstandskraft gegenüber abiotischen und biotischen Störungen wird auch dadurch begründet, dass weder Kahlfächen noch Schlagfronten geschaffen werden.
- **Resilienz.** Bäume, welche bei jedem Eingriff zugunsten ihrer Vitalität gefördert werden, sind in der Lage, früh und reichlich zu fruktifizieren. Dies reduziert auch die Verwundbarkeit des Ökosystems gegenüber dem Klimawandel und seinen Folgeschäden. Im ungleichförmigen Hochwald behält das Ökosystem seine kreative Erneuerungskraft.
- **Vorhandensein von dicken Bäumen.** In einem ungleichförmigen Hochwald werden keine Bäume mit steigendem Wert zugunsten junger Individuen geerntet. Das Vorhandensein von grossen und sehr grossen Bäumen mit einer breiten Krone und wenigen unteren Ästen trägt zur Aufrechterhaltung einer günstigen Lichtambiance bei und hat darüber hinaus eine stabilisierende, schützende, reproduktive und erzieherische Funktion für die Jugend.
- **Genetische Vielfalt.** Die *dauernde Naturverjüngung* erlaubt eine flexible Anpassung. Der grosse Nachschub an Keimlingen ermöglicht eine breite natürliche Selektion aus einer Fülle von Individuen und Genotypen.
- **Günstiges Waldbinnenklima.** Schatten und Verdunstung bewirken im Vergleich zu Offenflächen ausgeglichene Temperaturen und eine höhere Luftfeuchtigkeit. Je mehr die Klimaerwärmung zunimmt, desto wichtiger wird die “*Kühlwirkung*” des Waldes auf das Mikroklima¹⁸. Die verschiedenen Schichten schaffen variable Lichtverhältnisse, was die Habitatvielfalt begünstigt. Mit Ausnahmen von Störungen oder seltenen Ausnahmefällen kennt der ungleichförmige Hochwald keinen vollen Lichtgenuss und auch keine “*Explosion*” der Konkurrenzvegetation. Die gleichzeitig permanente und variable Bodenbedeckung schützt den Humus, genauso gegen einen beschleunigten Humusabbau (im Falle von zu grossen Öffnungen) wie auch gegen eine Bodenversauerung (im Falle zu hoher Bestockungsgrade).
- **Optimierte Multifunktionalität.** Konstante und gleichzeitige Bereitstellung von Ressourcen und Ökosystemleistungen (AFI, 2018).
- **Geeignet für kleinen Waldbesitz.** Laut Schütz (2002) ist z. B. die Plenterung bereits ab 1/3 Hektare ausgewogen und nachhaltig praktizierbar.
- **Wirtschaftlichkeit.** Keine finanzielle Belastung durch Investitionen bei der Bestandsbegründung. Fortwährende Produktion von vermarktbaren Erzeugnissen.
- **Tiefe Jungwaldpflegekosten.** Gezielte Pflege einer kleinen Anzahl von Zellen/Bäumen mit einem sehr hohen Grad an biologischer Rationalisierung.
- **Geringe Störungen im Erholungswald.** Die Akzeptanz der Bewirtschaftung im ungleichförmigen Hochwald ist hoch, da seine Umsetzung den Wald kaum verändert und die Eingriffe unauffällig sind.
- **Einfache forstliche Planung.** Sie braucht keine Bestandskarte, ein Einrichtungsplan (Abbildung 4) reicht aus.

17) GIEC – Working Group 3, Report Assesment – Chapter 7 (p. 51), avril 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/>

18) Zellweger et al. 2019, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/geb.12991>

5.2 Herausforderungen

Die **Herausforderungen**, welche farblich markiert sind, sind besonders nachteilig im Kontext des Klimawandels, weil sie die Anpassungsfähigkeit des Waldökosystems einschränken.

- **Wald-Wild-Gleichgewicht.** Die verstreut vorkommende Naturverjüngung muss ohne Schutz aufkommen können. Falls eine tragbare Wilddichte überschritten wird, schadet der selektive Wildverbiss der Baumartenvielfalt, wodurch die Anpassungsfähigkeit der Bestände stark eingeschränkt wird.
- **Benachteiligung von Lichtbaumarten.** Ohne einen gewissen “Mut zur Lücke”¹⁹ können sich bei Einzelbaumnutzung nur Schatten- und Halbschattenbaumarten verjüngen. Das Fehlen artenreicher Mischungen verschlechtert die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel. Durch räumlich heterogene Eingriffe kann im Dauerwald die Schaffung von Baumartenmischungen gefördert werden (Brüllhardt et al., 2022b).
- **Hohe Nadelholzanteile.** Insbesondere der klassische Plenterwald hat sehr hohe Nadelholzanteile (Fi und Ta). Dies stellt im Zusammenhang mit dem Klimawandel auf Buchen- und Tannen-Buchen-Standorten ein nicht zu unterschätzendes Risiko dar.
- **Ausdauer und Beharrlichkeit.** Die Überführung erfordert Zeit, Geduld und Ausdauer. Es ist wichtig, die Dinge nicht zu überstürzen, da dies zu einer Destabilisierung der Bestände oder zur Schaffung von ein- oder zweischichtigen Wäldern führen würde. Wenn die ungleichförmige Struktur erst einmal vorhanden ist, bleibt die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung erhalten. Ausdauer wird durch Beharrlichkeit ersetzt. Jede Verzögerung bei der periodischen Ernte des Zuwachses führt zu einer Anhäufung von Biomasse, zu einer Beeinträchtigung der Erneuerungsdynamik sowie zu einer Homogenisierung der Struktur.
- **Qualität der Stämme von Laubbäumen mit sympodialm Höhenwachstum.** Diese benötigen eine Bestandeserziehung in kleinen Kollektiven, um eine gute Qualifizierung ihres Bodenstückes zu ermöglichen (Schütz, 2002).
- **Gut ausgebildetes Personal.** Mitarbeiter, die die Ökologie der Baumarten, die örtlichen Standortbedingungen und die Holzertetechniken beherrschen, sind für eine erfolgreiche Behandlung von ungleichförmigen Wäldern unerlässlich. Kreativität, Geduld und Freude am Waldbau gehören ebenfalls zu den Schlüsselqualifikationen für den Umgang mit komplexen Waldökosystemen.
- **Genügend Erschliessung.** Erschliessung (Waldstrassen, Maschinenwege, Rückegassen, Seillinen) sowie Holzlagерplätze müssen in ausreichender Zahl vorhanden sein, vor allem aber gut durchdacht und gepflegt werden. Sie sind der beste Garant für eine qualitativ hochwertige Nutzung mit minimalen Auswirkungen auf Bestände und Böden.
- **Sorgfältige Holzernte.** Die Holzernte im ungleichförmigen Hochwald ist oft schwieriger als im gleichförmigen Hochwald (Rücksichtnahme auf den Boden und den verbleibenden Bestand, insbesondere auf Stangen und Nachrücker), was die Betriebskosten erhöhen kann. Trotz dieser teureren Holzernte ist das Produktionsmodell des ungleichförmigen Hochwaldes ein sehr gutes. Dies liegt vor allem an den geringeren Investitionen und den Einnahmen aus dem Verkauf von Qualitätsholz (Mohr und Schori, 1999; Knoke, 1997).
- **Dezentraler Holzanfall mit verschiedenen Sortimenten.** Häufige Holzschläge in ungleichförmigen Hochwäldern liefern bescheidene Holzmengen, die aus verschiedenen Sortimenten bestehen. Ihre Vermarktung erfordert oft einen gemeinsamen Verkauf des Holzes oder eine Zusammenarbeit der Eigentümer, um eine ausreichende Menge pro Sortiment zu erhalten. Unter dem Gesichtspunkt des wirtschaftlichen Risikos kann die Vielfalt der Produktion sich jedoch eher nützlich als hinderlich erweisen, da sie die Abhängigkeit von einem einzigen Kunden vermeidet.

¹⁹⁾ Bei einem ungleichförmigen Hochwald im Gleichgewichtszustand sind die Öffnungen zweitrangig nach der Produktion. Anders gesagt: Bei vitalen Wertträgern darf man sich nicht vom Nachwuchs drängen lassen. Löcher sind nur gerechtfertigt bei etablierter Ansammlung von Lichtbaumarten und im “richtigen Moment”. Für Eichen liegt das optimale Zeitfenster für eine Nachlichtung nach einer aufgekommenen Vollmast im Alter von 1 bis 2 Jahren (Abbildung 8). Für Waldföhre und Lärche fällt der richtige Moment zusammen mit dem Herbst/Winter nach einem Samenjahr. Die Föhre hat alle 2-3 Jahre ein Samenjahr, die Lärche alle 3-5 Jahre im Mittelland und 7-10 Jahre in den Alpen (ETHZ, 2007).

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

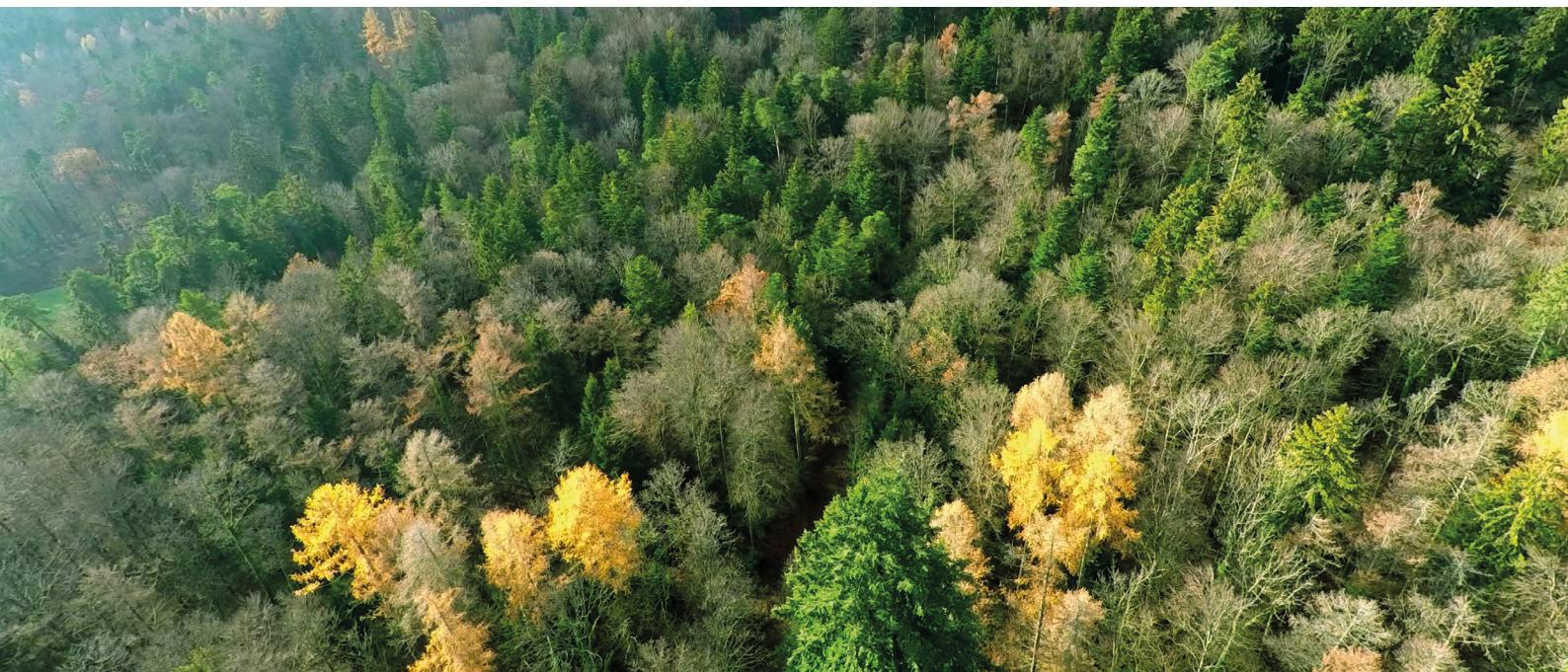
Alle Formen des *ungleichförmigen Waldbaus* anerkennen den Wald als **Lebensgemeinschaft**. Sie behandeln ihn gesamtheitlich und gemäss der Idee, welche Henry Biolley vor 120 Jahren formuliert hat: "Der Wald ist ein lebender Organismus, lebendig im Sinne der Familie oder der Gesellschaft; eine Verbindung von Lebewesen durch die Gesetze und Bedürfnisse eines sehr realen Gemeinschaftsgeistes" (Bolley, 1901). Der ungleichförmige Wald ist tatsächlich wie eine generationenübergreifende Gesellschaft, in der die Älteren die Jüngeren schützen und erziehen.

Die verschiedenen Behandlungsformen des Waldbaus in ungleichförmigen Hochwäldern bieten eine hohe Flexibilität. Sie erlauben es, die grossartige Kreativität des Waldökosystems zu begleiten, indem auf effiziente Weise eine sehr hohe Multifunktionalität geschaffen wird. Sie sind auch imstande, die Anforderungen der Nachhaltigkeit, die Ansprüche der Gesellschaft und die ökonomischen Erwartungen der Waldeigentümer harmonisch unter einen Hut zu bringen. Die Überführung in ungleichförmigen Hochwald bedeutet, von einer Inspiration der "Reinertragslehre" zu einer "ökosystemischen" Vision zu gehen, von einer vereinfachten Umwelt zu einem komplexen Ökosystem zu wechseln; sich in den Hintergrund zu stellen, um den "Lead" der Natur zu überlassen und nur begleitend zu den natürlichen Abläufen einzugreifen.

Der Waldbauer, welche in ungleichförmigen Hochwäldern oder in Überführungswäldern tätig ist, sollten dies vorteilhafterweise mit Demut tun. Die Begleitung eines so komplexen, langlebigen Ökosystems ist gleichzeitig Vorteil und Verantwortung! Erfolg und Freude sind demjenigen beschieden, welcher die Bedeutung jedes Einzelbaums zu verstehen sucht, die Melodie, welche jeder Baum singt.

"Ein Ökosystem ist wie eine Symphonie des Lebendigen, in der die Partitur jeder Art eine Stimme vorgibt. Der Mensch hat seinen Part zu finden, um das Werk ohne Dissonanzen zu krönen."

Bernard Boisson, 2008



LITERATUR

- Allgaier Leuch B., Streit K., Brang, P. (2017)** Naturnaher Waldbau im Klimawandel. Merkblatt für die Praxis, 59.1. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 8 p.
- Ammann P. (2012)** Concepts de soins à la jeune forêt avec rationalisation biologique. La Forêt 65, 7/8: 17-19. <https://www.waldbau-sylviculture.ch>
- Association Futaie Irrégulière (2018)** Le traitement des futaies irrégulières. Valoriser les fonctions multiples de la forêt. AFI, 143 p.
- Bastien Y. (2002)** Futaie jardinée. ENGREF, Nancy, 29 p.
- Bolley H. (1897)** L'aménagement des forêts d'après la méthode du contrôle, Texte manuscrit, 31 p. <https://www.pro-silva-helvetica.ch>
- Bolley H. (1901)** Le jardinage cultural, dans Œuvre écrite. Supplément aux organes de la société forestière suisse N° 66, 1980, 48 p.
- Blanc R., Saucy M. (2022)** Challenges forestiers – réponses sylvicoles. Schweiz Z Forstwes 173, 5: 222–229. doi: 10.3188/szf.2022.0222
- Boisson B. (2008)** La Forêt primordiale. Edition Apogee, 194 p.
- Borel W. (1929)** Guide pour l'application du contrôle aux futaies jardinées. Besançon, Imprimerie Jacques et Demontrond, 104 p.
- Brändli U.-B., Abegg M., Allgaier Leuch B. (2020)** Inventaire forestier national suisse. Résultats du quatrième inventaire 2009–2017. Birmensdorf, WSL ; Berne, Office fédéral de l'environnement. 341 p. <https://www.dora.lib4ri.ch>
- Brang P., Küchli C., Schwitter R., Bugmann H. & Ammann P. (2016)** Waldbauliche Strategien im Klimawandel. In A. R. Pluess, S. Augustin & P., Brang (Hrsg.) *Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptationsstrategien* (Forum für Wissen, 1. Aufl., S. 341–364). Bern: Haupt Verlag.
- Brüllhardt M., Rotach P., Bugmann H. (2022a)** Sustainable regeneration in uneven-aged mixed deciduous forests managed by selection silviculture: the role of demographic structure. Forestry 95, 2: 201–214. doi: 10.1093/forestry/cpab041
- Brüllhardt M., Rotach P., Bugmann H. (2022b)** Lichtverfügbarkeit, Baumwachstum und Nachhaltigkeit im Dauerwald auf Buchenstandorten. Schweiz Z Forstwes 173, 6: 270–279. doi: 10.3188/szf.2022.0270
- Canton de Neuchâtel (2016)** Principes sylviculturaux, 41 p. www.ne.ch
- Codoc (2020)** Manuel des connaissances professionnelles Forestières-bûcheronne/Forestier-bûcheron. Chapitre 6, Codoc/OFEV, 58 p.
- de Turckheim B., Bruciamacchie M. (2005)** La futaie irrégulière. Théorie et pratique de la sylviculture irrégulière, continue et proche de la nature. Edisud (Aix en Provence), 286 p.
- Doutaz J. (2015)** Support au module D10 (5) Forêts irrégulières du Centre forestier de formation (CEFOR) de Lyss, filière « forestière ES », 59 p.
- Dvořák L., Bachmann P., Mandallaz D. (2001)** Sturmschäden in ungleichförmigen Beständen. Schweiz Z Forstwes 152: 445–452. doi: 10.3188/szf.2001.0445
- Duc P. (2002)** Zustand, Entwicklung und Pflege des Nachwuchses in Plenterwäldern des Val-de-Travers (Neuenburger Jura). Beih Schweiz Z Forstwes 91. 243 p. doi: 10.3929/ethz-a-004503520
- ETHZ (2007)** Mitteleuropäische Waldbauarten. Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Professur für Waldbau und Professur für Forstschutz & Dendrologie ETH Zürich, 247 p., ethz.ch
- Glanzmann L., Schwitter R., Zürcher S. (2019)** Praxishilfe für die Jungwaldpflege im Gebirgs- und Schutzwald. Fachstelle für Gebirgswaldpflege GWP, www.gebirgswald.ch
- Gurnaud A. (1884)** La sylviculture française. Librairie Agricole de la Maison Rustique, Paris & Besançon. 91 p.
- Hasenauer H. (2016)** Die Bedeutung von Dauerversuchsanlagen im Waldbau. BFW Kolloquium: Dauerversuche – wertvolles Erbe oder schwere Last? bfw.ac.at
- Hatt S. (2019)** Checkkarten Dauerwald. ProSilvaSchweiz, 36 p.
- Junod P. (2020)** Effiziente Pflege von Eichenjungwald, 12 p. Merkblatt 08 proQuercus. www.proquercus.org
- Kaufmann G., Kurt E., Netzer V., Wasser B., Burger T. (2015)** Die natürliche Vielfalt der Wälder im Kanton Solothurn. Amt für Wald, Jagd und Fischerei, Kanton Solothurn, 108 p. www.so.ch

- Knoke T. (1997)** Ökonomische Aspekte der Holzproduktion in ungleichaltrigen Wäldern: einführende Untersuchungen zur Forstbetriebsplanung im Kreuzberger Gemeindewald. Forstw. Cbl. 116, S. 178-196. [mediatum.ub.tum.de](https://mediatum.ub.tum.de/103188/szf.1999.0049)
- Kuhn T. (2012)** Bestandesstruktur und Sturmanfälligkeit in den Neuenburger Wäldern. Masterarbeit ETH.
- Leibundgut H. (1949)** Grundzüge der Schweizerischen Waldbaulehre. Forstwiss. Cbl. 61, (5): 257-291.
- Magaud P. et al. (2020)** Débardage par câble aérien, GUIDE TECHNIQUE, TOME 1. Projet Interreg FORMICABLE. <https://www.formation-forestiere.ch/>
- Mitscherlich G. (1952)** Der Tannen-Fichten-(Buchen)-Plenterwald. Schriftenr. Bad. Forst. Versuchsanst. Freiburg i. Br., vol. 8, pp. 3-42.
- Mitscherlich G. (1963)** Untersuchungen in Schlag- und Plenterwäldern. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 134: 1-12.
- Mohr C., Schori C. (1999)** Femelschlag oder Plenterung - Ein Vergleich aus betriebswirtschaftlicher Sicht. Schweiz Z Forstwes 150: 49-55. doi: [10.3188/szf.1999.0049](https://doi.org/10.3188/szf.1999.0049)
- Möller A. (1922)** Der Dauerwaldgedanke, sein Sinn und seine Bedeutung. Berlin: Springer, 84 p.
- Péter-Contesse J. (1953)** Sur les peuplements non en station. Journal forestier suisse, année 1953, N° 7/8. 13 p.
- Roch M. (2020)** Le Derbaly, une forêt qui me tient à cœur. SFN Fribourg, 51 p.
- Saucy M., Blanc R. (2019)** Forêt suisse : problématiques et recommandations sylvicoles. État des lieux des principaux défis forestiers et approches sylvicoles pour y faire face. Travail de Bachelor, HAFL, 189 p.
- Schall, P, Gossner, MM, Heinrichs, S, et al. (2018)** The impact of even-aged and uneven-aged forest management on regional biodiversity of multiple taxa in European beech forests. J Appl Ecol 55: 267– 278. doi: [10.1111/1365-2664.12950](https://doi.org/10.1111/1365-2664.12950)
- Schaller G. (2015)** Portrait de la forêt cantonale du Derbaly / FR. <https://www.pro-silva-helvetica.ch/>
- Schütz J.-Ph. (1985)** La production de bois de qualité dans la forêt jardinée. Ann. Gembloux, vol. 91, pp. 147-161.
- Schütz J.-Ph. (1997)** Sylviculture 2 : La gestion des forêts irrégulières et mélangées, Presses polytechniques et universitaires romandes, 178 p.
- Schütz J.-Ph. (1999)** Praktische Bedeutung der Überführung für die Umsetzung der Plenteridee. Forst u. Holz. 54: 104-108.
- Schütz J.-Ph. (2001)** Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. For. Ecol. Manag. 151,1–3:87-94. doi: [10.1016/S0378-1127\(00\)00699-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00699-X)
- Schütz J.-Ph. (2002a)** Die Plenterung und ihre unterschiedlichen Formen. Skript zu Vorlesung Waldbau II und Waldbau IV, 132 p.
- Schütz J.-Ph. (2002b)** Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. Forestry 75, 4: 329–337. doi: [10.1093/forestry/75.4.329](https://doi.org/10.1093/forestry/75.4.329)
- Schütz J.-Ph. (2006)** Le Canton de Neuchâtel et le jardinage moderne. Schweiz Z Forstwes 157: 250-253. doi: [10.3188/szf.2006.0250](https://doi.org/10.3188/szf.2006.0250)
- Schütz J.-Ph. (2009)** La forêt pérenne : aimable rêve sylvicole ou concept d'avenir? Schweiz Z Forstwes 160 (6): 132–136. doi: [10.3188/szf.2009.0132](https://doi.org/10.3188/szf.2009.0132)
- Schütz J.-Ph. (2021)** La futaie jardinée, héritage pour le futur. Nouvelle revue neuchâteloise 149, 9 p.
- Schütz, Saniga, Diaci, Vrska (2016)** Comparing close-to-nature silviculture with processes in pristine forests: Lessons from central Europe. Ann. For. Sci. 73 (4): 911-921. doi: [10.1007/s13595-016-0579-9](https://doi.org/10.1007/s13595-016-0579-9)
- Wilhelm G. J., Rieger H. (2013)** Naturnahe Waldwirtschaft mit der QD-Strategie. Stuttgart: Ulmer, 207 p.
- Wilhelm G. J., Rieger H. (2017)** Stratégie QD. Une gestion de la forêt basée sur la qualité et les cycles naturels. CNPF, Forêt.Nature, Paris, Namur 193 p.
- Zingg A. (2013)** 100 ans de forêt jardinée: Premiers fruits des essais à long terme. La Forêt, 66(5), 19-21. <https://www.dora.lib4ri.ch/>

ANHÄNGE

1 Terminologie

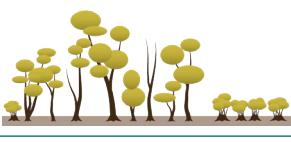
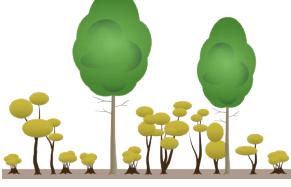
Betriebsart

Art und Weise der menschlichen Nutzung von Waldressourcen. In der Schweiz werden folgende Betriebsarten unterschieden:

- Hochwald 86.2%²⁰ Verjüngung hauptsächlich durch Samen (Kernwüchse).
- Niederwald 3.9% Verjüngung hauptsächlich durch Stockausschläge und Wurzelbrut.
- Mittelwald 0.4% Niederwald mit zusätzlichem Oberholz aus Kernwüchsen – eine Kombination von Hoch- und Niederwald.
- Agroforstwirtschaft 9.5% Wytweiden, Selven; Kombination Forst- und Landwirtschaft.

Der Hochwald ist die mit Abstand weitverbreitetste Betriebsart. **Basierend auf der räumlichen Ordnung und Verjüngungszeitraum unterteilt man ihn in gleichförmigen und ungleichförmigen Hochwald** (Tabelle 4, Spalte 3).

Tabelle 4: Einteilung der Betriebsarten, Verjüngungsverfahren und resultierende Strukturen.

Betriebsart	Strukturtyp	Verjüngungsverfahren	Resultierende Struktur ²¹
	Hochwald 7.3% 13.0%	Ungleichförmiger Hochwald (punktuelle Verjüngung, auf der gesamten Fläche)	(Einzel-) Plenterung Gruppenplenterung Dauerwaldbewirtschaftung Mosaikartiger Waldbau
		Überführung	Plenterdurchforstung
	65.9%	Gleichförmiger Hochwald (flächenweise Verjüngung)	Feiner Femelschlag ²² Femelschlag Saumschlag Schirmschlag "Kahlschlag"
	Niederwald 3.9%		
	Mittelwald 0.4%		
	Agroforstwirtschaft 9.5%		

20) Prozent der Schweizer Waldfläche (zugänglicher Wald ohne Gebüschwald), gemäss LFI4 (Brändli et al., 2020).

21) In der Realität bilden diese Strukturen eine kontinuierliche Abstufung – ein Kontinuum – mit einer mehr oder weniger feinen „Körnung“. Sie verändern sich ständig mit dem jährlichen Wachstum der Bäume und dem Einwuchs. Es handelt sich um Strukturen im dynamischen Gleichgewicht, die sich einer strengen Definition entziehen.

22) Femelschlag mit freier Hiebsführung; Schweizerischer Femelschlag (Leibundgut, 1949). Die freie Hiebsführung erlaubt die Anwendung von kleinflächigen Saumhieben und Schirmhieben.

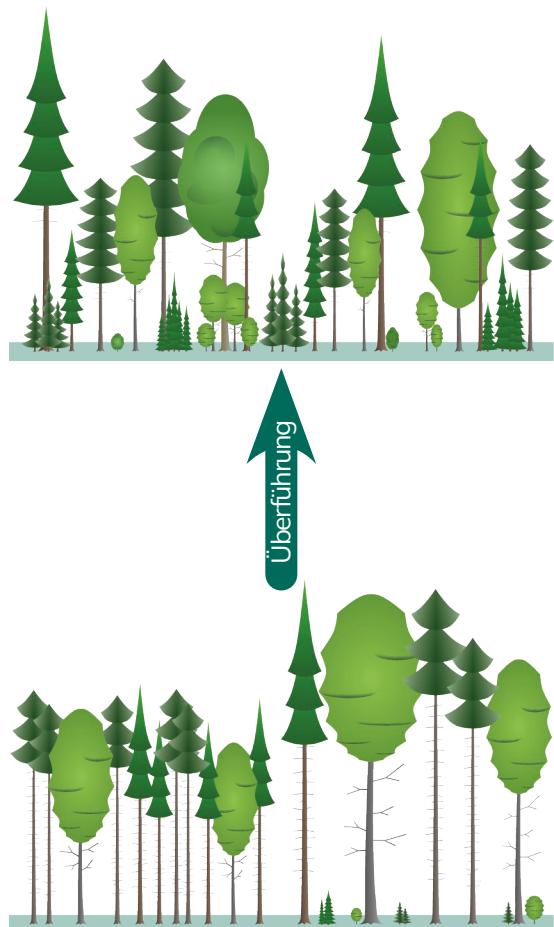
Ungleichförmiger (oder stufiger) Hochwald

Bestockung mit Bäumen verschiedener Entwicklungsstadien und Baumkronen, welche über den ganzen Höhenbereich verteilt sind. Die Ungleichförmigkeit bezieht sich auf Baumarten, Dimensionen und räumliche Verteilung der Bäume. Es gibt nicht den einen, typischen ungleichförmigen Hochwald, sondern verschiedene Varianten: Der einzelstammweise Plenterwald, der Gruppenplenterwald, der Dauerwald und der mosaikartig strukturierte Wald (Abbildung 12 und Tabelle 4).

Synonym: *Altersdurchmischter Hochwald*.

Die Mehrheit der ungleichförmigen Hochwälder verdanken ihre Struktur nur gezielten und regelmässig wiederkehrenden menschlichen Interventionen. Ohne Eingriffe entwickeln sie sich auf mehr oder weniger homogenen Standorten wieder in Richtung gleichförmige Hochwälder. Dauernd stufige Strukturen sind somit nur bedingt naturnah. Im Gebirge können ungleichförmige Strukturen aufgrund des Standortmosaiks natürlich und langandauernd auftreten.

Im ungleichförmigen Hochwald sind die Begriffe Alter, Umtrebszeit und Zieldurchmesser nicht sinnvoll. Das physiologische Alter eines Baumes entspricht wegen teils langer Unterdrückungszeiten nicht dem absoluten Alter. Geerntet werden die dicksten Bäume aufgrund ihrer nachlassenden Vitalität, nicht aufgrund ihres Durchmessers.



Gleichförmiger Hochwald

Bestand, dessen herrschende Bäume einen vergleichbaren Brusthöhdurchmesser (BHD) und eine ähnliche Baumhöhe aufweisen und die ungefähr gleichaltrig sind. Ihre Kronen bilden ein mehr oder weniger geschlossenes Kronendach. Gleichförmige Bestände entstehen nach grossflächigen Verjüngungsschlägen, nach Störungen sowie nach der Aufgabe der Plenterung. **Synonyme:** *Altersklassenwald; schlagweiser Hochwald*.

In gleichförmigen Hochwäldern unterscheidet man zwei Baumschichten: Die Oberschicht (Hauptbestand) und die (fakultative) Unterschicht (Nebenbestand).

Man spricht im Falle eines Nebenbestandes von "Bestandesschichten", was nicht zu verwechseln ist mit "Stufigkeit" des ungleichförmigen Hochwaldes. In stufigen, ungleichförmigen Hochwäldern sind keine Schichten erkennbar!

Überführung

Übergangs-Waldbehandlung mit dem Zweck, schrittweise **von einer Betriebsart in eine andere** zu wechseln. Besonders häufig ist die Überführung von Nieder- oder Mittelwald in Hochwald.

Der Begriff Überführung bezeichnet auch die bewusste Umstellung in einem Waldgebiet **von einem Strukturtyp (Verjüngungsart) zu einem anderen** (Tabelle 4). Dieses Leitfadens z. B. befasst sich nur mit der Überführung von gleichförmigen in ungleichförmige Hochwälder (ohne Wechsel der Betriebsart). Entscheide zu einer Überführung, welche im Rahmen der forstlichen Planung gefällt werden, sind strategisch und von zeitlich langer Tragweite.

Der Begriff der **Überführung** muss von demjenigen der **Umwandlung**²³ unterschieden werden. Letztere strebt einen mehr oder weniger raschen Ersatz der Hauptbaumart einer Bestockung durch eine oder mehrere zuvor nicht vorhandene Baumarten an.

23) LFI Wörterbuch/Glossar https://www.lfi.ch/de/glossar?frmWordList=244_Gloss

Stabilitätsträger

Baum – oder Kleinkollektiv in der subalpinen (oder hochmontanen) Höhenstufe – mit einer guten Einzelbaumstabilität. „Baum mit langer Karriereaussicht“ wie es H. Biolley (1897) bildhaft dargestellt hat. *Synonym: Gerüstbaum.*

Strukturelement

Element, das dazu beiträgt vom Kronendach über das Bestandesgefüge bis zum Waldboden komplexe und heterogene Strukturen zu bilden. Zum Beispiel: Wurzelstock; Baum, der eine Störung überstanden hat; stehendes und liegendes Totholz; Pionierbaumart; seltene Baumart; Protz; Überhälter; Habitatbaum; Strauch; punktuelles Brombeergerstrüpp...

Intermediärbaum (zwischenständiger Baum; Mittelständer)

Nicht zu verwechseln mit der Mittelschicht eines Bestandes. Baum, der Nachbarn gleich welcher sozialen Stellung im Wachstum behindert und zugleich keine gute Entwicklungsaussicht besitzt. Baum, bei dem der Nutzen der Beseitigung für die Umgebung den Nutzen des Wachstums übersteigt. Dieser Begriff wurde von Adolphe Gurnaud (1884) vorgeschlagen, um Bäume mit geringen Aufstiegschancen oder unzureichender Qualität zu charakterisieren, die im Zuge der *Plenterdurchforstung* entnommen werden sollten, um qualitativ besseren und wachstumsmäßig überlegeneren Bäumen eine gute Entwicklung und den Aufstieg zu ermöglichen (Abbildung 10). In einem Brief vom 9.2.1927, dem eine handschriftliche Skizze (Abbildung 11) beiliegt, erklärt Henry Biolley Professor Walter Schädelin (ETH Zürich) die Bedeutung des Intermediärbaumes in der Praxis der *Plenterdurchforstung*.

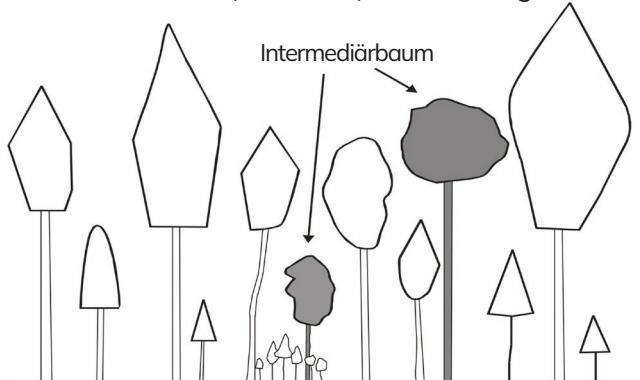


Abbildung 10: Intermediärbaum nach Gurnaud (1884), Abbildung aus Schütz, 2002.

„...da der Intermediärbaum den herrschenden Baum und den unmittelbar unter ihm stehenden Baum behindert, leidet er selbst unter dieser doppelten Konkurrenz und es ist offensichtlich, dass durch seine Entnahme die Nachbarvegetation einen neuen Aufschwung nehmen wird.“, Gurnaud, 1884.

Nachrücker

Vitaler und qualitativ guter Baum („Stange“) der Unterschicht (BHD 15-30 cm), welcher imstande ist, in die Mittelschicht und später in die Oberschicht aufzuwachsen.

Anzeichnung

Arbeitsgang zur Bezeichnung der Bäume, welche zum Aushieb vorgesehen sind. Die Anzeichnung ist die zentrale Tätigkeit jedes ökosystemisch-integrativen Waldbaus: „Die Anzeichnung ist eine privilegierte Tätigkeit, bei der Fachkenntnisse und Erfahrungen genutzt und kritisch weiterentwickelt werden können. Hier sollten zuletzt Kosten gespart werden. Durch eine äusserst sorgfältige Anzeichnung ergibt sich ein bedeutendes Rationalisierungspotential“ (de Turckheim, Bruciamacchie, 2005).

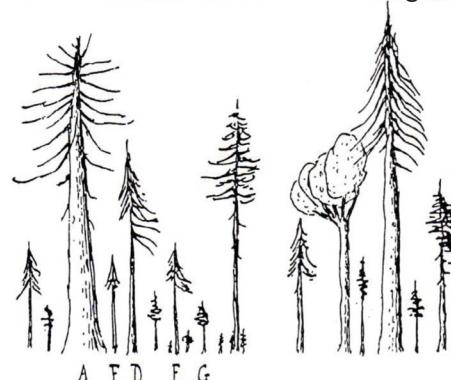


Abbildung 11: Intermediärbaum nach Biolley (1927), Abbildung aus Schütz, 1999, 2006.

„...Der Begriff des Intermediärbaums ist relativ... Wenn **A** z. B. von guter Qualität ist und noch wachsen kann, dann ist **D** der Intermediärbaum, der entfernt werden muss, um **E** und **F** zu fördern; wenn **A** aber Anzeichen von Reife zeigt, dann wird **A** geerntet und **D**, wenn er qualifiziert ist, wird vom Intermediärbaum zum dominanten Baum...“, Biolley, 1927.

Bewirtschaftungseinheit

Räumliche Einheit, auf welche sich im ungleichförmigen Hochwald alle Aktionen abstützen: Anzeichnungen gemäss den *Plenterprinzipien*; periodische Holznutzung; Inventar; Zuwachsberechnung.... *Synonyme: Abteilung; Behandlungseinheit.*

Plenterprinzipien

Die Ungleichförmigkeit der Strukturen ist kein eigenständiges Ziel, sondern eine mit der Zeit sichtbare Folge einer Behandlung unter bewusster Anwendung der *Plenterprinzipien*²⁴, nämlich:

- *Individuelle Behandlung des Einzelbaumes* oder von Baumgruppen unter Förderung der **Vitalen, Stabilen**.
- Berücksichtigung des Standorts. Ausnutzen aller *natürlichen Abläufe* (Naturverjüngung, Selbstdifferenzierung, Qualifikation, Waldbinnenklima, Beschattung...).
- *Regelmässig wiederholte Eingriffe*, welche in einem Durchgang die Aspekte der Ernte, Auslese, Erziehung, Mischung, Waldgesundheit, Struktur sowie der Verjüngung zusammenfassen.
- **Sorgfältige** und differenzierte **Anzeichnung**, danach **Holzerei durch gut ausgebildetes Personal**, respektvoll gegenüber dem Ökosystem.

Die klassische Plenterung ist auf nadelholzreiche Wälder beschränkt (Schütz 2002), die *Plenterprinzipien* hingegen sind *universal*.

Verjüngungsverfahren

Art der Eingriffe (wie Anzeichnungen und Jungwaldpflege ausgeführt werden) auf der Ebene der *Bewirtschaftungseinheit*. Das Verjüngungsverfahren ist abhängig von der langfristig angestrebten Struktur (Tabelle 4).

Im *gleichförmigen Hochwald* bezieht es sich auf das Vorgehen, um die Verjüngung einzuleiten. Man unterscheidet die Verjüngung durch *Femelschlag* (mehr oder weniger fein; mehr oder weniger schematisch), durch *Saumschlag*, durch *Schirmschlag* oder durch "Kahlschlag" und kombinierte Formen. *Synonym: Behandlungsform.*

Plenterung

Waldbauliches Verfahren für den Plenterwald, das bei einem einzigen Eingriff die folgenden Kriterien verbindet: Ernte, Auslese, Erziehung, Mischungsförderung, Sanitärhieb, Strukturverfeinerung, Verjüngung.

Gruppenplenterung

Bewirtschaftungsform, bei welcher im Unterschied zur klassischen Plenterung auch Baumgruppen oder Rotten bis zu einer Grösse von 10 Aren entnommen werden. *Synonym: Gebirgsplenterung.*

Dauerwaldbewirtschaftung

Mässiger, aber regelmässiger Eingriff, basierend auf der Analyse jedes Einzelbaums. Kombiniert die Ernte von Starkholz und die Förderung der besten Nachrücker je nach Baumart einzelbaumweise oder in kleinen Baumkollektiven. Dies ist der hauptsächliche Eingriff im ungleichförmigen laubholzreichen Hochwald gemäss den *Plenterprinzipien*.

Mosaikartiger Hieb

Eingriffsart, die zwischen der Plenterung und dem Femelhieb einzuordnen ist. Sie hat keine Umtriebszeit und keine Verjüngungsdauer. Die Verjüngung beginnt mit der Schaffung von kleinen Verjüngungszentren. Sie sind durch die lokalen Bedingungen und die Bedürfnisse der Baumarten auf kleine Flächen beschränkt (< 50 a).

24) Stiftung Pro Silva Helvetica, Plenterprinzipien http://www.pro-silva-helvetica.ch/jardi_d.php

Plenterdurchforstung

Behandlungsform mit zeitlich begrenztem Charakter, angewandt zur **Überführung** von gleichförmigen Hochwäldern, mit dem Schwerpunkt der Strukturdifferenzierung (gleichförmig >> stufig). Die Plenterdurchforstung kommt nur in Überführungsbeständen zur Anwendung, bevor ein Gleichgewichtszustand erreicht ist. **Synonym: Überführungshieb.**

Turnus

Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Holzschlägen in derselben Bewirtschaftungseinheit. **Synonyme: Eingriffsturnus; Umlaufzeit.** Der Eingriffsplan bezeichnet das Jahr des vorgesehenen Eingriffs für jede Bewirtschaftungseinheit (Abbildung 4).

Einzelbaumplenterung

Auf kleiner Fläche leben dauernd Bäume jeder Dimension gemeinsam. Die Verjüngung geschieht dauernd in Zeit und Raum. Das Waldbild auch kleinräumig verändert sich nicht.

Dauerwald

Im Dauerwald (*im engeren Sinne*) besteht eine dauernde Bodenbedeckung durch Bäume aller Durchmesserstufen. Es gibt keine flächigen Hiebe (ausgenommen Zwangsnutzungen). Der Nachwuchs stammt aus Naturverjüngung standortgerechter (Schatten-)Baumarten. Die Holznutzung erfolgt einzelbaumweise oder in kleinen Gruppen. Dies führt zu einer ungleichförmigen Struktur.

Häufig wird der Begriff *Dauerwald (im weiteren Sinne)* verwendet, um die Gesamtheit von Behandlungsformen mit dauernder Überschirmung zu bezeichnen (Continuous cover forestry). Möller (1922) vertrat unter diesem weiten Bickwinkel die Ansicht, dass der klassische Plenterwald eine Idealform des Dauerwaldes ist und Schütz (2009) meint, dass der Begriff *Dauerwald* im weiteren Sinn geeignet wäre als *Oberbegriff aller naturnahen Waldbauformen*. **Synonym: Wald mit dauernder Überschirmung.**

Ungleichförmiger, mosaikartiger Wald

Im ungleichförmigen, mosaikartigen Wald können innerhalb einer Bewirtschaftungseinheit Bestände von moderater Grösse (< 5000 m²) erkennbar sein, welche üblicherweise nicht aneinandergrenzen. Innerhalb solcher Einheiten folgen sich im Leben eines Baumes Jungwuchs, Dickung, Stangenholz und danach Baumholz. Das Waldbild ist dynamisch über die Zeit. Es gibt keine systematische Erweiterung der Verjüngungsöffnungen (Kanton Neuenburg, 2016).

Mit zufällig verteilten Lücken und Beständen ist der ungleichförmige, mosaikartige Waldbau an der Schnittstelle zwischen gleichförmigem und ungleichförmigem Hochwald anzusiedeln. Das so entstehende Waldklima ist vergleichbar mit demjenigen, welches bei der Bewirtschaftung im feinen Femelschlag entsteht (Abbildungen 12 und 13).

Hochwald gleichförmigen Typs / Femelschlagwald

Im mittels *Femelschlag* bewirtschafteten Wald bestimmt die *räumliche Ordnung* den Hiebsfortschritt. Die Bestände mit horizontalem Schluss liegen im allgemeinen nebeneinander mit einer Altersabfolge. Die Verjüngung beginnt auf den *Transportgrenzen*. Waldbauliche Entscheidungen werden für Bestände oder Verjüngungseinheiten getroffen; in neuerer Zeit spielt der Einzelbaum (Z-Baum) eine zunehmend wichtige Rolle. Das Waldbild an einem bestimmten Punkt verändert sich mit der Zeit. **Synonym: Wald mit Ablösung der Generationen.**

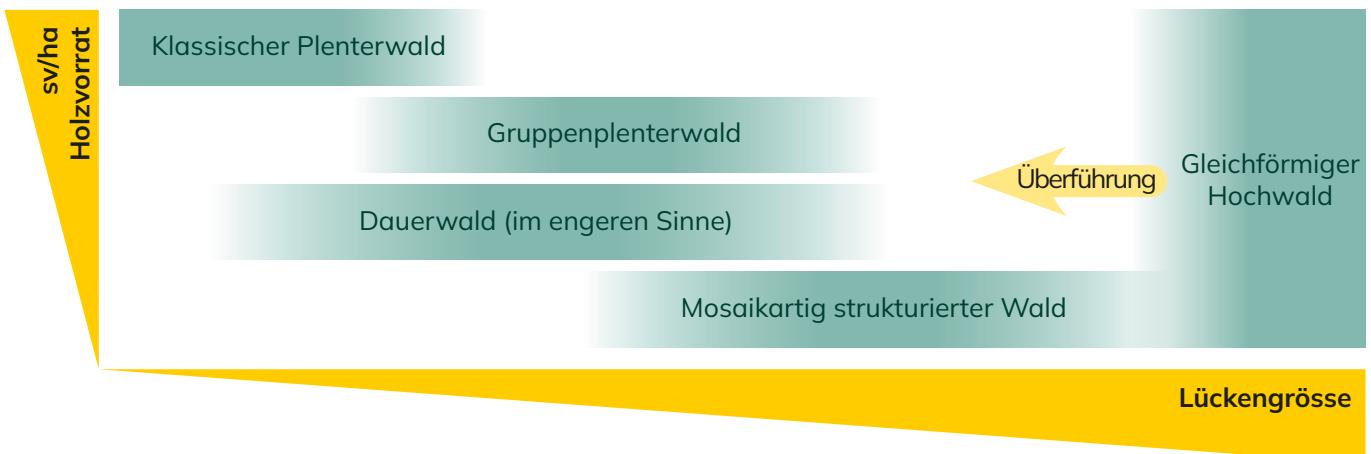


Abbildung 12: Hauptsächliche Typen von ungleichförmigen Hochwäldern (Dauerwälder im weiteren Sinne), in Abhängigkeit der Lückengröße und der Holzvorräte. Bei der Gruppenplenterung (Gebirgsplenterung) mit nadelholzdominierten, dichten Kollektiven, enthalten die Bestockungen generell eine höhere Zielgrundfläche als im Dauerwald (im engere Sinn), welcher durch grosskronige Laubbäume dominiert wird.



Abbildung 13: Mosaikartiger Wald mit Eiche, Buche, Elsbeere, Fichte und Tanne (Bevaix NE).

2 Fallbeispiel A2: Marteloskop Cortaillod, Abteilung 4

Bestand, der seit etwa 70 Jahren in ungleichförmigen, mosaikartigen Hochwald überführt wird.

Standortsdaten

Meereshöhe	545 m (520 - 570 m)
Exposition, Hangneigung	Süd-Ost; 15%
Jahresniederschlag	Ca. 980 mm
Jahresmitteltemperatur	Ca. 10.2°C
Vegetationsperiode	Ca. 210 Tage
Waldstandorttyp	Ei-Hagebuchenwald, Waldmeister Buchenw., Hains. Buchenw. (35 + 7a + 1)
Vermut. zukünft. Standort ²⁵	Ei-Hagebuchenw., Waldmeister Buchenw., Hains. Buchenw. (35c + 7ac + 1c)
Bodentyp	Saure Braunerde auf alpiner Moräne

“Vor allem Bäume mit potentiell langen Karriereaussichten werden in eine günstige Position gebracht.”

Henry Bolley, 1897

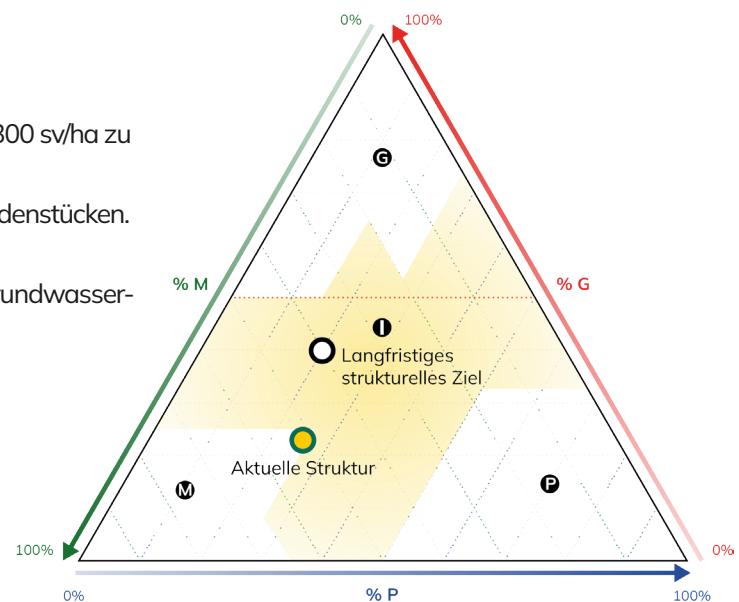


Merkmale der Bestockung

Entstehung	Naturverjüngung (Osten) + Pflanzung (Westen, 1960-61) BAh, Lä, WFö
Mischung (16 Baumarten)	Lä (15%), Fi (12%), Ta (8%), WFö (6%), Ei (21%), Bu (15%), B'Ah (6%), Li (6%)
Vorrat (Sept. 2013)	290 sv/ha (Kluppschwelle: 17.5 cm)
Zusätzlich stehendes Totholz	37 sv/ha
Grundfläche	25.9 m ² /ha
Nadelholz-/Laubholzanteil	Ndh: 41% vol. / Lbh: 59% vol.
Verteilung Stärkeklassen ²⁶	P: 26%, M: 50%, G: 24%
Zuwachs	9.1 sv/ha/Jahr (2016-2021: 6.7 sv/ha/Jahr!)
Bemerkung	Wasserschutzzone (S1) + S2

Waldbauliche Ziele

- Entnahme des Zuwachses, um einen Vorrat von ca. 300 sv/ha zu erhalten.
- Effiziente Produktion von qualitativ hochwertigen Bodenstücken.
- Förderung der (Bio)diversität.
- Aufrechterhaltung einer dauerhaften Bestockung (Grundwasserschutz) durch Fortsetzung der Überführung.



25) Gemäss Tree App (www.tree-app.ch)

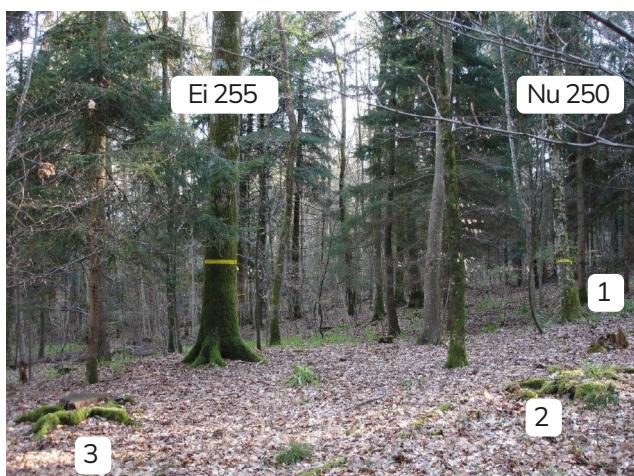
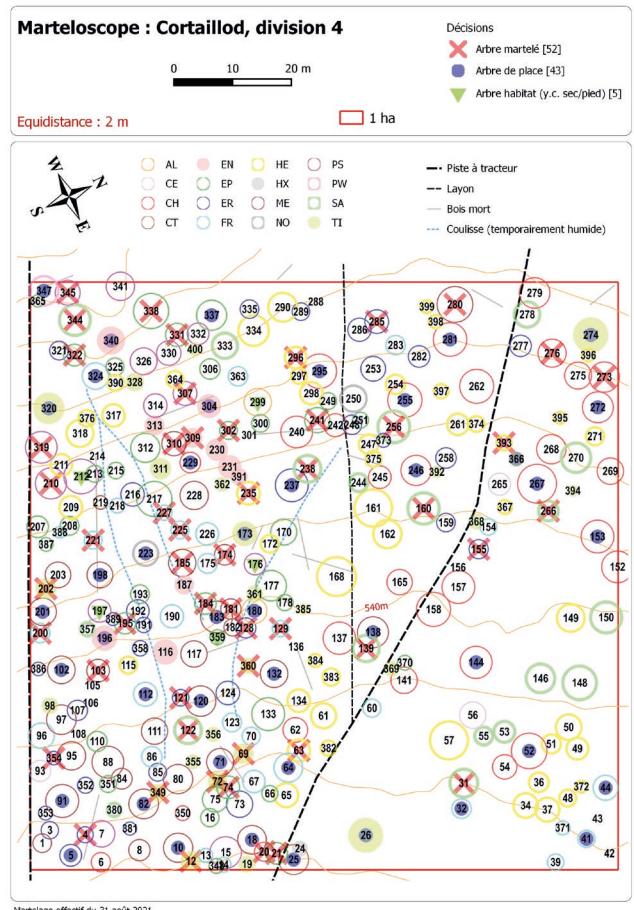
26) P: Schwachholz; M: Mittelstarkes Holz; G: Starkholz

Empfehlungen

Dominiert von Laubbäumen (59%), umfasst das Marteloscope COD04 16 Baumarten auf 1 Hektar. Diversität ist ein dynamischer Faktor, der unseren Wäldern Widerstand und Gegenwehr, Duft und Reiz, Buntheit und Schönheit sowie Kraft und Vitalität verleiht. Die COD04-Anlage ist ein gutes Beispiel für einen wertvollen, gemischten, unregelmäßigen Bestand. Er ist nicht für die Massenproduktion bestimmt, sondern für die **Wertschöpfung aus einer geringen Anzahl von Stämmen** von sehr hoher Qualität der Bodenstücke. Die letzten beiden Eingriffe in diesem Marteloskop (2011 und 2021) wurden ausführlich dokumentiert. Die nebenstehende Karte zeigt die Plenterdurchforstung, die am 31. August 2021 durchgeführt wurde.

Für diese langjährige Überführung werden heute folgende Empfehlungen gegeben, um die Komplexität des Ganzen zu erhalten / zu perfektionieren:

- Der **“Baum”** oder die **“Baumgruppe”** ist im Fokus und nicht der **“Bestand”**.
- **Wertvolle, vitale Bäume** fördern.
- Vermeidung von Nutzungsopfern (vorzeitige Ernte).
- Förderung von **Minoritäten**.
- Situativ und kreativ handeln, nicht überall das Gleiche tun.
- Bei der Anzeichnung von Starkholz die Fällrichtung beurteilen.
- Den Einsatz von Forstwarten und Maschinen kombinieren. Maschineneinsatz mit Rücksicht auf das **“Ökosystem Wald”** in seiner Gesamtheit (Boden, Bestände, Mikrostrukturen).
- Freie Hiebsführung, Vermeidung von Dogmen.



Geduldige Wertsteigerung eines Z-Baums:

Eiche Nr. 255			
BHD 2021 [cm]:			51
Volumen 2021 [m ³]:			2.30
Qualität 2021:	B 40%	C 30%	Energie 30%
Marktwert 2021 [CHF]:			211.-
Geschätzter Wert 2031 [CHF]: (Betriebsquote = 9%)			393.-
Theoretischer Wert bei der Ernte [CHF]: (Mindestziel BHD: 100 cm ohne Rinde)			3033.-

Die Eiche (Nr. 255) wurde waldbaulich gefördert: **1980** (Stock Nr. 1), **1993** (Stock Nr. 2) und **2001** (Stock Nr. 3). Im Jahr 2011 wurde der Ahorn, der zwischen der Eiche (Nr. 255) und dem Nussbaum (Nr. 250) steht, entnommen. So lange sie vital sind, nehmen qualitativ gute, starke Eichen exponentiell an Wert zu (Junod, 2020).

3 Fallbeispiel A3: Marteloskop, Abteilung 7 – und übriger Wald – Derbaly

Strategie der Überführung, verfolgt seit 1995 >> Die Strukturierung in Richtung Plenterwald ist auf gutem Weg.

Standortsdaten

Meereshöhe	1000 m
Exposition, Hangneigung	Süd; 13%
Jahresniederschlag	Ca. 1200 mm
Jahresmitteltemperatur	Ca. 9°C
Vegetationsperiode	Ca. 220 Tage
Waldstandorttyp	Tannen-Buchenwald (18s + 19ps)
Vermut. zukünft. Standort ²⁷	Waldmeister-Buchenwald (7a + 7*)
Bodentyp	Braunerde mit Tendenz zu Staunässe

“Es ist von grosser Wichtigkeit, bei der Anzeichnung das Augenmerk nicht auf den Aushieb, sondern **auf das zu Fördern-de zu legen!**”

William Borel, 1929

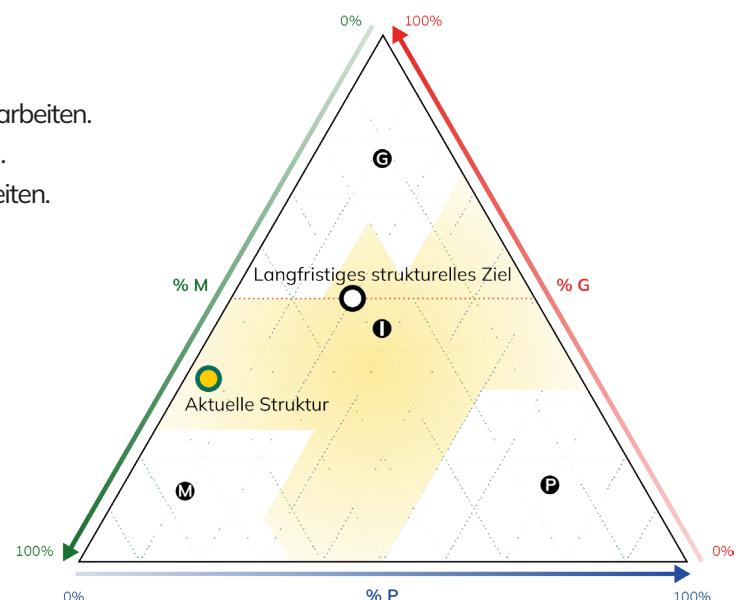


Merkmale der Bestockung

Entstehung	Fi-Pflanzungen (ca. 1900 + 1910)
Mischung (5 Baumarten)	Fl (49%), TA (48%), BU (1%), ES (1%), BAh (1%)
Vorrat (Mai 2016)	480 sv/ha (Kluppschwelle: 12 cm)
Zusätzlich stehendes Totholz	3.1 sv/ha
Grundfläche	37.8 m ² /ha
Nadelholz-/Laubholzanteil	Ndh: 97% vol. / Lbh: 3% vol.
Verteilung Stärkeklassen	P: 3%, M: 61%, G: 36%
Zuwachs	12 sv/ha/Jahr
Bemerkung	Der Boden wurde entwässert

Waldbauliche Ziele

- Langfristig in Richtung standortgerechte Mischung arbeiten.
- Ertragsfähigkeit des Standorts nachhaltig aufwerten.
- Multifunktionalen Plenterwald für die Zukunft vorbereiten.
- Fortsetzung der Überführung (gemäss Ablauf A3).



27) Gemäss Tree App (www.tree-app.ch)

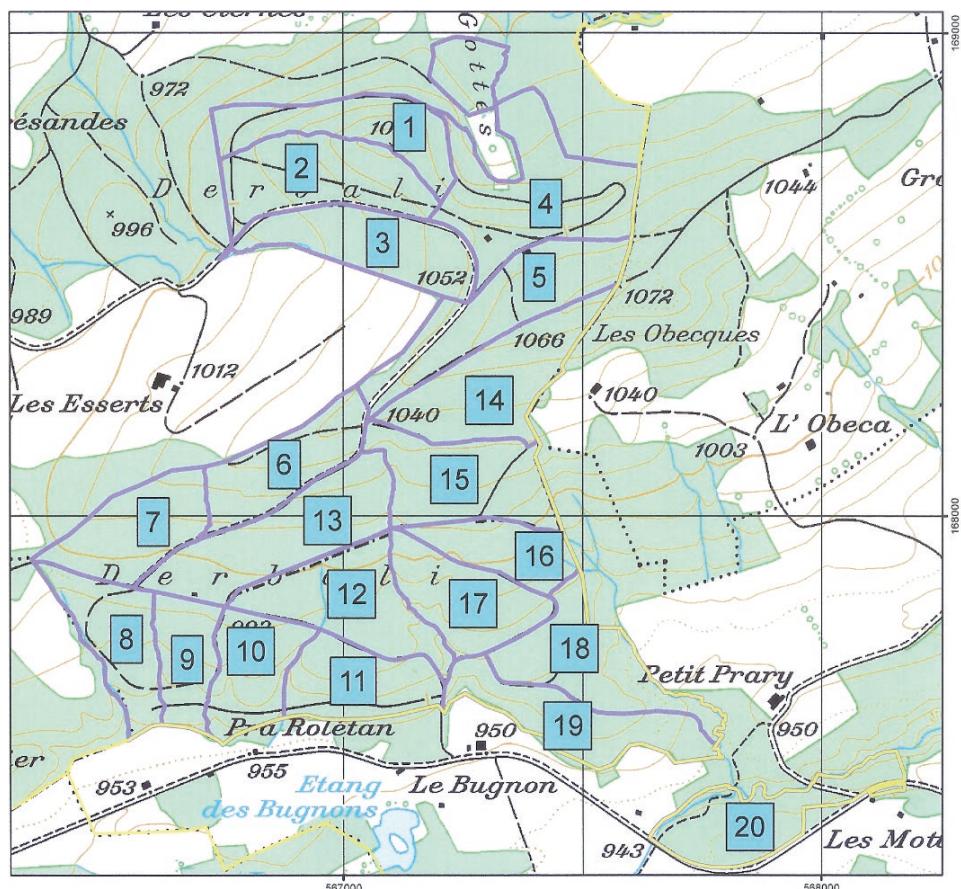
Empfehlungen

Nach dem 1995 durch den Waldeigentümer, den Kanton Freiburg, getroffenen Entscheid, den gleichförmigen Hochwald von Derbaly (109 ha) in einen strukturierten, dann stufenigen Wald, bis hin zum Plenterwald zu überführen, wurden folgende Massnahmen umgesetzt: Vervollständigen der Feinerschliessung; Stichprobeninventar alle 10 Jahre; Engagement von professionellem Forstpersonal; Anzeichnung pro Bewirtschaftungseinheit und nicht mehr pro Bestand; Teilnahme der Forstwarte an den Anzeichnungen; Förderung von Laubholz (Schaller, 2015).

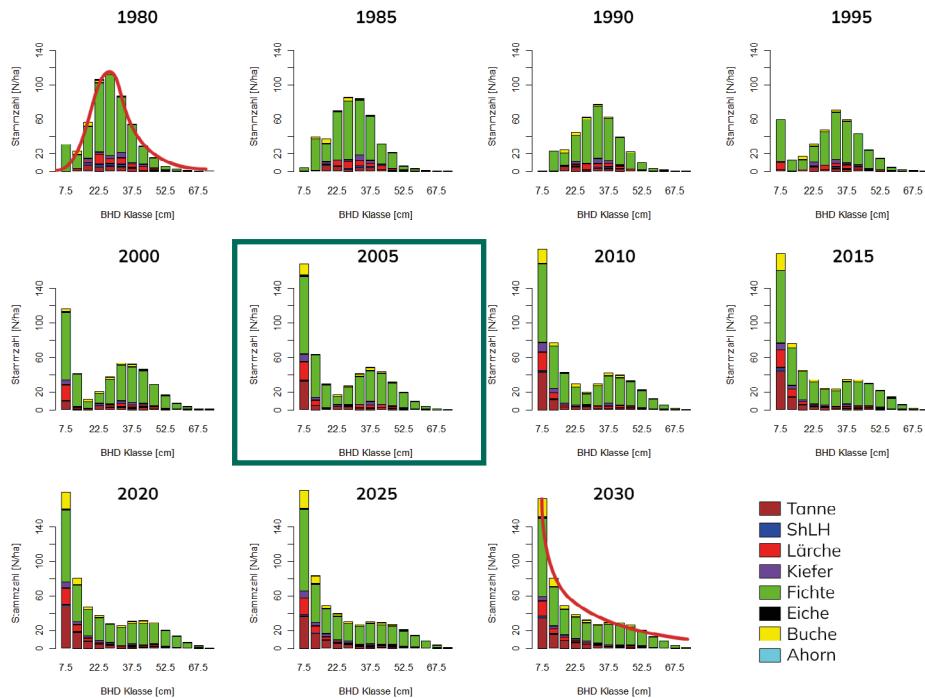
Ein solches Projekt kann nur gelingen, wenn alle Beteiligten am selben Strick ziehen: *“Seit Beginn sind die Forstwarte Teil des Projekts. Mit Freude haben sie diese Ideen übernommen, welche viel Präzision verlangen – eine Aufwertung dieses schönen, aber harten Berufs. Sie sind die Baumeister des Erfolgs”* (M. Roch, 2020).

Folgende Ratschläge sind heute angebracht im Hinblick auf die Weiterführung des Überführungsprozesses:

- Erhaltung der “Gerüstbäume” (Ta und Bu).
- Fördern von Tannen, welche mit ihrer guten Durchwurzelung eine optimale Erschliessung des Wurzelraums garantieren und die Kapazität des Bodens zur Wasserspeicherung begünstigen.
- Förderung von Nachrückern (BHD 12 bis 30 cm).
- Förderung von Minoritäten (z. B. Bergahorn, Stechpalme). Falls nötig, punktuelle Ergänzungspflanzung, Saat oder lokale Verwendung von Wildlingen mit Zukunftsbäumarten wie Eichen (Wegränder oder andere helle Stellen), Linden, Hagebuche, Edelkastanie, Eibe, Douglasie.
- Erhöhen des Totholzanteils.



Einrichtungsplan des Staatswaldes Derbaly mit 20 Abteilungen.

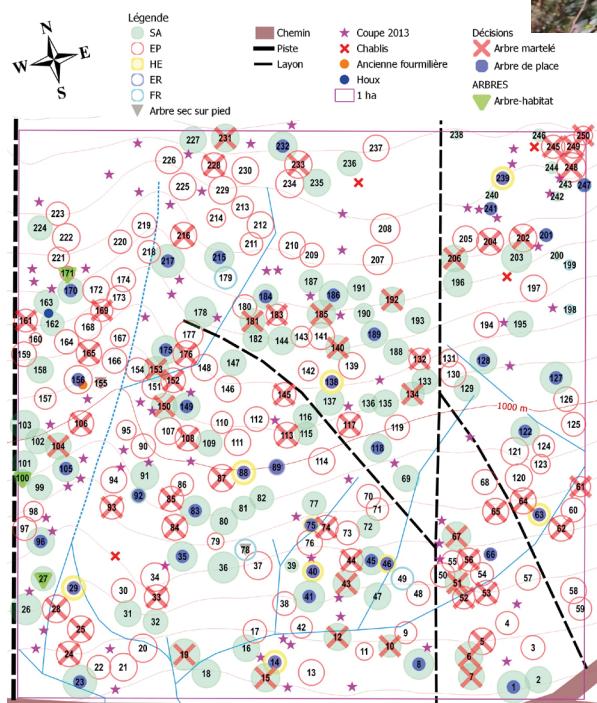


Simulation der Stammzahl- und Baumartenverteilung nach Durchmesserstufen über 50 Jahre Überführung (gemäss Hassenauer 2016).

In Derbaly entspricht die Stammzahlverteilung nach 25 Jahren Überführung fast perfekt der Situation, welche eingerahmt ist. 25 Jahre positive Erfahrungen welche bestätigen, dass das langfristige Engagement auf gutem Weg ist.

Derbaly, Abteilung 1: Eine regelrechte "Baumschule" unter einer Buche.

"Laubbäume sind hier für den Wald, was Öl für einen Motor ist. Freilich, sie leisten nur einen bescheidenen Zuwachs. Aber sie sind unentbehrlich für das Funktionieren und die Lebensdauer des "Motors". Das Laubholz ermöglicht dem Produktionssystem eine optimale Leistungsfähigkeit, damit es "rund läuft", während langer Zeit und mit geringen Risiken". Formuliert von Jacques Doutaz, 2016.



Anzeichnung von Mai 2021, ausgeführt in der ganzen Abteilung 7. Der Ausschnitt des Marcelloskops zeigt, welche Aufmerksamkeit punktuell den Nachrückern und dem Laubholz zuteil wurde.

"Eine maximale und fortwährende Produktion erfordert eine ebenso vollständige und dauernde Besetzung der gesamten Bodenoberfläche und des vertikalen Bestandesraumes."

Henry Biolley, 1901

4 Fallbeispiel B2: Marteloskop Rüscheegg

Der Bestand ist genügend stabil und naturnah >> Überführung aus dem Ausgangsbestand.

Standortsdaten

Meereshöhe	1000 m
Exposition, Hangneigung	Nordwest; 40%
Jahresniederschlag	Ca. 1250 mm
Jahresmitteltemperatur	Ca. 6.9°C
Vegetationsperiode	Ca. 160 Tage
Waldstandorttyp	Waldsimsen-Ta-Buchenwald (19)
Vermut. zukünft. Standort ²⁸	Waldmeister-Buchenwald mit Hainsimse (6)
Bodentyp	Saure Braunerde

“Nichts besser als das Sprichwort ‚Eile mit Weile‘ widerspiegelt das hier geltende Vorgehen. Wer zu rasch vorgehen oder gar Phasen überspringen möchte, läuft Gefahr, alles zu verlieren!”

Jean-Philippe Schütz, 1997

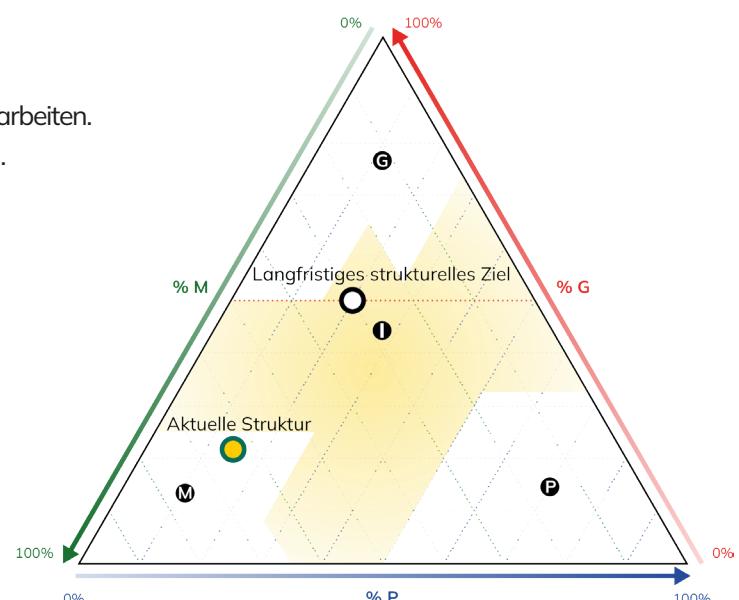


Merkmale des Bestockung

Entstehung	Naturverjüngung (ca. 1915)
Mischung (3 Baumarten)	TA (54%), FI (37%), BU (9%)
Vorrat (Okt. 2013)	967 sv/ha (Kluppschwelle: 12 cm)
Zusätzlich stehendes Totholz	29 sv/ha (3% vol.)
Grundfläche	71 m ² /ha
Nadelholz-/Laubholzanteil	Ndh: 91% vol. / Lbh: 9% vol.
Verteilung Stärkeklassen	P: 15%, M: 63%, G: 22%
Zuwachs	10 sv/ha/Jahr
Bemerkung	Nachwuchs fehlt vollständig

Waldbauliche Ziele

- Langfristig in Richtung standortgerechte Mischung arbeiten.
- Ertragsfähigkeit des Standorts nachhaltig aufwerten.
- Risiko der Bestandesdestabilisierung gering halten.
- Überführen in Plenterwald (gemäss Ablauf B2).



28) Gemäss Tree App (www.tree-app.ch)

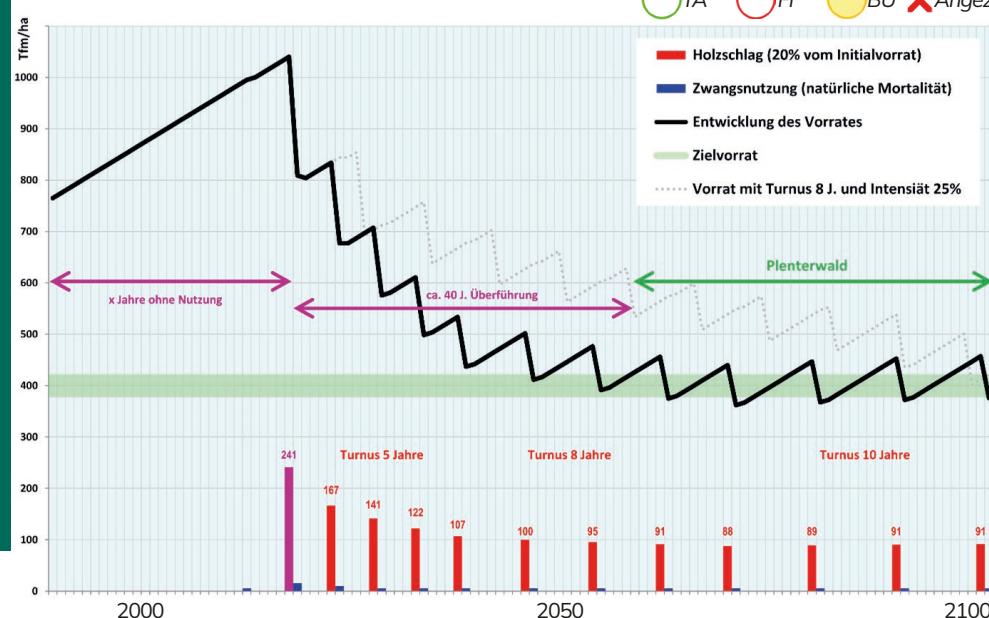
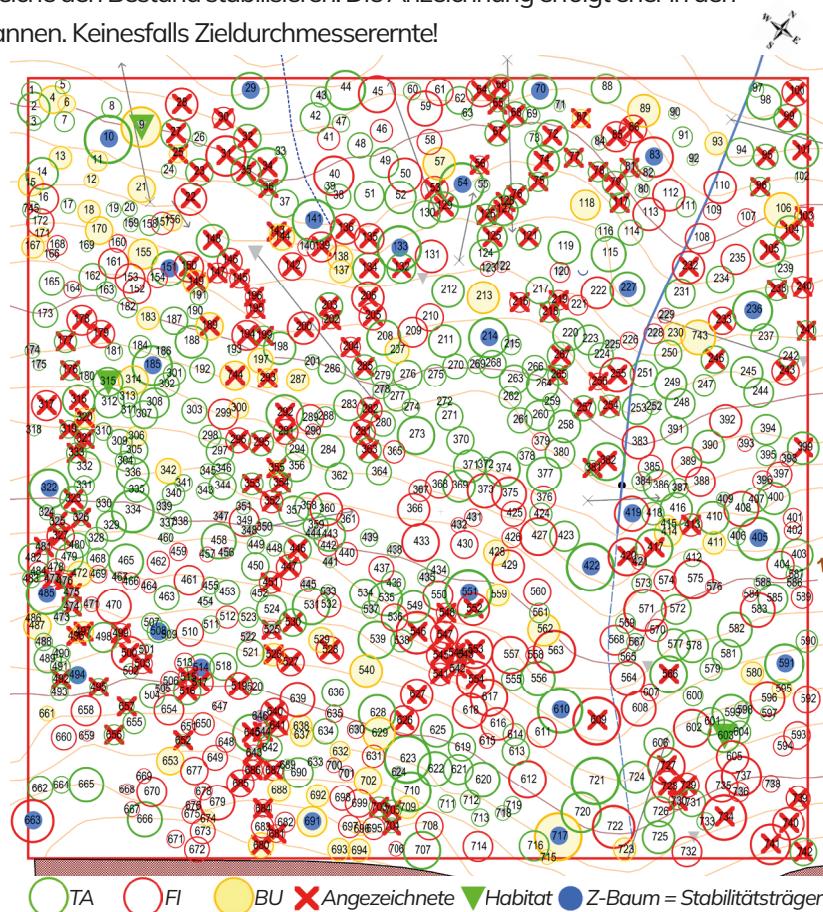
Bemerkungen

Im Gegensatz zum Marteloskop Gibloux (Anhang 5) dominiert im Fall Rüscheegg die **Tanne** (54%), und auch die **Buche** ist hier deutlich besser vertreten (9%). Die Struktur ist gleichförmig und der Vorrat beträchtlich (967 sv/ha). Nichtsdestotrotz finden sich genügend Stabilitätsträger, um eine Überführung mit dem vorhandenen Bestand zu wagen. Eine Anzeichnung in diesem Sinn ist nebenan vorgeschlagen (Entnahme von 241 sv = 24% des Vorrates). Die Weisstanne mit ihrer hervorragenden Bodendurchwurzelung dient als Gerüst- und Produktionsbaum, die Buche ihrerseits beugt einer Verunkrautung vor und verbessert das Keimbeet.

Folgende Regeln gelten für die Überführung solch naturnaher, aber sehr vorratsreicher Bestände:

- Erhaltung der "Stützpfeiler" (Ta und Bu), welche den Bestand stabilisieren. Die Anzeichnung erfolgt eher in den mittelstarken Fichten als in den dicksten Tannen. Keinesfalls Zieldurchmesserernte!
- Einige situative Öffnungen anlegen unter Wahrung der kollektiven Stabilität. Keinesfalls diffus durchforsten.
- Die Öffnungen werden mittels schmalen, geraden Schlitten mit der Basiserschliessung (im Südosten, braunes Raster) verbunden, damit die Holzernte im Bodenzug rationell und ohne Holzernteschäden möglich ist.
- Vorratsabbau mittels sehr kurzem Turnus (max. 5 Jahre). Damit wird der Vorrat mit mehreren Eingriffen auf rund 400 sv/ha abgesenkt.
- Keine Sorge um die Verjüngung; mit dem räumlich konzentrierten Vorratsabbau wird sie sich automatisch einstellen.

Nebenstehend: Anzeichnung mit dem Ziel der Überführungseinleitung, welche im Mai 2018 ausgeführt wurde.



Simulation der Vorratsentwicklung im Marteloskop Rüscheegg bis zum Erreichen einer nachhaltig funktionierenden Plenterstruktur (Vorrat ca. 400 sv/ha). Geduld ist geboten, aber das ist die Sache wert.

Eine Verkürzung des Turnus zu Beginn der Überführung ist eine effiziente Strategie (besser als zu starke Eingriffe), welche eine schnellere Zielerreichung ermöglicht als mit einem fixen Eingriffsturnus von 8 oder 10 Jahren.

5 Fallbeispiel C: Marteloskop Gibloux

Hochrisikobestand >> Überführung mit der Folgegeneration.

Standortsdaten

Meereshöhe	1020 m
Exposition, Hangneigung	Ost, Nordost; 10%
Jahresniederschlag	Ca. 1150 mm
Jahresmitteltemperatur	Ca. 7.1°C
Vegetationsperiode	Ca. 170 Tage
Waldstandorttyp	Tannen-Buchenwald (18a + 18s)
Vermut. zukünft. Standort ²⁹	Typischer Waldmeister-Buchenwald (7a)
Bodentyp	Braunerde, pseudovergleyt

“Wir wissen, dass die erste Nadelholz-Generation auf Landwirtschaftsboden schöne Erträge bringt, welche einem naturnahen Laubholzbestand überlegen sind. Aber für die zweite Generation trifft dies schon weit weniger zu. Und die Dritte ist der Vorläufer einer Waldkatastrophe.”

Jámes Péter-Contesse, 1953

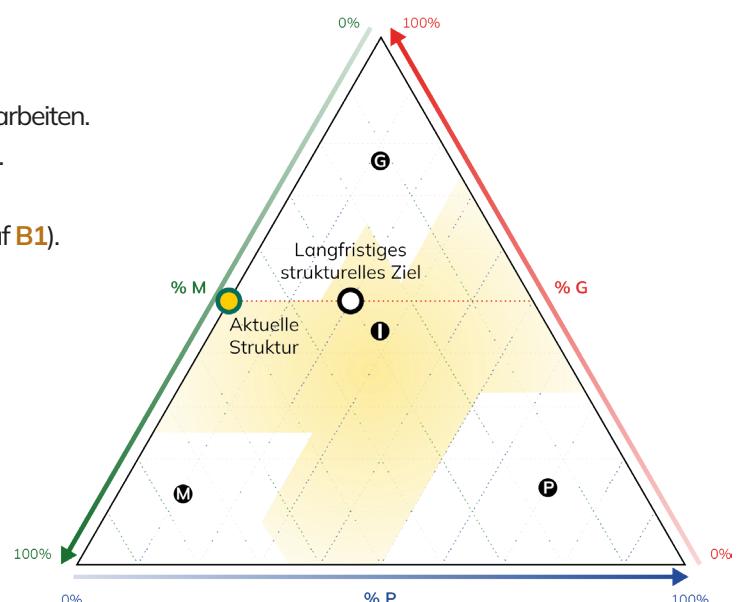


Merkmale der Bestockung

Entstehung	Pflanzung (ca. 1930)
Mischung (3 Baumarten)	Fl (98%), TA (1.6%), BU (0.4%)
Vorrat (Sept. 2013)	744 sv/ha (Kluppschwelle: 12 cm)
Zusätzlich stehendes Totholz	3.5 sv/ha
Grundfläche	57.9 m ² /ha
Nadelholz-/Laubholzanteil	Ndh: 99.6% vol. / Lbh: 0.4% vol.
Verteilung Stärkeklassen	P: 0.2%, M: 49.4%, G: 50.4%
Zuwachs	11.5 sv/ha/Jahr
Bemerkung	Strauchsicht Gemeines Geißblatt

Waldbauliche Ziele

- Langfristig in Richtung standortgerechte Mischung arbeiten.
- Ertragsfähigkeit des Standorts nachhaltig aufwerten.
- Risiko der Bestandesdestabilisierung gering halten.
- Überführung mit der Folgegeneration (gemäss Ablauf B1).

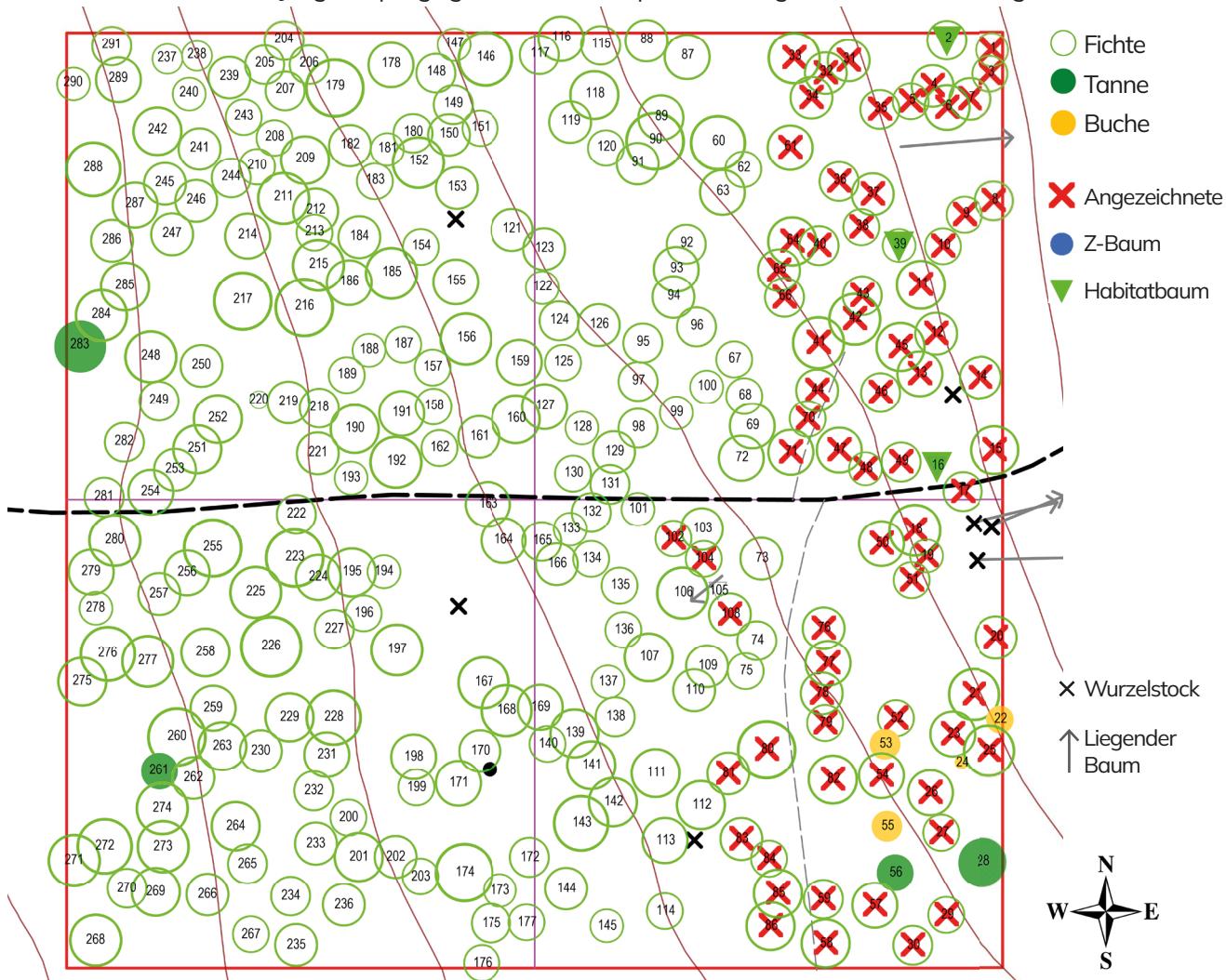


29) Gemäss Tree App (www.tree-app.ch)

Empfehlungen

Das Marteloskop Gibloux ist ein gleichförmiges Fichten-Baumholz (98%) auf einem Tannen-Buchen-Standort. Aufgrund des fortgeschrittenen Alters, der phytosanitären Unsicherheiten (viele Stöcke zeigen Rotfäule) und von fehlenden Gerüstbäumen wäre ein Überführungsversuch mit Ablauf B3 zu riskant. Vor die Frage gestellt, ob es besser ist 1) zu **verjüngen**, (2) zu **durchforsten** oder (3) zu **überführen**, lautet die stichhaltige Antwort für diesen Bestand eindeutig "Verjüngung" und nicht Überführung. Die schlechteste Lösung wäre eine diffuse Durchforstung. Konkret lautet hier die Empfehlung:

- Einbringen – soweit es mit Naturverjüngung möglich ist – eines Maximums von standortgerechten Baumarten, indem **drei** aufeinanderfolgende "Saumschläge" im zeitlichen Abstand von 6-8 Jahren ausgeführt werden.
- Verjüngen entgegen der Hauptwindrichtung (Westwind) mit einem aufgelockerten, kurvenreichen (nicht geraden) Saum.
- Belassen der sehr seltenen Bu und Ta und schonende Holzernte mit Rücksicht auf die einzelnen in der Ansammlung vorhandenen Ta, Bu und BAh. Auch alle Strukturelemente wie Wurzelstöcke oder Totholz sind zu belassen.
- Eventuell kann die Mischung punktuell angereichert werden durch Pflanzung von Bu (z. B. Wildlinge), BAh und SAh, sogar Ei, Li, Elbe oder Dgl.
- Totholzanteil aktiv erhöhen.
- Differenzierte Jungwaldpflege gemäss den Prinzipien der biologischen Rationalisierung.



Empfehlung für die Anzeichnung: "Saumschlag" unter Belassen von Buche und Tanne sowie Strukturelementen.

6 Weitere Beispiele der Überführung

La Joux-Pélichet (NE)

Absicht zur Überführung seit der Pflanzung (im Schachbrettmuster); Zustand der Bestockung nach 120 Jahren.

www.pro-silva-helvetica.ch/pdf/Portrait03_d.pdf

www.ne.ch/autorites/DDTE/SFFN/forets/Documents/2016_Principes%20sylvic culturaux%20NE.pdf

Im Gebirgs- und Schutzwald

Die Methoden, welche in der “Praxishilfe für die Jungwaldpflege im Gebirgs- und Schutzwald” (Glanzmann et al., 2019) vorgestellt werden, können verstanden werden als erste Eingriffe in Richtung Überführung von jungen, gleichförmigen Beständen zu Gruppenplenterwald.

Mittels Rottenpflege werden in der subalpinen (hochmontanen) Stufe junge, gleichförmige und fichtendominante Bestände in eine stufige Rottenstruktur überführt.

www.gebirgswald.ch/tl_files/gebirgswald/de/05_Wald_u_Holz/Jungwaldpflege/Praxishilfe-d_web.pdf

www.gebirgswald.ch/tl_files/gebirgswald/de/05_Wald_u_Holz/Jungwaldpflege/ibW_Check-Karte_Waldbau-D_web.pdf

Lotharreservat Staatswald Habsburg (AG)

Diese rund 10 ha grosse Lotharsturmfläche weist 22 Jahre nach dem Totalschaden (26.12.1999) bereits wieder eine beachtliche Struktur auf. Die Fläche wurde nicht geräumt, es gab keinerlei Massnahmen (und damit auch keinerlei Homogenisierung!). Einige Lotharüberlebende (meist Buchen, oft handelt es sich um Biotopbäume) sind heute die dicksten Bäume. Aber auch Pionierbaumarten Birke, Aspe und Salweide erreichen bereits maximale Durchmesser bis 40 cm. Sie sorgen auch für eine vertikale Differenzierung, genauso wie auch Lücken mit Brombeere und Adlerfarn. Diese natürliche, “schockartige” Überführung aus der Folgegeneration war nicht nur extrem schnell, sondern auch sehr erfolgreich in Bezug auf die Baumartenmischung: Viele Zukunftsbaumarten wie z. B. Eiche, Hagebuche, Kirsche, Linde, Douglasie, Pionierbaumarten sind vorhanden – dies alles ohne Pflanzung und ohne Pflege. Ein lehrreiches Erfolgsbeispiel für die Kräfte der Natur.

www.waldbau-sylviculture.ch/publica/2022_Fallbeispiel_Anpassung_Klimawandel_Habsburg.pdf

Basadingen (TG)

Der Dauerwald von Basadingen-Schlattingen (308 ha) ist ein Hotspot für einen naturnahen Waldbau und eine genügsame, nachhaltige Waldnutzung. Einige Teile weisen einen weit fortgeschrittenen Überführungszustand auf (Abbildung 6).

www.pro-silva-helvetica.ch/pdf/Portrait17_d.pdf

ÜBERFÜHRUNG VON GLEICHFÖRMIGEM IN UNGLEICHFÖRMIGEN HOCHWALD KURZ GESAGT

1

- Vor jeder Massnahme in einer **zu überführenden Bewirtschaftungseinheit** sind folgende Kenntnisse notwendig:
- Was würde die Natur selber machen, d. h. Kenntnis des **Standorttyps** (heute und zukünftig). Daraus wird abgeleitet, welches die **natürlich dominierenden Hauptbaumarten** sind.
 - Das **Feinerschliessungs- und Holzerntekonzept** (Waldstrassen, Maschinenwege, Rückegassen, Seillinien, Lagerplätze).
 - Der aktuelle **Holzvorrat** (oder Grundfläche) sowie der Zielvorrat.
 - Die heutige und zukünftig angestrebte **Baumartenmischung** sowie die Möglichkeiten der Anreicherung mit für den Klimawandel geeigneten Zukunftsbaumarten (www.tree-app.ch).
 - Die heutige und die langfristig angestrebte **Struktur** (Anteile Schwachholz, mittelstarkes Holz, Starkholz). Die heutige Struktur bestimmt den **Überführungsablauf**.
 - Die **Situation** betreffend **Nachwuchs und Nachrückern** (Anzahl und Vitalität) insbesondere im Hinblick auf den Wildeinfluss.
 - Der **Zuwachs**, von dem der **Eingriffstumus** und die **Nutzungsmenge** abhängt.

2

Überführungsablauf

Ziel: Ausgleichen der aktuellen strukturellen Ungleichgewichte.

A1 Mittelstarkes Holz schonen

A2 Starkholz schonen

A3 Schwachholz schonen

B1 Vorratsaufbau mit Erhaltung von Strukturelementen

B2 Strukturieren mit Kreativität

B3 Vorratsabbau ohne zu destabilisieren

C Überführung aus der Folgegeneration

Violette Zahl | Richtwert für den Turnus

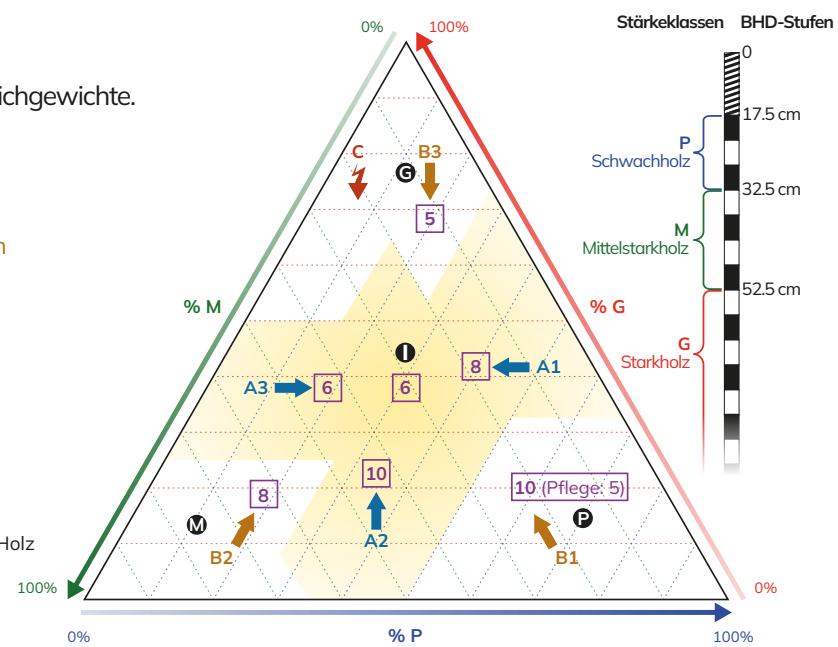
Strukturtypen (P, M, G, in Vorratsprozent)

1: stufiger Bestand (gelber Bereich)

P: Bestand mit vorwiegend Schwachholz

M: Bestand mit vorwiegend mittelstarkem Holz

G: Bestand mit vorwiegend Starkholz bis sehr starkem Holz



3

Der Ablauf der Überführung wird **konkretisiert durch**:

- Sorgfältige **Anzeichnung** von Plenterdurchforstungen auf gesamten Bewirtschaftungseinheiten, mit einem besonderen Augenmerk auf die **Stabilitätsträger** und auf Individuen mit "Fähigkeit zur langen Baumkarriere".
- Die **Holzschläge**, von mässiger Eingriffsstärke, aber regelmässig wiederholt; boden- und bestandesschonend.
- Die **Nachwuchspflege**, gezielt und punktuell. Nutzung der Selbstdifferenzierung zum Erkennen der Vitalsten und erst danach Förderung einer bewusst tiefen Zahl von qualitativ guten Bäumen.
- Die **Kontrolle a posteriori** mit eventuellen Anpassungen erst beim nächsten Eingriff.



Ungleichförmiger Hochwald lohnt sich:

- Damit die Natur ihr kreatives Potential entfalten kann
- Um die Resilienz des Waldökosystems zu erhöhen
- Für hohe Konstanz von Landschaftsbild und Lebensraum
- Um qualitativ hochwertiges Starkholz zu produzieren
- Für nachhaltige Erträge auch auf kleiner Fläche
- Für eine breite Leistungs- und Produktpalette
- Frei von teuren Waldbegründungskosten

Ungleichförmigkeit wird nicht per Beschluss erreicht, sondern sie ergibt sich. Die ideale Struktur ist ein dynamisches Gleichgewicht, in dauernder Entwicklung und wird nie ganz erreicht. **Der Holzschlag ist der Motor des stufigen Waldes.** Es handelt sich um ein unaufhörliches Herantasten, welches Geduld und Beharrlichkeit verlangt.