

Forstrevier
Thalwil, Oberrieden,
Langnau a. A.



Waldbaukonzept

Künftige Bewirtschaftung des Waldes

Das Waldbaukonzept des Forstrevier Thalwil, Oberrieden und Langnau am Albis wurde auf Grund des Beschlusses der Forstrevierkommission vom 2. März 2020 durch Marco Schmuki und in Zusammenarbeit mit dem Kreisforstmeister Jürg Altwegg erstellt. Auch die Inputs der Waldeigentümer/-innen wurden berücksichtigt. Es dient als Leitfaden für die bessere Beratung der Waldeigentümer im Forstrevier im Rahmen der stark ändernden Voraussetzungen im Klimawandel. Das Waldbaukonzept kann als einheitliches Arbeitsinstrument im Forstrevier für Waldbesitzer ohne Bewirtschaftungsplan dienen. Das Konzept wurde von den drei Gemeinden in Form eines Gemeinde-ratbeschlusses verabschiedet und von der Landforstkorporation Oberrieden sowie der Holzkorporation Bannegg Thalwil durch die Mitglieder/innen genehmigt.

© Copyright 2021 – Kapitel 6 «Strategie» und Kapitel 10 «Baumartenwahl» im vorliegenden «Waldbaukonzept» sind im Sinne des geistigen Eigentums geschützt. Alle Rechte einschliesslich der Vervielfältigung, Veröffentlichung, Bearbeitung und Übersetzung bleiben vorbehalten, Marco Schmuki.



Inhaltsverzeichnis

1	<u>EINLEITUNG</u>	3
2	<u>SITUATIONSBESCHREIBUNG</u>	4
3	<u>GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN</u>	5
4	<u>KLIMATISCHE VERÄNDERUNG</u>	5
5	<u>PROBLEMATIK FICHTENBESTÄNDE</u>	6
6	<u>STRATEGIE</u>	7
7	<u>ZIELE, MASSNAHMEN & BEGRÜNDUNGEN</u>	9
8	<u>VORGEHEN BEI SCHADFLÄCHEN</u>	10
9	<u>REGULÄRER WALDBAU</u>	10
10	<u>BAUMARTENWAHL</u>	11
11	<u>ANHANG & WEITERFÜHRENDE LITERATUR</u>	13



1 Einleitung

Auf Grund der Stürme seit Burglind und des Käferbefalls in den darauffolgenden Sommern, wurden lediglich Zwangsnutzungen durchgeführt und kein regulärer Waldbau betrieben. Das heisst, es haben keine planmässigen Holznutzungen in den letzten Jahren stattgefunden. Dazu macht sich der Klimawandel spürbar.

Die Bewirtschaftungspläne der einzelnen Waldbesitzer haben aktuell keine Gültigkeit mehr.

Mit dem personellen Wechsel des Försters wird ein Waldbaukonzept für das Forstrevier Thalwil, Oberrieden und Langnau am Albis erarbeitet.

Das Waldbaukonzept definiert wie im Forstrevier als Ganzes künftig waldbaulich vorgegangen wird und sämtliche Waldeigentümer/-innen beraten werden. Somit dient es zugleich auch als Grundlage für die spätere Erarbeitung von neuen Betriebsplänen im Forstrevier Thalwil, Oberrieden, Langnau am Albis.

Das vorliegende Waldbaukonzept definiert die Strategie und die Ziele mit den konkreten Massnahmen. Speziell im Zusammenhang mit den bevorstehenden Aufforstungen der vielen vorhandenen und noch kommenden Schadflächen, soll dieses als Leitfaden dienen. Damit soll die Detailplanung für künftige waldbauliche Arbeiten einfach hergeleitet werden und es ist allen Akteuren klar, wie grundsätzlich im ganzen Forstrevier vorgegangen wird und welche Überlegungen dahinter stehen.

Das Waldbaukonzept dient der Bewirtschaftung der Waldstandorte mit der Funktion Holznutzung und Erholungswald. Bei Standorten mit vorrangigem Interesse des Naturschutzes oder Schutzwaldes gelten separate Bestimmungen und Konzepte.



2 Situationsbeschreibung

Die Hauptproblematik ist aktuell an vielen Orten im Schweizer Wald dieselbe wie im Forstrevier Thalwil, Oberrieden, Langnau am Albis der Fall ist. Betroffen ist vor allem die Fichte (*Picea abies*) in Reinbeständen. Die Stürme im Winter und die Trockenperioden im Frühjahr und Sommer setzen den Fichtenbeständen in den letzten Jahren abwechslungsweise stark zu. Dies ist seit dem Sturm Burglind zu beobachten. Zusätzlich sind die Bestände auch anfällig auf Schneebrüche. In der Folge kam es auch zu sehr starkem Borkenkäferbefall, der sich auf den geschwächten Bäumen ungehindert vermehren und ausbreiten konnte. Einige Flächen im Forstrevier sind durch Zwangsnutzungen und Sturmereignisse aktuell unbestockt oder es ist nur wenig Naturverjüngung vorhanden.

Zudem haben auch andere Baumarten Mühe. Die heimische Esche (*Fraxinus excelsior*) kämpft mit dem eingeschleppten Pilz aus Ostasien (*Hymenoscyphus fraxineus*). Dabei rechnet man, dass 95% der heimischen Eschen ausfallen werden. Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) rät explizit davon ab die Esche konkret zu fördern.

Auch die Buche (*Fagus sylvatica*) und der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) sind je nach Standort nicht mehr so vital und an manchen Orten sogar am Absterben. Hier geht man von Wassermangel aus. Die Problematik ist jedoch nur punktuell zu beobachten und im Detail nicht abschliessend klar. Die Frage stellt sich, auf welchen Standorten dies der Fall ist und wie sich die klimatische Situation in Zukunft verändert.

Auf Sturm- oder Borkenkäferflächen ist zu beobachten, dass die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) immer noch steht. Im Allgemeinen sind auch vitale Laubgehölze meistens von den Stürmen im Winter verschont geblieben. Im laublosen Zustand bieten diese bei Wind auch weniger Angriffsfläche und sind weniger anfällig auf den parasitären Befall.



3 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Folgende Gesetzgebungen und Verordnungen sind der Abfolge nach zu beachten:

1. Waldgesetz (WaG) – Bund
2. Waldverordnung (WaV) – Bund
3. Kantonales Waldgesetz (KaWaG) – Kanton
4. Kantonale Waldverordnung (KaWaG) – Kanton
5. Waldentwicklungsplan (WEP) – Kanton
6. Inventar der Waldstandorte mit naturkundlicher Bedeutung (WNB)
7. Kommunale Gesetze, Verordnungen oder Richtlinien – Gemeinde

Wenn ein Landschaftsentwicklungskonzept (LEK) einer Gemeinde behördenverbindlich ist und den Waldperimeter einschliesst, muss diesem auch Rechnung getragen werden.

4 Klimatische Veränderung

Das Klima ist im Wandel. Das ist unbestritten und zeigt sich in den letzten Jahren zunehmend. Hier gibt es unterschiedliche Szenarien von unterschiedlichen Institutionen, zum Beispiel:

- <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klimawandel-schweiz.html>.

Für das Mittelland ist von einer Tendenz in Richtung «Tessiner Klima» (Insubrisches Klima) auszugehen. Das heisst, es wird durchschnittlich wärmer, es gibt länger anhaltende Trockenperioden und vermehrt Starkniederschlagsereignisse. Zudem zeigt sich in den letzten Jahren auch, dass Winterstürme eher zunehmen und anhaltende Frostperioden seltener werden. Diese können aber nicht ausgeschlossen werden. Weltweit betrachtet wird die Erhöhung der Durchschnittstemperatur von zwei Grad mit ziemlicher Sicherheit Realität werden. Dies wird sich jedoch auf der gesamten Welt unterschiedlich auswirken. Die genauen Abläufe und Veränderungen des globalen und somit standortsbezogenen Klimas sind im Detail unklar und können lediglich abgeschätzt und mit Annahmen hochgerechnet werden.



5 Problematik Fichtenbestände

Folgende Gründe können für den Ausfall der Fichte in unseren Wäldern genannt werden:

- Einschichtige und dichte Monokulturen. Reine Monokulturen sind immer anfälliger auf Schädlinge und verändern durch den einseitigen Bezug der benötigten Nährstoffe den Boden nachteilig.
- Wenig Laubholzanteil. Das heisst, aufgrund der Standortkartierung wird der minimal empfohlene Laubholzanteil auf den betroffenen Flächen nicht eingehalten. Hauptfolge ist die Absenkung des natürlichen PH Wertes der Waldböden. Dies verringert die Vitalität des Waldbodens und setzt dessen Produktivität herab.
- Rasch voranschreitende Klimaveränderung. Die Trocken- und Hitzeperioden setzen der Fichte zusätzlich stark zu, mehr als anderen heimischen Baumarten. Fichten gelten zudem generell als windwurfgefährdet und nicht als standortgerechte Baumart im Mittelland.

Die Baumart wies bereits in früheren Jahrzehnten, ohne die aktuellen klimatischen Veränderungen, Probleme in Reinbeständen auf. Diese spitzen sich nun zu. Dazu sind die meisten Fichtenbestände bei uns dicht angelegt, was eine geringe Ausbildung der Kronen und Wurzeln zur Folge hat. Dies wirkt sich negativ auf den Stoffwechsel der einzelnen Bäume aus. Die Nadelstreu wird allgemein nicht so rasch abgebaut wie die Laubstreu. Dadurch nimmt die Nadelstreuauflage mit den Jahren zu, das Milieu wird somit saurer und die Mikroorganismen im Boden nehmen ab. Damit verlangsamt sich der Zersetzungsprozess und die eigentliche Nährstoffzufuhr in den Boden ist nicht mehr gewährleistet. Die Vitalität, die Resistenz und die Resilienz der stockenden Bäume in den Reinbeständen leiden und nehmen zunehmend ab. Die Nadelstreuauflage erschwert die Keimung der natürlichen Verjüngung. Ebenfalls wird aufgrund der gehemmten Bodenaktivität und der Nährstoffverfügbarkeit der mögliche Holzzuwachs nicht erreicht.



6 Strategie

Die Strategie definiert das langfristige, waldbauliche Vorgehen für das Forstrevier Thalwil, Oberrieden, Langnau am Albis.

Mit dem geeigneten Waldbau können wir gezielte Massnahmen ergreifen und auf verschiedene Szenarien gleichzeitig hinarbeiten. Somit wird das Risiko eines erneuten Totalausfalls von ganzen Beständen auf ein Minimum reduziert. Damit unser Wald zukünftig weiterhin ein stabiles Ökosystem bleibt und für uns Menschen im Sinne der unterschiedlichen Ökosystemdienstleistungen (TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity – siehe Link «Anhang & Weiterführende Literatur») zur Verfügung stehen kann, muss ein zukunftsorientierter Waldbau betrieben werden.

Der Wald soll naturnah bewirtschaftet und standortgerecht bestockt werden. Die Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion sowie die Biodiversität sind gleichermassen zu betrachten und zu gewichten. Im Sinne des «Drei Säulenmodell der nachhaltigen Entwicklung» (triple bottom line), eignet sich die Betriebsart nach dem ursprünglichen Prinzip des Dauerwalds am besten für das Forstrevier Thalwil, Oberrieden und Langnau am Albis. Diese Betriebsart erfüllt die Kriterien bezüglich Wirtschaft, Ökologie und Soziales gleichermassen und knüpft an der vorherrschenden IST – Situation im Wald an. Diese Definition Dauerwald soll aber bei uns viel breiter ausgelegt werden als es in der Schweiz üblich ist. Im Sinne des Skripts im Anhang «Ungleichförmige Wälder» soll es nachhaltig möglich sein, Lichtbaumarten natürlich zu verjüngen (Skript: Ungleichförmige Wälder, Kapitel 2.7 Ungleichförmiger, mosaikartiger Wald). Diese Art der Bewirtschaftung bietet vielfältige Möglichkeiten für eine moderne und dynamische Waldbewirtschaftung. Die Alters- und Artendurchmischung des zukünftigen Waldbestandes erfolgt vertikal und horizontal. Betrieblich betrachtet bietet diese Art der Bewirtschaftung den Vorteil, dass sie mittel- bis langfristig mit einfachen personellen und betrieblichen Mitteln durchgeführt werden kann. Die bereits vorhandene Erschliessung und Infrastruktur können optimal genutzt werden. Es benötigt keine teuren Investitionen.



Das Waldbild behält stets seinen Charakter und bietet immer einen guten Lebensraum für Flora und Fauna. Der Wald bleibt immer produktiv, vital und stabil, somit auch rentabel. Durch die stetige Bestockung ist in unserer Region (geologisch bedingt) auch die Schutzfunktion am besten gewährleistet (Erosionsschutz). Zudem bieten eine gute Bestockung und ein gesunder, gepflegter Wald viele Vorteile, wie auch unter anderem eine sichere und saubere Trinkwasserversorgung. Die nachhaltige Verjüngung von Lichtbaumarten ist von zentraler Bedeutung, da diese im Allgemeinen besser mit Hitze und Trockenheit zurechtkommen. Diesem Aspekt ist in Bezug auf die klimatischen Veränderungen besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Wenn immer möglich soll mit der natürlichen Verjüngung gearbeitet werden. Ist eine unzureichende Naturverjüngung vorhanden, erfolgen Pflanzungen zur Ergänzung des Bestands und der Artenvielfalt. Mit der Pflanzung können zusätzliche Baumarten eingebracht und somit die Artendurchmischung im Bestand vorangetrieben werden. Dabei können im Mass auch Gastbaumarten eingebracht werden. Allgemein kommt der Umweltschutz im Sinne eines produktiven, vitalen und stabilen Waldes, vor dem Artenschutz einzelner Baumarten. Aufgrund der ungewissen Entwicklung des Klimas sind diesbezüglich geeignete Gastbaumarten unerlässlich und auch von Vorteil für das Ökosystem Wald.



7 Ziele, Massnahmen & Begründungen

Für das Waldbaukonzept werden folgende Ziele und Massnahmen definiert:

- Der empfohlene Laubholzanteil der Standorte anhand der Fachliteratur «Die Waldstandorte im Kanton Zürich» wird angestrebt. Damit wird die Produktivität des Bodens, die Grundlage für die Holzproduktion und die Vitalität des Waldes auf dem Optimum gehalten.
- Wenn immer möglich gilt es mit der Naturverjüngung zu arbeiten oder diese in den Bestand zu integrieren.
- Es sollen Baumarten eingebracht werden, welche mit den sich ändernden klimatischen Bedingungen langfristig gut zurechtkommen.
- Die Einbringung von Gastbaumarten, im Sinn von klimatauglichen Baumarten, soll in angemessenem Rahmen erfolgen und zur Artenvielfalt des Baumbestandes beitragen (siehe Kapitel: «10 Baumartenwahl»).
- Bei der Holzproduktion wird erstklassiges Stammholz (Klötze) und, als zweites Sortiment, Energieholz produziert. Diese Produktionsform weist betriebswirtschaftlich das beste Verhältnis von Aufwand und Ertrag mit minimalem Risiko auf. Ebenfalls erfolgt die gesamte Umsetzung mit klaren Prozessen und einfachen Betriebsmitteln.
- Durch bodenverbessernde Massnahmen sollen die Vitalität und Produktivität der Böden rasch verbessert und auf dem Optimum gehalten werden. Dies erfolgt durch die punktuelle Förderung von geeigneten Laubbaumarten mit leichter Laubstreu, wie zum Beispiel Birke, Weide, Linde oder Buche.
- Zur Auspflanzung und Beschattung von grossen, verjüngungsfreien Schadflächen können zwischen den Baumpflanzungen heimische Wildsträucher zum Einsatz kommen. Diese dienen anfangs zur Erziehung der Jungbäume, sind finanziell erschwinglich, wirken bodenverbessernd und dienen der Fauna. Die Bodenvegetation (Brombeeren) wird durch die rasche Beschattung stark gehemmt.

Betrieblich betrachtet wäre es sehr interessant die Zusammenarbeit mit lokalen Abnehmern von Energieholz zu verbessern und wenn möglich im Forstrevier weitere Schnittzelheizungen zu initiieren oder bestehende auszubauen.



8 Vorgehen bei Schadflächen

Schadflächen bieten waldbaulich betrachtet immer eine grosse Chance. Jetzt besteht die Möglichkeit mit unterschiedlichsten Baumarten mittels Pflanzungen oder Einsähen zu arbeiten. Die Aufforstung bei Schadflächen ohne bestehende Naturverjüngung, soll grundsätzlich so rasch als möglich erfolgen. Die Hauptproblematik liegt bei den Brombeere und sonstiger üppiger Bodenvegetation sowie bei den Neophyten, welche sich in den anschliessenden Jahren ohne Beschattung stark einstellen können. Dies wirkt sich negativ auf die natürliche Verjüngung der Bäume aus. Wird mit der Aufforstung einige Jahre zugewartet, ist der Pflegeaufwand in Form von Mäharbeit massiv höher. Sämtlichen Waldfunktionen können während einer unbestockten Phase nicht erfüllt werden. Bekanntlich wächst Holz an Holz. Wenn also keine Bäume vorhanden sind, wird der mögliche Holzzuwachs nicht abgeschöpft. Die Aufforstung nach einem Schadereignis muss auf jeder Fläche individuell betrachtet und beurteilt werden. Jede Schadfläche hat andere Gegebenheiten und Voraussetzungen, welche zu beachten sind. Es macht folglich keinen Sinn pauschal eine Allgemeinlösung zu definieren und anhand einer Dokumentation diese dann umzusetzen. Hier sollen durch den Förster eine auf die Schadfläche abgestimmte Pflanzenliste erstellt werden. Diese soll mit dem jeweiligen Waldeigentümer und dem Kreisforstmeister besprochen und falls nötig angepasst oder ergänzt werden. Auch die Mitarbeiter sollen sich während der Umsetzung aktiv einbringen können und zur zukünftigen Gestaltung des Waldes ihren Beitrag leisten dürfen.

9 Regulärer Waldbau

Der reguläre Waldbau soll im Sinne der Bewirtschaftung von «Ungleichförmigen Wäldern» erfolgen (Anhang: Skript des Lehrgangs 2014/2015 Förster HF in Lyss: Allgemeiner Waldbau «Ungleichförmige Wäldern»).



10 Baumartenwahl

Es muss zwischen heimischen Baumarten, welche in der Schweiz als heimisch gelten und Gastbaumarten (nicht - heimische Baumarten) unterschieden werden. Als heimisch gelten auch Baumarten, welche auf der Alpensüdseite in der Schweiz beheimatet sind. Als Beispiel dient die Edelkastanie (*Castanea sativa*). Diese ist konkret in Betracht zu ziehen als Ergänzung in unseren Wäldern. Bei sämtlichen standortsfremden Baumarten muss geprüft werden, wie diese mit den vorhandenen Standortbedingungen korrespondieren (Boden, Exposition, Wuchsverhalten, etc.). Gastbaumarten stammen aus anderen Ökosystemen, die auch auf anderen Kontinenten beheimatet sein können. Hier müssen die Standortansprüche und das allenfalls invasive Potenzial vorab sehr genau geprüft werden. Es werden nur Gastbaumarten in unser Ökosystem eingebracht, über deren Eignung als Waldbaum bereits gesicherte Daten vorhanden sind. Invasive Baumarten oder ökologisch nachteilige Baumarten werden ausgeschlossen. Zu den Gastbaumarten können auch Hybridformen zählen.

Grundsätzlich sollen die heimischen Baumarten immer den Gastbaumarten vorgezogen werden. Denn es gibt viele heimische Baumarten, welche sicher mit den klimatischen Veränderungen klarkommen werden. Da die Natur keine Landesgrenzen kennt, kann davon ausgegangen werden, dass Baumarten welche in Süd- und Osteuropa als heimisch gelten, nicht als stark gebietsfremd betrachtet werden müssen, wie Baumarten von anderen Kontinenten. Europäische Baumarten würden je nach klimatischer Veränderung und mit viel Zeit neue «standortsfremde» Gebiete auf dem eigenen Kontinent erschliessen und beheimaten, also auch in die Schweiz gelangen. Phänologische Veränderungen gab es in der Natur immer und wird es auch weiterhin geben. Das Ökosystem Wald ist stets im Wandel und keine statische Konstruktion. Dieser Veränderungsprozesse erfolgt sehr langsam und ist daher für uns Menschen nur schwer nachvollziehbar.

Gastbaumarten können in einem vernünftigen Mass zur Ergänzung des Artenbestands, der Holzproduktion, des ökologischen Nutzens und der sozialen Ansprüche in unseren Waldungen Platz finden.



Als Gastbaumarten wären folgende Arten geeignet:

- Resista Ulmen (drei Hybridsorten): Rebona oder New Horizon (*Ulmus japonica* x *Ulmus pumila*) sowie Regal ((*Ulmus hollandica vegeta* x *Ulmus carpinifolia*) (*Ulmus pumila* x *Ulmus carpinifolia hoerholmiensis*))
- Hybridnuss: Gravel Hybrid (*Juglans major* x *Juglans regia*)
- Schwarznuss (*Juglans nigra*)
- Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*)
- Küstentanne (*Abies grandis*)
- Roteiche (*Quercus rubra*)
- Baumhasel (*Corylus colurna*)
- Amberbaum (*Liquidambar styraciflua*)
- Libanon- und Atlaszeder (*Cedrus libani* & *Cedrus atlantica*)
- Orient – Buche (*Fagus orientalis*)
- Silberlinde (*Tilia tomerntosa*)
- Türkische Tanne (*Abies bornmuelleriana*)

Die Aufzählung zeigt einige gut geeignete Baumarten auf, welche mit der klimatischen Veränderung und unseren Standortsvoraussetzungen gut klarkommen. Über diese Arten liegen schon viele wissenschaftliche Studien vor. Sie produzieren allesamt wertvolles Holz und nicht wenige bringen auch ökologische Vorteile mit sich. Aktuell werden laufend neue Erkenntnisse in diesem Gebiet erlangt. Diese Baumarten werden bereits im Strassenbereich und in Siedlungsräumen erfolgreich verwendet, da dort jetzt schon härtere klimatische Bedingungen herrschen. Hier kann der Forst bereits heute von der Baumpflege profitieren. Allfällige Pflanzungen von Gastbaumarten, werden vorab sorgfältig auf ihre Eignung geprüft und mit dem Kreisförster sowie dem jeweiligen Waldeigentümer vorab besprochen.



11 Anhang & Weiterführende Literatur

- Skript vom Lehrgang 2014/2015 Förster HF in Lyss: Allgemeiner Waldbau «Un- gleichförmige Wäldern»
- Auszüge bezüglich Standortkartierung und Baumartenwahl aus der Fachlite- ratur «Die Waldstandorte im Kanton Zürich». Für detaillierte Informationen der einzelnen Waldstandorte können auf dem Kantonalen Gis die Daten abgerufen werden. www.maps.zh.ch > Vegetationskundliche Kartierung der Wälder im Kanton Zürich > Mit dem Cursor auf einen bestimmten Standort im Forstrevier klicken > Danach geht rechts im Kasten «Informationen» das Register «Info» auf > «Details Waldgesellschaften» anklicken > Nun sieht man die detaillierten Angaben für einen bestimmten Standort, dessen Beschrieb und waldbauliche Empfehlung.
- TEEB Synthesis Report - <http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/synthesis-report/>
- <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/fachinfor- mationen/massnahmen-zur-erhaltung-und-foerderung-der-biodiversitaet/strat- egie-biodiversitaet-schweiz-und-aktionsplan.html>
- <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen- studien/publikationen/ziele-und-massnahmen-wald.html>



Centre forestier de formation Lyss
Bildungszentrum Wald Lyss
Fondation Ecole intercantonale de gardes forestieres Lyss
Stiftung Interkantonale Försterschule Lyss

Studiengang „Waldwirtschaft HF“ – Dipl. Förster/In HF

Allgemeiner Waldbau

Ungleichförmige Wälder

Waldbau & Ökologie / D10 (5)

Das vorliegende Dokument wird im Modul D10 (5) „Ungleichförmige Wälder“ des Bildungsgangs „Förster HF“ am Bildungszentrum Wald (BZW) in Lyss als Kursunterlage verwendet. Es dient ausschliesslich Bildungszwecken.

Ein besonderer Dank gebührt den Herren Pascal Junod und Peter Ammann von der Fachstelle Waldbau in Lyss für ihre wertvollen Beiträge als Lektoren und Korrektoren des Dokumentes.

*Lyss, im Dezember 2012
Jacques Doutaz*

Angaben zu Versionen und Überarbeitungen	
Feb. 2013	Jacques Doutaz, BZW Lyss / Übersetzung: Patrick Bonfils, naturavali.com
Nov. 2013	Jacques Doutaz, BZW Lyss

Inhaltsverzeichnis

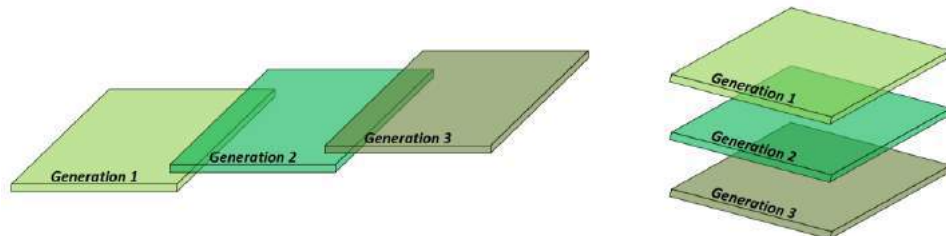
1	EINFÜHRUNG	4
2	DEFINITIONEN	5
2.1	ALLGEMEINES	5
2.2	DIE PLENTERUNG UND IHRE PRINZIPIEN	5
2.3	KLASSISCHER PLENTERWALD	6
2.4	DAUERWALD	8
2.5	CONTINUOUS COVER FOREST (CCF)	10
2.6	GRUPPEN-PLENTERWALD	10
2.7	UNGLEICHFÖRMIGER, MOSAIKARTIGER WALD	11
2.8	ZUSAMMENFASSUNG	12
3	HISTORISCHE ASPEKTE	13
3.1	KLASSISCHER PLENTERWALD	13
3.2	DAUERWALD	15
3.3	DIE PLENTERUNG IM LAUFE DER ZEIT	16
3.4	ZUSAMMENFASSUNG	20
4	BEWIRTSCHAFTUNG UNGLEICHFÖRMIGER WÄLDER	21
4.1	ANWENDUNGSBEREICH	21
4.2	GRUNDLAGENDATEN	21
4.3	EINGRIFFE	33
4.4	ÜBERFÜHRUNG IN UNGLEICHFÖRMIGEN WALD	39
5	BEURTEILUNG DER UNGLEICHFÖRMIGEN WÄLDER	43
5.1	NATÜRLICHKEIT	43
5.2	NACHHALTIGKEIT	44
5.3	PRODUKTION	46
5.4	TECHNISCHE ASPEKTE	53
5.5	SOZIALE ASPEKTE	54
6	ZUSAMMENFASSUNG	55
7	QUELLEN	56

1 Einführung

In der Schweiz wird die Mehrheit der Wälder durch einen klaren Wechsel der Baumgenerationen verjüngt: ist ein Bestand hiebsreif, wird er geerntet und macht seinem jungen Nachfolger Platz. Die Bäume im Bestand gehören folglich alle zur selben Altersgruppe (ausgenommen sind hier eine allfällige Unterschicht oder ein Überhalt). Unterschiedliche Durchmesser sind hier auf ungleiche Vitalität und die individuellen Wuchsbedingungen (z.B. Lichtverhältnisse) zurückzuführen. Altersunterschiede spielen keine Rolle. Die Module D10.2 „Bestandesbehandlung“, D10.3 „Verjüngungsverfahren“ und D10.4 „Waldbauliche Planung“ sind diesen sogenannten *gleichförmigen Wäldern* bzw. den *Altersklassenwäldern* gewidmet.

Gemäss Landesforstinventar (LFI) weisen aber rund 20% des Schweizer Waldes *ungleichförmige* Strukturen auf. Die Verjüngung erfolgt „kontinuierlich“: es werden regelmässig, einzelne, im ganzen Bestand verstreute Bäume entnommen, um die Verjüngung auf der ganzen Fläche zu fördern. Dadurch entstehen stufige Bestände, in denen Bäume unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Grösse dicht nebeneinander stehen. Das vorliegende Modul (D10.5 „Ungleichförmige Wälder“) ist ausschliesslich diesem Waldtyp gewidmet. Es stellt die wichtigsten Formen ungleichförmiger Wälder, ihren geschichtlichen Ursprung und die Grundsätze ihrer Bewirtschaftung vor. Vor- und Nachteile dieser waldbaulichen Behandlungen werden dargestellt.

Schematische Darstellung der beiden Optionen zur Verjüngung der Wälder: klarer Generationenwechsel (links) oder aber Überlagerung verschiedener Generationen in Raum und Zeit (rechts). Im zweiten Fall wird „kontinuierlich“ verjüngt, so dass im Bestand Bäume jeglichen Alters und verschiedener Dimensionen eng miteinander vermischt sind.



2 Definitionen

2.1 Allgemeines

Die Begriffe *Dauerwald* und *Plenterwald* – im Gebirge spricht man auch von *Gruppen-Plenterwald* – werden im forstlichen Sprachgebrauch häufig verwendet; manchmal allerdings mit unterschiedlichem oder gar widersprüchlichem Verständnis. Dieses Kapitel hat nicht den Anspruch „die ursprünglichen und einzig richtigen Definitionen“ dieser Begriffe darzulegen. Ziel soll sein, die Terminologie darzustellen, wie sie im Rahmen des Waldbauunterrichts am BZW Lyss verstanden und angewendet wird.

Man merke sich: die Natur kennt keine Definitionen; diese dienen ausschliesslich als Kommunikationshilfen und sind kein Selbstzweck. Der Waldbau ist damit weniger eine Sache der Worte als der Taten!

2.2 Die Plenterung und ihre Prinzipien

Die Plenterung als waldbauliche Behandlung orientiert sich an folgenden Prinzipien:

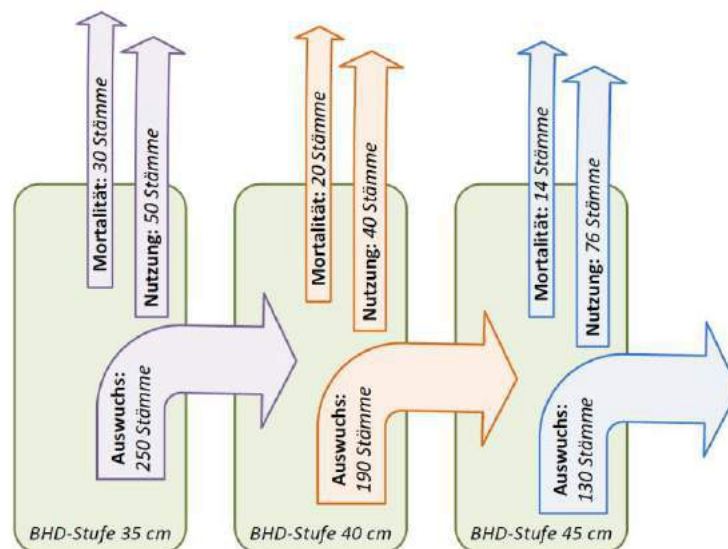
Prinzipien	Beschreibung
Kontinuierliche Beschirmung in Zeit und Raum	<i>Um ein Waldbinnenklima zu erhalten, müssen die im Kronendach geschaffenen Öffnungen einerseits möglichst klein, andererseits aber auch gross genug sein, um eine gute Entwicklung der Verjüngung zu gewährleisten. Die Grösse hängt von den Lichtansprüchen der gewünschten Baumarten ab.</i>
Eine am Einzelbaum ausgerichtete Produktion	<i>Die waldbauliche Behandlung orientiert sich am Individuum (Einzelbaum oder Baumgruppe) und nicht am Bestand.</i>
Kontinuierliche Verjüngung	<i>Die Verjüngung erfolgt nicht in aufeinanderfolgenden und diskontinuierlichen Phasen sondern erfolgt permanent.</i>
Regelmässig wiederholte, unspezifische Eingriffe	<i>Es gibt keinen Unterschied zwischen Durchforstungs- und Verjüngungshieb, da diese ein und demselben Eingriff entsprechen. Dieser wird in regelmässigen Intervallen wiederholt (die Umlaufzeit wird durch den Zuwachs definiert).</i>

Die Plenterung führt idealerweise zu einem *Gleichgewicht* im Wald, so dass die Anzahl Bäume jeder Durchmesserstufe *über die Zeit konstant* bleibt. Bäume, welche ihre Durchmesserstufe aufgrund ihres Zuwachses verlassen (Auswuchs) oder wegen natürlicher Mortalität ausfallen, müssen also durch die gleiche Anzahl Bäume ersetzt werden, welche in dieselbe Klasse nachwachsen (Einwuchs).

Im Folgenden wird der Begriff des Gleichgewichts bezüglich der Anzahl Stämme pro Durchmesserstufe schematisch dargestellt. Im Laufe der Zeit „verliert“ jede Stufe eine gewisse Anzahl Bäume durch natürliche Mortalität, Nutzung oder den Übergang in die nächst höhere Stufe (bedingt durch den Durchmesserzuwachs). Ein ungleichförmiger Wald befindet sich nur dann im Gleichgewicht, wenn der „Verlust“ einer Durchmesserstufe durch den Einwuchs aus der nächst tieferen Stufe kompensiert wird.

In unserem fiktiven Beispiel verliert die BHD-Stufe 40 cm 250 Stämme (190 durch Auswuchs, 40 durch Nutzung und 20 durch natürliche Mortalität). Das Gleichgewicht wird dank 250 Einwüchsen aus der BHD-Stufe 35 cm aufrechterhalten.

Die BHD-Stufe 45 cm verliert ihrerseits 220 Stämme (130 durch Auswuchs, 76 durch Nutzung und 14 durch Mortalität). Die 190 Stämme, welche aus der BHD-Stufe 40 cm nachrücken genug nicht, um den Verlust auszugleichen. Das Gleichgewicht ist nicht sichergestellt, da die BHD-Stufe 45 cm verarmt.



Da sich der Wald nicht an mathematische Modelle hält, gibt es in der Realität kein *perfektes Gleichgewicht*, bei dem sich die Ein- und Auswüchse auf jeder Stufe entsprechen würden. Es ist also illusorisch anzunehmen, dass die Anzahl Stämme in einer Durchmesserstufe immer genau dieselbe bleibt. Es kann also höchstens darum gehen, sich *diesem Ideal möglichst weit anzunähern*, um den Fortbestand der Struktur bestmöglich zu erhalten.

2.3 Klassischer Plenterwald

Der *klassische Plenterwald* zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- *kontinuierliche Verjüngung*, kein klarer Generationenwechsel;
- *einzelstammweise Ernte*, keine flächige Nutzung;
- Bäume *unterschiedlicher Durchmesserstufen* auf *kleiner Fläche* vorhanden ($\geq \frac{1}{2}$ ha);
- *Vorrat und Stammzahlverteilungskurve* bleiben über die Zeit *sehr stabil*;
- im Vergleich zu Tanne und Fichte *schwacher Laubholzanteil* (Maximum 30%);
- ausschließlich aus Baumarten zusammengesetzt, *welche sich im Schatten verjüngen*.

Die wichtigsten Verbreitungsgebiete des Plenterwalds befinden sich in der Schweiz traditionellerweise:

- im *Neuenburger Jura* (z.B. Couvet, Val-de-Travers, Le Locle)
- im *Emmental* im Kanton Bern



Typisches Bild eines Plenterwaldes: Bäume unterschiedlichster Dimensionen stehen dicht beieinander. Versuchsfläche Dürsrüti, Lauperswil (BE).

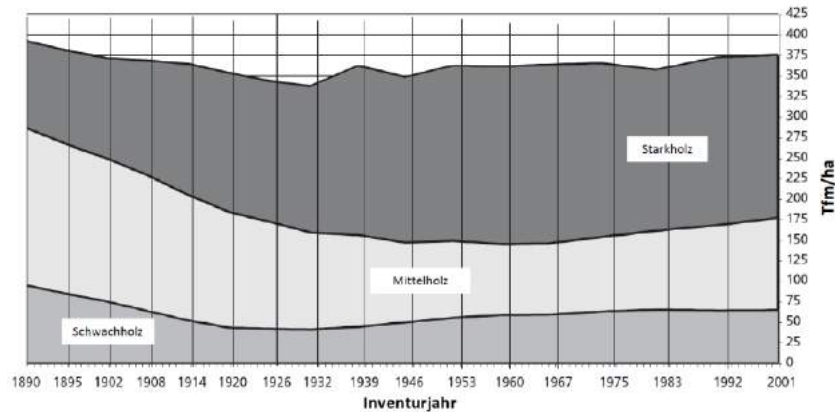
Foto: A. Zingg, WSL.

„Wenn man den Plenterwald beschreiben möchte, würde man sagen (...) dass er strukturiert und gemischt ist, und sein Vorrat, der über die ganze Fläche verteilt ist, keinen nennenswerten Schwankungen ausgesetzt ist. Die gesamte Höhe des Raumes ist mit Chlorophyll ausgefüllt. Schliesslich befindet er sich in einem permanenten Verjüngungsprozess. Alle zeitlich aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen finden sich im selben Moment auf ein und derselben Fläche. Da alle Begrifflichkeiten des Alters aus dem Plenterwald verbannt wurden, findet man auf derselben Fläche alle Grössen, vom Sämling bis zum Veteranen“. Henry Biolley

Der klassische Plenterwald findet sich hauptsächlich in der Tannen-Buchenwald-Stufe (*Abieti Fagetum*). Dies erstaunt nicht, weil:

- die *Tanne* eine ideale Baumart für die Plenterung ist. Ihre *Schattentoleranz* erlaubt eine Verjüngung ohne grosse Lichtzufuhr und ihr Zuwachs bleibt bis ins hohe Alter erhalten;
- einmal freigestellt ist die Kronenentwicklung beim Nadelholz nicht so ungestüm wie bei den Laubbäumen, was eine *Lichtdosierung mit schwachen Öffnungen* im Kronendach erlaubt (stammweises Eingreifen);
- die Nadelhölzer auch bei geringer Lichtzufuhr einen *geraden und aufrechten Schaft* behalten; im Gegensatz zu den Laubhölzern, welche die Tendenz zum Schiefwuchs in Richtung Licht haben (Phototropismus).

Vorratsentwicklung (Tfm/ha) zwischen 1890 und 2001 in der 55 ha grossen Planungseinheit (Serie I in Couvet (NE); Nordexposition, 760 bis 1'020 m ü.M. Die Schwankungen während den 111 Jahren sind gering. Der Gleichgewichtsvorrat wird bei 360 Tfm/ha geschätzt. Mit dem sukzessiven Rückgang des Vorrates zwischen 1890 (392 Tfm/ha) und 1932 (337 Tfm/ha) kommt es zu einer Annäherung an die ideale Struktur (Favre & Oberson, 2002).



2.4 Dauerwald

2.4.1 Ursprüngliche Bedeutung

Der Begriff *Dauerwald* wurde 1922 durch eine Publikation des Deutschen Alfred Möller bekannt (s. Kap. 3.2). Ursprünglich wurde dieser Begriff sehr breit ausgelegt. Möller wollte damit zwei zentralen waldbaulichen Elementen entgegenwirken:

- der *Monokultur*;
- dem *Kahlschlag*.

Möllers Vorstellungen widersprachen in jener Zeit der in Deutschland weit verbreiteten Methode des Grosskahlschlags mit anschliessender Pflanzung.

In mancher Hinsicht entspricht der in der Schweiz praktizierte naturnahe Waldbau den von Möller propagierten Prinzipien. So wird z.B. auch ein feiner Femelhieb diesen Ansprüchen gerecht. Dies erklärt, warum Möllers Werk in Deutschland viel Aufsehen erregte, während es in der Schweiz beinahe unbeachtet blieb. Zudem wurde damals die geregelte Plenterung – welche in ihren Grundsätzen Möllers Ideen entsprach – in Couvet bereits seit drei Jahrzehnten praktiziert.

Der Begriff der *Dauerhaftigkeit* beschränkte sich ursprünglich nicht einzig auf die *dauerhafte Waldbedeckung*, sondern auch auf die *dauerhafte Produktion*. Der Anspruch bestand darin, dass eine Waldparzelle idealerweise permanent dasselbe Holzvolumen und dieselben Sortimente produzieren sollte. Im Gegensatz zu einem gleichförmigen Bestand, bei dem die Produktion vermarktbarer Sortimente nicht gleichmässig über die Zeit verteilt ist.

2.4.2 Aktuelle Auslegung in der Schweiz

Seit Ende der 1990er Jahre erfreut sich der Dauerwald insbesondere in der Deutschschweiz zunehmender Beliebtheit. Dabei wird der Begriff *strenger ausgelegt* als dies Möller ursprünglich getan hat.

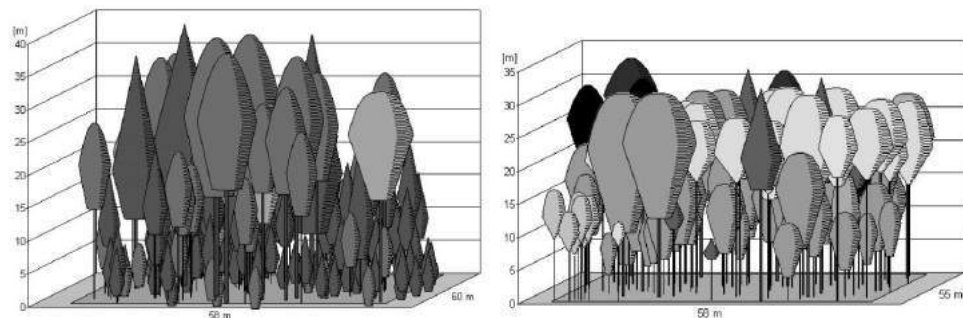
In der modernen Auslegung des Begriffs entspricht der *Dauerwald* einem *Plenterwald mit hohem Laubholzanteil*; dies im Gegensatz zum klassischen Plenterwald. Er ist also auch *in den Tieflagen möglich*, wo die Buche die dominierende Baumart ist.

Der Dauerwald schweizerischer Prägung wird von gewissen Forstleuten als erweiterte Form des klassischen Plenterwaldes verstanden, da auch im Laubholz nach den ursprünglichen Prinzipien der Plenterung gearbeitet wird. Andere argumentieren hingegen, dass der Plenterwald einen Spezialfall des Dauerwaldes darstelle, da dieser universelleren Charakter habe.

Der hohe Laubholzanteil führt, im Vergleich zum klassischen Plenterwald, zu folgenden Unterschieden:

- *geringerer Vorrat*, um die Verjüngung von lichtbedürftigeren Baumarten zu ermöglichen;
- kein ausschliesslich einzelstammweises, sondern ebenfalls *gruppweises* Vorgehen (aus denselben Gründen wie oben);
- die *Vertikalstruktur* (Stufigkeit) ist in den Dauerwäldern im Allgemeinen weniger ausgeprägt als in den klassischen Plenterwäldern, da Halblicht- und Lichtbaumarten die Tendenz haben schnell in die Oberschicht zu wachsen, was bei den Nadelhölzern als Halbschatten- und Schattenbaumarten weniger ausgeprägt ist. Im Dauerwald liegen die verschiedenen Durchmesserstufen eher nebeneinander, während diese im klassischen Plenterwald häufig übereinander zu liegen kommen.

Strukturunterschiede zwischen dem klassischen Plenterwald im Hasliwald bei Oppligen (BE), links und im laubholzreichen Dauerwald in Basadingen (TG), rechts. Die Ungleichförmigkeit des letzteren ergibt sich hauptsächlich aus der Streuung der Durchmesser und nicht aus der Stufigkeit. Dies kann mit dem Wuchstemperament der Laubbäume erklärt werden, welche bei vergleichbarem Durchmesserzuwachs, schneller in die Höhe wachsen als Nadelbäume (Zingg, 2003).



Im Gegensatz zu den klassischen Plenterwäldern können keine typischen Verbreitungsgebiete für die Dauerwälder moderner Prägung angegeben werden, da diese Bewirtschaftungsform einen starken Aufschwung erlebt und viele Bestände aktuell in einer Überführungsphase stecken. Trotzdem können zwei Beispiele genannt werden, welche immer wieder zitiert werden:

- die Wälder in *Basadingen (TG)*, welche aus ehemaligen Mittelwäldern hervorgegangen sind;
- die Wälder in *Deinikon/Baar (ZG)*, welche seit den 1970er Jahren durch Karl Müller, Förster und Vorläufer des Dauerwaldgedankens in der Schweiz, nach den Prinzipien des Dauerwaldes bewirtschaftet werden.

2.5 Continuous Cover Forest (CCF)

Die meisten wissenschaftlichen Artikel werden heute in Englisch publiziert. Dabei wird häufig der Begriff *Continuous Cover Forest*, abgekürzt *CCF*, verwendet. Ohne hier ins Detail zu gehen, kann man davon ausgehen, dass dieser Begriff dem Verständnis von „Dauerwald“ entspricht, wie Möller es 1922 ursprünglich formuliert hatte (s. Kap. 2.4.1).

Weltweit gesehen sind CFF's in zahlreichen Ländern anzutreffen, was darauf hinweist, dass die Prinzipien der Plenterung (s. Kap. 2.2) unter sehr verschiedenen, klimatischen und standörtlichen Bedingungen anwendbar sind. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass das Verständnis von einer „kontinuierlichen“ Beschirmung weitgehend davon abhängt, wo die Grenze für eine maximale Lückengrösse gesetzt wird. Vorstellungen dazu unterscheiden sich jedoch stark von Land zu Land. Während eine Lücke in der Schweiz als zu gross gilt, wird dieselbe Lücke in den Weiten des tropischen oder borealen Waldes kaum wahrgenommen!

Beispiele von CFF's weltweit (Schütz et al., 2012).

<i>Land, Region</i>	<i>Verwendeter Begriff</i>	<i>Anwendungsbereich (Beispiel)</i>
<i>China</i>	<i>Structure-based Forest Management (SBFM)</i>	<i>Pinus koraiensis-Mischwald im Nord-Osten Winterkahle und immergrüne Laubmischwälder</i>
<i>Chile</i>	<i>Tipo Forestal Siempreverde (TFS)</i>	<i>Immergrüne, Schatten- und Halbschattenarten</i>
<i>Mexiko Westliche Sierra Madre</i>	<i>Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI ; ab 1944 entwickelt)</i>	<i>Mischbestände aus Eichen und Föhren</i>
<i>Südafrika Knysna Forests</i>	<i>Knysna harvest control method (ab den 1960er Jahren entwickelt)</i>	<i>Sehr artenreiche Wälder (bis zu 98 verschiedene Arten!)</i>

2.6 Gruppen-Plenterwald

Vor allem im Gebirgswald ist der Begriff des *Gruppen-Plenterwaldes* weit verbreitet. Die schwierigen klimatischen Bedingungen und die Holzernte mit Seilkran erlauben keine stammweise Nutzung wie dies im klassischen Plenterwald möglich ist. Hier ist man zum gruppweisen Arbeiten gezwungen. Als Resultat entsteht ein stufiger Wald, bei dem die Einzelbäume durch *mosaikartig verteilte Kollektive (Rotten) unterschiedlichen Alters* ersetzt werden. Damit ist sowohl die dauerhafte Beschirmung, als auch eine ausreichende, direkte Lichtmenge am Boden sichergestellt (in Hochlagen wegen der minimal notwendigen Verjüngungswärme unverzichtbar).

Die Methode der Gruppenplenterung eignet sich gut für die Verjüngung von Schutzwäldern. Die Schutzwirkung ist dauerhaft gewährleistet, da grosse Lücken vermieden und die kontinuierliche Verjüngung das Gleichgewicht der Altersklassen sicherstellt. Mit den Angaben über die Mindestzahl von Verjüngungskegeln pro ha bauen die Anforderungsprofile der Nais-Richtlinien auf denselben Überlegungen auf.

Die Gruppen-Plenterung inspiriert sich insbesondere an den Beobachtungen von Waldstandorten, die natürlicherweise aus Kleinkollektiven (Rotten) aufgebaut sind. Diese entstehen vor allem in der subalpinen Stufe (z.B. Alpenlattich-Fichtenwald EK 57) und sind durch ein Mosaik von Mikrostandorten charakterisiert, welche für die Verjüngung geeignet oder ungeeignet sind (räumliches Nebeneinander von kleinen Schneemulden und Kuppen). Eine solche Struktur ist allerdings nicht an allen Gebirgswald-Standorten natürlichen Ursprungs. Sie kann auch das Resultat menschlicher Eingriffe sein.

Siehe Kurse D8 „Standortskunde“ und D12 „Gebirgswaldbau“.

2.7 Ungleichförmiger, mosaikartiger Wald

Die Verjüngung von sehr lichtbedürftigen Baumarten wie sie etwa im Mittelland vorkommen (z.B. Eiche, Nussbaum, Kirschbaum, Elsbeere, Waldföhre, Lärche) ist bei einzelstammweisen Eingriffen kaum möglich. Für das Aufkommen der Verjüngung braucht es in der Regel grössere Öffnungen im Kronendach. Wenn solch stärkere Eingriffe den Grundprinzipien der Plenterung entsprechen (s. Kap. 2.2), entstehen daraus kleine, nebeneinanderliegende Baumgruppen unterschiedlichen Alters und damit sogenannt *ungleichförmige, mosaikartige Wälder*.

Die Öffnungen bei solch mosaikartigen Eingriffen sind grösser als dies bei den Dauerwäldern moderner Prägung üblich ist (bis zu 5'000 m² gemäss den waldbaulichen Richtlinien im Kanton Neuenburg).

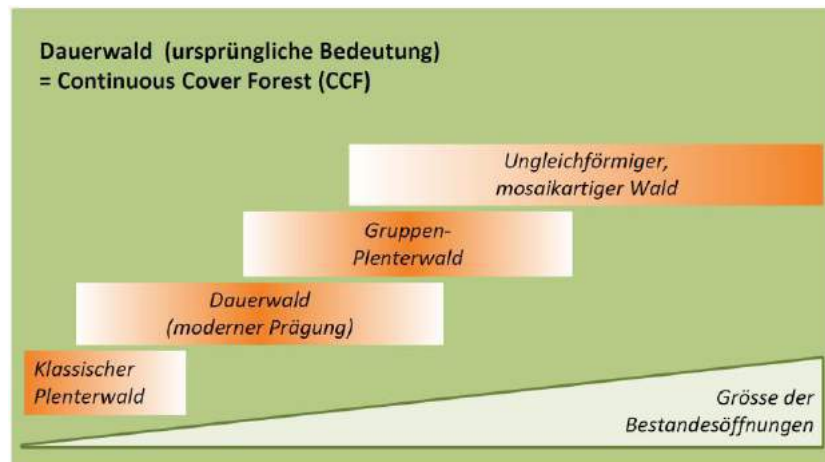
Im Gegensatz zum Verjüngungsverfahren im Femelschlagbetrieb (s. Modul D10.3), werden die in den Lücken entstandenen Verjüngungskegel *nicht* erweitert, um den umstehenden Altbestand zu nutzen. Wenn Randbäume entfernt werden, geschieht dies einzig zur Sicherstellung einer genügenden Lichtzufuhr für die Entwicklung der bereits etablierten Jungbäume.

Waldbauliche Eingriffe nach dem Prinzip der ungleichförmigen, mosaikartigen Wälder werden insbesondere in den unteren, seenahen Lagen des Kantons Neuenburg praktiziert. Die Erfahrung hat gezeigt (s. Kap. 3.3.2), dass einzelstammweise Eingriffe bei der dort vorkommenden grossen Vielfalt, häufig lichtbedürftiger Baumarten wenig erfolgversprechend sind.

2.8 Zusammenfassung

Die Übergänge zwischen dem *klassischen Plenterwald*, dem *Dauerwald moderner Prägung*, dem *Gruppen-Plenterwald* und dem *ungleichförmig mosaikartigen Wald* sind fließend. Die Unterschiede bestehen hauptsächlich in der Grösse der Öffnungen, dem Anteil Laubholz und dem Anwendungsbereich. Diese Kriterien können als Orientierungshilfe entlang eines Kontinuums dienen.

Zusammenfassende Darstellung der Hauptformen ungleichförmiger Wälder in Funktion der Grösse der Bestandesöffnungen.



Zusammenfassende Tabelle der Hauptformen ungleichförmiger Wälder in Funktion ihrer Merkmale.

<i>Ungleichförmiger Wald</i>	<i>Merkmale</i>
<i>Klassischer Plenterwald</i>	<i>Mehrheitlich Nadelholz Schattenbaumarten Einzelstammweise Eingriffe Vor allem in der Tannen-Buchenwald-Stufe</i>
<i>Dauerwald moderner Prägung</i>	<i>Mehrheitlich Laubholz Einzelstamm- oder horstweise Eingriffe In Tieflagen möglich</i>
<i>Gruppen-Plenterwald</i>	<i>Fokus auf Kollektiv und nicht Individuum Typisch für den Gebirgswald</i>
<i>Ungleichförmiger, mosaikartiger Wald</i>	<i>Grösse der Bestandesöffnungen in Funktion der Lichtbedürftigkeit der Baumarten Mit allen Baumarten möglich</i>

3 Historische Aspekte

3.1 Klassischer Plenterwald

3.1.1 Allgemeines

Die klassischen Plenterwälder der Schweiz sind zwei unterschiedlichen Entstehungsgeschichten zuzuordnen:

- die *ursprüngliche Plenterung*, ist aus der bäuerlichen Nutzung von Privatwäldern hervorgegangen;
- die *geregelt Plenterung* geht auf eine Methode der Forsteinrichtung zurück.

Während erstere eine Errungenschaft der „Basis“ darstellt und das Resultat einer bäuerlichen Privatwaldnutzung ist, wurde letztere vom Forstdienst als Methode zur Steuerung des Waldwachstums entwickelt. Beide Formen werden nachfolgend beschrieben.

3.1.2 Ursprüngliche Plenterung

Im Emmental (BE) sind die meisten Wälder in Privatbesitz. Als wichtiger Teil eines Landwirtschaftsbetriebes werden sie traditionellerweise von den Bauern selber bewirtschaftet. Die Holzerei bietet ein zusätzliches Einkommen während des Winters und sorgt für die notwendigen Holzsortimente (Bauholz, Brennholz, Pfähle usw.).

Im Emmental sagt der Volksmund: ein Bauernhof ohne Wald ist wie ein Bett ohne Decke.

Diese Plenterwälder der *Tannen-Buchenwald-Stufe* sind natürlicherweise aus Buche, Tanne und zu einem geringeren Anteil aus Fichte zusammengesetzt. Alles Baumarten, welche sich auch im Schatten verjüngen.

Die Holzschläge im Emmental wiesen aus Gründen der Arbeitsorganisation, der Zerstückelung des Eigentums oder auch wegen des geringen Holzbedarfs nur geringe Ausmasse auf, wurden aber regelmässig durchgeführt. Die diffuse Entnahme von Bäumen (stammweise Nutzung) verbunden mit der Schattentoleranz der standortsheimischen Baumarten führte „ganz natürlich“ zum Entstehen ungleichförmiger Wälder.

Dieser Waldzustand entsprach genau den Vorstellungen und Bedürfnissen der Bewirtschafter (ständige Verfügbarkeit von Bäumen jeglicher Grösse selbst auf kleiner Fläche) und hat sich bis heute so erhalten. Die Tradition dieser bäuerlichen Privatwaldnutzung wurde vom Vater an die Söhne weitergegeben und kann als ursprüngliche Form der Plenterung betrachtet werden. Sie hat sich aus der „Natur der Sache“ ergeben und keinerlei Bezug zu besonderen Prinzipien der Forsteinrichtung.

Die Wälder im Emmental sind nur ein Beispiel (sicherlich das Bekannteste) für diese ursprüngliche Form der Plenterung. Es gibt in Europa, vor allem im Verbreitungsgebiet des Tannen-Buchenwaldes, aber auch andere, vergleichbare Vorkommen. Beispiele dafür finden sich vor allem in gewissen Region des Schwarzwaldes (Deutschland), in Bregenz (Österreich) und im Norden von Slowenien.

3.1.3 Geregelte Plenterung

Aufgrund der Übernutzungen im 18. und 19. Jahrhundert bestand eine der wichtigsten Aufgaben des Forstdienstes in der Nutzungskontrolle. Aus dieser Optik erschien die Plenterung als ungeordnete Nutzung, welche nur schwer zu kontrollieren war, da auf der ganzen Waldfläche verteilt Bäume entnommen wurden (zufällige Ernte). Entsprechend bevorzugte man die Einrichtung von *Altersklassenwäldern*, wie sie zu dieser Zeit üblicherweise in den Wirtschaftswäldern empfohlen und auch an den Forstschulen gemäss der Deutschen Methode gelehrt wurde. Die Nutzungskontrolle baute entsprechend auf der *Flächenkontrolle* der Nutzungshiebe auf.

Im ersten Forstgesetz aus dem Jahre 1827 wurde im benachbarten Frankreich die Plenterung kurzerhand verboten. Diese wurde als ungeordnete Plünderung der schönsten Stämme dargestellt. Im Grossherzogtum Baden in Deutschland (Region Schwarzwald) wurde im Jahre 1833 ein Gesetz mit demselben Inhalt verabschiedet.

Gegen den Widerstand breiter Forstkreise verbreitete ab 1850 ein Förster namens *Adolphe Gurnaod (1825-1898)* im französischen Jura die Idee der Plenterung. Diese hatte aus seiner Sicht zahlreiche Vorteile zu bieten. Im Jahre 1878 schlug er vor, die Nutzungskontrolle nicht auf *Fläche* und *Umtriebszeit* auszurichten, sondern vielmehr auf den *Volumenzuwachs*. Auf diese Weise entwickelte er die berühmt gewordene *Kontrollmethode* (s. Modul B4-6.2 „Waldinventuren“). Da es mit seinen Vorgesetzten zu Konflikten kam, fand seine Entwicklung keine Beachtung, so dass er seine Ideen nie wirklich in Praxis umsetzen konnte.

Die Gemeinde Syam, unweit von Champagnole im französischen Jura, wollte ihre Wälder nach den Methoden von Gurnaod einrichten. Der Streit mit der Forstverwaltung, welche der Methode strikt ablehnend gegenüberstand, nahm ein derartiges Ausmass an, dass dieser bis vor die Nationalversammlung getragen wurde und schliesslich sogar bis zum Präsidenten der Republik gelangte!

Henry Biolley (1858-1939), ein junger Schweizer Forstingenieur, wurde 1880 zum Kreisforstinspektor in Couvet ernannt. Er hatte die Kontrollmethode an der Weltausstellung 1879 in Paris kennengelernt und war von Gurnaod's Ideen überzeugt. Er führte die Methode ein und verbesserte sie aufgrund seiner parktischen Erfahrungen. Mit Hilfe von Vollkluppierungen konnte er im Plenterwald von Couvet überprüfen, ob Nutzung und Zuwachs im Gleichgewicht standen. Bis zum heutigen Tag gilt er als Erfinder der *geregelten Plenterung* und hat diese zu einem *grundlegendem Prinzip der Forsteinrichtung* gemacht. Er fand damit internationale Beachtung. Couvet wurde zum Reiseziel für Waldbauer aus der ganzen Welt.

Die Kontrollmethode wie sie von Biolley praktisch umgesetzt wurde, beruht auf folgenden Grundsätzen:

- *Einführung von fixen Parzellengrenzen;*
- *Vollkluppierung der Bestände;*
- *Stehendkontrolle aller Nutzungen;*
- *Anwendung eines konventionellen Einheitstarifs.*

Eine andere markante Persönlichkeit aus der Geschichte der Plenterwälder findet sich in der Person von *Walter Ammon (1878-1956)*. Als Forstinspektor in Thun (1912 bis 1944) hat er die Plenterung aus Überzeugung betrieben und 1945 die Stiftung Pro Silva Helvetica gegründet. Diese hat die Förderung des Plenterwaldes in ihrer offenen Auslegung zum Ziel (siehe www.pro-silva-helvetica.ch).

Schliesslich muss erwähnt werden, dass auch in Deutschland einige Persönlichkeiten das Prinzip der ungleichförmigen Wälder unterstützt haben. Dies gilt insbesondere für *Karl Gayer* (1822-1907), Waldbauprofessor an der Universität München, auch wenn dieser nicht direkt von Plenterwäldern nach schweizerischem Verständnis sprach. Er publizierte 1886 ein Werk mit dem Titel: „Der gemischte Wald, seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft“.



Karl Gayer
1822-1907



Adolphe Gurnaud
1825-1898



Henry Biolley
1858-1939



Walter Ammon
1878-1956

3.2 Dauerwald

Alfred Möller, Direktor der Forstakademie in Eberswalde (Deutschland), publiziert im Jahre 1922 ein Buch mit dem Titel „Der Dauerwaldgedanke, sein Sinn und seine Bedeutung“. In seinem Werk betrachte Möller den Wald wie ein *komplexes Organ* – heute würden wir sagen, wie ein Ökosystem – was eine gesamtheitliche Betrachtung des Waldes voraussetzte. Es scheint, dass die Wurzeln der Möllerschen Visionen in den Urwäldern Brasiliens zu suchen sind, wo er während eines 3-jährigen Aufenthalts tropische Pilze studierte.

Es sei an dieser Stelle vermerkt, dass Biolley bereits 1901 die gleiche Idee formuliert, indem er dem Wald die Bedeutung eines Lebensraumes gibt, der in seiner Gesamtheit zu betrachten ist: „Der Wald ist ein lebender Organismus (...), bestehend aus einem Verbund von Organismen, welche durch die Gesetze und die Bedürfnisse reeller Solidarität miteinander verbunden sind“. Dieses profunde und visionäre Verständnis des forstlichen Milieus – lange bevor der Begriff des Ökosystems im Jahre 1935 zum ersten Mal verwendet wird – hat in überragendem Masse zur Entwicklung des Waldbaus beigetragen.

In seinem Werk spricht Möller nicht von der perfekten Ungleichförmigkeit (wie sie in einem Plenterwald vorherrscht), sondern einzig von einem *stufigen und gemischten Wald*, so wie er auch bei einem feinen Femelhieb entsteht. Von diesem Standpunkt betrachtet, stellt der Plenterwald zwar die ideale, aber nicht die einzig mögliche Form eines Dauerwaldes dar. Je nach Standort und den vorhandenen Baumarten erfordert die Begründung eines Dauerwaldes ein differenziertes Vorgehen. Die Allgemeingültigkeit des Prinzips wird dadurch aber nicht in Frage gestellt.



Alfred Möller
1860-1922

Um sein Konzept praktisch abzustützen, versucht Möller den Wald von Bärenthoren in Norddeutschland stufig zu gestalten. Es handelt sich dabei um Waldföhrenbestände auf sandigen und relativ armen Böden. Aufgrund der Lichtbedürftigkeit der Föhre konnte die Stufigkeit nicht einzelstammweise, sondern nur gruppweise angestrebt werden!

Noch im Jahr der Publikation seines Buches verstirbt Möller nach einem plötzlichen Herzstillstand. Obwohl verschiedene Waldbesitzer – hauptsächlich Private – versuchen, seine Ideen in die Bewirtschaftung ihrer Wälder zu integrieren, finden Möllers Überlegungen auf universitärer Stufe zu jener Zeit keine Anhänger.

Auch in der Schweiz wird die Waldbewirtschaftung nach den Prinzipien des Dauerwaldes vor allem von der Praxis und nicht von der Lehre getragen. Einige Praktiker, welche mit deutschen Kollegen in Kontakt stehen, versuchen diese Prinzipien in den von ihnen betreuten Wäldern umzusetzen. Die Begeisterung für den Dauerwald verbreitet sich ab den 1990er Jahren vor allem in der Deutschschweiz. Möglicherweise spielt hier auch die sprachliche Verwandtschaft eine Rolle (Kontakt mit Deutschland). Karl Müller, Förster in *Deinikon/Baar im Kanton Zug*, spielt dabei eine Vorreiterrolle, da er die Grundsätze der Plenterung seit den 1970er Jahren anwendet. Interessanterweise gibt es im Kanton Zug im Tannen-Buchenwald-Areal auch klassische Plenterwälder. Dies mag vielleicht erklären, warum die Prinzipien der Plenterung schon früh auf die Laubwälder übertragen wurden (s. zum Vergleich die Entwicklung der Plenterung im Kanton Neuenburg im Kap.3.3.2).

3.3 Die Plenterung im Laufe der Zeit

3.3.1 Wissenschaftliche Debatte

Die *ursprüngliche Plenterung*, welche aus der bäuerlichen Privatwaldnutzung hervorging, ist sicherlich schon sehr alt. Ihre Entstehungsgeschichte ist nur schwer zu rekonstruieren, da sehr wenig dokumentiert ist (keine Betriebspläne, mündliche Weitergabe des Wissens usw.).

Bei der *geregelt Plenterung* ist die Situation verschieden. Ursprünglich von den Forstdiensten verboten, haben die von Gurnaud entwickelten Ideen gegen Ende des 19. Jahrhunderts eine lebhafte Debatte über die Plenterung ausgelöst (s. Kap. 3.1.3). Zu jener Zeit wurde diese auch zu einem Diskussionsthema auf wissenschaftlicher Ebene. Dies hat dann auch die Forstdienste dazu motiviert, sich mit der Plenterung als Alternative zum Altersklassenwald zu beschäftigen.

Trotz der Intensität der damaligen Debatte, hat sich die Plenterung schliesslich nur in den Regionen etablieren können, wo die *Tanne* natürlicherweise eine wichtige Rolle in der Baumartenmischung spielt.

Die Fläche der klassischen Plenterwälder in Westeuropa wird auf 370'000 ha geschätzt. Diese befinden sich fast ausschliesslich in gebirgigen Regionen. Selbst in Slowenien und der Schweiz, den Ländern mit dem grössten Anteil klassischer Plenterwälder, macht diese Behandlungsmethode nicht mehr als 10% der gesamten Waldfläche aus.

Karte der wichtigsten Regionen mit einer langen Plenterwaldtradition (nach Schütz, 2001)



- 1 Französischer Jura
- 2 Kanton Neuenburg (Schweizer Jura)
- 3 Emmental (BE)
- 4 Schwarzwald, Deutschland
- 5 Distrikt Bregenz (Österreich) und Allgäu (Deutschland)
- 6 Buchen-Plenterwälder, Thüringen (Deutschland)
- 7 Karawanken, Nord-Slowenien
- 8 Dinarische Alpen, Zentral-Slowenien

3.3.2 Erfahrungen im Kanton Neuenburg

Ab 1890 beginnt Biolley, von Gurnaude's Ideen überzeugt (s. Kap. 3.1.3), die Plenterung in Couvet (NE) in die Praxis umzusetzen. Bis 1917 experimentiert er als Kreisförster mit der Methode, bevor er bis 1927 den Posten eines Kantonsoberröforsters bekleidet. Auf diese Weise kann er seine Erfahrungen dem ganzen Forstdienst weitergeben und die geregelte Plenterung im Kanton Neuenburg verankern.

Die erfolgreiche Plenterung in Couvet regt dazu an, die Methode andernorts im Kanton Neuenburg anzuwenden. Dies geschieht insbesondere im Forstkreis der „Montagne de Boudry-Béroche“, wo *Jämes Péter-Contesse* (1896-1983) von 1925 bis 1961 als Forstinspektor wirkt. Während seiner Amtszeit und selbst nach seiner Pensionierung publiziert er zahlreiche Artikel zum Thema. Damit sind seine Erfahrungen mit der Plenterung und die Entwicklung seiner Ideen ausgezeichnet dokumentiert.



*Jämes Péter-Contesse
1896-1983*

In den frühen Publikationen von Jämes Péter-Contesse lernt man zuerst den noch jungen Autoren kennen, der von der Idee begeistert ist, die Wälder seines Forstkreises in Plenterwälder umzuwandeln und so das von seinem Vorgänger begonnene Werk weiterzuführen. Im Jahre 1925 bestehen diese Wälder fast ausschliesslich aus Tanne und Fichte, was der üblichen Mischung der klassischen Plenterwälder entspricht.

Photographie der Wälder von Boudry im Juni 1912 (620 m ü.M.). Der gleichförmige Bestand ist im Dezember 1911 von einem Sturm arg in Mitleidenschaft gezogen worden und besteht zu mehr als 90% aus Tanne und Fichte (Junod, 2007).



*Commune de Boudry. (Ouragan du 21/22 Décembre 1911).
Etat en juin 1912 — Chablis m³: 10078, vendus nets Fr. 162,957.90.*

Der gleiche Bestand am selben Ort im Jahre 2007. Das Laubholz ist nun klar dominierend, was der natürlichen Entwicklung auf diesem Standort entspricht. Die Struktur ist nun ungleichförmig (Junod, 2007).



Die trockenen Sommer der Nachkriegszeit (1947-1949) führen in den übernutzten Beständen zu einem schweren Tannensterben. Die Tanne, welche zwischen 450-900 m ü.M. stockt, leidet oft unter Mistelbefall und ist auf den stark drainierten Moräneböden oder den flachgründigen Kalkböden ganz besonders empfindlich auf Trockenheit. Jämes Péter-Contesse kommen Zweifel, ob die Wälder seines Forstkreises tatsächlich nach der Methode der klassischen Plenterung bewirtschaftet werden können. Dank seiner ausgezeichneten Beobachtungsgabe stellt er fest, dass in den Lücken, welche durch die Zwangsnutzungen entstehen, lichtbedürftige Laubbaumarten aufkommen. Die Natur kämpft sich zurück und leckt ihre Wunden. Zu einer Zeit wo noch keine Standortskarten existieren, erkennt der erfahrenere Waldbauer die Notwendigkeit, die *Baumartenmischung den lokalen Gegebenheiten anzupassen*. Weniger Nadelholz und mehr Laubholz heisst die Devise! Entsprechend passt er seine Eingriffe an. Wenn die vorkommenden Baumarten nämlich mehr Licht brauchen, muss man sich von der einzelstammweisen Nutzung verabschieden und grössere Bestandesöffnungen tolerieren. Dank seiner grossen Erfahrung (36 Jahre im gleichen Forstkreis) hat es Jämes Péter-Contesse verstanden, die Grundsätze der klassischen Plenterung zu erhalten (Holzschläge in regelmässigen Zeitabständen, auf das Individuum ausgerichtete Produktion) und an die Verhältnisse der seenahen bzw. tiefen Lagen anzupassen.

Folgende Zitate (sinngemäss übersetzt!) dokumentieren typische Meilensteine in der gedanklichen Entwicklung von Jämes Péter-Contesse:

1932 „Der gleichförmige Wald ist ein rebellisches [Schul-] Kind und sperrt sich gegen alle Fächer des modernen Waldbaus.“

1953 „Die Erfahrung der letzten Jahre zeigt, dass wir dank natürlichen Jungwüchsen überall hätten zahlreiche Nebenbaumarten einführen können. Und zwar durch die Schaffung grösserer Lücken, welche dem höheren Lichtbedarf all dieser unbekanntenen Baumarten entsprochen hätten. Von nun an werden wir das tun.“

1953 „[...], immer dem gleichen Leitgedanken der Plenterung folgend, wird man eine Behandlungsmethode für die Laubwälder der Tieflagen finden müssen; für die Wälder, die natürlicherweise entstehen werden. Die Plenterung ist eine universell anwendbare Methode; ihre Anwendung beschränkte sich im Kanton bisher auf besondere Verhältnisse. Es geht nun darum, den derzeitigen Rahmen zu erweitern, um die viel variableren und schwierigeren Bedingungen der Tieflagen einbinden zu können. Dieser neue Rahmen muss geschaffen werden. „

1972 „Da Eiche und Föhre zu den natürlichen Hölzern der Tieflagenstandorte im Jura gehören, kann nicht auf die Schaffung von Bestandesöffnung über einem geräumten Boden als waldbauliche Massnahme verzichtet werden. Selbstverständlich zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort; und hier ist das Wissen und das Können des Waldbauers gefragt!“

Wenn Biolley am praktischen Beispiel gezeigt hat, dass die Ideen von Gurnaund umsetzbar sind, so hat Jämes Péter-Contesse bestätigt, das sich die Prinzipien der Plenterung nicht auf die einzelstammweise Anwendung in Nadelwäldern beschränken.

3.3.3 Plenterung und Laubbaumarten

Rund 100 Jahre nach der Einführung der Plenterung im Kanton Neuenburg, erlebt diese seit Ende der 1990er Jahre, hauptsächlich in der Deutschschweiz, einen neuen Aufschwung in den Laubwäldern. Diese zweite Welle der Plenterung, welche den *Dauerwald moderner Prägung* verspricht, inspiriert sich weitgehend an einer gleichlaufenden Bewegung in Deutschland. Erstaunlicherweise finden dabei die Erfahrungen, welche Mitte des 20. Jahrhunderts in der Schweiz mit der Plenterung im Laubholz gemacht wurden (s. Kap. 3.3.2), recht wenig Beachtung.

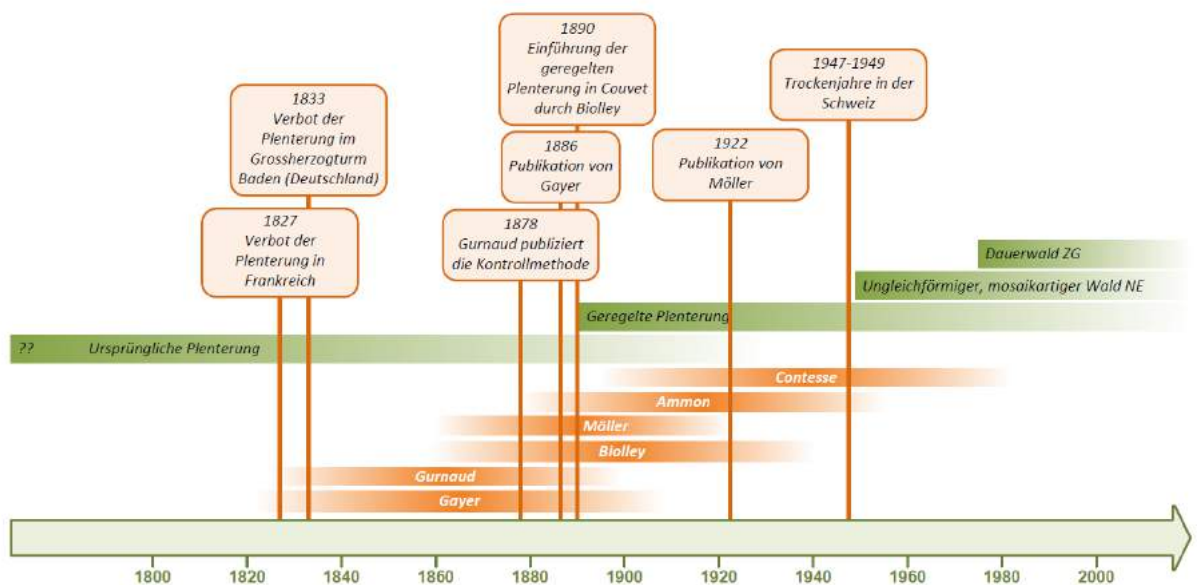
Im Gegensatz zu den Experimenten von Biolley, welche zu einer Zeit durchgeführt wurden als die Vollkluppierung üblich war, können die aktuellen Dauerwaldversuche – mit Ausnahme einiger Kontrollflächen – nur selten auf *präzise Inventurdaten* zurückgreifen. Dies erschwert die Suche nach einem Gleichgewichtsvorrat und einer zweckmässigen Struktur. Erschwerend kommt hinzu, dass die *Baumartenzusammensetzung* in den Dauerwäldern, im Vergleich zu den klassischen Plenterwäldern, viel diverser ist. Schliesslich kann das Wuchstemperament der einzelnen Baumarten sehr verschieden sein. Die aktuellen Versuche vieler Praktiker werden sicherlich wertvolle Hinweise über diese neue Betriebsart liefern.

In Frankreich hat der Verein AFI (Association Futaie Irrégulière) zur Förderung ungleichförmiger Wälder, vor über 20 Jahren begonnen, ein Netz von Referenzflächen einzurichten. Jede einzelne Fläche wird ertragskundlich, ökonomisch und ökologisch begleitet. Diese Aufnahmen sollen dazu beitragen, Methoden der Bewirtschaftung und waldbauliche Techniken in ungleichförmigen Wäldern zu verbessern. In 2012 wurden unter Leitung des Vereins AFI auch in der Schweiz drei Flächen eingerichtet.

In Frankreich erlebt die Behandlung ungleichförmiger Wälder seit einigen Jahrzehnten auch im Laubholz einen deutlichen Aufschwung. Diese Art der Bewirtschaftung wird häufig bei alten, in Überführung begriffenen Mittelwäldern angewendet.

3.4 Zusammenfassung

Die unten dargestellte Grafik zeigt einige markante Ereignisse in der Geschichte der ungleichförmigen Wälder.



4 Bewirtschaftung ungleichförmiger Wälder

4.1 Anwendungsbereich

Die im vorliegenden Kapitel dargestellten Grundsätze zur Bewirtschaftung ungleichförmiger Wälder lassen sich anwenden auf:

- den klassischen Plenterwald;
- den Dauerwald moderner Prägung;
- den Gruppen-Plenterwald;
- den ungleichförmigen, mosaikartigen Wald.

Aufgrund besonderer Ausprägungen (Standortsverhältnisse, Wuchstemperament der Baumarten, Grössen der Lücken usw.) können bei der Bewirtschaftung der verschiedenen Typen ungleichförmiger Wälder natürlicherweise geringe Unterschiede auftreten. Die *grundlegenden Prinzipien* (s. Kap.2.2) gelten aber für *alle* Waldtypen.

Es muss hier darauf hingewiesen werden, dass die waldbauliche Behandlung der *Wytweiden* ebenfalls auf den gleichen Prinzipien beruht. Auch wenn die Wytweiden mit ihren abwechselnd offenen und bewaldeten Zonen eigentlich nicht als ungleichförmige Wälder gelten, so sind sie geschichtlich gesehen doch aus einer Art einfachen Plenterung, mit der Entnahme von isolierten Bäumen, entstanden. Ihr Fortbestand ist nur dann gewährleistet, wenn sich die bewaldeten Flächen aus Bäumen jeglicher Dimension zusammensetzen. Die ideale Struktur gleicht derjenigen eines ungleichförmigen Waldes und auch die Schläge auf der Wytweide sind mit den Plenterhieben vergleichbar.

4.2 Grundlagendaten

4.2.1 Vorrat

Im ungleichförmigen Wald muss bei kontinuierlicher Beschirmung die *Lichtzufuhr* genügend hoch sein, um eine immerwährende Verjüngung sicherzustellen. Die Frage des *idealen Vorrats* ist also entscheidend, da er:

- nicht zu hoch sein darf, um das *Aufkommen und die Entwicklung der Verjüngung zu erlauben*;
- nicht zu tief sein soll, um das *Produktionspotenzial des Standortes auszuschöpfen*.

Die Bestimmung des *Gleichgewichtsvorrates* ist keine philosophische Frage, sondern entspricht dem Streben nach einem *Idealzustand*, der sowohl die Fortdauer des Waldes als auch eine optimale Produktivität berücksichtigt.

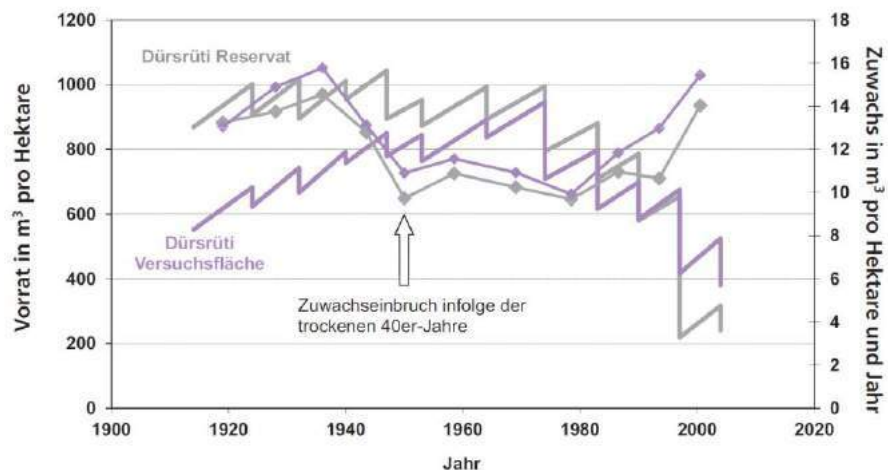
Der berühmte Plenterwald bei Dürsrüti (Lauperswil/BE, ca. 900 m ü.M.) im Emmental wurde 1912 unter Schutz gestellt, um die dortigen Riesentannen zu erhalten. Die 10 grössten Bäume (BHD zwischen 100 und 143 cm!) sollten gemäss den vertraglichen Vereinbarungen nur bei angeschlagener Gesundheit geerntet werden dürfen. Auf der Kontrollfläche wurde zwischen 1914 und 1974 ein Vorrat von beinahe 1'000 Tfm gemessen! Die Inventuren zeigten, dass dieser rekordverdächtige Vorrat das Aufkommen einer genügenden Verjüngung verunmöglichte. Aufgrund von Zwangsnutzungen sank der Vorrat ab 1974 innert 23 Jahren auf 218 Tfm/ha. Ein übertrieben hoher Vorrat ist also nicht nachhaltig: er schadet der Struktur und führt zu starken Vorratsschwankungen, was den Plenterwaldprinzipien widerspricht!



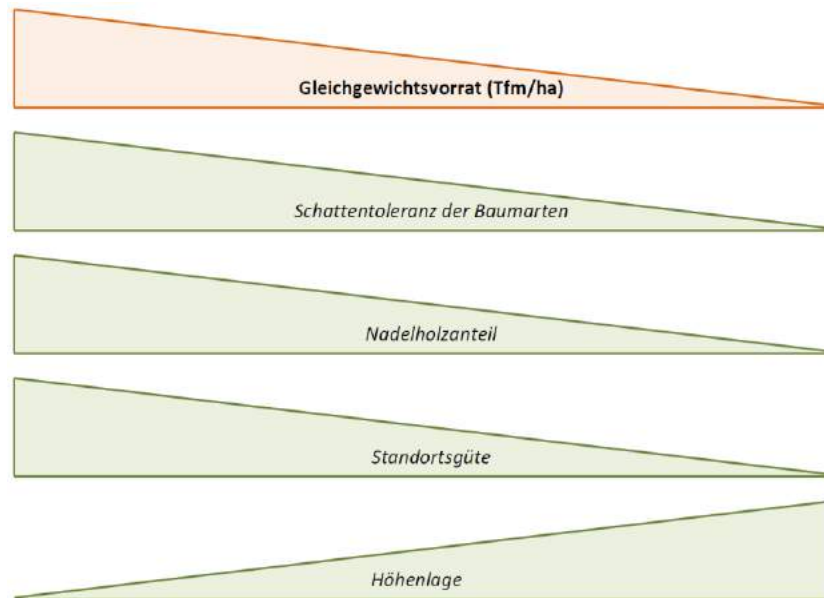
Einer der Giganten bei Dürsrüti (Lauperswil/BE), wurde 1947 gefällt: Brusthöhendurchmesser 143 cm; Höhe 55 m; Volumen 40 m^3 , Alter ungefähr 300 Jahre. Die Person neben dem Baum ist der Grossrat Andreas Arm. Nach seinem Tod im Jahre 1911 wurde seine Parzelle zum Reservat erklärt.

Es muss hier präzisiert werden, dass der Zuwachs in einem ungleichförmigen Wald weitgehend *unabhängig* vom Vorrat ist. Der Vorrat kann also in anderen Worten innerhalb einer gewissen Bandbreite schwanken, ohne dass dies einen grossen Einfluss auf den Zuwachs hätte. Hingegen zeigen die Erfahrungen, dass die *klimatische Bedingungen* (z.B. Trockenjahre) grosse Auswirkung auf den Zuwachs haben können.

Vorrats- (in m^3/ha ; Linie ohne Punkte) und Zuwachsentwicklung ($\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{Jahr}$; punktierte Linie) in zwei Kontrollfläche der WSL im Plenterwald bei Dürsrüti. Der Rückgang des Zuwachses Ende der 1940er Jahre ist auf eine mehrjährige Trockenperiode zurückzuführen und nicht durch eine Vorratsänderung bedingt (Zingg, 2011).



Die Darstellung unten zeigt, mit welchen Elementen der Gleichgewichtsvorrat ungleichförmiger Wälder positiv oder negativ korreliert:



- Schattentoleranz* Je *schattentoleranter* die vorhandenen Baumarten, desto höher kann der Gleichgewichtsvorrat sein, ohne die Verjüngung in Frage zu stellen.
- Nadelholzanteil* Je grösser der *Nadelholzanteil*, desto höher kann der Gleichgewichtsvorrat sein. Dies ergibt sich aus dem Unterschied von *Form* und *Wuchstemperament* zwischen Laub- und Nadelholz. Die Ausnützung des Raumes ist bei den Nadelhölzern besser, da die Krone konisch geformt ist. Die Stammzahl pro ha ebenso wie der Vorrat sind bei gleichem Lichtbedarf in einem Nadelholzbestand höher als in einem Laubholzbestand (unabhängig, ob es sich um in einem gleichförmigen oder ungleichförmigen Wald handelt). Bestehende Unterbrüche in der Kronendecke werden beim Nadelholz weniger schnell geschlossen als beim Laubholz (z.B. die Buche). Damit ist im ersten Fall das Aufkommen von Verjüngung eher möglich.
- Standortgüte* Je *nährstoffreicher ein Standort*, desto höher wird der Vorrat der dort wachsenden Bestände sein. Diese gilt sowohl für einen gleichförmigen als auch für einen ungleichförmigen Bestand.
- Höhenlage* Je höher gelegen ein Standort, desto tiefer die Temperaturen. In der subalpinen Stufe zum Beispiel, ist die Verjüngung auf direktes Sonnenlicht angewiesen, da das diffuse Licht nicht genügend Wärme liefert, um deren Entwicklung zu erlauben. Der Vorrat muss also geringer sein als in den Tieflagen.

Auf den schweren, tiefgründigen und vernässten Böden des Emmentals ist der Tannenanteil höher als auf dem Kalk der Neuenburger Berge; zudem ist die Wüchsigkeit der Böden besser. Entsprechend ist der Gleichgewichtsvorrat in der ersten Region höher als in der zweiten, denn die grosse Schattentoleranz der Tanne und die Standortbedingungen ergeben einen höheren Vorrat. Selbst in Couvet (NE) ist der Gleichgewichtsvorrat auf der südexponierten Talseite (mittlerer Gesamtwuchs 8.0 Tfm/ha*Jahr) geringer als auf der nordexponierten Seite (mittlerer Gesamtwuchs 9.8 Tfm/ha*Jahr).

In untenstehender Tabelle sind *charakteristische Gleichgewichtsvorräte* von ungleichförmigen Wäldern dargestellt, welche seit langer Zeit als solche bewirtschaftet werden:

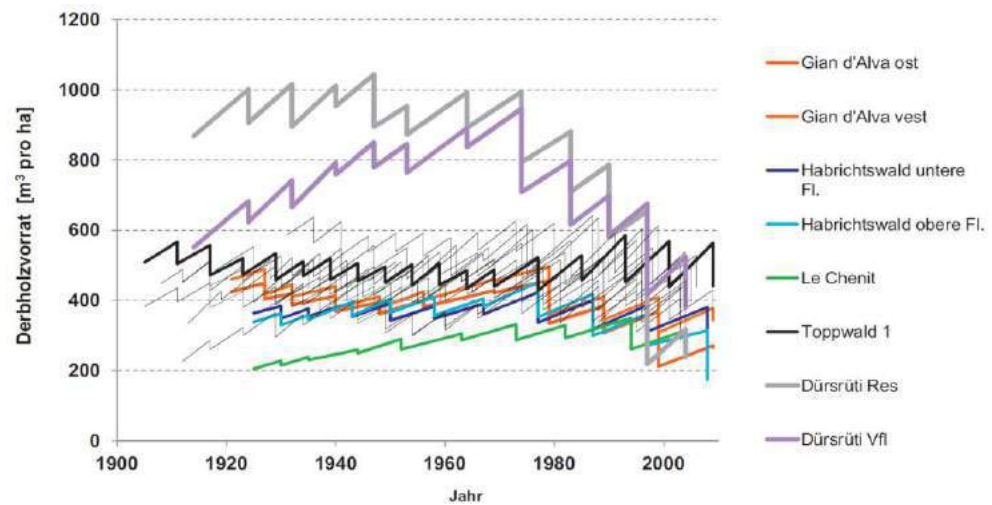
Ort	Waldtyp	Gleichgewichtsvorrat (Tfm/ha)	
		Bandbreite	Optimum
Emmental (BE)	Tannen-Buchenwald (wüchsige Böden, hoher Tannenanteil)	350 - 500	450
Couvet (NE)	Tannen-Buchenwald (Kalkböden)	300 - 400	360
Langula (Thüringen, D)	Buchen-Plenterwald	200 - 300	250
Belgische Ardennen	Buchen-Plenterwald	-	240
St-Moritz (GR)	Plenterwald aus Arve und Lärche (subalpine Stufe)	-	220

Man sollte zusätzlich berücksichtigen, dass:

- der Gleichgewichtsvorrat als *Richtwert* zu verstehen ist und keinem genauen Wert entspricht;
- dieser Wert einem *Erfahrungswert* entspricht, an den man sich herangetastet hat (keine Berechnung!);
- dieser Wert einem *Idealzustand* entspricht. Man wird also versuchen, sich dem Gleichgewichtszustand anzunähern. Es liegt allerdings in der Natur der Sache, dass *der tatsächliche Vorrat um diesen Wert herum schwankt*, ohne dass er diesem jemals entsprechen wird.

Die Kenntnis vom Gleichgewichtsvorrat ist für die fachmännische Bewirtschaftung ungleichförmiger Wälder absolut notwendig. Dieses kann allerdings nur von Nutzen sein, wenn es mit dem *effektiven, im Bestand ermittelten Vorrat* verglichen werden kann. Regelmässige Inventuren sind daher unerlässlich.

Vorratsentwicklung (m^3/ha) auf verschiedenen Untersuchungsflächen des WSL im Plenterwald. Mit Ausnahme der Fläche „Dürsrüti“, welche sich von den anderen unterscheidet (s. Kap. 4.2.1), halten sich die Vorratsschwankungen in Grenzen, da der Zuwachs (schief nach oben zeigend) regelmässig durch die Nutzung kompensiert wird (senkrecht nach unten zeigend). (Zingg, 2011).



4.2.2 Grundfläche

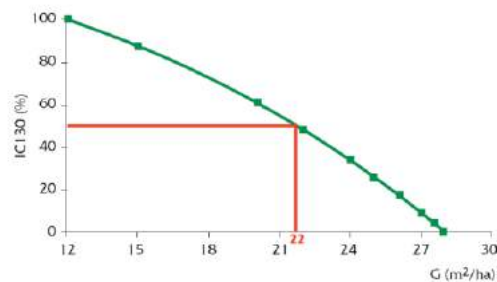
Die Bewirtschafter von ungleichförmigen Wäldern brauchen in der Schweiz traditionellweise den Vorrat (Tfm/ha) als Indikator für die Dichte des Bestandes. Allerdings handelt es sich bei dieser Grösse um einen *indirekt ermittelten Wert*, da der Durchmesser mit Hilfe eines Tarifs in ein entsprechendes Volumen konvertiert wird. Um den regionalen Wuchsunterschieden gerecht zu werden, schlagen darum zahlreiche Waldbauer vor, den Idealzustand im ungleichförmigen Wald nicht mit dem Volumen auszudrücken, sondern als Grundfläche (oder Basalfläche, m^2/ha). Dies ist im benachbarten Frankreich der Fall und wird zunehmend auch in der Schweiz so gehandhabt.

In untenstehender Tabelle sind einige Beispiele für die ideale Grundfläche für verschieden ungleichförmige Wälder dargestellt:

Ort	Waldtyp (ungleichförmig)	Ideale Grundfläche (m^2/ha)
Burgund (Frankreich)	Laubmischwald	12 - 15
Burgund (Frankreich)	Nadelholzbestände	15 - 30
La Loire (Frankreich)	Mischbestände	14 - 18
Ardennen (Belgien)	Kolliner Buchenwald mit weisser Hainsimse	18 - 22
Haute-Marne (Frankreich)	Eichenbestände	12 - 15

Eine zu grosse Dichte des Bestandes, sei diese nun mit Hilfe des Vorrats oder der Grundfläche ausgedrückt, reduziert das Durchmesserwachstum der Jungbäume. Die Erneuerung durch junge Bäume, welche in die Kluppierungsschwelle einwachsen, ist damit gefährdet.

Umfangzuwachs der Jungbäume ja nach Grundfläche des Bestandes in einem Buchenplenterwald (Schütz, 1997). Beispiel: Wenn der Bestand eine Grundfläche von 22 m²/ha erreicht, entspricht der Umfangzuwachs der Jungbäume 50% des Wachstums, den sie in einem Bestand mit einer Basalfläche von 12 m²/ha hätten. Bei 28 m²/ha geht das Wachstum auf null zurück.

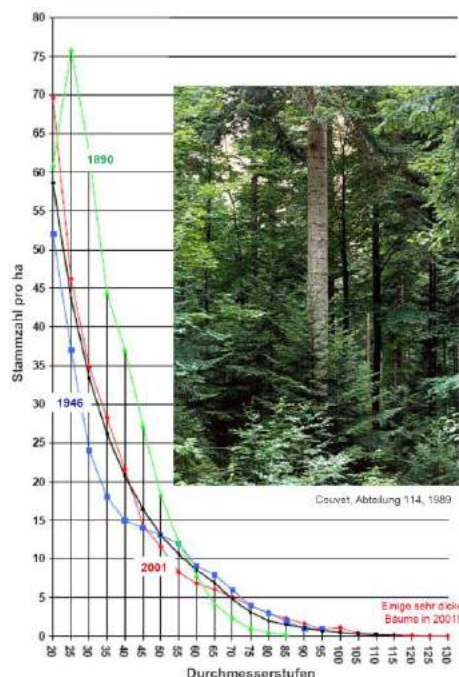


4.2.3 Stammzahlverteilung nach BHD

Auch wenn der Vorrat und die Grundfläche Hinweise auf die Lichtverhältnisse in einem gleichförmigen Bestand geben, so machen sie doch keine Angaben zu den *Dimensionen der Bäume*, aus denen der Bestand zusammengesetzt ist. Die kontinuierliche Beschirmung ist langfristig aber nur garantiert, wenn jede Durchmesserstufe genügend Stämme aufweist.

Die *Stammzahlverteilungskurve nach BHD* gibt also einen zentralen Hinweis darauf, ob ein ungleichförmiger Bestand in Bezug auf seine *Struktur* nachhaltig aufgebaut ist.

Die Stammzahlverteilungskurve eines ungleichförmigen Waldes gleicht im Gleichgewichtszustand immer einem umgekehrten „J“. Die Stufen schwacher Durchmesser, sind durch eine grosse Individuenzahl, die Stufen starker Durchmesser durch eine geringe Anzahl charakterisiert. Bei logarithmischen Darstellungen ergibt sich eine flache Kurve.



Beispiel 1

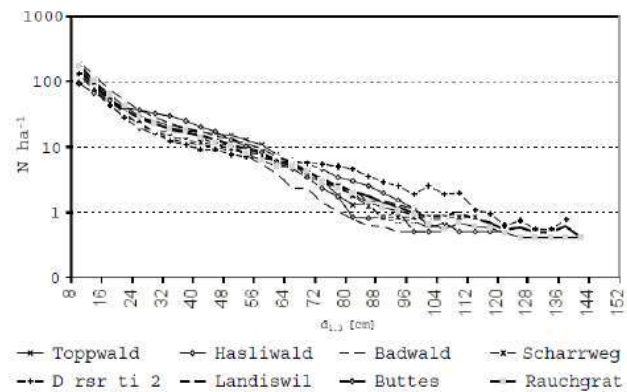
Stammzahlverteilungskurve für die Serie I in Couvet (55 ha, Nordexposition). In schwarz: Idealkurve, der man sich anzunähern versucht. In Farbe: effektive Individuenzahl für verschiedene Jahre. (Pro Silva Helvetica, 2010).

Beispiel 2

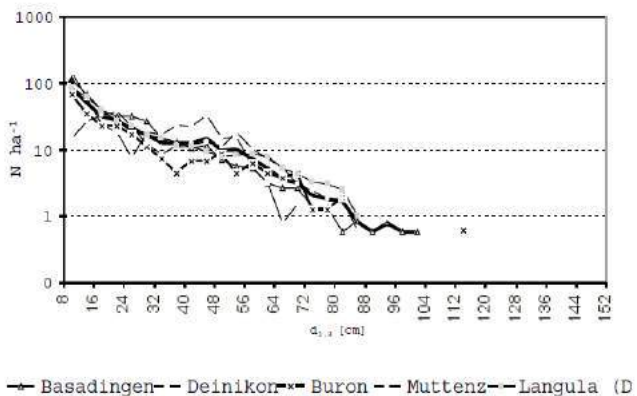
Stammzahlverteilungskurven in verschiedenen Versuchsflächen der WSL. Die dargestellten Kurven entsprechen den tatsächlichen Verhältnissen und nicht den berechneten idealen Kurven. Die Stammzahlen pro ha sind hier logarithmisch dargestellt, so dass die Kurve (s. Beispiel 1) abgeflacht erscheint.

Da sich die dargestellten Laubwälder (unten) teilweise noch in einer Überföhrungsphase befinden, erscheint ihre Kurven zurzeit noch nicht so stark geglättet wie jene der traditionellen Plenterwälder (oben; Zingg 2003).

Traditionelle Plenterwälder



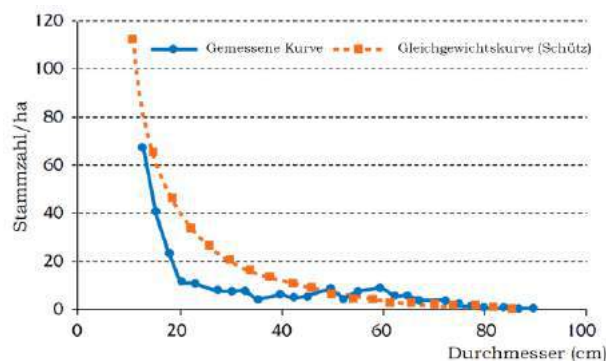
Ungleichförmige Laubwälder



Vergleicht man die Verteilungskurve der tatsächlich vorhandenen Stämme (gemäss Inventar) mit der Kurve bei *idealer* Verteilung (rechnerisch ermittelt), erkennt der Bewirtschafter, welche Durchmesserstufen über- oder unterbesetzt sind.

Beispiel 1

Stammzahlverteilungskurve (in blau) in einem Buchenplenterwald in Haut-Fays in den belgischen Ardennen. Im Vergleich mit der Idealkurve (Gleichgewichtskurve in orange) stellt man ein Defizit in den schwachen Durchmessern zwischen 20-40 cm fest (Lemaire, 2005)

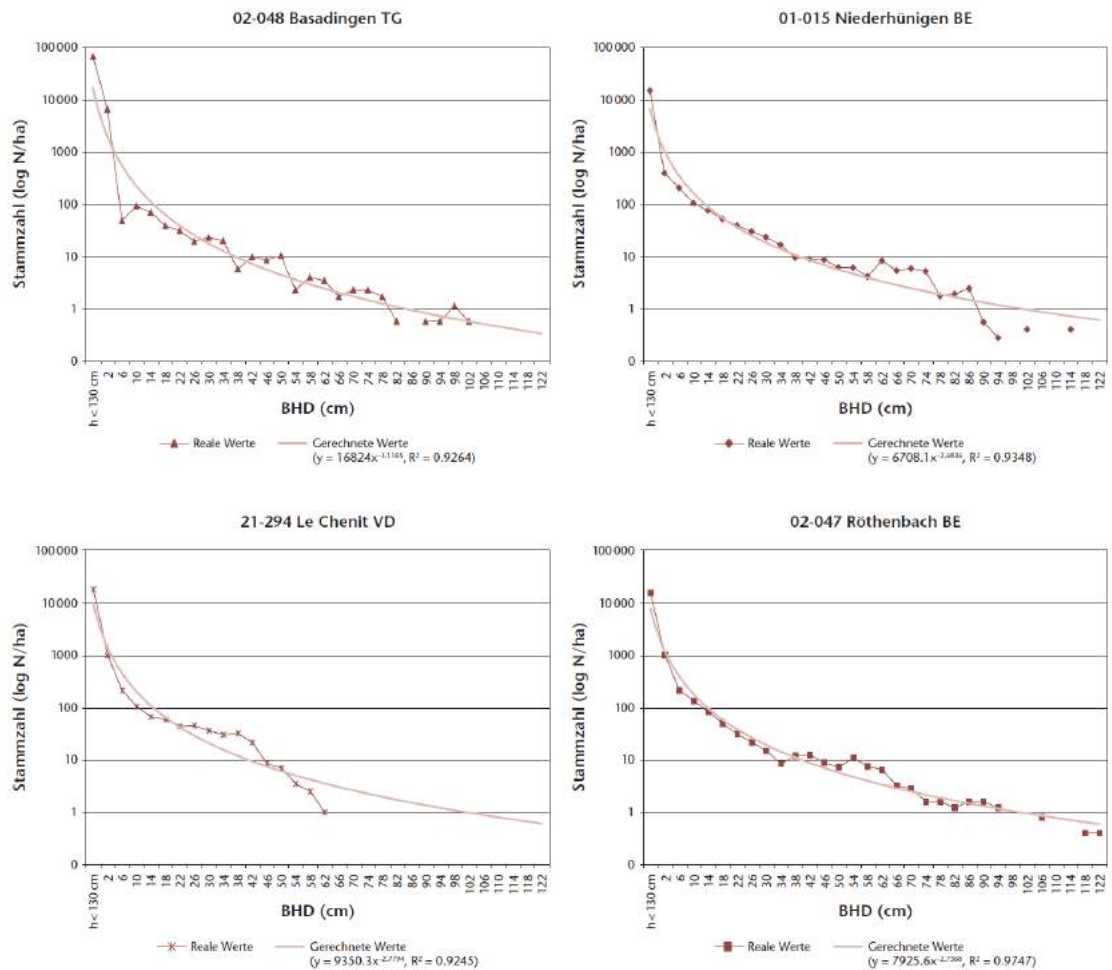


Beispiel 2

Stammzahlverteilungskurven in vier Plenter-Versuchsflächen der WSL:

- Basadingen, 445 m, 58% Laubholz;
- Niederhünigen, 940 m, 4% Laubholz;
- Le Chenit, 1340 m, 6% Laubholz;
- Röthenbach, 1060 m, 17% Laubholz.

Die punktierte Linie zeigt den tatsächlichen Zustand, die nicht-punktierte Linie die rechnerisch geglättete Kurve (Zingg et al., 2009).

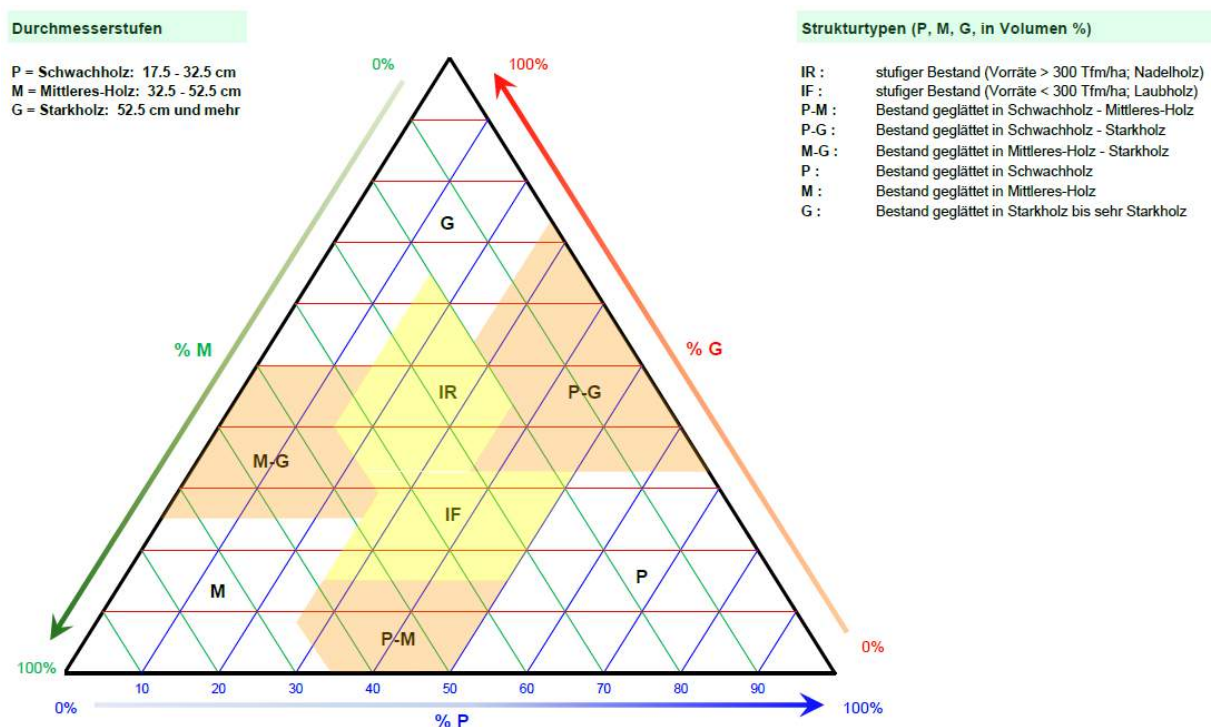


4.2.4 Gleichgewicht des Stark-, Mittel- und Schwachholzes

Die Alternative zur Stammzahlverteilungskurve (s. Kap. 4.2.3) besteht in der Analyse der Verteilung des Schwach-, Mittel- und Starkholzes. Die Grenzen dieser Kategorien variieren von einem Kanton zum anderen. Als Beispiele werden im Folgenden die Klassifizierungssystem von zwei traditionellen Plenterwaldkantonen vorgestellt: Neuenburg und Bern.

	Kanton NE Durchmesserstufen: 5 cm Kluppierungsschwelle: 17.5 cm	Kanton BE Durchmesserstufen: 4 cm Kluppierungsschwelle: 16 cm
Schwachholz	BHD: 17.5 – 32.5 cm	BHD: 16 – 28 cm
Mittelholz	BHD: 32.5 – 52.5 cm	BHD: 28 – 40 cm
Starkholz	BHD > 52.5 cm	BHD: 40 – 52 cm
Sehr starkes Holz	-	BHD > 52 cm

Der Vergleich zwischen dem aktuellen und dem idealen Zustand geschieht in der Regel mit Hilfe des unten dargestellten Dreiecks:



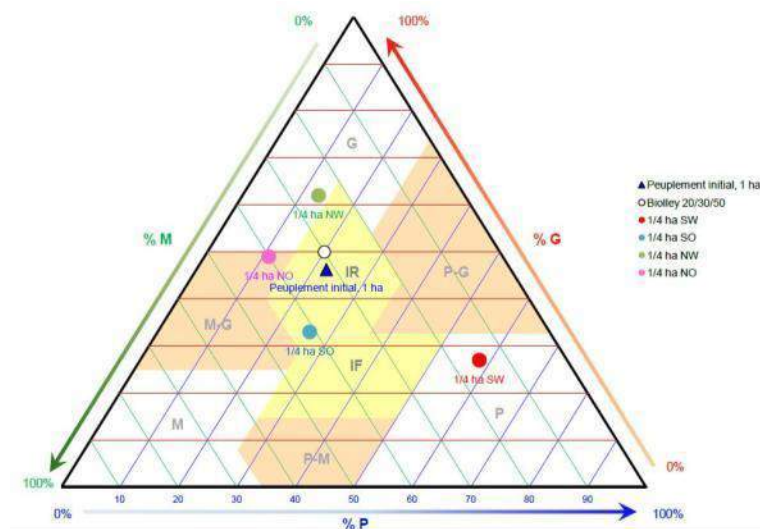
Die verschiedenen Strukturtypen im Dreieck, können zu den drei folgenden Hauptgruppen zusammengefasst werden:

- *Zentrale Zone in Gelb (IR und IF):* ungleichförmige Bestände, in welchen keine der drei Grössenklassen über- oder unterrepräsentiert sind (idealer Zustand);
- *Randzonen in orange (M-G, P-G und P-M):* Bestände, in denen zwei Grössenklassen gut ausgebildet sind und eine dritte unterrepräsentiert ist;
- *Übrige Zonen in weiss (G, P, M):* Gleichförmige Bestände in denen eine einzige Grössenklasse deutlich dominiert.

Beispiel

Im Jahre 2012 wurde in Wynau (BE) ein Marteloskop mit einer Fläche von 1 ha eingerichtet. Wenn man die gesamte Fläche betrachtet, kommt der Bestand (blaues Dreieck) dem von Biolley empfohlenen Gleichgewicht sehr nahe (weisser Kreis).

Wenn man das Marteloskop in vier gleich grosse Fläche unterteilt und diese einzeln betrachtet, zeigt sich ein ganz anderes Bild: das Viertel im Südwesten (roter Kreis) zeigt beispielsweise einen Bestand, der vom Schwachholz dominiert wird; das Viertel im Nordwesten (grüner Kreis) hingegen besteht hauptsächlich aus Starkholz. Die Grösse der untersuchten Fläche (1 ha oder $\frac{1}{4}$ ha) kann also wie hier, die Situation komplett verändern!



4.2.5 Zuwachs

Ist der Gleichgewichtsvorrat im ungleichförmigen Wald einmal erreicht, sollte das zwischen zwei Durchgängen produzierte Volumen geerntet werden; nur so kann das Gleichgewicht erhalten werden. Um das zu entnehmende Volumen und die Umlaufzeit (Turnus) der Eingriffe zueinander in Beziehung zu setzen, muss der *Volumenzuwachs* ($Tfm/ha \cdot \text{Jahr}$) bekannt sein. Dies setzt wiederum eine regelmässige Inventarisierung der Bestände voraus.

Ist die Entnahme *geringer* als der Zuwachs, führt dies zu einer Vorratsaufstockung, was dem Aufkommen der Verjüngung (zu dichte Bestände und damit zu wenig Licht) und der Struktur schadet (siehe Stammzahlverteilungskurven, Kap. 4.2.3).

Ist die Entnahme *grösser* als der Zuwachs kommt es zu einem Vorratsabbau und damit zu einer unerwünschten Verminderung des Ertrags (Produktionsverlust).

Beispiel

In einer 8 ha grossen Waldabteilung beträgt der Zuwachs gemäss Inventur $10 Tfm/ha \cdot \text{Jahr}$. Wenn die Umlaufzeit der Eingriffe bei 10 Jahren liegt, so beträgt das zu entnehmende Volumen bei jedem Durchgang $8 ha \cdot 10 Tfm/ha \cdot \text{Jahr} \cdot 10 \text{ Jahre} = 800 Tfm$.

Wenn allfälliges Schadholz während der Periode vor dem Eingriff entnommen wurde, muss dessen Volumen natürlich vom Zuwachs subtrahiert werden.

Auch bei der *Überführung* eines *gleichförmigen Waldes in ungleichförmigen Strukturen* (solange der Bestand seinen Gleichgewichtsvorrat noch nicht erreicht hat) muss der Volumenzuwachs – für die Abschätzung des zu entnehmenden Volumens – bekannt sein.

Beispiel

In einer 8 ha grossen Waldabteilung beträgt der Zuwachs gemäss Inventur 10 Tfm/ha*Jahr. Der Gleichgewichtsvorrat wird bei 360 Tfm/ha festgelegt. Der aktuelle Vorrat liegt (gemäss Inventur) bei 543 Tfm/ha.

Alle 10 Jahre soll eingegriffen und der Gleichgewichtsvorrat in 3 Durchgängen erreicht werden.

Der bei jedem Durchgang zu entnehmende Vorrat berechnet sich wie folgt:

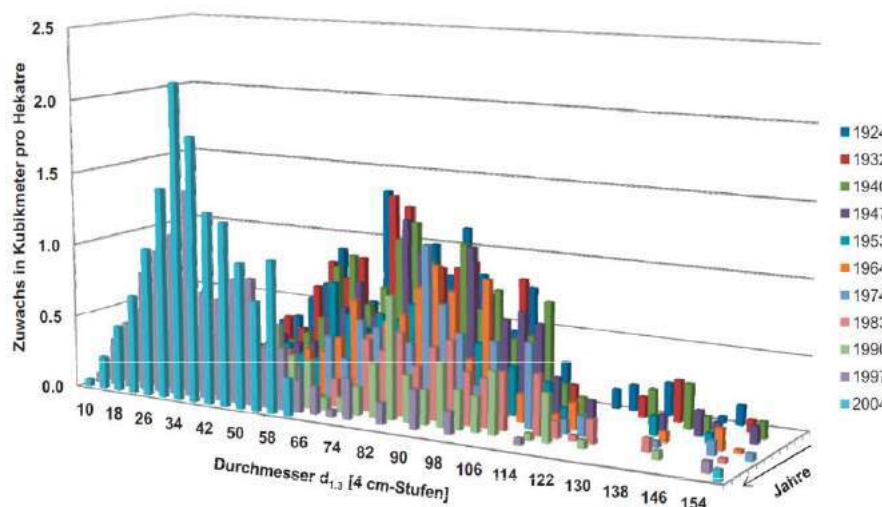
Zu entnehmender Vorrat: $543 \text{ Tfm/ha} - 360 \text{ Tfm/ha} = 183 \text{ Tfm/ha}$, das heisst $1'464 \text{ Tfm}$ über die gesamte, 8 ha grosse Fläche; bzw. $1'464 \text{ Tfm}/3 = 488 \text{ Tfm}$ für jeden einzelnen der 3 Durchgänge.

Entnahme des Zuwachses: $8 \text{ ha} * 10 \text{ Tfm/ha*Jahr} * 10 \text{ Jahre} = 800 \text{ Tfm}$

Bei jedem Durchgang zu entnehmendes Volumen: $488 \text{ Tfm} + 800 \text{ Tfm} = 1'288 \text{ Tfm}$ (oder 161 Tfm/ha).

Es muss hier präzisiert werden, dass ein über die Zeit konstanter Volumenzuwachs noch keine Aussagen darüber zulässt, ob sich ein ungleichförmiger Wald im Gleichgewichtszustand befindet oder nicht. Tatsächlich kann der Gesamtzuwachs über alle oder aber nur über einen Teil der Durchmesserstufen verteilt sein, was sich mit der Zeit auf die Struktur auswirkt.

Verteilung des Zuwachses (pro ha und pro Jahr) auf die verschiedenen Durchmesserstufen in der Versuchsfläche Dürsrüti (BE). Bis in die 1990er Jahre, fand der Zuwachs hauptsächlich in den Durchmesserstufe 50 bis 114 statt. In Folge einer starken Vorratsverminderung (s. Kap. 4.2.1) konzentriert sich der Zuwachs ab 1997 auf die unteren Durchmesserstufen (18 bis 50). Solche Veränderungen zeigen einen Umbruch der Struktur an! (Zingg, 2011).



4.2.1 Bewirtschaftungseinheit

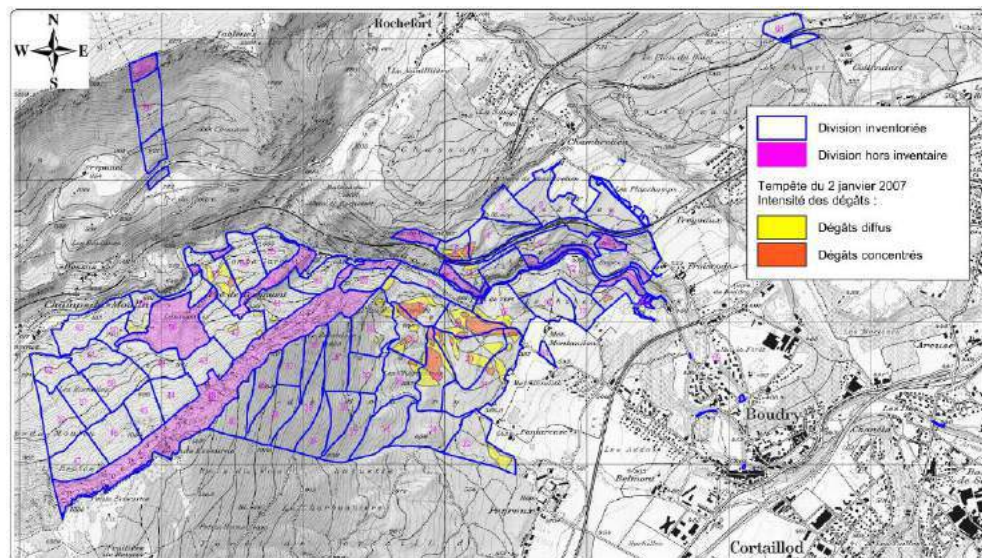
In der Regel werden ungleichförmige Wälder in Bewirtschaftungseinheiten, sogenannten *Abteilungen* unterteilt. Die Abteilung ist die Grundeinheit, auf welche sich:

- die *Inventur*;
- die *Zuwachsberechnung*;
- und die *Berechnung des zu entnehmenden Volumens* beziehen.

Die Inventur erlaubt die Bestimmung des Vorrates vor dem Holzschlag. Der Zuwachs berechnet sich aus dem Vergleich des aktuellen Vorrats mit demjenigen anlässlich der letzten Inventur (s. Modul B4-6.2 „Waldinventur“). Mit Hilfe des zu entnehmenden Volumens soll der Gleichgewichtsvorrat erreicht oder erhalten werden.

Die Grenzen der Abteilung müssen *im Gelände einfach zu finden* sein: Wege, natürliche Grenzen wie Wasserläufe, Kreten usw. aber auch andere geeignete Grenzmarkierungen.

Grenzen der Bewirtschaftungseinheiten (Abteilungen) in den Gemeindewäldern von Boudry / NE (Junod 2007).



Jede Abteilung wird in der Folge in regelmässigen Zeitintervallen, gemäss der vom Zuwachs definierten Umlaufzeit behandelt. Der Zuwachs und die daraus abgeleitete Umlaufzeit (s. Kap. 4.3.1) definieren die regelmässigen Intervalle in denen die Abteilungen bearbeitet werden. Die Behandlung der verschiedenen Abteilungen ist zeitlich verschoben, so dass jedes Jahr eine ähnliche Anzahl Abteilungen an der Reihe sind.

Beispiel

Der Wald einer Burgergemeinde ist in 8 Abteilungen unterteilt. Die Umlaufzeit beträgt 8 Jahre. Die Bewirtschaftung des Waldes kann noch folgender Rotation erfolgen:

	Durchgang 1	Durchgang 2	Durchgang 3
Abteilung 1	2012/2013	2020/2021	2028/2029
Abteilung 2	2013/2014	2021/2022	2029/2030
Abteilung 3	2014/2015	2022/2023	2030/2031
Abteilung 4	2015/2016	2023/2024	2031/2032
Abteilung 5	2016/2017	2024/2025	2032/2033
Abteilung 6	2017/2018	2025/2026	2033/2034
Abteilung 7	2018/2019	2026/2027	2034/2035
Abteilung 8	2019/2020	2027/2028	2035/2036

4.3 Eingriffe

4.3.1 Häufigkeit und Intensität

Ein grundlegendes Prinzip in der Bewirtschaftung ungleichförmiger Wälder besteht in der *Regelmässigkeit der Eingriffe*. Die getätigten Eingriffe haben im Gleichgewichtszustand das Ziel, den *Zuwachs* abzuschöpfen. Häufigkeit und Intensität der Eingriffe sind also eng miteinander verbunden.

Wenn die Zeit zwischen zwei Eingriffen *kurz* ist, *verringert* sich das entnommene Volumen, was aus ökonomischer Sicht uninteressant ist. Die Fixkosten für die Holzernteplanung werden auf ein geringes Volumen verteilt und sind damit unverhältnismässig hoch. Wenn umgekehrt die Zeit zwischen zwei Eingriffen *zu lang* ist, entspricht jeder Eingriff einer im Vergleich zum Vorrat *grossen Entnahme*. Der Eingriff erscheint brutal und beinhaltet alle Risiken, welche sich daraus ergeben (Destabilisierung, Stress der freigestellten Bäume usw.). Ausserdem ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass geschwächte Bäume zwischen den Eingriffen absterben, was wiederum zu zwischenzeitigen Zwangsnutzungen bzw. Verlusten führt.

Es geht also darum, einen Mittelweg für die Häufigkeit der Eingriffe zu finden. Die Erfahrung zeigt, dass die Entnahmen bei Gleichgewichtszustand idealerweise zwischen *20 und 30% des ursprünglichen Vorrates* betragen.

Bei einem Gleichgewichtsvorrat von 400 bis 450 m³/ha werden im Emmental in der Planung folgende Grössenordnungen angewandt (nach Linder & Marti, 2009, abgeändert):

	Umlaufzeit	Intensität des Eingriffs
Bodenseilzug	8-10 Jahre	Ca. 80-100 m ³ oder 20-25% des ursprünglichen Vorrats
Seilkran	12-15 Jahre	Ca. 120-150 m ³ oder 25-30% des ursprünglichen Vorrats

Die *Häufigkeit der Eingriffe* (Umlaufzeit) wird also aufgrund folgender Faktoren festgelegt:

- *Zuwachs*;
- *Gleichgewichtsvorrat*.

Beispiel

In einem ungleichförmigen, im Gleichgewicht befindlichen Wald, liegt der Gleichgewichtsvorrat bei 380 Tfm/ha. Der Zuwachs beträgt 8 Tfm/ha/Jahr.

*Idealerweise sollte die Entnahme zwischen 20 und 30% des Vorrates ausmachen, das heisst zwischen 76 und 108 Tfm/ha*Jahr betragen. Bei einem Zuwachs von 8 Tfm/ha*Jahr ergibt dies eine Umlaufzeit von 10 bis 14 Jahren.*

In der Tabelle unten sind bei unterschiedlichem Vorrat und jährlichem Volumenzuwachs einige Beispiele für die Umlaufzeit dargestellt.

		V (Tfm/ha)		
		280	380	480
I _v Tfm/ha*Jahr	6	9-14 Jahre	13-19 Jahre	-
	8	7-11 Jahre	10-14 Jahre	12-18 Jahre
	10	6-8 Jahre	8-11 Jahre	10-14 Jahre
	12	5-7 Jahre	6-10 Jahre	8-12 Jahre

Aus Gründen der Arbeitsorganisation in einem Forstrevier ist es schwierig, von einer Abteilung zur anderen unterschiedliche Umlaufzeiten zu berücksichtigen. Aus diesen Gründen arbeitet man in der Regel mit einer *mittleren Umlaufzeit*, welche für grosse Flächen oder sogar für das ganze Revier gilt.

In den traditionellen Plenterwäldern von Couvet (NE), reicht die Umlaufzeit der Schläge von 6 Jahren auf den nährstoffreichen Lagen bis zu 10 Jahren auf den wenig produktiven Standorten.

In den produktiveren Dauerwäldern des schweizerischen Mittellandes, welche einen geringeren Gleichgewichtsvorrat aufweisen, schlagen die Experten eine Umlaufzeit von 5 bis 7 Jahren vor.

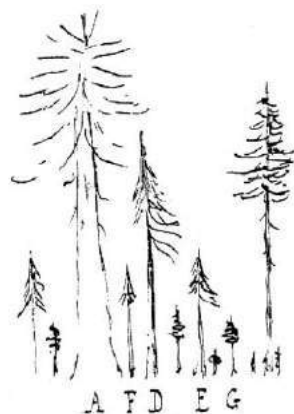
4.3.2 Eingriffsarten

In den ungleichförmigen Wäldern führt der schwache Lichteinfall, der durch die kontinuierliche Beschirmung gegeben ist, zu einer stark eingeschränkten *Stammzahl* in der Verjüngung. Dies führt zu grossen Einsparungen bei der *Jungwuchspflege*. Die Unterscheidung zwischen Durchforstung und Verjüngungshieb ist im ungleichförmigen Wald belanglos, da diese zwei Eingriffsarten in einem *einzigem Eingriff* zusammengefasst sind.

In einem ungleichförmigen Wald im Gleichgewichtszustand unterscheidet man zwei verschiedene Eingriffsarten:

- den Plenterhieb;
- die Jungwaldpflege.

Die *Plenterhiebe* haben in erster Linie die Nutzung des Zuwachses zum Ziel. Gleichzeitig haben sie aber auch eine phytosanitäre (Entnahme absterbender Bäume), erzieherische und selektive Funktion. Dabei sollen auch die Bestandesstrukturen erhalten oder verbessert werden (Verteilung von Schwach-, Mittel- und Starkholz; ebenso wie die Stammzahlverteilungskurve).



Text und Skizze aus einem Brief von Henry Biolley an Prof. Schädelin (ETHZ) im Jahre 1927:

„... Wenn zum Beispiel A guter Qualität ist und noch Zuwachs leistet, so wird D als zwischenständiger Baum entfernt, um E und F freizustellen; wenn aber A bereits hiebsreif erscheint, wird man A entfernen und D wird, falls er dazu geeignet ist, vom zwischenständigen Baum zum dominanten Element aufsteigen und E wird zwischenständig.“

Die *Jungwaldpflege* erfolgt im Sommer nach der Nutzung in der Abteilung (auch „Nach-“ oder „Schlagpflege“ genannt), in welcher der Schlag durchgeführt wurde. Sie erlaubt:

- die Mischungsregulierung (z.B. die Wuchskraft der Buche zügeln);
- das Entfernen der anlässlich der Nutzung beschädigten Jungbäume;
- eine Auslese zugunsten der Wertträger.

Die Eingriffe in Wäldern, welche sich in *Überführung* befinden und den Gleichgewichtszustand noch nicht erreicht haben, werden *Plenterdurchforstungen* genannt. Sie sollen zur Idealstruktur hinführen, was in der Regel mit einem Vorratsabbau verbunden ist (s. Kap. 4.4).

4.3.3 Anzeichnung im ungleichförmigen Wald

Traditionelle Anzeichnungskriterien in einem Plenterwald

Die Anzeichnung in ungleichförmigen Wäldern ist eine ganz besonders anspruchsvolle Aufgabe, da sie gleichzeitig die nachfolgend dargestellten Ziele verfolgt:

- Nutzung des Zuwachses;
- Freistellung der Verjüngung;
- Erhalt oder Verbesserung der Struktur (Gleichgewicht in den Durchmesserklassen);
- Auslese;
- Erziehung;
- Mischungsregulierung;
- Phytosanitäre Eingriffe und Zwangsnutzungen (Ernte der Absterbenden und geschädigten Bäume).

Die Anzeichnung muss mit grosser Sorgfalt vorgenommen werden, da Fehler bezüglich der Intensität des Schlags sowohl die Stabilität als auch den Wert des Bestandes beeinträchtigen können. Die Struktur zwischen den verschiedenen Durchmesserstufen kann gefährdet werden.

„Bei der Anzeichnung, führt jede Hast ins Verderben... wer anzeichnet und nur ungenügend beobachtet, macht sich schuldig. Wer sich unter dem Vorwand der gedanklichen Vereinfachung durch einfache „Slogans“ leiten lässt, ist es ebenso... Vorgefasste Meinungen sind verboten.“

Jämes Péter-Contesse, 1940

Prinzipien der Anzeichnung in Dauerwäldern

Die Anhänger des Dauerwaldes moderner Prägung empfehlen die Anzeichnung nach dem Prinzip: *„Vom dicken und schlechten Ende her!“*. Diese Idee basiert auf folgenden Grundsätzen:

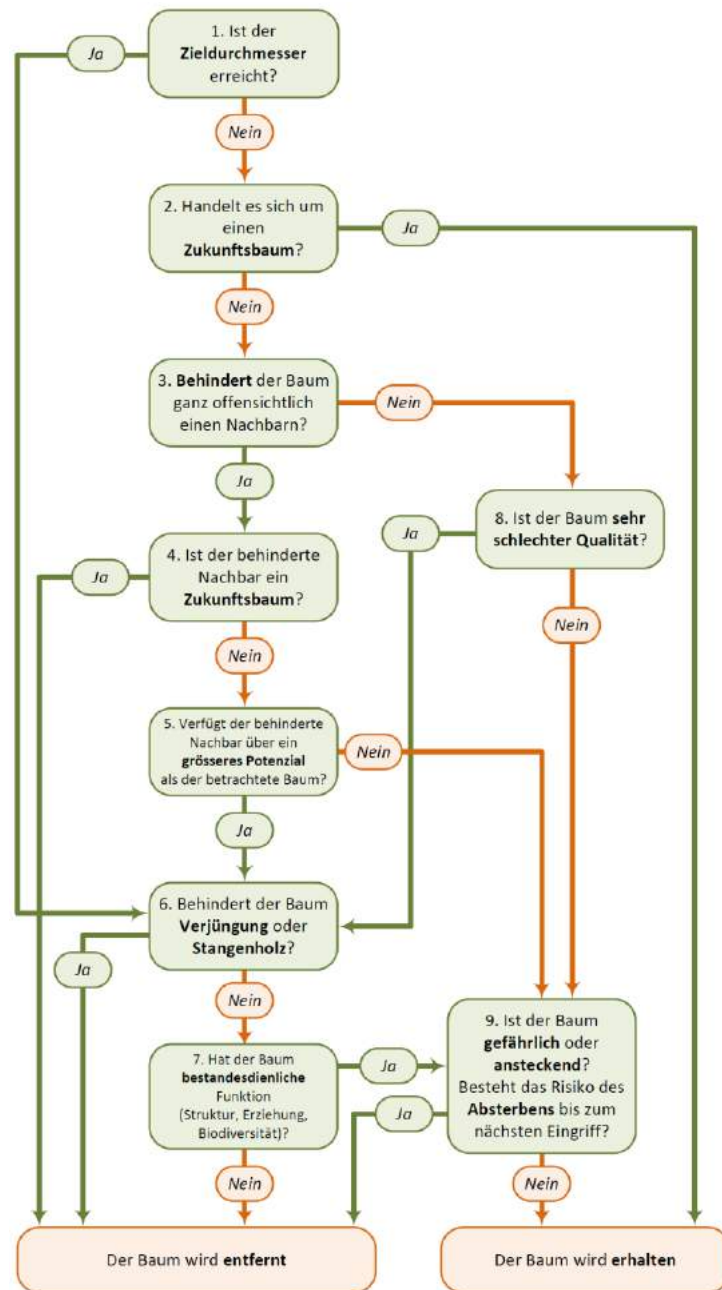
- Ein Baum schlechter Qualität wird nicht besser; sein Platz könnte mit Vorteil von einem Baum mit Potential eingenommen werden, was sein Entfernen rechtfertigt.
- Ein Baum, der seinen maximalen Wert erreicht hat, muss geerntet werden, bevor er wieder an Wert verliert; bei der Anzeichnung müssen solch starke Bäume markiert werden.

Es muss aber daran erinnert werden, dass eine solche Methode, wird sie eins zu eins umgesetzt, einer *negativen Auslese* entspricht, was aus ökosystemischer Sicht des Waldes nur schwer zu vertreten ist und waldbaulich wenig sinnvoll erscheint. So kann ein „schlechter Baum“, der keinen negativen Effekt auf einen Qualitätsbaum ausübt eine wichtige ökologische Rolle spielen ohne dabei der Produktion von Qualitätsholz zu schaden! Die Anzeichnung ist eine zu komplexe Aufgabe, als dass man sie auf einen noch so gefälligen Leitspruch reduzieren könnte.

Bei der Umsetzung des berühmten Leitspruchs *„Vom dicken und schlechten Ende her“* ist eine gewisse Vorsicht also sicher angebracht. *Gezielte Eingriffe* zu Gunsten von *zukunftsträchtigen Stämmen* haben in ungleichförmigen Wäldern wie auch andernorts ihre Effektivität gezeigt und können nicht einfach bei Seite geschoben werden!

Entscheidungshilfe für die Anzeichnung in ungleichförmigen Wäldern

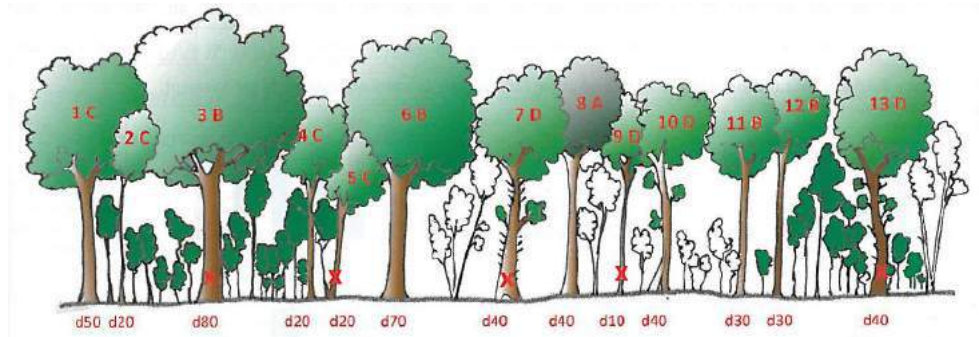
Die Entscheidungsfindung während einer Anzeichnung in ungleichförmigen Wäldern ist oft komplex. Sie erfordert eine gute Beobachtungsgabe und die Fähigkeit zur zusammenfassenden Betrachtung. Das folgende Ablaufschema soll diesbezüglich Hilfestellung leisten (Vanstaevel & Mozziaconacci, 2010, abgeändert):



Nummer	Erklärung
1 Zieldurchmesser	Abhängig von der Baumart, der Qualität und der Vitalität. So beträgt dieser Durchmesser für eine Eiche guter Qualität 80 cm und nur 60 cm bei einer Eiche geringer Qualität.
2 Zukunftsbaum	Stämme, welche bezüglich Vitalität und Qualität über dem Durchschnitt einer Parzelle liegen, werden unter Berücksichtigung folgender Kriterien als Zukunftsbaume betrachtet: <ul style="list-style-type: none"> • guter Gesundheitszustand; • gut ausgebildete Krone, regelmässig geformt oder entwicklungsfähig; • Stamm mit wenigen oder keinen sichtbaren Fehlern.
3 Beeinträchtigung des Nachbarn	Der vom betrachteten Baum ausgeübte Konkurrenzdruck auf einen Nachbarn ist gut sichtbar und unzweifelhaft gross genug, um dessen Entwicklung vor dem nächsten Eingriff zu beeinträchtigen.
7 Dienlich für den Bestand	Ein Baum dient (ist nützlich) dem Bestand, wenn: <ul style="list-style-type: none"> • seine Beschirmung erforderlich ist: z.B. für den Schutz eines Qualitätsbaumes, für die Erziehung des Anwuchses, für die Kontrolle des Brombeerbewuchses usw. • er stabilisierende Funktion hat, z.B. für die Unterstützung junger Bäume • seine aussergewöhnliche Qualität, sein Ästhetik oder sein bemerkenswerter Charakter seinen Schutz über den Zieldurchmesser hinaus rechtfertigen; • es sich um einen Habitatsbaum handelt, z.B. wegen Totholz, Höhlen usw.

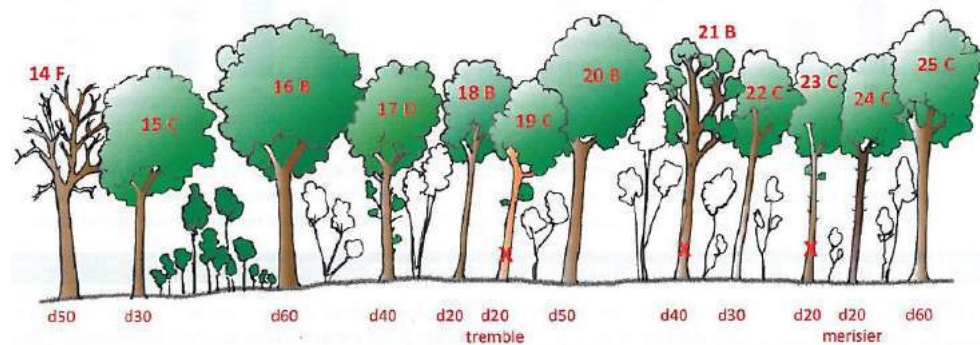
Bei einer Anzeichnung wird der Waldbauer natürlich nicht jeden Baum auf diese systematische Weise nach Schema analysieren, da viele Reflexionen spontan und gesamtheitlich ablaufen. Trotzdem kann dieser Gedankenprozess bei Zweifeln oder Schwierigkeiten die Entscheidungsfindung unterstützen.

Erstes Beispiel für die Anwendung des Schemas



- Baum Nr. 1**
BHD 50
Qualität C
Mit einem BHD von 50 cm hat dieser Baum seinen Zieldurchmesser noch nicht erreicht (1-nein). Aufgrund seiner C-Qualität handelt es sich nicht um einen Zukunftsbaum (2-nein). Er behindert klar das Stangenholz Nr. 2 (3-ja). Aufgrund der C-Qualität handelt es sich beim Stangenholz Nr. 2 nicht um einen Zukunftsbaum (4-nein) und das Potenzial ist geringer als bei der Nr. 1 (5-nein). Der Baum ist gesund (9-nein). ➔ **Baum Nr. 1 ist bis zum Erreichen des Zieldurchmessers zu erhalten.**
- Baum Nr. 2**
BHD 20
Qualität C
Mit einem BHD von 20 cm hat dieser Baum seinen Zieldurchmesser noch nicht erreicht (1-nein). Aufgrund seiner C-Qualität handelt es sich nicht um einen Zukunftsbaum (2-nein). Als dominiertes Individuum stört er seine Nachbarn nicht (3-nein). Seine Qualität ist nicht sehr schlecht (8-nein). Der Baum ist gesund (9-nein). ➔ **Baum Nr. 2 ist zu erhalten, da er möglicherweise eine Zukunft hat, wenn Baum Nr. 3 genutzt werden sollte.**
- Baum Nr. 3**
BHD 80
Qualität B
Mit einem BHD von 80 cm hat dieser Baum guter Qualität (B) seinen Zieldurchmesser erreicht (1-ja). Er stört die vorhandene Verjüngung unter seiner Krone (6-ja). ➔ **Baum Nr. 3 ist zu entnehmen, da er einen Beitrag zur Rentabilität des Schlages leistet und das zusätzliche Licht der Verjüngung zugutekommt.**
- Baum Nr. 4**
BHD 20
Qualität C
Mit einem BHD von 20 cm hat dieser Baum seinen Zieldurchmesser noch nicht erreicht (1-nein). Aufgrund seiner C-Qualität handelt es sich nicht um einen Zukunftsbaum (2-nein). Er behindert den Baum Nr. 5 (3-ja), der selber auch kein Zukunftsbaum ist (4-nein). Letzterer verfügt zudem aufgrund seiner verformten Krone über ein geringeres Entwicklungspotenzial (5-nein). Baum Nr. 4 ist gesund (9-nein). ➔ **Baum Nr. 4 ist zu erhalten, ausser er würde Baum Nr. 6 behindern.**
- Baum Nr. 11**
BHD 30
Qualität B
Mit einem BHD von 30 cm hat dieser Baum seinen Zieldurchmesser noch nicht erreicht (1-nein). Aufgrund seiner Qualität handelt es sich um einen Zukunftsbaum (2-ja). ➔ **Baum Nr. 11 ist bis zum Erreichen des Zieldurchmessers zu erhalten.**
- Baum Nr. 13**
BHD 40
Qualität D
Mit einem BHD von 40 cm hat dieser Baum seinen Zieldurchmesser noch nicht erreicht (1-nein). Aufgrund seiner D-Qualität handelt es sich nicht um einen Zukunftsbaum (2-nein). Er behindert keinen Nachbarn (3-nein). Seine Qualität ist sehr schlecht (8-ja). Er behindert die etablierte Verjüngung (6-ja). ➔ **Baum Nr. 13 ist zugunsten der Verjüngung zu entnehmen.**

Zweites Beispiel für die Anwendung des Schemas



- Baum Nr. 14**
BHD 50
Toter Baum
- Bei einem toten Baum ist das Durchmesserwachstum abgeschlossen. In diesem Sinne ist also sein Zieldurchmesser erreicht (1-ja). Der Baum behindert keine Verjüngung (6-nein). Als Totholz trägt er reichlich zur Förderung der Biodiversität bei (7-ja). → **Solange er keine Gefahr darstellt (9-nein), kann er im Bestande belassen werden.**
- Baum Nr. 22**
BHD 30
Qualität C
- Mit einem BHD von 30 cm hat dieser Baum seinen Zieldurchmesser noch nicht erreicht (1-nein). Aufgrund seiner C-Qualität handelt es sich nicht um einen Zukunftsbaum (2 nein). Er behindert den Baum Nr. 23 klar (3-ja); bei diesem handelt sich ebenfalls nicht um einen Zukunftsbaum (4-nein). Der Baum Nr. 23 ist gleich hoch, weist aber einen geringeren Durchmesser auf, was auf sein geringeres Potenzial hinweist (5-nein). Der Baum Nr. 22 ist gesund. → **Baum Nr. 22 ist bis zum Erreichen des Zieldurchmessers zu erhalten.**
- Baum Nr. 23**
BHD 20
Qualität C
- Mit einem BHD von 20 cm hat dieser Baum seinen Zieldurchmesser noch nicht erreicht (1-nein). Aufgrund seiner C-Qualität handelt es sich nicht um einen Zukunftsbaum (2-nein). Er behindert klar 2 Stämme, Nr. 22 mit einen grösseren Durchmesser, Nr. 24 als seltener Baumart (Kirschbaum) (3-ja). Auch wenn diese Bäume aufgrund ihre C-Qualität (4-nein) keine Zukunftsbaume darstellen, weisen sie dennoch das bessere Potenzial als Nr. 23 auf (5-ja). Letzterer behindert keine Verjüngung (6-nein). Er ist von keinerlei besonderem Nutzen in diesem Bestand (7-nein). → **Baum Nr. 23 ist zu entnehmen, was günstig für die Bäume Nr. 22 und 24 ist.**
- Baum Nr. 24**
BHD 20
Qualität C
- Mit einem BHD von 20 cm hat dieser Baum seinen Zieldurchmesser noch nicht erreicht (1-nein). Aufgrund seiner C-Qualität handelt es sich nicht um einen Zukunftsbaum (2-nein). Er behindert klar seine Nachbarn Nr. 23 und 25 (3-ja). Keiner dieser Nachbarn (C-Qualität) ist ein Zukunftsbaum (4-nein). Baum Nr. 25 weist das bessere Potenzial auf (5-ja). Baum Nr. 24 behindert keine Verjüngung (6-nein). Als seltener Kirschbaum ist er der Biodiversität im Bestand förderlich (7-ja). Er ist gesund (9-ja). → **Baum Nr. 24 soll zu Förderung der Biodiversität erhalten werden.**

4.4 Überführung in ungleichförmigen Wald

4.4.1 Terminologie

Den Eingriff mit dem ein *gleichförmiger in einen ungleichförmigen Wald überführt wird*, nennt man *Plenterdurchforstung*. Dieser darf nicht mit der *Plenterung* verwechselt werden, welche angewendet wird, wenn die Überführung abgeschlossen ist (s. Kap. 4.3.2).

Die Plenterdurchforstung soll die Struktur schaffen, welche für das Gleichgewicht eines Plenterwaldes notwendig ist. Die Plenterung soll diese Struktur erhalten oder verbessern!

Die Plenterdurchforstung ist nicht in erster Linie darauf ausgelegt, den Gleichgewichtsvorrat zu erreichen. Es geht vielmehr darum, das *Entstehen der geeigneten Struktur* zu unterstützen; das heisst, eine gute Verteilung der Stämme in den verschiedenen Durchmesserstufen.

4.4.2 Notwendige Voraussetzungen

Die Überführung in einen ungleichförmigen Wald kann nur gelingen, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die *Verjüngung* muss *kleinflächig, über den ganzen Bestand verteilt* vorhanden sein.
- In der Oberschicht müssen genügend *stabile Bäume* vorhanden sein, welche in der Lage sind, über lange Zeit isoliert im Bestand zu verbleiben.

Das Aufkommen der Verjüngung setzt eine *genügende Lichtzufuhr* voraus, was im Allgemeinen mit einem *Vorratsabbau* im ursprünglichen Bestand verbunden ist. Je grösser die Lichtansprüche der zu verjüngenden Baumarten, desto geringer muss dieser Vorrat sein. Es sei darauf hingewiesen, dass der Vorrat in der Überführungsphase oft sogar geringer ist als bei etablierten Strukturen. Dies erklärt sich aus der vorübergehenden Untervertretung des Starkholzes.

Insbesondere in der Deutschschweiz sind aktuell zahlreiche Bestände in Überführung zu Dauerwäldern. Häufig befindet sich dabei der Vorrat immer noch über dem Gleichgewichtsvorrat, welcher zukünftig ihre kontinuierliche Verjüngung erlauben wird. Dies bedeutet, dass zurzeit mehr als nur der Zuwachs geschlagen wird. In einigen Jahren wird das Nutzungsvolumen pro Durchgang dann geringer ausfallen als heute.

Voraussetzung für die Stabilität der Bäume in der Oberschicht ist eine *lange und gut ausgeformte Krone*. Diese haben sie nur ausbilden können, wenn der gleichförmige Bestand vor der Überführung nicht allzu dicht stand.

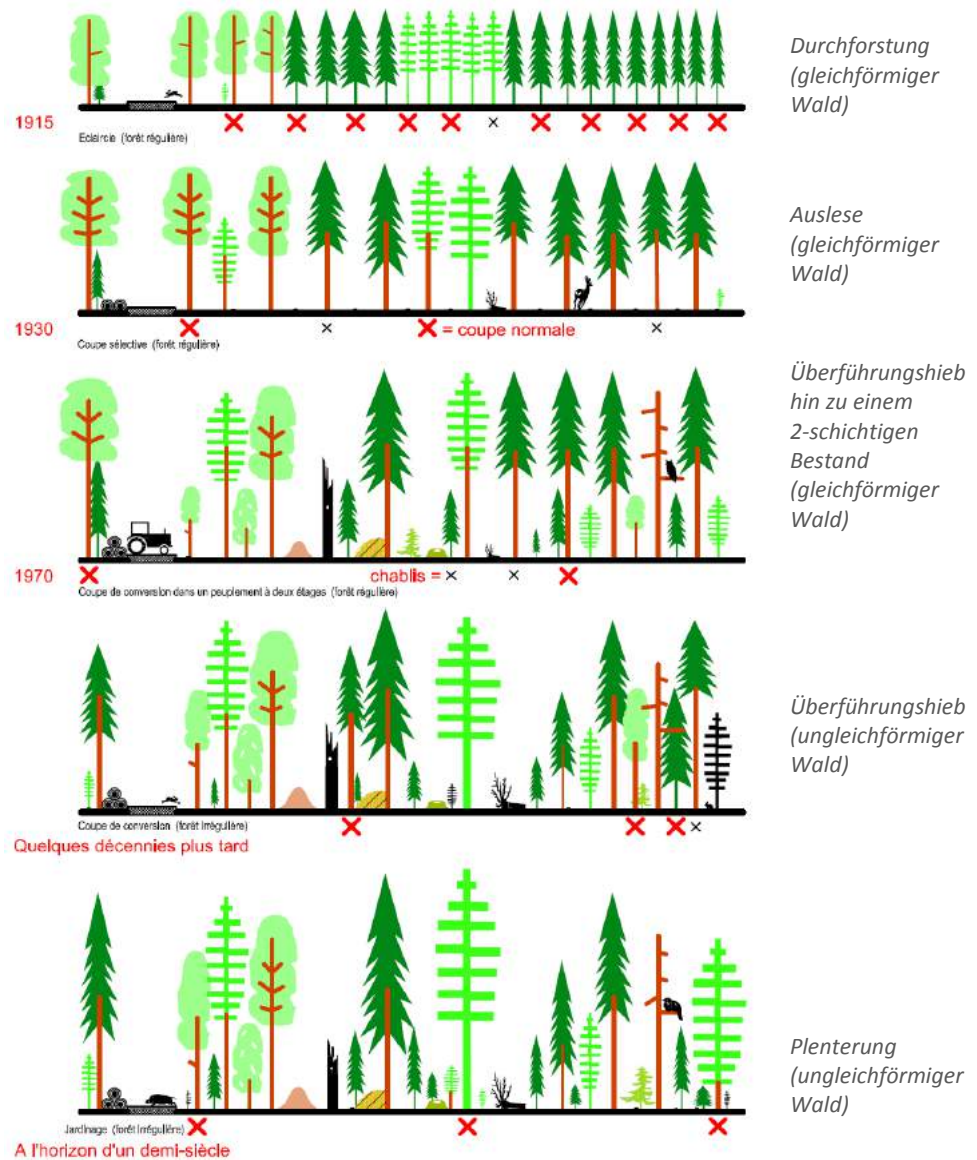
Um die Verschmutzung ihre Quellen zu beheben, beschloss die Gemeinde Le Locle (NE) im Jahre 1899 eines ihrer Landwirtschaftsgüter, die Joux Pélichet, auf einer Fläche von rund 50 ha aufzuforsten. Zwischen 1901 und 1907 wurde flächendeckend gepflanzt (1.2 bis 1.5 m Pflanzabstand). Von 1908 bis 1923 wurde hingegen schachbrettartig, in Quadraten von 12.5 m bis 19 m Seitenlänge, aufgeforstet. Im gesamten wurden nicht weniger als 16 verschiedene Baumarten eingebracht (einige davon Exoten). Von den fast 450'000 Pflanzen waren 42% Laubholz. Durch Krankheiten, welche bestimmte Pflanzen befielen, oder durch Schneebruch sind auch natürlicherweise Lücken entstanden. Diese haben zur Strukturierung des Waldes beigetragen und das Aufkommen natürlicher Verjüngung begünstigt.



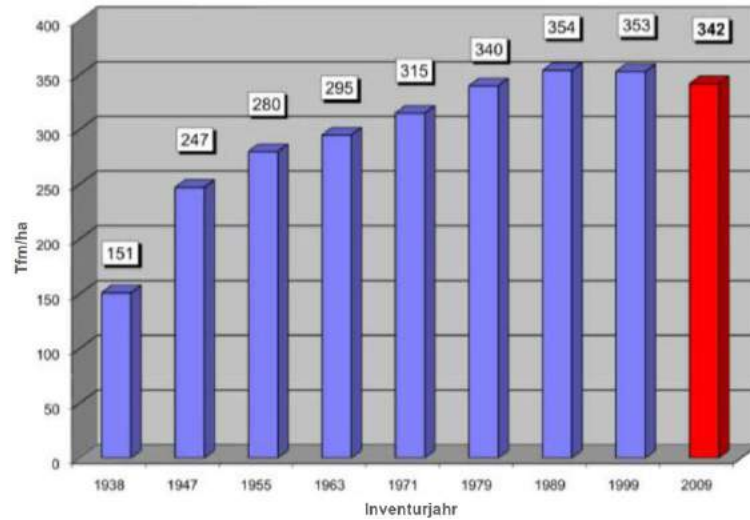
Luftbild der Joux Pélichet im Jahre 1934. Die schachbrettartigen Pflanzungen sind gut sichtbar.

Von Beginn weg, war es das erklärte Ziel der Pflanzungen, einen Plenterwald zu begründen. Dies entsprach der damals geltenden Doktrin im Kanton Neuenburg. Dazu wurde nach der unten dargestellte Behandlung verfahren (Waldbauliche Grundsätze im Kanton Neuenburg, 2001)

Illustration du traitement, exemple réel de la Joux Pélichet



Die erste Vollkluppierung in der Joux Pélichet wurde im Jahre 1938 durchgeführt und die Inventur danach bis 2009 8 Mal wiederholt. Damit kann die Vorratsentwicklung genau rekonstruiert werden (Pro Silva Helvetica, 2011).

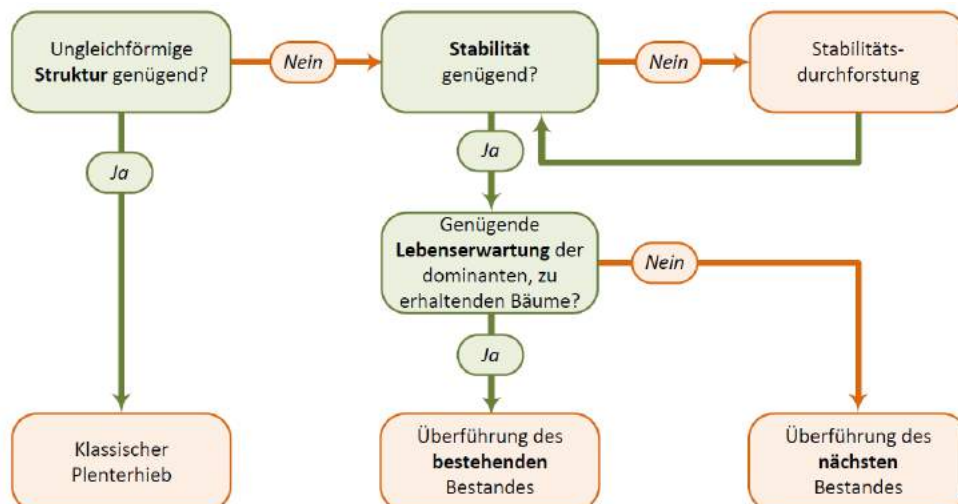


Obwohl der Gleichgewichtsvorrat Ende der 1970er Jahre erreicht wurde, ist die Kurve der Stammzahlverteilung zumindest lokal noch recht weit weg vom Ideal. Eine Studie, aus dem Jahre 1996 kam zum Schluss, dass die ungleichförmige Struktur nur auf 28% der Fläche etabliert sei. Dies zeigt, dass trotz grossen Anstrengungen zur Strukturierung 100 Jahre nicht ausreichen, um die „Idealstruktur“ zu schaffen! Trotz dem Einbringen verschiedener Baumarten in gemischten und schachbrettartigen Pflanzungen ist der Weg zum ungleichförmigen Wald lang und beschwerlich.

Natürlich handelt es sich beim Beispiel der Joux Pélichet um die Wiederaufforstung einer ehemals landwirtschaftlich genutzten Fläche. Die Überführung eines bestehenden Waldes, der allenfalls bereits ein wenig vorstrukturiert ist, benötigt wahrscheinlich weniger Zeit. Aber selbst dann, dürfte eine Überführung mindestens 4 bis 5 Jahrzehnte dauern.

4.4.3 Entscheidungshilfe

Die Entscheidung darüber, ob ein Bestand in einen ungleichförmigen Wald überführt werden kann, oder ob mit Vorteil die nachfolgenden Baumgeneration abgewartet wird (nächste Generation), kann mit folgendem Schema unterstützt werden (Schütz, 2001).

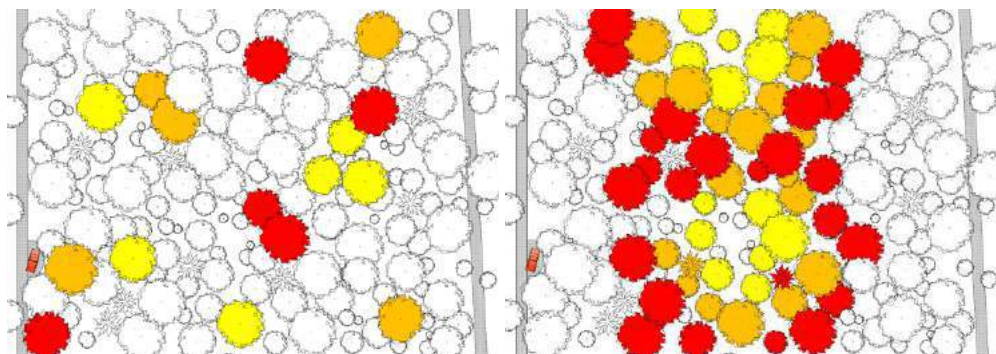


4.4.4 Häufige Probleme

Die Überführung in ungleichförmige Strukturen bereitet häufig folgende Probleme:

Problem	Erklärung
<i>Entstehen eines zweischichtigen Bestandes</i>	Eine zu starke und diffuse Öffnung des gleichförmigen Bestandes führt zu einer flächendeckenden Verjüngung; das Resultat gleicht demjenigen bei einem Schirmschlag. Um dies zu vermeiden, muss man sich auf einzelne Lichtschächte beschränken, ohne den restlichen Bestand zu öffnen. Im Gegensatz zum Femelschlag, werden diese Lichtschächte nicht erweitert, solange die Verjüngung über genügend Licht für eine gute Entwicklung verfügt. Die Lichtschächte müssen sorgfältig über die Zeit und den Raum verteilt werden.
<i>Ungenügende Verjüngung trotz bestehender Öffnungen</i>	Eine ungenügende Verjüngung ist nicht gezwungenermaßen auf Lichtmangel zurückzuführen. Die Ursache kann beispielsweise bei einem zu grossen Wilddruck liegen. Bevor also die Lichtzufuhr vorschnell und unnötigerweise erhöht wird, sollte überprüft werden, ob sich die Verjüngung überhaupt einstellen kann (z.B. mit Hilfe von Kontrollzäunen).
<i>Verspäteter Beginn der Überführung</i>	Die Überführungsphase eines Bestandes kann 60 bis 80 Jahre dauern. Diese muss frühzeitig eingeleitet werden, damit ein Teil der dominanten Bäume des ursprünglichen Bestandes – unerlässlich für die Sicherstellung eines genügenden Starkholzanteils – fähig ist, genügend lange zu überdauern. Um die Erfolgchancen zu erhöhen, sollte der Waldbauer die Umstellung von der Auslesedurchforstung auf die Plenterdurchforstung spätestens bis zur <i>Hälfte der normalen Umtriebszeit</i> des ursprünglichen Bestandes vornehmen.
<i>Kritische Stabilität in der Oberschicht</i>	Bei einzelstammweiser Behandlung ist die individuelle Stabilität entscheidend, während die Bedeutung kollektiver Stabilität in den Hintergrund tritt. Ein Baum, der in einem Bestand überdauern soll, muss über ein gesundes Wurzelwerk und eine gut entwickelte Krone verfügen. Bei kritischer Stabilität eines Jungbestands, muss zuerst mit selektiven Eingriffen die Kronenentwicklung der stabilsten Bäume gefördert werden. Wenn die stabilisierenden Elemente fehlen, ist vom Versuch der Überführung abzuraten.

Bei der Überführung zu einem ungleichförmigen Wald werden die Lichtschächte, welche durch die Entnahme von einzelnen Bäumen oder Baumgruppen entstanden sind, nicht kontinuierlich erweitert (Bild links), wie dies beim Femelschlag der Fall ist (Bild rechts).



Gelb: erster Eingriff; orange: zweiter Eingriff; rot: dritter Eingriff.

5 Beurteilung der ungleichförmigen Wälder

5.1 Natürlichkeit

Bei der Beurteilung der *Natürlichkeit* ungleichförmiger Wäldern müssen die folgenden Begriffe auseinandergelassen werden:

- *natürlicher* Zustand;
- *naturnaher* Zustand.

Die ungleichförmigen Wälder können im folgenden Sinne als *naturnah* gelten:

- Die Verjüngung erfolgt üblicherweise ausschliesslich durch *Naturverjüngung*. Die Erneuerung der Wälder hängt als von der Fähigkeit des forstlichen Ökosystems zur Auto-Regeneration ab.
- Die Entwicklung der Verjüngung wird über eine feine *Lichtdosierung* gesteuert, was die Minimierung der Jungwaldpflege erlaubt und viel Raum für natürliche Automation lässt.
- die forstliche Nutzung in ungleichförmigen Wäldern bewirkt nur geringfügige bzw. *keinerlei plötzliche Änderungen im Ökosystem*, da die Intensität des Eingriffs gering ist (periodische Entnahme von 20-30% des ursprünglichen Vorrates). Die Nutzung gleicht damit dem Ausfall von einzelnen, auf der gesamten Fläche verteilten, natürlich abgestorbenen Bäumen.

Hingegen können ungleichförmige Wälder nicht als *natürlich* gelten, wenn man folgende Punkte bedenkt:

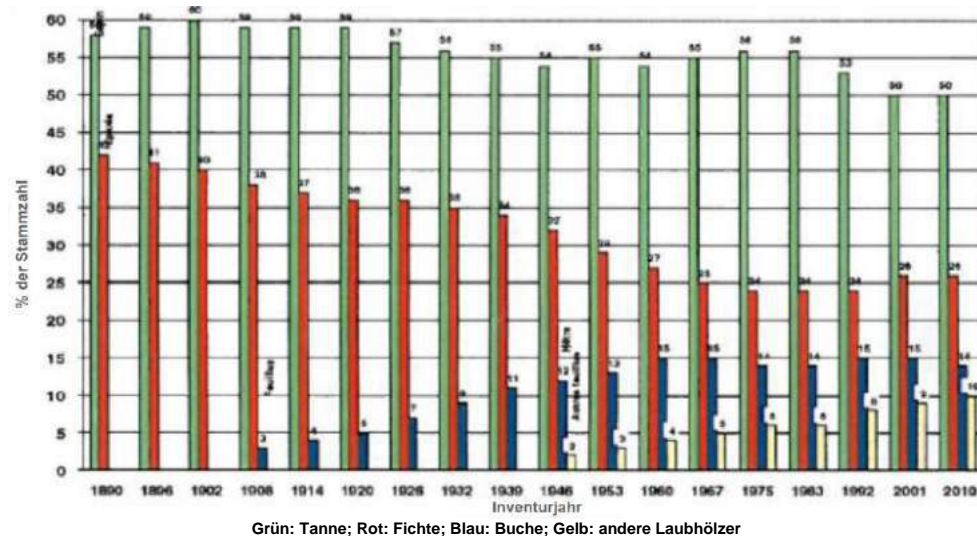
- Es gibt kaum Standorte, auf denen sich die ungleichförmigen Struktur (Stammzahlverteilungskurve) natürlicherweise erhält: ohne menschliche Eingriffe neigen ungleichförmige Wälder in der Regel zur *Homogenisierung*. Zudem wird der Vorrat im Vergleich zur Optimalphase eines Waldes künstlich niedrig gehalten; ohne Eingriffe würde dieser steigen. Der *Gleichgewichtszustand* in ungleichförmigen Wäldern ist also *menschlichen Ursprungs und nicht natürlich*.
- Untersuchungen in europäischen Urwäldern zeigen, dass sich die Verjüngung sowohl auf *kleinen Flecken* (Absterben einzelner Bäume) als auch *grossflächig* einstellt (bei einer natürlichen Störungen wie Sturm, Waldbrand, Insektenbefall usw.). Eine kontinuierliche Beschirmung ist also nicht das einzig mögliche Szenario, das von der Natur vorgesehen wurde: *zeitweilige Kahlflecken* gehören auch dazu.
- Eine starke *Lichtzufuhr* auf den Boden – wie sie in ungleichförmigen Wäldern kaum vorkommt - fördert die Biodiversität (z.B. Pflanzen, Insekten usw.). Eine kontinuierliche Beschirmung bietet also lichtbedürftigen Pflanzen kaum Entwicklungsmöglichkeiten.
- Der *Nadelholzanteil* ist in den klassischen Plenterwäldern in der Regel weit höher als er natürlicherweise auf dem jeweiligen Standort wäre.
- Die *Häufigkeit der Eingriffe* (z.B. 5-7 Jahre in den Dauerwäldern des Mittellandes) entspricht – zumindest auf der Stufe des Baumholzes – einer intensiveren Betreuung des Bestandes als bei einem gleichförmigen Wald. Die nutzungsbedingten Störungen sind entsprechend zahlreicher.
- Ohne den klaren Willen gewisse *Bäume bis zum Abschluss ihres biologischen Zyklus* zu erhalten, wären diese in ungleichförmigen Wäldern mit rascher Umlaufzeit so gut wie nicht vorhanden.

Beispiel 1

In der Mitte der „Forêt de l'Envers“ in Couvet (NE), dem Archetyp des klassischen Plenterwaldes, befindet sich eine Privatwaldparzelle, deren Besitzer vor langer Zeit nach Amerika ausgewandert ist. Die letzten Schläge auf dieser ehemals im Plenterwaldbetrieb bewirtschafteten Fläche wurden 1950 (120 m³) und 1961 (130 m³) ausgeführt. Seither wurden keinerlei Eingriffe getätigt. Das Resultat: der Vorrat hat ständig zugenommen und erreicht heute gemäss Schätzungen rund 950 Tfm/ha. Die zu grosse Dichte hat die Unterschicht zugrunde gerichtet und das Aufkommen der Verjüngung verunmöglicht. Das empfindliche Gleichgewicht wurde zerstört und die stufige Struktur ging verloren. Obwohl die Durchmesserstreuung noch über dem Normalwert liegt, wird diese doch immer geringer. Plentern heisst nutzen! Man geht davon aus, dass auf ertragreichen Standorten 20 bis 50 Jahre ohne Eingriffe genügen, um die Struktur eines ungleichförmiger Wald zu verlieren.

Beispiel 2

Entwicklung der Baumartenzusammensetzung in der Serie I in Couvet zwischen 1890 und 2010. Der Laubholzanteil (gemäss der Anzahl Stämme) ist von 0% auf 24% gestiegen. In den dominierenden Waldgesellschaften, dem typischen Tannen-Buchenwald (EK 18 Festuco-Abieti-Fagetum) und dem typischen Zahnwurz-Buchenwald (EK 12 Cardamino-Fagetum typicum), wird mit einem natürliche Buchenanteil von mindestens 50% gerechnet, was hier bei weitem nicht der Fall ist! (Oberson, 2010)



5.2 Nachhaltigkeit

5.2.1 Nutzung

Die ungleichförmigen Wälder stellen ein Symbol für *nachhaltige Waldbewirtschaftung* dar. Im Gleichgewichtszustand beschränkt sich die Nutzung tatsächlich darauf, den Zuwachs zu entnehmen, ohne den Vorrat zu vermindern. In anderen Worten *nutzt man die Zinsen ohne das Kapital zu beeinträchtigen*. Dies entspricht genau der Definition von Nachhaltigkeit, welche zukünftigen Generationen die Nutzung eines intakten Kapitals garantiert.

In den 55 ha grossen, schattseitigen Wäldern von Couvet wurden in der Periode von 1891 bis 2001 70'125 Tfm genutzt, was 3.4-mal dem Vorrat im Jahre 2001 entspricht. Damit wurde, in Volumen ausgedrückt, der Gegenwert von 3 „Kahlschlägen“ produziert. Dabei ist der Vorrat über die ganze Zeit stabil geblieben, der Boden wurde nie entblösst und das „Gesicht“ des Waldes hat sich nicht verändert.



Die schattseitigen Wäldern von Couvet (NE): in 100 Jahren wurden 1'000 m³/ha genutzt, ohne dass sich das Bild der Landschaft merklich geändert hätte. Dies ist der Bewirtschaftung als Plenterwald zu verdanken (Photo: P. Junod, 2009).

5.2.2 Gleichgewicht und Stabilität

Das nachhaltige Gleichgewicht von Volumen und Struktur ist in ungleichförmigen Wäldern ohne regelmässig wiederholte *Eingriffe durch den Menschen* nicht denkbar. Wird ein ungleichförmiger Wald zerstört (etwa durch Sturm oder eine andere natürliche Störung), *dauert es lange, bis das Gleichgewicht wiederhergestellt wird*. Es muss darauf gewartet werden, bis die ersten Bäume, welche die Fläche wiederbesiedeln, die Stufe des Starkholzes erreicht haben. Dies kann mehr als 80 Jahre dauern (s. Beispiel der Joux Pélichet im Kap. 4.4.2). Ist ein ungleichförmiger Wald also einmal zerstört, findet er nur langsam zu seinen Strukturen und seinem Gleichgewichtszustand zurück, welche seinen Wert ausmachen. Hingegen erlaubt das Vorhandensein von Verjüngung und Unterholz ein rasches Schliessen von Lücken, welche durch natürliche Störungen verursacht werden.

Zudem zeichnen sich Bäume in ungleichförmigen Wäldern durch lange, gut entwickelte Kronen aus, was ihre *Stabilität* erhöht. Verschiedene Studien deuten darauf hin, dass Sturmschäden in solchen Beständen tatsächlich *geringer* ausfallen als in gleichförmigen Wäldern. In Bezug auf Wälder, welche sich in Überführung befinden, ist allerdings eine Einschränkung angebracht: Bäume, die in geschlossenen Beständen aufgewachsen sind, müssen plötzlich ohne die kollektive Stabilität auskommen. In dieser heiklen Phase ist es also besonders wichtig, mit einer sorgfältigen Auslese auf die stabilsten Bäume zu setzen.

Der Sturm Lothar hat in Couvet eine einzige, ca. 6'500 m² grosse Lücke geschlagen. Plenterwälder scheinen also tatsächlich relativ sturmfest zu sein. Da zudem nur Elemente aus der Oberschicht geworfen wurden, hat Lothar einzig zu einer plötzlichen Freistellung derjenigen Zelle beigetragen, die bereits über eine etablierte Verjüngung verfügte. Auf diese Weise wurde diese in wenigen Jahren und ohne Wiederaufforstung geschlossen. Solange Lücken nur geringe Dimensionen aufweisen, verfügt das System also über eine hohe Resilienz!

5.2.3 Wild

Die geregelte Plenterung wurde zu einer Zeit entwickelt und eingeführt, als die *Wildpopulationen von Huftieren* (Gams, Reh und Hirsch) sehr gering waren. Die Verjüngung – vor allem diejenige der schattentoleranten Tanne – konnte jahrelang auf eine Freistellung warten, ohne grosse Gefahr verbissen zu werden. Diese Situation ist heute anders: eine späte Lichtzufuhr führt zu einer Verlängerung des Zeitabschnitts, während dem die Jungpflanzen dem Wildverbiss ausgesetzt sind. In extremen Fällen kann dies zu derart hohen Verlusten führen, dass der Nachwuchs nicht mehr gesichert und die Struktur in Gefahr ist.

Das Problem des Wilddruckes stellt sich natürlich auch in gleichförmigen Wäldern. Es ist allerdings in ungleichförmigen Wäldern ausgeprägter, weil:

- die *Anzahl Jungpflanzen* pro Flächeneinheit bedeutend geringer ist als bei flächigen Schlägen;
- die Jungpflanzen in der Regel im Halbschatten aufwachsen, was ihr *Höhenwachstum* vermindert und diese über längere Zeit dem Wildverbiss ausgesetzt sind;
- das Fehlen von stark besonnten Schlagflächen die verfügbare *Menge an alternativem Äsungsangebot* (Krautpflanzen, Sträucher usw.) für das Wild begrenzt.

Es soll hier daran erinnert werden, dass der Hirsch die Alpen und Voralpen bereits wiederbesiedelt hat, hingegen in der Neuenburger „Wiege“ des Plenterwaldes noch nicht anzutreffen ist. Das Problem der Wildschäden, z.B. das Schälen von Stangehölzern im Winter, wird in den nächsten Jahren aber sicher an Bedeutung gewinnen.

5.3 Produktion

5.3.1 Gesamtwuchsleistung

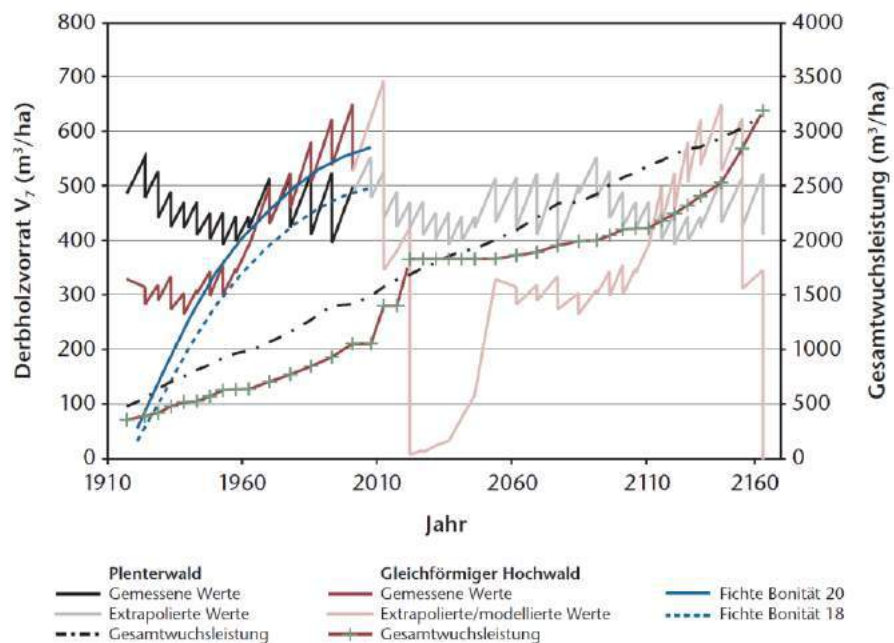
Beim Vergleich zwischen gleichförmigen und ungleichförmigen Wald wird häufig die Frage nach dem produzierten *Holzvolumen* gestellt. Die Holzernte erfolgt im gleichförmigen Wald in *deutlich erkennbaren Zeitabschnitten*, während diese im ungleichförmigen Wald *kontinuierlich* geschieht. Diese Unterschiede in der zeitlichen Verfügbarkeit der Sortimente sagen allerdings noch nichts über das gesamthaft produzierte Holzvolumen aus.

Die zwei von der WSL 1918 in Landiswil im Emmental (BE) eingerichteten Versuchsflächen, die eine in einem gleichförmigen Wald und die andere im Plenterwald, liefern hierzu nähere Angaben.

Vergleich zwischen einem Plenterwald und einem gleichförmigen Wald in Landiswil (BE). Die zwischen 1918 und 2005 gemessenen Werte wurden bis 2160 extrapoliert, um die Analyse auf zwei Umtriebszeiten ausdehnen zu können (Zingg et al., 2009).

Beim **Vorrat** (V_7 in m^3/ha) besteht ein deutlicher Unterschied: im Plenterwald (gezackte Linie in schwarz und grau) verharrt dieser ständig zwischen 400 und 500 m^3/ha , während er beim gleichförmigen Wald (gezackte Linie in rot und rosa) zwischen 0 und 700 m^3/ha schwankt.

Im Gegensatz zum Vorrat, ist die **Gesamtwuchsleistung** (vertikale Achse rechts, in m^3/ha) zwischen dem Plenterwald (schwarz gestrichelt) und dem gleichförmigen Wald (rote Linie mit grauen Kreuzen) durchaus vergleichbar. Die „Verspätung“ des gleichförmigen Waldes in der Mitte der Umtriebszeit (z.B. gegen 1970 und 2110) wird bei der Endnutzung des Bestandes aufgeholt (z.B. im Jahre 2020 und 2160).



Während der untersuchten Periode (1918-2160) beträgt das durchschnittlich genutzte Volumen in Plenterwald 67 m^3/ha gegenüber 71 m^3/ha im gleichförmigen Wald. Der Unterschied ist also vernachlässigbar.

Der wichtigste Unterschied ist der Folgende: während 20 bis 30 Jahren (Jungwaldphase) liefert der gleichförmige Wald keine vermarktbaren Sortimente. Während dieser Zeit produziert der Plenterwald rund 200 bis 300 m^3/ha . Zum Zeitpunkt der Endnutzung (zum Abschluss der Umtriebszeit) liefert der gleichförmige Wald dann allerdings wieder ein grösseres Volumen als der ungleichförmige Wald.

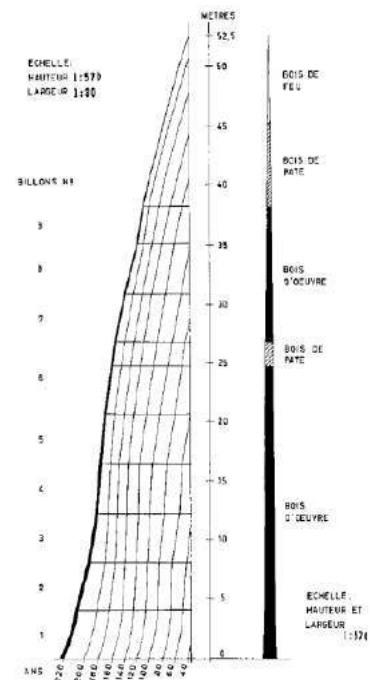
Man merke sich also, dass das produzierte Gesamtvolumen *durch die Standortsgüte gegeben* ist. Solange eine Parzelle keine langfristigen Blößen aufweist, bleibt das Volumen über eine gesamte Umtriebszeit betrachtet identisch, unabhängig davon, ob es sich um einen gleichförmigen oder ungleichförmigen Wald handelt. Der einzige Unterschied besteht dabei im Zeitpunkt der Ernte.

5.3.2 Individueller Zuwachs

Eine Besonderheit im klassischen Plenterwald bildet die lange Unterdrückungszeit den jungen Tannen auszuhalten vermögen: eine Periode, in welcher diese im Bestandesschatten ausharren und auf Licht warten. Kommt hinzu, dass der Volumenzuwachs bei der Tanne *später kulminiert* als bei allen anderen Baumarten. Das Beispiel unten zeigt, dass dies zu erstaunlichen Resultaten führt.

Im Jahre 1964 wurde in Couvet (NE) eine der sogenannten „Präsidenten-Tannen“ gefällt, welche wie folgt beschrieben werden kann (Oberson 2010):

Höhe	52.50 m
BHD	1.35 m
Alter	220 Jahre
Volumen Nutzholz	21.87 m ³
Volumen Industrieholz	1.60 m ³
Volumen Brennholz	1.40 m ³
Gesamtvolumen	24.87 m³



Mittels Jahrringanalyse konnte festgestellt werden, dass das Volumen im Alter 110 lediglich 2.5 m³ betrug. Dies bedeutet, dass der Baum in der ersten Hälfte seines Lebens 1/10 und in der zweiten Hälfte 9/10 seines Volumens produziert hat! Rund ein Viertel des Volumens wurden in den letzten 20 Jahren seines Lebens produziert. Dieses Beispiel zeigt das aussergewöhnliche Wachspotenzial der Tanne!

5.3.3 Qualität

Die dominanten Bäume bilden in ungleichförmigen Wäldern kein durchgehend geschlossenes Kronendach. So können sie eine *lange Krone* ausbilden, was nicht nur ihren Zuwachs steigert (grosse Blattmasse), sondern bei Nadelbäumen auch das Risiko von *Ausfallästen* vermindert.

Ein verlangsamtes Jugendwachstum (durch die Schattenstellung bedingt) hat auch positive Auswirkung auf das Bodenstück. Ein Baum aus einem Plenterwald ist bei gleichem Durchmesser in der Regel tatsächlich älter (manchmal bedeutend älter) als ein Baum aus einem gleichförmigen Wald. Damit bleibt für die untersten Äste mehr Zeit für eine natürliche Astung.

Um eine gute Astung des *Bodenstücks* sicherzustellen, muss allerdings darauf geachtet werden, dieses gut eingepackt zu lassen. Die Begleitbäume, auch Jungbäume schlechter Qualität, spielen dabei eine wesentliche Rolle. Ungleichförmige Wälder können also trotz geringerer Konkurrenz als im gleichförmigen Wald, *Stammstücke erster Qualität* produzieren.

Die Sortimentverteilung präsentierte sich in Couvet in den Jahren 2001 bis 2009 wie folgt:

- 88.5% Nutzholz;
- 3.7% Industrieholz;
- 7.8% Energieholz.

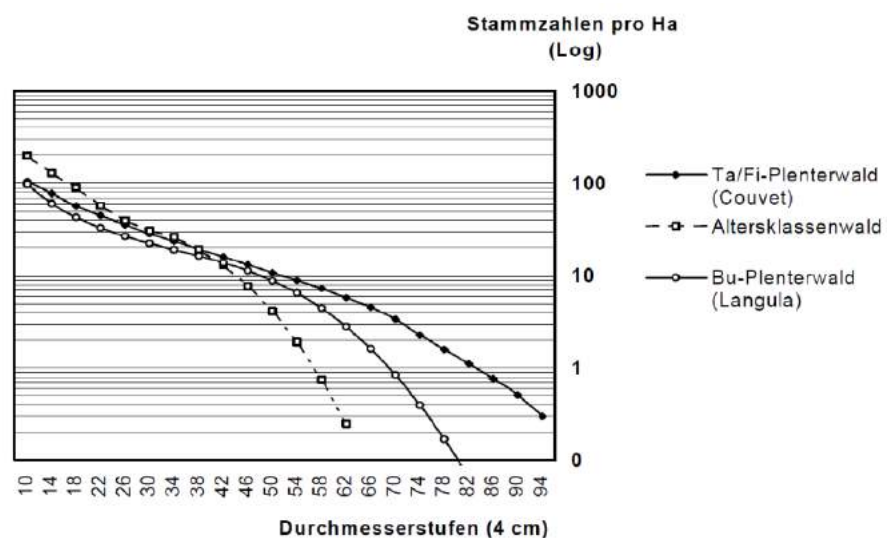
Der Anteil Nutzholz hat im Laufe der Zeit ständig zugenommen. Die seit mehr als einem Jahrhundert angewandte Auslese verbunden mit einer Erhöhung des Volumens des Mittelstamms trägt also offenbar Früchte. Die Qualität in ungleichförmigen Wäldern ist nicht geringer als in gleichförmigen Wäldern! Allerdings muss präzisiert werden, dass der oben erwähnte hohe Anteil Nutzholz auch vom sehr hohen Nadelholzanteil in Plenterwäldern herrührt. Bei häufigeren Laubhölzern mit breiter Krone und grossen Ästen wäre dieser Anteil nicht so hoch.

5.3.4 Sortimente

Jeder Eingriff in einen ungleichförmigen Wald liefert *Produkte unterschiedlicher Durchmesserstufen*. Das gilt auch für kleine Parzellen (½ ha). Dies ist, zusammen mit den besonderen Eigentumsverhältnissen, eine Erklärung für die Tradition der Plenterung im Emmental. Nur dank des Plenterwaldes konnten sich die Bauern im Wald laufend mit den *verschiedenen, auf dem Hof benötigten Sortimenten* eindecken.

Die Plenterwälder liefern zudem traditionellerweise einen grossen Anteil am *Starkholz*. Bezüglich der Beziehung Zeit/Volumen haben Bäume grossen Dimensionen einen Vorteil. Mit dem Fällen eines einzigen Baumes fällt ein grosses Volumen an (sog. Massenstückgesetz). Leider werden heute grosse Durchmesser immer weniger nachgefragt. Als Reaktion auf diesen Markttrend besteht selbst in den traditionellen Plenterwäldern die Tendenz zur Produktion geringerer Durchmesser.

Ideale Stammzahlverteilungskurve in einem klassischen Plenterwald (schwarze Rhomben), in einem gleichförmigen Wald (weisse Quadrate) und einem Buchen-Plenterwald (weisse Kreise). Sowohl im Nadel- als auch im Laubholz-Plenterwald gehört ein grosser Teil der Stämme zu den grossen Durchmesserstufen, während diese im gleichförmigen Wald nicht vorkommen (Schütz, 2001).



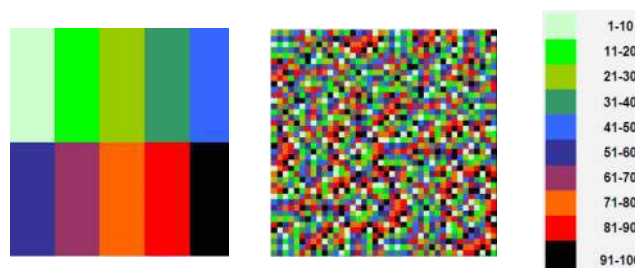
5.3.5 Ökonomisches Gleichgewicht

Die Bewirtschaftung eines ungleichförmigen Waldes erlaubt einem Privatwaldbesitzer die *Ausgaben und Einnahmen* selbst auf kleiner Fläche *zeitlich stabil zu gestalten*. Er wird nicht wie im gleichförmigen Wald abwechselnde Phasen der Holzernte oder der Pflege erleben.

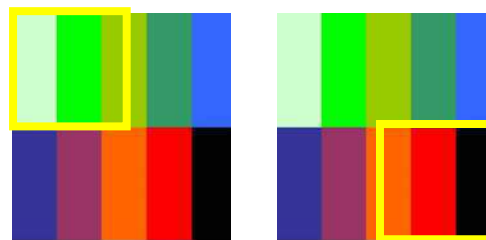
Beispiel (nach Zingg, 2009)

Die Farben in untenstehendem Schema stellen Altersklassen von 10 Jahren dar. In beiden Quadraten nehmen diese die gleiche Fläche ein. Beide Beispiele sind also in Bezug auf die Verteilung der Altersklassen nachhaltig aufgebaut (s Normalwaldmodell, Modul D1.4 „Waldbauliche Planung“).

Links ist ein gleichförmiger Wald dargestellt, der aus nebeneinanderliegenden Beständen homogener Alters aufgebaut ist. Rechts ist ein ungleichförmiger Wald zu sehen, in dem Bäume unterschiedlichen Alters innig miteinander vermischt sind.



Besitzt ein Privatwaldbesitzer eine Parzelle, die nur $\frac{1}{4}$ der unten dargestellten Fläche ausmacht, wird sein ökonomischer Ertrag, je nach Situation, sehr verschieden ausfallen:



Im Fall links (gelber Rahmen) besteht eine Parzelle ausschliesslich aus jungen Bäumen, welche als Investition zu betrachten sind und in den nächsten Jahrzehnten keine vermarktbareren Produkte darstellen. Rechts hingegen sind in den nächsten Jahren Endnutzungen zu realisieren, welche einen Gewinn abwerfen dürften.

Im Gegensatz dazu bleibt im ungleichförmigen Wald, unabhängig vom betrachteten Viertel der Fläche, die Summe der zu erntenden oder zu pflegenden Bäume immer gleich. Dies gilt auch dann, wenn der Privatwaldbesitzer weniger als $\frac{1}{4}$ der Fläche ausmacht.

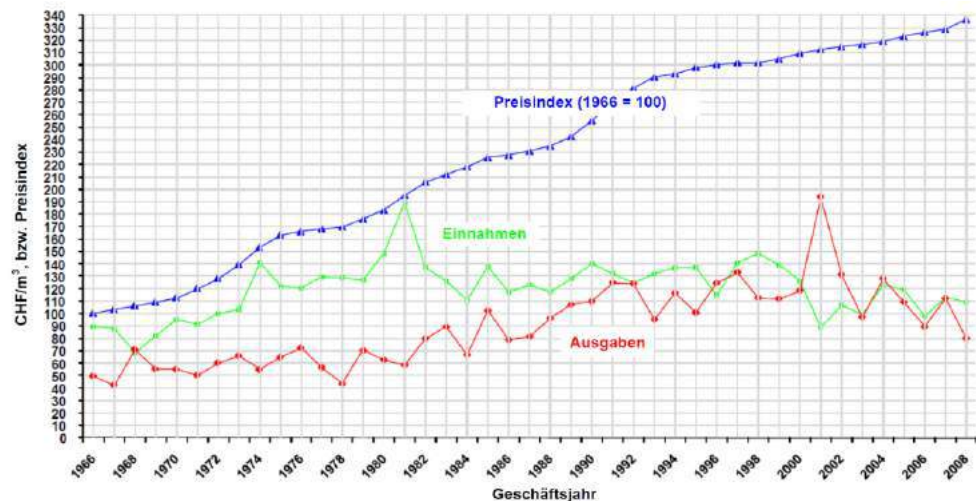
5.3.6 Ökonomische Rendite

Ein unbestreitbarer Vorteil der ungleichförmigen Wälder liegt in den *geringen Investitionen für die Jungwaldpflege*. Da die Anzahl junger Stämme deutlich geringer ist als in flächig verjüngten Jungbeständen, genügt eine extensive Nachpflege. Zudem können im Falle der klassischen Plenterwälder, die dort vorkommenden, typischen Baumarten (Tanne, Fichte und Buche) ohne grosse Investitionen produziert werden (natürliche Dominanz, Schattentoleranz usw.). Der Unterschied zwischen dem Arbeitsaufwand in gleichförmigen und ungleichförmigen Wäldern wird aber geringer, seit in den gleichförmigen Wäldern Pflegekonzepte zur Anwendung kommen, welche zunehmend auf der *biologische Rationalisierung* aufbauen.

Auch wenn die Pflegekosten in ungleichförmigen Wäldern in der Regel geringer ausfallen, ist hingegen mit *höheren Holzerntekosten* zu rechnen. Grund dafür sind die anspruchsvollere Holzernte und die beschränkten Möglichkeiten der Mechanisierung.

Beispiel 1

Entwicklung des finanziellen Erfolgs im Gemeindewald von Couvet. Seit 1980 ist eine Abnahme der Verkaufspreise für Holzprodukte festzustellen. Die Aufwände hingegen steigen aufgrund der höheren Lohnkosten (pro Silva Helvetica, 2010).



Durchschnittlicher Netto-Ertrag für die Periode 2005 bis 2009:

	CHF/Jahr	CHF/m ³	CHF/ha
Brutto-Ertrag	174'521	109	970
Aufwand	149'743	94	832
Netto-Ertrag	24'778	15	138

Für die gleiche Periode präsentieren sich die Aufwände wie folgt:

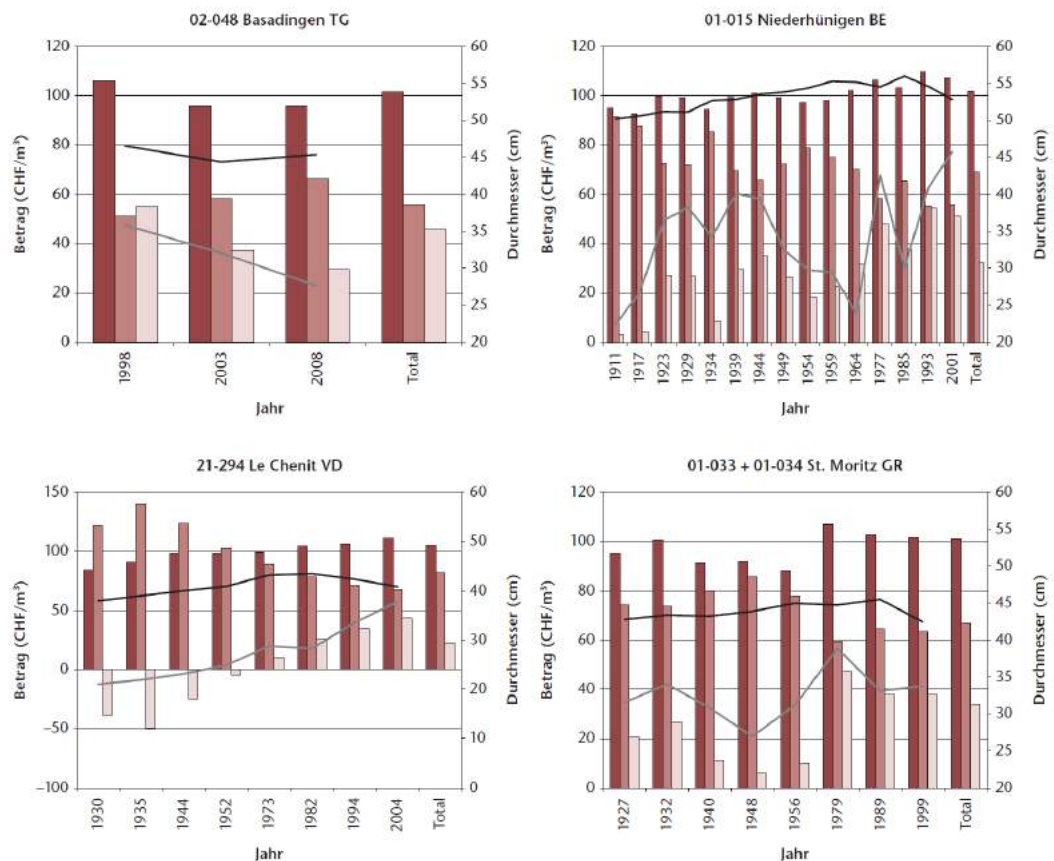
	CHF/m ³	%
Aufrüsten und Rücken	55	59
Unterhalt Erschliessung	5	5
Jungwaldpflege	5	5
Planungskosten (Förster + Forstingenieur)	18	19
Sozialfunktion	11	12
Gesamt Aufwand	94	100

Für die gleiche Periode präsentierten sich die Einnahmen wie folgt:

	CHF/m ³	%
Einnahmen aus dem Holzverkauf	87.4	80
Finanzhilfen und Subventionen	21.6	20
Gesamte Einnahmen	109	100

Beispiel 2

Modellierung des ökonomischen Erfolgs auf 4 Plenterwald-Versuchsflächen der WSL. Die Holzerntekosten und die Holzpreise beziehen sich auf 2009 (Zingg et al., 2009).



Dunkelrote Säulen: Einnahmen aus dem Holzverkauf
 Rote Säulen: Holzerntekosten
 Rosa Säulen: Einnahmen nach Abzug der Holzerntekosten
 Graue Linie: Mittlerer Durchmesser der geernteten Stämme
 Schwarze Linie: Oberdurchmesser (d_{dom}) des verbleibenden Bestandes

In Basadingen (445 m), Niederhünigen (940 m) und St-Moritz (1810 m) sind alle Eingriffe gewinnbringend. In der Fläche in Le Chenit (1340 m) ist dies erst ab 1973 der Fall, da alle bis dahin genutzten Stämme schwache Durchmesser aufweisen. Der Durchmesser der vermarktbareren Sortimente spielt also eine zentrale Rolle für den ökonomischen Erfolg eines Betriebes.

5.3.7 Planung

Die waldbauliche Planung ist im ungleichförmigen Wald *einfacher* als im gleichförmigen, weil:

- jede Abteilung nach einer klaren Umlaufzeit in *regelmässigen Intervallen* behandelt wird, was die Risiken von Versäumnissen oder Pflegerückständen vermindert; das Erstellen von Dringlichkeits- und Eingriffskarten, ebenso wie deren Aktualisierung, entfällt;
- sich die Eingriffe auf *Plenterhiebe* und *Jungwaldpflege* beschränken; die Unterscheidung von Durchforstung und Verjüngungshieb wird hinfällig
- die bei der Holzernte behandelten Flächen denjenigen für die Pflege *entsprechen*.

Die Vorteile kommen allerdings nur zu Geltung, wenn der Betrieb in *sorgfältig ausgewählte Abteilungen* unterteilt wird, damit sowohl *Arbeitslast* als auch *Hiebsatz* ausgeglichen werden. Bei der Festlegung der Abteilungen müssen also nicht nur deren Flächen aber auch deren Zuwachs berücksichtigt werden.

5.4 Technische Aspekte

5.4.1 Erschliessung

Im ungleichförmigen Wald verteilt sich die Holzernte auf die gesamte Fläche der ausgewählten Bewirtschaftungseinheit (Abteilung). Eine *genügend dichte Erschliessung* ist also aus *ökonomischen Gründen* (Rückedistanz verringern) aber auch für die *Arbeitsqualität* (Minimierung der Risiken von Rückeschäden beim verbleibenden Bestand) unerlässlich.

5.4.2 Holzerei

Die Entnahme von Einzelstämmen bzw. Kleingruppen erfordert *besondere Sorgfalt beim Fällen und Rücken* des Holzes. Kommt hinzu, dass vor allem die in den klassischen Plenterwäldern geernteten Bäume grössere Durchmesser aufweisen als in gleichförmigen Wäldern. Qualifizierte Arbeitskräfte, welche verantwortungsbewusst und sorgfältig holzen, sind also unbedingt nötig, um Schäden an den Zukunftsbäumen so weit wie möglich zu vermeiden.

Als erster Schweizer Kanton hat Neuenburg bereits 1926 eine Forstwart-Lehre eingeführt. Dies ist nicht weiter erstaunlich, da die Plenterung in diesem Kanton die dominierende Bewirtschaftungsform darstellt. Der Plenterwald hat schon immer ausgezeichnete Forstwarte hervorgebracht!

Man erzählt sich die Geschichte, dass Biolley bei seiner Ankunft in Couvet allen Forstarbeitern kündigte, welche er als reine „Holzer“ betrachtete. An ihre Stelle setzte er Bergamasker (Norditalien), welche den Ruf hatten, bei der Holzernte geschickter und pfleglicher mit dem Bestand umzugehen.

In der Vergangenheit wurden die grössten Bäume im Plenterwald manchmal stehend aufgeastet („Stumpen“), um die beim Fällen entstehenden Schäden beim Aufprall auf den Boden zu verringern und damit die Verjüngung zu schonen. Heute wird dieses Vorgehen aus Kostengründen kaum mehr angewendet.

Im Mittelland weisen Laubwälder, welche in Dauerwälder überführt werden, häufig eine sehr dichte Verjüngung auf. Die diffusen Öffnungen im Kronendach führen oft ungewollt zu einem üppigen Aufkommen der Buche (dominante und schattentolerante Baumart). Rüst- und Rückearbeiten werden dadurch erschwert (schlechte Sichtverhältnisse, wenig Platz zum Arbeiten usw.). Die Jungwaldpflege nach der Holzerei wird ebenfalls teurer (verlangsamte Verschiebung im Gelände, grosse Anzahl Bäume usw.).

5.4.3 Mechanisierung

Die Ernte der weit herum verteilten Stämme, aber auch deren grosse Durchmesser, schränken die mögliche Mechanisierung im ungleichförmigen Wald ein. Das Fällen wird also in der Regel mit der Motorsäge ausgeführt.

Die Kombination von motormanueller Holzerei (für das Starkholz und die weit von der Rückegasse entfernten Stämme) mit dem Einsatz von Vollerntern (für die kleinen Durchmesser und das Asten) wird häufig dort angewendet, wo Topographie und Bestände dies erlauben. Erfahrungen (z.B. in den Wäldern von Cortaillod, NE) zeigen, dass diese Methode sehr effizient betrieben werden kann.

5.5 Soziale Aspekte

Die *Beständigkeit des Landschaftsbildes* ist charakteristisch für die ungleichförmigen Wälder: da keine flächigen Hieb zur Ausführung kommen, *werden Veränderungen kaum wahrgenommen*. Dies umso mehr, als die Anzahl Bäume pro Durchmesserstufe im Gleichgewichtszustand immer etwa gleich bleibt. In *stadtnahen Wäldern*, welche stark von der Öffentlichkeit begangen werden, ist dies sicher von Vorteil. Auch wenn der Spaziergänger ab und zu einen frisch geschnittenen Stock entdeckt, wird er nicht das Gefühl haben, dass das Antlitz des im bekannten Waldes fundamental ändert.

Die Plenterung, mit ihrem Nebeneinander von Bäumen verschiedenen Alters und unterschiedlicher Dimension, zeichnet das eindrückliche Bild einer eigentlichen „Wald-Familie“, welche als Sinnbild für die dem Forstdienst so wichtige, nachhaltige Nutzung des Waldes steht.

In ungleichförmigen Wäldern ist es möglich, die *Nutz- und Sozialfunktion* des Waldes miteinander zu verbinden und dabei die negativen Effekte der ersten auf die zweite in Grenzen zu halten.



Das Waldgebiet der « Montagne de Boudry » (NE), zwischen 550 und 1'400 m ü.M. gelegen, ist ein Beispiel für ungleichförmige Wälder, welche in der Höhe aus klassischen Plenterwäldern bestehen und in den tiefen Lagen aus ungleichförmigen und mosaikartig, reich gemischten Beständen. Seit über einem Jahrhundert werden hier jährlich 12'000 m³ geerntet. Diese Bewirtschaftungsform garantiert eine bemerkenswerte landschaftliche Konstanz (Foto: P. Junod).

6 Zusammenfassung

Die unten dargestellten 7 „Goldenen Regeln“ können als Zusammenfassung der wichtigsten Aussagen aus dem vorliegenden Dokument gelten:

1. Kein *ungleichförmiger* Wald ohne *ständig wiederholte* Eingriffe!

„Ein gänzlichliches Ausschliessen der Axt wird mit der Zeit ebenso verderblich, wie eine zu starke Lichtung...“ (Elias Landolt, 1895).

2. Kein *nachhaltiger* ungleichförmiger Wald ohne *Gleichgewicht der Stammzahlen* pro Durchmesserstufe!
3. Das *Wuchstemperament* der in Mischung befindlichen Baumarten bestimmt den *Gleichgewichtsvorrat* und die *Grösse der Lücken!*
4. Das Gleichgewicht ist ein *Idealzustand* auf den man ständig hinarbeitet, ohne ihn jemals wirklich zu erreichen!
5. Plenterung ohne Kenntnis von *Vorrat* und *Zuwachs* heisst, ohne Karte und Kompass zu navigieren.
6. Kein ungleichförmiger Wald ohne *sorgfältige Holzerei* und *genügende Erschliessung*.
7. Der Fortbestand des ungleichförmigen Waldes steht *bei jeder Anzeichnung* auf dem Spiel: was zurückbleibt ist ebenso wichtig wie das, was entnommen wird!

7 Quellen

- AMMON, W., 1995 : Das Plenterprinzip in der Waldwirtschaft: Folgerungen aus 40 Jahren schweizerischer Praxis. 4. Aufl. Bern: Haupt. 172 pp.
- ASSOCIATION FUTAIE IRRÉGULIÈRE, 2012 : AFI – Vingt ans d’activités.
- BACHMANN, P. & ZINGG, A., 2003 : Zusammenbruch oder Umbruch im Dürsrütiwald ? Schweiz. Z. Forstwes. 154/6 : 193-206.
- BIOLLEY, H., 1901 : Le jardinage cultural. Journal forestier Suisse 52/6 : 97-104 & 52/7-8 : 113-132.
- BIOLLEY, H., 1920 : L’aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle. Paris & Neuchâtel : Attinger. 90 pp.
- FAVRE, L.-A. & OBERSON, J.-M., 2002 : 111 années d’application de la méthode du contrôle à la forêt de Couvet. Schweiz. Z. Forstwes. 153/8 : 298-313.
- FORÊT PRIVÉE FRANÇAISE, 2010 : Traitement irrégulier – Connaître, prévoir, agir. Forêt Entreprise 195/6.
- JACOBÉE, F., 2004 : Le renouvellement des chênes en futaie irrégulière. Forêt-entreprise 155 : 45-349.
- JUNOD, P., 2007 : Tempête locale du 2 janvier 2007 à Boudry – Description de l’événement et enseignements pour la sylviculture. Bull. Soc. Neuch. Sc. Nat. 130/1 : 87-111.
- LEMAIRE, J., 2005 : Le hêtre, la futaie jardinée et la futaie irrégulière : de la théorie à la pratique. Forêt-entreprise 162 : 57-61.
- LINDER, W. & MARTI, W., 2009 : Erfolgsfaktoren und Schwierigkeiten bei der Plenterung und Überführung im Privatwald. Schweiz. Z. Forstwes. 160/1 : 11-14.
- MAYLAND, J.-PH., 2006 : Sylviculture générale. Support de cours. CEFOR Lyss.
- OBERSON, J.-M., 2010 : Domaine forestier de Couvet (Commune du Val-de-Travers) – Guide d’excursion. Sentiers didactiques « Forêt jardinée ». 39 pp.
- OBERSON, J.-M., 2010 : Domaine forestier de Couvet (Commune du Val-de-Travers) – Jardinage cultural et méthode du contrôle. 17 pp.
- POMMERENING, A. & MURPHY, S.T., 2004 : A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. Forestry, 77/1 : 27-44.
- PRO SILVA HELVETICA, 2010 : Portrait de la forêt jardinée de l’Envers à Couvet/NE. 15 pp.
- PRO SILVA HELVETICA, 2010 : Portrait de la forêt jardinée du Hübschegg/ZH. 21 pp.
- PRO SILVA HELVETICA, 2011 : Portrait de la forêt jardinée de La Joux Pélichet, Le Locle/NE. 20 pp.
- SERVICE DES FORÊTS, RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL, 2001 : Principe sylviculturaux. Plan d’aménagement forestier, chapitre 5.
- SCHÜTZ, J.-PH., 2001 : Die Plenterung und ihre unterschiedliche Formen – Skript zu Vorlesung Waldbau II und Waldbau IV. Professur Waldbau, ETH Zürich. 128 pp.
- SCHÜTZ, J.-PH., 2006 : Le canton de Neuchâtel et le jardinage moderne. Schweiz. Z. Forstwes. 157/7 : 250-253.

- SCHÜTZ, J.-PH., PUKKALA, T., DONOSO, P. J. & VON GADOW, K., 2012 : Historical Emergence and Current Application of CCF. In : Pukkala, T. & von Gadow, K. (eds) : Continuous Cover Forestry. Managing Forest Ecosystems 23.
- SOCIÉTÉ FORESTIÈRE SUISSE, 1980 : Henry Biolley – Œuvre écrite. Supplément n°66 aux organes de la Société forestière suisse. 458 pp.
- SOCIÉTÉ FORESTIÈRE SUISSE, 2006 : Jämes Péter-Contesse – Œuvre écrite et photographique. Supplément au Journal forestier Suisse 93. 254 pp.
- TREPP, W., 1989 : Das Plenterprinzip als allgemein gültige Waldpflegetechnik nach Schriften von Kreisförster Walter Ammon. Schweiz. Z. Forstwes. 140/1 : 1-22, 2 : 93-117, 3 : 233-238.
- VANSTAEVEL, B. & MOZZIACONACCI, Y., 2010 : Martelage en traitement irrégulier : une clé pour démarrer. Forêt-entreprise 195 : 35-36.
- ZINGG, A., 2003 : Dauerwald – ein neues altes Thema der Waldwachstumsforschung. Inf.bl. Forsch.bereich Wald 15, WSL.
- ZINGG, A., 2011 : Warum plentern? Wald und Holz 12/11 : 23-27.
- ZINGG, A., 2012 : Pourquoi jardiner une forêt ? La Forêt 9/12 : 14-18.
- ZINGG, A., 2012 : Überall plentern? Über 100 Jahre Forschung in Plenterwäldern. Wald und Holz 9/12 : 24-28.

Empfehlungen zur Baumartenwahl für den Waldbau im Wirtschaftswald

Waldgesellschaft verwandte Einheiten	Baumartenempfehlungen		minimaler empfohlener	Laubbaumanteil %									
	standortheimische Arten	Gastbaumarten		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	TEi Bu Hbu Bi	Fö Lä	50 70–95										
<2>	TEi Bu Hbu Bi	Fö Lä	50 70–95										
6	TEi Bu Ki WLi Hbu Bi SAh (Ta)	Fö Lä Fi Dou REi	40 60–95										
7* 7b, 8*, 8b	SEi Bu Ta Es BAh WLi Fi	Fö (Lä)	40 60–(65)										
7a	TEi SEi BAh Es Bu Hbu Ki WLi Ta	Fi Lä Fö Dou REi	25 50–95										
7d	TEi Bu Ki WLi Hbu Bi SAh (Ta)	Fö Lä Fi Dou REi	40 60–95										
7e	TEi Bu BAh Ki Es SAh FAh WLi Hbu	Fö Lä Fi	25 60–90										
7f	TEi SEi BAh Es Bu Hbu Ki WLi SAh Ta	Fi Lä Fö Dou REi	25 50–95										
7g 7a ₅	Es BAh SEi Ki BUI Bu Hbu SAh SEr WLi	(Ta)	70 90–100										
8a	Bu BAh BUI Ta Es Fi	Dou	25 50–(55)										
8d 8c	TEi Bu Ki Fa WLi Hbu SAh	Fö Lä Fi Ta Dou REi	40 60–(95)										
8f 8e	Bu BAh Ta Es BUI Fi	{Fö} {Lä} Dou	25 50–55										
8g 8a ₅	Es BAh BUI Bu Ta SAh	(Fi)	70 90										
9 9l, 12t	TEi BAh Bu Ki Li Fö Es Hbu SAh FAh (Ta)	Lä (Fi)	70 70–95										
10	TEi Bu BAh Fö Li Mbb Els SAh FUI FAh Nu	Lä	70 70–95										
10w <14w>	TEi Es BAh Fö Bu Mbb Els Ki SAh FAh		70 70–95										
11 11e	SEi Ki BAh Es BUI Hbu Bu FAh Li SAh	(Ta Fi)	70 90–95										

Empfehlungen zur Baumartenwahl für den Waldbau im Wirtschaftswald

Waldgesellschaft verwandte Einheiten	Baumartenempfehlungen		minimaler empfohlener	Laubbaumanteil %									
	standortheimisch	Gastbaumarten		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
27a 27g	Es SEr BAh		100	[Bar chart showing 100% conifer content]									
	Bi TEi		100										
27f 27e, o, w	Es SEr BAh		100	[Bar chart showing 100% conifer content]									
	{Fö} {Mbb}		100										
<28>	Es SEi		100	[Bar chart showing 100% conifer content]									
	SE BUI FUI WLi Bi Hbm WEr	SPa	100										
29 <29a, e>	Es BAh SEi Ki BUI SAh		90	[Bar chart showing 90% conifer content]									
	SLi Hbu FAh TKi Bu FUI	{SPa}	100										
30 30f	Es SEr TKi		100	[Bar chart showing 100% conifer content]									
			100										
<32> <31>	GEr		100	[Bar chart showing 100% conifer content]									
	(Es TKi Fi)		100										
35a <35c, e>	TEi Ki Es (SEi)		70	[Bar chart showing 70% conifer content]									
	Els Hbu FAh FUI WLi Mbb	(Fö Lã)	90-100										
<39> <42*>	TEi		90	[Bar chart showing 90% conifer content]									
	Els Mbb SLi Birnbaum	(Bu Fö)	90										
<43>	SWei SEr {SPa}		100	[Bar chart showing 100% conifer content]									
			100										
<44>	SEr		100	[Bar chart showing 100% conifer content]									
			100										
<45>	Bi Fö (Vobe Fi)		50	[Bar chart showing 50% conifer content]									
			50										
<46>	Ta {Fi}		20	[Bar chart showing 20% conifer content]									
	(Bu) SEr WEr Bi BAh Vobe (SEi)		40-(65)										
<49>	Ta {Fi}		20	[Bar chart showing 20% conifer content]									
	BAh Es Vobe		20-(65)										
<61> <61M>	Fö		20	[Bar chart showing 20% conifer content]									
	Mbb TEi Eib {BFö}		20										
<62> <62M>	Fö		20	[Bar chart showing 20% conifer content]									
	Mbb BAh Eib (Bu) {BFö}		20										
<64> <65>	Fö		20	[Bar chart showing 20% conifer content]									
	Mbb TEi Els		20										