

**Die 111-jährige Anwendung der Kontrollmethode
im Gemeindewald von Couvet**

Louis-André Favre, Forstingenieur

Jean-Michel Oberson, Forstingenieur

Februar 2002

1.1 Inhalt

1. Vorwort.....	3
2. Frühere Betriebsform	4
3. Versuch, den schlagweisen Altersklassen-Hochwald einzuführen.....	4
4. Einführung der kontrollierten Auslese-Plenterung.....	5
5. Situation und Vegetationsbedingungen	6
6. Zustand des Waldes um 1890 und hundertjährige Entwicklung	7
6.1 Betriebsklasse I.....	7
6.2 Betriebsklasse II.....	8
7. Resultate	8
7.1 Vorbemerkungen.....	8
7.2 Betriebsklasse I.....	9
7.2.1 Vorrat (Tabelle 1 und Abb. 1)	10
7.2.2 Grundfläche, (Abb. 2).....	11
7.2.3 Stammzahl (Tabelle 1 und Abb. 3).....	11
7.2.4 Durchmesserklassen (Tabelle 1 und Abb. 1).....	13
7.2.5 Baumarten (Tabelle 1, Abb. 5 und 6).....	14
7.2.6 Laufender Zuwachs (Tabelle 2 und Abbildung 7).....	15
7.3 Betriebsklasse II.....	17
7.3.1 Vorrat (Tabelle 3 und Abbildung 8).....	17
7.3.2 Anzahl Bäume (Tabelle 3 und Abb. 9)	19
7.3.3 Durchmesserklassen (Tabelle 3 und Abb. 8).....	19
7.3.4 Baumarten (Tabelle 3, Abb. 10 und 11)	19
7.3.5 Laufender Zuwachs (Tabelle 4 und Abbildung 12).....	21
7.4 Illustration einiger charakteristischer Leistungen des Plenterwaldes	22
7.4.1 Nutzung nach Stammzahl und Volumen (Abb. 13).....	22
7.4.2 Verteilung der Nutzung nach Stärkeklassen (Abb. 14)	23
7.4.3 Einwuchszeit (Abb. 15)	23
7.4.4 Durchmesserzuwachs (Abb. 16).....	24
7.4.5 Zuwachs der Grundfläche (Abb. 17)	24
7.4.6 Volumenzuwachs (Abb. 18).....	25
7.4.7 Zuwachsprozent pro Baumart (Abb. 19)	26
8. Kommentare.....	27
8.1. Ungleichgewicht Wald/Wild.....	27
8.2 Waldsterben.....	27
8.3 Veränderung des Nadel-Stammholz-Marktes	28
8.4 Vollkluppierung – Stichproben-Inventar.....	28
8.5 Wirtschaftlicher Erfolg.....	29
8.6 Nachhaltige Entwicklung.....	30
9. Schlussfolgerung.....	31
Zusammenfassung	31
Literaturverzeichnis	33

1. Vorwort

Im Jahre 1943 erschien in der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen der Beitrag von Eugen Favre mit dem Titel "50 Jahre Anwendung der Kontrollmethode im Wald von Couvet". Dieser Beitrag wurde von Marcel Kollros ins Deutsche übersetzt und im folgenden Jahr in der gleichen Zeitschrift veröffentlicht.

Es schien interessant, nach einem halben Jahrhundert die Folgen des Experimentierens, das 1890 von Henry Biolley angefangen wurde und aus dem Gemeindewald von Couvet den ersten nach der Kontrollmethode eingerichteten Wald macht, in Erinnerung zu rufen. Diese Ehre kommt eigentlich dem Wald im Halte von 30 ha zu, der der Korporation der "Six-Communes" gehörte, 1888 eingerichtet worden war, aber nie Gegenstand von Publikationen wurde.

Im Gegensatz zur weit verbreiteten Meinung stellt der Wald von Couvet keinen Einzelfall dar. Denn seit einem Jahrhundert besteht das Ziel des Neuenburger Waldbaus in der Begründung von stufigen Mischwäldern, wobei langfristiges Ziel ist, die Plenterstruktur auf über 80 % der bewaldeten Fläche zu haben.

Im Zusammenhang mit der Einrichtung nach der Kontrollmethode gibt es weitere vier Wälder, die über 100jährig sind und sich darauf berufen können, über eine ebenso lange Dokumentation - auf einige Jahre genau - zu verfügen, wie der Wald von Couvet.

Wälder	Ersteinrichtung	Fläche
Korporation der "Six-Communes"	1888	30 ha
Gemeinden: Couvet	1890	138 ha
Boveresse	1891	114 ha
Les Verrières	1893	396 ha
Les Bayards	1896	324 ha
Le Locle *	1897	19 ha
	In 10 Jahren von Henry Biolley eingerichtet	1'021 ha

*) ausserhalb des Forstkreises Val-de-Travers

Ausser ihrem Alter und der grossen Anzahl Revisionen - 16 in Couvet - sind diese Einrichtungen wegen der absoluten Unveränderlichkeit der Methode und der eingesetzten technischen Mittel (Aufnahme des Inventars, Tarif, Verteilung der Durchmesser- und Stärkeklassen) von grossem Interesse. Alle Folgeaufnahmen können streng verglichen werden, vorausgesetzt dass man eventuelle Erwerbungen in Abzug bringt. Dasselbe gilt für die anderen öffentlichen Wälder, die nach und nach eingerichtet wurden. Es ist unbestritten, dass die in diesem Kanton aufgezeichnete Dokumentation einen sehr grossen Wert darstellt.

Henry Biolley machte aus dem Wald von Couvet sein bevorzugtes Experimentierfeld. Dies erklärt den sehr grossen Reichtum an Publikationen und die Anziehungskraft, die er auf die Besucher aus der Schweiz und aus dem Ausland ausübt (Biolley, H., Oeuvre écrite, années 1887 à 1939: Favre, E., 1928, 1943, 1944; Favre, L.A., 1971, Nr. 12).

Der Beitrag, den Eugen Favre im Jahre 1943 verfasste, war allein der Betriebsklasse I (nordexponierter Hang) gewidmet. Es schien angebracht, in der vorliegenden Publikation die Betriebsklasse II mit einzubeziehen (südexponierter Hang). Allerdings weisen im Jahre 1890 die Bestände in Anbetracht der Standortverhältnisse und der früheren Betriebsformen grundlegende Unterschiede auf, obwohl das waldbauliche Ziel identisch war, nämlich das fortwährende Verwirklichen von Plenterstrukturen.

2. Frühere Betriebsform

Bis zum Erlass des ersten kantonalen Forstgesetzes im Jahre 1869 wurde der Wald von Couvet wie in den meisten Neuenburger Wäldern ohne festgesetzte Regel bewirtschaftet. Die altüberlieferte Plenterung war am weitesten verbreitet. Sie bestand darin, den Wald gemäss den lokalen Bedürfnissen zu nutzen. Zwei Mal jährlich im Frühling und Herbst schritt die Forstkommision der Gemeinde zur Anzeichnung der zu schlagenden Bäume und bildete Lose von einem oder mehreren Bäumen: starke Weisstannen und Fichten für den Bau und die Reparatur von Gebäuden, für die Bau- und Möbel-Schreinerei; astige Buchen als Brennholz, Stangen für den Unterhalt der Zäune usw. Die Lose wurden stehend versteigert. Man konnte Holz nur für seinen persönlichen Bedarf erwerben, jede Verletzung dieses Prinzips führte zu einem mehrjährigen Ausschluss als Bieter.

In den meisten Gemeinden war diese Praxis Ursache einer Übernutzung, sowie von grossen Fäll- und Rückeschäden, die von unsorgfältigen Käufern verursacht wurden. Im Gegensatz dazu überschritt man in Couvet dank der klaren Haltung der Gemeindebehörde die Normen der Nutzniessung nicht. Diese führte übrigens zu einer Pioniertat, indem im Jahre 1856 der Weidegang des Viehs in den Waldweiden im Norden des Dorfes (künftig Betriebsklasse II des Gemeindewaldes) abgeschafft wurde. Zudem machte sie 1869 Schluss mit dem System des Stehendverkaufs, der als zu kostspielig für die Gemeinde angesehen wurde.

Trotz der Missbräuche in Verbindung mit der altüberlieferten Plenterung hatte diese Nutzungsweise den Vorteil, in den Wäldern eine natürliche Zusammensetzung und eine diversifizierte Struktur zu bewahren. Im Bewusstsein, dass sie nicht mehr in der Lage waren, die Wälder ordnungsgemäss zu bewirtschaften, richteten die Neuenburger Gemeinden 1864 eine Petition an die Kantonsregierung, in welcher sie den Erlass eines Gesetzes und eines Forstdienstes verlangten, was 1869 verwirklicht wurde.

3. Versuch, den schlagweisen Altersklassen-Hochwald einzuführen

Aus der Deutschschweiz kommend und an der Schule der Bodenreinertragslehre ausgebildet, entdeckte der erste ernannte Forstinspektor im Val-de-Travers Wälder, die aus Bäumen aller Baumarten und aller Altersklassen zusammengesetzt waren und sich ein Stelldichein von grösster "Unordnung" gaben. Er schickte sich an, diesem abzuhelfen, indem er die extensive Plenterung, die bis dahin die Regel war, durch die Betriebsart des Femelschlages ersetzte.

Die Methode wollte Ordnung in die Nutzung bringen und gab vor, die Schläge zu regulieren. Sie teilte die Wälder in so viele Parzellen auf, wie die Umtriebszeit Jahre zählte. Damit wurde ein "Normalzustand" geschaffen, der durch eine stufige Abfolge von Altersklassen charakterisiert ist. Jedes Jahr wurde die Parzelle, die das Nutzungsalter erreicht hatte, geräumt.

Obwohl diese Methode auf dem Prinzip der natürlichen Ansamung aufbaute, benötigte sie kostspielige Pflanzungen, um die durch den Räumungshieb zerstörten Jungpflanzen zu ersetzen. Sie förderte auf diese Art die Begründung von künstlichen Beständen, insbesondere die Fichten-Monokultur.

Zum grossen Glück dauerte der Versuch, den Altersklassen-Hochwald im Val-de-Travers einzuführen, nur 10 Jahre und der Wald von Couvet wurde verschont. Der Forstinspektor, der reicher war als seine Nachbarn, hatte die Klugheit, die Altholzreserven zu nutzen, bevor er 1880 den ersten Kahlschlag ausführte. Im gleichen Jahr ging er in seinen Heimatkanton zurück. In der Person von Henry Biolley wurde sein Nachfolger ernannt. Dieser war damals 28 Jahre alt und ab dann nahm die Entwicklung unter dem Impuls dieses hervorragenden Waldbauern und Einrichters einen neuen Weg.

4. Einführung der kontrollierten Auslese-Plenterung

Henry Biolley, der seinen Dienst am 1.1.1881 antrat, ist ein überzeugter Anhänger eines naturnahen Waldbaus. Zu jener Zeit existierte keine Einrichtungsmethode, die auf natürliche Wälder, die vorwiegend gemischt waren und eine ungleiche Struktur aufwiesen, anwendbar war.

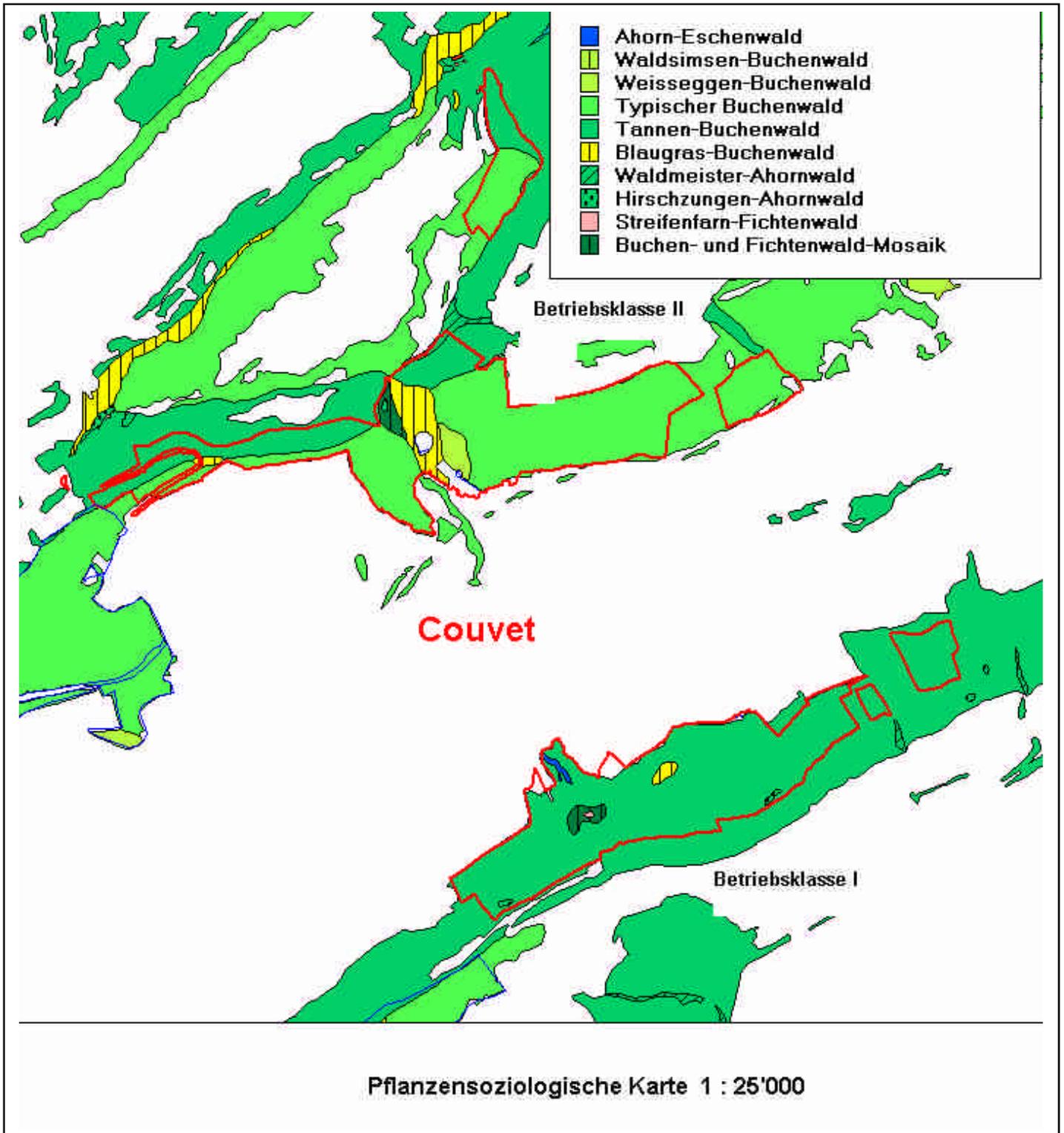
Die Lösung fand er anlässlich eines Vortrags, bei dem ein französischer Forstmann, Adolphe Gurnaud, der 30 Jahre älter war als er, auf der Weltausstellung in Paris von 1879 eine neue Methode, genannt "Kontrollmethode" vorstellte. Gurnaud war der Erfinder und Biolley war derjenige, der sie umsetzte und förderte. Die Kontrollmethode ist wesentlich mehr als eine Einrichtungsmethode. Sie ist eine Experimentalmethode, die dem Waldbau zur Verfügung gestellt wurde, um den grössten "Nutzeffekt" zu suchen, wie Biolley sich ausdrückte, und dies unter Einhaltung der Naturgesetze (Oeuvre écrite, Jahre 1887-1939).

"Es ist also nicht die Begeisterung für die Plenterung, die mich zur Kontrolle geführt hat, sondern es ist die Kontrolle, die mich zum Plentern gebracht hat, weil die Kontrolle mich gelehrt hat, den Wald selber nach dem Geheimnis seiner Behandlung zu fragen, weil er mir den positiven Begriff des laufenden Zuwachses und seinen Nutzen für eine intensive Kultur eingepflegt hat, und weil es den Fortbestand des Zuwachses zu erhalten gilt, was den Fortbestand des Bestandes postuliert, den ich oft bei anderen Methoden vor seiner Reife ihrer Willkür geopfert sah" (Henry Biolley).

Man kann nicht von der Kontrollmethode sprechen, ohne die Auslese-Plenterung zu erwähnen, und auch nicht von der Plenterung, ohne sich auf die Daten zu berufen, die die Kontrolle liefert. Beide sind sehr eng verbunden. Aber in der Prioritätsordnung kommt der Behandlung der erste Platz zu, denn die Einrichtung ist ihr untergeordnet. Die Synergie, die aus der Anwendung dieser beiden Disziplinen resultiert, findet ihren Ausdruck in der Bezeichnung "kontrollierte Auslese-Plenterung".

Der vorliegende Beitrag hat nicht den Zweck, die Prinzipien der Kontrollmethode darzulegen. Diese waren Gegenstand von zwei früheren Publikationen (Favre, L.A., 1971, Nr. 7; 1980, Nr. 8). Er beschränkt sich darauf, die Erfahrungen und Resultate aufzuzeigen, die durch die hundertjährige Anwendung einer Methode erhalten wurden und deren gleichzeitig naturalistischer und experimenteller Charakter ihre ganze Originalität ausmacht.

5. Situation und Vegetationsbedingungen



Fläche des Gemeindewaldes	Betriebsklasse I	Betriebsklasse II	Total
Ausgangszustand 1890	55 ha	83 ha	138 ha
Erwerbungen 1891-2000	22 ha	18 ha	40 ha
Situation 2001	77 ha	101 ha	178 ha

Klima: Jahresniederschläge: 1323 mm (Durchschnitt 1973-1988)
 durchschnittliche Jahrestemperatur ca. 6,5° C
 Vegetationsperiode: ungefähr 5 Monate

a) Betriebsklasse I, eingeteilt in 13 Abteilungen (ohne Erwerbungen, die seit 1890 gemacht wurden)

Lage

- Nordwest exponierter Hang, mittlere Neigung in der unteren Hälfte, steile Neigung in der oberen Hälfte
- Höhe ü. M. zwischen 760 und 1020 m

Geologie

- Molassebank, in der unteren Hälfte mit alpinem Gletschermaterial bedeckt
- oberer Jura, in der oberen Hälfte teilweise mit Kalkschutt bedeckt

Boden

- humoser Kalkboden und Höhenrendzina

Natürliche Pflanzengesellschaften

- bis 900 m Höhe Abieti-fagetum petasitetosum und elymetosum
- zwischen 900 m und 1000 m Höhe Dentario-Fagetum

b) Betriebsklasse II, eingeteilt in 16 Abteilungen (ohne die seit 1890 gemachten Zukäufe)

Lage

- hauptsächlich südexponierter Hang, durchquert von einem Wasserlauf, der aus den zwei vielfältig orientierten Tälern herkommt
- Höhe zwischen 770 m und 1060 m

Geologie

- Oberer Jura und Kreide

Boden

- Kalkbraunerde

Natürliche Pflanzengesellschaften

- Südexposition: Dentario-Fagetum
- Südwest-Exposition: Carici-Fagetum
- Ostexposition: Abieti-Fagetum festucetosum und Adenostylo-Fagetum

6. Zustand des Waldes um 1890 und hundertjährige Entwicklung

6.1 Betriebsklasse I

Im Jahre 1890 zeigte der Wald das Bild eines Mosaiks aus Nadelholz-Beständen, die einen mehr oder weniger unregelmässig, die anderen unterschiedlich abgestuft. Wegen der zu hohen Dichte hatten die meisten Wälder die Tendenz, sich zu einer gleichförmigen Struktur hin zu entwickeln.

Waldbauliches Ziel: Überführung dieses verschieden ausgebildeten Waldes in einen Plenterwald.

Im Zeitraum eines Jahrhunderts wurde dieses Ziel insgesamt erreicht, muss aber lokal noch verfeinert werden. Zu Beginn war das Laubholz zu schwach vertreten und wurde ständig gefördert. Schliesslich entwickelte sich der natürliche Jungwuchs, der 1890 selten oder in schlechter Qualität vorhanden war, grossartig in stufigen Gruppen bis gegen 1970. Von diesem Zeitpunkt an wurden Tanne und Ahorn als Folge eines Wald-/Wildungleichgewichtes dezimiert.

6.2 Betriebsklasse 2

Im Jahre 1890 hatte die "Grande Côte", die den grössten Teil der Betriebsklasse ausmacht, den Aspekt der einstigen Waldweide beibehalten, obwohl das Laufen lassen im Wald durch das 1856 erlassene Verbot definitiv verboten war. Der Bestand wurde durch astige, isolierte oder in Gruppen stehende Fichten gebildet, welchen Buchen und Tannen beigemischt waren. Der natürliche Jungwuchs fehlte vollständig. Die grössten Weiden wurden durch die Gemeinde mit Schwarzföhre, Lärchen und Buchen bepflanzt. Wegen des mageren Bodens mussten diese Pflanzungen mehrmals ergänzt werden.

Waldbauliches Ziel: Überführung dieser Waldweide in einen Plenterwald.

Die restlichen Bestände der Betriebsklasse hatten 1890 einen unterschiedlichen Aufbau. Weil die Boden-Verhältnisse und die Exposition günstiger waren, war die Überführung in Plenterwald technisch gleich wie bei der Betriebsklasse I.

7. Resultate

7.1 Vorbemerkungen

Im Voraus sei bemerkt, dass, wenn dies notwendig ist, die Kontrollmethode auf der Basis der Vollinventur der Bestände ab 17,5 cm (Kluppierungsschwelle) weiter geführt wird. Man wendet oft ein, dass dieses Vorgehen wenig motivierend und dazu kostspielig sei. Wir sind nicht dieser Meinung. Auf der einen Seite muss man für diese Arbeit gewissenhafte Waldarbeiter einsetzen, die an dieser Arbeit auch Freude haben. Auf der anderen Seite sind die Kosten der Arbeit durchaus tragbar, wie dies aus den untenstehenden Daten hervorgeht, die auf den acht letzten Inventare beruhen, die in den acht öffentlichen Wäldern des ehemals siebten Kreises durchgeführt wurden (seit dem 1. Januar 1997 dem 6. Kreis zugeteilt).

Kosten der Inventare (Durchschnitt der 8 letzten Inventare der 8 öffentlichen Wälder, 7. Kreis)

Aufgenommene Fläche	1'528 ha	Stammzahl pro Ha	311
Mittlere Neigung	48%	Anzahl Std. pro ha	3St. und 26 Sekunden
Stammzahl total	474'524	Zeit pro Stamm	40 Sekunden
Anzahl Stunden total	5'256	Total Kosten des Inventars (in % der Gesamtkosten ohne Investitionen)	1,69%

Um die Aussagekraft der Vergleiche der Folgeaufnahmen zu garantieren, beziehen sich alle Daten auf die Ausgangsfläche, d.h. 55 ha in der Betriebsklasse I und 83 ha in der Betriebsklasse II.

7.2 Betriebsklasse I

Tabelle 1 Vorrat und prozentuale Zusammensetzung, Betriebsklasse I

Aufnahmejahre	1890	1896	1902	1908	1914	1920	1926	1932	1939	1946	1953	1960	1967	1975	1983	1992	2001
Vorrat sv/ha	392	380	371	368	364	353	343	337	362	348	362	361	363	365	357	372	375
Stammzahl/ha	354	336	305	279	251	229	219	212	216	218	232	240	246	253	253	259	266
Mittelstamm sv	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4
Schwachholz in % des Vol.	24	22	20	17	14	12	12	12	12	14	15	16	16	17	18	17	17
Mittelholz in % des Vol.	49	48	47	45	42	40	38	35	31	28	26	24	24	25	27	28	30
Starkholz in % des Vol.	27	30	33	38	44	48	50	53	57	58	59	60	60	58	55	55	53
Tanne in % der Stammzahl	58	59	60	59	59	59	58	57	56	54	55	54	55	56	56	53	50
Fichte in % der Stammzahl	42	41	40	38	37	36	35	35	34	32	29	27	25	24	24	24	26
Laubbäume in % der Stamm.	0	0	0	3	4	5	7	8	10	14	16	19	20	20	20	23	24
Tanne in % des Volumens	67	67	66	67	65	65	65	63	63	62	62	62	62	61	60	58	55
Fichte in % des Volumens	33	33	34	32	33	33	33	34	33	33	32	30	30	31	31	30	30
Laubbäume in % des Vol.	0	0	0	1	2	2	2	3	4	5	6	8	8	8	9	12	15

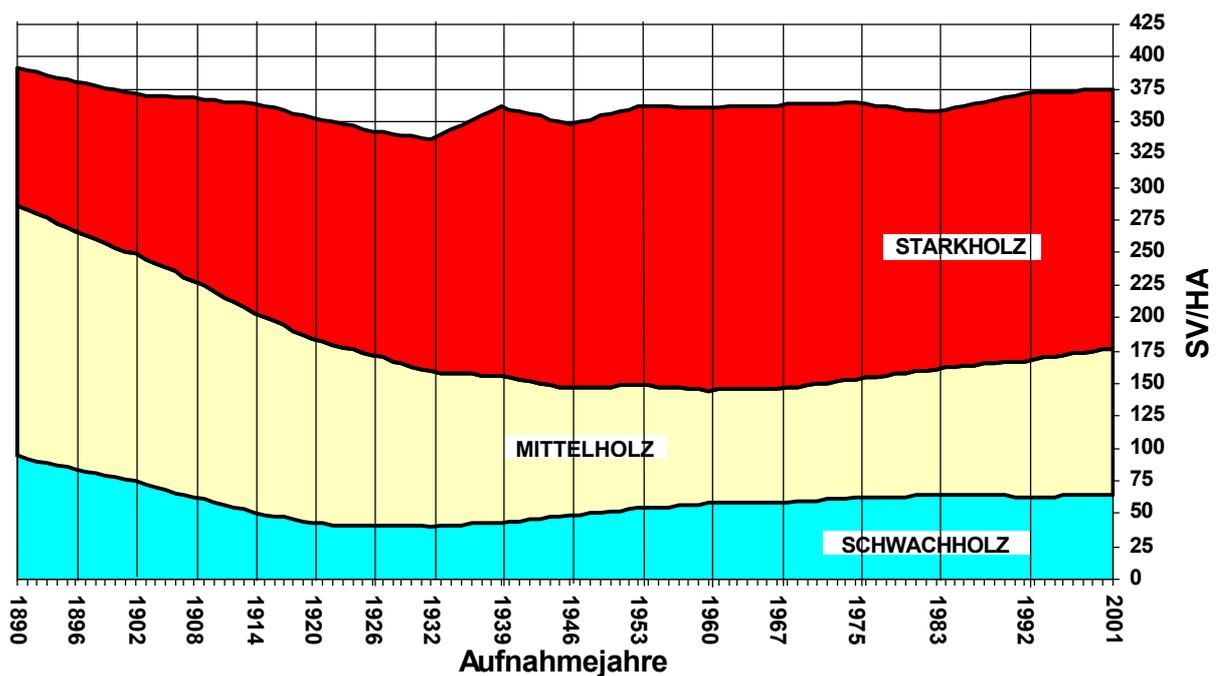
Legende: Schwachholz: Durchmesserklassen 20-25-30 cm
Mittelholz: Durchmesserklassen 35-40-45-50 cm
Starkholz: Durchmesserklassen 55 cm und mehr

Kluppierungsschwelle : 17,5 cm

Erste Durchmesserstufe: 17,5 - 20,5 cm

sv (Silve) = Masseinheit für Stehend-Holz

Abbildung 1 Entwicklung des Vorrates in sv/ha, Betriebsklasse I



7.2.1 Vorrat (Tabelle 1 und Abb. 1)

Das erste Inventar zeigte das Vorhandensein eines grossen Vorrates von 392 sv/ha auf. Es wurde eine Reduktion notwendig, um die Überführung in Plenterwald zu ermöglichen, insbesondere indem man den horizontalen Schirm der gleichförmigen Bestände aufbrach, um Licht auf den Boden zu bringen und so das Wachstum des Jungwuchses zu ermöglichen.

Im Jahre 1932 verkündete der Einrichter, dass die Überführung als Folge einer Reduktion der Bestockung, die während der ersten sieben Perioden sehr regelmässig fortgesetzt wurde, als vollendet angesehen werden kann, wenn auch nicht überall, so doch im grössten Teil des Waldes.

Im Jahre 1932 war der Vorrat auf 337 sv/ha gefallen, was für einen maximalen Zuwachs ungenügend war. Es drängte sich also eine langsame, nachhaltige Aufstockung auf. Theoretisch konnte sie so stattfinden, als der Zuwachs davon profitiert. Aber sehr bald zeigte es sich, dass die meteorologischen Veränderungen sowie die Ansprüche des Holzmarktes als störende Elemente auftraten. Daher zeigte die 8. Periode 1932-1938 eine starke Aufstockung (Wiedergewinnung des Zuwachses und Reduktion der Schläge wegen des schlechten Holzverkaufs) und die 9. Periode 1939-45 eine Abnahme des Vorrates (Rückgang des Zuwachses und zusätzliche Schläge, die durch die Kriegswirtschaft erzwungen wurden).

Von 1953 bis 1983 hielt sich der Vorrat auf einem Durchschnitt von 360 sv/ha, auch wenn die Fortführung der Aufstockung einen positiven Einfluss auf den Zuwachs hätte haben können. Der Waldbauer merkte nämlich, dass auf diesem nach Nordwest orientierten Hang das Licht der begrenzende Faktor ist und man es nötig hat, wenn man die Nachhaltigkeit der Naturverjüngung garantieren will. Der Waldbauer-Einrichter - unerlässliche und wichtigste Funktionen des Kreisforstingenieurs - kam zum Schluss, dass wahrscheinlich 360 sv/ha das Gleichgewicht der Betriebsklasse I ausmacht.

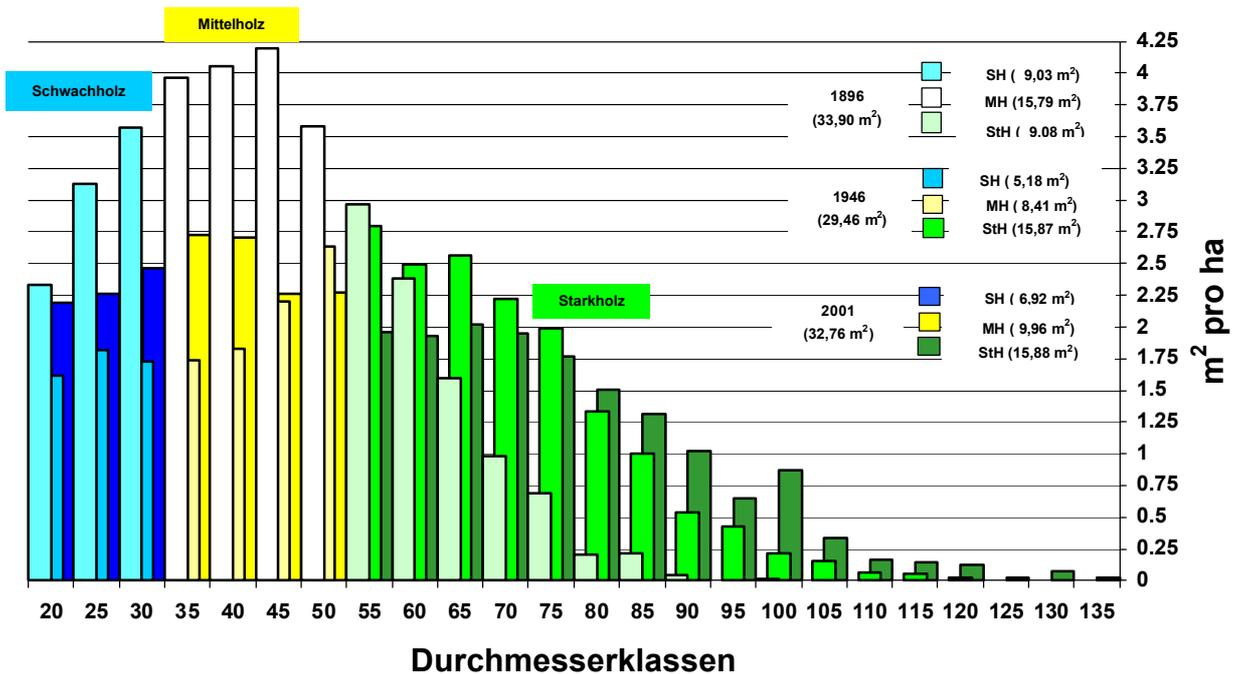
Die unvorhergesehene Aufstockung, die zwischen 1983 und 1992 stattfand, verdient eine Erklärung. Das erste Inventar wurde im Frühjahr 1890 durchgeführt, aber die erste Periode begann erst mit dem Betriebsjahr 1891. Deshalb umfasst die erste Zuwachsperiode in Couvet die sechs Betriebsjahre 1891-1896, währenddem die erste Nutzungsperiode die sechs Betriebsjahre von 1891-1896 umfasst. Die Abweichung von einem Jahr zwischen Zuwachs und Nutzung (einziger Fall in den Neuenburger Wirtschaftsplänen) dauerte bis 1992. Damals wurde beschlossen, die Perioden übereinstimmen zu lassen. Dies erhielt man, indem man das 16. Inventar um ein Jahr verspätete. Daher umfasst die 15. Periode 9 Jahre Zuwachs und acht Jahre Nutzung. Eine Berechnung hat ergeben, dass die Aufstockung von 15 sv/ha, die im Jahre 1992 verzeichnet wurde, zur Hälfte durch diese Anpassung und zur Hälfte durch die Steigerung des Zuwachses verursacht wurde.

Die Entfernung der Tannen-Naturverjüngung durch eine zu grosse Rehpopulation führte den Verwalter dazu, das provisorische Gleichgewicht von 360 sv/ha als zu hoch einzustufen, so dass er eine Verringerung auf 350 sv/ha in Betracht zog. Da eine Nutzung, die das Volumen des Voranschlages übersteigt, fehlte, erfuhr der Vorrat am Ende der 16. Periode eine Zunahme von 3 sv/ha und erreichte 375 sv/ha. Diese ungewollte Aufstockung kann zu einer neuen Steigerung des laufenden Zuwachses hinzugerechnet werden (siehe Kommentar im Artikel).

7.2.2 Grundfläche (Abb. 2)

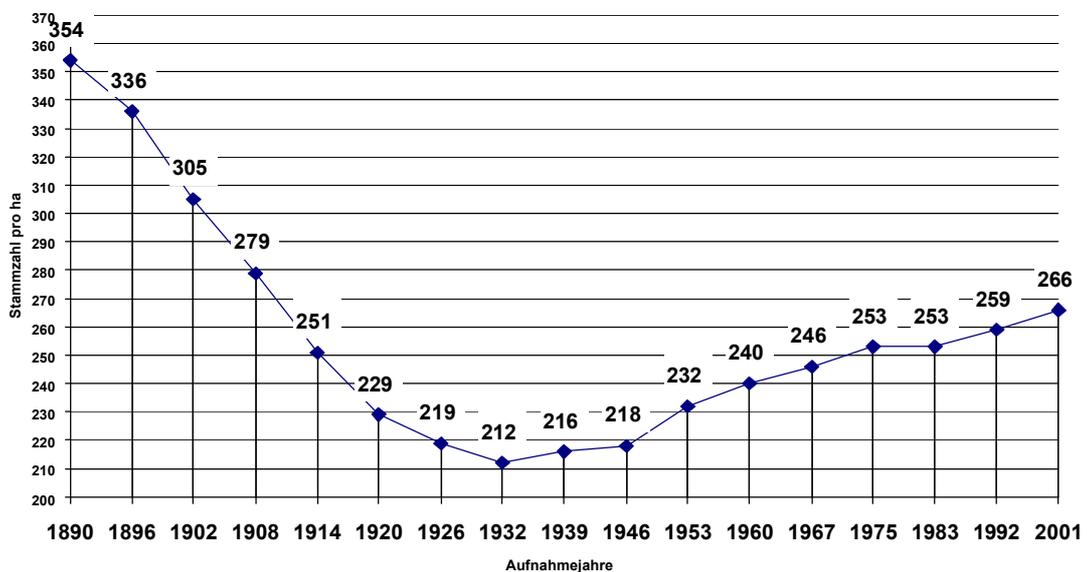
Die graphische Darstellung der Entwicklung der Grundfläche zeigt, dass die Bestandesstruktur im Laufe dieser 111 Jahre grundlegende Veränderungen erfahren hat. Die Bewegung der Stammverteilung nach Stärke-Klassen und Durchmesserkategorien in Richtung idealer Plenterwald ist offensichtlich. Durch Plenterdurchforstung in der ersten Zeit und dann durch Plenterung gelang es, ein System von selbstregulierender Plenterung zu beginnen.

Abb. 2 Entwicklung der Grundfläche, Betriebsklasse I



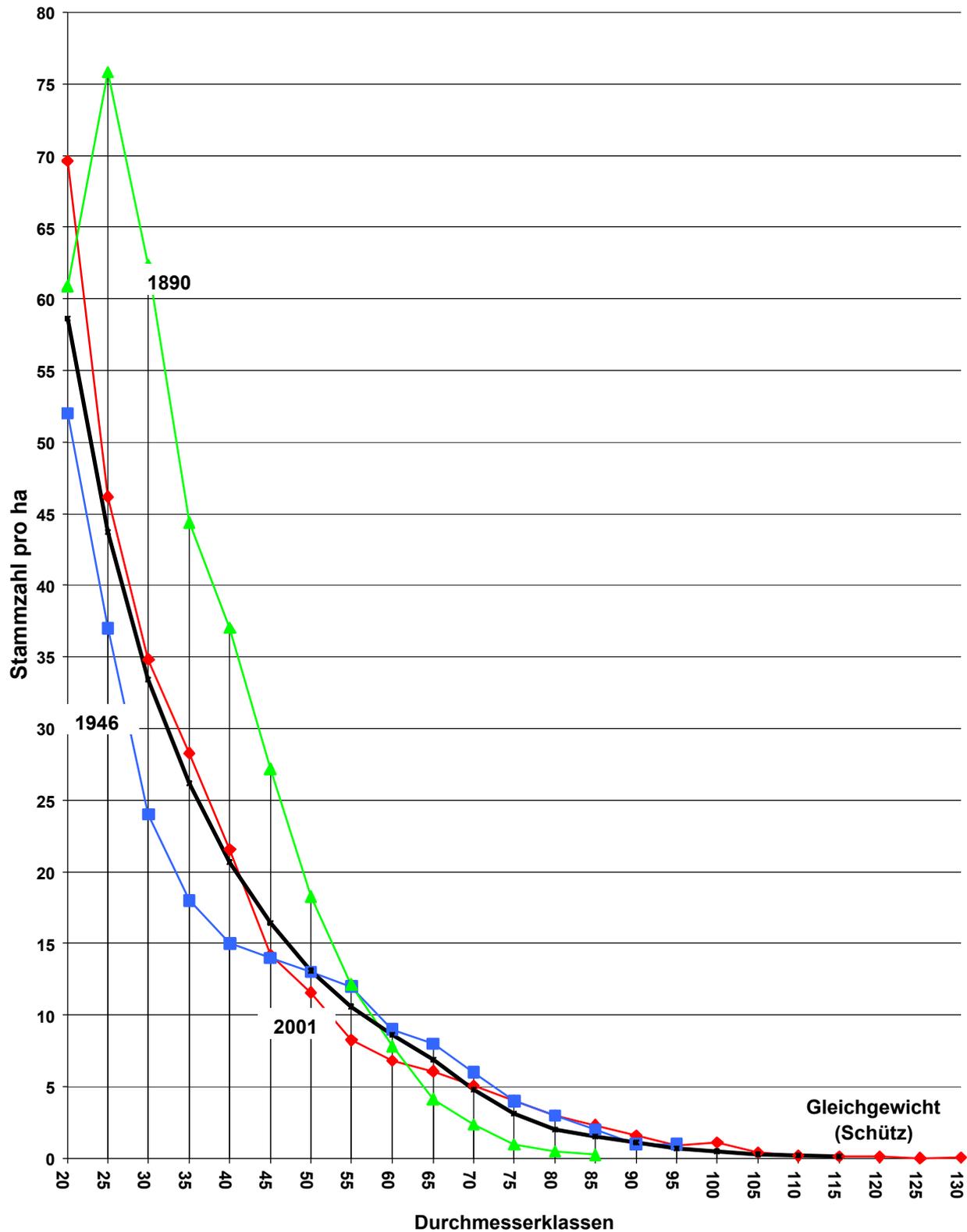
7.2.3 Stammzahl (Tabelle 1 und Abb. 3)

Abb. 3 Entwicklung der Stammzahl/ha, Betriebsklasse



Bis 1938 nahm die Stammzahl um 38 % ab, dann nahm die Stammzahl wegen des Einwuchses der ersten Jungwüchse nach und nach zu, um im Jahre 2001 266 Bäume pro ha zu erreichen.

Abb. 4 Entwicklung der Stammzahlverteilungs-Kurve, Betriebsklasse I



Zu Recht lehnte sich Biolley gegen die missbräuchliche Nutzung auf, die man in gewissen Regionen aus der Gleichgewichtskurve der Stammzahl nach Durchmesser ableitete. Er nannte dies "Kurvenplenterung". Aus diesem Grunde findet man keine solchen Kurven in den Einrichtungsplänen der Neuenburger Wälder (Neue Bezeichnung: Wirtschaftspläne). Im Versuchswald von Couvet veranlasste im Jahre 1946 die Neugier des Einrichters zur Wiederaufnahme der Überprüfung, ob die Stammzahlverteilungskurve dem Gesetz von Liocourt entspricht. Im Jahre 2001 schien es interessant, die Stammzahlverteilung der Betriebsklasse I mit der dynamischen Gleichgewichtskurve von Schütz zu vergleichen. (Abb. 4)

Der Zustand im Jahre 2001 brachte folgende kleinen Abweichungen zu Tage:

- leichter Überschuss der Stämme mit 20-35 cm
- ein schwaches Defizit der Kategorien 45-65 cm
- ein bescheidener Überschuss der Kategorien 75-100 cm

Die theoretische Kurve entspricht einem klassisch stammweise geplenteren Wald, die wirkliche Kurve einem Plenterwald, in welchem im Hinblick auf Begünstigung der Auswahlmöglichkeiten der Jungwald (vom Jungwuchs bis ins Stangenholz) gruppenweise behandelt wird. Die Freistellung dieser Gruppen geschieht oft durch Entnahme der Zwischenstadien. Daher entsteht eine gewisse Verknappung des mittleren Baumholzes.

7.2.4 Durchmesserklassen (Tabelle 1 und Abb. 1)

In 111 Jahren verschob sich die Volumenverteilung des schwachen/mittleren und starken Baumholzes von 24/49/27 % nach 17/30/53 %. Die Vorherrschaft des starken Baumholzes wird mit der Tatsache begründet, dass im Plenterwald der Zuwachs der Bäume mit dem Durchmesser zunimmt und dass bis zu Beginn der achtziger Jahre der finanzielle Ertrag ständig von der Anreicherung dieser Klasse profitiert hat. Der Anteil des starken Baumholzes steigerte sich sogar bis 60 % (Inventare 1960 und 1967) um danach zurück zu gehen. Der Waldbauer wurde sich bewusst, dass die Verjüngung Mühe hatte, sich unter einem Bestand mit zu viel starkem Baumholz einzustellen. Um die Dauerhaftigkeit der Naturverjüngung sicher zu stellen wurde die Reduktion des Maximalwertes wie oben gesehen durch die Verringerung des Anteils an Starkholz vervollständigt.

In 70 Jahren, von 1890-1960 wurde der Anteil von Mittelholz auf die Hälfte reduziert, indem er von 49 % auf 24 % zurückging, bevor er erneut die vom Starkholz nicht mehr beanspruchten Prozentpunkte eroberte.

In 30 Jahren, von 1890-1920, wurde der Anteil an Schwachholz auf die Hälfte reduziert, nämlich von 24 % auf 12 %, eine ungenügende Zahl, die sich bis 1939 hielt. Die Zunahme des Einwuchses, der aus den ersten Verjüngungen aus der Plenterbehandlung hervorging, erlaubte der Schwachholzklasse wieder auf 17 % hinaufzuklettern.

Theoretisch postuliert die Suche nach dem maximalen Zuwachs die Begründung eines Plenterwaldes, der den grösstmöglichen Anteil an Starkholz aufweist. Dann braucht es eine kräftige Klasse von Mittelholz, um die höhere Klasse zu versorgen. Letztlich ist man mit einer Schwachholzklasse zufrieden, die gerade genügt, um die Klasse des Mittelholzes regelmässig zu versorgen. Von der Naturverjüngung ihrerseits verlangt man, einen Qualitätseinwuchs in der Höhe von 1,2-1,6 sv/ha zu liefern.

In der Praxis sieht dies anders aus: die Notwendigkeit, auf diesem schattigen Hang über eine genügende Naturverjüngung zu verfügen, zwingt den Waldbauer dazu, sowohl den Vorrat als auch den Starkholzanteil zu begrenzen. Zu dieser Einschränkung kommt eine weitere hinzu: die Ansprüche des Marktes, die seit etwa 20 Jahren und im Besonderen während der letzten 10 Jahre auf der einen Seite die Fichte der Tanne vorzieht und auf der anderen Seite die mittleren Dimensionen gegenüber den Stämmen mit grossem Durchmesser. Der <Waldbauer-Einrichter hat den Anteil Starkholz von 60 % auf 53 % herunter gebracht. Diese Abhebung wurde insbesondere mit dem sehr starken Holz (Durchmesser 80 cm und mehr) erzielt, das zur Zeit, als die höhere Klasse 60 % erreichte, einen Drittel davon ausmacht, d.h. 20 % des Vorrates.

Der Begriff der Plenterung darf nicht als ein starres Rezept angesehen werden. Er kann, und unter gewissen Bedingungen muss er sich an die ökologischen und ökonomischen Zwänge anpassen. Es sind verschiedene Gleichgewichtszustände denkbar, die eine mehr oder weniger lichte Struktur erfordern, die durch einen mehr oder weniger hohen Anteil an Starkholz charakterisiert ist (Schütz 1997).

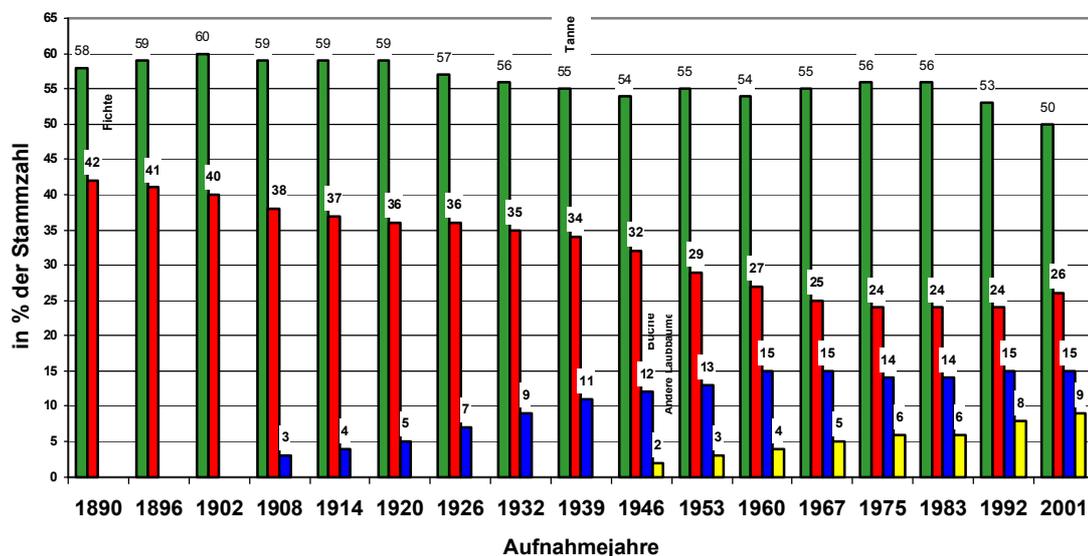
7.2.5 Baumarten (Tabelle 1, Abb. 5 und 6)

In einem Jahrhundert veränderte sich die Volumenverteilung Tanne/Fichte/Laubholz von 67/33/0 % nach 55/30/15 %.

Die Tanne als vorherrschende Baumart beweist eine bemerkenswerte Langlebigkeit und Produktivität trotz einer gewissen Verlichtung eines Teils der Kronen (Favre, L.A., 1965). Sie weist eine gute Qualität auf und verjüngt sich mühelos. Aber seit Anfang der siebziger Jahre und innerhalb eines Jahrzehnts wurde der gesamte Jungwuchs unter 2 m Höhe ausgerottet als Folge einer zu hohen Rehdichte. Die neuen Sämlinge werden bei ihrem Erscheinen gnadenlos abgefressen.

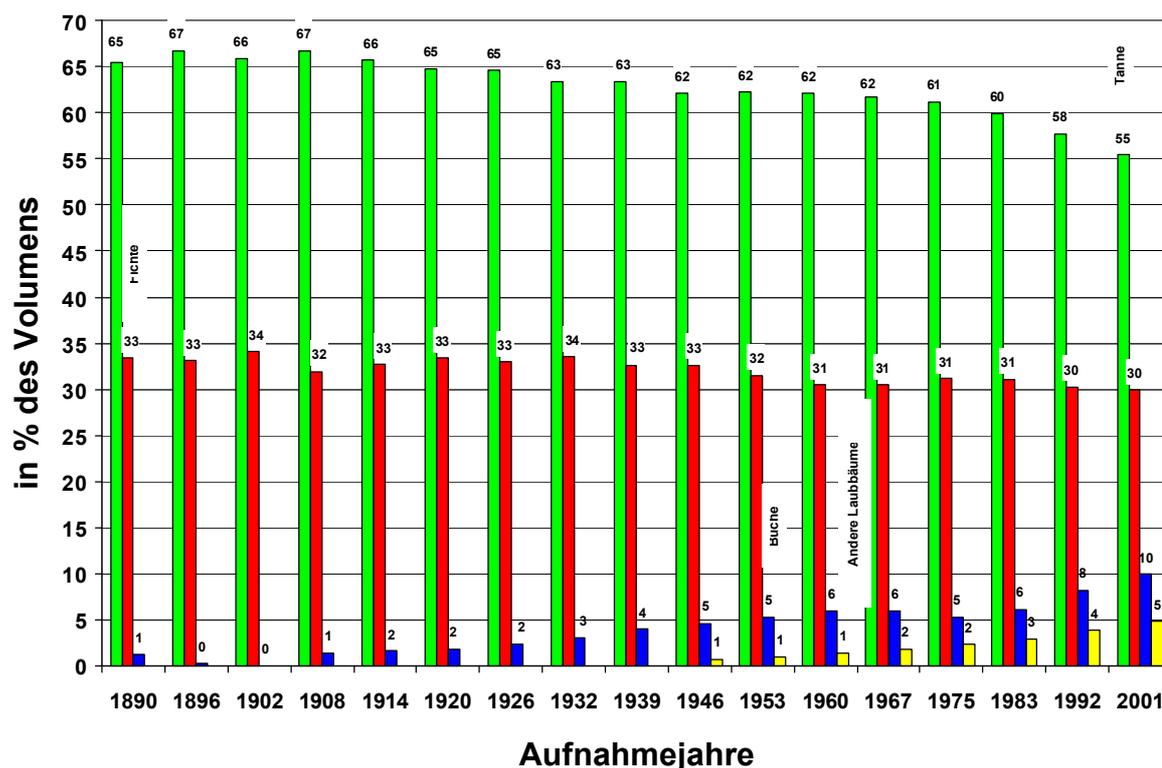
Ebenfalls sehr produktiv, aber etwas weniger als die Tanne, weist die Fichte eine interessante Produktion an erstaunlich gut geästeten Stämmen auf. Sie hat Mühe, sich auf diesem schattigen Hang zu verjüngen, was den Waldbauer seit 1925 dazu veranlasst hat, lokal die Gruppenplenterung einzuführen, um über den generell aus einem Gemisch aus Fichte und Tanne bestehenden Sämlingen einen Lichtschacht zu erzeugen. Während der Jungwuchspflege, die nach der Hauptnutzung erfolgt, werden die Fichtenschosse nach und nach von der Konkurrenz der Tanne befreit.

Abbildung 5 Entwicklung der Baumartenmischung in % der Stammzahl, Betriebsklasse I



Sehr früh hat man die Notwendigkeit erkannt, der Buche und den weiteren Baumarten den Platz zu schaffen, der für das gute Funktionieren des Ökosystems notwendig ist. Bei der Betriebsklasse I sind diese Baumarten vor allem nützlich wegen ihrer biologischen Aktivität und nicht so sehr wegen ihrem ökonomischen Wert, so dass ihre zahlenmässige Vertretung, die 24 % (Buche 15 %, andere Baumarten 9 %) erreicht, wichtiger ist als ihr Volumenanteil.

Abbildung 6 Entwicklung der Baumartenmischungen % des Volumens, Betriebsklasse I

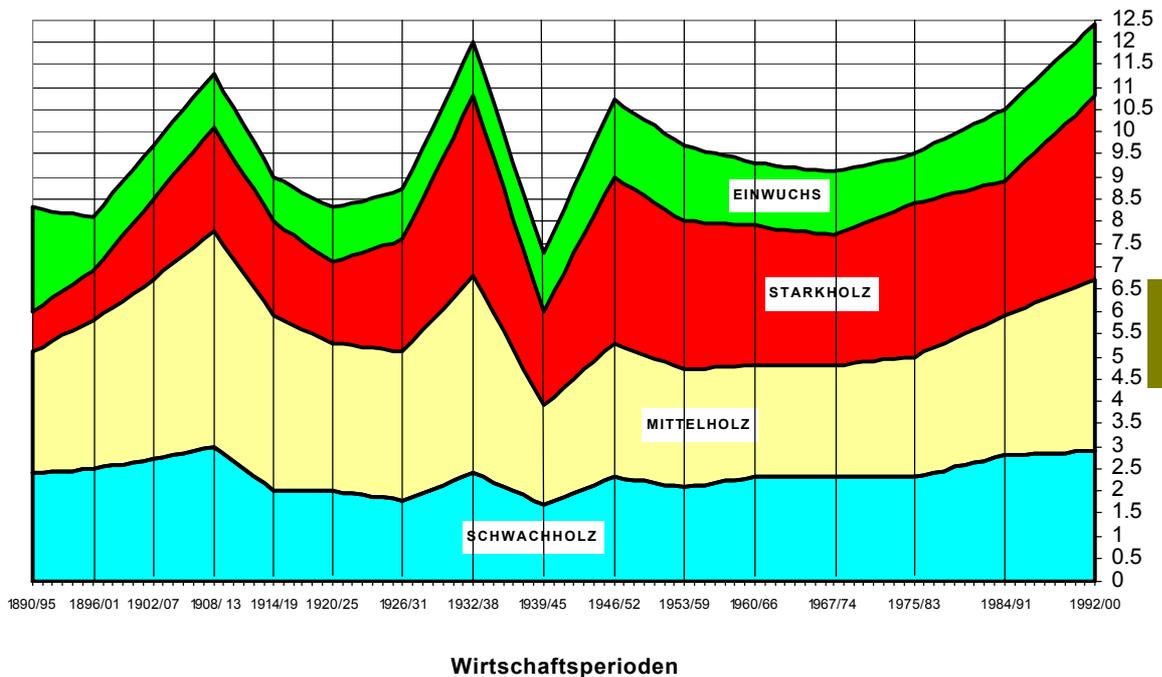


7.2.6 Laufender Zuwachs (Tabelle 2 und Abbildung 7)

Tabelle 2 Laufender Zuwachs und Nutzung in sv/ha, Betriebsklasse I

Wirtschaftsperioden	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Zuwachs Schwachholz	2.4	2.5	2.7	3.0	2.0	2.0	1.8	2.4	1.7	2.3	2.1	2.3	2.3	2.3	2.8	2.9
Zuwachs Mittelholz	2.7	3.3	4.0	4.8	3.9	3.3	3.3	4.4	2.2	3.0	2.6	2.5	2.5	2.7	3.1	3.8
Zuwachs Starkholz	0.9	1.1	1.8	2.3	2.1	1.8	2.5	4.0	2.1	3.7	3.3	3.1	2.9	3.4	3.0	4.1
Laufender Zuwachs	6.0	6.9	8.5	10.1	8.0	7.1	7.6	10.8	6.0	9.0	8.0	7.9	7.7	8.4	8.9	10.8
In % des Anfangsvorrates	1.6	1.8	2.3	2.7	2.2	2.0	2.2	3.2	1.7	2.7	2.2	2.2	2.1	2.3	2.5	2.9
Einwuchs in sv/ha,Jahr	2.3	1.2	1.2	1.2	1.0	1.2	1.1	1.2	1.3	1.7	1.7	1.4	1.4	1.1	1.6	1.6
Gesamtzuwachs in sv/ha,Jahr	8.3	8.1	9.7	11.3	9.0	8.3	8.7	12.0	7.3	10.7	9.7	9.3	9.1	9.5	10.5	12.4
Vorgeseh. Nutzungen in sv/ha,Jahr	7.3	8.2	7.9	9.6	10.5	9.7	10.2	8.8	9.1	9.7	9.1	10.6	10.6	10.6	9.2	9.3
Effekt. Nutzungen in sv/ha,Jahr	10.5	9.4	10.3	11.7	11.0	10.2	9.8	8.3	9.4	8.5	10.0	9.0	8.9	10.5	9.8	11.6

Abbildung 7 Jährlicher Zuwachs in sv/ha, Betriebsklasse I



Zahlreiche Autoren haben den Einfluss der meteorologischen Elemente auf die Holzproduktion des Waldes von Couvet, Betriebsklasse I, überprüft, unter Ihnen E. Favre (1943, 1944). Diese Studie mündet auf die folgenden Feststellungen hinaus, die auf den Daten des Observatoriums von Neuenburg beruhen:

- während der ersten Wachstumsperiode, die die Jahre 1890 - 1895 umfasst: - Niederschlags- und Temperaturdefizit, woraus ein minimaler Zuwachs von 6.0 sv/ha/Jahr resultiert;
- während der achten Periode, die die sieben Jahre von 1932 - 1938 umfasst: Niederschlags- und Temperaturüberschuss, was zu einem maximalen Zuwachs von 10,8 sv/ha/Jahr führte.

Diese Umstände sind ziemlich aussergewöhnlich, denn normalerweise ist es bei einem Niederschlagsdefizit warm und es tritt ein Klima der Trockenheit auf. Im Gegensatz dazu ist die Temperatur frisch, wenn ein Niederschlagsüberschuss vorhanden ist.

Die vorerwähnte Studie bezieht sich auf die acht ersten Perioden. Dann kam die neunte, die wegen des warmen und trockenen Wetters, das für die Kriegsjahre charakteristisch war, den Zuwachs auf das Niveau der ersten Periode (6 sv/ha/Jahr) zurückfallen liess. Anzumerken ist aber, dass der wahre Wert des Zuwachses in der neunten Periode höher ist, denn die Klasse des Starkholzes produzierte 2,1 sv/ha/Jahr gegenüber nur 0,9 sv/ha/Jahr während der ersten Periode.

Von der zehnten Periode an nimmt der Zuwachs des Anfangsvorrates einen ausgeglicheneren Verlauf. Ausser dem Einfluss der meteorologischen Elemente, der noch zu beweisen ist, haben zwei Faktoren eine ausgleichende Rolle gespielt: das nach und nach Erreichen der Plenterstruktur und die Verlängerung der Periode von 7 auf 9 Jahre.

Im Laufe der 111 vergangenen Jahre betrug der mittlere Zuwachs des Vorrates im Durchschnitt 8,3 sv/ha/Jahr und der Einwuchs 1,4 sv/ha/Jahr, d.h. total 9,7 sv/ha/Jahr. Ausser drei höheren und drei tieferen Werten im als ideal angesehenen Rahmen schwankte der Einwuchs während neun Perioden zwischen 1,2 und 1,6 sv/ha/Jahr.

Im Laufe der letzten Periode, die die neun Betriebsjahre von 1992 bis 2000 umfasst, stieg der Zuwachs gegenüber der vorhergehenden Periode auf 1.9 sv/ha/Jahr, d.h. um 21 %. Praktisch sämtliche Revisionen der Wirtschaftspläne der Neuenburger Wälder kommen zum gleichen Schluss. Von da an scheint es nicht unvernünftig, den Grund - wenigstens teilweise - einerseits in der Klimaerwärmung und der daraus resultierenden Verlängerung der Vegetationsperiode und andererseits im Stickstoffeintrag, der durch die Luftverschmutzung verursacht wird, zu sehen.

In 111 Jahren haben die am besten geplenterten Bestände ein Holzvolumen von 3,4 Mal des Anfangsvorrates produziert, was einem Erneuerungs-Rhythmus des Kapitals von 33 1/3 Jahren entspricht.

7.3 Betriebsklasse II

Tabelle 3 Vorrat und prozentuale Verteilung, Betriebsklasse II

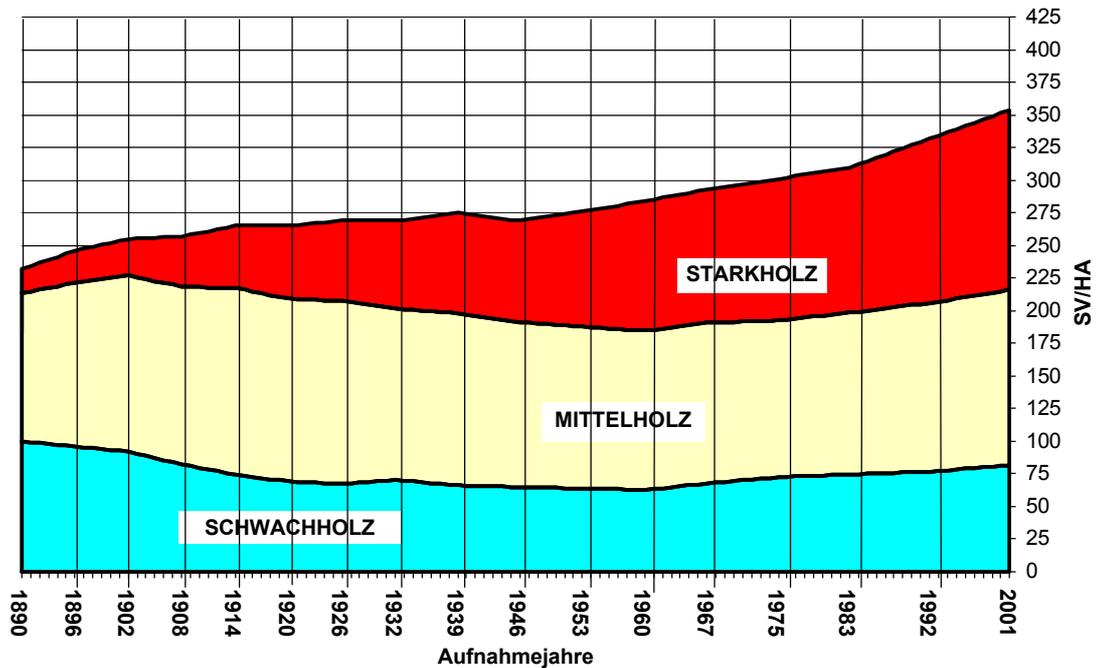
Aufnahmejahre	1890	1896	1902	1908	1914	1920	1926	1932	1939	1946	1953	1960	1967	1975	1983	1992	2001
Vorrat sv/ha	232	246	255	257	265	265	269	269	275	269	276	284	293	301	310	332	354
Stammzahl/ha	307	320	314	294	278	264	266	268	256	249	251	255	264	281	291	301	313
Mittelstamm sv	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	1,1	1,1	1,1
Schwachholz in % des Vol.	43	39	36	32	28	26	25	26	24	24	23	22	23	24	24	23	23
Mittelholz in % des Vol.	49	51	53	53	54	53	52	49	48	47	45	43	42	40	40	39	38
Starkholz in % des Vol.	8	10	11	15	18	21	23	25	28	29	32	35	35	36	36	38	39
Tanne in % der Stammzahl	22	20	22	24	24	25	25	24	25	28	32	36	39	43	42	42	42
Fichte in % der Stammzahl	60	60	57	52	50	48	47	46	44	40	34	31	28	25	23	21	19
Laubbäume in % der Stamm.	18	20	21	24	26	27	28	30	31	32	34	33	33	32	35	37	39
Tanne in % des Volumens	29	27	28	31	31	32	33	33	32	33	38	36	38	40	40	42	43
Fichte in % des Volumens	59	60	59	55	54	52	49	47	46	44	37	40	38	38	37	33	30
Laubbäume in % des Vol.	12	13	13	14	15	16	18	20	22	23	25	24	24	22	23	25	27

Legende: Schwachholz: Durchmesserklassen 20-25-30 cm
Mittelholz: Durchmesserklassen 35-40-45-50 cm
Starkholz: Durchmesserklassen 55 cm und mehr

Kluppierungsschwelle : 17,5 cm
Erste Durchmesserstufe: 17,5 - 20,5 cm

sv (Silve) = Masseinheit für Stehend-Holz

Abbildung 8 Entwicklung des Vorrats in sv/ha, Betriebsklasse II



7.3.1 Vorrat (Tabelle 3 und Abbildung 8)

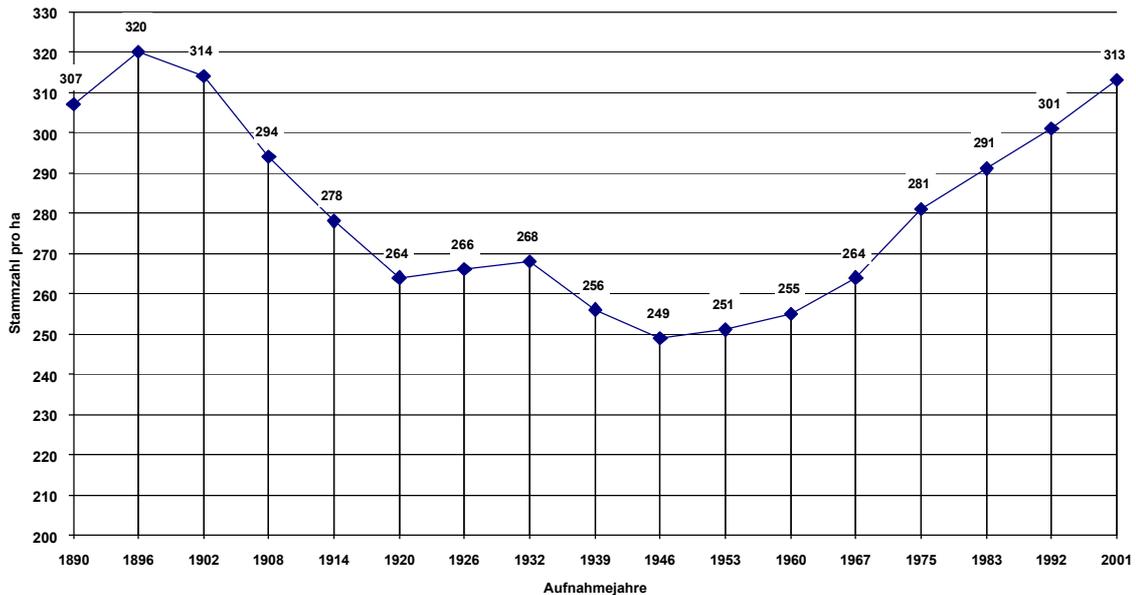
Von den 83 ha, aus denen diese Betriebsklasse besteht, sind etwa 50 ha, d.h. 60 % ehemalige Waldweide, die von Südosten nach Südwesten ausgerichtet sind. Das Bewaldungsprozent war im unteren Teil niedrig und stieg mit der Höhe, so dass die obere Zone das Aussehen eines durchstreiften Waldes hatte. Die restlichen 33 ha, d.h. etwa 40 % bedecken sehr stark geneigte Hänge, die von Südwest nach Südost über Nord ausgerichtet sind. Das Vieh hatte keinen Zutritt, so dass der Bestand einen Wald bildete.

Das Inventar von 1890 weist einen mittleren Vorrat von 232 sv/ha aus. Eine Aufstockung drängte sich auf. Diese wurde in Anbetracht der mittelmässigen Qualität des Bestandes, besonders in der früheren Waldweide, die mit stark astigen Bäumen bestockt war, in sehr langsamem Rhythmus vorgenommen. In dieser letzteren konnte die Auslese nur sehr vorsichtig erfolgen, um zu vermeiden, dass die Bedeckung auf diesem Standort mit oberflächlichem, sonnenexponiertem Boden reduziert wird. Die Auswirkung der Trockenperioden mit einem zusätzlichen Risiko von Bränden, die 1890 bis 1942 von aus den Franco-Suisse-Dampflokomotiven entwichenen Flugasche verursacht wurden, ist fürchterlich. Um den Wiederherstellungs-Prozess des Waldes in Schwung zu bringen, wurden die Pflanzungen, die vor dem in Kraft treten des Wirtschaftsplanes erfolgten, weitergeführt, insbesondere Föhren- und Buchenpflanzungen. Weil sie Opfer der Trockenheit und von Bränden waren, mussten sie mehrmals ergänzt werden.

In 111 Jahren, von 1890 bis 2001 stieg die Aufstockung auf 122 sv/ha, so dass der Vorrat 354 sv/ha betrug, eine Zahl die den Scheitelwert übersteigt, welcher je nach der Beschaffenheit der Abteilung sehr stark variiert. Der Rhythmus der Aufstockung beschleunigte sich während der 15. Periode (1983-1991), aus dem Grund, der im der Betriebsklasse 1 gewidmeten Kapitel beschrieben ist (9 Jahre Zuwachs für 8 Jahre Nutzung). In der letzten Periode ging diese Anreicherung des produktiven Kapitals weiter, weil eine spektakuläre Zunahme des laufenden Zuwachses stattfand.

7.3.2 Anzahl Bäume (Tabelle 3 und Abb. 9)

Abb. 9 Stammzahl-Entwicklung pro ha, Betriebsklasse II



In der Entwicklung der Bestände hin zu einer Plenterstruktur hat die Stammzahl die Tendenz, sich den Zahlen der Betriebsklasse I anzunähern.

7.3.3 Durchmesserklassen (Tabelle 3 und Abb. 8)

In 111 Jahren verschob sich die Volumenverteilung von Schwachholz/Mittelholz/Starkholz von 43/49/8 % nach 23/38/39 %. Weil die Standorte der Betriebsklasse II im Mittel klar weniger produktiv sind als diejenigen der Betriebsklasse I, ist der Anteil an Starkholz weniger gross; zum Ausgleich sind Schwach- und Mittelholz stärker vertreten. Man geht hier etwa folgender Zusammensetzung entgegen: 20 % Schwachholz, 40 % Mittelholz und 40 % Starkholz.

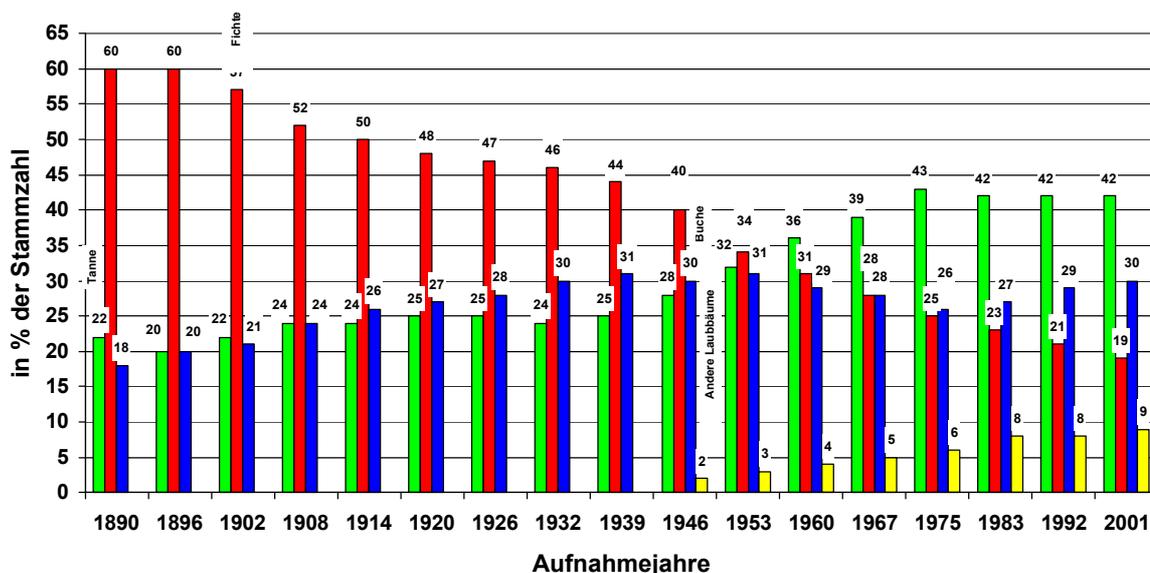
7.3.4 Baumarten (Tabelle 3, Abb. 10 und 11)

In 111 Jahren verschob sich der Volumenanteil von Tanne/Fichte/Laubholz von 29/59/12 % nach 43/30/17 %. Die bei der Einführung der Einrichtung vorherrschende Baumart, die Fichte (59 %) verlor von Periode zu Periode an Wichtigkeit und stellte im Jahre 2001 nur noch 30 % des Vorrates. Die Folge des Durchquerens während mehrerer Jahrhunderte ist, dass die meisten Fichten der Grande Côte von der Fäulnis befallen sind. Die Naturverjüngung der Fichte stellt sich ein, aber nur sehr spärlich. Der Waldbauer passt sich daran an und urteilt, dass die Bodenverbesserung durch die Tätigkeit der Laubbäume noch nicht abgeschlossen ist. Aber über kurz oder lang muss die Fichte die vorherrschende Stellung wiedererlangen, weil sie auf der Grande Côte, die früher Waldweide der Gemeinde war, von besserer Qualität ist als die Tanne.

Die Plenterung fördert die Ausbreitung der Tanne auf dem ganzen südlich exponierten Hang (60 % des Vorrates), zuerst in der Unterschicht, dann nach und nach in der Zwischen- und Oberschicht. Sie verhält sich gut, solange sie nicht im Hochwald eine dominante Situation einnimmt und sollte höchstens ausnahmsweise die Klasse Starkholz erreichen. Weil die Tanne zeitweise die ausgefallenen Fichten ersetzt, spielte und spielt

sie weiter eine sehr wichtige Rolle bei der Verbesserung der Boden- und Produktionsverhältnisse der Grande Côte.

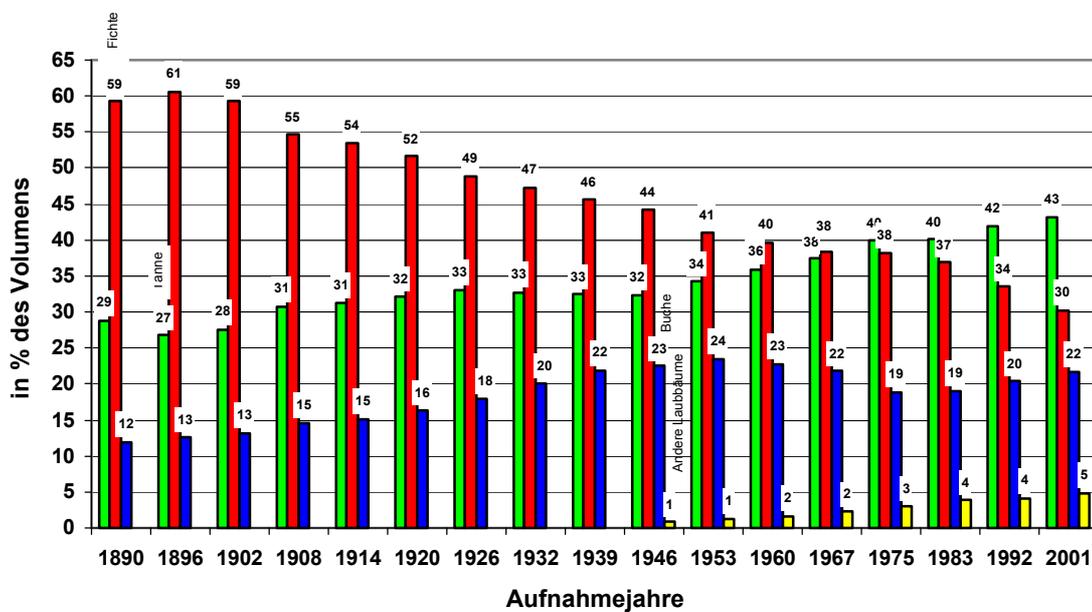
Abbildung 10 Entwicklung der Baumartenzusammensetzung in % der Stammzahl Betriebsklasse II



Auf den anderen Standorten (40 % der Fläche) weist die Tanne die gleiche Qualität auf wie diejenige des L'Envers-Waldes. Ebenfalls wie in diesem hat die Überzahl der Rehe ab 1970 alle Jungpflanzen von Tanne und Ahorn unter 2 m Höhe vernichtet.

Seit Beginn der Einrichtung hat sich das Verhältnis der Buchen und anderen Laubbäume verdoppelt, so wohl bezüglich Stammzahl (von 18 auf 39 %) als auch des Volumens (12-27 %). In dieser Betriebsklasse und im Speziellen in der Grande-Côte spielen die Laubbaumarten eine wichtige kulturelle und wirtschaftliche Rolle. Die Auslese der Buche und noch wichtiger der lichtbedürftigen Laubbaumarten erfordert im Jugendstadium grössere Gruppen als die Tanne. Aus diesem Grund wird lokal die Gruppenplenterung eingesetzt.

Abbildung 11 Entwicklung der Baumartenzusammensetzung in % des Volumens, Betriebsklasse II

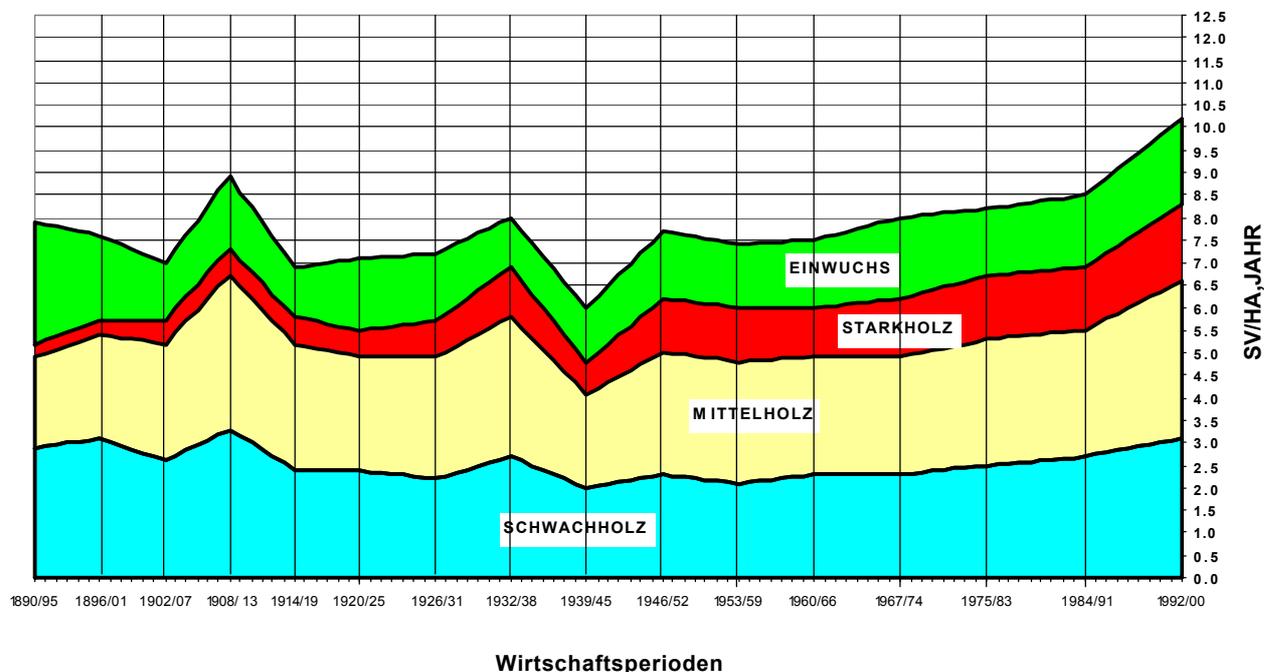


7.3.5 Laufender Zuwachs (Tabelle 4 und Abbildung 12)

Tabelle 4 Laufender Zuwachs und Nutzung in sv/ha/Jahr, Betriebsklasse II

Wirtschaftsperioden	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Zuwachs Schwachholz	2.9	3.1	2.6	3.3	2.4	2.4	2.2	2.7	2.0	2.3	2.1	2.3	2.3	2.5	2.7	3.1
Zuwachs Mittelholz	2.0	2.3	2.6	3.4	2.8	2.5	2.7	3.1	2.1	2.7	2.7	2.6	2.6	2.8	2.8	3.5
Zuwachs Starkholz	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	1.1	0.7	1.2	1.2	1.1	1.3	1.4	1.4	1.7
Laufender Zuwachs	5.2	5.7	5.7	7.3	5.8	5.5	5.7	6.9	4.8	6.2	6.0	6.0	6.2	6.7	6.9	8.3
In % des Anfangsvorrates	2.2	2.2	2.2	2.8	2.3	2.1	2.1	2.5	1.7	2.3	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.5
Einwuchs in sv/ha,Jahr	2.7	1.9	1.3	1.6	1.1	1.6	1.5	1.1	1.2	1.5	1.4	1.5	1.8	1.5	1.6	1.9
Gesamtzuwachs in sv/ha,Jahr	7.9	7.6	7.0	8.9	6.9	7.1	7.2	8.0	6.0	7.7	7.4	7.5	8.0	8.2	8.5	10.2
Vorgeseh. Nutzungen in sv/ha,Jahr	3.8	4.7	6.8	6.0	7.1	6.3	5.8	6.6	6.4	6.7	6.3	6.3	6.3	6.3	6.4	7.0
Effekt. Nutzungen in sv/ha,Jahr	5.6	5.7	6.6	7.4	7.1	6.5	7.1	7.2	6.8	6.7	6.7	6.3	7.0	6.7	7.1	7.7

Abbildung 12 Jährlicher Zuwachs in sv/ha, Betriebsklasse II



Eine eigenartige Tatsache ist, dass die Entwicklung des laufenden Zuwachses in beiden Betriebsklassen parallel verläuft (Spitzen in der 4., 8. und 10. Periode), was wirklich überrascht. Der Einfluss der Trockenjahre müsste sich eigentlich auf den Zuwachs eines Waldes wie L'Endroit (hauptsächlich südexponiert) und mit einem relativ oberflächlichen und durchlässigen Boden stärker auswirken als auf einen Wald wie L'Envers (hauptsächlich nordexponiert), mit einem tiefgründigeren und lehmigerem Boden. Natürlich beruhen die Zuwachszahlen auf Berechnungen von Perioden zu 6, 7, 8 und 9 Jahren, so dass die Wetterverhältnisse von einem Jahr zum anderen ausgeglichen werden. Diese Erklärung ist plausibel, aber befriedigt die Neugier des Wald-Einrichters nicht. Deshalb wurde eine spezielle Untersuchung angestellt, die Gegenstand eines separaten Artikels ist (Favre L.A., 2001)

Im Verlaufe der 111 vergangenen Jahre betrug der Zuwachs des Ausgangsvorrates im Mittel 6,2 sv/ha/Jahr und der Einwuchs 1,6 sv/ha/Jahr, total 7,8 sv/ha/Jahr. Weil der Zuwachs gegenüber dem Wald L'Envers ein Viertel tiefer liegt, unterliegt der Vorratzzuwachs des Waldes L'Endroit mit absoluten Werten weniger ausgeprägten Schwankungen.

7.4 Illustration einiger charakteristischer Leistungen des Plenterwaldes

Dieses Kapitel ist der Vorstellung einiger Leistungen, die im Plenterwald von Couvet Betriebsklasse II, erzielt wurden, gewidmet.

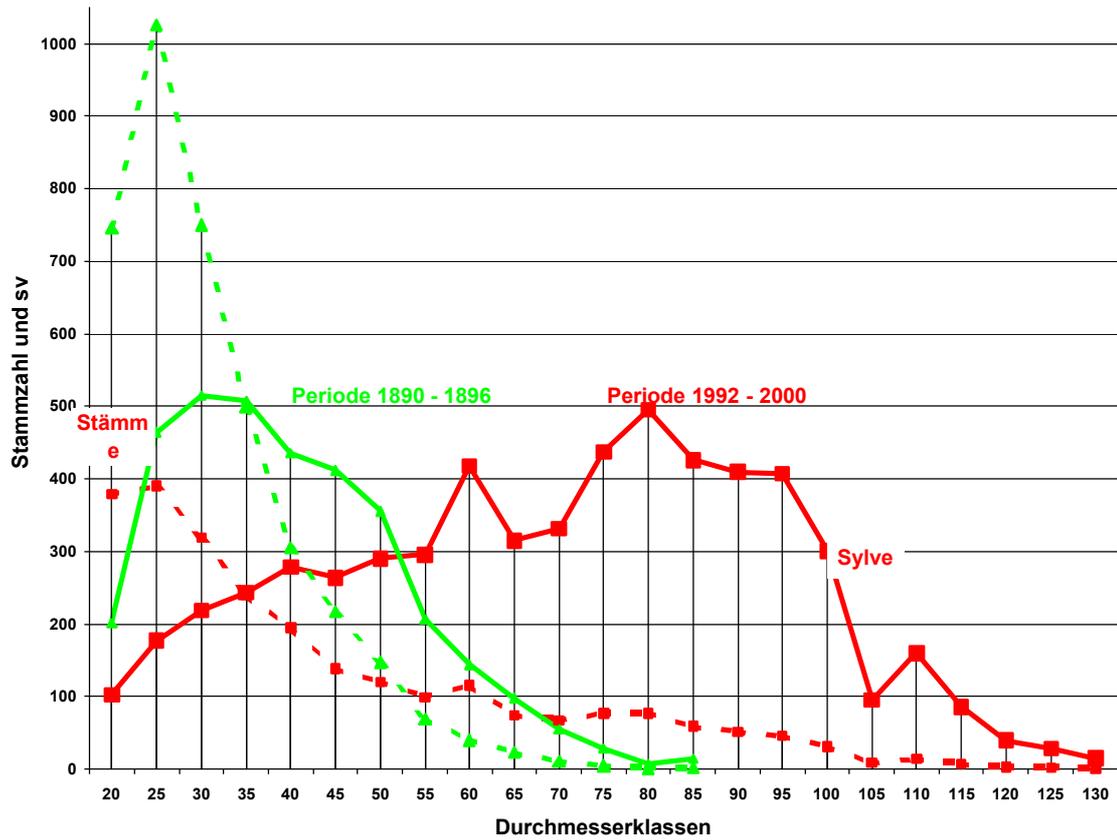
7.4.1 Nutzung nach Stammzahl und Volumen (Abb. 13)

Diese Graphik ermöglicht, die Verteilung der genutzten Durchmesser von der ersten bis zur 16. Periode zu vergleichen. Zu Beginn der Einrichtung umfassten die Anzeichnungen eine grosse Anzahl von heute unverkäuflichem Schwachholz, am Schluss des 20. Jahrhunderts eine wesentlich geringere Anzahl.

Der Gegensatz ist noch auffälliger, wenn man die in Silven angegebenen Volumina vergleicht. In der ersten Periode wurden die grössten Volumina von den Durchmesserklassen 20 bis 50 cm geliefert, d.h. Schwachholz und Mittelholz, während es

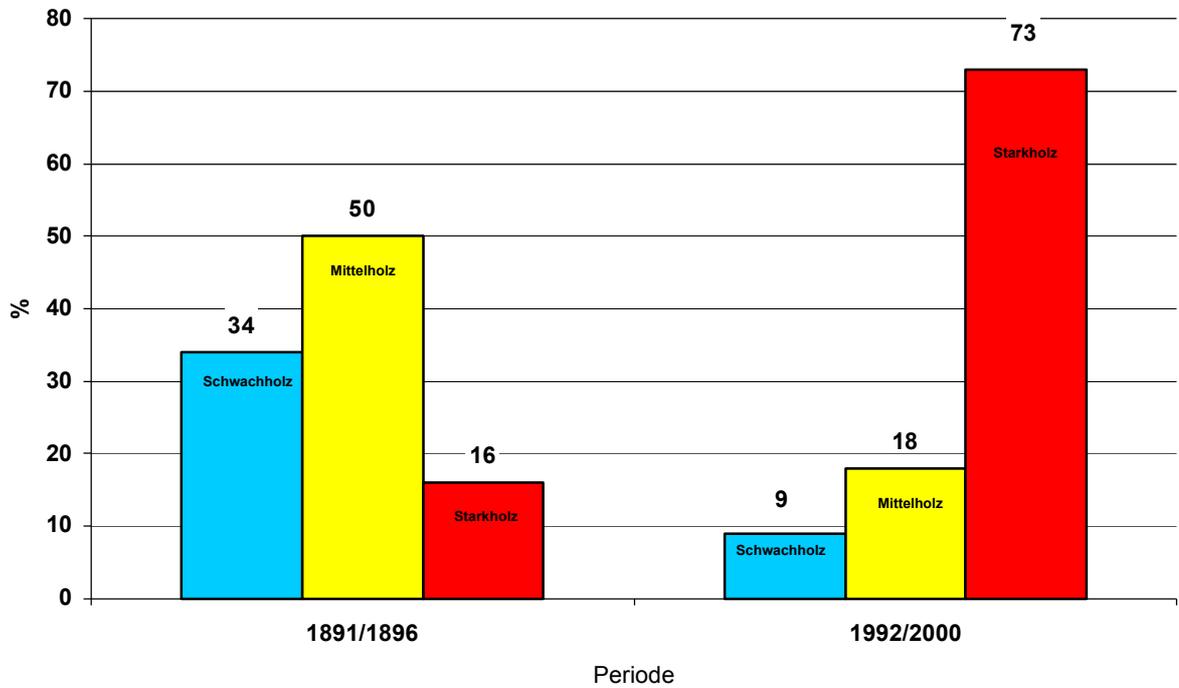
in der 16. Periode die Durchmesserklassen 55 bis 100 cm sind, die das Starkholz und die grösste Produktion lieferte.

Abbildung 13 Nutzung nach Stammzahl und Volumen, pro Durchmesserklasse, Betriebsklasse I



7.4.2 Verteilung der Nutzung nach Stärkeklassen (Abb. 14)

Abbildung 14 Verteilung der mittleren Jahresnutzung nach Durchmesserklassen in %, Betriebsklasse I



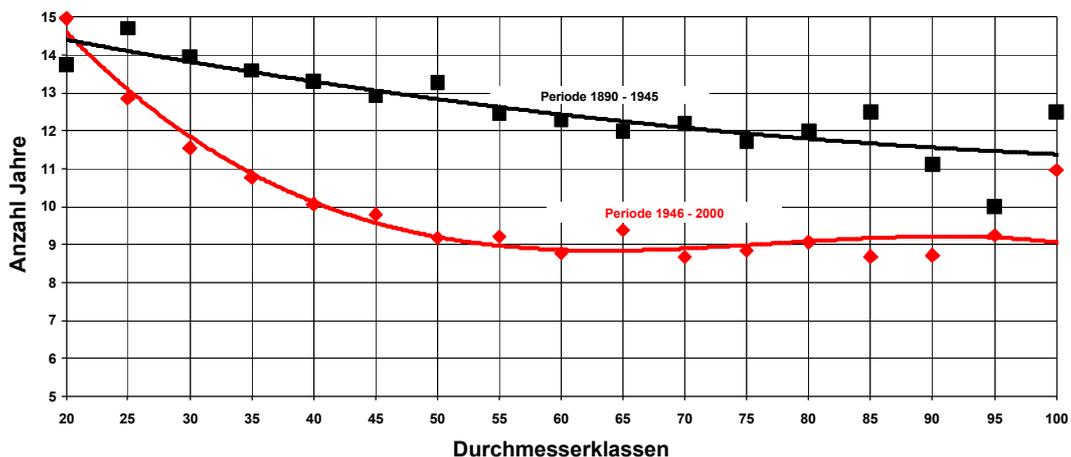
In der ersten Periode (1891-1896) stellten das Schwachholz und Mittelholz 84 % der mittleren Jahresnutzung dar, während in der 16. Periode allein das Starkholz 73 % des genutzten Volumens ausmachte.

7.4.3 Einwuchszeit (Abb. 15)

Im Laufe der ersten neun Einrichtungperioden (1890-1945), total 56 Jahre, ergab sich für die Einwuchszeit bis zum Durchmesser 80 cm eine regelmässig fallende Kurve, die dann eine Wendung erfährt: je dicker der Baum wird, desto schneller wächst er in die nächste Durchmesserklasse ein.

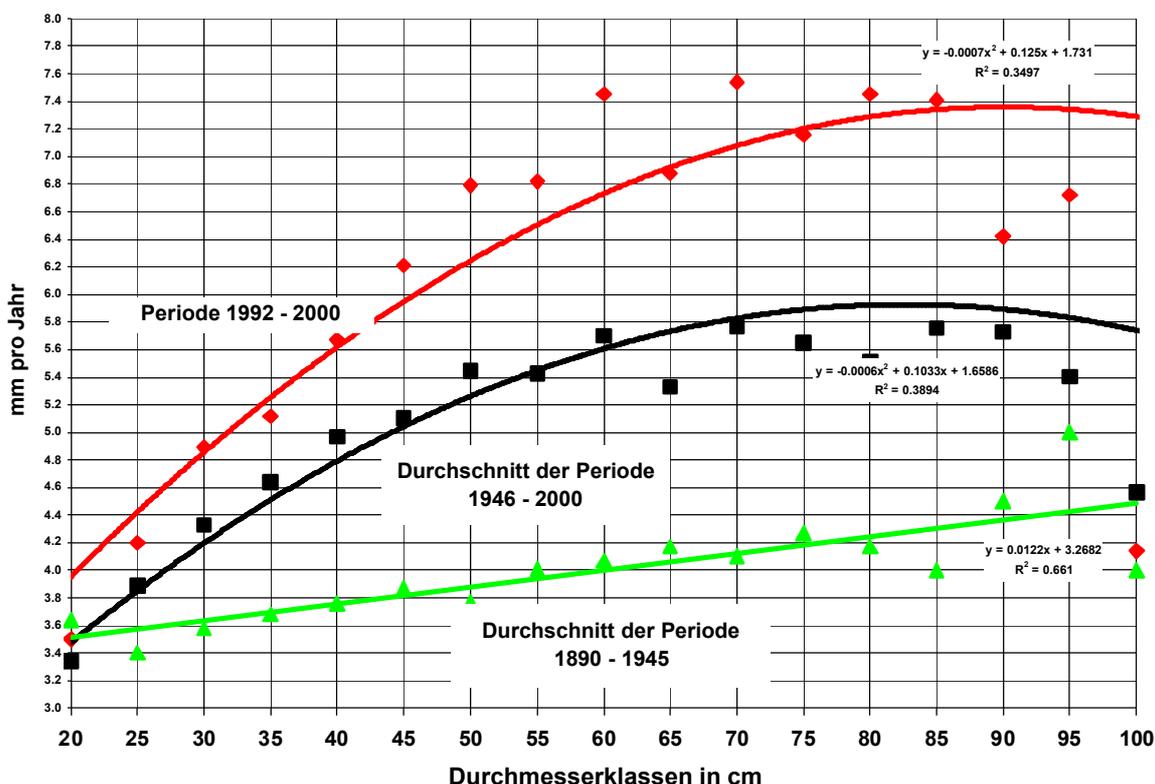
Während der 55 Folgejahre (1946-2000) nimmt die Einwuchszeit in noch stärkerem Rhythmus ab als früher bis zum Durchmesser 60 cm; dann stagniert sie, um ab Durchmesser 95 cm wieder zu fallen.

Abbildung 15 Einwuchszeit nach Durchmesserklassen, Betriebsklasse I



7.4.4 Durchmesserzuwachs (Abb. 16)

Abbildung 16 Jährlicher Durchmesserzuwachs, Betriebsklasse I



Im Laufe der ersten neun Einrichtungsperioden (1890-1945), total 56 Jahre steigert sich das mittlere jährliche Dickenwachstum von 3,64 mm für Bäume mit 20 cm Durchmesser auf 4,50 mm für solche mit 90 cm Durchmesser.

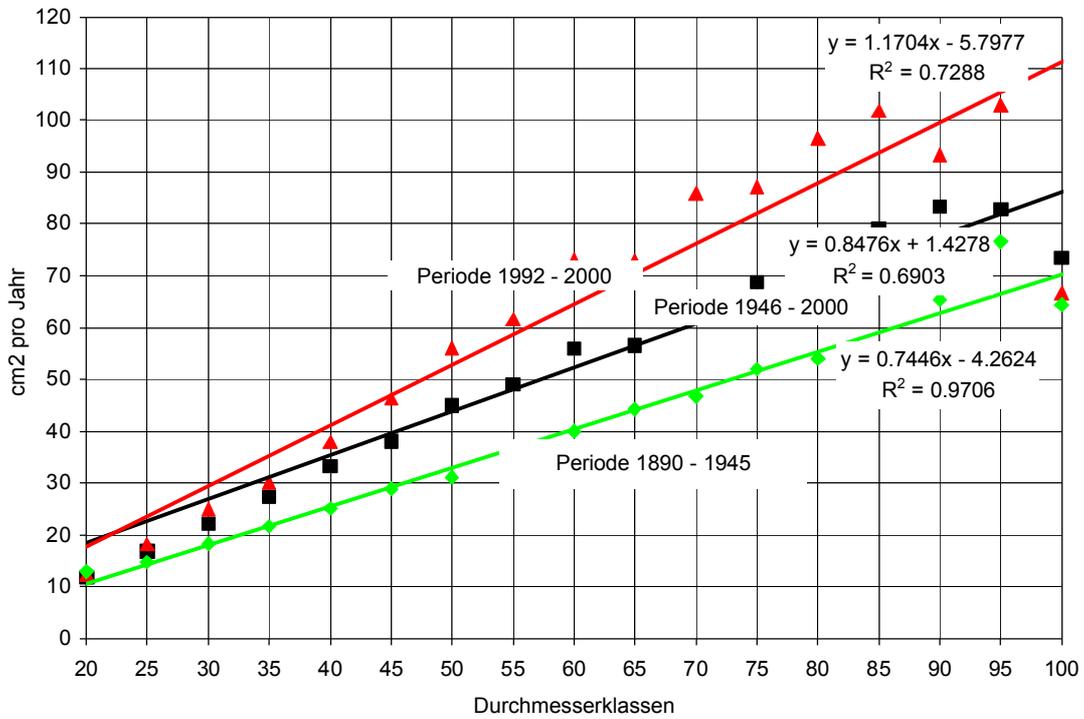
Während der 55 Folgejahre (1946-2000) folgt die Zunahme des Zuwachses einer asymptotischen Kurve mit einem Spitzenwert von 5,76 mm für die Durchmesserklasse 85 m, bevor eine Abnahme beginnt.

Für die letzte Periode (1992-2000) wurde das Maximum des Durchmesserzuwachses von den Kategorien 70 und 80 cm erzielt (7,50 mm).

7.4.5 Zuwachs der Grundfläche (Abb. 17)

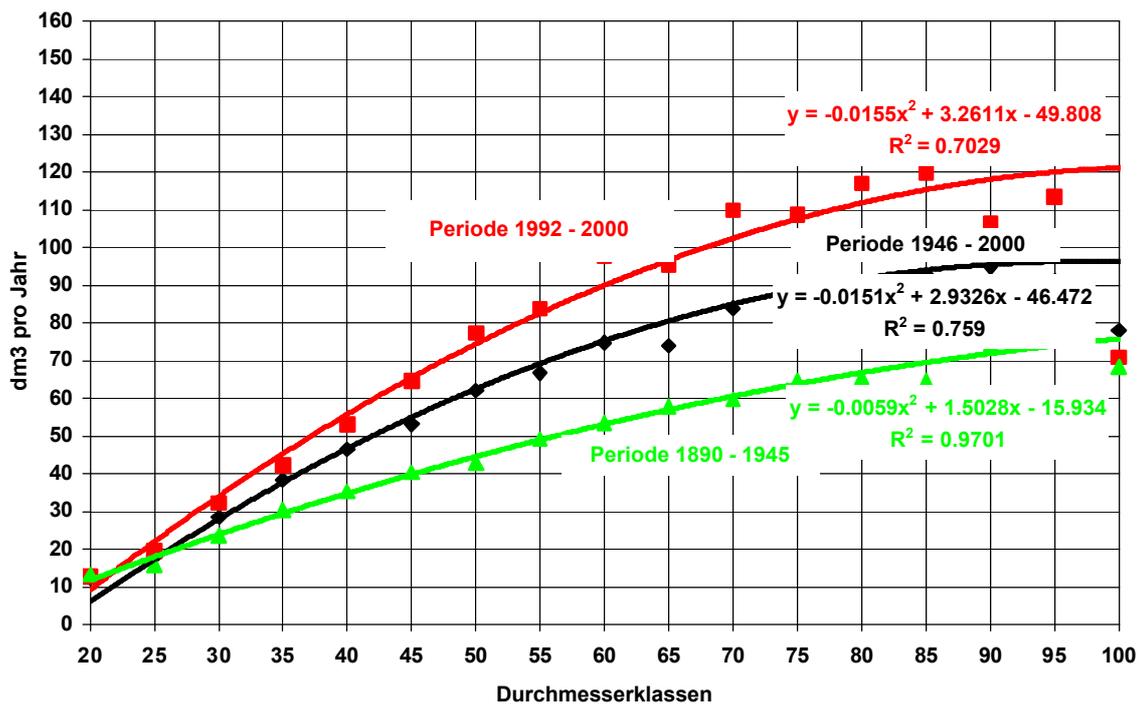
Die Grundfläche nahm progressiv in Funktion des Durchmessers in einer geraden Linie zu, egal welche Periode betrachtet wird. Im Laufe der Jahre 1890-1945 nahm der Zuwachs der Grundfläche von 10 cm² (1 20 cm) auf 70 cm² (1 100 cm) zu. Für die Jahre 1946-2000 sind es entsprechend 20 cm² und 87 cm² und für die letzte Periode (1992-2000) 20 cm² und 110 cm².

Abbildung 17 Jährlicher Zuwachs der Grundfläche, Betriebsklasse I



7.4.6 Volumenzuwachs (Abb. 18)

Abbildung 18 Jährlicher Volumenzuwachs, Betriebsklasse I



Die Holzproduktion folgt einer asymptotischen Kurve, die ungefähr bei der Durchmesserklasse 20 cm bei 10 dm^3 beginnt, um bei der Kategorie 95 cm folgende Werte zu erreichen: 84 dm^3 (Jahre 1890-1945), 91 dm^3 (Jahre 1946-2000) und 113 dm^3 (Jahre 1992-2000).

Man kann daraus die Bestätigung schliessen, dass je dicker ein Baum im Plenterwald wird, desto mehr er produziert.

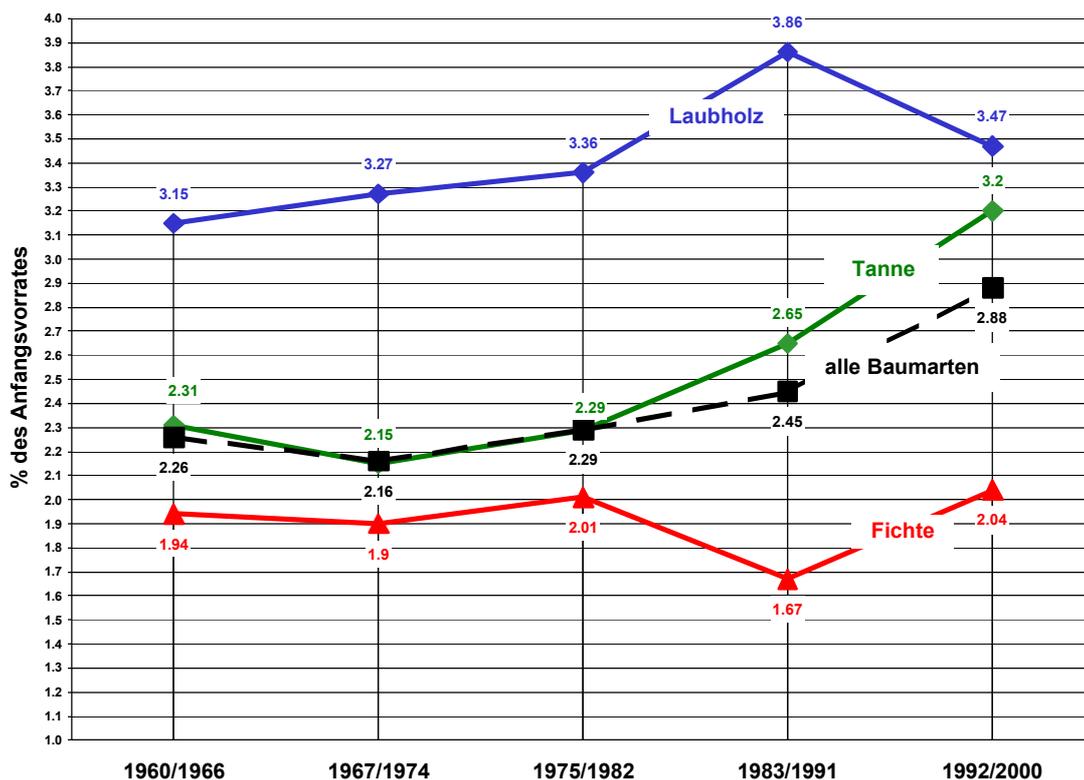
Dieser Sinnspruch wurde anhand einer Analyse illustriert, die man vom Zuwachs einer Tanne machte, die im Jahre 1964 genutzt wurde und einen Durchmesser von 1,35 m aufwies. Während der ersten Hälfte seines Daseins produzierte dieser Baum mit 24 m^3 Endvolumen und mit einem Alter von 220 Jahren $1/10$ seines Endvolumens und $9/10$ davon während der zweiten Hälfte. Und während der letzten 20 Jahre seines Lebens produzierte diese Tanne einen Viertel ihres Endvolumens (Favre L.-A., 1965).

7.4.7 Zuwachsprozent pro Baumart (Abb. 19)

Im Laufe der 4 letzten Perioden (Jahre 1967-2000) betrug das Zuwachsprozent des Anfangsvorrates der Tanne 2,59 %, gegenüber 1,90 % bei der Fichte. Die Volumen-Produktion der Tanne ist also wesentlich grösser (+36 %). Auf den Wert bezogen übersteigt die Produktivität dieser Baumart diejenige der Fichte, obwohl deren Marktwert generell interessanter ist.

Die Laubbäume, die hauptsächlich aus Buche und Ahorn bestehen und den sehr produktiven Klassen des Schwach- und Mittelholzes angehören, zeichnen sich durch ein noch höheres Zuwachsprozent aus (3,5 %).

Abbildung 19 Zuwachsprozent des Ausgangsbestandes, Betriebsklasse I



Der Wald von Couvet entgeht zwei beunruhigenden Erscheinungen nicht, der sozusagen die Gesamtheit der europäischen Wälder unterliegt:

- der zu hohen Wilddichte
- dem Waldsterben

8.1 Ungleichgewicht Wald/Wild

Man ruft in Erinnerung, dass in den 70er Jahren der gesamte Jungwuchs der Tanne und des Ahorns sowohl in L'Endroit wie auch in L'Envers von den in Überzahl vorhandenen Rehen vollständig abgeäst wurde. Dies ist eine beunruhigende Situation, die das System der Selbstregulation der Plenterung schwächt und die Betriebsart Plenterung in Frage stellen könnte.

Die gesetzlichen Grundlagen für eine Wiederherstellung des Wald/Wild-Gleichgewichtes sind vorhanden, aber ihre Umsetzung in die Praxis fordert vom Forstdienst eine erhebliche Anstrengung in Information und Überzeugungskraft bei den Behörden, dem Publikum und den Jägern.

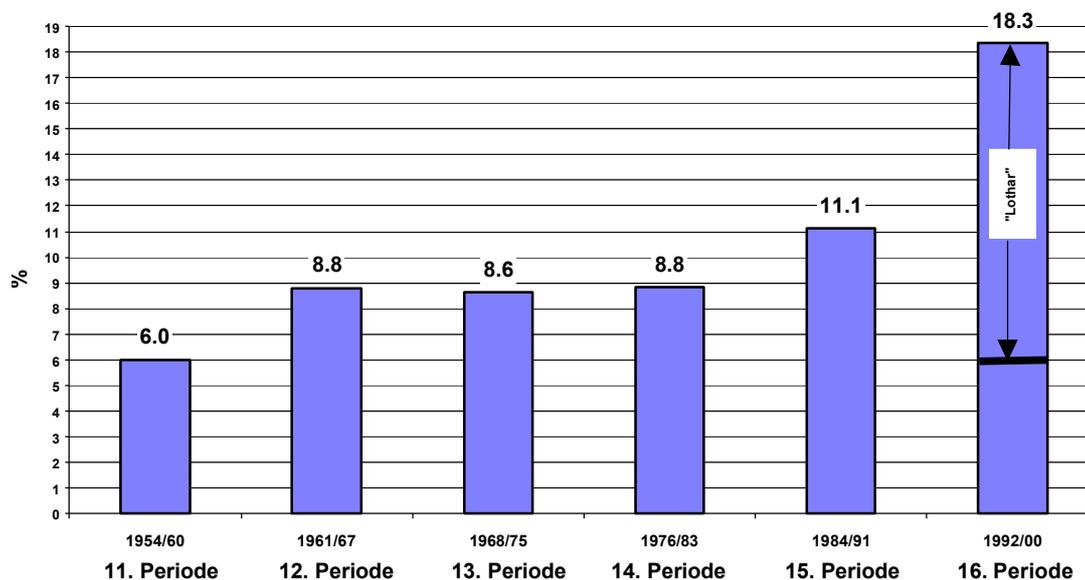
8.2 Waldsterben

Es ist bei der Tanne als wahrscheinliche Folge der Trockenheit von 1976 aufgetreten, dann ab 1983 auch bei den anderen Baumarten, ohne dass eine seriöse wissenschaftliche Hypothese diese Erscheinung hätte erklären können.

Trotzdem stellten Keller und Imhof (1987) beim Vergleich von Versuchsflächen der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft auf vergleichbaren Standorten einen geringeren Nadelverlust im Plenterwald gegenüber einem gleichaltrigen Bestand fest. Die gleichen Beobachtungen wurden im Schwarzwald gemacht (Spieker, 1986).

Die Nutzung der absterbenden Bäume bevor eine Entwertung ihres ökonomischen Wertes stattfindet, hat sicher den Anteil an Windwürfen erhöht. Aber dieser bleibt stark unter demjenigen, der in den Wäldern verzeichnet wurde, die nach dem Femelschlagprinzip behandelt wurden.

Abbildung 20 Anteil Windwürfe im Vergleich zum total genutzten Volumen, Betriebsklassen I und II



Auf der Fläche von 169 ha, die während der 16. Periode der Nutzungskontrolle unterstand - ohne einen kürzlichen Zukauf von 9 ha zu berücksichtigen - erhöhten sich die Schäden des Lothar-Sturmes mit den normalen Windwürfen der Nutzung 2000 auf total 621 Bäume mit einem Volumen von 1'572 sv, entsprechend einer Jahresnutzung (mittleres jährlich genutzte Volumen während der 16. Periode). Das wichtigste ist, dass es sich um einzeln stehende dicke Bäume handelte, deren Entnahme die Struktur der Bestände nicht beeinträchtigte.

8.3 Veränderung des Nadel-Stammholz-Marktes

Seit etwa zwanzig Jahren fällt der Preis für Tannenrundholz stärker als für Fichtenrundholz und das Starkholz ist weniger gefragt als Holz mittlerer Stärke.

Weiter oben hat man gesehen, dass in der Betriebsklasse I der Anteil Starkholz von 60 % (1960 und 1967) auf 53 % (im Jahre 2001) heruntergebracht wurde, und dies aus Gründen der Kultur, d.h. um die Naturverjüngung zu aktivieren.

Es stellt sich die Frage, zu wissen, ob eine neue Abnahme angestrebt werden soll, um den Markttendenzen Folge zu leisten. Man schätzt, dass ausser einer bestimmteren Zuspitzung bei den sehr grossen Durchmessern, es keinen Grund zu überstürztem Handeln gibt, denn man wird immer Liebhaber von grossen Durchmessern finden. Diese Rolle wird seit etwa zehn Jahren von den Sägern aus dem französischen Departement Doubs gespielt, die Mühe haben, ihren Bedarf an Starkholz vor Ort zu decken.

8.4 Vollkluppierung - Stichproben-Inventar

Der Neuenburger Forstdienst verfolgte aufmerksam die in der Schweiz durch die Einführung des Stichproben-Inventars aufgetretene Entwicklung. Eine Änderung des Verfahrens erschien in Anbetracht der unverkennbaren Vorteile der vor mehr als einem Jahrhundert von Biolley eingeführten Methode völlig unangebracht. Diese Stellungnahme erhielt praktisch eine offizielle Bestätigung anlässlich eines Symposiums, das im Laufe der 70er Jahre von der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft für kantonale Kreisoberförster und den Chefs der Abteilung Waldeinrichtung organisiert wurde.

Aufgefordert, seine Meinung zur Neuenburger Option zu äussern, gab Dr. P. Schmid-Haas, Organisator und Hauptredner an diesem Symposium folgende Erklärung ab:

"Der Kanton Neuenburg verfolgt bei der Einrichtung eine beispielhafte Politik: es gibt kein Interesse, von der Vollkluppierung zum Stichproben-Inventar zu wechseln."

Die angewandte Methode gibt zwar keine Auskunft über den Zustand der Naturverjüngung. Aber man begegnet diesem Nachteil, indem man ab und zu Stichproben-Aufnahmen macht. Als entscheidender Vorteil behält somit die Abteilung oder Parzelle ihre gesamte Bedeutung als taktische (waldbauliche Behandlung) und technische (Einrichtung) Einheit, während sie beim Stichproben-Inventar die gesamte Identität verliert.

8.5 Wirtschaftlicher Erfolg

Es gibt sehr wenige Studien über den wirtschaftlichen Erfolg der Plenterwälder im Vergleich zu anderen nach dem Femelschlagprinzip bewirtschafteten Wäldern. Wir führen zwei an:

Aufgrund der Schweiz. Forststatistik des Jahres 1980 erhielt Leibundgut (1983) folgende Vergleichszahlen:

Öffentliche Wälder	Kanton Neuenburg	Mittelland- Kantone
Pflanzungen und Pflege der Jungbestände (Fr./ha)	17.-	123.-
Pflanzkosten in % der Gesamtkosten	5 %	20 %
Erntekosten (Fr./ha)	49.-	54.-
Verhältnis Ausgaben/Einnahmen	45 %	55 %
Mittlerer Verkaufspreis des Holzes (Fr./m ³)	130.-	115.-

Trotz höherem Anteil an Tanne und Buche haben die Neuenburger Wälder einen Erlös erzielt, der Fr. 15.--/m³ höher ist als derjenige der Wälder des Mittellandes, obwohl diese reicher an Fichte sind und wesentlich bessere Produktionsbedingungen haben.

Wenn wir die gleichen Vergleiche während der Jahre 1994 bis 1998 (4 Jahre) anstellen, werden die ökonomischen Vorteile des Plenterwaldes sogar noch verstärkt und präsentieren sich wie folgt:

Öffentliche Wälder	Mittellan d	Kanton Neuenburg	Val-de- Travers	Couvet
Produktive Fläche (ha)	136'783	15'178	3'058	179
Erntekosten (Fr./m ³)	67.90	75.40	59.-	59.90
Pflanzkosten (Fr./ha)	225.-	72.-	43.-	80.-
Pflanzkosten in % der Gesamtausgaben	15,9 %	8,5 %	6,1 %	9,9 %
Mittlerer Holzverkaufspreis (Fr./m ³)	90.70	84.70	87.70	96.-
Nettorendite (Fr./ha)	-384.-	-217.-	75.-	143.-

Moor und Schori (1999) haben die Betriebsbuchhaltungen (System BAR des WALDWIRTSCHAFT Verband Schweiz) untersucht, die für einen kantonalen Wald im alten Forstkreis Bern angewandt wird.

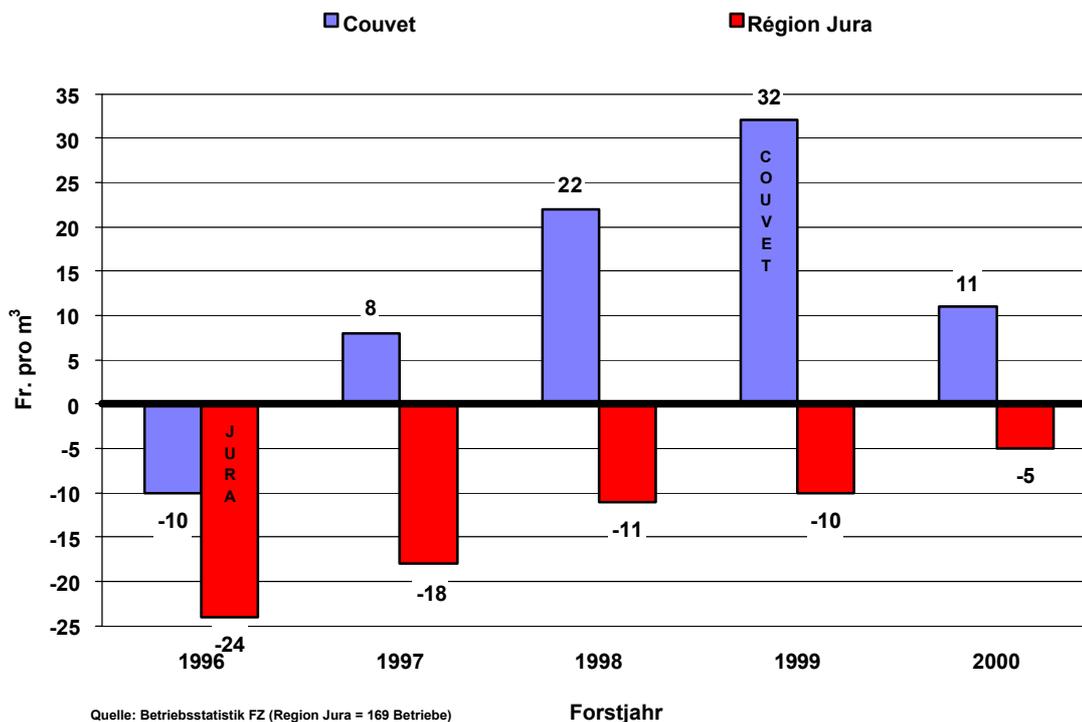
Die Studie beschränkt sich auf zwei Betriebsklassen dieses Waldes:

- Betriebsklasse 2: 459 ha nach dem Femelschlag-Verfahren genutzt
- Betriebsklasse 3: 517 ha, davon 301 als Plenterwald und 216 ha in Überführung begriffen
- Dauer der Untersuchung: von 1981 bis 1997
- Mittlerer Netto-Ertrag: Fr. 26.-- pro m³ mehr in der geplenterten Betriebsklasse
- Mittlere Ausgaben: Fr. 15.-- pro m³ weniger in der geplenterten Betriebsklasse

Die wirtschaftliche Überlegenheit des Plenterwaldes wurde erzielt, ungeachtet der Tatsache dass:

- die Nutzung 9,0 m³ pro ha und Jahr betrug gegenüber 11,1 m³ pro ha und Jahr in der Betriebsklasse 2
- die Betriebsklasse 3 nur ungefähr 60 % Plenterstruktur umfasst, der Rest besteht aus Überführungsbeständen.

Abbildung 21 Entwicklung des finanziellen Ergebnisses in Fr. pro m³



Seit 1996 gehört die Gemeinde Couvet zum Netz der Kontroll-Forstbetriebe des WVS (WALDWIRTSCHAFT Verband Schweiz). Die Ergebnisse der Betriebsstatistik sind besonders aussagekräftig. Im Vergleich zur gesamten Region "Jura" (169 untersuchte Forstbetriebe), erzielt die Gemeinde Couvet wegen der seit über einem Jahrhundert in ihren Waldungen angewandten Qualitätsbehandlung einen wesentlich höheren finanziellen Ertrag (Abb. 21).

8.6 Nachhaltige Entwicklung

Der Kanton Neuenburg gab sich am 6. Februar 1996 ein neues Forstgesetz. Dieses hat u.a. zum Ziel:

- die Wälder als natürliche Umwelt in einen Zustand zu bringen und zu erhalten, der ihnen erlaubt, ihre Schutz-, Wirtschafts- und Sozialfunktion und die Erhaltung der Biodiversität nachhaltig zu erfüllen;
- die Produktionskapazität der Wälder bezüglich Qualität, Menge und Diversität durch einen naturnahen Waldbau, der die Eigenheiten des Standortes berücksichtigt, zu garantieren.

Der Waldentwicklungsplan (WEP) bestimmt die Aufgaben der Gegend. Er dient als Koordinationsinstrument zur Landschaftsnutzung. Die öffentlichen Wälder unterstehen einem Wirtschaftsplan, der sich nach dem Waldentwicklungsplan richtet, sowie einem jährlichen Arbeitsplan.

Das vor mehr als einem Jahrhundert entwickelte und angewandte Konzept "kontrollierte Plenterung" entspricht in jeder Hinsicht einem "naturnahen Waldbau, der die Eigenheiten des Standortes berücksichtigt". Er genügt den Anforderungen des neuen Forstgesetzes und behält dadurch seine ganze Aktualität in dem Ausmasse als der Waldbewirtschaftler seine gezielte Aufmerksamkeit auf die Erhaltung der Biodiversität und der ökologischen Nischen lenkt.

9 Schlussfolgerung

Wenn man rückblickend die Entwicklung der beiden Betriebsklassen, die den Gemeindewald von Couvet ausmachen, betrachtet, kann man bestätigen, dass die von Biolley vor über hundert Jahren getätigte Wahl sich als besonders klug erwiesen hat.

Erstens hat die Anwendung des Plenterprinzips erlaubt, zwei grundsätzlich verschiedene Bestände in stufigen Mischwald zu überführen. Auf der einen Seite war ein Wald, der auf dem Weg war, uniform zu werden, auf der anderen Seite eine Waldweide. Global ist das gesuchte Resultat erreicht. Es bleibt lokal zu verfeinern und ständig in Kenntnis der Sache einzugreifen, um den stets fluktuierenden Gleichgewichtszustand wiederherzustellen und aufrecht zu erhalten.

Zweitens hat sich die Anwendung der Kontrollmethode als ideale Lösung erwiesen, um den Fortgang der Überführung in einen Plenterwald und die Optimierung der Produktion zu gewährleisten, und dies wegen des experimentellen Charakters der Methode.

Ein Jahrhundert waldbauliche Praxis bestätigt die Richtigkeit der zu Gunsten der Plenterung getätigten Option. Tatsächlich hat die Plenterung von allen Betriebsformen den grössten Anteil an biologischer Selbstregulation des Wald-Ökosystems:

- die Verjüngung ist gratis und dauernd;
- die Jungwaldpflege kostet wenig;
- die Produktion konzentriert sich auf Subjekte, die einen grossen Anteil Bauholz liefern;
- die Erntekosten liegen tiefer, trotz höherem Volumen des genutzten Mittelstammes;
- die Plenterwälder zeigen eine bemerkenswerte Stabilität gegenüber biotischen und abiotischen Einflüssen im Vergleich zu gleichförmigen Beständen.

Zu diesen Vorteilen kommt durch die Anwendung der Kontrollmethode die Einfachheit, die Wirksamkeit, die Beweglichkeit und die Sicherheit der Bewirtschaftung, was sich letztlich durch eine optimale Rentabilität auszeichnet.

Zum Abschluss wollen wir Biolley mit seinem bewunderungswürdigen Glaubensbekenntnis, das er der kontrollierten Ausleseplenterung gewidmet hat, zitieren:

"Hier ist das intelligente Werk des die natürlichen Dinge liebenden Waldbauers der seinen Methoden nachlebt: er unterlässt es, den Wald drangsalieren zu wollen, er geht auf seine Bedürfnisse ein, er arbeitet mit der Anwendung der unvermeidlichen Gesetze von Leben und Tod zusammen, er beschleunigt die Entwicklung zum Besseren und erlaubt dem Kampfe nicht, vergeblich anzufangen".

Zusammenfassung

Die 111-jährige Anwendung der Kontrollmethode im Gemeindewald von Couvet

Die Kontrollmethode wurde nach und nach ab 1890 durch Henry Biolley in den Wäldern seines Forstkreises eingeführt. Der erste der davon profitierte, war der Gemeindewald von Couvet im Kanton Neuenburg, was ihm das Privileg erbrachte, als Wiege der kontrollierten Ausleseplenterung betrachtet zu werden. In der Tat veranlasst die

experimentelle Natur der Kontrollmethode den Waldbewirtschafter sich für Plentereingriffe zu entscheiden.

Die absolute Unveränderlichkeit der Methode und der eingesetzten technischen Mittel verleihen den, in 17 Inventuren gesammelten Dokumenten eine unschätzbare Bedeutung. Alle Daten sind genau vergleichbar: die Schwankungen des Vorrates, der Zusammensetzung nach Stärkeklassen und Baumarten, sowie des laufenden Zuwachs wurden analysiert in Verbindung mit der Suche nach einem Gleichgewichtszustand. Im Wesentlichen ist der Plenterwald in einem ständigen Werdegang.

Übersetzung der Zusammenfassung: Stéphane JeanRichard

Literaturverzeichnis

Biolley, H. (1980): Œuvre écrite. Beiheft Nr. 66 zur Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 458 S.

Favre, E. (1928): Application de la Méthode du contrôle à la forêt de Couvet, Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 79, 3 :49 - 58, 4 :84 - 94.

Favre, E. (1943): Cinquante années d'application de la Méthode du contrôle à la forêt de Couvet, Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 94, 4:88 - 94, 5:116 - 122, 6:138 - 149.

Favre, E. (1944) Fünfzig Jahre Anwendung der Kontrollmethode im Wald von Couvet, Neuenburger Jura (Übersetzung). Schweiz. Z. Forstwes. 95, 5/6: 142 - 169

Favre, L.A. (1965): La croissance du sapin en forêt jardinée, Schweiz. Z. Forstwes., 116, 7: 547 - 555.

Favre, L.A. (1971): Jardinage et méthode du contrôle. La Forêt 24ème année, 7:168-176

Favre, L.A. (1971): La forêt communale de Couvet. La Forêt 24ème année, 12:332-337

Favre, L.A. (1980): 100 ans de jardinage cultural contrôlé, Schweiz. Z. Forstwes. 131, 8: 651 - 674.

Favre, L.A. (2001): Influence des éléments météorologiques sur la production ligneuse – Enquête sur le comportement de deux parcelles de la forêt communale de Couvet. Schweiz. Z. Forstwes. 10: 425-430.

Keller, W., Imhof, P. (1987): Zum Einfluss der Durchforstung auf den Waldschäden. 2. Teil: Erste Ergebnisse von Waldschadenuntersuchungen in Plenterwaldflächen der EAFV. Schweiz. Z. Forstwes. 138, 4: 293 - 320.

Leibundgut, H. (1983): Führen naturnahe Waldbauverfahren zur betriebswirtschaftlichen Erfolgsverbesserung ? Forstarchiv 54, 2: 47 - 51.

Moor, C., Schori, C. (1999): Femelschlag oder Plenterung - Ein Vergleich aus betriebswirtschaftlicher Sicht. Schweiz. Z. Forstwes. 150, 2: 49 - 55.

Schütz, J.-Ph. (1997): Sylviculture 2. La gestion des forêts irrégulières et mélangées. Presses polytechniques et universitaires romandes, 179 p.

Spiecker, H. (1986): Das Wachstum der Tannen und Fichten auf der Plenterwaldversuchsflächen des Schwarzwaldes in der Zeit von 1950 bis 1984. Allg. Forst- u. J. Ztg 157, 8: 152 - 164.

Verfasser:

Louis-André Favre, Forstingenieur, Chemin de la Brena 9, 2013 Colombier
Jean-Michel Oberson, Forstingenieur, Rue des Rosiers 5, 2114 Fleurier