Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 135 (1984)

Heft: 2

Artikel: Untersuchungen zur Wahl des Verjüngungszeitpunktes und Verjüngungszeitraumes beim Femelschlagbetrieb

Autor: Leibundgut, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766761

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

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

Untersuchungen zur Wahl des Verjüngungszeitpunktes und Verjüngungszeitraumes beim Femelschlagbetrieb

Von *Hans Leibundgut*, Zürich Oxf.: 231:221.23

1. Einleitung

Das schweizerische Femelschlagverfahren ist unter anderem dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt der Bestandesverjüngung nicht zum voraus rechnerisch, sondern aufgrund biologischer, ertragskundlicher, einrichtungstechnischer, wirtschaftlicher und waldbaulicher Erwägungen in jedem Einzelfall festgelegt wird. Dabei werden der waldbauliche und der ertragskundliche Verjüngungszeitpunkt unterschieden. Der waldbauliche Verjüngungszeitpunkt bezeichnet den ersten zum Zweck der Bestandesverjüngung ausgeführten Eingriff. Es kann sich um einen Besamungshieb handeln, wenn noch keine Ansamung oder kein Jungwuchs vorhanden sind, oder um einen ersten Lichtungshieb zu deren Begünstigung. Dieser Eingriff besteht in der Regel aus einer etwas stärkeren Lichtwuchsdurchforstung, wobei die kritische Basalfläche nicht unterschritten wird, so dass noch keine Verminderung des Massen- und Wertzuwachses erfolgt.

Der ertragskundliche Verjüngungszeitpunkt dagegen ist durch jenen Eingriff gekennzeichnet, durch den die kritische Basalfläche dauernd unterschritten wird. Er ist beim standortsgemässen Idealzustand dann richtig gewählt, wenn er mit der Kulmination des höchstmöglichen durchschnittlichen Gesamtalters-Wertzuwachses zusammenfällt. Verschiebungen ergeben sich bei nicht nachhaltig standortsgerechten Bestockungen mit sehr grosser Wertleistung und ebenso bei Beständen, welche die standörtliche Ertragsfähigkeit nicht voll auszunützen vermögen.[1]

Der Verjüngungsabschluss schliesslich ist gekennzeichnet durch den letzten Eingriff zugunsten des Nachwuchses, in der Regel durch die vollständige Räumung des Altholzes, wo nicht zur Erzeugung besonders wertvoller Starkhölzer einzelne Bäume oder ganze Baumgruppen als Überhälter in die neue Waldgeneration übernommen werden sollen.

[1] Vergleiche *Leibundgut, H.:* Die natürliche Waldverjüngung. Verlag Haupt, Bern. 1981.

Der Verjüngungszeitraum umfasst den Zeitraum zwischen dem Verjüngungsbeginn und dem Verjüngungsabschluss. Bei einem frühen Beginn der Lichtwuchsdurchforstung sind zumeist Ansamung und Jungwuchs schon lange vor dem ertragskundlichen Verjüngungszeitpunkt vorhanden. Wo es sich dabei um Schattenbaumarten handelt, kann daher während eines Teils des Verjüngungszeitraumes noch ein erheblicher Wertzuwachs geleistet werden.

Entscheidend sind für die Wahl des Verjüngungszeitraumes namentlich das Verjüngungsziel hinsichtlich Baumartenmischung und die eventuelle angestrebte zeitliche Abstufung der Ansamung der einzelnen Baumarten.

Diese Fragen sind vom Verfasser im bereits erwähnten Buch über die natürliche Waldverjüngung und die Promotionsarbeiten von *Bernadzki* [2] und *Bachmann* [3] eingehend behandelt worden.

Durch eine sorgfältige Planung des ganzen Verjüngungsablaufes sollen vor allem Wertverluste und Erschwernisse bei der Holzernte vermieden werden. Sowohl durch einen zu frühen wie einen zu späten Verjüngungsbeginn oder Verjüngungsabschluss können beträchtliche Wertverluste entstehen. Eine Hauptschwierigkeit besteht für den Praktiker darin, dass die Höhe und der Verlauf des Wertzuwachses bei der Forsteinrichtung zumeist nicht erfasst werden. Die Ertragstafeln können darüber nur sehr beschränkt Auskunft geben, denn ihre Gültigkeit ist auf reine und gleichaltrige Hochwaldbestände und zudem nur auf die Massenleistung beschränkt. Ihre ertragskundlichen Daten entsprechen dem Durchschnitt weiter Streubereiche verschiedener Standortsverhältnisse und Zuwachsverläufe. Im Einzelfall muss daher der Entscheid über den rationellen Verjüngungsablauf von der Beurteilung aller standörtlichen, waldbaulichen und ertragskundlichen Gegebenheiten ausgehen, namentlich von der Grösse des laufenden Wertzuwachses und dessen Neigung.

Über die Wertleistung von Beständen in der Verjüngungsphase fehlen Untersuchungen, welche Anhaltspunkte zu geben vermögen, noch weitgehend. Ausser den Arbeiten von *Assmann* [4], Bernadzki [2] und Bachmann [3] liegen nur wenige Untersuchungsergebnisse vor. Die im folgenden beschriebene Untersuchung befasst sich deshalb mit dieser Frage.

2. Die Aufnahmen

Für die Untersuchung schienen uns vor allem gut gepflegte, gesunde

[2] *Bernadzki, E.:* Untersuchungen zur Wahl des Verjüngungsverfahrens und Verjüngungszeitpunktes in Tannenbeständen an ihrer nordöstlichen Grenze in Polen. Diss. ETH Nr. 3571, 1965.

[3] *Bachmann, P.:* Untersuchungen zur Wahl des Verjüngungszeitpunktes im Waldbau. Diss. ETH Nr. 4171, 1968.

[4] *Assmann, E.:* Der Zuwachs im Verjüngungsstadium. Cbl. ges. Forstwesen, 1965.

und mutmasslich grossenteils aus Naturverjüngung hervorgegangene Mischbestände von Fichte, Tanne und Buche auf Standorten hoher Ertragsfähigkeit geeignet. Denn diese drei Baumarten spielen im schweizerischen Mittelland wirtschaftlich die grösste Rolle, und solche Mischbestände werden grossenteils im Femelschlagverfahren verjüngt. Von 77 besichtigten Objekten wurden 18 in Verjüngung stehende Bestände ausgewählt *(Tabelle 1)*.

Tabelle 1. Verzeichnis der Aufnahmeflächen.

Bestand Nr.	*Ort*	*Meereshöhe*	*Geologische Unterlage*	*Natürliche Waldgesellschaft*
1	Stadtwald Baden	450	Rissmoräne des Reussgletschers	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
2	Stadtwald Baden	510	Rissmoräne des Reussgletschers	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
3	Stadtwald Baden	505	Rissmoräne des Reussgletschers	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
4	Staatswald Bellelay	1010	Malmkalk (Kimeridgien)	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
5	Staatswald Bellelay	1000	Malmkalk (Kimeridgien)	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
6–10	Korporationswald «Landforst» Oberrieden	565	Junge Linth- und Reussmoränen über oberer Süsswassermolasse	Übergang vom frischen Buchenmischwald zum Traubeneichen-Buchenwald
11	Lehrwald Albisriederberg Abt. Sädlenegg	645-665	Junge Linthmoräne über oberer Süsswassermolasse	Frischer Buchenmischwald
12	Stadtwald Lenzburg	520	Obere Meeresmolasse	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
13	Gemeindewald Worb	710	Würmmoräne des Aaregletschers	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
14	Gemeindewald Worb	730	Würmmoräne des Aaregletschers	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
15	Gemeindewald Worb	720	Würmmoräne des Aaregletschers	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
16	Gemeindewald Schwarzenburg	890	Obere Meeresmolasse (Burdigalien)	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
17	Gemeindewald Schwarzenburg	885	Obere Meeresmolasse (Burdigalien)	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft
18	Gemeindewald Schwarzenburg	885	Obere Meeresmolasse (Burdigalien)	Nicht näher bestimmte Buchenwaldgesellschaft

Die *Aufnahmen* umfassen die folgenden Erhebungen:

- Baumhöhenmessungen für die Konstruktion von Höhenkurven und Massentarifen,
- Bestimmung der Oberhöhen,

- Messung der Brusthöhendurchmesser über 16 cm bei sämtlichen Bäumen,
- Altersbestimmungen durch Bohrungen und Zählen der Jahrringe an gefällten Bäumen und frischen Stöcken,
- Entnahme von Bohrspänen für die Zuwachsbestimmung,
- Auszählen sämtlicher Jungpflanzen, getrennt nach Baumarten, Höhenklassen und zum Teil auch nach Qualität,
- Ausscheiden von Jungpflanzen zur Altersbestimmung.

Die *Auswertungen* umfassten
- die Berechnung der Basalflächen,
- die Konstruktion von Zustands-Höhenkurven,
- die Aufstellung von Massentarifen,
- die Berechnung der Holzvorräte,
- die Berechnung der Basalflächen- und des Massenzuwachses,
- die Berechnung der Bestandeswerte und des Wertzuwachses nach dem von Bachmann[5] entwickelten Verfahren und den von ihm aufgestellten Tabellen,
- Altersbestimmung von Jungpflanzen als Grundlage für die Berechnung der Dauer der einzelnen Jungwaldphasen.

Sowohl bei den Aufnahmen im Wald wie bei den Auswertungen wirkten zahlreiche Mitarbeiter und ausländische Praktikanten mit. Ihnen allen danke ich für die wertvolle Mitarbeit, insbesondere den Herren Forstingenieuren Brassel, Ettlinger, Fehr, Grossmann, Jager, Koch, Kuhn, Maczynski, Sorg und den Förstern Guler, Lüthy und Wirth. Ebenso danke ich dem örtlich zuständigen Forstpersonal für die Unterstützung bei der Auswahl der Objekte und Vermittlung von Unterlagen, den Waldbesitzern für die Bewilligung zur Ausführung der Aufnahmen in ihren Waldungen und insbesondere für die Entnahme von Bohrspänen.

3. Die Aufnahmeergebnisse

3. 1 Baumzahlen, Holzvorräte und Bestandeswerte

Ein Vergleich der in *Tabelle 2* zusammengefassten Aufnahmeergebnisse mit den für die entsprechenden Höhenbonitäten und Baumartenmischungen berechneten Vorratsgrössen nach den Ertragstafeln zeigt, dass die Aufnahmeflächen 1, 3, 5, 14 und 15 annähernd normale, die Flächen 4, 6 bis 10 und 16 sehr hohe und die Flächen 2, 11 bis 13, 17 und 18 dagegen niedrige Vor-

[5] *Bachmann, P.:* Vereinfachte Wert- und Wertzuwachsberechnung. Schweiz. Z. Forstwes., 1967.

Tabelle 2. Baumzahlen, Holzvorräte und Vorratswerte

Fläche	*Alter*	*Höhenbonität*			*Massenanteil %*				*Baum-zahl pro ha*	*Vorrat pro ha m³*	*Mittelstamm m³*					*Vorratswert*	
		Fi	*Ta*	*Bu*	*Fi*	*Ta*	*Bu*	*andere*			*Fi*	*Ta*	*Bu*	*a.Nb.*	*a.Lb.*	*pro ha Fr.*	*pro m³ Fr.*
1	95–105	26	26	26	14	50	36	–	200	787	2,84	4,46	3,89	–	–	66 932	85
2	113–118	24	20	24	97	3	–	–	152	490	3,84	1,20	0,45	–	–	48 002	98
3	120–135	22	20	24	41	13	35	11	176	565	2,65	4,62	3,86	2,40	3,40	49 578	88
4	100–110	18	14	18	8	44	48	–	636	654	1,38	2,06	0,68	–	–	38 470	59
5	160–170	20	16	22	5	20	75	–	858	570	0,73	0,20	1,69	–	–	31 634	55
6	110	22	18	20	60	3	18	19	263	703	2,71	0,49	0,42	4,11	–	63 056	90
7	100	22	18	–	26	63	4	7	369	979	2,16	3,01	1,97	2,54	–	82 138	84
8	100	22	18	–	70	–	–	30	331	712	2,16	0,19	–	2,26	–	57 106	80
9	100	24	20	–	78	14	6	2	406	775	3,12	3,58	0,26	1,97	–	67 943	88
10	100	22	18	–	74	6	5	15	331	948	3,03	3,06	1,52	2,84	–	83 132	88
11	120	22	18	20	61	–	39	–	89	232	7,00	–	1,86	–	–	20 723	89
12	120–130	20	18	20	5	39	18	38	226	338	0,54	0,93	4,02	4,04	1,40	27 829	82
13	97–120	26	–	–	100	–	–	–	556	649	1,17	–	–	–	–	50 876	78
14	60–129	24	22	22	22	75	3	–	588	867	1,54	1,55	0,52	–	–	69 099	80
15	100–120	24	22	20	93	5	2	–	380	681	2,27	0,71	0,21	–	–	61 649	91
16	155–233	22	18	20	24	71	5	–	228	1007	4,69	4,79	1,92	–	–	94 700	94
17	150–230	22	18	20	26	71	3	–	168	528	2,86	3,46	1,37	–	–	48 888	93
18	150–230	22	18	20	29	61	10	–	136	468	3,06	3,74	3,01	–	–	43 780	94

räte aufweisen. Diese Feststellung ist wesentlich bei der Beurteilung des Verjüngungszustandes (Abschnitt 3. 4).

Den grossen Holzvorräten, dem hohen Anteil der Nadelbäume und dem grossen mittleren Stamminhalt entsprechend sind auch die erntekostenfreien Werte der Holzvorräte in den meisten Beständen sehr hoch *(Tabelle 2)*. Beachtenswert sind vor allem die beträchtlichen Zunahmen der Vorratswerte in den letzten 20 Jahren *(Tabelle 3)*, wobei die erfolgten Aushiebe nicht erfasst

Tabelle 3. Veränderung des Vorratswertes der bei der Aufnahme vorhandenen Bäume.

	Vorratswert pro ha				
Bestand	*bei der Aufnahme Fr.*	*Zunahme in 10 Jahren %*	*vor 10 Jahren Fr.*	*Zunahme in 10 Jahren %*	*vor 20 Jahren Fr.*
1	66 932	21	55 433	26	44 025
2	48 002	20	40 014	39	28 835
3	49 578	17	42 475	32	32 231
4	38 470	28	30 028	26	23 817
5	31 634	28	24 801	39	17 805
6	63 056	25	50 576	32	38 286
7	82 138	22	67 488	27	53 168
8	57 106	24	46 146	29	35 686
9	67 943	23	55 213	26	43 803
10	83 132	23	67 692	30	51 842
11	20 723	31	15 803	38	11 453
12	27 829	21	22 979	20	19 079
13	50 876	47	34 635	45	23 873
14	69 099	18	58 326	24	47 010
15	61 469	22	50 551	30	38 853
16	94 700	22	77 544	23	63 127
17	48 888	16	42 003	22	34 785
18	43 780	17	37 472	20	31 110

sind. Im Mittel aller Flächen beträgt die Wertzunahme der vorhandenen Bäume in den letzten 10 Jahren 24 % mit geringen Abweichungen der einzelnen Flächen, ausgenommen die Fläche 13 mit 47 % (reiner Fichtenbestand). Die Wertzunahme beruht zum Teil auf dem Massenzuwachs, zum Teil auf der Sortimentsverschiebung. Dieser entsprechen nur 21 % der Wertvermehrung, was darauf zurückzuführen ist, dass ein grosser Teil der Nadelbäume schon vor 10 Jahren auf die I. Stammholzklasse entfiel, so dass keine Sortimentsveränderung mehr erfolgt ist. Eine Ausnahme bilden die Bestände mit einem grossen Anteil der Laubbäume, insbesondere der Buchen. In diesen ist der Anteil der Sortimentsverschiebung an der Wertzunahme erheblich grösser als derjenige der Vorratszunahme.

3.2 Der Zuwachs

Die jährlichen Massen- und Wertzuwachsleistungen der einzelnen Bestände sind in der *Tabelle 4* zusammengefasst. Auf die Angabe des Basal-

Tabelle 4. Jährlicher Massen- und Wertzuwachs pro ha.

Fläche	*Massenzuwachs m³*		*Massenzuwachs Fr.*	
	letzte 10-Jahres-Periode	*vorletzte 10-Jahres-Periode*	*letzte 10-Jahres-Periode*	*vorletzte 10-Jahres-Periode*
1	11,12	12,26	1149	1141
2	7,34	9,59	789	1118
3	6,93	10,13	710	1024
4	9,96	9,48	844	621
5	10,48	9,30	683	700
6	11,91	11,21	1248	1229
7	14,20	14,01	1465	1432
8	10,10	10,73	1096	1046
9	11,60	11,95	1273	1141
10	14,40	16,07	1544	1585
11	4,90	4,41	492	455
12	6,60	3,80	485	390
13	15,90	11,70	1624	1076
14	10,50	12,70	1078	1131
15	10,10	11,00	1092	1170
16	16,89	14,54	1715	1442
17	6,90	6,62	689	722
18	6,24	5,89	631	637

flächenzuwachses wird verzichtet, weil sich daraus die gleichen Folgerungen wie beim Massenzuwachs ergeben.

Während der durchschnittliche periodische Massenzuwachs in den letzten 10 Jahren vor der Aufnahme in den meisten Beständen abgenommen oder sich wenig verändert hat, ist der entsprechende Wertzuwachs in der Mehrzahl der Bestände weiter angestiegen. Mit Ausnahme der bereits in fortgeschrittener Verjüngung stehenden Flächen 11 und 12 ist er immer noch beträchtlich und steht auf der Höhe des Kulminationsbereiches. Bei der Beurteilung der Veränderungen der durchschnittlichen Massen- und Wertzuwachsleistungen ist zu berücksichtigen, dass ausser den altersbedingten Änderungen auch Witterungseinflüsse eine erhebliche Rolle spielen können. Jedenfalls steht aber fest, dass sich der Kulminationsbereich des laufenden Wertzuwachses zeitlich *vor* demjenigen des für die Wahl des Verjüngungszeitpunktes wesentlichen durchschnittlichen Gesamtalters-Wertzuwachses liegt. Es stellt sich daher für die meisten der gewählten Bestände die Frage, ob überhaupt Massnahmen zur Förderung des vorhandenen Jungwuchses angebracht sind.

Für die Beantwortung dieser Frage ist einerseits die Höhe des laufenden

Wertzuwachses in Beziehung zur standörtlichen Ertragsfähigkeit entscheidend, andererseits aber auch die waldbaulich zweckmässige Dauer und Stärke der Überschirmung des Jungwuchses.

Diese Berechnung der Ertragsfähigkeit ergab aufgrund der gegenwärtigen, für vergleichbare Verhältnisse geltenden erntekostenfreien Holzerlöse Werte in der in *Tabelle 5* aufgeführten Grössenordnung.

Tabelle 5. Ertragsfähigkeit bei verschiedener Bonität von Fichte, Tanne und Buche.

Höhenbonität	*Fichte*	*Tanne*	*Buche*
16	500	800	200
18	650	1100	350
20	800	1200	450
22	950	1350	600
24	1100	1450	700
26	1250	1500	850

Für die Probeflächen 6 bis 10 wurde auf dieser Basis eine Ertragsfähigkeit von rund Fr. 950.– pro ha berechnet. Diese Grössenordnung dürfte mit Rücksicht auf die Höhenbonitäten auch für die übrigen Bestände grossenteils gelten.

Wenn die vorhandene Baumartenmischung als einigermassen zielgerecht angenommen wird, zeigt der Vergleich der dem Mischungsgrad entsprechend berechneten Ertragsfähigkeit mit dem festgestellten tatsächlichen Wertzuwachs, dass die Bestände 4, 6, 7 bis 10 und 13 noch wesentlich mehr, die Bestände 2, 11, 12 und 14 weniger und die Bestände 1, 3, 5 und 15 einen der Ertragsfähigkeit gerade noch entsprechenden Wertzuwachs leisten.

In den Beständen mit dem noch über der Ertragsfähigkeit liegenden Wertzuwachs wäre die Einleitung der Verjüngung oder Förderung bereits vorhandenen Jungwuchses ertragskundlich nur dann gerechtfertigt, wenn durch diese Eingriffe der laufende Wertzuwachs so lange nicht vermindert würde, bis er durch die altersbedingte Abnahme unter die Ertragsfähigkeit sinkt. Diese Beurteilung wird durch die folgenden erfassbaren ertragskundlichen Beziehungen erleichtert:

- Die Kulmination des durchschnittlichen Massenzuwachses wird je nach Baumart und Standortsgüte wesentlich später als der Höchstwert des laufenden Zuwachses erreicht. Namentlich bei manchen Laubbäumen, wie der Buche und Esche, kann dieses Zeitintervall mehrere Jahrzehnte betragen.
- Der für die Wahl des ertragskundlich richtigen Verjüngungszeitpunktes entscheidende höchstmögliche durchschnittliche Gesamtalters-Wertzuwachs wird bei den Nadelbäumen im allgemeinen 40 bis 60 Jahre nach der Kulmination des Altersdurchschnittzuwachses erreicht. Bei den meisten Laubbäumen ist dieses Intervall noch wesentlich grösser und wird weitgehend durch altersbedingte Einflüsse auf die Holzqualität bestimmt,

zum Beispiel den Rotkern der Buche. Je besser die Holzqualität und je mehr sich der Erlös mit der Durchmesserzunahme erhöht, um so grösser wird der Zeitabstand zwischen dem höchsten laufenden Jahreszuwachs und dem höchsten Altersdurchschnittzuwachs nach Wert. Bei Fichte und Tanne beträgt dieser Zeitunterschied 50 bis 80 Jahre, bei der Buche sogar 60 bis 100 Jahre. Die Kulmination des durchschnittlichen Wertzuwachses wird auf den besten Standorten am frühesten erreicht, bei Fichte, Tanne und Buche im Alter von etwa 110 bis 120 Jahren. Bei geringerer Bonität erhöht sich dieses Alter, beispielsweise bei der Bonität 18 für die Fichte und Tanne auf etwa 130 Jahre, für die Buche sogar auf 140 bis 150 Jahre. Da der durchschnittliche Wertzuwachs sehr flach kulminiert und nach der Kulmination nur sehr langsam abnimmt, sind im verhältnismässig weiten Kulminationsbereich in erster Linie die Gesundheit der Bäume (zum Beispiel Rotfäule bei Fichte und Tanne) und die Holzeigenschaften (zum Beispiel Rotkern bei Buche) für den ertragskundlichen Verjüngungszeitpunkt entscheidend. Das Bestandesalter oder bestimmte Zieldurchmesser sind keine gewichtigen Kriterien für die Hiebsreife und Einleitung der Verjüngung; entscheidend ist allein die Wertleistung. Unsere Untersuchungsobjekte zeigen eindrücklich, dass diese auch in der Verjüngungsphase noch sehr gross sein kann. Die Wertverluste durch unnötig starke Lichtungen über Jungwüchsen und Verkürzung der Verjüngungszeiträume bei Schatten- und Halbschattenbaumarten sind daher sehr oft beträchtlich. Aufschlussreich sind in diesem Zusammenhang Altersanalysen der aus Naturverjüngung hervorgegangenen Bestände. *(Abbildungen 1* und *2).*

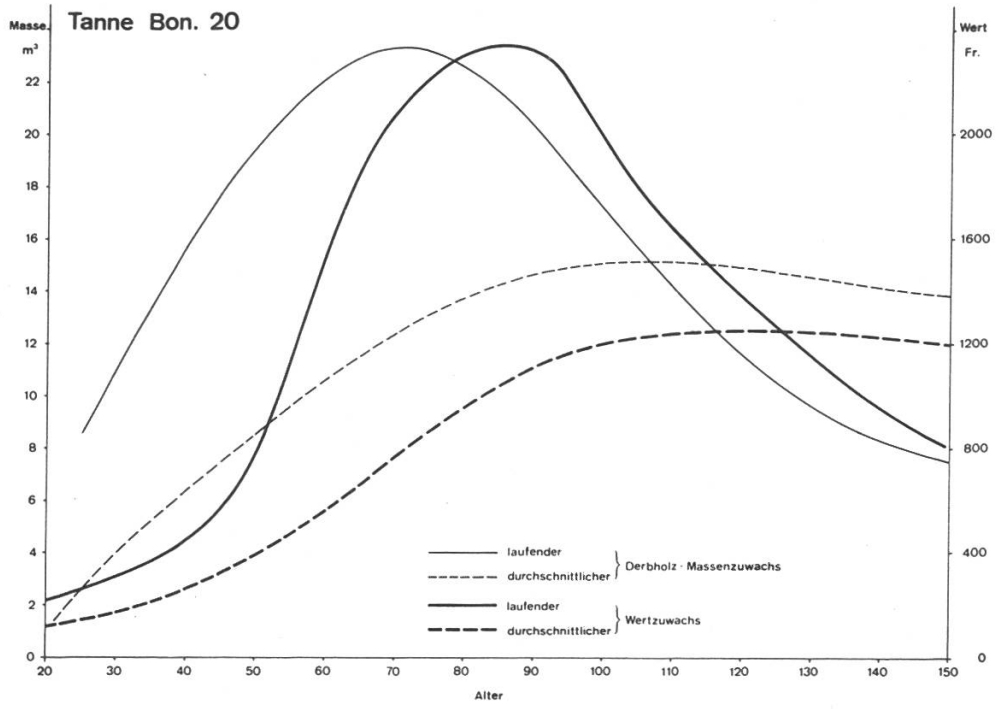

Abbildung 1. Tanne: Verlauf des Massen- und Wertzuwachses.

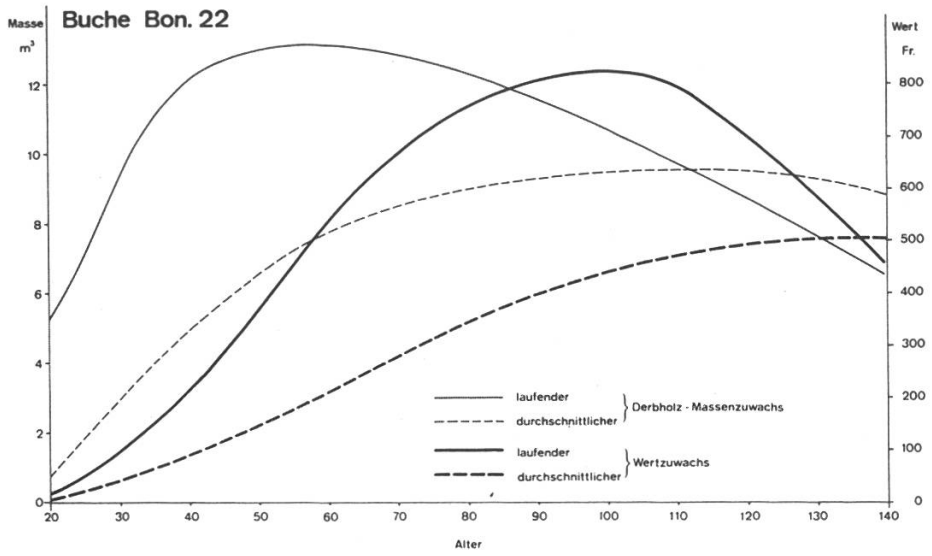

Abbildung 2. Buche: Verlauf des Massen- und Wertzuwachses.

3.3 Ergebnisse der Altersanalysen

Eindrücklich sind die Ergebnisse der Altersanalysen in den Beständen 16 bis 18 (Schwarzenburg). Bei lebenskräftigen, gesunden und hochwertigen Tannen ergaben Altersbestimmungen des engen Kerns bis 210 Jahre, im Mittel 86 Jahre, bei der Fichte höchstens 80 Jahre und im Mittel 26 Jahre. Dem durchschnittlichen Gesamtalter der Tannen von 233 Jahren und der Fichten von 183 Jahren entsprechen somit wirtschaftliche Alter von 147 bzw. 155 Jahren. Aber auch die wirtschaftlichen Alter der Bäume der Oberschicht sind stark verschieden. Bei der Tanne werden Unterschiede von 167 Jahren festgestellt (55 bis 222 Jahre), bei der Fichte von 48 Jahren (146 bis

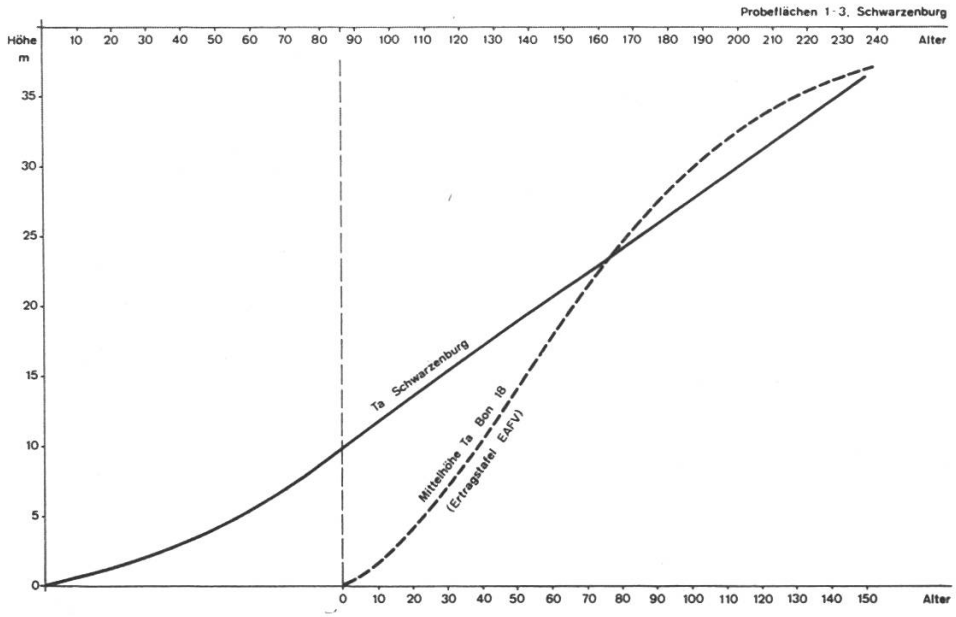

Abbildung 3. Höhenwachstumsverlauf der Tanne.

231 Jahre). Daraus ist zu schliessen, dass diese Bestände ursprünglich noch ausgeprägter als heute eine Plenterwaldstruktur aufgewiesen haben *(Abbildungen 3* und *4)*.

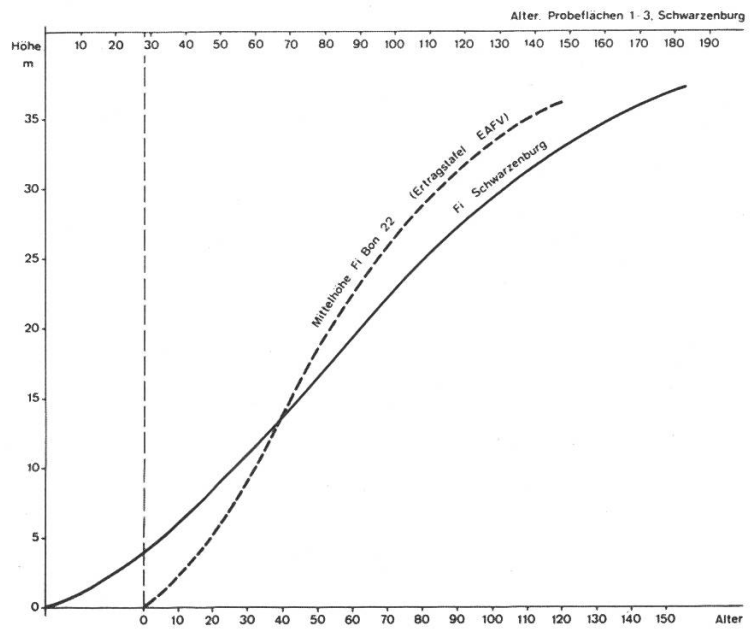

Abbildung 4. Höhenwachstumsverlauf der Fichte.

In den meisten Probeflächen wurden auch Altersbestimmungen des Jungwuchses und der Dickungen ausgeführt. Im Mittel aller Flächen ergaben sich für die einzelnen Höhenstufen die in *Tabelle 6* erwähnten maximalen Altersunterschiede.

Tabelle 6. Alter des Jungwaldes beim Erreichen bestimmter Höhen.

Baumart	*Höhe 0,5–1 m*	*1–2 m*	*2-3 m*
Fichte	9–24	15–27	17–30
Tanne	11–33	16–35	13–81
Buche	4–15	6–23	7–30

Der Höhenwachstumsverlauf unterscheidet sich in allen untersuchten Beständen erheblich von dem in den Ertragstafeln für die entsprechenden Bonitäten angegebenen, wie die folgende Zusammenstellung in *Tabelle 7* zeigt.

Die Höhenwachstumskurve ist in den untersuchten Beständen viel gestreckter als im Schlagwald, und die Kulmination des jährlichen Höhenwachstums erfolgt bei der Fichte etwa 50 Jahre, bei der Tanne sogar über 100 Jahre später. Diese Hinweise zeigen, dass die Überschirmung des Jungwuchses zwar eine starke Veränderung des Höhenwachstumsverlaufes, jedoch keinesfalls eine Verminderung der gesamten Wuchsleistung bewirkt.

In der Aufnahmefläche 13 (Worb) ergab sich für die einzelnen Entwicklungsstufen die folgende Dauer:

Jungwuchs	(bis 1,5 m hoch)	Fichte 20 Jahre, Tanne 25 Jahre
Dickung	(1,5 bis 4 m hoch)	Fichte 8 Jahre, Tanne 15 Jahre
Schwaches Stangenholz	(4 bis 9 m)	Fichte 7 Jahre, Tanne 20 Jahre

In den Aufnahmeflächen 16 bis 18 (Schwarzenburg) dauert die Jungwuchsstufe etwa 10 Jahre länger, während die übrigen Entwicklungsstufen ungefähr die gleiche Zeitdauer beanspruchen.

Wir dürfen daraus folgern, dass die Verjüngung bei Fichte, Buche und namentlich der Tanne ohne Nachteil 40 bis 50 Jahre vor dem ertragskundlichen Verjüngungszeitpunkt eingeleitet werden darf. Es stellt sich lediglich die Frage, ob bei einer lang andauernden Überschirmung noch eine genügende Anzahl brauchbarer Jungpflanzen zur Verfügung steht.

Tabelle 7. Mittleres Alter der Bäume beim Erreichen bestimmter Baumhöhen.

	Fichte		*Tanne*	
Höhe m	*Probeflächen*	*Ertragstafel Bon. 22 (Oberhöhe)*	*Probeflächen*	*Ertragstafel Bon. 18 (Oberhöhe)*
5	33	17	56	23
10	55	27	86	33
15	73	35	113	43
20	91	45	142	55
25	109	58	171	73
30	130	80	186	86
35	183	100	233	117

3. 4 Der Verjüngungszustand

In allen untersuchten Beständen sind bereits mehr oder weniger reichlich Ansamung und Jungwuchs, zum Teil sogar Dickungen vorhanden, wobei sich bei keiner Baumart eine Abhängigkeit der Pflanzenzahl der Jungwuchs- und Dickungsstufe vom Hektarenvorrat zeigt. Die Pflanzenzahl pro Hektar ist ausserordentlich gross und beträgt im Minimum 1220 bei der Fläche 16 (Schwarzenburg) und 51 260 bei der Fläche 1 (Baden) und 56 714 bei nahezu reinem Buchenjungwuchs der Fläche 11 (Lehrwald). Mit Ausnahme dieser Fläche bestehen die Jungwüchse und Dickungen zum grossen Teil aus Tannen. Ein erheblicher Teil der Pflanzen ist jedoch wegen starken Rehverbisses nicht brauchbar. Im «Landforst» sind beispielsweise 29 % der Fichten, 45 % der Tannen und 47 % der Buchen stark verbissen. Während der Tannenanteil in den meisten Flächen für eine erfolgreiche Verjüngung als genügend oder sogar reichlich erscheint, ist der Anteil der Fichte ganz allgemein sehr gering. Der Buchenanteil ist je nach der Baumartenmischung des Mutterbestandes sehr verschieden. Ausserordentlich grosse Pflanzen-

zahlen weist in manchen Flächen die Esche auf, zum Beispiel in Fläche 1 (Baden) 30 728 pro ha. Erwartungsgemäss geht aus den Aufnahmen deutlich hervor, dass durch lange Verjüngungszeiträume die Tanne und Buche begünstigt werden, während sich die Fichte unter diesen Bedingungen nur spärlich verjüngt. Die Aufnahmen lassen deutlich erkennen, dass mit Vorteil die Tannen- und die Buchenverjüngung schon früh eingeleitet werden, wobei der Wertzuwachs während der Verjüngungsperiode noch voll ausgenützt werden kann. Die Verjüngung der Fichte erfolgt dagegen zur Hauptsache erst vom ertragskundlichen Verjüngungszeitpunkt an durch stärkere Eingriffe in einem verhältnismässig kurzen Verjüngungszeitraum.

4. Zusammenfassung und waldbauliche Folgerungen

In 18 alten Mischbeständen aus Fichte, Tanne und Buchen werden der Massen- und Wertzuwachs ermittelt, Altersanalysen ausgeführt und der Verjüngungszustand untersucht. Es ergab sich dabei, dass auch in der Verjüngungsphase noch ein erheblicher Wertzuwachs geleistet werden kann. Altersanalysen liessen eine hohe Ungleichalterigkeit der aus Naturverjüngung hervorgegangenen, heute grossenteils gleichförmigen Beständen erkennen. Auch der Jungwald weist beträchtliche Altersunterschiede auf. Aus der Untersuchung geht eindeutig hervor, dass der Verjüngungszeitpunkt weder nach dem Alter der Bestände, noch dem Erreichen bestimmter Zieldurchmesser gewählt, sondern nur aufgrund einer sorgfältigen Beurteilung der Wertleistung erfolgen darf. Sowohl der laufende als auch der durchschnittliche Wertzuwachs kulminieren wesentlich später als der jährliche und durchschnittliche Massenzuwachs. Solange die Bäume gesund sind und sich die Holzgüte nicht vermindert, kann deshalb der Massenzuwachs kein entscheidendes Kriterium für die Wahl des Verjüngungszeitpunktes darstellen. Bei den Schattenbaumarten bieten lange Verjüngungszeiträume den Vorteil einer verlangsamten Jugendentwicklung und damit der Verschiebung der grössten Massen- und Wertleistung in die stärkeren und wertvolleren Dimensionen und der Erhöhung der Lebenserwartung. Die Schattenbaumarten werden mit Vorteil vorverjüngt, die Halbschatten- und Lichtbaumarten, worunter auch die Fichte, dagegen erst gegen Ende des Verjüngungszeitraumes nachverjüngt. Schematische Lösungen bei der Wahl des Verjüngungszeitpunktes und Verjüngungszeitraumes sind zwar einfach, aber in den meisten Fällen verlustbringend, denn dabei wird übersehen, dass jeder Bestand etwas Einziges und Einmaliges darstellt.

Résumé

Etude sur le choix de l'échéance et de la durée du rajeunissement en régime de coupe progressive

Dans dix-huit peuplements mélangés d'épicéa, sapin et hêtre, on a déterminé les accroissements en volume et en valeur, et analysé l'âge des tiges et l'état du rajeunissement. On put ainsi constater qu'un accroissement en valeur considérable était produit pendant la phase de régénération. Les analyses d'âge révélèrent que les peuplements, qui présentent aujourd'hui des structures assez régulières et qui proviennent de rajeunissements naturels, étaient composés d'éléments d'âge très variable. La régénération s'avéra également receler une grande diversité d'âges.

La présente étude montre clairement que l'échéance du rajeunissement ne peut être choisie, ni en fonction de l'âge des peuplements, ni à partir d'un «diamètre d'exploitabilité», mais uniquement après une estimation minutieuse de la production en valeur. En effet, la culmination des accroissements en valeur, aussi bien courant que moyen, est largement postérieure à celle des accroissements en volume courant et moyen; aussi longtemps que la santé des tiges et la qualité de leur bois restent bonnes, la production en volume ne saurait donc constituer un critère décisif dans le choix de l'échéance du rajeunissement.

Pour les essences d'ombre, une longue durée du rajeunissement, et donc un ralentissement du développement juvénile, présente le double avantage de déplacer les maxima des productions en valeur et en volume vers les diamètres plus gros et plus précieux et d'accroître la longévité. Le rajeunissement des essences d'ombre sera donc installé de préférence au début de la période de régénération; alors qu'on rajeunira les essences de lumière ou de demi-ombre — comme l'épicéa — plutôt en fin de période.

La simplicité des solutions schématiques au choix de l'échéance et de la durée du rajeunissement possède dans la plupart des cas pour corollaire une perte de production. Ces solutions méconnaissent en effet le caractère unique et singulier de chaque peuplement.

Traduction: *Vivien Pleines*