

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 103 (1952)

**Heft:** 1-2

**Artikel:** Beitrag zur Leistungsanalyse der Wälder

**Autor:** Etter, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-765663>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

Die abgeäunten Waldparzellen sind wie die Abteilungen im geschlossenen Wald im Plenterbetrieb zu behandeln; sie werden dadurch allmählich den ursprünglichen Aufbau wiedergewinnen. Im Jura, der standörtlich zum Fagetum gehört, werden an Stelle der heute nahezu reinen Fichtenbestockung wieder Mischbestände von Fichte, Tanne, Buche, Bergahorn, Vogel- und Mehlbeerbaum treten, die den Boden günstiger beeinflussen und eine vorteilhaftere Holzproduktion erlauben.

Die landwirtschaftlichen Meliorationsmaßnahmen, die sich unverzüglich günstig auswirken, umfassen die Anlage von Gebäuden, Zisternen, Tränkestellen und Wegen, die Säuberung, Pflege und Abgrenzung des Weidlandes, die Regelung des Weidgangs und eine verschärfte viehzüchterische Auslese.

Die Einrichtung der Wytweiden fällt in den forstlichen Aufgabenbereich, weil — wie für den Wald selbst — in erster Linie Lösungen im Interesse der Allgemeinheit gefunden werden müssen.

Die Bergdomäne der Landwirtschaftsschule von Cernier liefert ein gutes Beispiel für den Wert einer zweckmäßigen Wytweideneinrichtung: Vor 1923 konnte die 24 ha große Wytweide bloß mit 15 bis 18 Stück Großvieh bestoßen werden. Heute — nach erfolgter Melioration — können 40 Stück gesömmert werden bei nur 12½ ha Weidland und 11½ ha Wald. «Die gut eingerichtete und gepflegte Wytweide ist das Heil und Vermögen für die meisten unserer Berggegenden.» (C a r d o t.) Th. Hunziker

## Beitrag zur Leistungsanalyse der Wälder<sup>1</sup> (57.3)

Von H. Etter, Zürich

### I. Allgemeiner Teil

Nutzbares Holz zu erzeugen ist eines der Hauptziele der Waldwirtschaft. Der Holzertrag soll so groß und so wertvoll sein als möglich. Und die volle Erzeugungsfähigkeit des Waldes soll auf unbeschränkte Zeit hinaus erhalten bleiben.

Die *Ertragskunde* mißt den Holzertrag. Sie stellt sein Volumen fest und seine innere Struktur, welche seine Qualität bestimmt. Die Ertragskunde erforscht die Ursachen des Holzertrages. Sie sucht Mittel und Wege zur praktischen Ertragspflege.

#### 1. Die Ursachen des Holzertrages

##### a) Die natürlichen Ursachen

Wir wissen, daß der Holzertrag nicht allein von der Kunst und vom Fleiß des Försters abhängt. Er hat auch natürliche Ursachen, die nur beschränkt beeinflussbar sind.

---

<sup>1</sup> Antrittsvorlesung vom 10. November 1951 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich.

Da sind erstens die *Baumarten*. Jede hat ihre persönliche Eigenart. Wir sind bisher kaum imstande, den Charakter der Arten zu ändern oder neue Kultursorten zu schaffen.

Da ist zweitens der *Standort*. Während wir die Baumarten bis zu einem gewissen Grade frei wählen und mischen können, müssen wir den Standort jeder Örtlichkeit hinnehmen, wie er ist. Er ist deshalb der Ausgangspunkt aller ertragskundlichen Überlegungen.

Der Standort sagt uns, unter welchen Baumarten wir die Wahl haben. Der Standort diktiert weitgehend das Ertragsvolumen. Auch die Qualität des Ertrages steht unter seinem Einfluß. *So gibt der Standort unsern Bemühungen um die Hebung des Holzertrages Richtung und Grenzen.*

Allerdings ist auch der Standort unserer Einwirkung nicht völlig entzogen. Es wird zwar nur selten gelingen, seine natürliche Fruchtbarkeit durch Düngung, Bodenbearbeitung und ähnliche Maßnahmen dauernd zu steigern. Aber es ist immer möglich, ihn zu verderben. Und oft gelingt es, verdorbenen Böden ihre natürliche Ertragsfähigkeit wieder zurückzugeben. Wir sagen: *Der Standort muß gepflegt werden.*

#### *b) Die Möglichkeiten der Ertragsbeeinflussung*

Im Rahmen der Möglichkeiten, welche uns der Standort gibt, wollen wir den Ertrag beeinflussen. Wir wollen ihn heben. Wir treten als künstliche Ursache des Holzertrages auf.

Wir können einerseits versuchen, den Standort zu beeinflussen. Wir können andererseits auf die Bestockung einwirken.

Dem *Standort* soll seine optimale Produktionskraft dauernd erhalten bleiben. Verdorbene Böden sind zu verbessern. Man erreicht dieses Ziel durch *geeignete Baumartenwahl*, in Ausnahmefällen vielleicht auch durch Düngung oder Bodenbearbeitung.

Wir formen die *Waldbestände* selbst zum Zwecke der Ertragspflege. *Erstens* durch Schaffung erwünschter Mischungsgrade und Mischungsformen erwünschter *Baumarten*. Zwar ist die freie Baumartenwahl durch die Forderungen der Standortspflege eingeengt. Aber im Spielraum, der noch erlaubt bleibt, können rasch wachsende Arten gewählt werden. *Indirekt* (auf dem Umweg über die Standortspflege) und *direkt* (durch Wahl rasch wachsender Baumarten) *ist die Baumartenwahl das entscheidende Mittel zur Beeinflussung des Ertragsvolumens.*

Gelegentlich wird man einer weniger rasch wachsenden Art den Vorzug vor einer rascher wachsenden geben, wenn es der Einheitswert ihres Holzes rechtfertigt (vorteilhafter Anteil der Holzarten am Ertrag).

Wir beeinflussen die Bestockung *zweitens* durch die Verwirklichung einer zweckmäßigen *Betriebsform*. Sie ist dem Standort und der vorhandenen Baumartenvertretung anzupassen. Richtig gewählt, *sichert und vollendet sie unser Streben nach höchstem Ertragsvolumen.* Ist sie

*Die Möglichkeiten der Ertragsbeeinflussung*

Objekt der Maßnahmen	Maßnahme	Die Maßnahme ist anzupassen an:	Erhoffte Wirkung
<i>Standort</i> (spez. Boden)	(Düngung) (Bodenbearbeitung) Baumartenwahl	Standort	Dauernde Erhaltung, evtl. Mehrung der Ertragsfähigkeit des Standortes
<i>Bestand</i>	1. Baumartenwahl	Standort, Baumartenwahl zum Zwecke der Standortspflege	<i>Hohes Ertragsvolumen, vorteilhafter Anteil der Holzarten am Ertrag</i>
	2. Wahl der Betriebsform	Standort, Baumartenvertretung	Hohes Ertragsvolumen, vorteilhafter Sortimentsanfall
	3. Wahl des Erziehungsverfahrens	Standort, Baumartenvertretung, Betriebsform	<i>Vorteilhafter Sortimentsanfall</i>

dagegen unzweckmäßig, vor allem ausbeuterisch, so vermag die beste Baumartenvertretung nicht, einen dauernd hohen Holzertrag zu gewährleisten.

Die Betriebsform bestimmt die räumliche Gestalt des Waldes und die Veränderungen dieser Gestalt in der Zeit. Sie bestimmt bis zu einem gewissen Grade die Dimensionen der genutzten Bäume. Sie schafft das Milieu, in welchem die Bestandeserziehung zu wirken hat. Sie bietet damit mehr oder weniger günstige Voraussetzungen für den Erfolg der Erziehung. Die Betriebsform hat somit auch *Einfluß auf die erzeugten Sortimenten*, auf ihre Dimensionen und auf die Holzgüte.

Die Verwirklichung einer zweckmäßigen Betriebsform bildet den Abschluß unserer Bemühungen um das Ertragsvolumen und den Beginn unserer Bemühungen um die Qualität des Ertrages.

*Drittens erziehen wir die Bestände.* Wir säubern und durchforsten. Art und Intensität dieser Maßnahmen haben keinen deutlichen Einfluß auf das Ertragsvolumen. Burger hat dies in seinem Vortrag vom letzten Winter mit einleuchtenden Zahlen belegt. Man könnte sie um ebenso viele ausländische Versuchsergebnisse vermehren. Diese reiche Dokumentation ist bemerkenswert. Man hat in den letzten 100 Jahren mit Vorliebe versucht, das Ertragsvolumen durch zweckmäßige Durchforstungsverfahren zu heben. Der Versuch ist mißglückt. *Die Bestandeserziehung dient ausschließlich der Hebung der Qualität des Ertrages.* Wir denken dabei sowohl an die Güte des Holzes als auch an die Dimensionen der genutzten Bäume.

Unsere Bemühungen zur Verbesserung des Holzertrages erfolgen auf drei Stufen. Jede Stufe ist gekennzeichnet durch eine besondere Kategorie von Maßnahmen. Die erste Stufe ist in zwei Etappen gegliedert, die sich durch das Objekt der Intervention unterscheiden:

1. Stufe: Baumartenwahl und Maßnahmen zur Verwirklichung der gewünschten Baumartenvertretung.

1. Etappe: Zum Zwecke der Standortspflege.

2. Etappe: Zum Zwecke der direkten Ertragspflege.

2. Stufe: Wahl der Betriebsform und Maßnahmen zu ihrer Herstellung und Erhaltung.

3. Stufe: Wahl des Erziehungsverfahrens und seine Durchführung.

Gleichgültig, auf welcher Stufe wir arbeiten, immer sind unsere Maßnahmen auf den *Standort* abzustimmen. Auf jeder Stufe oder Etappe sind ferner die Entschlüsse und Vorkehren zu berücksichtigen, welche den vorhergehenden Stufen und Etappen angehören. *Die Absichten, welche auf den untern Stufen verfolgt wurden, sind auf allen höhern zu respektieren.* Sonst können sie sich nicht verwirklichen.

## 2. Die drei Stufen der Ertragsforschung

Wir haben die Möglichkeiten der Ertragsbeeinflussung systematisch geordnet. Damit ist auch eine *Gliederung des Arbeitsfeldes der Ertragsforschung* erreicht.

Auf einer *ersten Stufe* fragen wir nach den ertragskundlichen Auswirkungen der *Baumartenwahl*. Es ist zu untersuchen, welches *Ertragsvolumen* verschiedene Baumarten, Mischungsgrade und Mischungsformen auf den verschiedenen Standorten leisten. Selbstverständlich ist auch der Grad der Nachhaltigkeit dieser Leistungen zu prüfen.

Die *zweite Stufe* der Ertragsforschung beschäftigt sich mit der *Betriebsform*. Ertragskundlich ist jene Betriebsform die beste, welche bei gegebenem Standort und bei gegebener Baumartenvertretung das höchste Ertragsvolumen verspricht und die besten Voraussetzungen für die Erzeugung hoher Qualität bietet. Sie muß im Prinzip für jede Baumartenvertretung auf jedem Standort neu erarbeitet werden. Wir fragen in jedem Falle: Welche Varietät des Femelschlagbetriebes oder der Plenterung soll angewandt werden? Wie dick sollen im Durchschnitt die ältesten genutzten Bäume sein? Wie hoch soll der stehende Vorrat sein? usw. Welchen Einfluß haben alle diese und ähnliche Kriterien der Betriebsform auf die Höhe des Ertragsvolumens? Welchen Einfluß haben sie auf die qualitative Struktur des Ertrages?

Praktisch kann man die Betriebsform natürlich nicht allen auftretenden Standortsunterschieden anpassen. Sie soll den mittleren Verhältnissen der Betriebsklasse gerecht werden, in welcher sie Anwendung findet.

Auf der *dritten Stufe* befaßt sich die Ertragsforschung mit der Bestandserziehung. Bei gegebenem Standort, gegebener Baumartenvertretung und gegebener Betriebsform lautet unsere Frage: *Welchen Einfluß hat die Bestandserziehung auf die qualitative Struktur des Ertrages?*

## II. Zur Volumenleistung von Buche, Tanne und Fichte auf den Standorten «typischer Buchenwald» und «Tannen-Buchenwald»

### 1. Die untersuchten Standorte und Bestände

Ich habe nun die Ehre, einige Ergebnisse ertragskundlicher Arbeiten unserer Versuchsanstalt mitzuteilen. Die Feldaufnahmen und Berechnungen gehen auf mehrere Jahrzehnte zurück. Sie wurden von einer längern Reihe von Mitarbeitern unserer Anstalt durchgeführt. Ohne vollständig zu sein, zitiere ich die Namen Flury, Engler, Knuchel, Burger, Nägeli, H. und E. Badooux.

Wir betrachten zwei Standortstypen. Jeder ist durch das Auftreten eines bestimmten Naturwaldes, also vegetationskundlich charakterisiert.



Es sind die Standorte des typischen Buchenwaldes (*Fagetum typicum*) und des schwingelreichen Tannen-Buchenwaldes (*Abieto-Fagetum*).

Der *typische Buchenwald* kommt auf Kalkböden zwischen 600 und 1000 m Meereshöhe zur Herrschaft. Im *Naturzustand* herrscht die Buche. Die Tanne ist eingesprengt oder beigemischt. Die Fichte tritt nur sporadisch auf. *Wirtschaftswälder* zeigen oft stärkere Mischungsanteile von Tanne und Fichte. Sie sind meist einigermaßen gleichförmige Hochwälder. Dies trifft auch für die neun Versuchsflächen zu, auf welche wir uns im folgenden hauptsächlich stützen.

Der *Tannen-Buchenwald* ist auf Kalk- und Mischgesteinsböden zwischen 900 und 1300 m ü. M. weit verbreitet. Die Tanne ist stark vertreten. Die Fichte spielt im Naturwald eine unbedeutende Rolle. Den Wirtschaftswäldern ist sie oft stark beigemischt. Der Tannen-Buchenwald eignet sich gut für den Plenterbetrieb. Die Messungen, welche im folgenden verwendet werden, stammen aus sechs Plenter-Versuchsflächen und aus einer gleichförmigen Fläche.

Die Bestände, auf welche sich die folgenden Ausführungen beziehen, sind Mischbestände von Buche, Tanne und Fichte. Einigen Plenterbeständen des Tannen-Buchenwaldes fehlt die Buche. Im typischen Buchenwald ist gelegentlich nur die Tanne oder nur die Fichte der Buche beigemischt.

## 2. Die Fragestellung

Die ertragskundliche Analyse der beiden Standorte soll auf der *ersten Stufe der Ertragsforschung* stehen bleiben. Wir betrachten die Baumarten Buche, Tanne und Fichte und fragen nach ihrer *Volumenleistung* im typischen Buchenwald einerseits und im Tannen-Buchenwald andererseits.

Wir schränken die Fragestellung weiter ein: Nur gesunde Mischbestände werden untersucht. Buche und Tanne, die natürlichen Beherrscher dieser Standorte, haben das Übergewicht. Wir messen also Ertragsleistungen, die durch die Gesundheit der Bestände nachhaltig gesichert sind.

Es ist klar, daß der Ertrag auf die Bodenfläche zu beziehen ist, welche ihn erzeugt. Wir wollen wissen, welchen Holzertrag z. B. eine Hektare Waldboden hervorbringt. Nun stehen aber auf dieser Hektare drei Baumarten in Mischung. Da muß der Ertrag jeder Art auf die Hektare des von ihr besetzten Bodens bezogen werden. Die Flächenanteile, welche den einzelnen Arten zukommen, sind somit abzuschätzen. Die Technik hierzu ist noch sehr ungenügend entwickelt, besonders im Plenterwald. Wir sind darauf angewiesen, mit verschiedenen Näherungsmethoden möglichst zuverlässige Tendenzwerte zu erlangen.

In Anbetracht dieser Schwierigkeiten scheint es zweckmäßig, nicht direkt an die Lösung der Hauptfrage — Volumenleistung pro Hektare —

heranzutreten. Eine methodisch einfachere Vorbetrachtung kann uns erste Anhaltspunkte über die Leistung der drei Arten geben. Es ist die Verfolgung des durchschnittlichen Wachstumsganges der Oberstandsbäume.

### 3. Das durchschnittliche Wachstum der Oberstandsbäume

Suchen wir in einem ältern Bestand alle herrschenden und mit-herrschenden Bäume auf! Verfolgen wir die Lebensgeschichte jedes einzelnen dieser Bäume in unsern Akten rückwärts. Wir gewinnen so echte Wachstumskurven. Für jede Baumart läßt sich der durchschnittliche Wachstumsgang der heutigen Oberstandsbäume errechnen.

Die von Baum zu Baum stark schwankenden Unterdrückungszeiten der Plenterbäume haben bekanntlich wenig Einfluß auf die Entwicklung des frei gewordenen Baumes. Deshalb wurde für die Plenterbestände ein wirtschaftliches Alter eingeführt. Das wirtschaftliche Alter 0 Jahre wird dem Brusthöhendurchmesser 10 cm zugesprochen.

#### a) Das Höhenwachstum

Im *typischen Buchenwald* ist das Höhenwachstum der drei Arten praktisch gleich. Die Tanne scheint im allgemeinen eher kürzer zu sein als die gleich alte Fichte. Auf jeden Fall sind die Unterschiede aber unbedeutend.

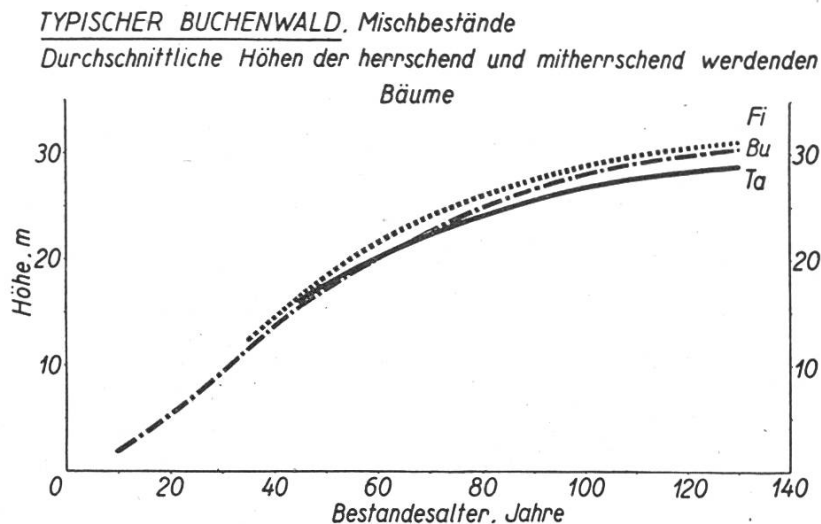


Abb. 1

Hêtraie typique, peuplements mélangés. Hauteurs moyennes (des arbres dominants et codominants = haut peuplement)

Im *Tannen-Buchenwald* wachsen Tanne und Fichte gleich rasch in die Höhe. Die Buche scheint ihnen in der Jugend überlegen zu sein. Sie sinkt aber später stark zurück. Im Alter bleibt sie 5—10 m unter den Fichten und Tannen stehen.



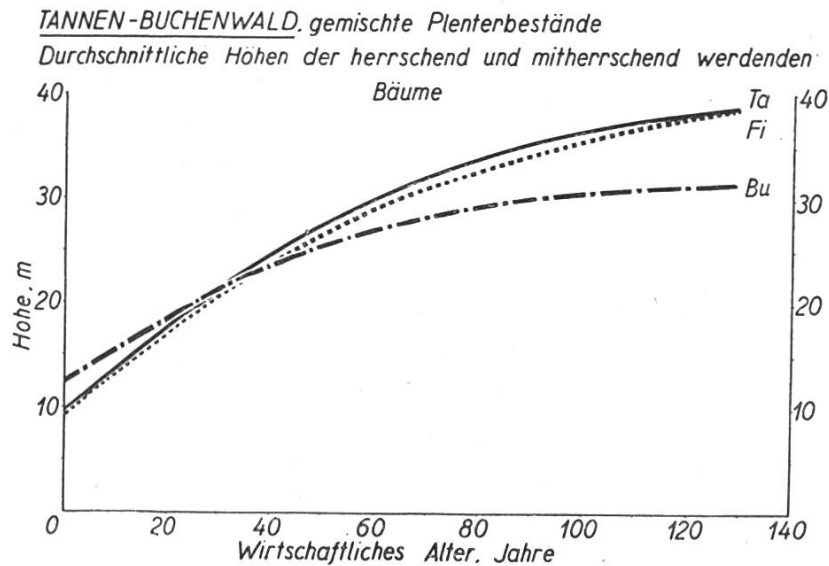


Abb. 2

Hêtraie à sapin, peuplements mélangés et jardinés. Hauteurs moyennes des arbres qui deviendront dominants et codominants

Die Tannen und Fichten werden im Tannen-Buchenwald höher als im Buchenwald. Dies deutet auf einen analogen Unterschied in der Volumenleistung hin.

Es ist, nebenbei gesagt, aufschlußreich, diese Höhenwachstumskurven im Zusammenhang mit der Konkurrenzfähigkeit der Arten zu betrachten. Die Buche versinkt zwischen den Kronen der Nadelbäume des Tannen-Buchenwaldes. Das bedeutet *nicht*, daß sie aus diesem Waldtyp ausscheiden müsse. Sie vermag sich als Mischungsbestandteil zu halten. *Die Vorwüchsigkeit der Nadelbäume scheint direkt eine Voraussetzung für das Zustandekommen natürlicher Mischbestände mit der Buche zu sein.*

Im typischen Buchenwald sind die Nadelbäume nicht vorwüchsig. Die schmale Spitze der Fichten- oder Tannenkronen steht etwa gleich hoch wie die breitabgewölbte Kronenkuppe der Buche. Dies genügt nicht zur Selbstbehauptung der Nadelbäume. Im Naturwald sind sie auf nebensächliche Beimischungsprozente zurückgeworfen. Im Wirtschaftswald muß ihr Mischungsanteil durch waldbauliche Hilfen erhalten werden.

#### b) Das Volumenwachstum

Die Buche siegt im *typischen Buchenwald*, ohne ihre Konkurrenten zu überwachsen. Mehr noch: sie siegt und erzeugt doch weniger Holzraum als Tanne und Fichte!

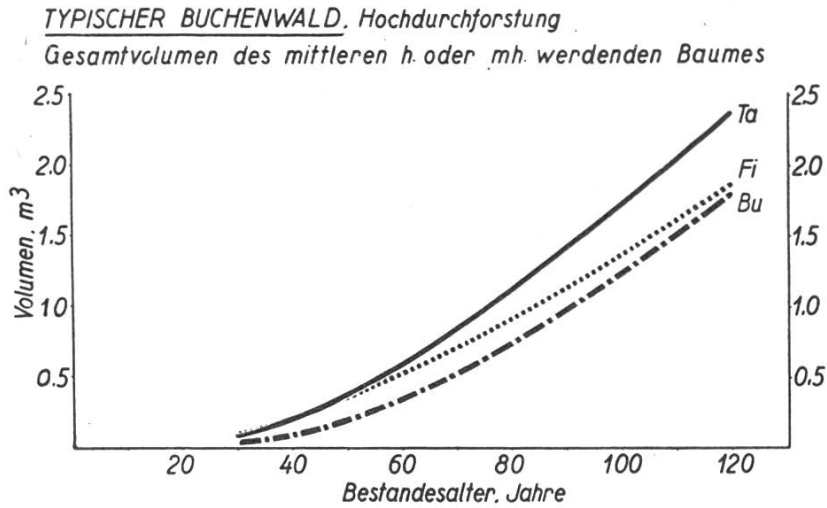


Abb. 3

Hêtraie typique, éclaircie par le haut. Volume total de l'arbre moyen qui deviendra dominant ou codominant

Abbildung 3 zeigt, daß besonders die Tanne in allen Lebensaltern ein bedeutend größeres Volumen hat als die gleich alte Buche. Der Inhalt der Fichte ist anfänglich ungefähr gleich wie jener der Tanne. Mit zunehmendem Alter sinkt er deutlich hinter jenen der Tanne zurück. Er nähert sich dem Inhalt der Buche, ohne darunterzusinken.

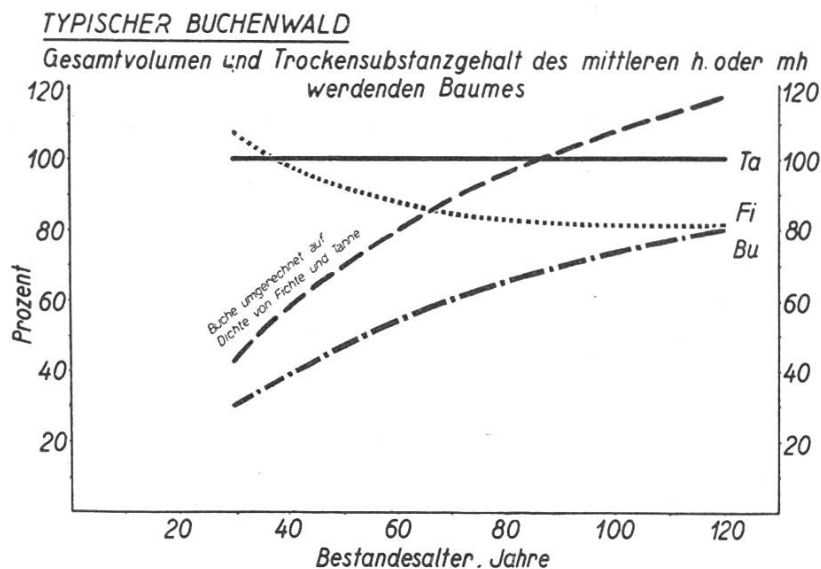


Abb. 4

Hêtraie typique. Volume total et teneur en substance sèche de l'arbre moyen du haut peuplement. Sapin = 100 %

Das Verhältnis der Buchenleistung zur Leistung der Nadelbäume verbessert sich mit zunehmendem Alter (Abbildung 4). Eine 30jährige Buche hat z. B. kaum 30 % des Volumens einer gleich alten Tanne. Eine

120jährige Buche bringt es auf 80 %. Die Rauminhalte der alten Bäume verhalten sich zueinander wie ihre Durchschnittsleistungen während der ganzen Lebenszeit. Die durchschnittliche Volumenleistung einer Buche während 120 Jahren ist also 80 % der Leistung einer Tanne.

Die wahre Leistung der Buche im typischen Buchenwald ermißt man aber so noch nicht. Hierzu ist nötig, den Raum zu berechnen, auf welchen sich der Körper der Buche ausweiten würde, wenn ihr Holz die Dichte des Tannen- und Fichtenholzes annehmen würde. Also nicht Vergleich der Volumenleistung, sondern Vergleich der *Erzeugung von trockenem Holzstoff*. Abbildung 4 zeigt, daß der kleinere Holzraum der ausgewachsenen Buche fast 20 % mehr Trockensubstanz enthält als der größere Holzraum der Tanne und gar 35 % mehr als jener der Fichte.

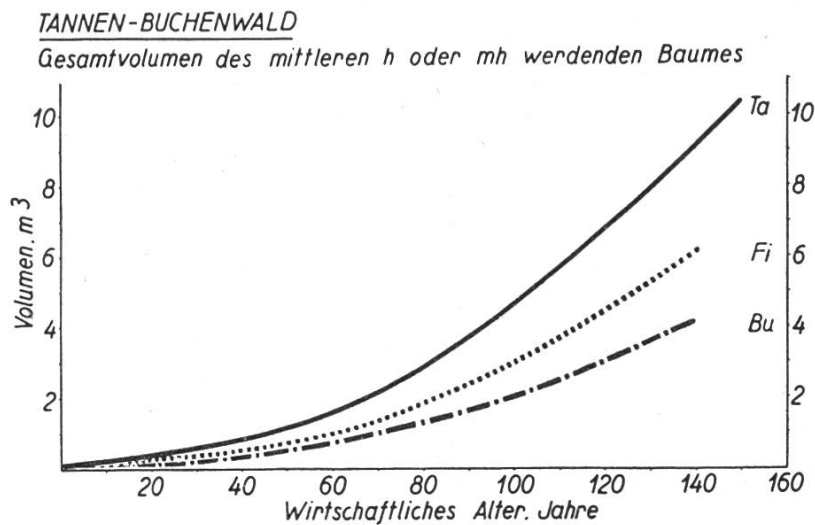


Abb. 5

Hêtraie à sapin. Volume total de l'arbre moyen qui deviendra dominant ou codominant

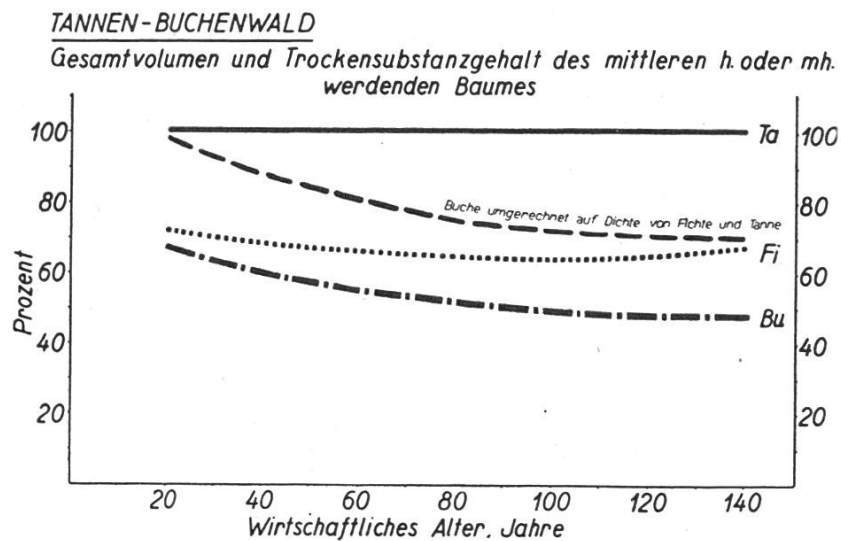


Abb. 6

Hêtraie à sapin. Volume total et teneur en substance sèche de l'arbre moyen du haut peuplement. Sapin = 100 %

Die Verhältnisse im *Tannen-Buchenwald* sind dargestellt in den Abbildungen 5 und 6. Diese Abbildungen sind nicht streng vergleichbar mit jenen aus dem typischen Buchenwald. Hier ist das Baumwachstum in Plenterbeständen dargestellt, dort sind es einigermaßen gleichförmige Bestände. Dieser Unterschied ist hauptsächlich für das Jugendwachstum wesentlich. Ferner ist das Baumwachstum hier auf das wirtschaftliche Alter der Einzelbäume bezogen, dort auf das mittlere Bestandesalter. Trotz dieser Vorbehalte ist ein vorsichtiger Vergleich von Interesse.

Wieder bleibt die *Fichte* stark hinter der *Tanne* zurück. Langjährige Messungen in sechs Versuchsbeständen der Voralpen und des Jura ergaben, daß sie in allen Lebensaltern nur 60 bis 75 % des Volumens der gleich alten Tannen erreicht (Abbildung 6). Die Fichte ist zwar kaum kürzer, aber wesentlich dünner als die gleich alte Tanne. Unter gleich starken Bäumen hat also die Fichte im Durchschnitt ein höheres wirtschaftliches Alter als die Tanne.

Der Rückstand der *Buche* ist hier größer und nachhaltiger als im typischen Buchenwald. Das Leistungsverhältnis zu den Nadelbäumen verbessert sich mit zunehmendem Alter nicht. Es verschlechtert sich vielmehr. Der Inhalt alter Buchen beträgt kaum 50 % des Inhaltes gleich alter Tannen. Die *Holzstoffherzeugung* der Buche erreicht zwar noch jene der Fichte. Aber die Leistungssumme alter Bäume bleibt auf etwa 70 % der Tannenleistung stehen.

#### 4. Die Wuchsleistung auf der Flächeneinheit

Ich komme nun zur Schätzung des Ertragsvolumens der drei Baumarten auf der Hektare.

Bei der näherungsweise Bestimmung des Flächenanteils jeder Art wurde ausgegangen von der Schirmfläche, also von der Summe aller Kronenprojektionen. Sie war der wichtigste Anhaltspunkt der Schätzung in den Plenterbeständen. Sodann weiß man, daß die Buche einen bedeutend geringeren Hektarenvorrat aufbaut als Fichte und Tanne. Vergleicht man Bestände gleicher Bonität, die ungefähr gleich stark durchforstet wurden, so schwankt das Verhältnis zwischen Buchenvorrat und Nadelbaumvorrat gleich alter Bestände nur wenig. Zwanzigjährige Buchenbestände haben z. B. etwa 50 % des Vorrates zwanzigjähriger Fichten-Tannen-Bestände. Hundertzwanzigjährige Buchenbestände zeigen etwa 70 % des Vorrates gleich alter Nadelbestände. Mit Hilfe dieser Beziehung kann man in gleichförmigen Beständen vom Vorrat her auf die von jeder Art besetzte Fläche schließen.

Drittens ist es als Kontrolle möglich, aus den durch jede Art erreichten Höhen direkt auf die Hektarenenerträge zu schließen. Dies wenigstens soweit, als die Korrelation zwischen Oberhöhe und Wuchsleistung bekannt ist und soweit nicht die Mischungsform das Höhenwachstum in abnormale Bahnen lenkt.

Die Abbildungen 7 und 8 zeigen zunächst die gesamte Wuchsleistung unserer drei Arten im *typischen Buchenwald*. (Summationskurven über 120 Jahren. Die Endwerte der Kurven verhalten sich zueinander wie die Durchschnittsleistungen im betrachteten Zeitraum.) Die Tanne leistet erwartungsgemäß am meisten. Die Fichte liefert wenig mehr als 80 % des Hektarenertrages der Tanne. Und der Hektarenertrag der Buche beträgt 65 % des Tannenertrages. Ihre Holzstoff-erzeugung ist aber praktisch gleich wie jene der Tanne. Im Grunde genommen ist es also die Fichte, welche im typischen Buchenwald die geringste Hektarenleistung vollbringt.

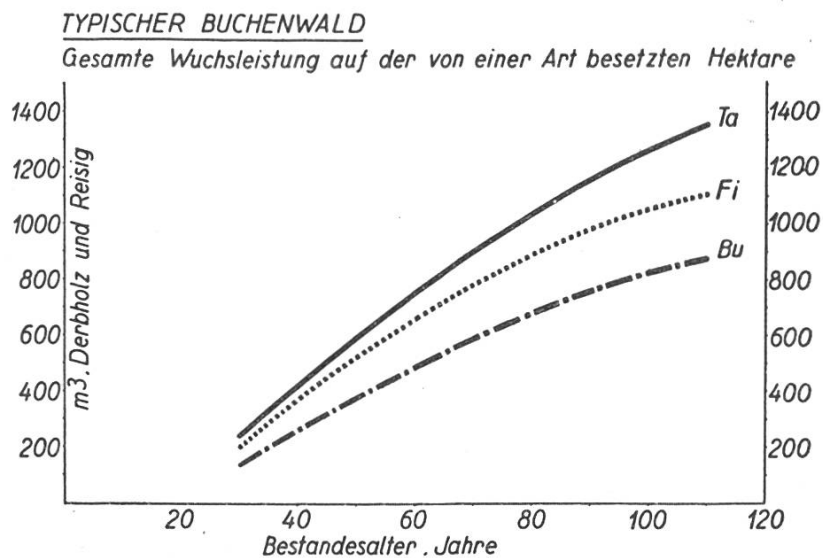


Abb. 7

Hêtraie typique. Peuplements mêlangés. Production totale par hectare occupé par l'essence en question

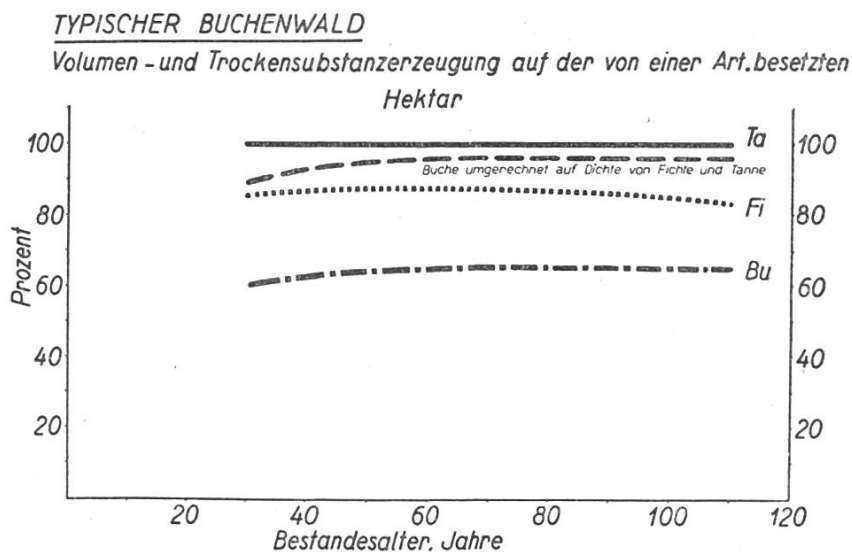


Abb. 8

Hêtraie typique. Production en volume et en substance sèche par hectare occupé par l'essence en question. Sapin = 100 %

Es ist reizvoll, die Leistung der Arten auf der von ihnen besetzten Flächeneinheit zu vergleichen mit der Leistung der Einzelbäume. Gemessen an den Nadelbäumen steht die Buche mit ihrem Hektarenertrag in der Jugend besser, im Alter aber schlechter da als mit der Einzelbaumleistung. Die einzelne Buche nimmt in der Jugend wenig, im Alter aber sehr viel Raum ein. Die Buche stellt in der Jugend eher mehr arbeitende Bäume auf die Hektare als Fichte und Tanne. Bald aber werden es gleich viel und endlich wesentlich weniger Buchen.

Das Verhältnis der Hektarenleistungen der drei Baumarten schwankt während des ganzen Lebensablaufes nur wenig. Das Verhältnis der Einzelbaumleistungen variiert den Besonderheiten der Arten entsprechend.

Wir kommen zu den Plenterbeständen des *Tannen-Buchenwaldes*. Da es hier kein Bestandesalter gibt, gibt es auch keine Entwicklung der gesamten Wuchsleistung über dem Bestandesalter. Die Analyse muß der Plenterform angepaßt werden. Zunächst wurde für jede Stärkestufe der

TANNEN - BUCHENWALD

Jährlicher Derbholzzuwachs in den Stärkestufen Liter pro Are von der Art besetzter Bodenfläche

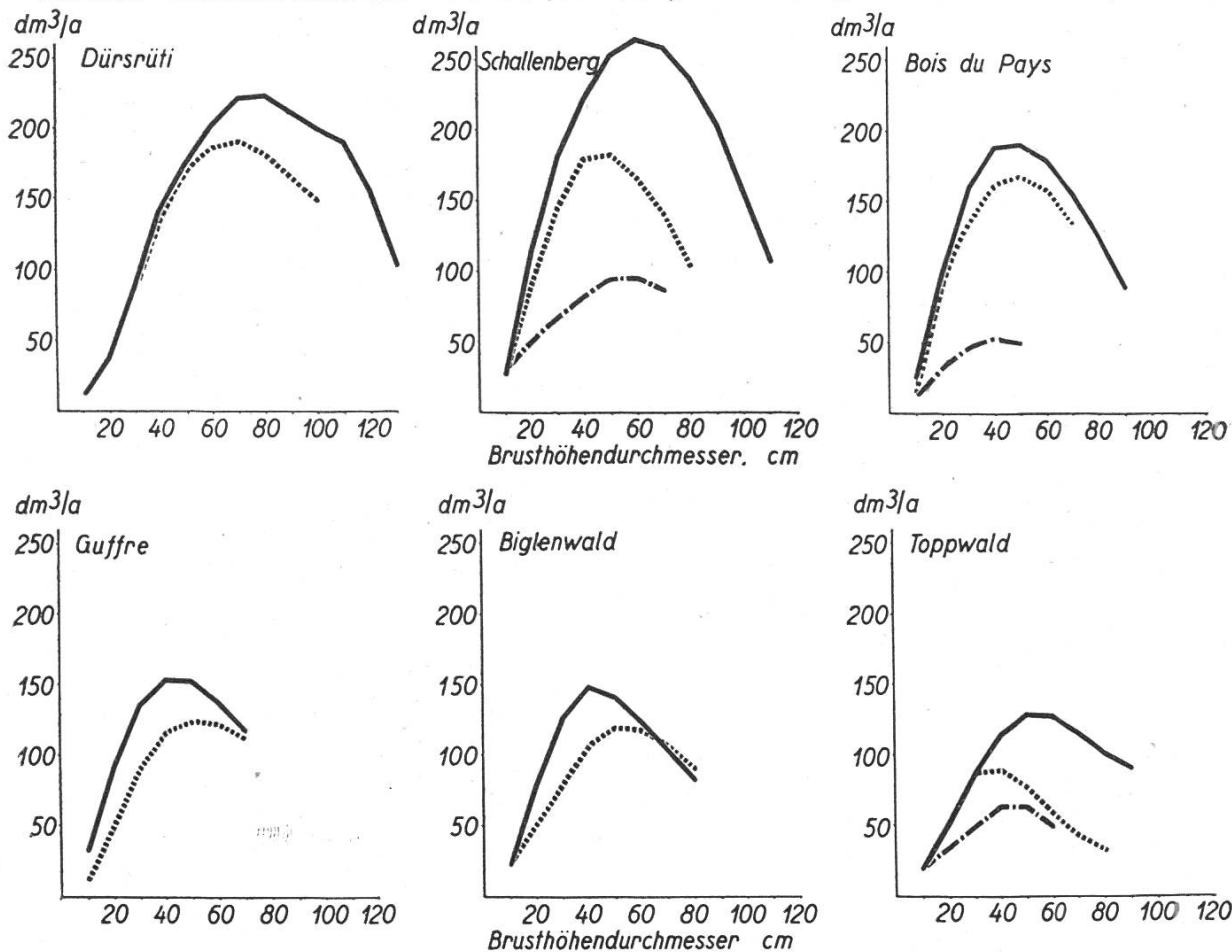


Abb. 9

Hêtraie à sapin. Accroissement annuel de bois fort dans les catégories de grosseur.  
Litres par are de surface occupée par l'essence en question



Zuwachs auf der besetzten Flächeneinheit gesucht. Zum Beispiel: die 20 cm dicken Tannen, Fichten oder Buchen leisten pro Are soundso viele dm<sup>3</sup> Jahreszuwachs usw. Abbildung 9 zeigt das Resultat einer solchen Analyse für sechs Bestände. Man sieht sogleich die Überlegenheit der Tanne und die sehr bescheidene Leistung der Buche.

Wie groß ist nun die durchschnittliche Leistung jeder Art, große und kleine Bäume ineinander gerechnet, pro Hektare von der Art besetzte Fläche? Man kann diese Frage nur an normal aufgebauten Wäldern entscheiden. Bestände, in welchen z. B. im Starkholz die Fichte vorherrscht und im Schwachholz die Tanne, taugen hiezu nichts. Am besten idealisiert man für diese Untersuchung den Stärkestufenaufbau. Man gibt jeder Art ein Baumzahlverzeichnis, das dem Liocourtschen Verteilungsgesetz folgt.

Führt man diese Operation durch, so ergibt sich, daß die Durchschnittsleistungen der drei Arten auf der von ihnen besetzten Flächeneinheit in folgendem Verhältnis stehen: Die Fichte erreicht 75 bis 85 % der Leistung der Tanne. Die Buche, wo sie überhaupt vorhanden ist, erzeugt 35 bis 45 % des Volumens und 50 bis 67 % der Holzsubstanz der Tanne.

Verglichen mit der Tanne ist die Hektarenleistung der *Fichte* wesentlich *größer* als die Einzelbaumleistung (75 bis 85 % statt 60 bis 75 %). Die kleiner bleibenden Fichten brauchen weniger Platz als die gleich alten Tannen. Verglichen mit der Tanne ist die Hektarenleistung der *Buche kleiner* als die Einzelbaumleistung (35 bis 45 % gegen 50 %, großer Raumbedarf des Einzelbaumes).

Ich habe bisher nur vom gegenseitigen Verhältnis der langfristigen Leistungsdurchschnitte der drei Arten gesprochen. Welche *absolute Höhe* erreichen diese Leistungen? Sie können von Bestand zu Bestand eines Standorttyps ziemlich stark verschieden sein. Wenigstens wenn die Standorte nicht feiner umschrieben werden, als dies hier geschehen konnte. Abbildung 9 läßt vermuten, daß die Erträge im Schallenberg oder Dürsrütiwald wesentlich höher sind als etwa im Biglen- oder Toppwald.

Das vorhandene Grundlagenmaterial genügt nicht, um diese Schwankungsbereiche zuverlässig zu beurteilen. Alles, was sich daraus ableiten läßt, sind einige *tendenzmäßige Anhaltspunkte*.

*Langfristige Durchschnittsleistung pro Hektare und Jahr (Derbholz plus Reisig):*

Baumart	Mischbestände	
	Typischer Buchenwald m <sup>3</sup>	Tannen-Buchenwald m <sup>3</sup>
Buche . . . . .	6,5— 8,5	5,5— 7,5
Tanne . . . . .	10 —13	13 —16
Fichte . . . . .	8 —11	10,5—13,5

Die Buche leistet im typischen Buchenwald etwas mehr als im Tannen-Buchenwald. Tanne und Fichte dagegen zeigen im Tannen-Buchenwald die höhern Wuchsleistungen.

### III. Zur praktischen Baumartenwahl auf den beiden Standortstypen

In welcher Weise sind die eben gemachten Feststellungen auf die Praxis der Baumartenwahl zu übertragen? Wir konsultieren unser *Schema der Möglichkeiten der Ertragsbeeinflussung* und schließen damit den Kreis der Betrachtung. Wir stellen fest, daß zuerst (1. Stufe, 1. Etappe) die *Ansprüche der Standortspflege* zu befriedigen sind. Von diesem Standpunkt aus wäre eine möglichst natürliche Baumartenvertretung ideal. Das würde heißen: erdrückende Dominanz der Buche im typischen Buchenwald; fast ebensoviel Tannen wie Buchen und sehr wenig Fichten im Tannen-Buchenwald.

Beide Standorte werden aber kaum leiden, wenn der Anteil der *Buche* stark zurückgeht. Dies besonders, wenn man die Tanne bevorzugt. Im typischen Buchenwald könnte man z. B. auf 40% Buchen gehen, im Tannen-Buchenwald auf 20%. Das Ertragsvolumen würde so beträchtlich steigen (1. Stufe, 2. Etappe, Wahl rasch wachsender Baumarten).

Werden aber die Nadelbäume gesund bleiben? Will man das Risiko ihrer Erkrankung und Beschädigung tragen? Für den typischen Buchenwald wird man diese Fragen weitgehend verneinen. Das heißt: Auf die theoretisch mögliche, durch Rücksichten auf die Bodenpflege nicht verbotene Ertragssteigerung wird aus waldhygienischen Gründen weitgehend verzichtet. Man läßt der Buche die Vorherrschaft.

Im Tannen-Buchenwald sind die Nadelbäume erfahrungsgemäß viel weniger gefährdet. Ihre Begünstigung kann verantwortet werden.

Recht leicht fällt die *Wahl zwischen Tanne und Fichte*. Vom Standpunkt der Bodenpflege aus ist die Tanne unbedingt vorzuziehen. Mit Bezug auf das Ertragsvolumen ist es ebenso: Die Tanne leistet auf beiden Standorten 15—20% mehr als die Fichte. Oft erzielt zwar das Fichtenholz einen höhern Preis als das Tannenholz (vorteilhafter Anteil der Holzarten am Ertrag!). Gelegentlich mag auch die Gesundheit der Fichte weniger gefährdet erscheinen als jene der Tanne. Beides ist besonders im typischen Buchenwald der Fall, wo der Anbau von Nadelbäumen sowieso eine bescheidene Rolle spielt. *Im Tannen-Buchenwald aber überwiegen die Vorteile der Tanne bei weitem!*

Es gibt im Areal des Tannen-Buchenwaldes und vor allem in jenem der eigentlichen Tannenwälder große Flächen, die ausschließlich mit

Fichte bestockt sind. Allein in den Voralpen und Alpen unseres Landes sind es mindestens 25 000 ha. Waldweide und Kahlschlag haben die Tanne zum Verschwinden gebracht. Die Entwicklung tannenreicher Wälder aus diesen Fichten-Pionierstadien wäre durchaus naturgemäß. Sie würde auf der genannten Fläche eine *Steigerung des jährlichen Holz-ertrages um etwa 60 000 m<sup>3</sup>* bringen. Allerdings dauert ein solcher Umwandlungsprozeß wohl 100 Jahre.

Die Maßnahmen auf der zweiten und dritten Stufe der Ertragsbeeinflussung, also die Wahl der *Betriebsform* und des *Erziehungsverfahrens* wären der neuen Baumartenvertretung anzupassen. Vor allem müßte der stehende Vorrat erhöht werden. Tannenwirtschaft ohne hohe Vorräte ist unnatürlich. Sie ist der Qualität des Produktes abträglich und kann sogar die Gesundheit der Bestände gefährden. Die Betriebsform, welche der Voraussetzung «Tannenwirtschaft mit hohen Vorräten» entspricht, wird in sehr vielen Fällen die Plenterform sein. Man wird zu irgendeiner Varietät des Plenterbetriebes, eingeschlossen das dazu passende Erziehungsverfahren, übergehen.

## Résumé

### Contribution à l'analyse de la production des forêts

I. La station et les essences forestières, avec leurs capacités innées et diverses, sont la source naturelle de la production ligneuse des forêts. Les interventions du forestier l'influencent artificiellement.

L'homme peut s'efforcer d'améliorer les bases naturelles de la production, les essences forestières et la station. D'autre part, il choisira un *traitement cultural* des forêts susceptible de hausser la production et de la rendre plus précieuse.

Quant au premier point, on n'a jusqu'ici guère réussi à améliorer les essences réellement forestières d'une manière applicable sur une grande échelle, ni à augmenter la fertilité naturelle des stations. Par contre, on a fréquemment avili les sols forestiers, diminuant ainsi leur capacité de production. Le premier but de celui qui entend agir pratiquement sur la production sera donc de *soigner la station*, de sauvegarder sa fertilité naturelle et, si c'est nécessaire, de la lui rendre. Un *choix judicieux des essences* permet principalement d'atteindre cet objectif.

Quant aux interventions destinées à former les peuplements, c'est premièrement encore le *choix des essences*. Après avoir satisfait les besoins de la station, il subsiste une marge d'option dans laquelle toute liberté nous est laissée de jeter notre dévolu sur les essences intéressantes à différents titres, par exemple les essences à croissance rapide. *Le choix des essences est notre moyen d'action pour influencer de façon décisive le volume de la production,*

soit indirectement, par la voie détournée que sont les soins donnés à la station, soit directement, par l'introduction d'essences à croissance rapide.

Le deuxième groupe de mesures culturales propres à influencer la production consiste dans le choix et l'application du *mode de traitement* (différents types du jardinage ou du traitement par coupes progressives, etc.). Le mode de traitement doit être adapté judicieusement à la station et au mélange existant. Il peut influencer aussi bien le *volume* que la *qualité* des produits. Le choix et l'application du mode de traitement est la dernière mesure destinée à augmenter le volume de la production et la première destinée à améliorer sa qualité.

Le troisième groupe de mesures culturales vise à l'*éducation des peuplements* (soins aux rajeunissements, nettoiemens, éclaircies). Le mode et l'intensité de ces mesures n'agit guère sur le volume, mais bien sur la *qualité* des produits.

Il nous paraît opportun de diriger les *recherches* relatives à la production et à la productivité de nos forêts sur ces trois plans de l'intervention humaine en faveur d'un meilleur rendement.

Sur le *premier plan*, on examinera le *volume* fourni par les différentes essences possibles, dans différents mélanges, sur des stations diverses. Sur le *second*, les recherches consistent à comparer, station et essences données, les modes de traitement possibles et leur influence sur la production *quantitative* et *qualitative*. Sur le *troisième plan*, où station, essences et mode de traitement sont donnés, on étudiera l'effet du traitement éducatif des peuplements sur la *qualité* des produits.

II. Quelques résultats de travaux entrepris par l'Institut fédéral de recherches forestières donnent une idée des problèmes rencontrés sur le premier plan des recherches relatives à la productivité. Les deux stations de la hêtraie typique (*Fagetum typicum*) et de la hêtraie à sapin (*Abieto-Fagetum*) ont été examinées. Dans des peuplements mélangés, composés de hêtres, de sapins et d'épicéas, l'étude porte sur la production quantitative de ces trois essences.

Les graphiques 1 à 6 présentent le développement moyen des arbres dominants ou codominants de chacune de ces trois essences. On constate entre autres que, dans la hêtraie typique, un hêtre de 120 ans a fabriqué seulement 80 % du volume d'un sapin de même âge, mais, par contre, presque 120 % de la substance ligneuse sèche produite par ce même sapin. Dans la hêtraie à sapin, le vieux hêtre contient 50 % du volume d'un sapin de même âge et 70 % de sa substance ligneuse sèche. La production d'un épicéa est, dans les deux stations, comprise entre celle du sapin et celle du hêtre.

Les graphiques 7 et 8 indiquent, pour la hêtraie typique, la production à l'hectare des trois essences, selon la place occupée par chacune d'elles dans le peuplement mélangé. La production moyenne à l'hectare est, chez l'épicéa, équivalente à un peu plus de 80 % de celle du sapin. Le hêtre fabrique 65 % du volume produit par le sapin et, pratiquement, le même poids de bois sec.

Dans la hêtraie à sapin, la production à l'hectare de l'épicéa correspond à 75—85 % de celle du sapin. Le hêtre fabrique 35—45 % du volume et 50 à 67 % du poids de bois sec fourni par le sapin.



III. Pour les forêts examinées, il est évident que la production totale sera d'autant plus grande que la participation du hêtre sera plus faible. La station permettrait de limiter la part du hêtre à 40 % dans la hêtraie typique et à 20 % dans la hêtraie à sapin. Dans la hêtraie typique, on se bornera toutefois à maintenir le taux de mélange résineux à un niveau modeste: il faut tenir compte du danger de maladie qui handicape les résineux. Dans la hêtraie à sapin par contre, la santé des résineux est satisfaisante.

Comme on a le choix entre le sapin et l'épicéa, on optera facilement pour la première essence: son influence sur le sol est bien plus favorable que celle de l'épicéa; en même temps, il produit de 15 à 20 % de bois de plus. Il y a, dans les Préalpes suisses seulement, au moins 25 000 ha de pessières croissant dans l'aire de la hêtraie à sapin ou de la sapinière naturelle. Le parcours du bétail et les coupes rases ont fait disparaître le sapin. Un retour à des peuplements où le sapin domine provoquerait, sur la surface indiquée, une augmentation de la production annuelle de 60 000 m<sup>3</sup> environ.

Adapt. E. Badoux

## Zur Phänologie der Laubbäume, insbesondere der Buche

(12.15.6)

### 1. Mitteilung

Von Hans Leibundgut und Robert Kunz, Zürich  
(Aus dem Institut für Waldbau an der ETH)

Das zeitlich verschiedene Ergrünen der einzelnen Buchen innerhalb eines Bestandes ist eine allbekannte Erscheinung: Bestimmte Bäume treiben regelmäßig früh, andere regelmäßig spät aus. Dieses Abweichen von der «normalen» Austriebszeit ist nicht zu verwechseln mit der ungleichen Phänologie verschiedener Herkünfte. Bei den individuellen Unterschieden im Austreiben stellen sich namentlich folgende *Fragen von waldbaulichem Interesse*:

1. Handelt es sich beim zeitlich verschiedenen Austreiben der einzelnen Individuen einer bestimmten Standortsrasse um eine regelmäßige und erbbedingte Erscheinung?
2. Bestehen Zusammenhänge zwischen der Austriebszeit und der Baumklasse bzw. der Qualität der Bäume?

Durch mehrjährige Beobachtungen im Lehrwald der Eidg. Technischen Hochschule und Aufnahmen in Versuchsflächen im Sihlwald versuchten wir einen Beitrag zur Beantwortung dieser Fragen zu leisten. Gleichzeitig stellten wir uns die Aufgabe, die wichtigsten bereits vorhandenen Angaben aus der Literatur zusammenzufassen.