

# Die Baumartenwahl als biologisches und wirtschaftliches Problem

Autor(en): **Leibundgut, Hans**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **107 (1956)**

Heft 4

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-764797>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die Baumartenwahl als biologisches und wirtschaftliches Problem<sup>1</sup>

Von *Hans Leibundgut*, Zürich

(Aus dem Institut für Waldbau der Eidg. Techn. Hochschule)

## Einleitung

(Oxf. 229)  
(23.21)

Dem Waldbauer ist neben der Waldpflege kein anderes Mittel gegeben, mit welchem er die Werterzeugung eines Waldes stärker zu beeinflussen vermöchte als mit der Baumartenwahl. Merkwürdigerweise wird aber gerade diese Aufgabe oft recht leichtfertig gelöst. Während einst bloß die Zuwachsleistung und die Holzpreise, also rein ökonomische Gesichtspunkte, die Grundlage für die Baumartenwahl bildeten, wird heute nicht selten allzu einseitig von biologischen Erwägungen ausgegangen. Die besondere Stellung des Waldbaus bleibt in beiden Fällen verkannt. Wenn wir dem Waldbau die Aufgabe zuweisen, rationell und nachhaltig möglichst viel und möglichst wertvolles Holz zu erzeugen, sind jedenfalls in durchaus objektiver Weise sowohl ökonomische als auch biologische Gesichtspunkte voll zu werten.

Gegen unsere Schule wird gelegentlich im Ausland der Vorwurf einer einseitig biologischen Denkrichtung erhoben, was von einer Verkenning der Tatsache zeugt, wonach uns die natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse des Landes zu einer ausgeprägt rationellen Waldwirtschaft zwingen. Der hohe Anteil des Gemeinde- und Korporationswaldes (67,5 %) und die geringe Ausdehnung des Staatswaldbesitzes (4,7 %) haben seit jeher eine durchaus sachlich-ökonomische Einstellung der Waldbesitzer zu allen Problemen des schweizerischen Waldbaus bewirkt. Die heute feststellbare starke Betonung biologischer Gesichtspunkte im Waldbau beruht deshalb weniger auf bestimmten Lehrmeinungen, als auf langfristigen praktischen Erfahrungen.

Der Waldbau hat sich in der Schweiz seit über 50 Jahren theoretisch und praktisch stetig in derselben Richtung entwickelt. Die folgenden Ausführungen bewegen sich ebenfalls in dieser traditionellen Richtung und versuchen, das Problem der Baumartenwahl einerseits im wirtschaftlichen Gesichtswinkel, andererseits in seinen biologischen Aspekten so zu beleuchten, wie es sich heute unserer waldbaulichen Lehre und Praxis stellt.

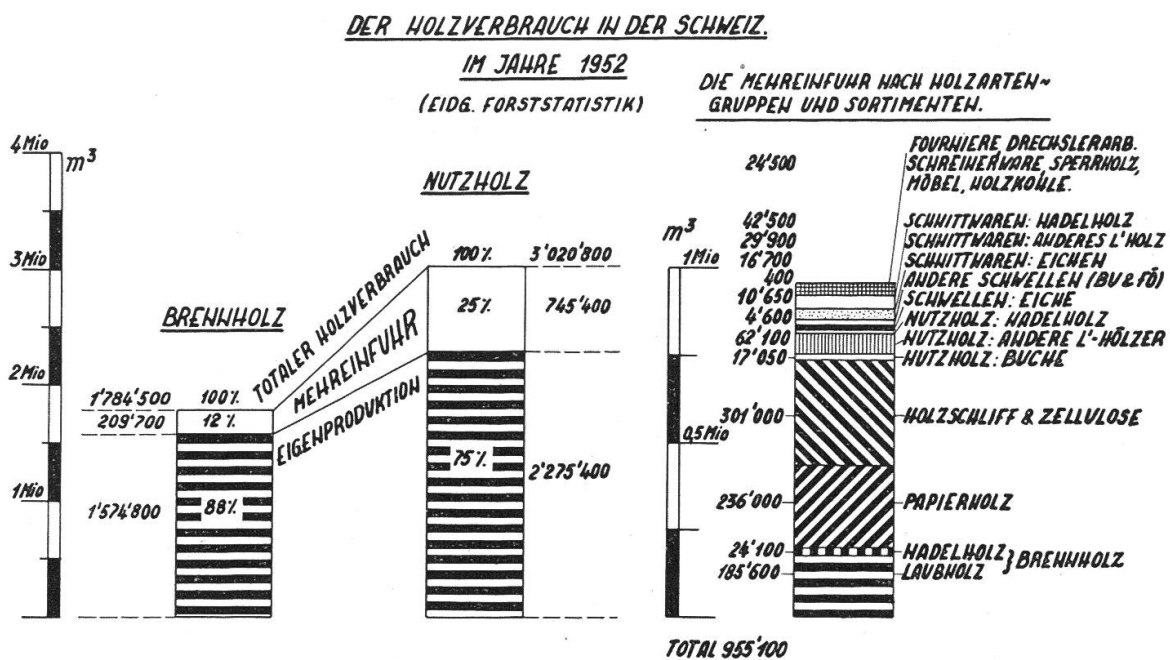
Obwohl die Besitzesverhältnisse, die örtlich verschiedene Intensität der Forstbetriebe, die Gewohnheiten und viele andere Faktoren zu berücksichtigen sind, wird eine rein grundsätzliche Stellungnahme angestrebt und auf die Berücksichtigung örtlich wichtiger Gesichtspunkte verzichtet.

---

<sup>1</sup> Vortrag, gehalten an der Forstlichen Fakultät Hann.-Münden der Universität Göttingen.

Von dem rund 1 Million ha umfassenden Waldareal der Schweiz entfällt ein Viertel auf die Region der Laubmischwälder. Etwas über ein Drittel gehört zum Areal des Buchen- und Tannenwaldes, und etwa zwei Fünftel entfallen auf das Areal des Nadelwaldes, also des Fichten-, Föhren-, Lärchen- und Arvenwaldes. Heute sind auch in einem erheblichen Teil des Laubmischwaldgebietes Nadelbäume angebaut. Verglichen mit anderen europäischen Ländern ist der natürliche Anteil der Nadelbäume in der Schweiz sehr hoch. Der ausgeprägte Nadelholzmangel beruht daher nicht auf den natürlichen Vegetationsverhältnissen, sondern einerseits auf dem sehr hohen Nadelholzverbrauch unseres dichtbevölkerten und hochindustrialisierten Landes, andererseits aber auch auf der noch mangelhaften Aufschließung vieler Gebirgswälder und der dadurch bedingten zu geringen Intensität der Waldpflege, nicht zuletzt aber auch auf einer unbefriedigenden Holzverwendung, welche Papier- und sogar eigentliche Nutzholzsortimente immer noch dem Brennholzverbrauch zuführt. Auch wenn wir berücksichtigen, daß in der Schweiz schwaches Reisig, geringwertige Sortimente und oft sogar die Rinde — im Gegensatz zu vielen anderen Ländern — verwertet werden und daher in der Nutzungsangaben inbegriffen sind, erscheint das Nutzholzprozent im allgemeinen klein. In manchen Gebirgskantonen mit einem hohen Anteil der Nadelbäume ist das Nutzholzprozent oft kleiner als in laubwaldreichen Gebieten des Mittellandes.

Beim Studium der schweizerischen Holzversorgung ist festzustellen, daß bei *sämtlichen* Sortimenten eine Mehreinfuhr besteht und somit vorerst eine Erhöhung der Holzproduktion bei allen Sortimenten wünschens-



Darstellung 1

wert erscheint. Die zweckmäßige Verwendung geringwertiger Sortimente ist lediglich ein Preis- und Transportproblem.

Das bei optimalen Vorratsverhältnissen und intensiver Waldpflege nachhaltige Ertragsvermögen unserer Wälder darf auf wenigstens 5 Millionen  $m^3$  geschätzt werden (1). Eine natürliche Vertretung der einzelnen Baumarten würde jedenfalls einen Nutzungsanteil des Laubholzes von wesentlich über 50 % ergeben, während heute ungefähr 70 % des Verbrauches auf Nadelholz entfallen. Die natürliche Baumartenmischung dürfte deshalb bei höchstmöglicher Produktion einen erheblichen Laubholzüberschuß erzeugen, vorausgesetzt, daß das Laubholz nicht neuen Verwendungszwecken zugeführt werden könnte. Nachdem jedoch eher mit einer weiteren Zunahme des Nadel- und Weichholzbedarfes zu rechnen ist, erscheint uns eine Abweichung von der natürlichen Baumartenmischung angezeigt.

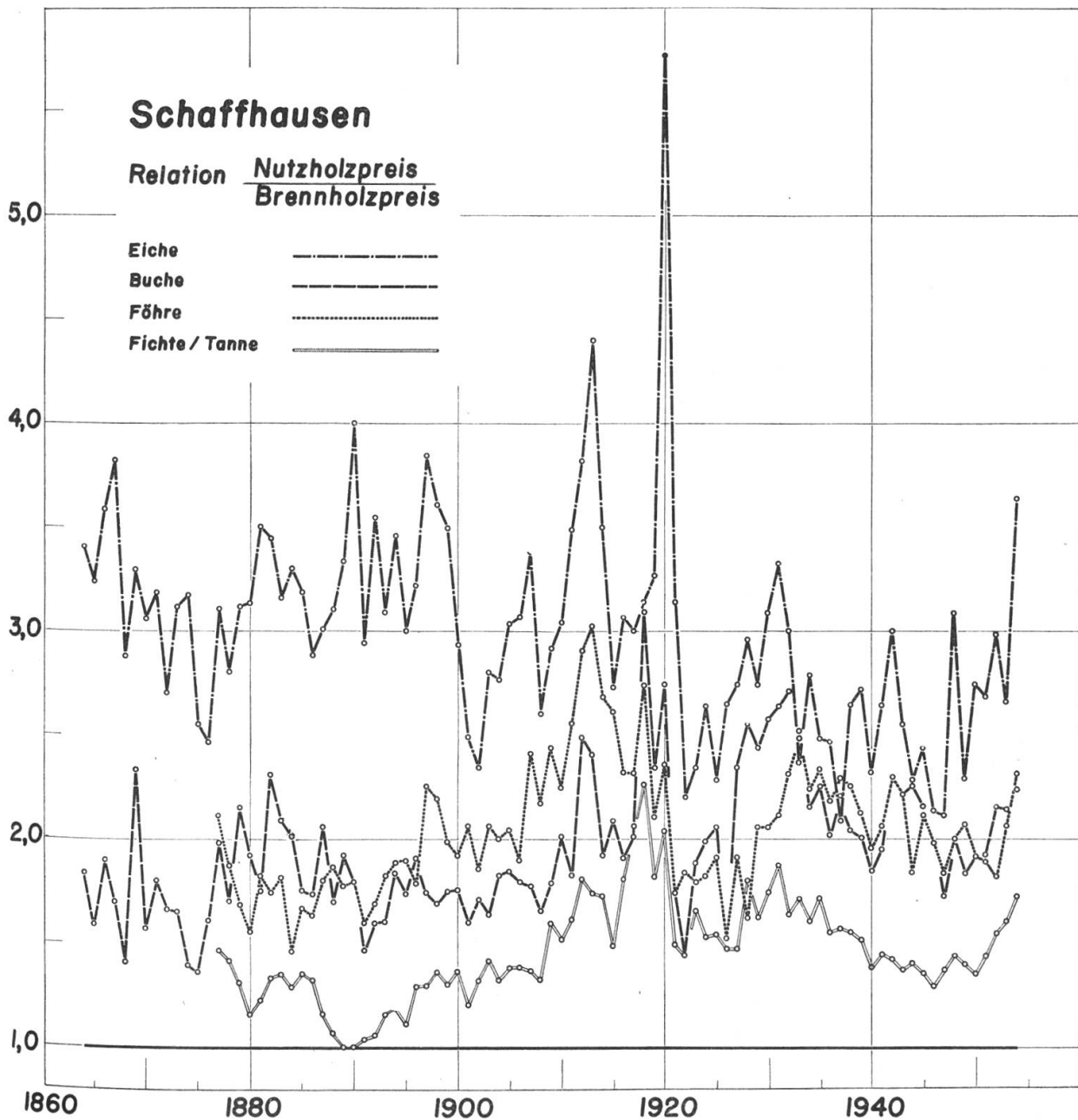
Bei der ständig zunehmenden Verschiebung aller Konsumgüter über weite Entfernungen und der sich immer deutlicher abzeichnenden Tendenz, von der örtlichen Selbstversorgung abzuweichen, um güte- und wertmäßig die wirtschaftlichen und natürlichen Produktionsmöglichkeiten zweckmäßig auszunützen, darf jedenfalls das in Geldwert ausgedrückte Ertragsvermögen (Geldertragsvermögen) der einzelnen Baumarten nicht unberücksichtigt bleiben.

### 1. Das Geldertragsvermögen verschiedener Baumarten

Während in Deutschland namentlich K r a h l - U r b a n (2), O l b e r g (3), M a y e r - W e g e l i n (4, 5) u. a. wertvolle Beiträge zur Untersuchung des Geldertragsvermögens einzelner Baumarten geliefert haben, fehlen ähnliche Untersuchungen aus der Schweiz noch weitgehend. Es wird daher im folgenden auf Grund der gegenwärtigen Preise diese Frage für schweizerische Verhältnisse nach Möglichkeit zu beantworten versucht. M i k u l k a (6) hat in einer Promotionsarbeit für eine nordschweizerische Forstverwaltung den Nachweis erbracht, daß die Preisrelationen zwischen verschiedenen Sortimenten — abgesehen von kurzfristigen Abweichungen — während langer Zeit nahezu konstant bleiben. Eine Ausnahme bilden lediglich Holzarten und Sortimente, für welche neue Verbrauchsgebiete erschlossen wurden, wie beispielsweise in neuer Zeit für Linde und Aspe. Während in den einzelnen Jahren starke Preisschwankungen auftreten, sind die langfristigen Relationen, wie sie den im schweizerischen Rundholzhandel gebräuchlichen Richtpreisen zugrundeliegen, für Vergleiche gut geeignet. Auf Grund von Erfahrungszahlen wurden die durchschnittlichen Nettoholzerlöse pro  $m^3$  als Funktion des Brusthöhendurchmessers berechnet und dargestellt (Darstellung 3). Bei Normalqualität übersteigt beispielsweise der Wert der *Esche* bereits bei einem Brusthöhendurchmesser von etwa 25 cm den-

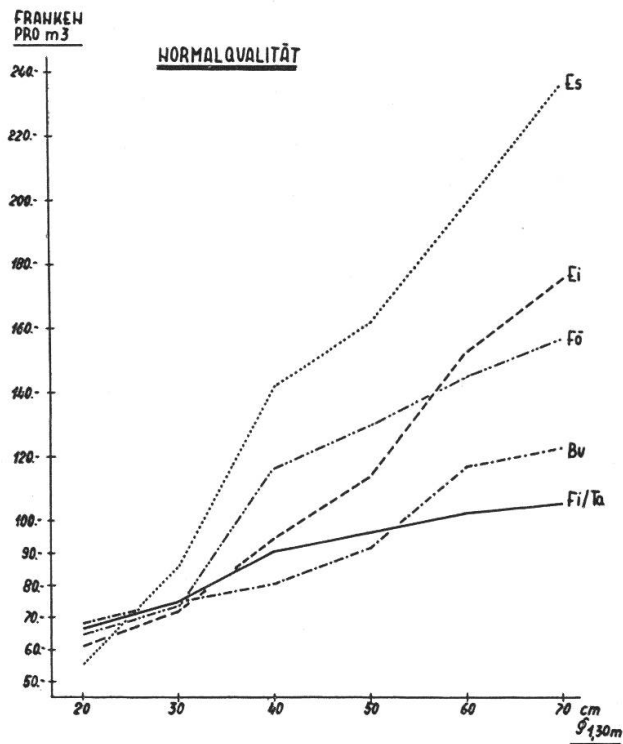


jenigen aller andern Arten infolge der hohen Preise und Nutzholzanteile. Die Eiche und die Föhre stellen sich dagegen erst etwa vom Durchmesser 32 cm an günstiger als die Fichte, die Buche sogar erst bei Brusthöhdurchmesser über 50 cm. Für beste Qualitäten bleiben diese Grenzwerte annähernd gleich, einzig die Wertunterschiede vergrößern sich beträchtlich zuungunsten der typischen «Massenholzarten», wie Fichte und Tanne. Für Fournierqualitäten ergeben sich sprunghafte Werterhöhungen, wie dieses namentlich *Krahl-Urban* (2) und *Silvy-Leligois* (7) für Eichen und *Mayer-Wegelin* (4) und *Mikulka* (6) für Buchen gezeigt haben (Darstellung 4).

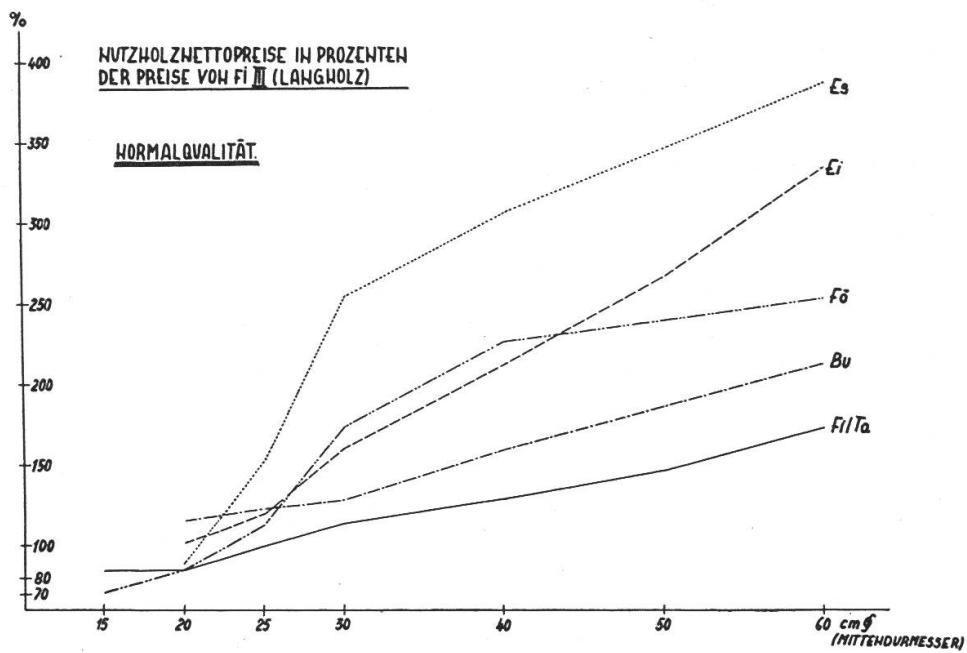


Darstellung 2

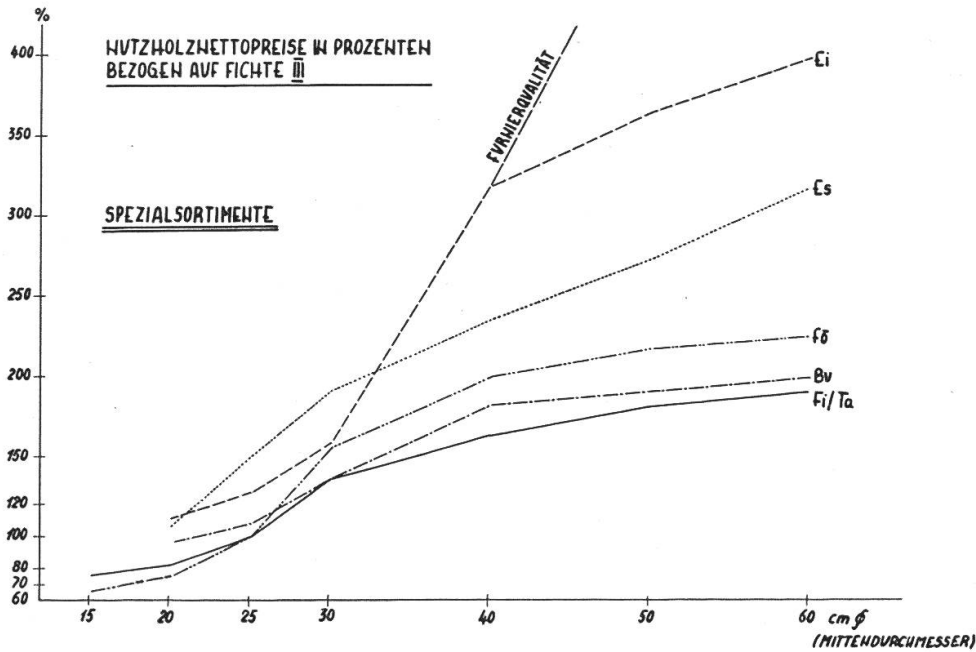
NETTOHOLZERLÖSE PRO m<sup>3</sup> IN FUNKTION  
DES BRUSTHÖHENDURCHMESSERS.



Darstellung 3

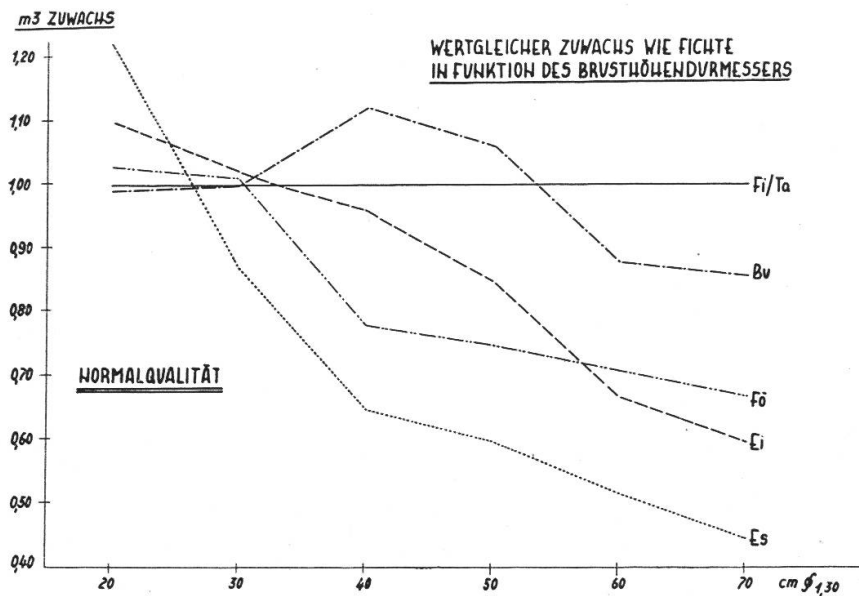


Darstellung 4 a



Darstellung 4 b

Deutlicher treten die Verhältnisse in Erscheinung, wenn wir einen Wertvergleich mit der Fichte ziehen. In Darstellung 5 ist nach den errechneten Nettoholzerlösen und als Funktion des Mittendurchmessers der wertgleiche Derbholzzuwachs verschiedener Baumarten dargestellt. Wir ziehen daraus dieselben Folgerungen wie aus Darstellung 3. Die Erziehung von Laubbäumen und Föhren wird im Vergleich zu Fichte und Tanne demnach wirtschaftlich erst interessant, wenn ein hoher Prozentsatz der Nutzung bei durchschnittlich guter Qualität Brusthöhendurchmesser über wenigstens 30 cm, bei der Buche sogar über 50 cm aufweist.



Darstellung 5

Den Einfluß der erzeugten Qualität sollen die Darstellungen 4 a und 4 b zum Ausdruck bringen. Die Nutzholznettopreise steigen für Fichte und Buche ungefähr stetig mit dem Mittendurchmesser an, für Esche, Eiche und Föhre dagegen sprunghaft.

Der Einfluß der Qualität zeigt sich ganz besonders bei der Eiche, scheinbar am wenigsten bei der Buche. Um so eindrücklicher dürfte folgendes Beispiel für die Darstellung des Einflusses der Waldpflege auf die Wirtschaftlichkeit einer Baumart sein.

Unser Institut unterhält im Sihlwald der Stadt Zürich sechs Durchforstungsversuchsflächen, welche im Jahre 1932 von Professor S c h ä d e l i n angelegt wurden. Die Buchenversuchsflächen I und II «Birri-boden» liegen unmittelbar neben Versuchsflächen der Schweiz. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, von denen eine vollständig der Natur überlassene, also unbehandelte Fläche III zum Vergleich herangezogen werden kann. Die Flächen liegen an einem Nordhang auf 640 m ü. M. im Übergangsbereich des Ahorn-Eschenwaldes (*Acereto-Fraxinetum*) zum Vorland-Buchenwald (*Cariceto-Fagetum finicola*). Die drei Flächen sind in jeder Hinsicht vergleichbar und entsprechen unserer besten Buchenbonität. Das Alter der Bestände betrug 1952 65 Jahre.

Die Fläche I wurde nach den Grundsätzen der Auslesedurchforstung sehr stark, die Fläche II sehr zurückhaltend und die Fläche III überhaupt nicht durchforstet. M i k u l k a (6) hat eine sorgfältige Qualitätsanalyse der drei Versuchsflächen durchgeführt und ist zu folgendem Ergebnis gelangt:

*Heutiger Vorratswert (1952):*

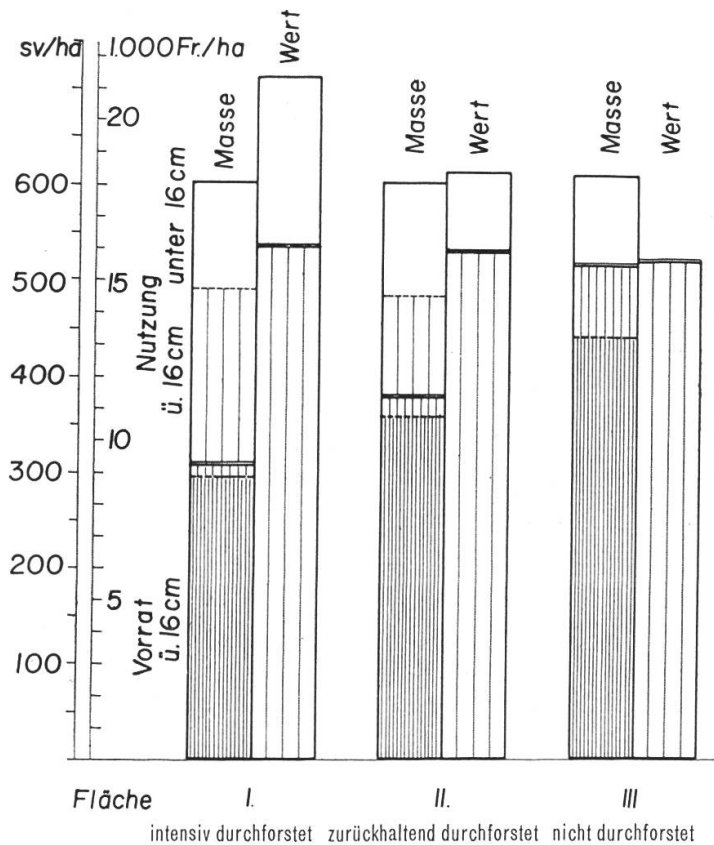
Fläche	I	intensiv	durchforstet	pro ha	Fr. 16 000.—
»	II	zurückhaltend	»	» »	» 15 900.—
»	III	nicht	»	» »	» 15 600.—

Der große Einfluß der Durchforstung auf die Werterzeugung zeigt sich erst, wenn die Durchforstungserträge mitberücksichtigt werden:

*Gesamte Werterzeugung seit 1887 (ohne Verzinsung der Durchforstungserträge):*

Fläche	I	pro ha	Fr. 21 500.—
»	II	» »	» 18 400.—
»	III	» »	» 15 600.—

Der Unterschied zwischen der intensiv durchforsteten und der unbehandelten Fläche beträgt somit pro ha 5900 Fr. oder durchschnittlich pro Jahr 91 Fr., das sind 38 % der gesamten Werterzeugung der unbehandelten Fläche. Der gegenwärtige Wert des laufenden Zuwachses ließ sich auf Grund der Sortimentsverteilung für die stark durchforstete Fläche



Darstellung 6

Massen- und Wertproduktion der Durchforstungsflächen Sihlwald

auf 1100 Fr. pro ha und Jahr berechnen, für die undurchforstete Fläche dagegen nur auf 510 Fr.

Dieses Beispiel soll einzig zum Ausdruck bringen, daß die Wirtschaftlichkeit einer Baumart in hohem Maße durch die Waldpflege beeinflusst und Vergleiche auf Grund von Meßergebnissen aus wenig gepflegten Beständen wenig aufschlußreich sind.

Der *Einfluß der Mischungsform* und Pflege soll im weiteren durch folgendes Beispiel beleuchtet werden:

In der Forstverwaltung Büren a. d. A. liegen die beiden je zirka 20 ha großen Abteilungen «Mooseggen» und «Säueinschlag» unmittelbar nebeneinander, auf einem Standort des feuchten Eichen-Hagebuchenwaldes in 470 m ü. M. Die geologische Unterlage besteht aus unterer Süßwassermolasse mit einer Grundmoränenüberlagerung der letzten Eiszeit.

Die Bestände der Abteilung «Mooseggen» sind durch Naturverjüngung eines ehemaligen Hutwaldes hervorgegangen und wurden regelmäßig und gut gepflegt. Der heute 100- bis 140jährige Stieleichenbestand ist mit 60- bis 100jährigen Fichten und einigen Tannen durchsetzt und teilweise unterstellt. Vom Vorrat entfielen 1948 40 % auf Eichen und 60 % auf Fichten. Über die Vorratsstruktur gibt nachstehende Tabelle Auskunft:

Abt. «Mooseggen»

Durchmesser	Laubhölzer		Nadelhölzer		Zusammen	
	Vorrat m <sup>3</sup>	%	Vorrat m <sup>3</sup>	%	Vorrat m <sup>3</sup>	%
16–28 cm . . . . .	22	12	52	19	74	16
28–40 cm . . . . .	53	30	110	39	163	35
40–52 cm . . . . .	67	37	80	29	147	32
52 und mehr cm .	38	21	38	13	76	17
<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	<b>280</b>	<b>100</b>	<b>460</b>	<b>100</b>

Die Bestände der Abteilung «Säueinschlag» sind zum Teil Überreste des ehemaligen Hutwaldes, zum Teil der Abteilung «Mooseggen» entsprechende Horste, zur Hauptsache aber reine, gleichalterige Fichtenkulturen. Die Eichen sind ebenfalls 100- bis 140jährig, qualitativ jedoch infolge der stärkeren Fichtenkonkurrenz weniger gut, die Fichten durchschnittlich 80jährig. 30% des Vorrates entfallen auf Eichen, 70% auf Fichten. Über die Vorratsstruktur gibt nachstehende Tabelle Auskunft:

Abt. «Säueinschlag»

Durchmesser	Laubhölzer		Nadelhölzer		Zusammen	
	Vorrat m <sup>3</sup>	%	Vorrat m <sup>3</sup>	%	Vorrat m <sup>3</sup>	%
16–28 cm . . . . .	37	38	45	20	82	25
28–40 cm . . . . .	37	38	80	36	117	37
40–52 cm . . . . .	17	18	74	33	91	29
52 und mehr cm .	6	6	24	11	30	9
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>100</b>	<b>223</b>	<b>100</b>	<b>320</b>	<b>100</b>

Der Fichtenanteil war im «Säueinschlag» früher erheblich größer, worauf auch der im Vergleich zur Abteilung «Mooseggen» wesentlich kleinere und namentlich schwächere Eichenvorrat zurückzuführen ist.

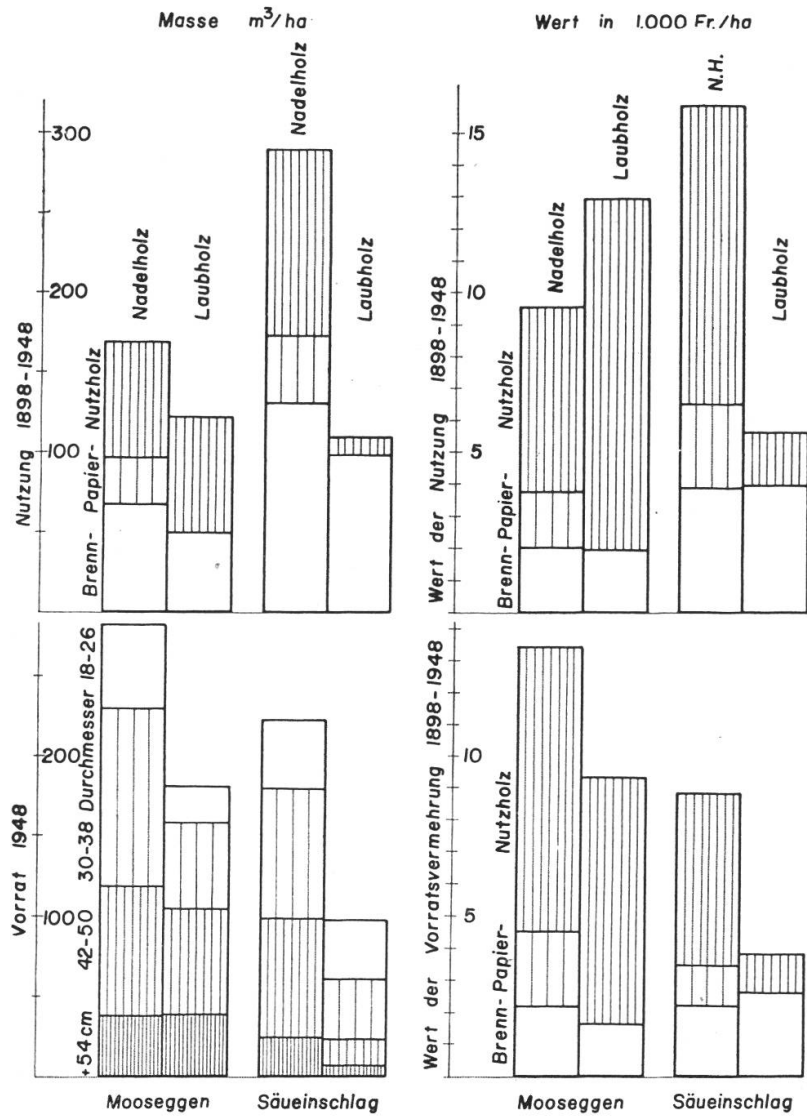
Über die Nutzungen liegen seit 1898 Angaben vor. Auf Grund der heutigen Preise läßt sich folgende durchschnittliche *jährliche Wert-erzeugung* berechnen (erntekostenfreie Holzerlöse):

«Säueinschlag» (20,12 ha) total	Fichten <sup>1</sup>	Fr. 9 900.—	, per ha	Fr. 492.—
	Eichen <sup>2</sup>	Fr. 3 800.—	, per ha	Fr. 188.—
	<b>Total</b>	<b>Fr. 13 700.—</b>	, per ha	<b>Fr. 680.—</b>
«Mooseggen» (20,81 ha) total	Fichten <sup>1</sup>	Fr. 9 500.—	, per ha	Fr. 455.—
	Eichen <sup>2</sup>	Fr. 9 500.—	, per ha	Fr. 455.—
	<b>Total</b>	<b>Fr. 19 000.—</b>	, per ha	<b>Fr. 910.—</b>

<sup>1</sup> inkl. Tannen; <sup>2</sup> inkl. andere Laubbäume.



Die Abteilung «Mooseggen» mit dem höheren und gepflegteren Eichenanteil ergab somit eine um rund 50 % höhere durchschnittliche Wertleistung. Zu beachten ist insbesondere, daß sich in der Abteilung «Mooseggen» mit dem großen Eichenanteil ein verhältnismäßig großer Fichtenvorrat zu erhalten vermochte. In der Abteilung «Säueinschlag» dagegen haben Rotfäule, Borkenkäfer und Sturm zu einer kritischen Bestandesverfassung geführt.



### Burgerwald Büren

Darstellung 7

Dieses Beispiel soll die Auffassung stützen, wonach Berechnungen über die Werterzeugung einzelner Baumarten in der Regel wenig aufschlußreich sind. Von ausschlaggebender Bedeutung sind vielmehr Art, Grad und Form der Baumartenmischung, Standort, Entwicklungsverlauf und Pflege der Bestockung.

Eine sachgemäße Waldpflege vermag unter Umständen auch bei sonst wirtschaftlich wenig beachteten Baumarten überraschende Zuwachs- und Wertleistungen zu bewirken, wie namentlich Untersuchungen im Lehrwald Albisriederberg der Eidg. Technischen Hochschule zeigten. Bereits die nach Stärkeklassen erfaßten Zuwachsprozente sind recht aufschlußreich:

Zuwachsprozente einiger Baumarten<sup>1</sup> im Lehrwald Albisriederberg der ETH in der Periode 1944—1950

Betriebs- teil	I. Stadthang <sup>2</sup>					II. Waldegg <sup>3</sup>					III. Uetliberg <sup>4</sup>									
	Stärkeklasse <sup>5</sup>					I	II	III	IV	Tot.	I	II	III	IV	Tot.	I	II	III	IV	Tot.
Tanne . . . . .	4,6	3,6	1,5	1,1	1,8	3,8	2,9	2,4	1,8	2,6	3,4	4,3	3,7	3,6	3,8					
Fichte . . . . .						2,9	2,0	1,8	1,3	1,9	1,1	1,4	1,1	(1,9)	1,3					
Föhre . . . . .	3,9	2,0	1,4	0,6	2,3	5,8	3,7	1,5	1,2	3,1	1,5	1,7	1,4		1,6					
Lärche . . . . .	4,1	2,1	2,5		2,4	1,9	2,7	2,5	2,1	2,4										
Buche . . . . .	4,2	2,0	2,0	1,4	2,2	3,8	2,7	2,1	1,2	2,2	4,6	3,2	2,6	2,1	2,9					
Eiche . . . . .	4,5	2,9	1,6	0,7	1,6	4,6	4,1	2,3	1,1	1,9										
Esche . . . . .	2,8	2,3	2,3	2,9	2,6	3,8	2,2	1,3		2,5	3,3	1,8	1,0		2,2					
Bergahorn . . . .	4,3	3,2	3,2	2,8	3,9	4,4	2,2			3,2	3,6	2,6	2,5		3,0					
Kirschbaum . . .	5,3	3,0	1,7		3,4	6,3	4,2	1,8		4,3										
Schwarzerle . . .	1,8	1,3			1,7	2,5	2,9	2,2		2,6										
Ulme . . . . .	2,4	2,4	1,9		2,4	4,0	2,3	1,1		3,0	4,0	3,8	3,5		3,8					
Birke . . . . .	2,7	2,1	1,4		2,3	3,7	2,5	1,1		2,7										
Hagebuche . . . .						3,3	2,4	0,4		2,7										

<sup>1</sup> Bei den Laubbäumen handelt es sich teilweise um Stockausschläge des ehemaligen Mittelwaldes. Der Aufbau der einzelnen Betriebsteile ist für die einzelnen Baumarten noch nicht normal. Die Stärkeklasse 16–24 cm besteht beispielsweise in einzelnen Baumarten vorwiegend aus unterständigen Stockausschlägen.

<sup>2</sup> Stadthang: steiler Nordhang in 480–700 m ü. M.

<sup>3</sup> Waldegg: welliges Plateau in 600–700 m ü. M.

<sup>4</sup> Uetliberg: mäßig geneigter Nordwesthang in 680–850 m ü. M.

<sup>5</sup> I. Stärkeklasse: 16–24 cm  $\varnothing$ ; II. Stärkeklasse: 24–36 cm  $\varnothing$ ; III. Stärkeklasse: 36–52 cm  $\varnothing$ ; IV. Stärkeklasse: 52 und mehr cm  $\varnothing$ .

Die vorwiegend in Reinbeständen angebaute Fichte bleibt hinsichtlich des Zuwachsprozentes stark hinter allen andern Baumarten zurück, namentlich aber hinter einigen Nebenbaumarten, wie Kirschbaum, Bergahorn, Bergulme usw., wobei selbstverständlich das Zuwachsprozent wenig über die gesamte Wertleistung aussagt. Auffallend sind aber im Gegensatz zu den Reinbeständen die gewaltigen Wuchsleistungen und der Gesundheitszustand der im ehemaligen Mittelwald natürlich angesamten Fichten. Das Studium der Wuchs- und Wertleistung einzelner Baumarten auf demselben Standort, jedoch in verschiedenen Beständen und bei ungleicher Bestandesgeschichte, nament-

lich verschiedener Pflege, lassen uns deutlich erkennen, daß das Problem der Baumartenwahl auch von der wirtschaftlichen Seite nicht bloß mit Ertrags- und Sortimentstabellen und Preistabellen gelöst werden kann. Die verschiedenen auf die Werterzeugung wirksamen Faktoren bilden einen äußerst verwickelten Gesamtkomplex, welcher nur als Gesamtheit betrachtet werden darf. Nicht zuletzt sind die Qualität und der Umfang der waldbaulichen Arbeit zu berücksichtigen. Im ungepflegten Wald entscheidet weitgehend die Massenleistung. Im gepflegten und gut bewirtschafteten Wald sind dagegen von einzelnen Baumarten auf unseren ausgezeichneten Böden wirtschaftliche Spitzenleistungen zu erwarten, beispielsweise bei der Erzeugung hochwertiger Furnierstämme. Es wäre daher unklug, aus dem gegenwärtigen Holzangel und der im Hinblick auf die gerechte Bewertung der Qualität unglücklichen Holzpreisniveallierung auf sinkende Qualitätsansprüche zu schließen. Ein Gang durch ein Furnierwerk, eine Bau- oder Möbelschreinerei oder einen andern holzverarbeitenden Betrieb mit hohen Qualitätsansprüchen und insbesondere die im Vergleich zu Durchschnittsqualitäten für die hochwertigen Spezialsortimente von den Verarbeitungsbetrieben bezahlten Preise nähren die Überzeugung, daß in einem Land mit hohen Produktionskosten und allgemein hohen Qualitätsansprüchen auch in der Waldwirtschaft nur die höchstmögliche Qualitätsproduktion wirtschaftlich ist. Da aber die Möglichkeiten zur Qualitätsproduktion weitgehend standortbedingt sind, lassen sich im Waldbau die wirtschaftlichen und biologischen Faktoren nicht unter einem getrennten Gesichtswinkel betrachten.

## **2. Die Baumartenwahl als biologisches Problem**

Die gleichwertige Berücksichtigung der biologischen und wirtschaftlichen Faktoren bei der Baumartenwahl ist vor allem deshalb begründet, weil sich die Ertragsfähigkeit des Waldes und diejenige des Standortes gegenseitig stark beeinflussen. Das klima- und bodenbedingte Ertragsvermögen, die Ertragsfähigkeit des Standortes nach E t t e r (8), kann zwar als sehr reale Gegebenheit aufgefaßt werden; praktisch ist sie aber immer durch anthropogene Faktoren mitbestimmt, insbesondere durch die Waldbautechnik. Heute besteht deshalb vielfach die Ansicht, die Ertragsfähigkeit durch technische Mittel, wie Düngung, Bodenbearbeitung, Waldpflanzenzüchtung usw., weitgehend bestimmen zu können. Dieser Auffassung fehlt jedoch die im Waldbau erforderliche Ganzheitsbetrachtung, und die praktische Erfahrung lehrt eindrücklich, daß die Waldbautechnik stets in hohem Maße biologisch gebunden bleibt. K ö s t l e r (9) betont daher in seiner «Waldpflege» mit Recht, daß kein Kunstwald dem Naturwald auf längere Zeit überlegen sei.

Im Vergleich zur Landwirtschaft ist der Waldbau eng an die natürliche Ertragsfähigkeit des Standortes gebunden. Das Problem der Baum-

artenwahl besteht deshalb im wesentlichen darin, von allen Möglichkeiten, welche ein Standort bietet, die nachhaltig ergiebigste auszuwählen. Diese Aufgabe ist nur lösbar durch eine sowohl wirtschaftliche als auch naturwissenschaftliche Erfassung des gesamten Fragenkomplexes. Immer wieder besteht im Waldbau die Gefahr, daß extreme Sonderfälle verallgemeinert und komplexe Probleme auf einen einfachen Nenner zu bringen versucht werden. Die heute auch im Waldbau notwendige Spezialisierung der Forschung führt leicht zu einer Verengung des Gesichtswinkels und damit zu folgenschweren Trugschlüssen. Auch bei der Analyse von Einzelfaktoren ist nicht zu übersehen, daß der Komplex «Standort — Vegetation», die Biochore im Sinne P a l l m a n n s (10), stets in ihrem zyklischen Charakter gewürdigt werden muß. Obwohl sich im landwirtschaftlichen Pflanzenbau ähnliche Probleme stellen, vereinfachen hier die viel kürzeren Produktionszeiträume die im Walde heute vielfach überhaupt noch unübersehbaren Zusammenhänge der verschiedenen Produktionsverfahren. Wenn uns die bisherige waldbauliche und ertragskundliche Forschung wenigstens für einfache Fälle Einblick in die Holzproduktionsgrundlagen zu bieten vermögen, ist jedenfalls nicht zu übersehen, daß die Grundlagen der Werterzeugung noch weitgehend der Abklärung bedürfen. Die Geldertragsfähigkeit ist nicht allein vom Holzertragsvermögen des Standortes und Bestandes bestimmt, sondern zugleich von allen *wirtschaftlichen* Gegebenheiten einer bestimmten Örtlichkeit. Die ganze Problematik dieser wichtigsten Voraussetzung waldbaulicher Planungsarbeit ist theoretisch ungenügend erfaßt und in der Praxis durch viele vorgefaßte, auf überlieferten Anschauungen beruhende Meinungen getrübt. Die Baumartenwahl erfolgt daher vielfach allzu unbeschwert von allen wirtschaftlichen und biologischen Konsequenzen. Im folgenden sollen jedoch nicht die bekannten und wiederholt erwähnten biologischen Gesichtspunkte der Baumartenwahl (L e i b u n d g u t [11]) erneut behandelt, sondern vielmehr noch ungenügend beachtete Probleme und Zusammenhänge beleuchtet werden.

In der biologischen Betrachtung stellt sich die Baumartenwahl als standortskundliches und biocönologisches Problem. Wie bereits E t t e r (12) in seinen grundsätzlichen Betrachtungen zur Beschreibung und Kennzeichnung der Biochore darauf hingewiesen hat, ist sowohl eine Betrachtung vom Standort als auch von der Vegetation her erforderlich. Für die Baumartenwahl stellen sich demnach folgende Hauptprobleme:

1. Welchen Einfluß hat ein bestimmter Lebensraum auf einzelne Baumarten oder Baumartenmischungen?
2. Wie beeinflußt eine bestimmte Baumart oder Baumartenmischung einen bestimmten Lebensraum?

So einfach diese Fragestellung erscheinen mag, so umfaßt sie doch äußerst komplizierte, komplexe Wirkungen, die nach unseren heu-

tigen Forschungsmethoden nicht erfaßt und deshalb nur in ihren Einzelfaktoren oder einfachen Faktorengruppen studiert werden können. In der von der Biochore gelösten Betrachtung von Einzelfaktoren, wie zum Beispiel Bodenchemismus, liegt jedoch die große Gefahr des Trugschlusses. Wesentliche Unterschiede werden unter Umständen überhaupt nicht erfaßt, wie folgendes Beispiel zeigen mag:

Im Lehrwald Albisriederberg der ETH stockt in der Abteilung «Wiedikerhau» auf einem Übergangstandort des Ahorn-Eschenwaldes zum feuchten Eichen-Hagebuchenwald der bereits früher erwähnte, aus ehemaligem Mittelwald hervorgegangene Mischbestand aus Fichte, etwas Tanne, und den standortsheimischen Laubbäumen, wie Bergahorn, Esche, Bergulme, Stieleiche, Waldkirsche usw. Die Fichten und Tannen, während 20 bis 30 Jahren langsam im Schatten des Mittelwaldes aufgewachsen, sind heute 90- bis 115jährig. Der Vorrat pro ha beträgt 629 m<sup>3</sup>, wovon 402 m<sup>3</sup> oder 64 % auf die Nadelbäume, 227 m<sup>3</sup> oder 36 % auf die Laubbäume entfallen. Die Starkholzklasse (52 und mehr cm Ø) enthält 73 % des Vorrates der Nadelbäume und 62 % des gesamten Vorrates. Die Fichten erreichen Durchmesser bis zu 120 cm, sind noch vollständig gesund und stehen immer noch im besten Zuwachs mit Jahrringbreiten von 3 bis 5 mm. Der Boden, eine biologisch aktive, fruchtbare Braunerde, hervorgegangen aus Moränenmaterial der letzten Eiszeit, befindet sich in ausgezeichnete Verfassung.

Auf gleichem Standort und ohne wesentliche chemische oder physikalisch feststellbare Bodenunterschiede, tritt bei der Fichte im gleichalterigen Pflanzenbestand bereits mit 80 bis 100 Jahren die Rotfäule stark auf, die Durchmesser erreichen maximal 70 cm, und schon mit höchstens 110 Jahren zerfallen die Bestände. Eine wissenschaftliche, auf Untersuchungen beruhende Erklärung des verschiedenen Verhaltens der Fichte auf scheinbar gleichem Standort, jedoch in einer verschiedenen Biochore, fehlt vorläufig. Während in diesem Fall bodenkundlich der Fichtenanbau unbedenklich befürwortet werden dürfte, lehrt die praktische Erfahrung das Gegenteil. Ähnliche Beispiele könnten auch für andere Baumarten angeführt werden.

Ohne die Wichtigkeit einer ökologisch richtigen Provenienzwahl und der Waldpflanzenzüchtung zu übersehen, können wir uns des Eindruckes nicht verwehren, daß heute die Lösung vieler waldbaulicher Aufgaben allzu einseitig nur auf diesem Wege gesucht und in vollständiger Verkennung der tiefgreifenden Unterschiede zwischen Waldbau und landwirtschaftlichem Pflanzenbau wiederum eine verhängnisvolle Degradierung des Waldbaues zu einem Zweig des Feldbaues angebahnt wird.

Die Bestrebung K ö s t l e r s (9), den Waldbau als forstwissenschaftliches Gebiet eigener Prägung zu gestalten, kann daher nicht hoch genug eingeschätzt werden. Wie stimmen ebenso L e i b e r (13) restlos



bei, wenn er hervorhebt: «Es ist eine Berufskrankheit bei uns, daß man immer in eigener Unselbständigkeit die Stütze in allen möglichen Nachbargebieten sucht, seien es Naturwissenschaften, sei es Technik.» Obwohl unser Institut die Beantwortung vieler Fragen im methodischen Experiment sucht, wird deshalb womöglich immer die Verbindung mit analytischen Untersuchungen im Walde selbst angestrebt. So wurden unsere noch unveröffentlichten Versuche mit verschiedenen Lärchenökotypen durch ausgedehnte Studien im Walde ergänzt. Aus diesen geht namentlich die Bedeutung des *gesamten* Lebensraumes und seiner Veränderung während des Bestandeslebens für den Erfolg des Lärchenanbaues hervor. *Verschiedene* Herkünfte und sehr *verschiedene* Böden haben sich beispielsweise im schweizerischen Mittelland beim Lärchenanbau bewährt, wenn der waldbaulich geschaffene Lebensraum den ökologischen Ansprüche dieser Baumart genügt. Wir gelangen immer mehr zur Überzeugung, daß der Mischung und Pflege ebenso großes Gewicht zukommt wie der Provenienz und dem Standort. Die Baumartwahl umfaßt deshalb nicht bloß einen standortkundlichen und wirtschaftlichen Fragenkreis, sondern bildet vor allem auch ein spezifisch *waldbauliches* Problem.

Es stellt sich damit die Frage nach dem Wert der Pflanzensoziologie für die waldbaulich wichtige Kennzeichnung der Biochore, um so mehr als einseitige Verfechter dieser vegetationskundlichen Forschungsrichtung alles von ihr erwarten, während ihre Gegner ebenso überzeugt ihren Wert vollständig verkennen. Wie zahlreiche Schweizer, namentlich Braun-Blanquet, Koch, Pallmann, Moor, Etter u. a., vor allem aber auch Deutsche, wie Tüxen, Rubner, Schlenker, Oberdorfer, Scamoni, Hartmann in vielen grundlegenden Untersuchungen gezeigt haben, darf die pflanzensoziologische Zugehörigkeit eines Standortes in Verbindung mit der bodenkundlichen Charakterisierung heute für unsere west- und mitteleuropäischen Verhältnisse immer noch als bester Ausdruck der standörtlichen Gesamtwirkung gewertet werden. Der Vorwurf der einseitigen Dogmatik, welcher oft gegen die Pflanzensoziologie im Sinne Braun-Blanquets erhoben wird, übersieht, daß diese Methode für forstliche Zwecke in neuerer Zeit stets mit der Bodenkunde verbunden wird und daß die Erforschung unserer komplizierten Vegetationseinheiten immer noch in den Anfängen steckt. Darauf sind auch die erschwerenden Änderungen der Systematik und Namengebung zurückzuführen. Die festgestellten Mängel beruhen daher weniger auf der Methode als vielmehr auf ihrer Anwendung an ungeeigneten Objekten und namentlich durch pflanzensoziologisch und bodenkundlich ungenügend Ausgebildete. Die pflanzensoziologisch-bodenkundliche Methode hat sich in der Schweiz auch auf anthropogen stark veränderten Standorten ausgezeichnet bewährt und bildet eines der wichtigsten Mittel zur Standortanalyse.



Pflanzensoziologie und Bodenkunde gehören deshalb zu den in unserem Ausbildungsplan wichtigsten Grundlagenfächern. Vor allem in den praktischen Übungen wird großer Wert auf die Verbindung dieser Fächer gelegt. Pflanzensoziologie oder Bodenkunde allein vermögen die standörtliche Gesamtwirkung nur in seltenen Fällen hinreichend und nie so einfach darzustellen wie ihre Kombination. Dieselbe Waldgesellschaft kann sich z.B. vielleicht auf Moräne, Molasse und Schotter ausbilden, und dementsprechend bieten die ihr zugehörigen Waldbestände nicht nur ungleiches Holz- und Geldertragsvermögen, sondern auch andere Voraussetzungen für die waldbauliche Behandlung. Ebenso erfaßt die Bodenanalyse allein nur einen Teil des standörtlichen Gesamtkomplexes.

Waldbaulich ist jedoch bei voller Wertschätzung von Pflanzensoziologie und Bodenkunde nicht zu übersehen, daß sie die durch den Waldbau geschaffene künstliche Biochore nicht restlos erfassen und daß sich insbesondere die unseren Wirtschaftswäldern innewohnende Entwicklungstendenz vegetationsstatistisch und bodenanalytisch nicht hinreichend zur Darstellung bringen läßt. Waldbauliche, pflanzensoziologische und bodenkundliche Forschung und Betrachtungsweise haben sich daher gegenseitig zu ergänzen.

Der Einfluß des Waldbestandes und Waldbaues auf den Standort, insbesondere auf den Boden, ist in zahlreichen Einzelabhandlungen dargestellt worden, so insbesondere von P a l l m a n n, R i c h a r d, K r a u ß, G a n s s e n, W i t t i c h, L a a t s c h u. a., um nur einige der bedeutendsten Forscher zu nennen. Während ältere Forschungsrichtungen hauptsächlich auf einzelne chemische und physikalische Bodeneigenschaften gerichtet waren, scheint vom waldbaulichen Standpunkt, namentlich im Zusammenhang mit der Baumartenwahl, die neuzeitliche Forschungsrichtung der Bodenkunde wichtig, welche auch die ökologischen Zusammenhänge zu klären versucht. Eine enge Zusammenarbeit von Pflanzensoziologie, insbesondere der Synökologie, mit der Bodenkunde, der Mikrobiologie und dem Waldbau erscheint dabei unumgänglich. An Beispielen, die wir zur Hauptsache Dozent Dr. F e l i x R i c h a r d verdanken, sollen für die Baumartenwahl wesentliche Zusammenhänge zwischen Waldbestand und Boden deutlicher hervorgehoben werden.

Im Jahre 1953 wurden bei Langenthal im schweizerischen Mittelland, auf sauren, staubreichen Rißmoräneböden, in einem alten Eichenmischwald und einem 70- bis 80jährigen reinen Fichtenforst auf elektroanalytischem Wege die Temperaturen und Wassergehalte des Bodens bestimmt. Am 10. April, bei Beginn des Dickenwachstums, und am 13. August zeigten die verschiedenen Bodenhorizonte beispielsweise folgende Temperaturen:

Bodentemperaturen auf einem vergleichbaren Rißmoräneboden bei Langenthal unter einem Eichenmischwald und einem Fichtenforst (nach Richard)

Horizonttiefe cm	Eichen-Mischwald		Fichtenforst	
	10.4.53	13.8.53	10.4.53	13.8.53
10	6,0°	23,5°	4,3°	16,6°
30	4,5°	13,0°	4,1°	13,6°
80	3,5°	11,0°	3,0°	10,9°
125	3,0°	11,0°	2,7°	10,8°

Die beträchtlichen Unterschiede sind weniger auf die verschiedene Ein- und Ausstrahlung als auf die ungleiche Wärmeleitfähigkeit des Bodens infolge verschiedenen Wasser- und Luftgehaltes zurückzuführen.

Für Luft ist die Wärmeleitfähigkeit bekanntlich ungefähr 70mal kleiner als für Wasser. Ein stark lufthaltiger Boden erwärmt sich daher bei der Einstrahlung an der Oberfläche relativ rasch, und gegenüber den tieferliegenden Bodenschichten entsteht ein hohes Temperaturgefälle. Andererseits erwärmt sich der stärker wasserhaltende Boden nur langsam, weil die Wärme rascher nach größerer Bodentiefe abgeleitet wird. Jeder Bestand hat also nicht bloß sein besonderes Bestandesklima, sondern vor allem auch ein ganz spezifisches Bodenklima. Dabei sind die durch die Baumartenmischung und Bestandesstruktur verursachten Unterschiede des Bodenklimas verschiedener Bestände wesentlich größer als diejenigen des Bestandesklimas. Der Einfluß des Bestandes zeigt sich namentlich auch im Wasserhaushalt des Bodens.

Richard stellte in den beiden erwähnten Beständen folgende effektive Wassergehalte des Bodens fest:

Wassergehalt (Pw in % Vp) auf einem vergleichbaren Rißmoräneboden unter einem Eichen-Mischwald und Fichtenforst bei Langenthal

Horizonttiefe cm	Eichen-Mischwald		Fichtenforst	
	10.4.53	13.8.53	10.4.53	13.8.53
10 cm	66%	43%	91%	94%
30 cm	66%	48%	98%	100%
80 cm	97%	96%	98%	100%
125 cm	89%	87%	100%	100%

Solche durch die Bestockung bewirkte Unterschiede von Böden gleicher pflanzensoziologischer Zugehörigkeit bestärken uns in der Forderung, stets die Biochore in ihrer Gesamtheit zu betrachten. Unsere Begriffe «standortsheimisch», «standortsfremd», «standortsgemäß», «stand-

ortswidrig» sollten deshalb nur im Rahmen einer solchen Gesamtbetrachtung verwendet werden. Das standörtliche Verhalten einer bestimmten Baumart ist durch die gesamte Vegetation, deren Bestandteil sie bildet, ebenso stark bedingt wie durch Boden und Klima. Diese Zusammenhänge sind noch wenig abgeklärt und verlangen zu ihrer Erforschung eine Gemeinschaftsarbeit in allen beteiligten Forschungsrichtungen. Als einigermaßen untersucht dürfen einzig die Einflüsse verschiedener Baumarten auf die chemische und einige leicht erfaßbare physikalische Bodenfaktoren gelten.

Namentlich Wittich hat sich in zahlreichen Untersuchungen sehr verdienstvoll mit diesen Fragen befaßt und auf die waldbaulich wichtigen Humusprobleme hingewiesen, welche in engem Zusammenhang mit der Baumartenmischung stehen. Surber (14) hat in seiner Promotionsarbeit gezeigt, wie eine reine Fichtenbestockung unter Umständen sogar auf den relativ wenig empfindlichen und fruchtbaren Standorten des feuchten Eichen-Hagebuchenwaldes eine erhebliche Änderung der pH-Reaktion und Sättigungsgrade zu bewirken vermag, was nachstehendes Beispiel zeigt:

pH-Reaktion und Sättigungsgrade einer tonreichen Braunerde unter einem Laubmischwald und einem Fichtenforst

Bodentiefe	0-5 cm	5-10 cm	20-30 cm	40-50 cm	70-80 cm
<i>Laubmischwald</i>					
pH-Wert .....	6,8	6,3	6,9	6,8	6,5
Sättigungsgrad .....	89%	91%	94%	95%	98%
<i>Fichtenforst</i>					
pH-Wert .....	5,9	5,5	5,9	6,2	6,5
Sättigungsgrad .....	69%	63%	73%	83%	88%

Diese, durch die Bestockung bewirkten Veränderungen des Bodens können für dessen Ertragsvermögen belanglos sein, und es wäre jedenfalls falsch, der Fichte ganz allgemein einen bodenverschlechternden Einfluß zuzuschreiben und jede Senkung des pH-Wertes und jede geringe Bildung von Auflage-Rohhumus als waldbaulichen Nachteil darzustellen. In vielen Fällen dürfte jedoch den noch weitgehend unabgeklärten Einflüssen der Bestockung auf die Mikrofauna und Mikroflora des Bodens eine wesentlich größere Bedeutung zukommen als den rein chemischen und physikalischen Faktoren.

Richard (15) hat 1945 durch sein Testverfahren für die biologische Bodenaktivität solche Zusammenhänge in klassischen Versuchen dargestellt.

Biologische Bodenaktivität (Zelluloseabbau) in den obersten 10 cm von Braunerdeböden mit verschiedener Rohhumusauflage (relative Zahlen nach Reißtest)

Horizont cm	Biologische Bodenaktivität (Zelluloseabbau)		
	Entwickelte Braunerde (ohne Rohhumusauflage) ( <i>Q.-C. aretosum</i> )	Schwach versauerte Braunerde (mit ca. 5 cm Rohhumus) ( <i>Q.-C. luzuletosum</i> )	Stark versauerte Braunerde (mit 8–10 cm Rohhumus) ( <i>Q.-Betuletum</i> )
0–1	1,08	0,66	0,68
2	1,06	0,50	0,31
5	0,88	0,47	0,14
10	0,73	0,24	0,14

Wesentlich schwieriger sind die komplizierten Zusammenhänge zu erfassen, welche zwischen der Biochore und den phytopathologischen und entomologischen Problemen bestehen. Die Untersuchungen Z y c h a s , M e r k e r s , Z w ö l f e r s , G ä u m a n n s , S c h n e i d e r s , B o v e y s u. a., vor allem auch das Buch von K n a p p (16) über die experimentelle Soziologie der Pflanzen deuten darauf hin, in wie hohem Maße die waldbaulich wichtigen gegenseitigen Beziehungen und Einwirkungen von Tieren und Pflanzen vom *gesamten* Lebensraum abhängig sind. Alle Fragen des Forstschatzes, insbesondere auch der pflanzlichen Infektionslehre und der Pflanzenernährung, können heute nur noch unter Berücksichtigung des synökologischen Gesamtfragenkomplexes beantwortet werden. Die biologischen Probleme der Baumartenwahl berühren somit alle Grundlagen des Waldbaues, der Waldertragslehre und der forstlichen Therapie, die Pflanzenphysiologie, Genetik, Pflanzenpathologie, Entomologie, Pflanzensoziologie und Bodenkunde. Wir stehen erst am Anfang der Erforschung dieser Zusammenhänge. Unser Wissen stützt sich noch auf allzu viele Hypothesen und bloß theoretische Überlegungen.

Wenn die oft mißverständene Forderung von unserer Schule erhoben wurde, daß alle waldbaulichen Überlegungen und Planungen vom Naturwald auszugehen haben, wird damit keinesfalls verlangt, ausschließlich natürlich zusammengesetzte Wälder anzustreben. Diese Forderung beruht einzig auf der Erkenntnis, wonach die drei großen Kräftekomplexe Klima, Boden und Vegetation im Naturwald stets einem Gleichgewicht zustreben, obwohl die Ursachen der inneren und äußeren Dynamik fortwährend Änderungen im gesamten Beziehungsgefüge bewirken. In der Biochore einer natürlichen Lebensgemeinschaft ist es daher verhältnismäßig am einfachsten, die einzelnen Kräftekomponenten zu überblicken und in ihrer Bedeutung zu erfassen. Der Naturwald weist als *Ausgangs- und Vergleichsbasis* für die Waldbauplanung u. a. folgende Vorzüge auf:

1. Die pflanzensoziologisch und bodenkundlich untersuchten natürlichen Waldgesellschaften sind eindeutig umschrieben.

2. Ihre dynamisch-genetische Betrachtung erlaubt die Beurteilung der Entwicklungstendenzen von Boden und Vegetation, insbesondere die Unterscheidung von Anfangs-, Übergangs- und Schlußwaldgesellschaften.
3. Die einzelnen Baumarten finden im Naturwald ihren biologischen Eigenschaften entsprechende Bedingungen und zeigen demgemäß ein «natürliches» Verhalten.

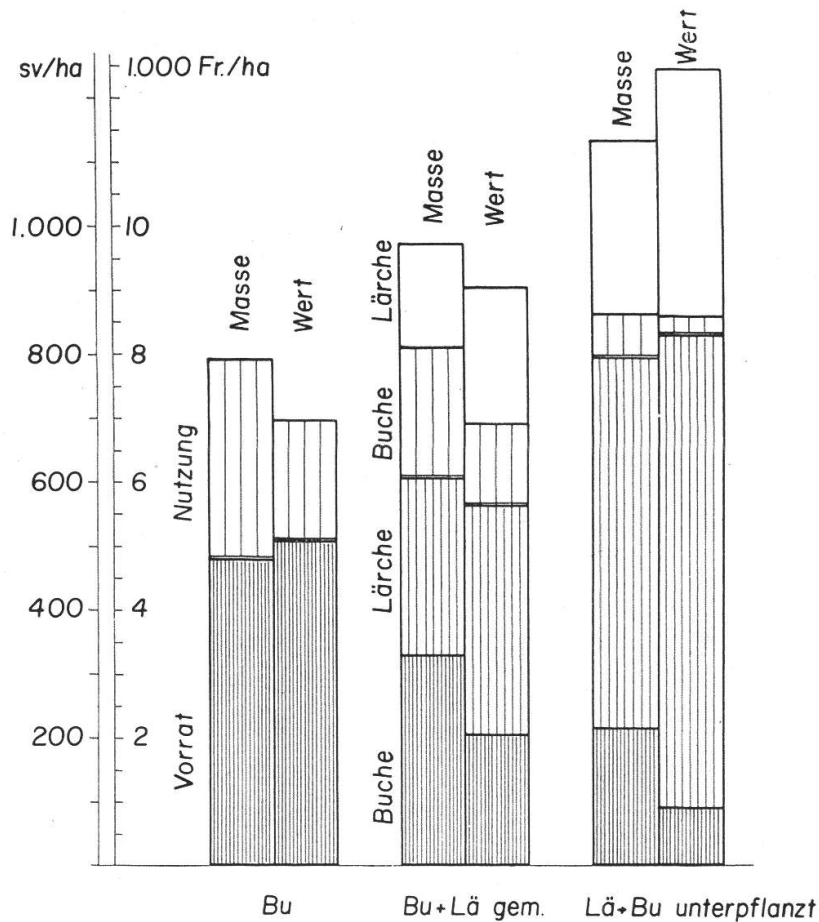
Es ist nicht zu verkennen, daß der naturgemäße Wirtschaftswald neben den bekannten biologischen Vorteilen vielfach auch wirtschaftliche Vorzüge aufweist, zum Beispiel Gewährung eines nachhaltigen Ertragsvermögens, in manchen Fällen ein dauerndes Konkurrenzgleichgewicht und eine biologische Ergänzung der einzelnen Baumarten, die Möglichkeit zur natürlichen Verjüngung usw. Der Naturwald bietet jedoch in vielen Fällen weder den höchstmöglichen Holzertrag noch die höchstmögliche Wertleistung. Je nach Standort und Baumarten ist deshalb ausgehend von der Ökologie des Naturwaldes zu prüfen, ob zur Ertragssteigerung die Mengenverhältnisse (Mischungsgrad) und die Häufungsweise (Mischungsform) ohne Störung des biocönotischen Gleichgewichtes innerhalb gewisser Grenzen verändert werden können. Außerdem vermögen unter Umständen standortsgemäße, der natürlichen Waldgesellschaft nicht angehörende Baumarten als «Gastbaumarten» den Ertrag erheblich zu steigern, wobei immerhin deren Einfluß auf den Standort und Gesellschaftshaushalt einer vorsichtigen Prognose bedarf. Eine bloß biologisch begründete Baumartenwahl wäre häufig wirtschaftlich verfehlt. Von den zahlreichen biologisch zu verantwortenden Baumartenmischungen ist im Wirtschaftswald stets diejenige zu wählen, welche nachhaltig den höchsten Ertrag verspricht und dem Wirtschaftsziel am besten angepaßt erscheint.

Die Bedeutung einer wirtschaftlich richtigen Baumartenwahl soll durch folgendes Beispiel beleuchtet werden:

Auf der Rehalp bei Zürich stocken auf einem Übergangstandort des Eichen-Hagebuchenwaldes zum Vorland-Buchenwald in 600 m ü. M. auf einer Moräne der letzten Eiszeit drei verschiedene Bestände, welche von der Schweiz. Anstalt für das forstliche Versuchswesen seit längerer Zeit in ihrer Entwicklung verfolgt werden. Durch Schirm- oder Saumhiebe wurde vor zirka 125 Jahren die ganze Fläche auf Buchen natürlich verjüngt. Auf einer Teilfläche wurde damals eine Lärchenkultur ausgeführt, welche vor 85 Jahren mit Buchen unterbaut wurde. Eine weitere Teilfläche wurde mit Lärchen durchstellt und weist heute einen gleichalterigen Mischbestand aus Lärche und vorwiegend Buche auf. Schließlich ist eine dritte Teilfläche von einem reinen Buchenbestand bestockt. Alle drei Bestände sind gesund, unterscheiden sich jedenfalls nicht merkbar in ihren



standörtlichen Auswirkungen und dürfen als «standortsgemäß» oder «standortstauglich» bezeichnet werden.



Darstellung 8

Massen- und Werterzeugung der Durchforstungsflächen Rehalp

Aus der Vorratsvermehrung und den erfolgten Nutzungen ließ sich die durchschnittliche jährliche Werterzeugung pro ha für die letzten 30 Jahre auf folgende Beträge berechnen:

Buchenbestand . . . . .	Fr. 200.—
Mischbestand Lärche/Buche . . .	Fr. 800.—
Lärchenbestand mit Buchenunterbau	Fr. 1000.—

Dieses Beispiel zeigt vor allem, wie auch die Angaben aus den Durchforstungsversuchsflächen im Sihlwald, daß dem Waldbau in der zweckmäßigen Baumartenwahl und Waldpflege überaus wirksame Mittel zu einer Ertragssteigerung der Wälder gegeben sind.

Die Möglichkeiten, welche der naturgemäße Wirtschaftswald bietet, sind bei weitem noch nicht voll ausgenützt, und vor allem werden die mannigfaltigen Gelegenheiten zur Bereicherung unserer Wälder mit



Gastbaumarten vielfach noch ungenügend erkannt. Abgesehen von Sonderfällen, wie auf Standorten mit nährstoffarmen, physikalisch ungünstigen oder durch die bisherige Benutzung verdorbenen Böden und in den von Natur aus leistungsschwachen Waldgesellschaften erscheinen vorläufig die Maßnahmen der Düngung, Bodenbearbeitung, wie der Anbau fremdländischer Baumarten in der Schweiz als zweitrangige Bemühungen zur Ertragssteigerung. Diese Auffassung beruht nicht zuletzt auf der Erfahrung, wonach waldbauliche Spitzenleistungen ganzer Forstbetriebe ausnahmslos — wenigstens in unserem Lande — auf die stetige, von Naturschau und Nachhaltigesinnung getragene Tätigkeit hervorragender Waldbauer zurückzuführen sind. Der Dünkel, die Natur beherrschen zu können, hat unseres Wissens noch nirgends zu einem nachhaltigen waldbaulichen Erfolg geführt, in ungezählten Fällen jedoch zu höchst fatalen Folgen. Durch die Geschichte des Waldbaues zieht sich immer wieder die von den Waldbaumeistern ausgehende und von P a r a d e (1862) klassisch formulierte Forderung: *«Imiter la nature, hâter son œuvre, telle est la maxime fondamentale de la sylviculture.»*

### Schlußwort

Zu allen Zeiten bestand das Bestreben, für waldbauliche Aufgaben Normallösungen zu suchen. Dem angestrebten «Normalzustand» und «Normalaufbau» wurden immer wieder große waldbauliche Opfer gebracht. Wenn wir heute jeden Bestand als etwas Einziges und Einmaliges auffassen und diese These sogar als Merkmal der heutigen Waldbaulehre bezeichnet wurde (K ö s t l e r), darf doch das in Theorie und Praxis vielfach sich abzeichnende Streben nach einem neuen Schema nicht verkannt werden. Im Zusammenhang mit der zweckmäßigen Ausscheidung von Standortstypen wird immer wieder versucht, den einzelnen Standorten bestimmte «Zieltypen» zuzuordnen. Mit der Betonung der Waldpflege, der bevorzugten Naturverjüngung der Wälder, der Befreiung vom Schema streng geregelter Hiebsarten und Verjüngungsverfahren und mit der Einführung einer freien, jedem Einzelbestand angepaßten Waldbautechnik verschwindet in der Regel auch die deutlich abgegrenzte Generationenfolge. Vor- und Endnutzungen sind kaum mehr auseinanderzuhalten, und der Begriff «Umtriebszeit» behält höchstens eine rechnerische Bedeutung. An die Stelle des nach landwirtschaftlichem Vorbild entwickelten «Holzackerbaues» tritt eine dynamische, naturgemäße Dauerwaldwirtschaft, bei welcher die Waldbautechnik ihre Aufgabe durch ununterbrochen zweckmäßig gelenkte Lebensabläufe zu erfüllen versucht. Aus der unendlichen Fülle der Möglichkeiten werden auf Grund periodischer Planungen immer wieder jene gewählt, welche der wirtschaftlichen Zielsetzung nachhaltig am besten entsprechen. Die Baumartenwahl ist somit für einen bestimmten Standort nicht eine einmalige, sondern stets sich

von neuem stellende Aufgabe. Die biologische und wirtschaftliche Gebundenheit des Waldbaues äußert sich in der Baumartenwahl am offensichtlichsten. Diese läßt uns aber auch besonders deutlich erkennen, daß die waldbauliche Grundlagenforschung erst am Anfang steht und allzu viele Fragen rein intuitiv beantwortet werden müssen. Wir sind noch weit davon entfernt, in ähnlicher Weise wie die Landwirtschaft die Artenwahl treffen zu können, und es erscheint recht unwahrscheinlich, daß der Waldbau jemals mit Vorteil zu einer eigentlichen Bodenwirtschaft im Sinne des Feldbaues übergehen würde, wenn wir vom Pappelanbau oder andern Sonderfällen der eigentlichen Holzzucht absehen. Bei aller Betonung der Wichtigkeit von Bodenkunde, Pflanzensoziologie, Pflanzenphysiologie, Ökologie, Vererbungs- und Züchtungslehre ist nicht zu übersehen, daß der Waldbau nicht eine bloße Anwendung dieser Wissensgebiete darstellt. In der Baumartenwahl gelangt sein Eigencharakter deutlich zum Ausdruck. Ebensowenig wie die Probleme der Baumartenwahl ausschließlich unter dem Gesichtswinkel des Holzmarktes zu lösen sind, vermögen Bodenkunde und Pflanzensoziologie allein der Gesamtheit der sich dabei stellenden Fragen zu genügen; die Baumartenwahl bleibt ein *waldbauliches* Kernproblem streng regionaler Art. Das Streben nach bestmöglichen Lösungen stellt daher den Waldbauer in jedem Einzelfall vor neue Fragen und läßt ihn immer wieder von neuem bewußt werden, wie wenig wir von der Biologie unserer Baumarten kennen und wie weit uns die Lebensgesetze des Waldes noch verborgen sind.

#### Literatur

1. Locher, A.: Versuch einer Schätzung der Produktionsfähigkeit des Schweizer Waldareals bei natürlicher Bestockung. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1948.
2. Krahl-Urban, J.: Die maximale Wertholzleistungsfähigkeit in Eichenbeständen. Forstw. Centralbl., 1952.
3. Olberg, A.: Maximale Wertholzleistungsfähigkeit in gleichaltrigen reinen Beständen. Forstw. Centralbl., 1951.
4. Mayer-Wegelin, H.: Verwertung und Aushaltung des Buchenstammholzes. Schriftenreihe der Forstl. Fakultät der Univ. Göttingen, Bd. 2, Frankfurt 1951.
5. Mayer-Wegelin, H.: Der Einfluß von Schaftform und Holzfehlern auf den Wert des Buchenstammes. «Holz als Roh- und Werkstoff», 1953.
6. Mikulka, B.: Versuch zur zahlenmäßigen Erfassung der Qualität von Waldbeständen. Diss. ETH, 1955.
7. Silvy-Leligois: Evolution des ressources en chêne de placage. Revue forestière française, 1954.
8. Etter, H.: Zur Theorie der Waldbonitierung. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1950.
9. Köstler, J.: Waldpflege, 1953.
10. Pallmann, H.: Bodenkunde und Pflanzensoziologie. Kultur- und Staatswirtschaftliche Schriften der ETH, Nr. 60, Zürich 1948.
11. Leibundgut, H.: Biologische und wirtschaftliche Gesichtspunkte im schweizerischen Waldbau. Allg. Forstztg., 1950.
12. Etter, H.: Grundsätzliche Betrachtungen zur Beschreibung und Kennzeichnung der Biochore. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1954.

13. *Leiber, L.*: Waldbau. Allg. Forstztschr., 5. Jg., Nr. 23, 1950.
14. *Surber, E.*: Untersuchungen an Mittelwaldfichten im nordostschweizerischen Laubmischwaldgebiet. Diss., 1950.
15. *Richard, F.*: Der biologische Aufbau von Zellulose- und Eiweiß-Testschnüren im Boden von Wald- und Rasengesellschaften. Mitt. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, XXIV, 1945.
16. *Knapp, R.*: Experimentelle Soziologie der höheren Pflanzen, 1. Bd.: Einwirkung der Pflanzen aufeinander, Soziologie d. Keimung u. des aufwachsenden Bestandes Stuttgart 1954.

## Résumé

### Le choix des essences, problème biologique et économique

La sylviculture possède dans le choix des essences un moyen très efficace d'augmenter le rendement des forêts. On se fait souvent une fausse idée du rendement possible en argent des diverses essences. L'importance de la qualité et de la dimension est démontrée à l'aide de quelques exemples, qui font ressortir la nécessité d'une culture forestière plus intensive. Des résultats mettent en relief le succès d'une bonne éclaircie. La complexité des relations biologiques régissant la sylviculture est soulignée et l'on fait valoir les avantages des peuplements naturels. L'exposé s'élève contre l'application d'une conception agricole en sylviculture et relève la maxime classique de Parade.

*O. Lenz*

## Über die künstliche Strukturverbesserung von Ton- und Staubböden

Von *Felix Richard*

(Oxf. 114.14)  
(11.41)

### Inhaltsverzeichnis

1. Die Bedeutung der Bodenstruktur für das Pflanzenwachstum.
2. Die Veränderung der Bodenstruktur durch Zugabe von Krillium:
  - a) Der Einfluß von Krillium auf die Veränderung der Aggregatgröße.
  - b) Der Einfluß des Säuregrades auf die Krümelbildung durch Krillium.

### 1. Die Bedeutung der Bodenstruktur für das Pflanzenwachstum

Die Struktur ist einer der wichtigsten physikalischen Bodenfaktoren, die das Wachstum der Pflanzen beeinflussen. Selbst unter optimaler Nährstoffversorgung kann der Pflanzenertrag infolge ungünstiger physikalischer Bodenverhältnisse niedrig sein. Durch die Tätigkeit der Bodentiere, unter dem Einfluß des Wassers und des Frostes, durch das Eindringen der Pflanzenwurzeln und durch die physikalische und chemische Reaktion der Ton- und Humussubstanzen werden die einzelnen festen organischen und anorganischen Bauelemente vermengt und so zu einem *Gefüge* aufgebaut, daß im Boden eine große Zahl von