

## Zur Methodik forstlicher Versuche

Von E. ASSMANN

*Forstwiss. Cbl. 1975, 94, 255-264*

In seinem Artikel „Ziele, Methoden und Organisation der forstlichen Forschung“ (Forstw. Cbl. 1970, S. 321-328) hat der Verfasser bereits auf die Grundprobleme der forstlichen Forschung von heute hingewiesen und dabei die *Notwendigkeit der Gemeinschaftsforschung* herausgestellt. Dies wurde an der Forstlichen Forschungsanstalt München u. a. verwirklicht durch die ausgezeichnete Zusammenarbeit des Institutes für Ertragskunde und des Institutes für Bodenkunde und Standortlehre, das bis vor kurzem noch unter der Leitung unseres Jubilars stand. Aus der erwähnten Veröffentlichung sei hier ein Satz zitiert, der im Zusammenhang mit hier zu behandelnden Problemen aktuell erscheint: „Die forstliche Forschung darf nicht kurzfristig auf gerade akut gewordene Probleme beschränkt oder etwa auf die Erzeugung im Augenblick günstig absetzbarer Holzdimensionen und Sortimenten abgestellt werden.“

Anhand der bisherigen Ergebnisse von zwei bedeutenden Versuchsanlagen und den dabei gemachten Erfahrungen sollen hier einige Probleme forstlicher Versuche beleuchtet werden. Es handelt sich um den bekannten Fichten-Durchforstungs-Versuch *Bowmont* in Großbritannien, der hinsichtlich statistischer Grundforderungen geradezu mustergültig angelegt wurde, und den Fichten-Verbands-Versuch *Wessling*, der s. Z. von einem forstlichen Praktiker mit bewunderungswürdiger Großzügigkeit begründet wurde.

### 1. Der Durchforstungsversuch Bowmont

In Ergänzung zu den im Schrifttum bisher veröffentlichten Ergebnissen dieses hochinteressanten, unweit der schottischen Ostküste südöstlich von Edinburgh 1930 von J. A. B. MACDONALD angelegten Fichten-Durchforstungs-Versuches (HUMMEL 1947, MACKENZIE 1962, ASSMANN 1961, 1964) erhielt der Verfasser freundlicherweise von Mr. A. M. MACKENZIE zusätzliche Daten bis 1965 und vom Department Leader in ALICE HOLT, Mr. J. M. CHRISTIE, Daten neuer Aufnahmen von 1970. Während nun die Versuchsergebnisse bis zum Alter 50 (Aufnahmejahr 1960, die im Artikel des Verfassers in der Allg. Forst- u. Jagdztg. 1964, S. 213-228) zusammenfassend behandelt wurden, sowohl anhand der originalen Volumenwerte von MACKENZIE wie auch bezüglich dieser vom Verfasser ausgeglichenen Derbholzwerte, besonders aber hinsichtlich der vom Verfasser berechneten ausgeglichenen Schaffholzwerte den theoretischen Erwartungen bezüglich der Zusammenhänge zwischen mittlerer Grundflächenhaltung und Zuwachs gut entsprechen, ist dies für die weiter erhobenen Versuchsdaten nicht mehr der Fall. Für die Beobachtungsperiode vom Alter 40 bis 50 ergaben sich noch folgende Zuwachswerte, wie in der Tabelle auf S. 256 aufgeführt.

Die Daten des L/C-Grades sollen wegen der besonderen Effekte einer Hochdurchforstung hier aus dem Spiel bleiben.

Gegenüber diesen plausiblen Ergebnissen weisen die dem Verfasser zur Verfügung gestellten Daten der Neuberechnung von ALICE HOLT einen unwahrscheinlichen

1975-1  
ASSMANN, E

Df.-Grad	bei einer mittl. Grundflächenhaltung von		nach Daten von MACKENZIE		nach Berechnung von ASSMANN	
	m <sup>2</sup>	%	Derbholz m <sup>3</sup>	%	Schaftholz m <sup>3</sup>	%
B	68,3	100	22,7	100	22,8	100
C	53,7	79	24,7	109	23,1	101
D	36,2	53	21,7	96	19,4	85

Sturz des Volumenzuwachses beim bisherigen B-Grad<sup>1</sup> auf, dem eine ebenso unwahrscheinliche Zuwachsüberlegenheit des D-Grades in der Z. P. vom A. 50 bis 60 gegenübersteht. Von einer Veröffentlichung wird hier abgesehen und diese Herrn J. M. CHRISTIE überlassen, mit dem der Verfasser sich in einem Briefwechsel über die hier anstehenden Probleme in Verbindung setzte. Wie kam es nun zu diesen Schwierigkeiten?

#### a. Die Derbholzrechnung und ihre Problematik

Mit Übernahme des Bowmont-Versuches ist ALICE HOLT zu einer strikt konsequenten Derbholzrechnung übergegangen. Die Derbholzformzahlen dieser Volumenberechnungen beruhen auf örtlichen Erhebungen an stehenden Probebäumen. Dabei wird die unangenehm große bedingte Standardabweichung der Formzahl in bezug auf den Zusammenhang zwischen Formzahl und Brusthöhendurchmesser, deren Prozentwert in bezug auf die Daten des Grundflächenmittelstammes bekanntlich (ASSMANN 1957) nahezu doppelt so groß ist wie der bezügliche Wert für die Höhe, noch durch unvermeidliche Meßfehler bei der Stehendmessung vergrößert. So kommt es zu unregelmäßigen starken Sprüngen und ganz unwahrscheinlichen Zuwachswerten für den Volumenzuwachs<sup>2</sup>. Dies gilt schon für die etwaige Ermittlung von Schaftholzformzahlen. Bei der Derbholzformzahl kommt erschwerend hinzu die fiktive Vergrößerung des Schaftvolumens durch das Überschreiten der Meßschwelle von 7,0 cm. Anhand von Probebäumen einer Fichtenversuchsreihe des Münchner Institutes (Starnberg 92) erhöht sich z. B. das Derbholzvolumen von Fichten im Durchmesserbereich von 6,0 bis 12,0 cm  $d_{1,3}$  von 0 % des gleichzeitig vorhandenen Schaftholzvolumens auf 91 %. Danach kann man sich eine Vorstellung machen von der *Verzerrung der tatsächlichen Zuwachswerte in jungen Fichtenbeständen*. Hinzu kommt im Falle Bowmont noch, daß bei der Neuberechnung vom Beginn des Versuches an Bäume mit einem  $d_{1,3}$  von weniger als 7,0 cm völlig unberücksichtigt blieben, wodurch ein etwaiger „Einwachs“ ins Derbholz zu einer bedeutenden Zuwachserhöhung führt, während andererseits das Ausscheiden von beispielsweise 2272 Bäumen je ha der B-Parzellen als Zuwachsleistung völlig unbeachtet bleiben müßte.

Nicht nur diese „extreme“ Derbholzrechnung, sondern auch die von unseren deutschen Forstlichen Versuchsanstalten bisher vielfach geübte Derbholzrechnung ist bei

<sup>1</sup> Die ursprünglich vorgesehene Behandlung im B-Grad wurde auf einen A-Grad umgestellt.

<sup>2</sup> Diesen Umständen wird bei der Berechnungsmethodik unseres Münchner Institutes so begegnet, daß allen Berechnungen von laufenden Volumenzuwächsen *Formzahltafeln* zugrunde gelegt werden, z. B. von KENNEL (1969) für Buche und Fichte. Denn in diesen Tafeln sind die korrelativen Zusammenhänge mit  $d_{1,3}$  und  $h$  berücksichtigt. Selbst wenn das jeweilige örtliche Form-Niveau abweichen sollte, entsprechen die so benutzten Formzahlwerte den jeweiligen Änderungen von  $d$  und  $h$ , die örtlich mit großer Genauigkeit erhoben werden können. Ferner werden nach Möglichkeit alle ausscheidenden Bäume sektionsweise vermessen und bei Liquidation eines Versuches die Endbestandbäume nach Fällung sektionsweise aufgenommen. So kann das jeweilige örtliche Form-Niveau bestimmt und die tatsächliche gesamte Volumenleistung genau berechnet werden.

ertragskundlichen Versuchen grundsätzlich abzulehnen. Denn unsere Versuche sollen doch primär zur *Feststellung wirklicher Wuchsleistungen* und von *Gesetzmäßigkeiten bei der Wuchsleistung als Folge von Durchforstungseingriffen* dienen. Messungen des Schaffholzes bei Nadelbäumen mit  $\pm$  durchgehenden Schäften, welche die jeweiligen Schaffformen hinreichend belegen, gestatten es ohne weiteres, die Produktionswerte für Hölzer *beliebiger Grenzdurchmesser* abzuleiten<sup>3</sup>. Dazu sollte beachtet werden, daß die *Dimensions-Untergrenzen industriell verwertbaren Holzes in naher Zukunft mit großer Wahrscheinlichkeit sich bedeutend vermindern werden*. Strenggenommen müßten wir bei wissenschaftlichen Untersuchungen *nicht nur die Produktion an Schaffholz erfassen, sondern die gesamte ober- und unterirdische Produktion an Trockengewicht*. Wie B. VON DROSTE ZU HÜLSHOFF (1969) bei seinen morphometrischen Untersuchungen in einem 76jährigen Fichtenbestand mit 27,0 m Mittelhöhe feststellte, verteilte sich der *Zuwachs an Trockengewicht mit nur 38 % auf das Schaffholz* und mit 21 % auf Triebachsen sowie 41 % auf Nadeln. Man kann sich danach die unerhörten Differenzen vorstellen, die sich bei strikter Derbholzmessung zwischen tatsächlichen Produktionsleistungen von Jungbeständen und den etwa berechneten „Derbholzzuwächsen“ ergeben.

### b. Das Problem der Parzellengröße

Ein weiteres Problem, das Folgerungen aus dem Versuch Bowmont, zumindestens vom Alter 50 ab, fragwürdig macht, ist die *geringe Parzellengröße von je nur 0,0405 ha und die zu geringe Breite der Isolierstreifen von nur etwa 8,5 m*. Bekanntlich wurde dieser Versuch in Form eines „latin square“ mit je 4 Wiederholungen der jeweiligen Df.-Grade, also geradezu beispielgebend angelegt. Inzwischen haben aber die Baumhöhen und Kronenbreiten, insbesondere bei den stärkeren Df.-Graden, Dimensionen erreicht, für welche die kleinen Parzellenflächen und schmalen Isolierstreifen nicht mehr ausreichen. So hat nach Angaben von MACKENZIE im Alter 55 der mittlere Kronendurchmesser in den D-Grad-Parzellen i. M. 5,49 m betragen, und dies bei einer Stammzahl von i. M. 365 je ha, das heißt also von nur 14,8 bzw. rd. 15 Bäumen je Parzelle! Bei völlig gleichmäßiger Verteilung der Bäume und unmittelbarem Kronenkontakt würden diese Bäume *an gesamter Standfläche* je Parzelle beanspruchen: bei regelmäßigem *Quadratverband*  $14,8 \times 5,49^2 = 4,46 a$ , bei *Dreiecksverband*  $14,8 \times 5,49^2 \times 0,866 = 3,86 a$  und bei Annahme eines „gemischten“ *Verbandes* 4,16 a, also eine Fläche, welche die Parzellengröße bereits überschreitet. Vermutlich ist aber bei der vorliegenden unregelmäßigen Stellung die beanspruchte Standflächen noch größer. Spätestens vom Alter 55 ab, vermutlich aber noch früher, dürften die Bäume der D-Parzellen größere Standflächen zur Verfügung gehabt haben als von ihnen in einem geschlossenen Bestande hinreichender Ausdehnung beansprucht werden konnte. Hinzu kommt die *zu geringe Breite der Isolierstreifen*, welche nur noch der halben inzwischen erreichten durchschnittlichen Bestandeshöhe von rd. 19 m entspricht. Bei der jetzigen Situation des Versuches liegt jedenfalls die Gefahr vor, daß bei den gegebenen unnatürlichen Verhältnissen zwischen Randlänge und „Bestandesgröße“ einseitige Begünstigungen zahlreicher Versuchsbäume ausgelöst werden, welche zur Errechnung systematisch zu hoher Flächen-Zuwachsleistungen führen. Es wäre von Interesse, wenn von einigen Versuchspartellen Kronenkarten angefertigt werden könnten, welche den jeweils angrenzenden Isolierstreifen mit erfassen.

Der Verfasser bittet darum, seine Ausführungen keinesfalls als „negative Kritik“ aufzufassen, sondern als notwendige Folgerungen aus konkreten Versuchsergebnissen.

<sup>3</sup> Dies geschah z. B. bei der Holzaufkommensprognose für das Land Bayern seitens des Münchner Institutes für Ertrags- bzw. Waldwachstumskunde.

Auch bei wissenschaftlichen Aktivitäten sind unangenehme Erfahrungen, die wir machen müssen, von besonderem Wert. Kurz zusammengefaßt läßt sich folgern:

1. Die bislang bei forstlichen Versuchen, speziell auch in Deutschland, angewendete „Derbholzrechnung“ ist grundsätzlich abzulehnen. Sie bietet ohnehin für Nadelbäume mit durchgehenden Schäften, wie z. B. Fichten, keine meßtechnischen Vorteile. Sie könnte allenfalls für Versuche in älteren Laubholzbeständen als „Notlösung“ zugestanden werden.
2. Bei Neuanlage von forstlichen Versuchen muß die *Parzellengröße von den Baumdimensionen abhängig gemacht werden, welche bei der vorgesehenen Versuchsdauer im Endbestand wahrscheinlich erreicht werden*. Es sollte so eine *Mindestbaumzahl je Parzelle beim Versuchsende* sichergestellt werden, welche den statistischen Notwendigkeiten gerecht wird.

## 2. Der Fichten-Verbands-Versuch Wessling

Über diesem im Gräflich Toerring'schen Forstrevier Wessling in Oberbayern (nahe dem Ammersee) im Jahre 1910 von Forstmeister KLEIN bewundernswürdig großzügig angelegten Fichten-Verbands-Versuch, bei dem auf einem hochproduktiven Jungmoränenstandort auf je 0,72 ha (!) großen Parzellen alle Quadratverbände von 1,1 bis 2,0, mit je nur 0,1 m Unterschied, und ein 4,0 m Extremverband durch Pflanzung 4j. verschulter Fichten angelegt wurde, hat VANSELOW (1942, 1950, 1956), der den Versuch 1941, also nach 31 Jahren unter Kontrolle nahm, mehrfach berichtet.

Die bis 1954 erzielten Versuchsergebnisse stehen in guter Parallele zu denen der sonstigen Verbandsversuche in Fichte. In der Gesamtwuchsleistung und im dGZ 48 an Schaffholz und Derbholz (!) rangieren die Engverbände 1,1 bis 1,3 mit dGZ 13,3 vor den Mittelverbänden 1,4-1,7 mit dGZ 12,0 und diese vor den Weitverbänden 1,8-2,0 mit 11,6 fm dGZ. Der extreme Weitverband 4,0, der nach 6 Jahren durch eine Nachpflanzung im 1,0-Vbd. ohne Erfolg „ergänzt“ wurde, fällt mit dGZ 8,1 erheblich ab.

Während die ersten Versuchsaufnahmen wegen der enormen Parzellengröße auf bestimmte Reihen beschränkt werden mußten, wurden 1954 Teilparzellen von je 0,23 bis 0,38 ha Größe so ausgewählt, daß eine standörtliche Vergleichbarkeit in dem welligen Gelände mit diesbezüglichen größeren Schwankungen einigermaßen gesichert erschien. Tatsächlich ergaben sich aber im Zuge der weiteren Aufnahmen und Berechnungen „Sprünge“ beim Übergang von den Gesamtparzellen zu Teilparzellen und z. T. beträchtliche Unterschiede in der Höhenbonität dieser Teilparzellen, die nicht durch den unterschiedlichen Ausgangsverband bestimmt sein können. *Wie auch bei anderen bekannten Verbandsversuchen wurden hier die möglichen Auswirkungen der Ausgangsverbände durch eine mehr oder weniger gleichartige und relativ starke Durchforstung überdeckt*. Dies läßt die Übersicht 1 erkennen, in welcher die Oberhöhenbonitäten, die Volumzuwächse, die mittleren Stammzahl- und mittleren Grundflächenhaltungen von 4 Parzellen während der Altersperiode 48-62 wiedergegeben sind sowie die entsprechenden Werte der Fichten - E. T. VON ASSMANN-FRANZ.

Die Übersicht macht erhebliche *Bonitätsunterschiede* der 1,1- und 1,5-m-Parzellen gegenüber der 1,9-m-Parzelle deutlich, *welche der 1,5-m-Parzelle um 3 bis 4 m in der Oberhöhenbonität überlegen ist*. Während die wirklichen Zuwachsleistungen zur Annahme einer Überlegenheit des Weitverbandes in der Volumenleistung verleiten könnten, beweisen die Vergleichsziffern der Ertragstafel und die auffällige Angleichung der Daten für Stammzahl- und Grundflächenhaltung an die Ertragstafel-Sollwerte, daß diese Überlegenheit auf einem gegebenen *Standortunterschied* beruht. Wenn trotz des überdeckenden Einflusses der geübten etwa gleichstarken Durchforstung der 1,9-m-Verband beim Zugrundelegen der Sollwertprozente deutlich abfällt,

## Übersicht 1

Volumenzuwächse an Schaffholz von 4 Parzellen des Verbandsversuches Wessling in der Altersperiode 48-62 (H. 1954—F. 1967) verglichen mit den Daten der E. T. von Assmann-Franz, oberes Ertragsniveau

Verband m	Oberhöhen- Bonität im Alter		Mittlere Stamm- zahlhaltung		Mittlere Grund- flächenhaltung		Jährlicher Volumenzuwachs an Schaffholz			
	48	62	abs.	%	m <sup>2</sup>	%	wirklich m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	in % der E. T.
1,1	37,5	37,6	1437 (1238)	100	52,2 (53,7)	100	25,1	100	24,1	104 %
1,5	36,7	36,2	1299 (1318)	90	48,5 (50,8)	93	22,6	90	22,8	99 %
1,9	39,6	40,2	1117 (1164)	78	54,2 (56,7)	104	25,8	103	27,0	96 %
4,0	39,1	39,6	575 (1164)		44,6 (56,7)	86	23,1	92	26,4	88 %

so kann daraus auf eine *Unterlegenheit des Weitverbandes* im laufenden Volumenzuwachs dieser Altersperiode geschlossen werden. In der Gesamtwuchsleistung an Schaffholz ist sie auf jeden Fall gesichert noch größer. Leider kann der volle Umfang erst nach weiteren Untersuchungen berechnet werden, welche einen Übergang von den ermittelten Zuwachsleistungen der verkleinerten Restparzellen zu denen der größeren Ausgangsparzellen sicherstellen. Der starke Leistungsabfall zum extremen Weitverband 4,0 m ist nicht verwunderlich, wenn man die Ertragstafel-Vergleichswerte ins Auge faßt und bedenkt, daß dieser Bestand mit nur 625 Pflanzen je ha begründet wurde, von denen im Alter 48 noch 576 Bäume vorhanden waren. Von der 6 Jahre nach der Erstkultur vorgenommenen Nachpflanzung mit 9375 Pfl. je ha waren 1954, im Alter 48, nur noch kümmerliche Reste vorhanden, die bis auf wenige Bäume entnommen wurden.

Die aufgezeigten Schwierigkeiten bei der Auswertung dieses Verbandsversuches waren Anlaß zu Spezialuntersuchungen, die noch nicht abgeschlossen sind. U. a. wurden im Rahmen von Semesterarbeiten und insbesondere von zwei Diplomarbeiten von M. HESSEL (1970) und H. MEYER (1970) 6 repräsentative Biogruppen in den Verbandspartellen 1,1, 1,9 und 4,0 einer eingehenden morphometrischen Untersuchung unterworfen. In diesen Biogruppen wurden die Kronenprojektionen des jeweiligen herrschenden „Zentralbaumes“ und seiner 6-8 Nachbarbäume durch Abloten bestimmt. An dem dann gefällten Zentralbaum wurde u. a. das Trockengewicht von Schaft, Triebachsen und Nadeln bestimmt und die Dimensionen der Äste gemessen. Die Entnahme von Stammscheiben in kurzen Abständen erlaubte es, den Wuchsgang zu analysieren und systematische Trockengewichtsbestimmungen des Schaftes vorzunehmen. In der Übersicht 2 wird ein Extrakt der Meßergebnisse geboten und versucht, einen Zusammenhang zwischen der absoluten und schirmflächenbezogenen Zuwachsleistungen der Zentralbäume und einem sogenannten „Konkurrenzdruck“ aufzuzeigen, dem diese Zentralbäume während der letzten 10 Jahre ausgesetzt waren. Zur Berechnung des Konkurrenzdruckes entwickelte der Verfasser folgende Formel:

$$KD = \sum \left( \frac{1}{s_{1-i}} \cdot \frac{b_z}{s_{1-i}} \cdot \frac{l_{1-i} \cdot b_{1-i}}{l_z \cdot b_z} \right) : i \quad (1)$$

Darin ist  $s$  der Abstand der Nachbarbäume 1 bis  $i$ ,  $b_z$  die Kronenbreite des Zentralbaumes,  $l \cdot b$  das Produkt von Kronenlänge mal Kronenbreite der einzelnen Bäume. In der Formel wird der Reziprokwert der Baumabstände, der eine mit zuneh-

mendem Abstand sich vermindern Konkurrenzwirkung wiedergibt, durch Multiplikation mit dem Verhältnis Kronenbreite des Zentralbaumes zum jeweiligen Abstandswert sozusagen „normiert“ und weiter mit dem Verhältnis der Kronendimensionen des jeweiligen Nachbarn zu denen des Zentralbaumes korrigiert. Da die Daten der Kronenbreiten der Nachbarbäume im Augenblick nicht greifbar sind, wird für das letzte Glied der Formel ersatzweise das Verhältnis  $g_{1,3} \cdot h$  der Nachbarbäume zum Zentralbaum benutzt. Weiter wurde zur raschen Berechnung anstelle der jeweiligen Einzelwerte für die Nachbarbäume einheitlich das arithmetische Mittel der 6 nächsten Nachbarbäume benutzt. Die so vereinfachte Formel lautet dann

$$KD = \frac{b_z}{S_m^2} \cdot \frac{gh_m}{gh_z} \quad (2)$$

Zum Begriff des KD sei noch bemerkt, daß man pflanzenphysiologisch eine *Wurzelkonkurrenz* und eine *Strahlungskonkurrenz* unterscheiden kann, die beide offenbar mit wachsendem Abstand der Bäume voneinander sich vermindern. Der Stärkegrad der Wurzelkonkurrenz dürfte vom Nährstoffangebot und — ganz besonders — vom Wasserhaushalt des Bodens und dem davon abhängigen Angebot an Transpirationswasser bestimmt sein. Hier spielen also spezifische Eigenschaften von Boden und Klein-Standort (Geländeform, Hangneigung, Bodenprofil, Durchwurzelungstiefe) eine entscheidende Rolle. Auch die primär von den großklimatisch gegebenen Strahlungsmengen abhängige Strahlungskonkurrenz dürfte noch durch Exposition und Geländeform beeinflußt sein<sup>4</sup>. Auf die jeweilige *Wuchskonstellation* in den Biogruppen kommt es entscheidend an. Sie muß durch exakte Messung der Kronendimensionen und der Verhältnisse im Kronenraum erfaßt werden. Hierbei ist noch klarzustellen, inwieweit der größere oder geringere Stammabstand durch die absoluten und relativen Kronendimensionen der Nachbarn in seiner Konkurrenzwirkung beeinflußt wird. Dabei sollte nicht mit Durchschnittswerten operiert werden, wie das hier behelfsweise geschieht; vielmehr müssen diese Beziehungen zu jedem Nachbarn der betrachteten Zentralbäume einzeln in die Rechnung eingebracht werden, wie das in der Formel (1) geschieht. Auch muß klargelegt werden, wie lange die jetzt beobachtete Wuchskonstellation bisher bestanden hat. Es kann ja innerhalb der jeweils herangezogenen rückliegenden 5 oder 10 Zuwachsjahre ein starker Konkurrent ausgeschieden sein.

Aus der Übersicht 2 kann vor allem entnommen werden: Während die *absoluten* Werte der *Zuwachsleistungen* an Schaftvolumen *mit Vergrößerung der Kronen* und der jeweiligen den Zentralbäumen verfügblichen Standräume, welche durch die Kronendimensionen und Abstandswerte bestimmt sind, *anstiegen, sinken die schirmflächenbezogenen Zuwächse an Volumen und — noch stärker — an Trockenstoff*. Zugleich *sinken* aber *auch* die Werte für den berechneten Konkurrenzdruck. Die auftretenden „Ausreißer“ dürften durch die spezielle Wuchskonstellation bedingt sein, die sich in den hier nicht wiederzugebenden Kronenprojektionskarten der einzelnen Biogruppen abzeichnet. An den beiden repräsentativen Zentralbäumen des 4×4-m-Verbandes zeigt sich, was ohne jegliche sogenannte „Wuchshemmungen“ durch konkurrierende Nachbarbäume, die ja heute so verpönt sind, an flächenbezogener Bestandesproduktion von Volumen und Trockengewichten auf besten Fichtenstandorten zu erwarten wäre, von der Holzqualität nicht zu reden!

Diesbezüglich gibt die Übersicht 3 weitere Aufschlüsse. Mit Erweiterung des Verbandes steigen, wie zu erwarten, Astlängen und -stärken bedeutend an. Die Trocken-

<sup>4</sup> Die bestehenden Zusammenhänge werden noch durch Wurzelverwachsungen („Wurzelbund“) kompliziert, die bei Fichten häufig zu beobachten sind und einer speziellen Untersuchung durch Pflanzenphysiologen würdig wären, um die hier bestehenden Nachbarwirkungen zu klären.

Übersicht 2. Dimensionen und Zuwachsleistungen der 6 Zentralbäume

Mittlere Abstände und g.h-Relationen der jeweils 6 Nachbarbäume zum Zentralbaum sowie deren Konkurrenzdruck auf den Zentralbaum

Verband und Nr. des Z. B.	Bezeichnung	d 1,3 cm	h m	Kronen-		Mittl. Abstd. der 6 Nachbarn m	gh m gh z	an Volumen		je qm Schirmfl.		an Trocken- gewicht		Konkurrenz- druck	
				Länge m	Breite m			l	%	l	%	l	%	l	%
1,1 × 1,1 1	Zentral-Baum Mittel der 6 Nachbarn	28,1	28,95	10,6	2,6	2,51	0,643	25,6	100	4,82	100	1,91	100	0,265	100
		23,3	27,15												
3	M. d. N. Z.-B.	34,2	28,6	10,9	3,8	2,62	0,286	28,6	112	2,52	52	0,93	49	0,158	60
		19,4	25,3												
1,9 × 1,9 5	M. d. N. Z.-B.	37,0	30,0	10,6	3,2	2,72	0,416	38,1	149	4,74	98	1,73	91	0,181	68
		25,1	27,2												
6	M. d. N. Z.-B.	37,6	30,4	11,0	4,8	3,22	0,399	44,5	174	2,46	51	0,86	45	0,185	70
		25,3	26,7												
4,0 × 4,0 2	M. d. N. Z.-B.	41,0	29,2	16,4	4,8	4,43	0,538	44,5	174	2,43	50	0,86	45	0,132	50
		31,8	26,1												
4	M. d. N. Z.-B.	46,3	31,1	15,8	5,2	4,28	0,559	58,9	230	2,78	58	0,98	51	0,159	60
		35,7	29,2												

gewichte der *Trocken-  
äste*, welche nicht aufge-  
führt sind, konnten für  
die Zentralbäume 1, 5  
und 2 annähernd berech-  
net werden. Sie betragen  
2,46, 5,97 und 29,38 kg,  
sind also beim Weitver-  
band mehr als doppelt so  
hoch und *beim Extrem-  
verband* (bei dem sie bis  
zum Stammfuß reichen)  
sogar *fast 12mal so hoch  
wie beim Engverband*.  
Auch lassen die Daten  
über die Nadelanteile je  
kg Gesamttrockengewicht  
und vor allem die Trok-  
kengewichtszuwächse der  
Schäfte je kg Nadeln er-  
kennen, daß die *Ökolo-  
gie der photosyntheti-  
schen Leistung beim Ex-  
tremverband entschieden  
schlecht ist*: Hier werden  
von den Einzelbäumen  
bei sehr weiten Stand-  
räumen die Kronen un-  
gehemmt entwickelt und  
so die Anteile der respi-  
rierenden Triebachsen am  
Baumkörper geradezu lu-  
xurierend erhöht. Da-  
durch wird die effektive  
Zuwachsleistung an Holz,  
speziell an verwertbarem  
Schaftholz, bezogen auf  
den beanspruchten Stand-  
raum ganz erheblich re-  
duziert. Und die Holz-  
qualität der so produzier-  
ten bis unten hin stark  
belasteten Bäume ist be-  
dauerlich schlecht.

Die Stammanalysen  
und die dabei gefunde-  
nen Höhen und Durch-  
messerwerte für die frü-  
hen Alter stützen die z.  
Z. von VANSELOW er-  
rechneten Daten für das  
verzögerte Inschlüßtreten

## Übersicht 3

## Weitere Meßdaten von den Zentralbäumen

Verband Nr. des Zentralbaumes	1,1		1,9		4,0	
	1	3	5	6	2	4
Mittlere Astlängen m .	0,79	1,04	0,93	1,16	1,43	1,37
Mittlere Astdurchmesser cm . . . . .	1,10	1,49	1,52	1,69	2,20	1,92
Grünast-Trockengewicht kg . . . . .	24,72	62,94	51,44	79,27	111,16	117,23
Nadel-Trockengew. kg . . . . .	20,82	31,98	39,93	34,17	57,21	74,40
Triebachsen-Tr. G. . . . .	45,54	94,92	91,37	113,44	168,37	191,63
Schaft-Tr. Gew. kg . . . . .	292,72	338,55	419,38	451,15	539,58	717,77
Ges. Tr. G. kg . . . . .	338,26	433,47	510,75	564,59	707,55	909,40
<i>Grünast-T. G. ohne</i>						
<i>Nadeln je kg</i>						
<i>Ges. Tr. G. kg . . . . .</i>	7,3	14,5	10,1	14,0	15,7	12,9
<i>Schaftzuwachs an</i>						
<i>Trockengewicht</i>						
<i>jährl. kg . . . . .</i>	10,14	10,57	13,93	15,56	15,55	20,74
<i>jährl. je kg. Nadeln kg</i>	0,49	0,33	0,35	0,45	0,27	0,28

bei den Weitverbänden. Diese Verzögerung des Dickungsbeschlusses<sup>5</sup> dürfte für den 1,9-Vbd. gegenüber dem 1,1-Vbd. etwa 3 Jahre betragen. Der 4-m-Vbd. hatte bei der ersten Aufnahme im Alter 35 den Bestandesschluß noch nicht erreicht. Darin liegt, wie VANSELOW bereits feststellte, der Hauptgrund für die Minderleistung weiter Verbände in der Gesamtproduktion. Denn *im Kulturstadium bedeuten weite Verbände eine verstärkte Konkurrenz der Schlagflora*. Das Einschlußtreten zu Dickung beseitigt diese Konkurrenz und verbessert die Ernährungsverhältnisse durch den Stoffumsatz in der entstehenden geschlossenen Streudecke. Dieses Einschlußtreten verhindert das eben erwähnte „Luxurieren“ der Bäume in bezug auf das Triebachsenwachstum, das zur Bildung breiter Kronen mit hohen Respirationsverlusten führt.

Nach den bisherigen Ergebnissen des Versuches Wessling dürften sich für ähnlich produktive Fichtenstandorte Pflanzverbände von etwa 1,5 m mit einer Ausgangsbaumzahl von rd. 4500 Pflanzen empfehlen, die äußerstenfalls auf rd. 3500 Pflanzen bei einem 1,7-m-Vbd. reduziert werden können. Hierbei sollte auf *erstklassiges Pflanzmaterial* und *möglichst gleichmäßige Pflanzverbände* geachtet werden. Eine Reduzierung der Baumzahl durch Weitverbandskulturen *vermindert die Anzahl etwaiger Ersatzbäume in den Biogruppen* beim Ausfall von Bäumen durch biotische oder abiotische Schädwirkungen, etwa durch Folgeschäden mechanisierter Ernteverfahren. Es ist noch lange nicht geklärt, ob es nicht auf die Dauer billiger ist, mit höheren Pflanzenzahlen zu arbeiten als höhere Freischneidekosten, Herbizideinsatz in der Kultur und verminderte Holzerträge in Kauf zu nehmen.

Die in letzter Zeit von ABETZ (1973) empfohlenen „Optimalstammzahlen“ in Funktion der Oberhöhe sollten korrigiert und den standörtlich gegebenen Ernährungsverhältnissen sowie den natürlichen Wachstumsrhythmen der Bäume besser angepaßt werden. Dies läßt sich anhand der Modelle von FRANZ (1974), die durch bisherige Versuchsergebnisse fundiert sind, schön erkennen. Die Baumzahlen des Vorschlages von ABETZ sind danach für die höheren Alter systematisch zu niedrig und müssen weiterhin nach Ertragsniveaus gestaffelt werden, wenn bedeutende Zuwachs- und Ertragsverluste vermieden werden sollen.

<sup>5</sup> Auf diesbezügliche Ausführungen des Verfassers im Forstw. Cbl. (1968), S. 329/330 wird hingewiesen.

Ein entscheidender Gesichtspunkt ist aber für die heute zweckmäßige Kulturtechnik *der mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwartende Holzbedarf in naher Zukunft*, speziell für unsere europäische Faser- und Zellstoffindustrie. Nachdem die Produktion konkurrierender Kunststoffe im Gefolge der „Erdölkrise“ vermutlich eingeschränkt werden muß, bietet das Holz einen Rohstoff von steigender Bedeutung für die Volkswirtschaft. Dabei dürfte auch die Nachfrage nach schwachen und mittelstarken Hölzern bedeutend ansteigen und dementsprechend auch der bislang völlig unzureichende Holzpreis für diese Sortimenten. Nach den Ergebnissen der bayerischen Großraum-Inventur haben wir einen bedeutenden sogenannten „Übervorrat“ an Hölzern in den Altersklassen 20–60. Dieser wäre sicherlich nur zu einem Bruchteil oder überhaupt nicht gegeben, wenn diese Bestände aus weiten Pflanzverbänden erwachsen wären. *Also ist auch der zukünftige Holzbedarf bei der Entscheidung für die Pflanzweiten dringend zu beachten.* So scheint mir ein kurzsichtiges „Ersparen“ von Kulturkosten unverantwortlich und mit unserer Verpflichtung zu Nachhaltigkeitsdenken ganz unvereinbar.

Die Ergebnisse des Verbandsversuches Wessling und anderer Verbandsversuche fordern die *Einbeziehung des Kulturstadiums* bei neuen Verbandsversuchen und eine fruchtbare Gemeinschaftsforschung der Waldertragskunde und des Waldbaus mit der Bodenkunde und der Pflanzenphysiologie geradezu heraus. Denn nur durch eine solche Gemeinschaftsforschung, die sich besonders im Bereich der Forstdüngung schon so gut bewährt hat, können die komplexen Probleme dieses Forschungsbereiches geklärt werden.

### Zusammenfassung

Anhand der bisherigen Ergebnisse von zwei Versuchsanlagen und den dabei gemachten Erfahrungen werden Probleme forstlicher Versuche beleuchtet und Folgerungen für die Methodik künftiger Versuche gezogen. Bei dem mit vierfacher Wiederholung statistisch mustergültig angelegten Fichten-Durchforstungs-Versuch Bowmont entstehen ab Alter 50 große Schwierigkeiten infolge zu geringer Größe der Einzelparzellen, zu schmaler Isolierstreifen und einer Derbholzrechnung auf Grundlage stehender Probestämme. Bei dem großzügig mit je 0,72 ha großen Parzellen für 10 Verbandsweiten von 1,1 bis 2,0 m und einen 4,0 m Quadratverband angelegten Verbandsversuch Wessling führen erhebliche Standortunterschiede innerhalb der welligen Jungmoräne, gleichmäßig starke, die Verbandseinflüsse überdeckende Durchforstungen und der späte Beginn systematischer Beobachtung (erst ab Alter 31) zu Problemen bei der Auswertung. Morphometrische und gravimetrische Untersuchungen in 6 Biogruppen aus Parzellen stark unterschiedlicher Verbandsweite ergeben schlechte standflächenbezogene Produktionsleistungen herrschender Bäume in Weitverbänden. Bei neuen Verbandsversuchen muß das Kultur- und Dickungs-Stadium in die Beobachtung einbezogen werden. Hierfür wird eine in München bereits bewährte Gemeinschaftsforschung von Bodenkunde, Pflanzenphysiologie und Waldertragskunde empfohlen.

### Summary

#### *On some methods in experiments forestals*

By the hitherto results of two important experimental arrangements some problems of experiments forestals are examined. The „Bowmont Norway Spruce Sample Plots“ have been classically founded by a latin square, each thinning grade four times replicated. But since the age of about 50 years difficulties resulted by the calculation of volume production only for timber with diameter more than 7 cm, by too small

areas of the parcels (only 0,1 acre) and too small width of the isolation strips. The experimental plots for arrangement of plants „Wessling“ have been grandly founded by a practical forester: 10 plant square arrangements from 1,1 to 2,0 Meter and one extreme arrangement of 4,0 m plant distance, each one in parcels of 0,72 ha area. But the observation began not before the age of 31 and all parcels have been thinned by the same grade. Differences of the site quality and the change to smaller parcels are rendering further difficulties. Morphometric and gravimetric researches on the trees of 6 „biogroups“ are showing low production results in relation to the crown covered (standing) area of trees planted in wide distances. The observation of new experiments must already begin during the stage of plantation and needs jointed research by soil science, plant physiology and forest yield science.

#### Literatur

- ABETZ, P., 1973: Der Wald und die Forsttechnik. Forst- u. Holzwirt 28, 301-308. — ASSMANN, E., 1957: Holzmeßlehre i. Neudammer Forstl. Lehrbuch. 11. Aufl., S. 209-273, spez. S. 236-241. — Ders., 1961: Waldertragskunde. München. S. 329-336. — Ders., 1964: Der Fichten-Durchforstungsversuch Bowmont. Allg. Forst- u. Jagdztg. 135, 213-226. — Ders., 1970: Ziele Methoden und Organisation der forstlichen Forschung. Forstw. Cbl. 89, 321-328. — DROSTE ZU HÜLSHOFF, B. VON, 1970: Struktur, Biomasse und Zuwachs eines älteren Fichtenbestandes. Forstw. Cbl. 89, 162-171. — FRANZ, F., 1974: Zur Fortentwicklung der Durchforstungsverfahren aus der Sicht der Waldertragskunde. Forstarch. 45, 28-34. — HESSEL, M., 1970: Produktionsanalytische Untersuchung im Fichten-Verbandsversuch Wessling. A. Aufbau u. Leistung d. Versuchsbestände. Dipl. Arbeit. — HUMMEL, F. C., 1947: The Bowmont Norway Spruce Sample Plots. Forestry 21, 30 ff. — KENNEL, R., 1969: Formzahl- und Volumentafeln für Buche und Fichte. München. Eigendruck des Inst. f. Ertragskunde. — MACKENZIE, A. M., 1962: The Bowmont Norway Spruce Sample Plots. Forestry 36, S. 129 ff. — MEYER, H., 1970: Produktionsanalytische Untersuchung im Fichten-Verbandsversuch Wessling. B. Morphometrische u. gravimetrische Merkmale sowie Wuchsabläufe v. ausgewählten Probestämmen. Dipl. Arbeit, München. — VANSELOW, K., 1942: Einfluß des Pflanzverbandes auf die Entwicklung reiner Fichtenbestände. Forstw. Cbl. 64, 23-27. Ders., 1944: Desgl. Forstw. Cbl. 66, 49-51. — Ders., 1950: Desgl. Forstw. Cbl. 69, 497-527. — Ders., 1956: Desgl. Forstw. Cbl. 75, 193-207.

*Anschrift des Verfassers:* Prof. Dr. E. ASSMANN, 816 Miesbach/Obb., Waldeckersteig 4