

tende Gipfeldürre auf diese mangelnde Vorbereitung für den Freiland und die damit verbundenen biologischen Störungen zurückzuführen sein. Auch durch diese Maßnahme erfolgt neben der Verhinderung von Zuwachs- und Qualitätsverlust eine weitere altersmäßige Differenzierung und ein weiterer Schritt in Richtung eines ungleichaltrigen Bestandsaufbaues. Das Verfahren kann und wird im weiteren Verlauf auch auf Tanne, Buche und Fichte ausgedehnt werden.

Die Sicherung der Holzausbringung durch Anlage von Lagerplätzen, Einlegung von Ziehwegen usw., außerdem eine ausgefeilte Holzhauertechnik, gehen damit Hand in Hand. Wo Ausbringungsmöglichkeiten bisher irrtümlich zugepflanzt wurden, werden sie bereits bei der ersten Läuterung wieder frei gehauen.

Die Schaffung immer neuer Jungwuchstrupps und Verjüngungskerne, in den jüngeren Altersklassen nur ganz langsam, ich möchte fast sagen zögernd, in den älteren Altersklassen je nach dem qualitativen Wert der Bestockung und dem Zuwachs dieser Bestände in rascherer Folge, führt allmählich zu einem über große Flächen des Betr.-Verb. hin recht verschiedenen alten, einzeln-, trupp- und gruppenweise gemischten Bestandsaufbau, der ganz allmählich zur ungleichaltrigen, ungleichmäßigen Bestockung aus standortsgemäßen Mischholzarten führt, gesichert gegen Katastrophenfälle und mit einem Vorrat ausgerüstet, in den – ohne das Waldgefüge zu zerstören und die Produktionsfaktoren zu gefährden – auch einmal stärker eingegriffen werden kann, wenn die Not es erfordert.

## Ertragskundliche Untersuchungen in montanen Mischwäldern

Von R. MAGIN

*Veröffentlichung aus dem Institut für Ertragskunde der Bayer. Forstl. Forschungsanstalt, gefördert durch Sachbeihilfen der Deutschen Forschungsgemeinschaft*

*Mit 5 Abbildungen und 2 Tabellen*

In einem kürzlich erschienenen Aufsatz hat ASSMANN (1) grundsätzlich zur Arbeitsrichtung seines Instituts für künftige Mischwalduntersuchungen Stellung genommen. Die Ausführungen zielen dahin, daß in der Erfassung der Kronengrößen und ihrer Beziehungen zum Standraum und zum Zuwachs der Schlüssel für die ertragskundliche Bearbeitung von Mischbeständen gegeben ist. Richtungweisende Erkenntnisse hierzu verdanken wir BURGER (2) durch seine seit 25 Jahren laufende Untersuchungsreihe „Holz, Blattmenge und Zuwachs“. Der klarste Zusammenhang besteht, wie BADOUX (3) nachgewiesen hat, zwischen der Kronenmantelfläche und dem Zuwachs; weniger eindeutig ist er für den Kroneninhalt und für die Kronenschirmfläche der Bäume. Bei der Vielfältigkeit der Baumartenmischungen, ihres soziologischen Aufbaues und der wechselnden Standorte können die zahlreichen Mischungsformen wahrscheinlich noch am ehesten in ihrem Wachstumsablauf erfaßt werden, wenn man sich mit einer Beziehung begnügt, bei der die Kronengröße relativ einfach zu messen ist und der Fehler der Einzelmessungen durch ein entsprechend groß gewähltes statistisches Material ausgeglichen werden kann. Das geeignete Maß hierfür scheint die Kronenschirm-

fläche des Baumes zu sein. Auch ihre Feststellung kann in mehrschichtigen Beständen auf Schwierigkeiten stoßen, auf die aber hier nicht näher einzugehen ist\*.

Im vergangenen Jahr wurden vom Institut mehrere Dauerversuchsflächen im Gebirge angelegt mit dem Ziel, die Wuchsverhältnisse des montanen Mischwaldes in der Zone von etwa 800 bis 1400 m ü. d. M. zu untersuchen. In der Regel sind diese Lagen wegen ihrer klimatischen Bedingungen dem Abieto-Fagetum mit Übergängen zum Piceetum montanum zuzuordnen. Salinenhiebe und die Almwirtschaft haben gerade die Wälder dieser produktiven und meist gut aufgeschlossenen Höhenstufen stark verändert; teils fehlt die Buche, häufiger die Tanne.

Sowohl die Außenaufnahmen als auch die vorläufige Sichtung der gewonnenen Unterlagen dienen zur *Überprüfung*, inwieweit das bisherige Vorgehen für eine größere Versuchsreihe geeignet und anwendbar ist. Die tastenden Vorarbeiten wollen insbesondere versuchen, Auskunft über folgende Fragen zu geben:

Notwendige Größe der Versuchsflächen,  
Aufnahmemethode,

vorläufige Auswertungsmöglichkeit für Mischwaldaufnahmen.

Da jeder Bestand etwas Einmaliges vorstellt, soll in der Darstellung seine Eigenart gewahrt bleiben und dabei gleichzeitig eine Einordnung in Bestandstypen möglich sein. So kann man z. B. die häufig auftretende Baumartenmischung mit Fichte in der Ober- und Mittelschicht als einen Typ ansprechen, bei dem die Tanne soziologisch nur im Oberstand und im Jungwuchs vertreten ist; herrschende Glieder weisen in der Regel einen Altersvorsprung gegenüber der Fichte auf. Die Buche hat, abgesehen von einigen herrschenden Bäumen, dienenden und biologisch ergänzenden Charakter. Es ist zu erwarten, daß sich Abwandlungen der verschiedenen Mischformen um so feiner herausarbeiten lassen, je breiter und umfangreicher die Untersuchungen angesetzt werden.

### Die untersuchten Bestände

1. *Versuchsfläche Rohrmoos*, 0,4110 ha.  $\frac{50-170}{110}$  jähriger mehrschichtiger Fichten-Tannen-Buchen-Mischbestand, nach NNW mit wechselndem Kleinrelief mäßig steil abfallend. Höhenlage 1120 m ü. d. M. Geologische Formation: Kreide (Schrattenkalk, Gault). Feuchtfrischer Standort, Oberhöhe Fichte 35,5 m, Tanne 34,0 m, Buche 27,7 m.

2. *Versuchsflächen Forstamt Ruhpolding-Ost*, IV 3b<sup>1</sup>, 0,4140 und 0,4664 ha. 110–120jähr. Fichten-Tannen-Mischbestand mit geringer vertikaler Schichtung, mäßig nach SO geneigt. Höhenlage 920 m ü. d. M. Geologische Formation: Hauptdolomit. Mäßig frischer Standort, durch seitliche Bestandsöffnung windexponiert. Oberhöhe Fichte 38,5 m, Tanne 39,5 m.

3. *Versuchsflächen 1 und 2 Forstamt Marquartstein-West*, XXIII 7d<sup>3</sup>, 0,4106 u. 0,4833 ha.  $\frac{30-100}{95}$  jähriger mehrschichtiger Fichten-Tannen-Buchen-Mischbestand. Mäßig steiler Südhang mit bewegtem Kleinrelief. Höhenlage 880 m ü. d. M. Geologische Formation: Hauptdolomit (Gehängeschutt). Hangfrischer Standort. Oberhöhe Fichte 34,5 m, Tanne 32,1 m, Buche 26,7 m.

4. *Versuchsflächen 3 und 4 Forstamt Marquartstein-West*, XV 4e, 0,1789 und 0,2174 ha.  $\frac{30-70}{66}$  jähriger mehrschichtiger Fichten-Buchen-Mischbestand. Mäßig steiler OSO-Hang mit sehr bewegtem Kleinrelief. Höhenlage 770 m ü. d. M. Geologische Formation: Hauptdolomit. Hangfrischer Standort. Oberhöhe Fichte 25,6 m, Buche 23,4 m.

### Die Außenaufnahme

Jede der Versuchsflächen wurde zuerst ausgesteckt und stammweise numeriert, die nachfolgende Theodolithvermessung mit einem selbstreduzierenden Hammer-Fennel-

\* Die Ergebnisse z. Z. laufender Untersuchungen werden nach Abschluß gesondert mitgeteilt.

Tachymeter lieferte die Unterlagen für die Flächenberechnung. Besonders praktisch erwies sich dieses Gerät für die genaue Bestimmung der Baumstandpunkte (polare Messung) eines jeweils 10 m breiten Streifens, der die Flächen in Ruhpolding und Marquartstein unterteilt. Innerhalb des Streifens wurden die Kronenradien jedes Baumes durch 6–10maliges Ausloten gemessen sowie die totale Höhe und der Kronenansatz bestimmt. 30–40 ergänzende Höhenmessungen sicherten eine genügend genaue Konstruktion der Höhenkurve (bei Versuchsanlagen wichtig, um die Ausgangslage möglichst gering fehlerbelastet festzuhalten).

Ergänzend zur kreuzweisen mm-Kluppung (mit Flury-Kluppen) wurde der Umfang jedes Baumes in 1,3 m mit einem ungekehrten Stahlmeßband ebenfalls auf mm genau abgelesen. Die Vorteile der Umfangmessung treten vor allem bei kurzfristig aufeinanderfolgenden Aufnahmen in Erscheinung, wenn der durch Kluppung festgestellte Durchmesserzuwachs in den Fehlerbereich der Aufnahme Genauigkeit fällt. Zudem bietet sie eine gute Kontrolle der Kluppung. Bestimmendes Merkmal für die soziologische Ansprache war ausschließlich die Oberhöhe. Nach einem Vorschlag von ASSMANN (1) wurde folgende Aufteilung in % der Oberhöhe gewählt:

Baumklasse 1	100 – 90 %	} Oberschicht
2	90 – 80 %	
3	80 – 50 %	Mittelschicht
4	50 – 25 %	} Unterschicht
5	25 – 0 %	

Dieser Maßstab entspricht etwa den mit abnehmender Höhe progressiv verminderten Lichtintensitäten in mehrschichtigen Beständen. Im Gegensatz zum Kraff'schen System ist die Kronengröße hier unberücksichtigt, da sie ohnehin für jeden Baum durch Messung bestimmt wird.

Für die mühevollen Aufnahmen in Rohrmoos, bei der die Kronen auf der ganzen Versuchsfläche ausgelotet und zusätzlich jeweils 2 Bohrspäne an ca. 120 Bäumen entnommen wurden, gebührt cand. forest FRANZ CRONAUER Anerkennung und Dank.

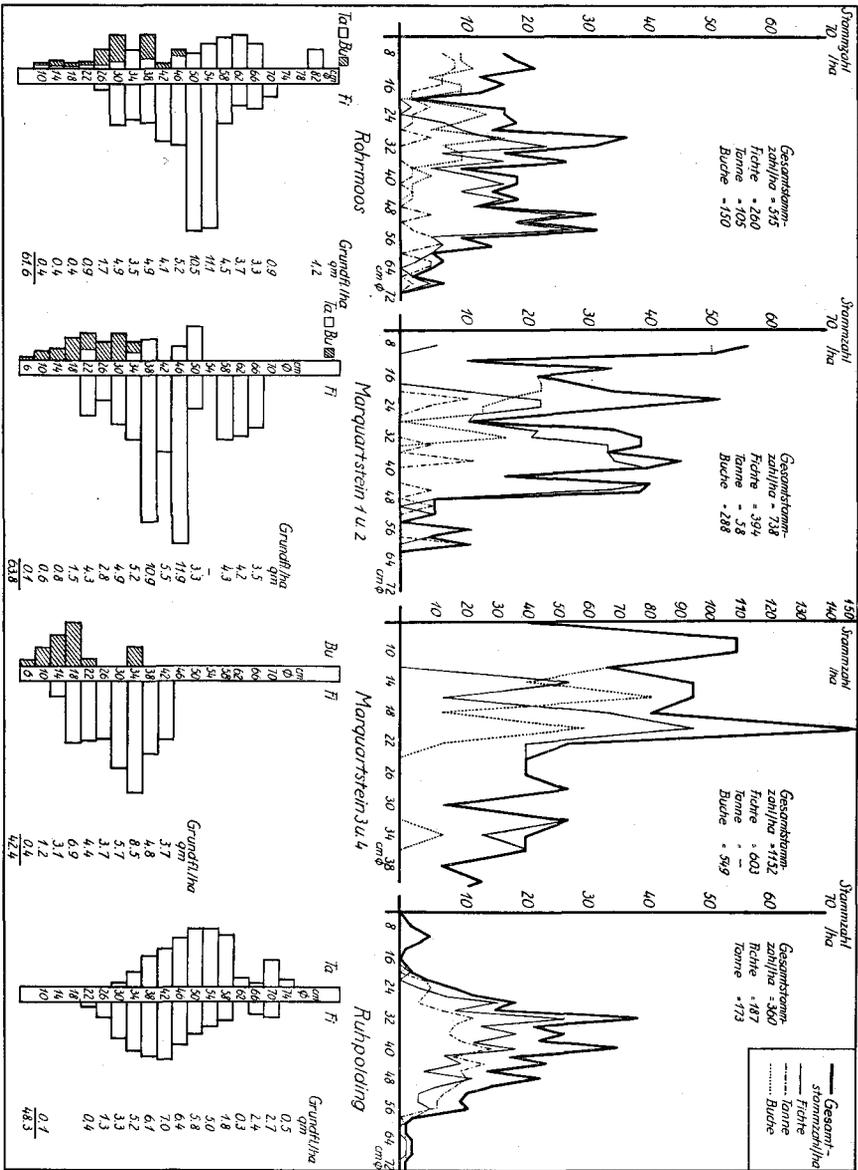
### Vorläufige Auswertung der Aufnahmen

Die sorgfältigen und umfangreichen Erhebungen in Rohrmoos machten eine weitgehende Analyse dieser Versuchsfläche möglich. Wegen der fehlenden Zuwachsangaben waren die übrigen Flächen nur bedingt auswertbar, sie dienen lediglich als Vergleichsobjekte für den Versuch, verschieden aufgebaute Mischbestände einheitlich darzustellen.

In Abbildung 1 sind die Stammzahlen und Grundflächen je ha nach Holzarten und Stärkestufen getrennt für die vier Bestände angegeben. Aus ihr ist eine gewisse bildhafte Vorstellung über das Mischungsverhältnis, die Durchmesserverteilung, über Stammzahlhaltung und Bestockungsdichte möglich; sie genügt aber noch nicht, um die Bestände zu charakterisieren. Auch die zugehörigen Höhenkurven, auf deren Wiedergabe aus Gründen der Raumersparnis verzichtet wurde, bedeuten zwar eine weitere Festlegung der Eigenart der Bestände, beide Darstellungen enthalten aber noch keinen Hinweis über die Kronen der Bäume und ihre horizontale und vertikale Schichtung. Erst durch die soziologische Aufgliederung in Verbindung mit den zugehörigen Kronengrößen entsteht ein plastischer Eindruck über den wechselnden Aufbau eines mehrschichtigen Bestandes.

In der Abbildung 2 wurden deshalb die Kronenschirmflächen aller Bäume über

Abb. 1. Stammzahlen und Grundflächen je ha der 4 Versuchsflächen, aufgliedernd nach Holzarten und Durchmesserstufen.



dem zugehörigen Durchmesser in Brusthöhe als Abszisse aufgetragen. Nach den Baumarten betrachtet, ergibt sich aus der Streuung der Punkte folgende Tendenz: Im Verhältnis zum Durchmesser beansprucht die Fichte die geringste Kronenschirmfläche, die Buche am meisten, und das Streuband der Tanne liegt im allgemeinen zwischen dem der beiden anderen Holzarten. Gliedert man die einzelnen Werte einer Baumart nach soziologischen Merkmalen, wird die Streuung der Punkte geringer. Immerhin bestehen bei allen vorkommenden Baumarten und Schichten Überlappungszonen sowohl für den Durchmesser als auch für die Kronenschirmfläche. Bei Fichte z. B. hat die Baumklasse 2 eine Durchmesserspreitung von 37 bis 62 cm, die Baumklasse 1 von 50 bis 72 cm, die beiden Schichten überlappen sich folglich zwischen 50 und 62 cm.

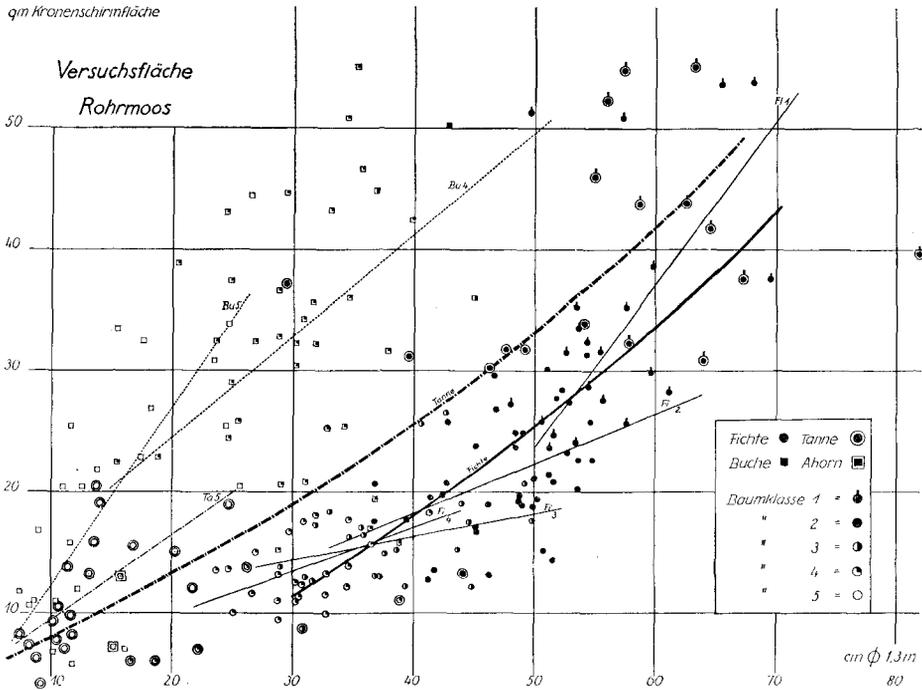


Abb. 2. Streubild der Kronenschirmflächen über dem zugehörigen Brusthöhendurchmesser aller Bäume der Versuchsfläche Rohrmoos.

Tabelle 1

Versuchsfläche Rohrmoos

Korrelationskoeffizienten und bedingte Streuungen für die Beziehung Kronengröße (K in qm) zu Durchmesser in Brusthöhe (d in cm), getrennt nach Baumarten und soziologischen Schichten

Baumart Baumklasse	Korrelationskoeffizient und mittl. Fehler	Bedingte Streuung um die Ausgleichsgerade		Parameter der Ausgleichsgeraden		
		absolut in m <sup>2</sup>	relativ in %	a	b	
Fichte	1	0,663 ± 0,124	6,9	20	- 34,07	+ 1,18
	2	0,398 ± 0,134	4,6	21	+ 1,81	+ 0,41
	3	0,267 ± 0,206	3,9	24	+ 8,74	+ 0,19
	4	0,393 ± 0,169	3,2	23	+ 3,04	+ 0,35
Tanne	5	0,672 ± 0,124	3,5	30	+ 2,68	+ 0,68
Buche	4	0,440 ± 0,139	10,9	35	+ 7,44	+ 0,85
	5	0,702 ± 0,101	7,6	40	+ 0,84	+ 1,37

Versuchsweise wurden für die Streubänder der einzelnen Schichten Ausgleichslinien berechnet. Schon rein optisch ist nur ein loser Zusammenhang zwischen der Kronenschirmfläche und dem Durchmesser des Baumes zu erkennen, Tabelle 1 bestätigt diesen Eindruck. Bei der vorherrschenden und auch bei den niederen Schichten ist die Beziehung relativ enger als bei den übrigen Schichten. Letztere vereinigen zum Teil abgesunkene Glieder einer soziologisch höheren Schicht, andererseits enthalten sie von unten her nachdrängende Glieder, so daß häufig eine Gegenläufigkeit im Ver-

hältnis Krone zu Durchmesser entsteht, die sich dementsprechend im Korrelationskoeffizienten ausdrückt. Ein breiteres Untersuchungsmaterial dürfte bei schatten-ertragenden Baumarten keine prinzipiell anderen Gesetzmäßigkeiten aufzeigen, da-gegen wird zwangsläufig die bedingte Streuung abnehmen und dadurch die Sicherheit der Aussage gewinnen.

Nur am Rande interessiert vielleicht, daß in anderen Ländern aus Luftbildauf-

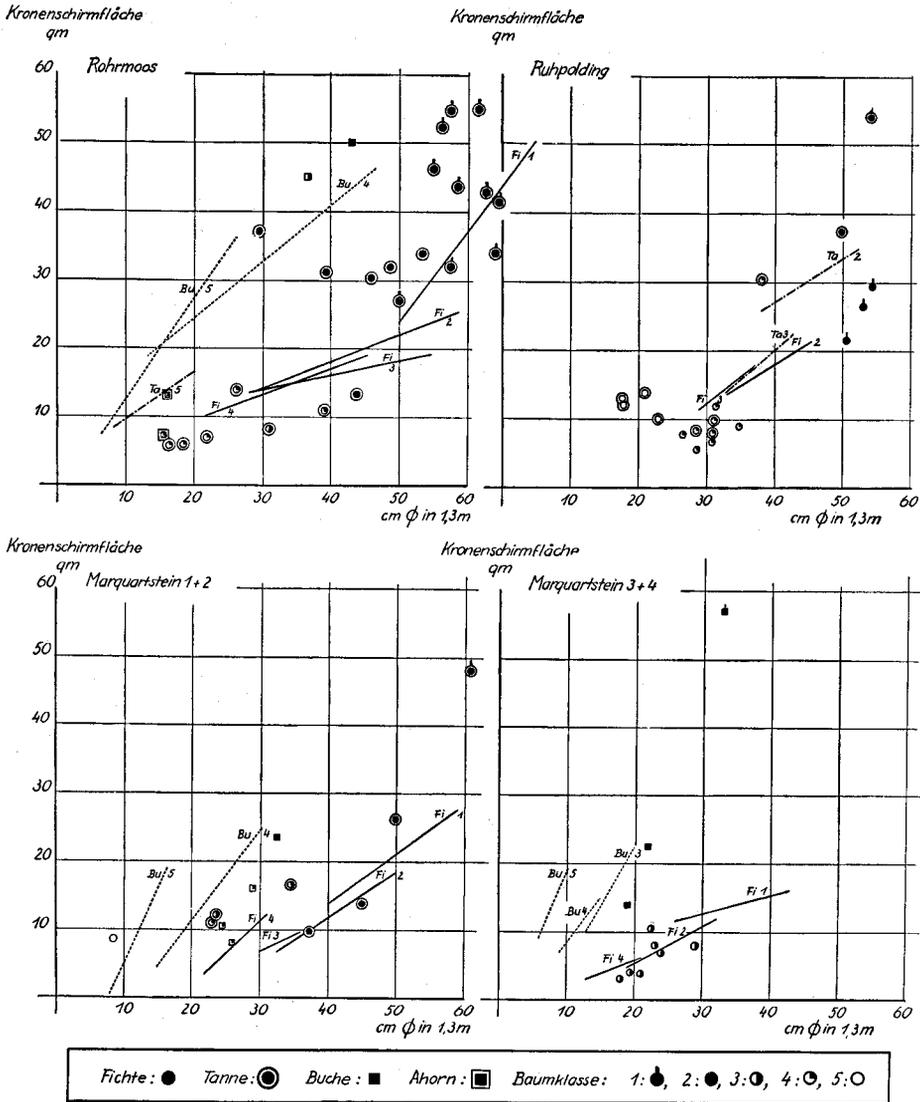


Abb. 3. Versuchsflächen Rohrmoos, Ruhpolding und Marquartstein-West. Darstellung der durchschnittlichen Kronenschirmflächen über der Abszisse Brusthöhendurchmesser mit Hilfe der Ausgleichsgeraden, getrennt nach Baumarten und soziologischen Schichten (die Quadratsummen der Abweichungen parallel zur y-Achse sind Minimum). Für einzelne, statistisch ungenügend vertretene Schichten wurden die Einzelwerte dargestellt, sie haben keine Beziehung zu den Ausgleichsgeraden.

nahmen Rückschlüsse von der Kronengröße auf die Durchmesserverteilung und in Verbindung mit der Baumhöhe auf den Vorrat gezogen werden. In Wäldern, die durch den Menschen während ihrer Entwicklung unberührt oder nahezu unberührt geblieben sind, werden wahrscheinlich straffere Gesetzmäßigkeiten bestehen, die diese Art der Luftbilddauswertung rechtfertigen. Für gemischte, mehrstufige Bestände unseres Wirtschaftswaldes wäre dieses Verfahren ungeeignet.

Abbildung 3 ist gleichsam das Extrakt der ursprünglichen Darstellung (Abb. 1) für alle untersuchten Flächen. Einzelne Schichten waren im Bestandeskollektiv unzureichend vertreten, für sie wurden deshalb keine Ausgleichslinien berechnet, sondern nur ihre Einzelwerte der Vollständigkeit halber dargestellt. Obwohl in ungleichaltrigen Mischbeständen die Korrelation Kronengröße zu Durchmesser in 1,3 m geringer ist, als ursprünglich vermutet wurde, läßt sich diese Darstellungsweise zur *Sichtung* der Unterlagen gut verwenden. Aus ihr kann folgendes abgelesen werden:

1. die Durchmesserspreitung der Baumarten und ihrer Schichten;
2. die Lage der Geraden im Koordinatensystem, welche die *durchschnittliche* Kronengröße jeder Baumschicht veranschaulicht;
3. das Verhältnis der Kronengröße für gegebene Durchmesser bei den einzelnen Baumarten.
4. *Die Abbildung versucht ferner verschiedenartige Mischungen gleichheitlich darzustellen und erleichtert wahrscheinlich eine Zusammenfassung nach Typen.*
5. Bei wiederholten Aufnahmen wird sich die Lage der Geraden durch die naturbedingte Entwicklung und auch durch die menschlichen Eingriffe in den Bestand verändern.

Am Beispiel der Rohrmooser Fläche wurde probeweise der Durchmesser – und analog der Grundflächenzuwachs – für die letzten 5 Jahre als Durchschnittswert der vergangenen 25 Jahre durch Bohrungen an ca. 120 Stämmen ermittelt. In den Abbildungen 4 und 5 sind die entsprechenden Einzelwerte für Fichte und Tanne dargestellt. Das verhältnismäßig enge Streuband ließ sich ohne zeitraubende Berechnungen am sichersten durch Übertragung auf doppelt logarithmisches Papier ausgleichen; die vorliegende Kurve von der allgemeinen Formel  $y = ax^b$  streckt sich hier zur Geraden. Die gleiche Funktion wiederholt sich bei der zusammenfassenden Darstellung aller Kronenschirmflächen einer Holzart über dem Durchmesser *ohne* Ausscheidung nach soziologischen Schichten. Für die Buche liegen zu wenig Bohrungen für einen gesicherten Ausgleich vor, ihre Darstellung entfällt daher.

In seiner schon erwähnten Veröffentlichung hat ASSMANN auf die grundlegende Bedeutung der Frage hingewiesen: „Wieviel Zuwachs leisten die einzelnen Baumarten, bezogen auf 1 qm ihrer Kronenschirmfläche? BADOUX (4) hat vor einiger Zeit diese Beziehung an Schweizer Plenterwäldern untersucht und festgestellt, daß die Leistung pro Einheit Schirmfläche bis zu einem Optimum des Durchmessers zunimmt, um dann wieder abzusinken. „Das Optimum tritt bei um so größeren Stammstärken ein, je fruchtbarer der Standort ist.“ Im Dürsrüti z. B. auf bestem Standort kulminiert der Volumzuwachs bei Tanne zwischen 80 und 90 cm Stammstärke, bei Fichte zwischen 60 und 70 cm. R. HARTIG (5) hat bereits 1898 darauf aufmerksam gemacht, daß in freier Stellung unter der Einwirkung des Lichtes eine größere Blattmenge am Baum zur Entwicklung gelangt, als notwendig sei, um bei Entfaltung aller Assimilationsenergie die Mineralnährstoffe des Bodens zu verwerten.“

Vergleichsweise wurde für die Fläche Rohrmoos in Tabelle 2 neben der Leistung je qm Kronenschirmfläche der Grundflächen- und Volumzuwachs des Einzelbaumes für Fichte und Tanne berechnet. Mit zunehmendem Durchmesser steigt auch hier die Leistung je qm Kronenschirmfläche an, ohne daß das Optimum bei der Stufe 62 cm erreicht wird. Gegenüber der Tanne legt die Fichte in allen Durchmesserstufen nahezu

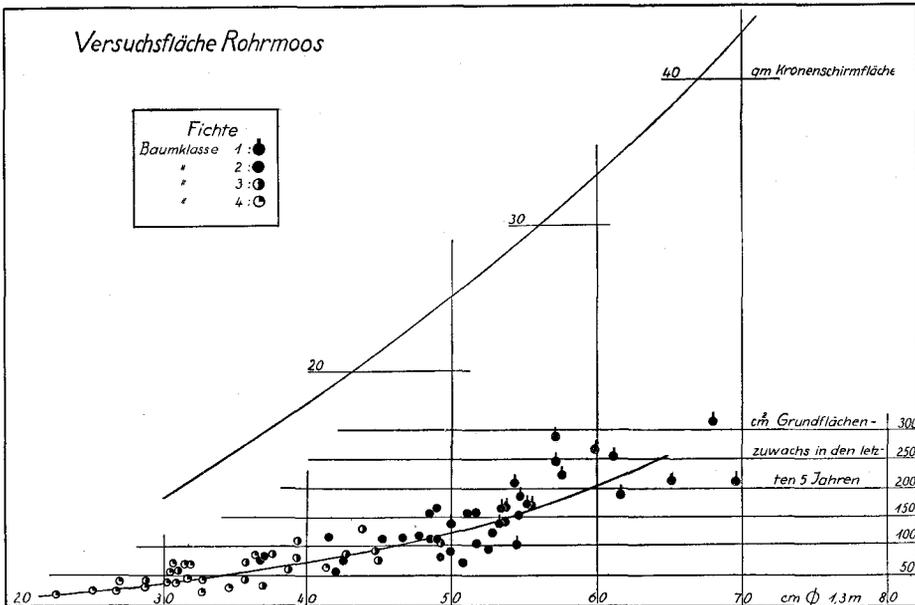
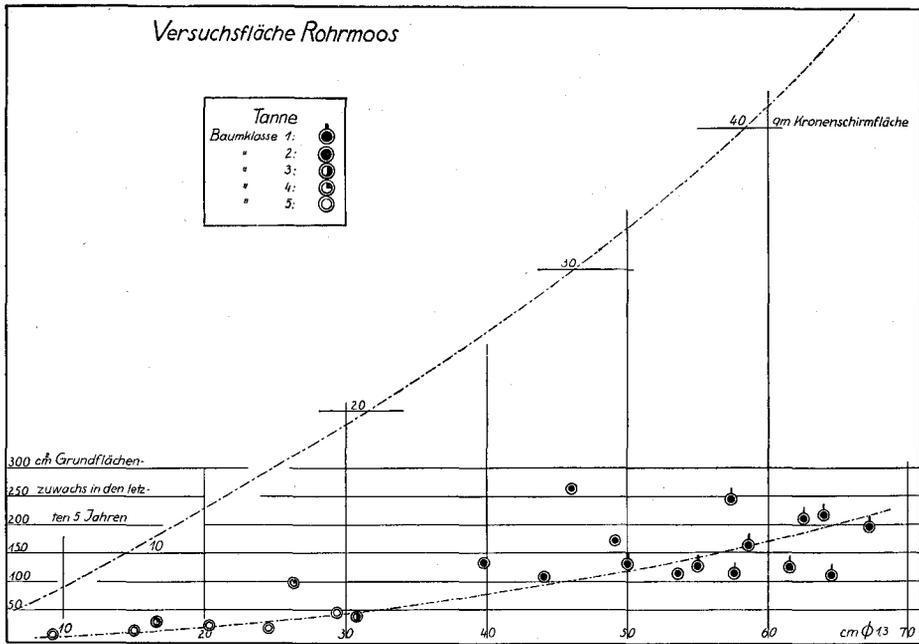


Abb. 4 und 5. Versuchsfläche Rohrmoos. Durchschnittliche Kronenschirmflächen für gegebenen Durchmesser bei Fichte und Tanne in Beziehung zum Grundflächenzuwachs der letzten 5 Jahre.

den doppelten Volumzuwachs je qm Kronenschirmfläche an, bemerkenswert deshalb, weil die pflanzensoziologische Aufnahme den Standort als feuchte Variante des

Tabelle 2

## Versuchsfläche Rohrmoos

Grundflächen- und Volumzuwachs des Einzelbaumes und je qm Kronenschirmfläche, getrennt für Fichte und Tanne

Durchmesser- stufe  cm	Durchschnittl. Kronenschirmfl.		Grundfläche und Volumzuwachs (Z <sub>g</sub> und Z <sub>v</sub> ) des Einzelbaumes in den letzten 5 Jahren				Grundfläche und Volumzuwachs des Einzelbaumes je 1 qm Kronen- schirmfl. in den letzten 5 Jahren			
	Fichte	Tanne	Fichte		Tanne		Fichte		Tanne	
	qm		Z <sub>g</sub> qcm	Z <sub>v</sub> ccm	Z <sub>g</sub> qcm	Z <sub>v</sub> ccm	Z <sub>g</sub> qcm	Z <sub>v</sub> ccm	Z <sub>g</sub> qcm	Z <sub>v</sub> ccm
22	—	14,2	15	406	22	564	—	—	1,55	39,7
26	9,2	16,5	25	881	30	878	2,72	95,7	1,82	53,2
30	11,3	18,9	35	1316	37	1104	3,15	116,4	1,96	58,4
34	14,0	21,4	50	1918	55	1693	3,57	137,0	2,57	79,1
38	16,6	24,1	65	2387	68	2185	3,92	143,8	2,82	90,6
42	19,4	26,9	81	3082	85	2801	4,17	158,8	3,16	104,1
46	22,3	30,1	99	3864	103	3329	4,44	173,2	3,42	110,5
50	25,3	33,1	123	4687	120	3976	4,86	185,2	3,63	120,1
54	28,6	36,5	150	5801	137	4670	5,24	206,4	3,75	127,9
58	32,0	40,0	184	6917	160	5513	5,75	216,0	4,00	137,8
62	35,3	43,7	223	8425	185	6483	6,34	238,6	4,23	148,3

Piceetum montanum anspricht, in dem die Tanne nur als Begleiter auftritt. Vielleicht ist auch der Altersvorsprung herrschender Tannen in Betracht zu ziehen?

Da keine Messungen an gefällten Probestämmen verfügbar waren, um den Formhöhenzuwachs zu erheben, wurden die Werte der FLURY'schen Tabellen (6) verwendet und mit Hilfe einer von ASSMANN (7) angegebenen Formel  $\Delta V = \Delta G \cdot hf_2 + \Delta hf \cdot G_1$ \* der wahrscheinliche Volumzuwachs berechnet. Die eingehenden Untersuchungen FLURYS über die Formhöhenwerte der verschiedenen Baumarten werden so lange für unsere Untersuchungen übernommen, bis sich aus dem anfallenden Material gesicherte Abweichungen für die lokalen Verhältnisse des Fichten-Tannen-Buchengürtels der Bayerischen Alpen ergeben.

Da Zahlenangaben im Sinne der Tabelle 2 bei einer Ausdehnung der Versuche von grundlegender Bedeutung für die Leistungsstufung der verschiedenen Typen sind, ist es erforderlich, sie auf ihre Zuverlässigkeit, soweit bis jetzt möglich, zu prüfen. Zu diesem Zweck wurden an 54 zuwachsgebohrten Fichten der Baumklasse 1 bis 3 die jeweiligen Kronenschirmflächen zum Durchmesser- und zum Grundflächenzuwachs in Beziehung gesetzt und daraus die Korrelationskoeffizienten, deren mittlerer Fehler und die bedingte Streuung um die Ausgleichsgerade berechnet:

$$\begin{aligned} \text{Durchmesserzuwachs/Kronenschirmfläche} & r = 0,773 \pm 0,054; s = 1,128 \\ \text{Grundflächenzuwachs/Kronenschirmfläche} & r = 0,690 \pm 0,043; s = 1,298 \end{aligned}$$

Nach den Koller'schen Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen würde für unser Beispiel eine Korrelation bereits bei  $r = 0,402$  bestehen, die Abhängigkeit ist also unter Würdigung aller in Frage kommenden Umweltseinflüsse (Wuchskonstellation) ziemlich straff. Sowohl die absolute als auch die prozentuale bedingte Streuung (bezogen auf die arithm. mittlere Kronengröße von 21,0 qm und 13,0 mm Durchmesser bzw. 115 cm<sup>2</sup> Grundflächenzuwachs in den letzten 5 Jahren), nämlich für den

\*  $\Delta V =$  Volumzuwachs,  $\Delta G =$  Grundflächenzuwachs,  $hf_2 =$  Endformhöhe,  $\Delta hf = \Delta$  Endminus Anfangsformhöhe,  $G_1 =$  Anfangsgrundfläche.

Durchmesserzuwachs =  $\pm 1,128 = \pm 1,13$  mm im letzten Jahrfünft =  $\pm 9,38\%$   
 u. f. d. Grundfl.-Zuwachs =  $\pm 1,298 = \pm 13$  cm<sup>2</sup> im letzten Jahrfünft =  $\pm 1,13\%$   
 ist gering. Folglich dürfen die in Tabelle 2 wiedergegebenen Werte als entsprechend zuverlässig angesehen werden.

Erwähnenswert ist ferner die gesamte Kronenschirmfläche je ha. Auf den besseren Schweizer Plenterwaldstandorten bedeckt die Schirmfläche aller Bäume von mehr als 8 cm Brusthöhdurchmesser nach BADOUX eine Fläche von 11 700 bis 12 800 m<sup>2</sup>. In Rohrmoos sind es vergleichsweise 12 030 qm je ha, wobei 38 % der Fläche zwei- und mehrfach überschirmt ist. Infolge dieser teilweisen vertikalen Überlagerung der Kronen besteht bei 1 ha immerhin noch eine nicht überschirmte Fläche von 0,17 ha.

### Zusammenfassung

1. Nach der vorläufigen Auswertung der Aufnahmen genügt, je nach der Bestockungsdichte, eine Versuchsflächengröße von 0,4 bis 0,6 ha, um eine statistisch ausreichende Darstellung des Bestandes zu ermöglichen. Sie erfordert neben den sonst üblichen Messungen die Bestimmung der Baumstandpunkte und die Auslotung *aller* Kronenschirmflächen. Die Ermittlung der Kronenmaße auf Teilflächen gibt nach unseren Erfahrungen – abgesehen von Jungwüchsen – zu wenig Werte für eine gesicherte Berechnung der Ausgleichsgeraden.

2. Auf die Vorteile der Umfangmessung wurde bereits hingewiesen, sie erlaubt kurzfristig wiederkehrende Aufnahmen größtmöglicher Genauigkeit; die zusätzliche Arbeitsbelastung ist unbedeutend.

3. Für die Darstellung der Kronenschirmflächen eines Bestandes über der Abszisse Durchmesser in 1,3 m erleichtern die berechneten Ausgleichsgeraden den Überblick hinsichtlich der Mischungsform, des Mischungsverhältnisses, der Durchmesserspreitung und der Kronengröße für die einzelnen Schichten. Auf der guten analytischen Erfassung von Einzelheiten aufbauend, sucht diese Art der Darstellung bereits einen Weg für die Synthese der vielfältig möglichen Bestandsmischung.

4. Die teilweise Auswertung hat bestätigt, daß *nur durch Berechnung einer Reihe von „Kennwerten“* die Aufgabe, den Fichten-Tannen-Buchen-Bergmischwald in seinen vielgestaltigen Mischungsformen leistungsmäßig zu erfassen, zu lösen sein dürfte. Bei allen biometrischen Untersuchungen ergeben sich gewisse Gegenläufigkeiten und Überlappungen, die zur Benutzung *mehrerer* statistischer Kenngrößen zwingen (s. Tab. 1!); sie erhöhen die Sicherheit der Feststellung und beschränken außerdem unmeßbare Einflüsse auf ein Mindestmaß. Unter diesen „Kennwerten“ ist der Grundflächen- und Volumzuwachs, bezogen auf 1 qkm Schirmfläche, als wichtigster Weiser bei Erstaufnahmen von Versuchsflächen anzusehen; er kann nach längerer Beobachtung der Flächen durch das Verhältnis Kronenschirmflächenzuwachs zu Grundflächenzuwachs vortrefflich ergänzt werden und gestattet damit Angaben über die durchschnittliche Wuchskonstellation für eine Schicht in einem bestimmten Zeitraum.

Vermutlich kann mit der vorgesehenen Methodik bei einer altersmäßig gut gestuften Untersuchungsserie aus den Teilstücken des Zuwachsablaufes in *kürzeren* Zeiträumen als bisher die Gesamtleistung ermittelt werden. Das Ziel, in absehbarer Zeit Angaben über die Leistung montaner Mischwälder in Bayern zu gewinnen, ist erstrebenswert, da diese Gebirgswälder bis jetzt mehr oder minder als ertragskundliches Neuland anzusehen sind.

### Literatur

1. E. ASSMANN, Die Standraumfrage und die Methodik von Mischbestandsuntersuchungen. Allgem. Forst- und Jagdzeitung. 1954, Sonderheft f. Ertragskunde. – 2. H. BURGER, Holz.

Blattmenge und Zuwachs. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen 1929 - 1951. – 3. E. BADOUX, Relations entre le développement de la cime et l'accroissement chez le pin sylvestre. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen 1946. – 4. E. BADOUX, L'allure de l'accroissement dans la forêt jardinée. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen 1949. – 5. R. HARTIG, Über den Einfluß der Kronengröße und der Nährstoffzufuhr aus dem Boden auf Größe und Form des Zuwachses und auf den anatomischen Bau des Holzes. Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift 1898. – 6. Ph. FLURY, Taxatorische Grundlagen zur Forsteinrichtung. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen 1927. – 7. E. ASSMANN, Grundflächen- und Volumzuwachs der Rotbuche bei verschiedenen Durchforstungsgraden. Forstw. Cbl. 1950. – 8. S. KOLLER, Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Darmstadt 1953.

## Vorkommen, Häufigkeit und Arten von Regenwürmern in verschiedenen Waldböden und unter verschiedenen Bestockungen

Von G. RONDE

Veröffentlichung aus dem Waldbau-Institut der Bayer. Forstl. Forschungsanstalt, durchgeführt mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Mit 8 Abbildungen

### 5. Untersuchungen im tertiären Hügelland am Donaumoos

#### Vorbemerkung

Zur Ergänzung der bisherigen Erkenntnisse über das Vorkommen von Regenwürmern in Waldböden schien es interessant, extremere Standorte in die Untersuchungen einzubeziehen. Dazu wurden Sandböden als Kiefern-Standorte des oberbayer. tertiären Hügellandes bei Schrobenhausen und solche am Rand des Donaumooses bei Oberarnbach gewählt. Scharf differenzierte Standortstypen von trockenen Kies- und Dünenhügeln einerseits, frisch bis wechselfeuchten Zwischenmoorstandorten andererseits und je nach Grundwassernähe unter-

Tabelle 1

#### Übersicht über die Lebensräume der Regenwürmer im Untersuchungsgebiet um Schrobenhausen

(nördl. oberbayer. tertiäres Hügelland)  
(150 Proben)

Lebensraum	Zahl der Regenwürmer	%
„Förna“	69	33,8
humoser Oberboden	119	58,2
Mineralboden	33	16,9
Gesamtindividuenzahl:	221	100,00