

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 102 (1951)  
**Heft:** 2-3  
  
**Artikel:** Vorratszunahme und Nutzung im ungleichaltrigen Wald  
**Autor:** Meyer, H. Arthur  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-764665>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 20.02.2026

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

rale d'accroissement peut être expliquée en partie par des raisons d'ordre physiologique (soustraction de nourriture par le gui, détournement du courant de sève brute), mais aussi par un fait connu en parasitologie: la susceptibilité différentielle à la maladie. Dans le cas du sapin le facteur âge déterminerait une sensibilité accrue avec sa conséquence d'une vitalité amoindrie. Cela permettrait d'expliquer le rapide dépérissement des sapinières à gui à partir de 120 ans.

Le problème du gui est encore au début de son étude. Chaque petit progrès semble poser plus de questions nouvelles qu'il n'en résoud. Il est désirable que les praticiens rassemblent leurs observations et leur expérience, qu'ils collaborent avec les maîtres en pathologie pour faire progresser une connaissance indispensable et urgente.

J. P.-C.

#### Zitierte Literatur

- Gäumann E., 1930. Der Einfluß der Fällungszeit auf die Dauerhaftigkeit des Fichten- und Tannenholzes. Beiheft Nr. 6 zu den Zeitschriften des schweiz. Forstvereins, 155 S.
- 1948. Der Einfluß der Meereshöhe auf die Dauerhaftigkeit des Lärchenholzes. Mitteil. schweiz. Anstalt forstl. Versuchswesen, **25**, 327—393.
- 1951. Pflanzliche Infektionslehre. 2. Aufl. Birkhäuser, Basel.
- und Naef-Roth St., 1950. Über die unterschiedliche biologische Wertigkeit junger Gewebe von verschiedenen alten Pflanzen. Phytopath. Zschr., **17**, 233—239.
- Paine L., 1950. The susceptibility of pear trees to penetration and toxic damage by mistletoe. Phytopath. Zschr., **17**, 305—327.
- Plagnat F., 1950. Le gui du sapin. Annales de l'Ecole nat. des eaux et forêts, Nancy, **12**, 156—231.

## Vorratszunahme und Nutzung im ungleichaltrigen Wald

Von H. Arthur Meyer

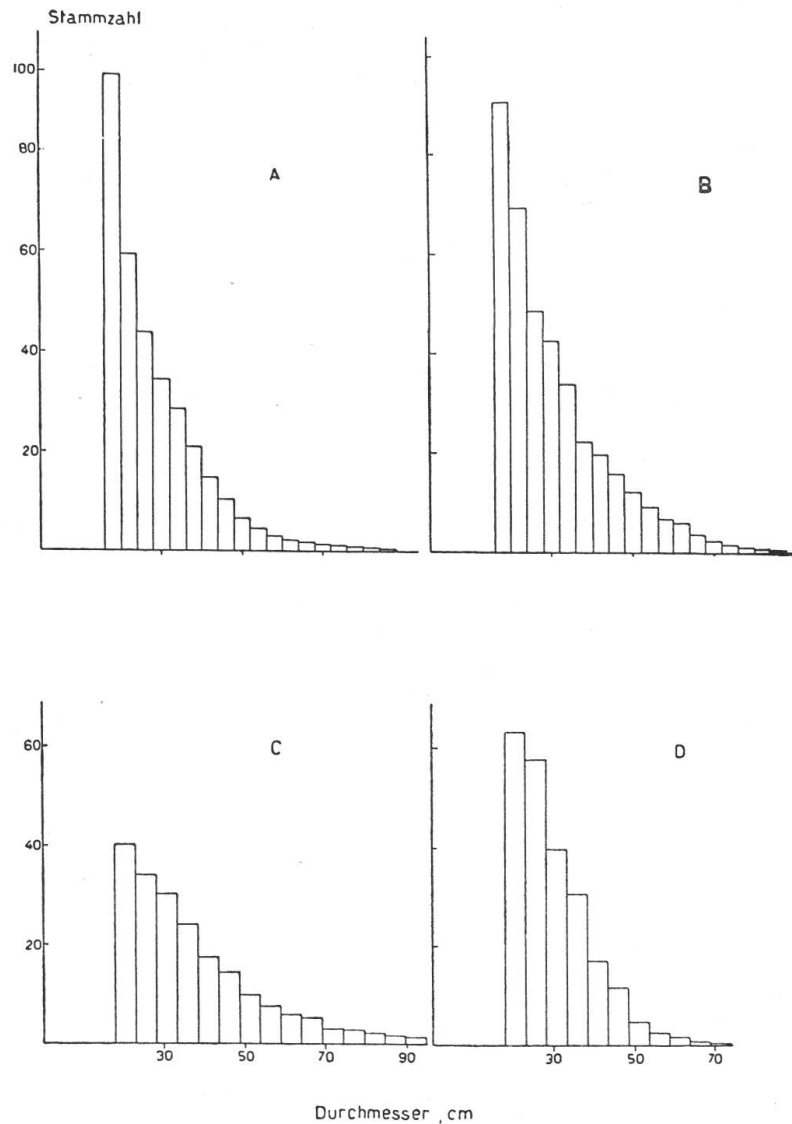
The Pennsylvania State Forest School, U.S.A.

(66.01.46)

Nachhaltige Wirtschaft im ungleichaltrigen Wald ist auf die Dauer nur dann möglich, wenn die jährlichen oder periodischen Nutzungen dem Walde in der Weise entnommen werden, daß ein ausgeglichener Vorratsaufbau herbeigeführt und erhalten wird. Wir verfügen zurzeit noch nicht über alle notwendigen Kenntnisse betreffend den Vorratsaufbau ungleichaltriger Wälder. Immerhin haben verschiedene Untersuchungen, welche auf die grundlegenden Arbeiten französischer Forstleute zurückgehen, gezeigt, daß die ausgeglichenen Stammzahlverteilungen verschiedenster Waldgesellschaften das gleiche typische graphische Bild ergeben (siehe Figur 1), welches mathematisch als eine geometrische Reihe von Stammzahlen oder als Exponentialfunktion gekennzeichnet werden kann. Derartige Stammzahlverteilungen können im ungleichaltrigen Wald dauernd erhalten werden. Sie können aber

Fig. 1

Ausgeglichene Stammzahlverteilungen ungleichaltriger Wälder. A Lehrrevier ETH, 1944; B Plenterwald Sumiswald, Abteilung C-3, 1932; C Urwald von Hemlock, Buche, Birke, Ahorn, Tionesta, Pennsylvania; D Eichenwald, State College, Pennsylvania.



auch graduell modifiziert werden, wenn die wirtschaftlichen Anforderungen Änderungen im angestrebten Vorrat anzeigen. Um einen ausgeglichenen Vorrat dauernd erhalten zu können, sollte bekannt sein, wieviel Holz in den verschiedenen Durchmesserstufen oder Durchmesserklassen jährlich oder periodisch geschlagen werden kann. Modifikationen dieser Nutzungsgröße zwecks Erhöhung oder Erniedrigung des Vorrates können dann nach Wunsch gemacht werden. Schweizerische Forstleute haben dieses Problem bis dahin auf intuitivem Wege,

namentlich durch Anwendung gesunder waldbaulicher Grundsätze, ziemlich erfolgreich gelöst. Periodische Vorratserhebungen haben zudem regelmäßig gezeigt, ob die bisherigen Nutzungen zu hoch oder zu niedrig waren, und notwendige Ausgleichs konnten in den folgenden Wirtschaftsperioden gemacht werden. Genauere Voranschläge künftiger Nutzungen nach Durchmesserklassen dürften jedoch für bessere wirtschaftliche Planung von Nutzen sein.

### **1. Massenzunahme, Zuwachs und Nutzung**

Die üblichen Zuwachsberechnungen auf Grund wiederholter Bestandesaufnahmen oder auf Grund von Zuwachsbohrungen ergeben den Zuwachs des Anfangsvorrates (*l'accroissement du matériel initial*). Der Einwachs (*passage à la futaie*) wird als zusätzliche Größe betrachtet. Es ist ohne weiteres möglich, den Volumenzuwachs stufenweise zu berechnen, wie in Tabelle 1 für das Lehrrevier der ETH gezeigt wird. Die Berechnung der in die obere Durchmesserstufen rückenden Stämme *R* ist in dieser Zeitschrift neuerdings (1949) erläutert worden. Der Volumenzuwachs der Stämme einer gegebenen Durchmesserstufe wird dadurch erhalten, daß man die Zahl der aufrückenden Stämme mit der Volumendifferenz pro Stamm benachbarter Durchmesserstufen multipliziert. Dieser Volumenzuwachs kann nachträglich in Prozent des Anfangsvorrates der verschiedenen Durchmesserstufen ausgedrückt werden. Durch Zusammenfassung des Zuwachses verschiedener Stufen kann der Zuwachs nach Stärkeklassen berechnet werden.

Es muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß die stufenweise Nutzung in keiner Weise dem stufenweisen Zuwachs gleichkommt. In einem ausgeglichenen Wald, in welchem der wirkliche Vorrat gleich dem angestrebten Vorrat ist, müssen in jeder Durchmesserstufe so viel Stämme geschlagen werden, daß die ursprüngliche Stammzahlverteilung jährlich oder periodisch wieder hergestellt wird. Die Nutzung ist also der stufenweisen Vorratszunahme und nicht dem stufenweisen Zuwachs gleichzusetzen. Die stufenweise Vorratszunahme ist in Tabelle 2 berechnet. Die erhaltenen Zahlen unterscheiden sich wesentlich von den berechneten Zuwachswerten.

Die Brutto-Vorratszunahme eines Waldes ist gleich dem totalen Zuwachs des Anfangsvorrates vermehrt um den Einwachs. In der Literatur über die Kontrollmethode wird der gesonderten Berechnung des Einwachses großes Gewicht beigelegt. Dieser Standpunkt ist durchaus berechtigt, wenn man die Zuwachsleistung verschiedener Bestände und Abteilungen miteinander vergleichen will, da dieselben in der Regel keinen ausgeglichenen Vorratsaufbau aufweisen. Einwachs ist bekanntlich nicht Zuwachs im eigentlichen Sinne. Außerdem ist der Einwachs, besonders in unausgeglichenen Beständen, eine stark variable Größe,

Tabelle 1

Stufenweise Berechnung des Massenzuwachses. Lehrrevier der ETH. Fläche 167,0 ha.  
Einrichtungsperiode 1938—1944

Durch- messer	Aufnahme 1938	Aufnahme 1944 plus Nutzung	Es rücken in obere Stufen	Es bleiben stationär	Masse pro Stamm	Massen- Differenz pro Stamm	Massenzuwachs	
							nach Stärke- stufen	nach Stärke- klassen
cm	S t a m m z a h l e n				m³	m³	m³	m³
122	—	1	1	0	17,30			
118	—	1	2	—1	16,18	1,12	1,1	
114	—	—	2	—2	15,11	1,07	2,1	
110	1	4	5	—1	14,06	1,05	2,1	
106	1	3	7	—4	13,06	1,00	5,0	
102	3	6	10	—4	12,09	0,97	6,8	
98	8	9	11	—2	11,11	0,98	9,8	
94	18	24	17	7	10,20	0,91	10,0	
90	22	44	39	5	9,33	0,87	14,8	
86	47	47	39	8	8,50	0,83	32,4	
82	76	83	46	37	7,71	0,79	30,8	
78	98	146	94	52	6,96	0,75	34,5	
74	160	192	126	66	6,25	0,71	66,7	
70	193	234	167	67	5,56	0,69	86,9	
66	240	301	228	73	4,91	0,65	108,6	
62	377	420	271	149	4,30	0,61	139,1	
58	494	578	355	223	3,73	0,57	154,5	
54	616	816	555	261	3,20	0,53	188,2	893,4
50	971	1 154	738	416	2,72	0,48	266,4	
46	1 405	1 838	1171	667	2,29	0,43	317,3	
42	2 247	2 659	1583	1 076	1,90	0,39	456,7	
38	3 269	3 839	2153	1 686	1,54	0,36	569,9	1610,3
34	4 783	5 239	2609	2 630	1,21	0,33	710,5	
30	5 981	6 354	2982	3 372	0,92	0,29	756,6	
26	7 784	8 556	3754	4 802	0,67	0,25	745,5	2212,6
22	10 244	11 695	5205	6 490	0,46	0,21	788,3	
18	16 263	18 795	7737	11 058	0,29	0,17	884,8	1673,1
Total	55 301	63 038					6389,4	6389,4
	— 55 301							
Einwachs = 7 737 Stämme $7737 \times 0,29 =$								2243,7
Zuwachs des Anfangsvorrates + Einwachs								8633,1

Tabelle 2

Brutto-Massenzunahme, berechnet nach Durchmesserstufen. Lehrrevier der ETH.  
Fläche 167,0 ha. Einrichtungsperiode 1938—1944

Durchmesser	Aufnahme 1938	Aufnahme 1944 plus Nutzung	Stammzahl- zunahme (brutto) <sup>1</sup>	Masse pro Stamm	Massenzunahme (brutto)	
					nach Stärkestufen	nach Stärkeklassen
cm	Stammzahlen			m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
122	—	1	1	17,30	17,3	
118	—	1	1	16,18	16,2	
114	—	—	0	15,11	—	
110	1	4	3	14,06	42,2	
106	1	3	2	13,06	26,1	
102	3	6	3	12,09	36,3	
98	8	9	1	11,11	11,1	
94	18	24	6	10,20	61,2	
90	22	44	22	9,33	205,3	
86	47	47	0	8,50	—	
82	76	83	7	7,71	54,0	
78	98	146	48	6,96	334,1	
74	160	192	32	6,25	200,0	
70	193	234	41	5,56	228,0	
66	240	301	61	4,91	299,5	
62	377	420	43	4,30	184,9	
58	494	578	84	3,73	313,3	
54	616	816	200	3,20	640,0	2669,5
50	971	1 154	183	2,72	497,8	
46	1 405	1 838	433	2,29	991,6	
42	2 247	2 659	412	1,90	782,8	
38	3 269	3 839	570	1,54	877,8	3150,0
34	4 783	5 239	456	1,21	551,8	
30	5 981	6 354	373	0,92	343,2	
26	7 784	8 556	772	0,67	517,2	1412,2
22	10 244	11 695	1451	0,46	667,5	
18	16 263	18 795	2532	0,29	734,3	1401,8
Total	55 301	63 038	7737		8633,5	8633,5
		— 55 301				
	Einwachs	7 737	Stämme	7737 × 0,29 =		2243,7
Zuwachs des Anfangsvorrates						6389,8

<sup>1</sup> Differenz der Stammzahlen in Kolonnen (2) und (3).

welche die Ergebnisse sorgfältiger Zuwachsberechnungen wesentlich verfälschen kann. In der Ertragsregelung hingegen, welche sich auf die Gesamtfläche eines Waldes mit einer ausgeglicheneren Vorratsverteilung bezieht, ist nicht der Zuwachs, sondern die Brutto-Vorratszunahme nach Durchmesserstufen oder Stärkeklassen die maßgebende Größe. Wie das angeführte Beispiel zeigt, sind Vorratszunahme plus Nutzung in den verschiedenen Durchmesserklassen durchaus verschieden. In einem ausgeglichenen Wald, in welchem der wirkliche Vorrat dem angestrebten Vorrat gleichkommt, muß dem Vorrat alljährlich der Zuwachs des Anfangsvorrates inklusive Einwachs als Nutzung entnommen werden.

Der bemerkenswerte Unterschied zwischen Vorratszunahme und Zuwachs und seine Bedeutung für die Forsteinrichtung kann am besten durch eine Betrachtung der Vorratsveränderung einer idealen Stammzahlverteilung erkannt werden.

## **2. Berechnung der Vorratszunahme nach Durchmesserstufen für ausgeglichene Stammzahlverteilungen**

Für ausgeglichene Stammzahlverteilungen kann die Brutto-Vorratszunahme (= Vorratszunahme vor der Nutzung) nach Durchmesserstufen berechnet werden, sobald folgende zwei Größen bekannt sind:

1. Relative Stammzahlabnahme nach Durchmesserstufen, ausgedrückt als Quotient der Stammzahlen aufeinanderfolgender Durchmesserstufen. Dieser Abnahmekoeffizient ist im ungleichaltrigen Wald konstant oder variiert nur wenig von einer Durchmesserstufe zur andern.
2. Durchschnittlicher jährlicher Stärkezuwachs nach Durchmesserstufen. Derselbe kann auf Grund von Zuwachsbohrungen oder auf Grund wiederholter Vorratsaufnahmen berechnet werden. Im allgemeinen ändert sich der durchschnittliche Stärkezuwachs im ungleichaltrigen Wald von einer Stärkestufe zur nächsten (vgl. Figur 2).

Der Quotient  $q$  hängt von der Größe der angewendeten Durchmesserstufe ab. Für das nach 4-cm-Stufen geordnete Stammzahlverzeichnis der letzten Vorratsaufnahme des Lehrreviers findet man für  $q$  einen Durchschnittswert von 1,40. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, variiert  $q$  von einer Durchmesserstufe zur nächsten, ohne jedoch eine stetige allmähliche Zu- oder Abnahme im Bereich der beobachteten Durchmesser aufzuweisen. Der stufenweise Stärkezuwachs ist bereits für drei Wirtschaftsperioden bekannt. Die berechneten Werte sind in Figur 2 zusammen mit den Werten von  $q$  graphisch dargestellt. Die vertikale Verschiebung der drei Zuwachskurven ist auf verschiedene Witterungsverhältnisse in den drei Wirtschaftsperioden zurückzuführen.

ren. Die eingezeichnete Gerade stellt einen mittleren ausgeglichenen jährlichen Durchschnittszuwachs  $Z$  dar. Numerische Werte für  $Z$  sind in Tabelle 3 angegeben.

Sobald  $q$  und  $Z$  bekannt sind, kann die prozentuale Vorratszunahme nach Stärkestufen nach folgender Formel berechnet werden:

Prozentuale Vorratszunahme vor der Nutzung =  $(q^{Z/4} - 1) \cdot 100$ .

Die im Nenner des Exponenten erscheinende Zahl 4 kennzeichnet die Größe der angewendeten Durchmesserstufe. Für den Fall, daß  $Z = 4$ , bekommt man das selbstverständliche Resultat  $(q - 1) \cdot 100$ ; alle Stämme der vorangehenden Durchmesserstufe rücken in eine gegebene Durchmesserstufe, so daß die Differenz der Stammzahlen dieser Stufen genutzt werden muß, um die ursprüngliche Stammzahl in der betrach-

Fig. 2

Durchschnittlicher jährlicher Stärkezuwachs für drei Einrichtungsperioden und Abnahmekoeffizient der Stammzahlen für die letzte Vorratsaufnahme des Lehrreviers der ETH. 1. Periode 1926—1932; 2. Periode 1932—1938; 3. Periode 1938—1944.

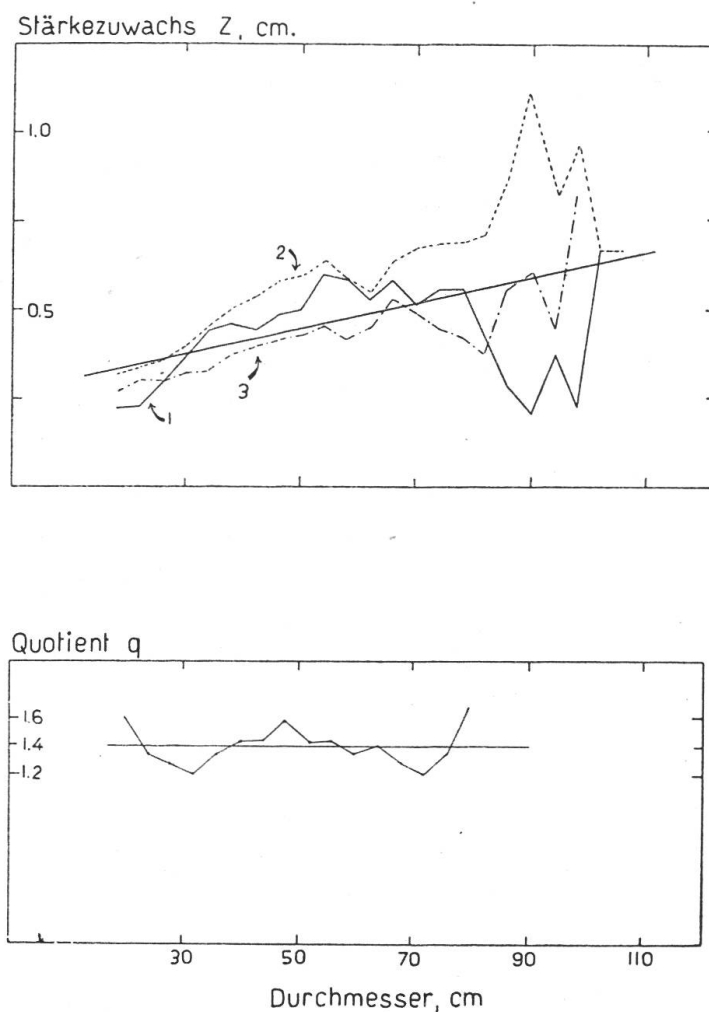




Tabelle 3

Durchschnittliche jährliche Vorratszunahme vor der Nutzung im Lehrrevier der ETH.  
Fläche 167,0 ha

Durchmesser	Stammzahl 1944	$q$ <sup>1</sup>	Jährlicher Stärkezuwachs <sup>2</sup> Z	Prozentuale Vorratszunahme vor der Nutzung <sup>3</sup>	Prozentualer Vorratszuwachs <sup>4</sup>
cm			cm	%	%
122	1				
118	1				
114	—				
110	4				
106	3				
102	5				
98	8				
94	24				
90	40				
86	47				
82	74				
78	125	1,68	0,54	4,6	1,4
74	169	1,35	0,53	4,5	1,5
70	205	1,21	0,51	4,4	1,5
66	263	1,28	0,50	4,3	1,6
62	371	1,41	0,49	4,2	1,7
58	506	1,36	0,47	4,1	1,7
54	736	1,45	0,46	4,0	1,8
50	1 052	1,43	0,44	3,8	1,9
46	1 677	1,59	0,43	3,7	1,9
42	2 435	1,45	0,41	3,5	2,1
38	3 497	1,44	0,40	3,4	2,2
34	4 737	1,35	0,39	3,3	2,5
30	5 711	1,21	0,37	3,2	2,7
26	7 334	1,28	0,36	3,1	3,1
22	9 911	1,35	0,34	2,9	3,5
18	15 965	1,61	0,33	2,8	4,1
		1,40			

<sup>1</sup> Quotient der Stammzahlen in aufeinanderfolgenden Durchmesserstufen.

<sup>2</sup> Gestützt auf das Ergebnis dreier Wirtschaftsperioden; die angegebenen Zahlen entsprechen der in Fig. 2 eingezeichneten Geraden.

<sup>3</sup> Berechnet auf Grund des Durchschnittswertes von  $q$  ( $=1,40$ ). Infolge der Schwankung der Werte von  $q$  von einer Durchmesserstufe zur andern dürfte die tatsächliche Vorratszunahme von den berechneten Durchschnittswerten mehr oder weniger abweichen.

<sup>4</sup> Ausgedrückt in Prozent des in jeder Durchmesserstufe vorhandenen Anfangsvorrates und basiert auf den nach Durchmesserstufen berechneten und ausgeglichenen Stärkezuwachs.

Tabelle 4

Jährliche prozentuale Vorratszunahme (vor der Nutzung) im ausgeglichenen ungleichaltrigen Wald für verschiedene Werte des jährlichen Stärkezuwachses und verschiedene Maße relativer Stammzahlabnahme nach 4-cm-Stufen

Stamm- zahl- abnahme nach 4-cm- Stufen $q^1$	Durchschnittlicher jährlicher Stärkezuwachs $Z$ in cm												
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
	P r o z e n t												
1,10	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7
1,12	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0
1,14	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3
1,16	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6
1,18	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9
1,20	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2
1,22	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5
1,24	0,5	0,8	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8
1,26	0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
1,28	0,6	0,9	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,5	3,8	4,1	4,4
1,30	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	4,7
1,32	0,7	1,0	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0
1,34	0,7	1,1	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3
1,36	0,8	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5
1,38	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8
1,40	0,8	1,3	1,7	2,1	2,6	3,0	3,4	3,9	4,3	4,7	5,2	5,6	6,1
1,42	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,9	6,3
1,44	0,9	1,4	1,8	2,3	2,8	3,2	3,7	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6
1,46	1,0	1,4	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,3	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8
1,48	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,1	6,6	7,1
1,50	1,0	1,5	2,0	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	5,2	5,7	6,3	6,8	7,4
1,52	1,1	1,6	2,1	2,7	3,2	3,7	4,3	4,8	5,4	5,9	6,5	7,0	7,6
1,54	1,1	1,6	2,2	2,7	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	6,1	6,7	7,3	7,8
1,56	1,1	1,7	2,2	2,8	3,4	4,0	4,5	5,1	5,7	6,3	6,9	7,5	8,1
1,58	1,2	1,7	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	7,7	8,3
1,60	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,1	6,7	7,3	7,9	8,6
1,62	1,2	1,8	2,4	3,1	3,7	4,3	4,9	5,6	6,2	6,9	7,5	8,2	8,8
1,64	1,2	1,9	2,5	3,1	3,8	4,4	5,1	5,7	6,4	7,0	7,7	8,4	9,0
1,66	1,3	1,9	2,6	3,2	3,9	4,5	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,6	9,3
1,68	1,3	2,0	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	6,0	6,7	7,4	8,1	8,8	9,5
1,70	1,3	2,0	2,7	3,4	4,1	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,3	9,0	9,7
1,72	1,4	2,1	2,7	3,4	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,5	9,2	10,0
1,74	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	5,0	5,7	6,4	7,2	7,9	8,7	9,4	10,2
1,76	1,4	2,1	2,9	3,6	4,3	5,1	5,8	6,6	7,3	8,1	8,8	9,6	10,4
1,78	1,5	2,2	2,9	3,7	4,4	5,2	5,9	6,7	7,5	8,3	9,0	9,8	10,6

<sup>1</sup>  $q$  ist der Quotient der Stammzahlen in aufeinanderfolgenden 4-cm-Stufen.

teten Durchmesserstufe wieder herzustellen. Eine Ableitung der oben angegebenen Formel ist im letzten Abschnitt dieses Aufsatzes zu finden. Die Formel ist in Tabelle 4 für verschiedene Werte von  $q$  und  $Z$  ausgewertet. Mit Hilfe dieser Tabelle ist es ohne weiteres möglich, die prozentuale Vorratszunahme eines ausgeglichenen Waldes vor der Nutzung nach Durchmesserstufen anzugeben. Für das Beispiel des Lehrreviers sind die gefundenen Zahlen in der vorletzten Kolonne von Tabelle 3 angeführt. Vergleichsweise sind auch die entsprechenden Zuwachsprozente nach Durchmesserstufen berechnet und mitgeteilt. Wie schon weiter oben auseinandergesetzt, stimmen die zwei Zahlenreihen in keiner Weise miteinander überein.

### 3. Praktische Schlußfolgerungen

Durch systematische Untersuchung zahlreicher Stammzahlverteilungen von seit Jahren nachhaltig bewirtschafteten Wäldern oder Abteilungsgruppen können numerische Werte des Abnahmekoeffizienten  $q$  ohne weiteres berechnet werden. Zur Bestimmung eines Durchschnittswertes für  $q$  werden die Stammzahlen am besten auf halblogarithmisches Papier aufgetragen. Die eingezeichneten Punkte fallen dann annähernd auf eine Gerade, und  $q$  kann von den durch diese Gerade dargestellten ausgeglichenen Stammzahlen ohne weiteres berechnet werden. Bei Anwendung der 4-cm-Stufe findet man für ausgeglichene Plenterwälder, daß  $q$  zwischen 1,25 und 1,35 liegt (Meyer, 1933). In Waldungen, welche nach dem Femelschlagverfahren bewirtschaftet werden, liegen die Werte von  $q$  etwas höher, sehr wahrscheinlich zwischen 1,35 und 1,45. Diese Zahlen können an Hand von existierenden Vorratsaufnahmen ohne Schwierigkeit geprüft werden. Die nötigen Kenntnisse über den durchschnittlichen Stärkezuwachs nach Stärkestufen können ebenfalls aus den Ergebnissen wiederholter Bestandaufnahme abgeleitet werden. Hier wird man finden, daß der Stärkezuwachs zufolge von Witterungsschwankungen für verschiedene Perioden erheblich variiert. Dank langjähriger Untersuchungen, wie sie in der Schweiz für viele Wälder bereits zur Verfügung stehen, ist der durchschnittliche Stärkezuwachs mancher Wälder ziemlich genau bekannt; man vergleiche etwa die von Favre mitgeteilten Zahlen betreffend « temps de passage », welche zeigen, daß für Couvet der durchschnittliche Stärkezuwachs mit zunehmendem Durchmesser langsam ansteigt und im Mittel etwa 0,5 cm beträgt. Für einen gegebenen mittleren Stärkezuwachs ist die Brutto-Vorratszunahme nach Stärkestufen um so größer, je größer der Abnahmekoeffizient  $q$ . Die absolute Vorratszunahme oder mögliche Nutzung hängt natürlich vom vorhandenen Vorrat ab. Dieser Vorrat kann jedoch für eine gegebene relative Stammzahlabnahme je nach der relativen Bestandesdichte erheblich variieren.

Umgekehrt können Stammzahlverteilungen mit verschiedenen Abnahmekoeffizienten denselben totalen Vorrat aufweisen, wie es beispielsweise für die emmentalischen Plenterwälder nachgewiesen ist. Der Vorratsaufbau mit dem höhern Abnahmekoeffizienten der Stammzahlen dürfte einen höheren jährlichen Ertrag abwerfen, vorausgesetzt, daß der durchschnittliche Zuwachs in beiden Wäldern der gleiche ist. Durch intensive Bestandespflege wird der ideale Bestandesaufbau, welcher hohe jährliche Nutzungen ermöglicht, wohl automatisch gefunden werden. Bei allzu konservativer Bewirtschaftung besteht jedoch die Gefahr, daß die relative Stammzahlabnahme in einem Wald von einer Wirtschaftsperiode zur andern graduell verringert wird. Diese Tatsache kann für verschiedene schweizerische Wälder nachgewiesen werden. Im Lehrrevier der ETH, wo der Wert von  $q$  von 1926 bis 1944 von 1,49 bis 1,40 abgenommen hat, ist der dadurch gekennzeichnete Entwicklungsgang gerechtfertigt, da der wirkliche Vorrat entschieden zu niedrig war und wohl noch weiter aufgebaut werden muß. Der Wirtschaftler muß sich jedoch bewußt sein, daß durch weitere Erniedrigung der relativen Stammzahlabnahme die mögliche Nutzung nur dann erhalten oder erhöht werden kann, wenn der Vorrat oder der durchschnittliche Stärkezuwachs oder beide weiter zunehmen.

Zur Beurteilung der produktiven Leistung eines ungleichaltrigen Waldes mit einer mehr oder weniger ausgeglichenen Stammzahlverteilung sollte nach den vorangehenden Ausführungen weniger der Zuwachs des Anfangsvorrates nach Stärkeklassen als vielmehr die Brutto-Vorratszunahme nach Stärkeklassen bestimmt werden. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, daß die stärkeklassenweise Berechnung des Zuwachsprozentes praktisch von geringem Werte ist. Man erhält das voraussehbare Ergebnis, daß das Zuwachsprozent in den obern Stärkeklassen bedeutend geringer ist als in den untern Stärkeklassen. Dieses Ergebnis wird häufig dahin interpretiert, daß die obern Stärkeklassen eine sehr geringe Verzinsung aufweisen und daß vom privatwirtschaftlichen Standpunkt die Erhaltung eines hohen Vorrates im Starkholz nicht gerechtfertigt ist. Berechnet man hingegen die Brutto-Vorratszunahme nach Stärkeklassen, so findet man im allgemeinen, daß dieselbe nicht bloß der absoluten Größe nach, sondern auch in Prozenten des Vorrates in den obern Stärkeklassen größer ist als in den untern Stärkeklassen! Dies ist immer dann der Fall, wenn der durchschnittliche Stärkezuwachs mit wachsendem Durchmesser allmählich zunimmt. Vom wirtschaftlichen Standpunkte aus ist nicht der Zuwachs nach Stärkestufen, sondern die Bruttovorratszunahme oder mögliche nachhaltige Nutzung von ausschlaggebender Bedeutung. Daß die beiden Größen erheblich voneinander abweichen, ist nicht immer deutlich genug erkannt worden.

#### 4. Ableitung der Formel $(q^{Z/4} - 1) \cdot 100$

Die nach einer geometrischen Reihe abnehmenden Stammzahlen eines ausgeglichenen Waldes ergeben ein Verteilungsbild, welches mathematisch durch eine Exponentialfunktion von der Form

$$V(x) \cdot dx = k \cdot e^{-ax} \cdot dx$$

ausgedrückt werden kann (Meyer, 1933). Die Konstanten  $k$  und  $a$  charakterisieren eine gegebene Stammzahlverteilung;  $e$  ist die Basis der natürlichen Logarithmen. Infolge des jährlichen durchschnittlichen Stärkezuwachses  $Z$  messen die Stämme mit einem Anfangsdurchmesser  $x$  am Ende der Zuwachsperiode  $x + Z$ ; mit andern Worten, die Verteilungskurve der Stammzahlen wird infolge des Zuwachses im Bereich einer Durchmesserstufe um den Betrag  $Z$  nach rechts verschoben. Die Verteilungsfunktion wird daher am Ende des Jahres durch den Ausdruck

$$V(x) \cdot dx = k \cdot e^{-a(x-Z)} \cdot dx = k \cdot e^{aZ-ax} \cdot dx$$

gegeben. Die Stammzahlzunahme in dem schmalen Durchmesserintervall  $dx$  ist daher

$$e^{aZ} \cdot k \cdot e^{-ax} \cdot dx - k \cdot e^{-ax} \cdot dx = k \cdot e^{-ax} \cdot dx (e^{aZ} - 1)$$

Wird dieser Betrag in Prozent der ursprünglich im Intervall  $dx$  vorhandenen Stammzahlen ausgedrückt, so findet man:

$$\text{Prozentuale Vorratzzunahme vor der Nutzung} = (e^{aZ} - 1) \cdot 100.$$

Nun ist aber, wie anderswo gezeigt wurde, bei Anwendung der 4-cm-Stufe der Quotient  $q$  der geometrischen Reihe nichts anderes als  $e^{4a}$ , und man erhält für die prozentuale Stammzahlabnahme (oder prozentuale Massenzunahme) nach Durchmesserstufen die Formel  $(q^{Z/4} - 1) \cdot 100$ .

#### Résumé

##### Augmentation du volume sur pied et exploitations dans la forêt d'âge multiple

Pour établir durablement un rendement soutenu dans la forêt irrégulière, les exploitations annuelles ou périodiques doivent être prélevées de façon telle qu'un équilibre soit créé et maintenu dans la composition du matériel sur pied. L'image graphique de la distribution égalisée du nombre des tiges est à peu près la même chez les associations forestières les plus diverses, soit celle d'une série géométrique de nombres de tiges ou d'une fonction exponentielle (voir la fig. 1, où la présence d'exemples composites montre qu'il faut donner à « forêt irrégulière » le sens le plus large possible). Cette distribution peut être maintenue ou progressivement modifiée. Veut-on la conserver, il faut alors savoir combien de bois peut être exploité, annuellement ou périodiquement, dans les diverses catégories de diamètre ou classes de grosseur. Des sylvicul-

teurs suisses ont réglé ces dosages par intuition, non sans succès. Des inventaires périodiques les ont renseignés sur les fluctuations du matériel, donc sur l'excès ou l'insuffisance des coupes. Une supputation plus exacte des exploitations à faire, par classes de diamètre, permettra cependant d'asseoir plus sûrement les plans d'avenir.

L'auteur se sert de l'exemple de la Forêt d'enseignement de l'E. P. F. pour démontrer la différence essentielle qu'il y a, durant une période donnée, entre l'augmentation totale du matériel enregistré et l'accroissement du matériel initial. On a donné à cette différence le nom de « passage à la futaie ». A l'échelon des catégories de diamètre, on constate également qu'il ne faut pas confondre l'accroissement des éléments initiaux d'un de ces compartiments pendant la période avec l'augmentation de matériel qui s'y produit dans le même temps. Or, c'est à cette augmentation (à cette série d'augmentations) qu'il faut adapter la coupe pour maintenir le statu quo (v. les tableaux 1 et 2!).

Lorsque la répartition du nombre des tiges est égalisée, l'augmentation brute du matériel sur pied peut être calculée par catégories de diamètre dès qu'on a déterminé la valeur du quotient  $q$  — rapport moyen du nombre des tiges de deux catégories de diamètre qui se font suite — et de l'accroissement annuel moyen en épaisseur  $Z$ , qui varie le long de l'échelle des diamètres (selon la fig. 2, il ne cesse d'augmenter avec le diamètre à la Forêt d'enseignement, jusque et par delà 1 m. d'épaisseur). Cette augmentation brute, en %, est égale à

$$(q^{Z/4} - 1) \cdot 100$$

La déduction de cette formule, où le chiffre 4 tient compte de l'écart des catégories, forme le chapitre final de cet article. Le tableau 4 facilite son emploi.

Le quotient  $q$ , pour une échelle des grosseurs de 4 cm. d'écartement, oscille entre 1,25 et 1,35 dans des forêts jardinées en équilibre. Dans la forêt traitée par coupes progressives, il se hausse jusqu'à 1,45. Sa diminution progressive trahit une gestion trop conservatrice. La chute du quotient à la Forêt d'enseignement (1,49 → 1,40 de 1926 à 1944) est par contre justifiée: le matériel sur pied devait et doit encore être enrichi.

Calcule-t-on le pourcent d'accroissement par classes de grosseur, il est clair et normal que le taux obtenu soit sensiblement plus élevé dans les petites classes que chez les gros bois. Il serait d'un esprit simpliste d'en conclure que le maintien de gros bois est, en soi-même, une mauvaise affaire, qui ne se justifie pas. Tant que l'accroissement annuel en épaisseur suit une marche ascendante, le rendement est le meilleur possible. Dans l'exemple de la Forêt d'enseignement, il apparaît avec netteté que le contingent qui a passé pendant la dernière période dans la classe des gros bois est en pleine production.

*Conclusion:* du point de vue économique, ce n'est pas l'accroissement du matériel initial qui importe, mais bien l'augmentation brute du matériel pendant la période, qui seule renseigne utilement sur les exploitations soutenues possibles.

E. Bx.

#### Literatur

Meyer, H. A.: Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, 84 (2), (3), (4), 1933.



*Meyer, H. A., and Stevenson, D. D.*: The structure and growth of virgin beech-, birch-, maple-, hemlock forests in northern Pennsylvania. Journ. Agr. Research, 67 (12), 465—484, 1943.

*Schæffer, A., Gazin, A., d'Alverny, A.*: Sapinière. Le jardinage par contenance. Les Presses Universitaires de France, Paris 1930, 100 pp.

## **Erfahrungen im Güterzusammenlegungswesen**

Von Kulturing. *H. Meyer*, Chef des Eidg. Meliorationsamtes

(38.61)

### **Einleitung**

Um über die Erfahrungen im Güterzusammenlegungswesen, dem wichtigsten, aber auch heikelsten Arbeitsgebiet der Kulturingenieure, berichten zu können, ist es unvermeidlich, sowohl die administrative Verfahrensordnung als auch die technische Durchführung kurz zu beschreiben.

Während Zweck und Ziel der Güterzusammenlegungen einigermaßen bekannt sind, herrscht darüber, wie sie durchgeführt werden, selbst in Kreisen der Landwirtschaft noch erstaunlich viel Unklarheit.

Wenn nun für die Lösung der im Forstwesen ziemlich neuen Aufgabe der parzellaren Waldzusammenlegung auf die Erfahrungen bei den Kulturlandzusammenlegungen abgestellt werden soll, so ist sicher von Nutzen, sich mit den Mängeln und Vorzügen der bei den Güterzusammenlegungen entwickelten Methoden vertraut zu machen, um beurteilen zu können, was davon als brauchbar übernommen werden kann und wo eigene Wege gesucht werden müssen. Dabei darf nicht übersehen werden, daß nur die Übung am Objekt die Besonderheiten dieser Unternehmen richtig erkennen läßt.

### **1. Zweck der Güterzusammenlegungen**

Der Zweck der Maßnahme, nämlich die Erhaltung und Steigerung der Produktivität des verfügbaren Bodens und die Verminderung des Aufwandes für dessen Bewirtschaftung durch möglichst weitgehende Ausschaltung unproduktiver Leistungen, ist für Kulturland- und Waldzusammenlegungen im großen ganzen derselbe.

Mit der Güterzusammenlegung nach heutiger Konzeption erstrebt man eine den betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Forderungen der modernen Landwirtschaftstechnik entsprechende durchgreifende Neuordnung des landwirtschaftlich genutzten Grundeigentums. Immer mehr werden dabei neben den rein landwirtschaftlichen Problemen auch alle übrigen den ländlichen Wirtschaftsraum berührenden Fragen von allgemeinem Interesse, wie zum Beispiel Aufgaben der Orts-, Re-