

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 100 (1949)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Berechnung und Auswertung des Stärkezuwachses  
**Autor:** Meyer, H. Arthur  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766415>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

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

bestand abgetrieben wird und nur die Eichenoberständer als Samenbäume für die Naturverjüngung vorerst noch erhalten bleiben.

Im weitem wird die Behandlung der eigentlichen Eichenhochwälder besprochen. Sowohl im Jungwuchs als auch in den Dickungen werden lediglich die eine außerordentliche Konkurrenzkraft aufweisenden Hagebuchen zugunsten der Eichen zurückgedrängt und nur kranke oder sonst offensichtlich schlechte Eichen entfernt. Im Alter von ungefähr 30 Jahren setzt die Durchforstung ein, wobei die besten Eichen in der herrschenden Schicht von den sie bedrängenden Hagebuchen, bzw. Buchen befreit werden. Je nach der Stärke des Durchforstungseingriffes, der zirka alle zehn Jahre wiederholt wird, können sehr feine, als Fournierholz gesuchte Eichensortimente (schwache Eingriffe, Erhaltung eines gedrängten Kronenschlusses), oder aber breitringiges, schweres Konstruktionsholz (stärkere Eingriffe, gewisse Lockerung des Kronenschlusses; nur möglich wenn ein Nebenbestand aus Hagebuche und Buche vorhanden ist) erzeugt werden.

Der Artikel wird durch reichhaltiges und eindrucksvolles Zahlenmaterial ergänzt und bereichert.

*Lamprecht.*

## **Berechnung und Auswertung des Stärkezuwachses**

Von *H. Arthur Meyer*

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

Die stufenweise Berechnung des Durchmesserzuwachses auf der Grundlage wiederholter Bestandeskluppierungen gestattet einen tieferen Einblick in den Entwicklungsgang eines Waldes oder Bestandes als die übliche bloße Berechnung des Massenzuwachses. Es lohnt sich besonders vom waldbaulichen und versuchstechnischen Standpunkt aus den Verlauf des Stärkezuwachses zu berechnen und näher zu studieren. Verschiedene Berechnungsverfahren sind in der forstlichen Literatur zu finden. Ein modifiziertes Verfahren ist neuerdings in dieser Zeitschrift von *Prodan* (6) diskutiert worden. Die von *Prodan* vorgeschlagene Methode setzt stillschweigend eine gleichmäßige Stammzahlverteilung innerhalb einer Durchmesserstufe voraus. Angewendet auf ungleichmäßige Stammzahlverteilungen, insbesondere auf abnehmende Stammzahlverteilungen, wie sie für den Plenterwald charakteristisch sind, führt das vorgeschlagene Verfahren zu gewissen, allerdings nicht gerade bedeutenden, systematischen Fehlern. Die Natur dieser Fehler wird ohne weiteres klar, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß in einer abnehmenden Stammzahlverteilung in der untern Hälfte einer Durchmesserstufe relativ mehr Stämme vorhanden sind als in der obern Hälfte, so daß beispielsweise erst bei einem Zuwachs von etwas mehr als der Hälfte der Stufenhöhe genau die Hälfte der Stämme in die nächsthöhere Durchmesserstufe hinaufrücken würde. Französische Forstleute haben jedoch schon seit Jahren eine Berechnungsweise angewendet, welche diesen syste-

matischen Fehler automatisch kompensiert (7). Dieses Verfahren, beschrieben von Schaeffer, Gazin und D'Alverny, ist zudem etwas einfacher als die von Prodan vorgeschlagene Methode. Da es in der deutschsprachigen forstlichen Literatur kaum bekannt ist, soll es im folgenden an Hand eines zahlenmäßigen Beispiels kurz beschrieben werden. Dabei sollen auch die von Prodan nicht behandelten periodischen Nutzungen mitberücksichtigt werden. In einem zweiten Abschnitt wird an Hand von Daten, welche mir von Professor Leibundgut aus dem Lehrrevier der Eidgenössischen Technischen Hochschule zur Verfügung gestellt wurden, die praktische Auswertung der Zuwachskurven besprochen. Der dritte und letzte Abschnitt dieses Aufsatzes enthält einige Angaben über die Größe witterungsbedingter Zuwachsschwankungen.

### 1. Die Berechnung des Stärkezuwachses

Die Berechnung des durchschnittlichen Stärkezuwachses pro Stamm nach Durchmesserstufen gestaltet sich etwas verschieden in der Abwesenheit oder Anwesenheit von periodischen Nutzungen. Bei der Anwesenheit von Nutzungen muß vorausgesetzt werden, daß dieselben stehend vermessen worden sind. Bei der Berechnung des Massenzuwachses ist es üblich, die stehend vermessenen Stämme der zweiten Inventaraufnahme zuzuzählen. Bei der Berechnung des durchschnittlichen Zuwachses pro Stamm ist dieses Verfahren nicht ohne weiteres zulässig, wie die Behandlung eines einfachen Beispiels ohne weiteres zeigt. Fanden die Nutzungen unmittelbar vor der zweiten Inventaraufnahme statt, so wäre es offenbar richtig, dieselben der zweiten Aufnahme zuzuzählen. Fanden hingegen die Nutzungen unmittelbar nach der ersten Inventaraufnahme statt, so wäre es richtig, dieselben von der ersten Aufnahme zu subtrahieren. Betrachten wir nun den Fall, daß die Nutzungen entweder gleichmäßig über die verschiedenen Jahre der Einrichtungsperiode verteilt waren oder gerade in der Mitte derselben stattfanden. Wir dürfen annehmen, daß in diesem Falle ungefähr der gleiche totale Zuwachs geleistet wurde wie wenn die Hälfte der Stämme am Anfang und die andere Hälfte am Ende der Einrichtungsperiode genutzt worden wären. Man wird daher die Hälfte der Stämme vom ersten Inventar stufenweise subtrahieren und die andere Hälfte stufenweise zum zweiten Inventar addieren. In analoger Weise wird verfahren, wenn die Nutzung beispielsweise 3 Jahre nach der ersten Bestandaufnahme erfolgte. Beträgt die totale Einrichtungsperiode 10 Jahre, so wird man in diesem Fall 7 Zehntel der Stämme vom ersten Inventar subtrahieren und 3 Zehntel zum zweiten Inventar addieren. Dieses sinnreiche Verfahren wurde bereits von Vaulot (10) im Jahre 1914 in der *Revue des Eaux et Forêts* beschrieben.

Die Berechnung des Durchmesserzuwachses nach Stärkeklassen ist in *Tabelle 1* durchgeführt. Die Zahlen beziehen sich auf zwei sukzessive Bestandesaufnahmen des Lehrrevieres. Es ist üblich, die obersten Durchmesserstufen an das obere Ende der Tabelle zu setzen. Im gegebenen Beispiele wurde die Hälfte der genutzten Stämme von der ersten Inventaraufnahme abgezogen, während die andere Hälfte zur zweiten Inventaraufnahme hinzugezählt wurde. Dies entspricht der Annahme, daß die Nutzungen in der Mitte der Einrichtungsperiode stattfanden oder

*Tabelle 1*

Berechnung des Stärkezuwachses nach dem französischen Verfahren. Abteilung 6 des Lehrrevieres der ETH. Fläche 10,3 ha. Einrichtungsperiode 1932—38

Durchmesser	Aufnahme 1932 <sup>1</sup>	Aufnahme 1938 <sup>2</sup>	Es rücken in obere Stufen R	Es bleiben stationär S	DR <sup>3</sup>	DE <sup>4</sup>	$\frac{DR}{DE}$	Jährlicher Stärkezuwachs <sup>5</sup> Z
cm			Stammzahlen					cm
90	—	2	2	0	2	2	1,000	0,667
86	3	3	2	1	4	6	0,667	0,445
82	2	5	5	0	7	7	1,000	0,667
78	4	8	9	— 1	14	12	1,167	0,778
74	11	11	9	2	18	22	0,818	0,545
70	15	16	10	6	19	31	0,613	0,409
66	17	28	21	7	31	45	0,689	0,459
62	37	50	34	16	55	87	0,632	0,421
58	58	60	36	24	70	118	0,593	0,395
54	62	83	57	26	93	145	0,641	0,427
50	101	134	90	44	147	235	0,626	0,417
46	154	159	95	64	185	313	0,591	0,394
42	209	207	93	114	188	416	0,452	0,301
38	218	232	107	124	200	450	0,444	0,296
34	262	244	89	155	196	507	0,387	0,258
30	278	264	75	189	164	542	0,303	0,202
26	269	330	136	194	211	599	0,352	0,235
22	410	523	249	274	385	933	0,413	0,275
18	663	1051	637	414	886	1714	0,517	0,345
	2773	3410			2875	6183	0,465	0,310
	637			2777	+ 3410	= 6183		

<sup>1</sup> Vermindert um die Hälfte der genutzten und stehend vermessenen Stämme.

<sup>2</sup> Vermehrt um die Hälfte der genutzten und stehend vermessenen Stämme.

<sup>3</sup> «Doppel» der aufrückenden Stämme, erhalten durch Summierung zweier benachbarter Zahlen R.

<sup>4</sup> «Doppel» der Stammzahlen, erhalten durch stufenweise Summierung der zwei Aufnahmen.

<sup>5</sup>  $Z = DR/DE$  multipliziert mit 4 cm (Stufengröße) und dividiert mit 6 (Jahre der Einrichtungsperiode).

gleichmäßig über die gesamte Periode verteilt waren. Die 18 cm-Stufe enthielt beispielsweise bei der ersten Aufnahme 697 und bei der zweiten Aufnahme 1017 Stämme. Die Zahl der genutzten Stämme betrug 68. Wir erhalten daher  $697 - 34 = 663$  und  $1017 + 34 = 1051$  (siehe Spalten 2 und 3). Es wird nun bestimmt, wie viele Stämme von jeder Durchmesserstufe in die nächsthöhere hineinrückten und wie viele Stämme stationär blieben. Mit der obersten Durchmesserstufe beginnend sehen wir, daß 2 der 3 Stämme der 86-cm-Stufe in die 90-cm-Stufe gestiegen sind, während 1 restlicher Stamm stationär blieb. Die aufsteigenden Stämme werden *zwischen* die Zeilen der beteiligten Durchmesserstufen geschrieben, während die stationären Stämme *auf* der Zeile der betreffenden Durchmesserstufe notiert werden. Da in der 86 cm-Stufe 1 Stamm stationär blieb, beim zweiten Inventar aber 3 Stämme vorhanden waren, so muß die Differenz von 2 Stämmen von der 82 cm-Stufe aufgestiegen sein. Es bleiben somit 0 Stämme in der 82 cm-Stufe stationär. Die Rechnung wird weitergeführt, bis man bei der untersten Durchmesserstufe ankommt. Die Zahl der Stämme, welche in die 18 cm-Stufe aufsteigen, stellt den Einwachs dar und ist gleich der Differenz der totalen Stammzahlen der beiden Aufnahmen ( $3410 - 2773 = 637$ ). Diese Tatsache ermöglicht eine wertvolle Kontrolle der Rechnung. Das Auftreten von negativen stationären Stammzahlen bedeutet, daß in den betreffenden Durchmesserstufen die Stämme von einer Stufe in die übernächste hineingewachsen sind.

Aus dem Verhältnis der Zahl der aufrückenden Stämme  $R$  zur Zahl der ursprünglich in einer Durchmesserstufe vorhandenen Stammzahl  $N_1$  könnte bei Anwendung der 4 cm-Stufe der ungefähre periodische Durchschnittszuwachs  $PZ$  aus folgender Proportion abgeleitet werden:

$$\frac{PZ}{4} = \frac{R}{N_1}$$

Wie oben angedeutet, führt dieses naheliegende Verfahren jedoch zu gewissen systematischen Fehlern. Der entscheidende Schritt in der von französischen Forstleuten vorgeschlagenen Berechnungsweise besteht in einer Ausgleichung der aufrückenden Stämme auf die Stufenmitte jeder Durchmesserstufe. Dies wird durch Addieren benachbarter Zahlen in Spalte 4 erreicht. Die resultierenden Summen werden auf die zwischen den betreffenden Summanden liegenden Zeilen geschrieben, also auf die Zeilen der verschiedenen Durchmesserstufen. Diese Summen stellen gewissermaßen ein Doppel der aufrückenden Stämme dar und werden daher mit dem Symbol  $DR$  bezeichnet (Spalte 6). Es ist einleuchtend, daß diese « Doppelbeträge » ihrerseits durch ein « Doppel » der in einer Durchmesserstufe vorhandenen Stammzahlen dividiert werden müssen, um das Verhältnis des periodischen Stärkezuwachses zur Größe der Stufenmitte aufzustellen. Dieses « Doppel » ist die Summe der in



einer gegebenen Durchmesserstufe bei der ersten und zweiten Aufnahme vorhandenen Stammzahlen und wird in der französischen Literatur mit *DE* (double effective) bezeichnet. Die Beträge DR und DE sind für jede Durchmesserstufe in den Spalten 6 und 7 berechnet und der Quotient beider Größen ist in Spalte 8 berechnet. Der jährliche Durchmesserzuwachs wird schließlich erhalten, indem man den Quotienten DR/DE mit der Größe der angewendeten Durchmesserstufe multipliziert (hier 4 cm) und durch die Anzahl der zwischen den beiden Bestandaufnahmen liegenden Wachstumsperioden dividiert (Spalte 10)<sup>1</sup>. Der stufenweise berechnete Durchmesserzuwachs ist in Fig. 1 C graphisch aufgetragen. Die Zuwachskurve zeigt bis in die höheren Durchmesserstufen einen ziemlich regelmäßigen Verlauf. Die erratischen Schwankungen in den obersten Durchmesserstufen sind auf die geringe Stammzahl in diesen Stufen zurückzuführen.

## 2. Praktische Auswertung von Zuwachskurven

Eine graphische Darstellung des Stärkezuwachses zeigt deutlicher als irgendwelche zahlenmäßige Angaben über den Massenzuwachs die relative Leistungsfähigkeit der verschiedenen Bestandteile des Waldes. In gleichaltrigen Beständen zeigt die Zuwachskurve im Durchmesserbereich der schwächeren und unterdrückten Stämme einen scharfen Anstieg, um in den höhern Durchmessern allmählich abzuflachen. In ungleichaltrigen Wäldern mit mehr oder weniger ausgeglichenen Stammzahlverteilungen ist der durchschnittliche Stärkezuwachs in den verschiedenen Durchmesserstufen nur wenig verschieden. Ein schwacher, allmählicher Aufstieg der Zuwachskurve in den untern Durchmesserstufen und ein allmählicher Abstieg in den höchsten Durchmessern kann oft beobachtet werden. In andern Fällen kann der Verlauf des Stärkezuwachses über den gesamten Bereich der vorkommenden Durchmesser durch eine gerade Linie dargestellt werden, wie beispielsweise für die Gemeindewälder von Couvet und Boveresse. In Fig. 1 A und B ist der Zuwachs des Lehrreviers der Eidgenössischen Technischen Hochschule für drei aufeinanderfolgende Zuwachsperioden dargestellt, und zwar gesondert für das Nadelholz und das Laubholz. Man erkennt auf den ersten Blick, daß die Zuwachskurven der drei Perioden eine deutliche *vertikale Verschiebung* aufweisen. Diese Verschiebung erstreckt sich über den gesamten Bereich der Durchmesser. Die Periode 1932—1938 weist die relativ größten Zuwachswerte auf. Die durchgängige Abnahme des Zuwachses in der dritten Einrichtungsperiode muß offenbar auf ungünstigere allgemeine Witterungsbedingungen zurückgeführt werden,

<sup>1</sup> Ein mathematischer Beweis für die Richtigkeit des beschriebenen Verfahrens wurde vom Verfasser in der amerikanischen Zeitschrift für Forstwesen beschrieben (4).

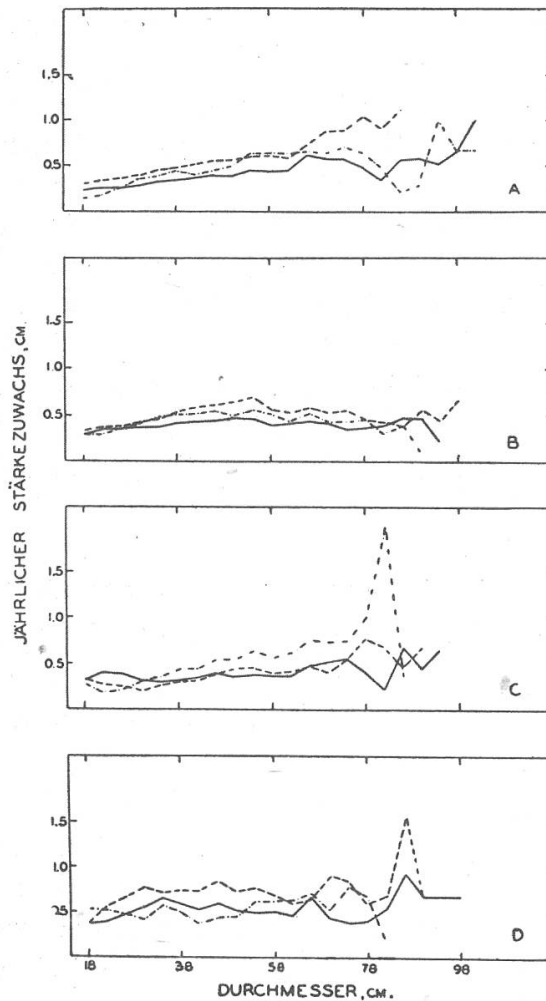


Fig. 1

Verlauf des Stärkezuwachses im Lehrrevier der ETH. A = Nadelholz, B = Laubholz (167,0 ha), C = alle Holzarten Abt. 6 (10,3 ha), D = alle Holzarten Abt. 11 (9,3 ha)

..... Periode 1926—1932  
 ----- Periode 1932—1938  
 ————— Periode 1938—1944

denn nur solche können eine gleichmäßige Beeinflussung des Durchmesserzuwachses aller Durchmesserstufen erklären. Gleichzeitig ist aber auch eine gewisse Veränderung des Verlaufes der Zuwachskurven unverkennbar. Sowohl im Nadelholz wie im Laubholz hat der Durchmesserzuwachs in den untern Stärkeklassen relativ zugenommen. Dieses Ergebnis ist zweifellos die Folge der systematisch durchgeführten Durchforstungen. Im Nadelholz nimmt der durchschnittliche Stärkezuwachs bis in die obersten Durchmesserstufen stetig zu, während im Laubholz der Durchmesserzuwachs am größten ist für Stämme mit einem Durchmesser von etwa 50 cm. Fig. 1 C und D zeigen den Verlauf des Stärkezuwach-

ses in zwei ausgewählten Abteilungen des Lehrreviers. Der Durchmesserzuwachs in Abteilung 6 ist im allgemeinen ausgeglichener als in Abteilung 11.

### 3. Die Größe witterungsbedingter Zuwachsschwankungen

Wie im vorangehenden Abschnitt gezeigt ist, kommt der Einfluß der Witterung auf den Zuwachs eines Waldes deutlich in der vertikalen Verschiebung der Stärkezuwachskurve zum Ausdruck. Eine vertikale Verschiebung der Kurve, welche sich auf den gesamten Bereich der vorhandenen Durchmesser erstreckt, ist mit Sicherheit auf den wechselnden Einfluß der Witterung von einer Wirtschaftsperiode zur andern zurückzuführen. Änderungen im *Verlauf* der Zuwachskurve dagegen sind das Resultat ausgeführter Durchforstungen, Lichtungshiebe oder anderer waldbaulichen Maßnahmen oder Änderungen in der Struktur des Bestandes. Vom Standpunkt der forstlichen Ertragsregelung ist es wichtig, die witterungsbedingten Zuwachsschwankungen quantitativ zu erfassen. Erst wenn dies möglichst ist, können die Resultate wiederholter Bestandeskluppierungen, wie sie uns von der Kontrollmethode oder vom Versuchswesen zur Verfügung gestellt werden, richtig ausgewertet werden. In einer Reihe amerikanischer Untersuchungen (5, 8, 9) ist in den letzten Jahren die Größe dieser witterungsbedingten Zuwachsschwankungen zahlenmäßig bestimmt worden. Zu diesem Zwecke werden die Jahrringe von 6 bis 12 vorzugsweise dominierender Stämme eines Waldes genau gemessen und graphisch aufgetragen. Fig. 2 zeigt die seinerzeit von K n u c h e l ausgearbeiteten Daten von 12 Weißtannen aus dem Gemeindewald von Zofingen. Neben den zufallsartig aussehenden jährlichen Zuwachsschwankungen, welche von Baum zu Baum ziemlich genau miteinander übereinstimmen, zeigt jeder einzelne Baum einen für ihn eigentümlichen allgemeinen Zuwachsverlauf oder *Trend*. Dieser Trend ist im wesentlichen durch die Stellung des Baumes im Bestand bestimmt. Ein graduell langsam aufsteigender Stärkezuwachs mag beispielsweise die Folge einer Durchforstung sein, welche dem betreffenden Stamm mehr Standraum verschaffte. In dominierenden Stämmen ist der allgemeine Verlauf des Zuwachses von einfacher Form und kann in den meisten Fällen durch eine Gerade oder eine Parabel dargestellt werden. Der Zuwachsverlauf der 12 Stämme von Zofingen ist in Fig. 2 eingetragen. Im vorliegenden Fall sind die verschiedenen Kurven mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt worden. Die Abweichungen des jährlichen Zuwachses der einzelnen Stämme von den betreffenden Kurvenwerten sind im wesentlichen durch die wechselnde jährliche Witterung bedingt. Zufallsartige Zuwachsschwankungen oder unvermeidliche Messungsfehler können in weitgehendem Maße dadurch eliminiert werden, daß man von mehreren Stämmen für die verschiedenen einzelnen



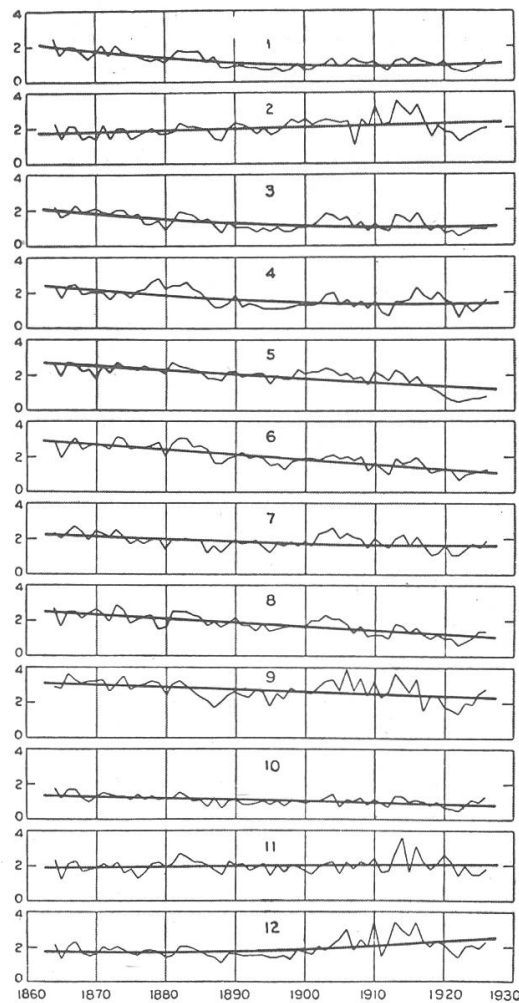


Fig. 2

Jahrringbreite in Millimeter und allgemeiner Verlauf (Trend) des Stärkezuwachses von 12 Weißtannen, Gemeindewald von Zofingen (Knuchel)

Jahre den Durchschnitt der Abweichungen des Stärkezuwachses vom betreffenden Kurvenwert berechnet. Für die 12 Stämme von Zofingen sind diese Mittelwerte in Fig. 3 graphisch aufgetragen. Es kann mit Hilfe der Variationsanalyse (analysis of variance) gezeigt werden, daß die in Fig. 3 dargestellten Abweichungen zu 93 Prozent durch einen gemeinsamen äußeren Faktor (Witterung) bedingt sind und daß bloß 7 Prozent dieser Abweichungen auf unbekannte Ursachen, wie Beobachtungsfehler, zurückgeführt werden müssen. Die in Fig. 3 eingezeichnete Gerade stellt den durchschnittlichen Stärkezuwachs aller 12 Stämme dar. Die maximalen Abweichungen des jährlichen Zuwachses betragen etwa 50 Prozent des Durchschnittszuwachses. Um einen mittleren Wert der jährlichen Zuwachsschwankungen angeben zu können, berechnet man am besten die *mittlere Streuung* (mittlere Schwankung), indem man die einzelnen Abweichungen von der Geraden quadriert und die Quadratwurzel aus

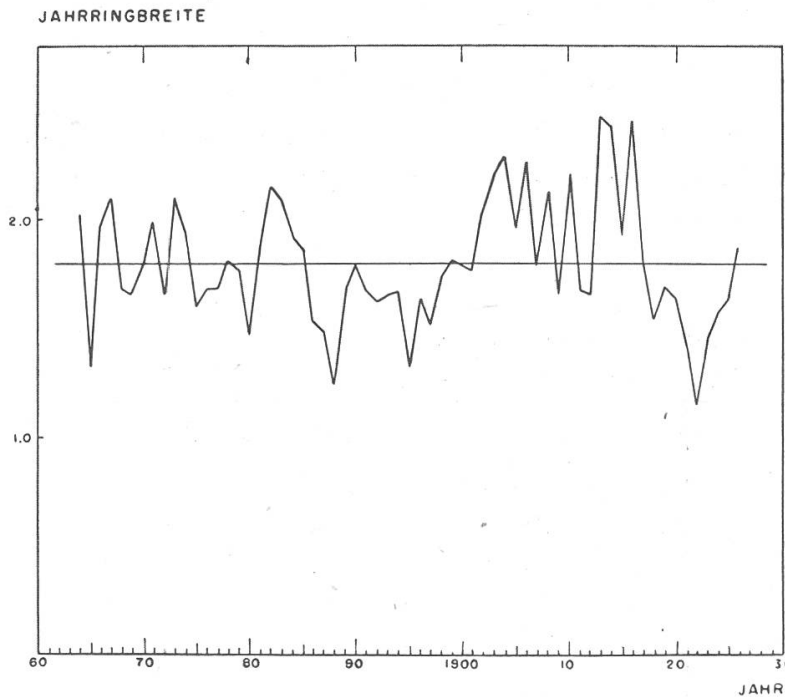


Fig. 3

Durchschnittliche jährliche Abweichungen des Stärkezuwachses vom individuellen Trend von 12 Weißtannen von Zofingen. Die horizontale Linie stellt den Durchschnittszuwachs aller 12 Stämme dar.

Tabelle 2

Mittlere Schwankung des jährlichen Stärkezuwachses in Prozent des durchschnittlichen Stärkezuwachses (Variationskoeffizient)

Standort und Holzart	Variationskoeffizient
<b>Eiche in Nordkarolina</b>	
Gruppe (1) .....	10,4 %
Gruppe (2) .....	8,6 %
<b>Longleaf pine in Florida</b>	
Lake City .....	12,0 %
Gainesville .....	11,9 %
Jacksonville .....	16,0 %
<b>Shortleaf pine in Virginia</b>	
Gruppe (1) .....	15,8 %
Gruppe (2) .....	17,3 %
Hemlock, in New Hampshire .....	19,2 %
Hemlock, Sheffield, Pennsylvania .....	19,5 %
Hemlock, Towanda, Pennsylvania .....	17,5 %
Mexikanische Tanne, Toluca, Mexiko ...	24,8 %
Weißtanne, Zofingen, Schweiz .....	15,4 %

dem arithmetischen Durchschnitt dieser quadratischen Abweichungen bildet. Die erhaltene mittlere Streuung kann schließlich in Prozent des mittleren Zuwachses ausgedrückt werden, womit man den sogenannten *Variationskoeffizienten* des jährlichen Zuwachses erhält.

Der Variationskoeffizient des jährlichen Zuwachses wechselt von Standort zu Standort und von einer Holzart zur andern. Eine Reihe bis

Tabelle 3

Witterungsbedingte jährliche Schwankungen des Durchmesserzuwachses, ausgedrückt in Prozent des durchschnittlichen Zuwachses. Weißtannen von Zofingen

Jahre	Abweichungen des Stärkezuwachses vom Durchschnittswert	Jahre	Abweichungen des Stärkezuwachses vom Durchschnittswert
1864	13	1901	— 2
1865	— 27	1902	14
1866	10	1903	23
1867	18	1904	29
1868	— 6	1905	9
1869	— 8	1906	28
1870	0	1907	0
		1908	19
1871	11	1909	— 8
1872	— 8	1910	— 24
1873	18		
1874	8	1911	— 7
1875	— 11	1912	— 8
1876	— 6	1913	38
1877	— 6	1914	35
1878	1	1915	7
1879	— 1	1916	37
1880	— 19	1917	0
		1918	— 15
1881	5	1919	— 5
1882	20	1920	— 8
1883	16		
1884	7	1921	— 21
1885	4	1922	— 37
1886	— 15	1923	— 19
1887	— 18	1924	— 13
1888	— 31	1925	— 9
1889	— 6	1926	4
1890	0		
1891	— 7		
1892	— 10		
1893	— 8		
1894	— 7		
1895	— 26		
1896	— 8		
1897	— 16		
1898	— 3		
1899	1		
1900	— 1		

dahin numerisch bestimmter Werte sind in *Tabelle 2* angegeben. Für die Weißtanne in Zofingen beträgt die mittlere jährliche Schwankung des Stärkezuwachses 15,4 Prozent des durchschnittlichen Durchmesserzuwachses. In einzelnen Jahren mag die Abweichung des Zuwachses vom durchschnittlichen Wert jedoch zwei- bis zweieinhalbmals die Größe der mittleren Schwankung erreichen. Die witterungsbedingten *periodischen* Zuwachsschwankungen sind natürlich kleiner als die jährlichen Schwankungen, nämlich  $\sqrt{n}$  mal kleiner, wobei  $n$  die Zahl der Jahre in einer Einrichtungsperiode bedeutet. Allein aus diesem Grunde sollte das Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bestandesaufnahmen nicht weniger als sechs bis zehn Jahre betragen.

Die Auswertung periodischer Bestandesaufnahmen wird durch die witterungsbedingten Zuwachsschwankungen erheblich erschwert. Auf Grund von Jahrringanalysen ist es jedoch möglich, den Zuwachs aufeinanderfolgender Einrichtungsperioden von den störenden Einflüssen der Witterung zu befreien, so daß die graduellen Zunahmen oder Abnahmen des periodischen Zuwachses, bedingt durch die Veränderungen des Vorratsaufbaues unter verschiedener waldbaulicher Behandlung, rein zum Ausdruck kommen. In *Tabelle 3* sind die prozentualen Abweichungen des Stärkezuwachses vom Durchschnittswert für die Weißtannen von Zofingen angegeben. Man erkennt zum Beispiel, daß für die Jahre 1907—1916 der Zuwachs 13,7 Prozent über dem allgemeinen Durchschnitt stand, während er in den Jahren 1917—1926 12,2 Prozent unterhalb dem allgemeinen Niveau war. Die entsprechenden prozentualen Abweichungen des Massenzuwachses sind etwa 1,15mal größer (8), betragen also 15,8 und 14,1 Prozent. Um den festgestellten periodischen Zuwachs für diese zwei Perioden vom Einfluß der Witterung zu befreien, müßte man daher den Wert der ersten Periode mit  $100/115,8$ , und denjenigen der zweiten Periode mit  $100/85,9$  multiplizieren.

### Résumé

Faisant suite à un article de Prodan publié récemment dans le « Journal forestier suisse », l'auteur indique les éléments de la méthode décrite par Schæffer, Gazin et d'Alverny en vue de calculer le volume des différentes classes de grosseur du capital bois. La méthode préconisée par Prodan est complétée en ce sens que les exploitations périodiques entrent aussi en ligne de compte. L'exposé est illustré par un exemple (divisions 6 et 11 de la Forêt d'enseignement de l'E. P. F.) qui permet en même temps de discuter les rapports des variations périodiques de l'accroissement et des conditions météorologiques.

R. K.

### Literaturverzeichnis

1. Favre, E., 1931. Nouvel exemple d'aménagement par la méthode du contrôle (Forêt de Boveresse). Annales de l'Inst. féd. de recherches forestières, 17 (1), 5—34.

2. — 1943. Cinquante années d'application de la méthode du contrôle à la forêt de Couvet. *Journal forestier suisse*, 94 (4, 5, 6).
3. *Knuchel, H.*, 1933. Über Zuwachsschwankungen. *Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen*, 84, 261—272, 369—380.
4. — und *Brückmann, W.*, 1930. Holzzuwachs und Witterung. *Forstw. Centralblatt*, 74, 380—403.
5. *Meyer, H. A.*, 1935. A simplified increment determination on the basis of stand tables. *Journal of Forestry*, 33 (9), 799—806.
6. *Prodan, M.*, 1947. Der Stärkezuwachs in Plenterbeständen. *Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen*, 98 (7), 275—288.
7. *Schæffer, A., Gazin, A., d'Alverny, A.*, 1930. Sapinière. Le jardinage par contenance. *Les Presses universitaires de France, Paris*, 100 p.
8. *Schumacher, F. X.*, und *Meyer, H. A.*, 1937. Effect of climate on timber growth fluctuations. *Jour. Agri. Research*, 54, 79—107.
9. — und *Day, B. B.*, 1939. The influence of precipitation upon the width of annual rings of certain timber trees. *Ecological Monographs* 9, 387—429.
10. *Vaulot, G.*, 1914. Détermination des accroissements en diamètre des arbres. *Revue des Eaux et Forêts*, 53 (5), 145—154.

## Karstaufforstung<sup>1</sup>

Von Prof. Dr. *Leo Tschermak*, Wien

Im Dinarischen Gebirgswall und in den griechischen Gebirgen spielt das Karstphänomen eine besondere Rolle. Die Erscheinung hängt mit der stärkeren Zerklüftung des Kalkgesteins in der Nähe von Bruch- und Verwerfungsspalten und der dadurch bedingten Entwässerung und somit Wasserarmut zusammen, dann häufig auch mit dem Vorkommen ziemlich reiner Kalke, die bei der Verwitterung (Lösung des Kalkes) nur wenig Lösungsrest und somit erdarmer, steinige Böden ergeben. Die Löslichkeit der Kalkgesteine begünstigt die allmähliche Erweiterung der Gesteinsklüfte und Spalten und somit die Entwässerung. Dazu kommen klimatische Einflüsse wie Trockenheit des Sommers im Mittelmeerkarst, Bora und andere. Hie und da ist der Karst von Dolinen (Kalkmulden, Kalktrichtern und -wannen) übersät, in anderen Abschnitten treten sie seltener auf<sup>2</sup>. Ihre Entstehung wird zurückgeführt teils auf oberflächliche Auswaschung, teils auf Einsturz von Decken unterirdischer, durch die Tätigkeit des Wassers entstandener Hohlräume. Wenn die Klüfte und Spalten des Gesteins durch die lösende Wirkung des Wassers erweitert werden, so können « geologische Orgeln, Naturschächte, Auswaschungs- und Karsttrichter » entstehen. Auch « Karrenfelder und Schratten » kommen im Karst vor: Lösungsvorgänge durch niederfallenden Regen oder abfließendes Wasser, mit launenhaft gestal-

<sup>1</sup> Aus dem zur Veröffentlichung vorbereiteten Buche *L. Tschermak: Grundlagen und Technik des Waldbaues*, Springer-Wien, 1949.