

# Umwelt und Erbanlagen bei der Fichtensamenausbeute

Von E. ROHMEDEK

(Eingegangen am 25. 6. 1954)

Unter Samenausbeute versteht man bei Zapfen tragenden Nadelbaumarten das gewichtsmäßige Ergebnis an reinen, vollen Samen aus einer bestimmten Gewichts- oder Maßeinheit Zapfen.

In der Praxis wird die Samenausbeute heute meist als Aufbereitungsergebnis aus 50 kg lufttrockenen Zapfen berechnet. Da jedoch auch lufttrockene Zapfen je nach dem Feuchtigkeitsgehalt und der Wärme der umgebenden Luft in ihrem Wassergehalt und damit in ihrem Gewicht schwanken, ist diese Bezugsgröße nicht ganz zuverlässig. Günstiger ist das Hohlmaß, also etwa der Hektoliter, als Bezugsgröße, was früher auch vielfach üblich war. Da jedoch besonders bei großen Zapfenmengen, z. B. bei Waggon- oder Lastwagenversand, das Gewicht viel schneller und einfacher bestimmt werden kann, als das Volumen, hat sich in letzter Zeit immer mehr eingebürgert, vom Zapfengewicht auszugehen. Es befriedigt auch nicht restlos, die Samenausbeute auf das Hohlmaß der geernteten Zapfen zu beziehen, weil sich das Volumen der Zapfen mit zunehmendem Trockenheitsgrad vergrößert. Die Zapfen beginnen allmählich ihre Schuppen zu spreizen. Vom völlig geschlossenen bis zu vollständig geöffneten Zapfen erhöht sich bei Fichte das Volumen durchschnittlich um rd. 60%. Die ideale Bezugsgröße für die Samenausbeute wäre das Absoluttrockengewicht der leeren Zapfen. Man wird die Klengpraxis jedoch schwer dazu bewegen können, nach dem Darren noch zusätzlich diese Größe zu ermitteln. So sind die Samenausbeutewerte außer den im folgenden zu besprechenden Umwelts- und Erbeeinflüssen stets auch etwas durch den Wassergehalt der Zapfen (ebenfalls ein Umweltseinfluß) bedingt. Bei den nachstehend dargestellten Untersuchungen spielen allerdings Unterschiede im Wassergehalt der Zapfen keine erhebliche Rolle, weil die Zapfen nach ihrer Reife am gleichen Tag geerntet, in gleicher Weise gelagert und der Klengung zugeführt worden sind.

Es ist eine alte Erfahrungstatsache der forstlichen Klengpraxis und durch mehrere wissenschaftliche Untersuchungen belegt, daß die Samenausbeute von Fichtenbeständen je nach Jahreswitterung und Standortsbedingungen erheblich schwankt. So erstreckten sich bei den von W. SCHMIDT (8) in Eberswalde durchgeführten Ausbeuteuntersuchungen des Samenjahres 1929/30 die Ergebnisse von 437\* bis 2463 g (bezogen auf 1 hl Zapfen) und betragen im Durchschnitt etwa 1200 g. In dem Merkblatt für die Kontrollbeamten des forstlichen Artgesetzes (1) sind die Grenzen für durchschnittliche Verhältnisse bei der Fichtensamenausbeute aus 50 kg Zapfen von 1,0 bis 2,0 kg Samen gezogen. MESSER (2) und ROHMEDEK (4) geben, auf 50 kg lufttrockene Zapfen bezogen, die Ausbeute mit 1,6 bis 2,6, im Mittel 1,8 kg an.

Da die Samenausbeute eines Bestandes einen Mittelwert aus den Einzelergebnissen mehrerer oder vieler Bäume darstellt, ist es selbstverständlich, daß die Ausbeutewerte bei Einzelbäumen, z. B. bei der Ernte für

\*) Von ganz niedrigen Einzelwerten, vor allem bei isoliert stehenden Einzelbäumen, abgesehen.

Nachkommenschaftsprüfungen, noch erheblich breiter streuen als die Bestandswerte.

Bei der Zapfen- und Samenanalyse dreier süddeutscher Fichtenaltbestände im Samenjahr 1951, die in unserem Institut durchgeführt und von H. SIEGL (6) ausgewertet wurde, schwankten die Samenausbeutewerte der Einzelbäume von 276 g bis 3613 g. Der Baum mit der höchsten Ausbeute hat also 13mal mehr Samen aus der Gewichtseinheit Zapfen geliefert als der Baum mit geringster Ausbeute. Die Verteilung der Ausbeuteergebnisse der untersuchten 328 Bäume ist aus der in Abb. 1 dargestellten Häufigkeitskurve zu ersehen.

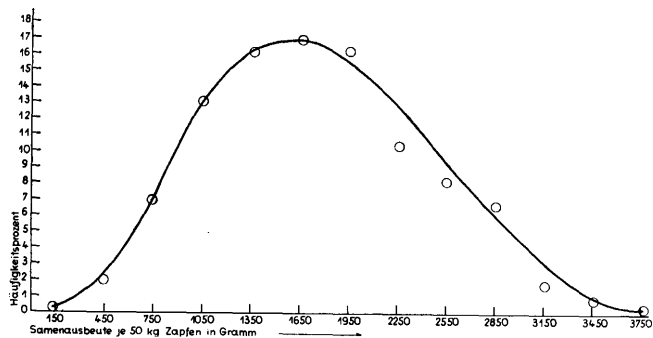


Abb. 1. Häufigkeitsverteilung der Samenausbeute aus 50 kg lufttrockenen Zapfen von 328 Bäumen, die im Herbst 1951 in drei süddeutschen Altbeständen vollständig beerntet worden sind.

Ähnlich groß ist die Streuung der Ausbeutewerte von Fichteneinzelbäumen, die GRAF VON DER RECKE (3) anlässlich der Nachkommenschaftsprüfung von schlesischen Tieflandsfichten ermittelt hat. Seine Werte schwanken für 50 Fichten von 239 bis 2300 g.

Die weite Streuung der Ausbeutewerte bei Einzelbäumen ist zum großen Teil durch das Zusammenwirken mehrerer Umweltseinflüsse, zum Teil aber auch durch die Summierung verschiedener Erbanlagen bedingt.

Die Samenausbeute wird unter anderem durch folgende Umweltseinflüsse beeinflusst:

- Mit zunehmender Höhenlage über dem Meer nehmen durchschnittliche Zapfengröße, durchschnittliche Zahl der Samenanlagen in einem Zapfen und durchschnittliches Korngewicht ab.
- In gleicher Weise verringern sich Zapfengröße, Samenzahl und Korngewicht auf der nördlichen Erdhälfte mit zunehmender geographischer Breite, also von Süden nach Norden bis zur polaren Verbreitungsgrenze des Waldes.

Zu a) und b):

In Meereshöhe und geographischer Breite kommt selbstverständlich das Zusammenwirken zahlreicher klimatischer Einflüsse zum Ausdruck.

- Je mehr Pollenmenge in einem Blütenjahr zur Verfügung steht, umso reichlicher ist im allgemeinen die Samenausbeute. In einem ergiebigen Zapfenjahr mit viel weiblichen Blüten ist auch die Zahl der männlichen Blüten und damit die zur Bestäubung zur Ver-

fügung stehende Pollenmenge größer, so daß mit einem größeren Befruchtungserfolg gerechnet werden kann als bei geringerer Pollenmenge.

- d) Die Witterung zur Blütezeit beeinflusst entscheidend die Befruchtungsmöglichkeit, also die Ausbildung von Voll- oder Hohlkörnern, weil z. B. starke Regenfälle das Verstäuben des selbst reichlich vorhandenen Pollens einschränken oder verhindern.
- e) Nicht berücksichtigt werden soll bei unseren Betrachtungen *der menschliche Einfluß*, also die Behandlungstechnik bei Klengung, Reinigung usw. Diese Arbeitsverfahren können zu erheblichen Unterschieden in der Ausbeute beitragen. Bei den nachfolgend geschilderten Versuchen war es jedoch durch schonende Klengung und vorsichtige Reinigung möglich, das Höchstmögliche an Ausbeute aus allen Zapfen herauszuholen.

Andererseits können auch mancherlei *Erbanlagen* das Ausbeuteergebnis beeinflussen. Auch dafür einige Beispiele:

- a) Die durchschnittliche *Größe* der Zapfen ist trotz des großen Einflusses der Klimafaktoren genetisch bedingt; es gibt Räume, die in jedem Zapfenjahr relativ große, andere, die relativ kleine Zapfen erzeugen.
- b) Bei gleichgroßen und gleichschweren Zapfen kann die Zahl der *Samenanlagen* aus genetischen Gründen erheblichen Schwankungen unterliegen. Bei den in vergangenen Jahren jährlich im Samenkundeseminar der Universität München von Studenten durchgeführten Fichtenzapfenanalysen wurde festgestellt, daß Zapfen eines Baumes eine erheblich größere Zahl von Schuppen und Samen aufwies, als die eines anderen Baumes mit gleichschweren Zapfen. Mit der durchschnittlich größeren Samenzahl sinkt allerdings meist auch das durchschnittliche Korngewicht (7, 9), doch wird im Gesamtamengewicht die größere Kornzahl meist nicht durch das niedrigere Tausendkorngewicht aufgehoben.
- c) Das Tausendkorngewicht von Einzelbäumen ist, obwohl es je nach Jahreswitterung starken Schwankungen unterworfen ist, bis zu einem gewissen Grad erblich bedingt.
- d) Die *Empfängnisbereitschaft* der Samenanlagen eines Zapfens ist mit größter Wahrscheinlichkeit erbbedingt, was im unterschiedlichen Hohlkornanteil zum Ausdruck kommt. Manche Bäume sind durch wiederholt hohen Vollkornanteil gekennzeichnet, andere durch mehrfach niedrigen.

Bei dieser Vielzahl von Umwelts- und Erbfaktoren, deren Zusammenwirken die jeweilige tatsächliche Höhe der Samenausbeute bestimmt, ist es außerordentlich schwierig, wenn nicht vielleicht ganz unmöglich, den Einfluß der Einzelfaktoren zu trennen.

Trotzdem soll an Hand der wiederholten Beerntung der gleichen Fichten-Mutterbäume versucht werden, wenigstens einen ungefähren Einblick zu bekommen, wieweit die Samenausbeute einerseits durch die Summe der Umweltseinflüsse, andererseits durch das Zusammenwirken von Erbfaktoren beeinflusst werden kann.

Im Forstamt Eichstätt-Ost im fränkischen Jura wurden i. J. 1935 in einem damals 58jährigen Bestand 60 Fichten ausgesucht, von denen 22 der vorherrschenden Baumklasse 1 (nach KRAFT), 21 der herrschenden Baumklasse 2 und 17 der mitherrschenden Baumklasse 3 mit eingeeengten Kronen angehören. Über die verschiedenen Ziele und die bisherigen Ergebnisse dieses Vererbungs- und Züchtungsversuches soll erst später berichtet werden.

Die 60 Fichten wurden in den meisten Zapfenjahren beerntet, lediglich im Krieg und in den Nachkriegsjahren konnten einige Zapfenjahre nicht genutzt werden. Von den sechs seit 1935 erfaßten Ernten wurde in den Jahren 1935, 1936, 1938 und 1942 für jeden Baum die Samenausbeute, bezogen auf 50 kg lufttrockene Zapfen, errechnet. Übersicht 1 enthält für die vier Erntejahre Mindest- und Höchstwerte, sowie arithmetisches und gewogenes Mittel der Samenausbeute.

Übersicht 1  
Mindest-, Mittel- und Höchstwerte der Fichtensamenausbeute, festgestellt an 60 Eichstätt-Mutterstämmen in vier verschiedenen Zapfenjahren

Erntejahr	Samenausbeute in g aus 50 kg Fichtenzapfen			
	Mindestwert	Höchstwert	arithmetisches Mittel	gewogenes Mittel
1935	1466	3466	2526	2569
1936	340	1768	1075	1084
1938	44	2308	953	990
1942	104	3297	1726	1942

Die Samenausbeute schwankt von Jahr zu Jahr erheblich. Darin kommen deutlich die Umweltseinflüsse zum Ausdruck. In dem mengenmäßig ergiebigsten Zapfenjahr 1935 war die durchschnittliche Ausbeute am höchsten, aber auch Mindest- und Höchstwert der Einzelbäume lagen höher als in Jahren mit schwächerem Behang. Das Jahr 1942 war in Eichstätt ebenfalls ein gutes Zapfenjahr, was in einem hohen Durchschnittswert und in einem sehr hohen Höchstwert zum Ausdruck kommt. Daß der niedrigste Wert jedoch sehr tief liegt und damit die in Abb. 2 dargestellte Häufigkeitskurve im Gegensatz zu den viel steileren Kurven der anderen Jahre sich flach über einen weiten Bereich erstreckt, ist wahrscheinlich durch mehrfache Regenfälle zu erklären; denn nach unseren Aufzeichnungen regnete es in diesem Jahr während der dortigen Fichtenblüte an mehreren Tagen, so daß die gerade empfängnisbereiten Blüten mancher Bäume vielleicht nicht ausreichend bestäubt wurden.

In den beiden Jahren 1936 und 1938 hatten die Eichstätt-Bäume nur ganz geringen Zapfenbehang, der für forstwirtschaftliche Zwecke normalerweise nicht eingebracht worden wäre. Uns lag jedoch daran, möglichst oft von den gleichen Bäumen die Zapfen zu ernten, um Nachkommenschaften der gleichen Bäume aus verschiedenen Erntejahren vergleichen zu können. Dieser geringe Zapfenbehang lieferte jedoch relativ niedrige Durchschnittsamenausbeute. Auch die Höchstwerte der Einzelbäume waren niedriger als in einem Vollsamenjahr. Aus Abb. 2 und Übersicht 1 ergibt sich also deutlich der sehr erheb-

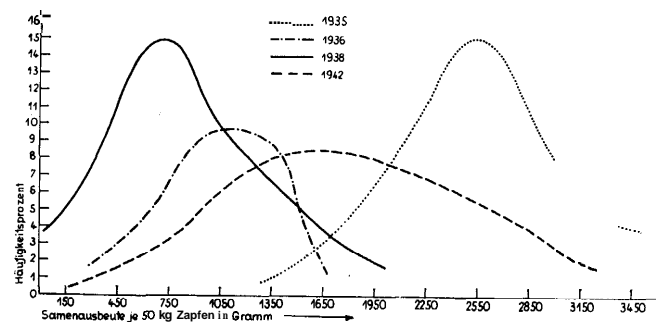


Abb. 2. Häufigkeitsverteilung der Samenausbeute aus 50 kg luftgetrockneten Zapfen von 60 Mutterbäumen, die im Forstamt Eichstätt-Ost in vier Zapfenjahren vollständig beerntet worden sind.

liche Einfluß der Jahreswitterung und der wirksamen Pollenmenge auf die Samenausbeute.

Daß die soziologische Stellung im Bestand keinen wesentlichen Einfluß auf die Samenausbeute ausübt, zeigen die Zahlen der Übersicht 2, in der die Ausbeutewerte der einzelnen Zapfenjahre für die drei ersten **KRAFTSchen** Baumklassen aufgegliedert sind. Daraus ist keine Gesetzmäßigkeit zu erkennen, etwa derart, daß die vorherrschenden Bäume eine höhere Ausbeute liefern als solche mit eingengter Krone.

Übersicht 2

Mindest-, Mittel- und Höchstwerte der Fichtensamenausbeute, festgestellt in den 4 Zapfenjahren 1935, 1936, 1938 und 1942 an 60 Eichstätter Mutterbäumen, 1951 an 328 Bäumen aus drei süddeutschen Altbeständen, aufgegliedert nach Kraftschen Baumklassen

Erntejahr	Baumklasse	Anzahl der zapfentragenden Bäume	Samenausbeute in g aus 50 kg Zapfen		
			Mindestwert g	Höchstwert g	arithmetisches Mittel g
1935	1	22	1466	3466	2490
	2	21	1688	3399	2601
	3	16	1528	3328	2477
1936	1	13	502	1768	1156
	2	10	340	1363	940
	3	6	608	1509	1126
1938	1	21	192	2308	950
	2	20	44	2208	1011
	3	9	316	1398	832
1942	1	21	588	3171	1852
	2	21	804	3297	1881
	3	13	104	2500	1273
1951	1	81	374	3315	1443
	2	132	276	3613	1644
	3+4	115	528	3073	1575
		521			1550

Übersicht 1 und 2 zeigen außerdem die große Streubreite der Ausbeutewerte. Bezieht man auch die Werte aus dem Jahr 1951, die nicht im Eichstätter Bestand, sondern an 328 Bäumen dreier anderer bayerischer Waldgebiete ermittelt wurden, so schwankt die Samenausbeute von 44 bis 3613 g, also um das 82fache des Niedrigstwertes.

Abb. 3 zeigt die Samenausbeute der 60 **Eichstätter** Züchtungsbäume, die in vier Zapfenjahren ermittelt wurde. Auf der Abszisse sind die Baumnummern von links nach rechts mit ansteigender durchschnittlicher Samenausbeute aufgetragen. Neben diesen Durchschnittswerten für mehrfache Beerntung sind auch die Ausbeutewerte für die Ernte der vier untersuchten Zapfenjahre, soweit die Bäume in den einzelnen Jahren Zapfen getragen haben, dargestellt. Die starke Streuung der Ausbeute-

werte in verschiedenen Zapfenjahren für den gleichen Baum zeigt den sehr erheblichen Einfluß der Umweltfaktoren, vor allem der Witterung und der zufällig verfügbaren und wirksamer, Pollenmenge.

Trotz dieses großen Umweltseinflusses ist auch bei den Jahreskurven, besonders bei denen der Vollsamenjahre 1935 und 1942, eine Tendenz zur Aufwärtsentwicklung von links nach rechts zu erkennen. Hierin kommt das Zusammenwirken der Erbfaktoren für niedrige oder höhere Samenausbeute zum Ausdruck.

Da in den Jahren mit sehr geringem Zapfenanhang die umweltsbedingten Zufälligkeiten der Bestäubung am stärksten wirken, die Umweltseinflüsse also am deutlichsten in Erscheinung treten, wird man zur Aufklärung der Erbfaktoren hauptsächlich Vollsamenjahre heranziehen, in unserem Fall also die Jahre 1935 und 1942. Aus diesem Grund wurde auch die durchschnittliche Samenausbeute für alle Bäume nur für die Vollsamenjahre 1935 und 1942 errechnet und in Abb. 4 so zeichnerisch dargestellt, daß auf der Abszisse wiederum die Baumnummern von links nach rechts mit zunehmender Ausbeute ansteigend aufgetragen sind. Neben durchschnittlicher Ausbeute sind ferner die Werte für die beiden Jahre über der Abszisse aufgetragen. Bei Betrachtung der betreffenden Kurven in Abb. 3 und 4 lassen sich Einzelbäume finden, die in beiden Jahren sehr hohe, andere, die relativ niedere und wieder andere, die mittlere Samenausbeute aufweisen. Lolche Fälle sind in Abb. 5 gegenübergestellt.

Zwischen Blütezeit und Samenausbeute besteht kein Zusammenhang. Da wir durch mehrjährige genaue Beobachtung die durchschnittliche Austreibzeit aller Bäume kennen und Früh- oder Spätaustreiben mit Früh- oder Spätblühen verbunden ist, konnten wir die extremen Frühblüher und die extremen Spätblüher auf der Abszisse der Abb. 3 und 4 kennzeichnen. Daraus ergibt sich, daß Früh- und Spätblüher über die ganze Skala von Bäumen mit geringer und hoher Samenausbeute verteilt sind. Selbstverständlich können in einem bestimmten Jahr jedoch vorzugsweise Frühblüher, in einem anderen Jahr die Spätblüher durch irgend welche Witterungseinflüsse (Frost, Regen) benachteiligt werden.

In Übersicht 3 ist versucht, den Gründen für genetisch bedingte hohe oder niedere Samenausbeute nachzuspüren.

Bei den sechs zum Vergleich gegenübergestellten Bäumen weichen die durchschnittlichen Zapfengewichte nicht allzu sehr vom Mittelwert aller Bäume ab. Zufälligerweise finden sich hier keine Extremwerte; denn die Streuung der durchschnittlichen Zapfengewichte ist wesentlich größer und liegt etwa in dem Rahmen von 19 bis 70 g. Es

Übersicht 3

Durchschnittliche Zapfengewichte, Zapfenschuppenzahlen, Tausendkorngewichte und Hohlkornprozentage bei je 2 Bäumen mit hoher, mittlerer und niedriger Samenausbeute in den Erntejahren 1935 und 1942

Baum Nr.	durchschnittlicher Zapfengewicht g		durchschnittliche Schuppenzahl je Zapf. Stück		durchschnittliches Tausendkorngewicht g		durchschnittlicher Hohlkornanteil %		Samenausbeute aus 50 kg Zapfen g		Bewertung der Samenausbeute
	1935	1942	1935	1942	1935	1942	1935	1942	1935	1942	
11	33,9	37,7	194	225	9,6	7,6	6	7	3399	2976	hoch
28	32,8	34,0	181	197	9,6	8,0	5	3	3305	3297	hoch
41	27,6	18,7	147	139	8,6	5,7	13	11	2760	2711	mittel
55	34,3	34,0	180	198	8,6	7,9	15	17	2612	2746	mittel
31	31,6	26,7	170	177	8,0	6,9	49	40	1528	1940	niedrig
34	28,9	31,1	152	157	9,2	8,1	57	55	1466	1219	niedrig
Durchschnitt aller Bäume	35,1	33,4			8,7	7,1			2526	1726	





