

# Untersuchungen über das Fruchten der Weymouthskiefer (*Pinus strobus* L.) und der grünen Douglasie (*Pseudotsuga taxifolia* var. *viridis*)

Von HERMANN MESSER

(Eingegangen am 1. 7. 1955)

Das Heimatrecht, das sich sowohl die Weymouthskiefer als auch die grüne Douglasie im Verlauf der letzten 100 Jahre in Deutschland erworben haben, wird heute von niemand mehr ernstlich bestritten. Der forstliche Anbau beider Holzarten hat seit dem Ausgang des ersten Weltkrieges zusehends an Bedeutung gewonnen. Vornehmlich in den vergangenen 10 Jahren war die Nachfrage nach Samen und Pflanzen der beiden amerikanischen Einwanderer äußerst lebhaft. Sie konnte auch unter Zuhilfenahme sehr umfangreicher Einfuhren nicht annähernd befriedigt werden.

Die deutsche Forstwirtschaft hat deshalb ein Interesse daran, die Eigenversorgung mit Samen beider Holzarten aus bewährten deutschen Mutterbeständen nachdrücklich zu betreiben. Um die Grundlagen hierzu zu festigen und zu verbreitern, wurden beginnend mit dem Jahre 1948 unter Verwendung von ERP-Mitteln Beobachtungen und Untersuchungen über das Fruchten der Strobe und in beschränktem Umfang auch der grünen Douglasie angestellt, über die nachstehend berichtet werden soll. Das Ziel dieser Arbeiten war hauptsächlich auf eine Klärung noch offestehender Fragen auf dem Gebiet der praktischen Forstsamengewinnung und -aufbereitung gerichtet, das in der Regel besonderen Unsicherheitsfaktoren unterliegt.

Für die Untersuchungen ergaben sich im einzelnen folgende Fragestellungen:

1. Zapfenbehang der KRAFTschen Kronen- bzw. Stammklassen nach Zahl, Gewicht und Größe.
2. Samenergiebigkeit der Zapfen unter Berücksichtigung des Hohlkornanteils.
3. Eintritt der Samenreife.
4. Wahl des richtigen Ernte- und Klengzeitpunktes.
5. Häufigkeit der Samenjahre und Aussichten der Selbstversorgung aus deutschen Mutterbeständen.

Die Hauptarbeiten zur Untersuchung der Strobe wurden bei der guten Mast des Jahres 1948 in den Abteilungen 43a (damals 90 jähr.) und 16d (damals 60jähr.) des Frankfurter Stadtwaldes durchgeführt. Ergänzungsuntersuchungen fanden 1948 und 1954 in Abtlg. 57c (1955 = 98jähr.) des Forstamtes Wolfgang statt.

Dem Leiter des Städt. Forstamtes in Frankfurt am Main, Herrn Oberforstmeister RUPPERT, der die Untersuchungen an der Strobe durch Freigabe zahlreicher Probestämme zur Fällung in großzügiger Weise unterstützt hat, gebührt für sein Entgegenkommen besonderer Dank.

Die Untersuchungen bei der grünen Douglasie mußten sich aus mangelnder Hiebsmöglichkeit auf die Erfassung des Reifezeitpunktes des Samens und des Wassergehaltes der Zapfen beschränken. Sie wurden an 32jähr. Baumgruppen in den Abteilungen 44b und 61c des Forstamtes Wolfgang vorgenommen.

Bei den Außen- und Innenarbeiten haben sich in dankenswerter Weise die Herren H. J. SCHADE, H. OSCEKA und E. HARTMANN beteiligt. Die Keimprüfungen wurden durch

das Institut für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung in München durchgeführt.

## I.

Im Jahre 1948 zeigte die Wey.-Kiefer in der Rhein-Main-Ebene eine Mast, die nach Schätzung von Sachverständigen mit 70% einer Vollmast einzustufen war. Die Voraussetzungen für Untersuchungen über den Zapfenertrag waren somit als günstig zu bezeichnen.

Das Städt. Forstamt in Frankfurt am Main hatte in der Abtlg. 43a = 50 und der Abtlg. 16d = 40 Stämme zur Durchführung der Untersuchung zum Einschlag freigegeben. Die Stämme verteilten sich entsprechend der Darstellung in Tabelle 1 auf die einzelnen KRAFTschen Stammklassen. Die Klasse 5 trug keinerlei Zapfen.

Tabelle 1. — Verteilung der Probestämme auf KRAFT'sche Stammklassen

Abteilung	Alter Jahre	KRAFT'sche Stammklasse				Gesamtzahl der Bäume Stück
		1 Stück	2 Stück	3 Stück	4 Stück	
43a	90	4	13	20	13	50
16d	60	5	13	17	5	40

Bei beiden Abteilungen handelt es sich um fast reine Strobenvorkommen, die 1948 in Abtlg. 16 einen Vollbestandsfaktor von 0,9, in Abtlg. 43a von 0,8 aufwiesen. Nach dem vorliegenden Betriebswerk des Forstamtes Frankfurt am Main sind beide Bestände wie folgt beschrieben:

Abteilung	Höhenlage über NN m	Alter	Standortklasse	Des Mittelstammes	
				Höhe m	Durchmesser cm
43a	123	90	I.	31	51
16d	125	60	I.	25,3	41

Der Boden wird in beiden Fällen als anmooriger Grundwasserglei auf kiesigem Mainsand charakterisiert.

Alle 90 Stämme wurden in der Zeit zwischen dem 1. bis 5. September 1948 eingeschlagen und unter sorgfältiger Trennung beerntet. Die Zapfen jedes Einzelstammes wurden gezählt und sofort verwogen. Das durchschnittliche Ergebnis dieser Gewichtsermittlungen ist in Tabelle 2 zusammengestellt.

Bei einer Auswertung der zur Darstellung gebrachten Untersuchungsergebnisse fällt zunächst die Überlegenheit der Bäume KRAFTscher Stammklasse 1 im Zapfenertrag ins Auge. Der durchschnittliche Zapfenbehang je Baum KRAFT 1 ist sowohl im 60jähr. als auch 90jähr. Bestand dem Gewicht nach mehr als doppelt so groß als je Baum KRAFT 2. Der Rückgang des durchschnittlichen Gesamtzapfengewichtes in den schwächeren Stammklassen ist überraschend groß.

Bei den 90jähr. Stöben der Abtlg. 43a ist das durchschnittliche Gesamtzapfengewicht je Baum KRAFT 1 und 2 nicht weniger als fünf mal größer als bei dem 60jähr. Bestand der Abtlg. 16d. Ebenso bleiben das Durchschnittsgewicht des Einzelzapfens sowie die durchschnittliche Zap-

Tabelle 2. — Durchschnittliche Zapfenmengen, -Gewichte und -Längen 60- bzw. 90jähriger Strobenstämme bei 70% Mast aufgeteilt nach KRAFT'schen Stammklassen

KRAFT'sche Klasse	Durchschnittliche Gesamtzapfenzahl pro Baum	Durchschnittliches Gesamtzapfengewicht pro Baum	Durchschnittliches Gewicht des Einzelzapfens (mit Variationsbreite)	Durchschnittliche Zapfenlänge
1	2	3	4	5
Abt. 43a (90 j.)				
1	811,0	11,423	13,95 10,97—20,80	11,66
2	244,3	5,078	20,79 14,44—24,72	11,50
3	123,4	2,086	16,90 9,09—24,04	11,13
4	106,8	1,433	13,42 10,00—22,27	9,85
Abt. 16d (60 j.)				
1	216,4	2,632	12,16 8,15—14,10	10,12
2	86,0	1,175	13,66 7,83—27,78	9,47
3	80,9	0,932	11,52 7,77—19,71	8,78
4	8,4	—	—	6,41

fenlänge bei dem jüngeren Strobenbestand weit hinter dem älteren zurück. Unter Berücksichtigung der gleichen Standortklasse und der nur um 5,7 m geringeren durchschnittl. Baumhöhe des jüngeren Bestandes läßt dieser auffallend große Gewichtsunterschied erkennen, daß bei der Strobe die volle Fruchtbarkeit erst in höherem Alter erreicht wird.

Das durchschnittl. Gewicht des Einzelzapfens erreicht in beiden Beständen sein Maximum nicht, wie zu erwarten war, bei KRAFT 1, sondern erst bei KRAFT 2. Zweifellos bewirken die sehr viel höheren Behangzahlen je Einzelbaum bei KRAFT 1 eine Gewichtsverringering des Einzelzapfens, eine Beobachtung, die man auch bei anderen Nadelhölzern immer wieder machen kann. Allerdings wird diese Gewichtsverringering des Durchschnittszapfens erst bei einem sehr hohen Gesamtzapfenbehang des Einzelstammes (etwa über 10 kg) deutlich. Sie ist jedenfalls bei den schwächeren Kronen der KRAFT'schen Stammklassen 2 bis 4 mit sehr viel geringeren Behangziffern nicht nachzuweisen.

Die vorstehende Auslegung findet keine Bestätigung durch die Zapfenlängenmessungen, die ein Nachlassen von KRAFT 1 bis 4 in gerader Linie aufzeigen.

Das geringere Durchschnittsgewicht und die Kleinheit der Zapfen bei KRAFT 3 und 4 ist nicht nur in dem 60jähr., sondern auch in dem 90jähr. Bestand augenscheinlich. Die mit der verringerten Kronenmasse nachlassende Assimilationsfähigkeit findet hier einen deutlichen Ausdruck.

Aus den Erhebungen im Frankfurter Stadtwald errechnet sich ein mittleres Gewicht je Einzelzapfen für die Gesamtheit der beernteten Bäume ohne Trennung nach KRAFT 1 bis 4 von

16,66 g für die 90jähr. und von  
12,37 g für die 60jähr. Stroben.

Der forstlichen Praxis wird auf Grund dieser Untersuchungen in Zusammenhang mit Erfahrungen der Darre

Wolfgang vorgeschlagen, bei den Ernteschätzungen in den älteren Wey-Ki-Beständen mit einer

Kilogrammstückzahl von 60 Zapfen

zu arbeiten und die Erntebewertungsziffer = 100% im geschlossenen Bestand auf eine durchschnittliche Zapfenzahl je herrschenden Stamm von 900 Stck. = 15 kg festzusetzen.

In der forstlichen Fachliteratur fehlt es an Angaben über die Zapfenertragsfähigkeit der Strobe je Flächeneinheit. Die Gewichtserhebungen im Stadtwald Frankfurt sind umfangreich genug, zur Klärung dieser Frage beizutragen.

Unter aushilfsweiser Hinzuziehung einer Kiefernertragstafel läßt sich für den 90jähr. Strobenbestand der Abtlg. 43a auf dem Weg über die Stammzahl und eine prozentuale Aufgliederung der KRAFT'schen Stammklassen der Gesamtzapfenbehang je ha seinem Gewicht nach leicht ermitteln. Nach HECK (1) sind die KRAFT'schen Stammklassen 1 und 2 bei den über 80jähr. Ki-Beständen mit 60% an der Stammzahl beteiligt. Die Stammklasse 3 ist im Durchschnitt mit etwa 20% vertreten.

In der Ki-Ertragstafel von SCHWAPPACH 1908 sind für das Alter 90 in der I. Standortsklasse 403 Stämme verzeichnet. Bei der vorgenannten Aufgliederung waren 1948 in Abtlg. 43a somit vorhanden:

121 Stämme KRAFT 1 mit durchschnittl. 11,4 kg = 1379,4 kg Zapfen  
121 Stämme KRAFT 2 mit durchschnittl. 5,1 kg = 617,1 kg Zapfen  
81 Stämme KRAFT 3 mit durchschnittl. 2,1 kg = 170,1 kg Zapfen  
80 Stämme KRAFT 4 mit durchschnittl. 1,4 kg = 112,0 kg Zapfen  
403 Stämme = 2278,6 kg Zapfen

Im Falle einer als maximal angenommenen Vollmast von 100% trägt ein geschlossener Strobenbestand von 90 Jahren demnach eine ungefähre Zapfenmenge von 3 Tonnen (Erntegewicht Anfang September).

Aus dieser Berechnung kann man zugleich folgern, daß bei der Strobe 95% des gesamten Samenertrages von den Bäumen der 1. bis 3. Klasse geliefert werden. Auf die 4. Klasse entfallen 5%. Die 5. Klasse nimmt am Samenertag überhaupt keinen Anteil.

Das Frischgewicht des Strobenholzes beträgt nach WAPES (6) 520 kg je fm Derbholz. Bei einer Vollmast mit einem Zapfenertrag von 3000 kg je ha würde somit eine Zuwachspotenz von 5,7 fm Derbholz für die Fruchtbildung verbraucht. Da zwischen dem Wassergehalt des Holzes und dem der Zapfen bei der Strobe ein sehr großer Unterschied besteht (Wassergehalt der Strobenzapfen bis zu 67%, des Strobenholzes bis zu 30%), ist es notwendig, bei dieser Berechnung die Darrtrockengewichte gegenüberzustellen. Die Anfang September eingebrachten Strobenzapfen hatten nach den hiesigen Messungen im Augenblick des Verlassens der Klänge im Durchschnitt ein Darrtrockengewicht von 45% des Erntefrischgewichtes, so daß bei der Vergleichsrechnung für das Zapfengewicht von 3000 kg nur 1350 kg einzusetzen sind. Nach KOLLMANN (2) hat darrgetrockenes Strobenholz ein Gewicht von 370 (310 bis 460) kg je fm. Bei einer Vollmast von 100% gehen somit bei der Strobe durch die Zapfenbildung Zuwachskräfte verloren, die einer Derbholzerzeugung von 3,7 fm je ha bezogen auf Darrtrockensubstanz des Holzes entsprechen. Diese Zahl vermittelt ein eindrucksvolles Bild von der Beeinträchtigung der Holzerzeugung durch die Fruchtbildung unserer Waldbäume.

Leider war es nicht möglich, bei der grünen Douglasie gleichgerichtete Erhebungen über den Zapfenbehang anzustellen, da sich während der Haupterntezeit im Sommer keine Einschlagsmöglichkeiten boten.

## II.

Der Samengehalt der Zapfen wird von einer großen Zahl von Umweltbedingungen beeinflusst. Von diesen seien nur genannt: Dichte des Pollenfluges, Empfängnisbereitschaft der Blüte, Witterung während der Blütezeit, Ernährungszustand der Einzelbäume, Witterungsablauf während der Vegetationsperiode, individuelle Eigenarten des Mutterbaumes usw. Es ist daher bei allen Untersuchungen über diese Frage außerordentlich schwer, zu Ergebnissen von allgemeiner Gültigkeit zu kommen.

Eine gewichtsmäßige Fixierung der Samenausbeute von Strobenezapfen, die hier in erster Linie interessiert, stößt immer wieder auf besondere Schwierigkeiten, da sich der Wassergehalt und damit auch das Gewicht der Strobenezapfen nach Beendigung der Reife des Samens bis zum Ausfliegen laufend stark verringern. Aus diesen Gründen ist die in den Forstsamenbetrieben noch heute allgemein übliche Beziehung zwischen Samen- und Zapfengewichten gerade bei der Strobe eine durchaus unsichere Größe. Ebenso schwankend ist das Verhältnis zwischen Samengewicht und Volumen der Strobenezapfen, da auch letzteres sich stetig ändert. Vergleiche zwischen verschiedenen Samenausbeuten sind daher nur möglich, wenn sie sich auf denselben Erntezeitpunkt und den gleichen Standort beziehen, oder wenn sie den Wassergehalt der Zapfen am Tage der Gewichtsermittlung berücksichtigen.

Ersteres war bei den nachfolgend beschriebenen Ausbeuteuntersuchungen der Fall. Die Beerntung der beiden ungleichaltrigen Strobenbestände im Stadtwald Frankfurt vollzog sich in 3 Tagen. Die Gewichtsbestimmung der Zapfen je Einzelbaum wurde jeweils sofort vorgenommen.

Die Untersuchungen erstreckten sich sowohl auf eine Ermittlung des Samengehaltes von Einzelzapfen als auch von Einzelbäumen und ganzen Beständen.

Zur Erfassung des Samengehaltes von Einzelzapfen wurden aus dem Zapfengemisch mehrerer Bäume der gleichen KRAFTschen Stammklassen die durchschnittlichen Zapfenlängen bestimmt und jeweils 10 Zapfen der Mittelgröße ausgewählt. Jedes Samenkorn dieser Zapfen wurde in sorgfältiger Handarbeit ausgelöst und durch Schnitt auf seinen Inhalt überprüft. Das Ergebnis ist in Tabelle 3 zusammengestellt.

Danach ist, wie nicht anders zu erwarten war, die Kornzahl des Einzelzapfens (Voll- und Hohlkorn) von der Zapfenlänge unmittelbar abhängig.

Tabelle 3. — Samengehalt von Einzelzapfen bei der Weymouthskiefer (Stadtwald Frankfurt am Main)  
(Mittel aus 10 Zapfenanalysen)

KRAFT'sche Stammklasse	Durchschnittliche Zapfenlänge	Durchschnittliche Kornzahl je Zapfen	Durchschnittlicher Gehalt an Vollkorn	Vollkornprozent	Durchschnittlicher Vollkorngehalt des Zapfens
	cm	Stück	Stück	%	g
1	2	3	4	5	6
Abt. 43a (90 j.)					
1	11,66	68,6	44,6	65,01	1,04
2	11,50	67,3	43,1	64,04	0,99
3	11,13	66,0	41,7	63,18	0,97
4	9,85	57,5	31,7	55,13	0,79
Abt. 16d (60 j.)					
1	10,12	65,0	38,5	59,23	0,94
2	9,47	51,2	26,8	52,34	0,77
3	8,78	50,2	24,9	49,60	0,72
4	6,41	nicht ausgereift	—	—	—

Tabelle 4. — Mittlerer Samengehalt von Strobeneinzelbäumen getrennt nach Stammklassen

KRAFT'sche Klasse	Erfaßte Stammzahl	Samengew. pro Baum (Vollkorn)	Hohlkornprozent	Vollkornausbeute bezogen auf 50 kg Zapfenerntegewicht
		kg		kg
1	2	3	4	5
Abt. 43a (90 j.)				
1	3	0,348	15,0	1,6
2	14	0,163	17,4	1,6
3	20	0,084	9,2	2,1
4	13	0,050	13,3	1,7
Abt. 16d (60 j.)				
1	4	0,042	12,8	1,7
2	13	0,027	13,6	1,5
3	18	0,023	9,7	1,6
4	5	nicht ausgereift, Zapfen öffneten sich beim Darren nicht		

Der Anteil an Vollkörnern je Zapfen bewegt sich bei den 90jähr. Stroben zwischen 31,7 bis 44,6 Stck., bei den 60jähr. zwischen 24,9 bis 38,5 Stck., wobei der Vollkorngehalt des Zapfens bei der 1. KRAFTschen Stammklasse jeweils am höchsten, bei der 3. und 4. am geringsten ist.

Der durchschnittliche Samengehalt des Einzelzapfens in Gramm (Tab. 3, Sp. 6) wurde aus dem für alle Stammklassen ermittelten Tausendkorngewicht abgeleitet. Da sich die Analyse nur auf solche Zapfen erstreckte, die der Mittelzapfenlänge der jeweiligen Stammklasse weitgehend entsprach, kann das hier gewonnene Zapfenmaterial nicht zur Herleitung von Bestandesausbeuteziffern usw. Verwendung finden.

Zur Bestimmung des Samengehaltes von Einzelbäumen wurde das an allen 90 Bäumen erhobene Zahlenmaterial hinzugezogen. Die Ergebnisse, die Mittelwerte pro Baum der jeweiligen Stammklasse nach KRAFT darstellen, sind in Tabelle 4 zusammengefaßt. Es zeigt sich daraus, daß die Samenausbeutewerte je Einzelstamm nicht nur zwischen den Beständen verschiedenen Alters, sondern auch zwischen den einzelnen Klassen hohe Unterschiede aufweisen.

Auffallenderweise ist das Hohlkornprozent bei Klasse 3 und 4 geringer als bei 1 und 2. Hier liegt die Folgerung nahe, daß die größere Windruhe in den unteren Regionen des Kronendaches die Befruchtung begünstigt hat.

Aus den in Tabelle 4 (Sp. 3) hergeleiteten Mittelwerten läßt sich unter Benutzung der Stammzahlen der Ertrags-tafel und der Erfahrungszahlen über die Stammklassenverteilung der Gesamtsamenanfall des 90jähr. Strobenbestandes der Abtlg. 43a je ha in folgender Weise berechnen:  
121 Stämme KRAFT 1 mit durchschnittlich 0,348 kg = 42,11 kg Samen  
121 Stämme KRAFT 2 mit durchschnittlich 0,163 kg = 19,72 kg Samen  
81 Stämme KRAFT 3 mit durchschnittlich 0,084 kg = 6,80 kg Samen  
80 Stämme KRAFT 4 mit durchschnittlich 0,050 kg = 4,00 kg Samen  
Sa. = 72,63 kg Samen

Bei einer Vollmast von 100% reifen also in 90- und mehrjährigen Stroben je ha Bestandesfläche (bezogen auf Reinbestand) rd. 100 kg Samen-Vollkörner.

Für den 60jähr. Bestand errechnet sich demgegenüber nur ein Samenertrag von 26,8 kg.

Diese Zahlen sind für die natürliche Strobenverjüngung von besonderem Interesse. Sie lassen erkennen, daß, ähnlich wie bei den anderen Nadelhölzern, auch hier die Natur zur Erhaltung der Art eine verschwenderische Fülle bevorzugt.

Zur Ergänzung der geschilderten Untersuchungen über die Samenerträge der Strobe sollen die Jahresdurch-

schnittsausbeuten betrachtet werden, die die Darre Wolfgang bei dieser Holzart in den letzten 18 Jahren erzielen konnte. Sie sind in Tabelle 5a zusammengestellt. Bei einer Auswertung des Zahlenmaterials ergeben sich große Variationsbreiten innerhalb des gleichen wie auch der verschiedenen Erntejahre. Während erstere mit Sicherheit auf unterschiedliche Erntezeitpunkte und damit im Zusammenhang stehende Schwankungen im Wassergehalt des Zapfens zurückzuführen sind, leiten sich letztere deutlich aus den Unterschieden im Umfang der Blüte bzw. der Mast her. Die höchsten Ausbeuten weisen die ausgesprochenen Vollmastjahre auf. Wie bei allen anderen Nadelhölzern bestätigt sich auch bei der Strobe die bekannte Gesetzmäßigkeit, daß der Samengehalt der Zapfen mit dem Umfang der Mast zunimmt (günstigere Befruchtungsverhältnisse).

Bei der grünen Douglasie, für die in Tabelle 5b die durchschnittlichen Samenausbeuten der Staatsdarre Wolfgang in den letzten 18 Jahren mit aufgeführt sind, verhält es sich ähnlich wie bei der Strobe. Die Variationsbreite ist allerdings noch um ein Vielfaches größer. Die grüne Douglasie hat eine ausgesprochen starke Neigung zur Parthenokarpie, die das Risiko der Samengewinnung außerordentlich erhöht. Da es kein Verfahren gibt, die Samenausbeute der Zapfen mit einiger Zuverlässigkeit vorauszusagen, erlebt man bei der Samenaufbereitung dieser Holzart sehr oft die unerfreulichsten Überraschungen.

Tabelle 5. — Jahresdurchschnittsausbeuten der Staatsdarre Wolfgang bei Stroben- und Douglasienzapfen  
Ausbeute in kg Samen je 50 kg Frischzapfen:

a) Strobe:			b) Douglasie:		
Fwj.	Ausbeute an Samen kg	Variationsbreite	Fwj.	Ausbeute an Samen kg	Variationsbreite
1935	1,22	0,45—1,68	1935	0,42	0,13—0,95
1936	—	—	1936	0,20	0,07—0,52
1937	1,48	0,93—2,09	1937	0,42	0,00—0,71
1938	1,27	0,27—1,37	1938	0,48	0,16—0,86
1939	—	—	1939	—	—
1940	1,25	— 1,25 —	1940	0,30	0,02—0,64
1941	0,97	0,68—1,66	1941	0,53	0,06—0,61
1942	0,97	0,57—1,28	1942	0,39	0,17—1,00
1943	—	—	1943	0,59	0,34—0,73
1944	0,97	0,52—2,44	1944	—	—
1945—47	—	—	1945—47	—	—
1948	1,64	1,1—2,6	1948	0,67	0,23—1,90
1949	1,93	1,0—3,8	1949	0,85	0,60—1,00
1950	1,22	1,1—3,0	1950	0,86	0,45—1,00
1951	1,57	1,4—2,6	1951	0,30	0,08—0,64
1952	—	—	1952	—	—
1953	0,79	0,5—1,4	1953	0,73	0,16—1,02
1935—53	1,25	—	1935—53	0,56	—

Anmerkung: Die Ausbeuten sind berechnet für Strobensamen Schnitt 100%; Douglasiensamen Schnitt 90 bis 95%.

### III.

Die Samenreife tritt sowohl bei der Strobe als auch bei der grünen Douglasie schon im Sommer ein. Durch ihre Frühreife unterscheiden sich beide Holzarten auffallend von den übrigen in Deutschland vertretenen Nadelhölzern.

Es erschien wünschenswert, Untersuchungen über den Zeitpunkt des Eintritts der Samenreife anzustellen, da bei der Knappheit an Samen in Verbindung mit der sehr beschränkten Erntezeit dem Druck auf einen möglichst frühen Erntebeginn von Jahr zu Jahr mehr nachgegeben wird. Einzelne Forstsamenbetriebe setzen ihre Pflücker so nicht selten schon Mitte August ein.

Zur Klärung der Reifefrage wurden im Sommer 1948, in dem auch die Douglasie eine gute Mast aufwies, bei beiden Holzarten von Anfang August beginnend in regelmäßigen Zeitabständen Zapfen gepflückt und auf die Keimfähigkeit ihres Samengehaltes untersucht. Die Entnahme der Zapfen erfolgte unter Berücksichtigung nur weniger Mutterbäume gleichen Alters an damals 92jähr. Stroben der Abtlg. 57c und an 32jähr. Douglasienbeständen der Abtlg. 29, 44 und 61 des Forstamtes Wolfgang. Bei den Probestämmen handelte es sich übereinstimmend um Angehörige der KRAFTSchen Stammklasse 1. Im einzelnen zeigte sich folgendes Bild:

Zeitpunkt der Probeentnahme 1948	Keimfähigkeit nach 42 Tagen auf Vollkorn bezogen	
	Douglasie %	Strobe %
5. VIII.	20	—
10. VIII.	57	82
14. VIII.	92	73
21. VIII.	78	79
23. VIII.	82	—
26. VIII.	82	93

Die am 5. VIII. eingebrachten Douglasienzapfen enthielten nur rein weiß gefärbte Samenkörner. Die aus der Ernte vom 10. VIII. stammenden Körner zeigten schon einen hellbraunen Farbton.

Dagegen waren die Samenkörner der Strobe aus der Ernte vom 10. VIII. in der vollen Reifefärbung. Bei dieser Holzart waren am 5. VIII. leider keine Zapfen eingebracht worden.

Die Untersuchungen lassen auf Grund der Keimergebnisse und der Verfärbungsbeobachtungen an Samenkörnern die Schlußfolgerung zu, daß im Jahre 1948, das während der Vegetationszeit einen normalen Witterungsablauf zeigte, die Reife des Strobensamens am 10. VIII. bereits im vollen Umfang eingetreten war, während sie beim Douglasiensamen mit Sicherheit erst Mitte August zu verzeichnen war.

Die sehr schwache Strobenmast des Jahres 1954 wurde zur Ergänzung dieser Untersuchungen ausgenutzt. In diesem Jahr, das sich durch einen außergewöhnlichen Niederschlagsreichtum sowie fehlende Wärme und geringe Sonnenscheindauer während der Vegetationszeit auszeichnete, waren bis zum 14. VIII. in den Zapfen nur unreife Körner zu finden. Wohl infolge mangelnder Befruchtung war der weit überwiegende Teil der Samenanlagen verkümmert. Auch bei den äußerlich voll entwickelten Körnern wurden vielfach Ablösungen des Endosperms von der Samenschale beobachtet. Es gelang leider nicht, so viel voll entwickelte Körner aufzubereiten, daß Keimuntersuchungen angestellt werden konnten.

Wie nicht anders zu erwarten war, ist der Zeitpunkt des Eintritts der Samenreife in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen während der Vegetationszeit sehr unterschiedlich. Wahrscheinlich reagieren Strobe und Douglasie in ihrem Reiferythmus feiner als die spätreifenden Nadelhölzer.

Insgesamt ist ein zu früher Erntebeginn bei beiden Holzarten keinesfalls ratsam.

### IV.

Die Wahl des richtigen Erntezeitpunktes von Nadelhölzern ist nicht nur eine biologische, sondern auch eine wirtschaftliche Frage. Ihre biologische Klärung, die für die Strobe und Douglasie in Abschnitt III angeschnitten wurde, ist um so schwieriger, als der Samen der Nadelhöl-

zer im allgemeinen die Fähigkeit hat, auch nach einer verhältnismäßig frühen Zapfenernte unter entsprechenden Umweltbedingungen (flache, luftige und trockene Lagerung) in seinem Zapfenbett mehr oder weniger stark nachzureifen.

Im Jahre 1950 wurden so Zapfen von einer am 1. September gefällten 100jährigen Kiefer bis 1. Oktober an den Kronenästen belassen, dann eingeerntet und flach gelagert. Bei der Klengung im Dezember ergab sich ein normal keimender Samen.

Da die Strobe und Douglasie von Natur aus einen sehr viel abgekürzten Samenreifeprozess durchmachen als etwa die Kiefer und Lärche, ist zu vermuten, daß die Nachreifefähigkeit hier in sehr viel engeren Grenzen liegt. Diese Annahme wird durch die Feststellung gestützt, daß die Zapfen beider Holzarten einen sehr hohen Wassergehalt haben, den sie mit seiner Hauptmenge nach der Ernte überraschend schnell abgeben. So hatten am 10. VIII. 1948 gepflückte Wey-Ki-Zapfen bereits am 13. IX. = 48% ihres Gewichtes an Wasser verloren. Bei früh (5. VIII. 48) geernteten Douglasienzapfen betrug der Wasserverlust innerhalb von 20 Tagen sogar rd. 50% des Erntegewichtes. Die schnelle Wasserabgabe sollte auf jeden Fall als ein Moment der Instabilität bewertet werden. Sie muß die Erntepraxis zur Vorsicht mahnen.

Um bei beiden Holzarten einen Anhaltspunkt für den richtigen Erntebeginn zu gewinnen, wurden für die Douglasie vom 5. VIII. und für die Strobe vom 10. VIII. 1948 beginnend in mehrtägigen Abständen Schwundverlustmessungen mit dem Ziel durchgeführt, aus der Beobachtung der Wasserabnahme der Zapfen einen in wirtschaftlicher Hinsicht günstigen Zeitpunkt herausfinden. Dabei wurde so vorgegangen, daß in den unter Abschnitt III bezeichneten Beständen an Bäumen der 1. Klasse jeweils 5 kg Zapfen gepflückt und abgewogen im Darrschuppen flach gelagert und vom 25. VIII. beginnend in regelmäßigen Zeitabständen nachgewogen wurden. Diese Methode mußte angewandt werden, da eine Apparatur zur unmittelbaren Wassergehaltsbestimmung damals nicht zur Verfügung stand.

Das in den Abb. 1 und 2 dargestellte Ergebnis zeigt ein geringfügiges Zurückbleiben der StrobENZapfen im Wassergehalt gegenüber den Douglasienzapfen. Der StrobENZapfen gibt außerdem sein Wasser nach der Ernte langsamer ab. Diese Feststellung stimmt mit den Erfahrungen der Erntepraxis überein, wonach der Douglasienzapfen sich schneller und leichter erhitzt. Da im Spätsommer 1948 warmes und trockenes Wetter herrschte, kann angenommen werden, daß mit der letzten Wägung am 13. IX. die Wasserabgabe für die frühgeernteten Proben ihrem Tiefpunkt schon ziemlich nahe gekommen war. Aus dem Kurvenverlauf für die am 5. und 10. VIII. eingeernteten Dou-

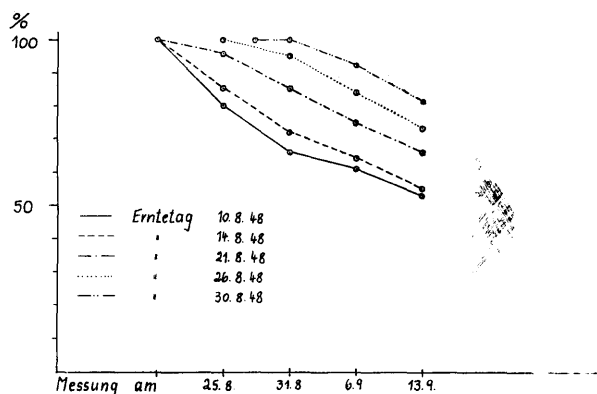


Abb. 1. — Schwundverlustmessung an Weykie-Zapfen

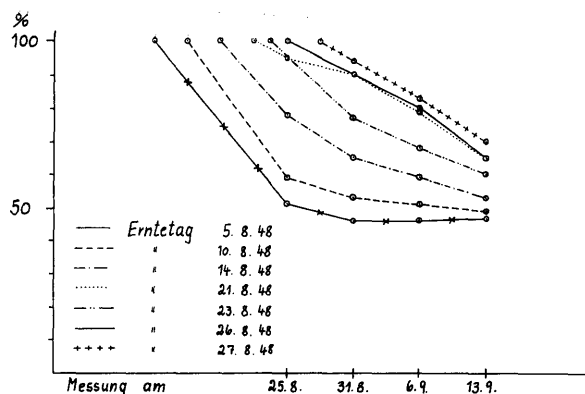


Abb. 2. — Schwundverlustmessung an Douglas-Zapfen

glasienzapfen geht dies ebenfalls eindeutig hervor. Auch die Schwundverlustkurve für die am 10. und 14. VIII. eingebrachten StrobENZapfen flacht sich deutlich ab. Leider wurden die Schwundmessungen mit dem 13. IX. eingestellt, so daß sich für die nach dem 14. VIII. eingebrachten Zapfen keine sicheren Schlüsse auf den Gesamtwassergehalt ziehen lassen. Der Verlauf der Kurvenäste zeigt jedoch sowohl bei der Strobe als auch bei der Douglasie für die später geernteten Proben ein deutliches Nachlassen in der Geschwindigkeit der Wasserabgabe. Ein Teil des weniger fest gebundenen Wassers war also zum Erntezeitpunkt bereits abgegeben worden.

Bei den frühgeernteten Proben kann man aus dem vorhandenen Zahlenmaterial folgern, daß vom Frischgewicht bis zum Lufttrockengewicht der Zapfen bei der Strobe 48%, bei der Douglasie 55% Wasser abgegeben werden. Bei später geernteten Zapfen verringert sich dieser Unterschied im Wassergehalt beträchtlich.

Die bei den Wägungen ermittelten Gesamtwasserverluste stimmen bei der Strobe mit Wassergehaltsermittlungen aus dem Jahre 1954 überein, die mit dem 10. VIII. 54 beginnend in regelmäßigen Zeitabständen an Frischzapfen vorgenommen wurden. Leider reicht das im Sommer 1954 erarbeitete Zahlenmaterial zur Herleitung von Gesetzmäßigkeiten über den Wasserhaushalt von StrobENZapfen nicht aus, da während der Untersuchungen laufend nasses Wetter herrschte (Sprühregen) und die Luft fast ständig mit Feuchtigkeit gesättigt war. Außerdem war der Zapfenbehang der Strobe so gering, daß bei den Messungen mit den Versuchsbäumen mehrmals gewechselt werden mußte. Die Wassergehaltsermittlungen unter Benutzung der Trockenschrankmethode brachten damals folgende Ergebnisse:

Tag der Ernte	Wassergehalt der Frischzapfen %	
10. VIII.	61,1	(61,0 — 61,2)
14. VIII.	62,5	(62,5 — 62,5)
18. VIII.	64,9	(65,1 — 64,8)
23. VIII.	63,7	(63,5 — 64,0)
27. VIII.	59,0	(58,8 — 59,3)
1. IX.	61,4	(61,5 — 61,4)
7. IX.	67,2	(67,8 — 66,8)

Der maximale Wassergehalt von Fi-Zapfen aus dem gleichen Jahr bewegte sich demgegenüber nur zwischen 50 und 54%.

Bei dem sehr nassen Sommer 1954 war somit für die StrobENZapfen am 7. IX. noch keine nennenswerte Wasserabgabe nachzuweisen. Die Schwankungen in der Zahlenreihe sind auf individuelle Eigenarten der verschiedenen Probebäume zurückzuführen.

Die Mitte September 1954 eingebrachten und anschließend in flacher Lagerung sorgsam gepflegten StrobENZapfen hatten am 28. X. 54 noch einen Wassergehalt von 22,1% bezogen auf Frischgewicht. Überraschenderweise ging der Wassergehalt einiger bis zum 16. III. 1955 aufbewahrter Zapfen bis zu diesem Zeitpunkt auf 13,5% zurück.

Der Wassergehalt der StrobENZapfen senkte sich durch die Darrung, die am 29. X. 1954 erfolgte, bis auf durchschnittlich 5,8% bezogen auf Frischgewicht, während der Wassergehalt des Samens durch die Klengung nur bis auf 6,2% fiel. Schon 3 Stunden nach dem Verlassen der Darrtrommel betrug der Wassergehalt der StrobENZapfen wieder 11,4% (bezogen auf Frischgewicht).

In Jahren mit normalem Witterungsverlauf öffnen sich in Deutschland die StrobENZapfen Mitte September (meist nicht vor dem 15.) etwa zur gleichen Zeit mit den Douglasien. Man kann annehmen, daß die Zapfen im Augenblick des Platzens einen Wassergehalt erreicht haben, der dem Lufttrockengewicht nahe kommt und der sich zwischen 20 bis 25% bewegt.

Bei der raschen Wasserabgabe der Zapfen wird man in finanzieller Hinsicht um so günstiger abschneiden, je später man erntet. Auf der anderen Seite wird man bei dem frühen Eintritt der Samenreife der Strobe in Normaljahren Frühernten etwa ab 20. VIII. besonders dann verantworten können, wenn mit Hilfe guter Lagermöglichkeiten und sorgfältiger Zapfepflege die Voraussetzung für eine naturgemäße Samennachreife geschaffen werden.

Bei der Douglasie sprechen die Versuchsergebnisse (insb. auch die des Absch. III) für ein größeres Maß an Vorsicht bei der Wahl des Erntezeitpunktes. Die Beobachtung, daß am 10. VIII. 1948 nur schwach gefärbte Körner in den Zapfen gefunden wurden, muß als Warnung dienen. Zur Nachreife am Baum sollte man den Zapfen eine ausreichende Zeitspanne belassen. Wenn es im Lauf langer Jahre zum Brauch geworden ist, Douglasienzapfen nicht vor dem 24. VIII. zu pflücken, sollte man diesen Termin in Zukunft nicht unterschreiten.

## V.

Deutschland verfügt heute bereits über größere Flächen mannbarer Mutterbestände der Strobe und grünen Douglasie. Nach langjährigen Beobachtungen des Berichterstatters reichen diese Vorkommen z. Z. dazu aus, im Falle einer Vollmast den erhöhten innerdeutschen Samenbedarf bei der Strobe für 3 bis 4 Jahre und bei der grünen Douglasie für höchstens 2 Jahre zu decken.

Beide Holzarten zeigen eine Neigung zu häufiger Fruchtbildung. So gibt es nur wenige Jahre, in denen überhaupt kein Zapfenbehang beobachtet werden kann. Auf der anderen Seite sind ausgesprochen gute Samenjahre selten.

Bei der Strobe kann man im Jahrzehnt mit 1 Vollmast, 2 Mittelmasten und 2 besseren Sprengmasten rechnen (Mittel- bzw. Vollmast: 1948, 1951, 1955).

Die grüne Douglasie hatte 1948 zum letzten Mal eine gute Mittelmast. Mit ihrer Hilfe konnte damals ein voller Jahresbedarf gedeckt werden. Im Mai 1953 ist eine gute Blüte der Douglasie in ganz Deutschland durch Spätfröste (Frostwind) fast ganz vernichtet worden. Beobachtungen aus früheren Jahrzehnten lassen bei dieser Holzart zusammenfassend die Schlußfolgerung zu, daß im Verlauf eines Jahrzehntes günstigstenfalls mit 2 besseren Masten gerechnet werden kann.

## VI.

Die Ergebnisse von Fruktifikationsuntersuchungen an der Strobe in 2 verschiedenaltigen Beständen des Städt. Forstamtes Frankfurt am Main und an der grünen Douglasie im Forstamt Wolfgang lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. 90jähr. Stroben des Stadtwaldes Frankfurt, die auf gutem Standort in lockerem Bestandesschluß erwachsen sind, erbrachten bei einer mit 70% bewerteten Mast einen durchschnittlichen Zapfenbehang von 11,4 kg je Einzelbaum der KRAFTschen Stammklasse 1.

Bei einer mit 100% angenommenen Mast kann der Zapfenbehang mit 3000 kg je ha eingeschätzt werden. 95% dieses Zapfengewichtes tragen die Bäume der Klassen 1 bis 3, während auf Klasse 4 und 5 nur 5% entfallen.

Im Falle einer Vollmast werden durch die Strobe bei der Zapfenbildung Zuwachskräfte verbraucht, die auf der I. Standortsklasse im Alter 90 einer Derbholzerzeugung von 3,7 fm je ha entsprechen.

2. Der Samengehalt der StrobENZapfen schwankt je nach dem Umfang der Mast in einem verhältnismäßig breiten Rahmen.

Der durchschnittliche Samengehalt von 50 kg StrobENZapfen betrug bei der Darre Wolfgang im Laufe der letzten 18 Jahre 1,25 kg bezogen auf Erntefrischgewicht.

Bei einer Vollmast von 100% fallen in älteren Strobenbeständen I. Standortklasse rd. 100 kg Samen-Vollkörner je ha an.

Ähnliche Gesetzmäßigkeiten gelten für die grüne Douglasie.

Der Samengehalt ihrer Zapfen schwankt jedoch in noch viel weiteren Grenzen. Er betrug bei der Darre Wolfgang im Durchschnitt der letzten 18 Jahre 0,56 kg je 50 kg Zapfen bezogen auf Erntefrischgewicht.

3. Die Samenreife tritt bei der Strobe in Jahren mit normalem Witterungsablauf schon früher als bei der Douglasie ein. Im Erntejahr 1948 enthielten StrobENZapfen am 10. VIII. bereits vollreifen Samen, während dies bei der Douglasie noch nicht der Fall war.

4. Stroben- und Douglasienzapfen haben einen höheren Maximal-Wassergehalt als die Zapfen unserer einheimischen Nadelhölzer. Ihre Empfindlichkeit (Neigung zum Erhitzen) ist besonders groß.

5. Die Strobe bringt in Deutschland häufiger gute Masten als die Douglasie. Die Eigenversorgung der Bundesrepublik an Strobensamen aus bewährten einheimischen Mutterbeständen ist schon heute möglich. Dagegen wird Deutschland bei der grünen Douglasie noch mehrere Jahrzehnte auf die Einfuhr von Samen aus Amerika angewiesen sein.

Für die Praxis der Forstsamenernte und -Aufbereitung können nachstehende Folgerungen gezogen werden:

1. Zur Vereinheitlichung der Erntebewertung innerhalb der Bundesrepublik ist ein Schätzungsverfahren anzuwenden, bei dem eine Vollmast von 100% einem Zapfenbehang von 15 kg je Baum KRAFT 1 entspricht. Als Grundlage für die Einschätzung der Mast hat bei der Strobe eine Kilogrammstückzahl von 60 Zapfen zu gelten.

2. Die älteren voll mannbaren Bestände lassen den höchsten Zapfen- und Samenertrag erwarten. Der Vollkornanteil sowie die Samenausbeute ist in guten Mastjahren bei den Stämmen der 1. KRAFTschen Stammklasse doppelt so hoch als bei der 2. und bis zu fünfmal höher als bei der 3. und 4. Klasse. Bei der Kürze der zur Verfügung stehenden Erntezeit ist es daher besser, nur die älteren

Bestände und dabei ausschließlich die Hauptstämme zu beernten. Den Pflückern sollten daher möglichst große Ernteflächen freigegeben werden, ehe man eine zu intensive Beerntung unter Beschränkung der Erntefläche verlangt.

3. Wenn unterstellt wird, daß sich  $\frac{1}{2}$  der Zapfen bei der Ernte wegen ungünstiger Erntebedingungen (zu lange Äste pp.) nicht erfassen lassen, und daß die Pflücker nur vorherrschende Stämme besteigen, kann bei der Ernte am stehenden Stamm im Falle einer Vollmast mit einem Zapfenanfall von 30 bis 35 Ztr. Zapfen je ha 90jähr. Strobenbestände I. Standortsklasse gerechnet werden.

4. Der maximale Wassergehalt von Stroben- und grünen Douglasenzapfen liegt bedeutend höher als der unserer einheimischen Nadelhölzer. Eine pflegsame Behandlung des Zapfengutes ist daher insbesondere unmittelbar nach der Ernte besonders wichtig.

5. Stroben- und Douglasenzapfen geben den größten Teil ihres Wassergehaltes nach der Reife (also etwa ab Mitte August) sowohl im geernteten Zustand als bei warmer Witterung auch am Baum sehr schnell ab. Späternten sind daher besonders wirtschaftlich.

6. Die von den einzelnen Forstsamenbetrieben je Gewichtseinheit Stroben- und Douglasenzapfen erzielten Samenausbeuten lassen sich nur vergleichen, wenn der bei der Gewichtsermittlung vorhandene Wassergehalt der Zapfen angegeben wird.

7. In Jahren mit normalem Witterungsverlauf tritt die Reife des Strobensamens schon einige Tage vor dem 10. VIII. ein, während der Douglasiensamen erst Mitte August reif ist. Es wird empfohlen, dem Samen in seinem Zapfenbett am Baum zur Sicherheit eine Nachreifefrist von mindestens 10 Tagen zu belassen, so daß als frühester Erntezeitpunkt für die Strobe der 20. VIII. und für die Douglasie der 25. VIII. in Frage kommt.

8. Untersuchungen in Wolfgang lassen erkennen, daß Strobenzapfen zu einem Zeitpunkt platzen, in dem ihr Wassergehalt etwa bei 30% liegt. Es wird empfohlen, sich bei der Erntedurchführung (Einsatz der Pflückerkolonnen) unter Beachtung der langfristigen Wettervorhersagen nach dieser Ziffer zu richten.

9. Die Darrung der Strobenzapfen sollte erst vorgenommen werden, wenn ihr Wassergehalt 30% unterschreitet.

10. Strobenzapfen gehen bei der Darrung mit ihrem Wassergehalt bis auf 5,8% zurück. Sie nehmen aber innerhalb weniger Stunden wieder so viel Wasser auf, daß der Sättigungsausgleich eintritt. Strobensamen, der bei der Darrung bis auf 6,2% Wassergehalt zurückgetrocknet, nimmt dagegen vermöge seiner dicken Schale sehr viel langsamer das Wasser aus der Luft wieder auf.

### Summary

Title of the paper: *Observations on the fruiting of Pinus strobus L. and the green Douglas fir, Pseudotsuga taxifolia var. viridis.* —

Observations were made on the fruiting of *Pinus strobus* and *Pseudotsuga taxifolia*. These forest tree species have been cultivated in Germany for some decades, and have therefore become naturalized. In 1948 the mast of *Pinus strobus* was used which amounted to 70% while that of Douglas fir must be supposed to be a little smaller. At the beginning of September in 1948 in two stands of different ages in the town forest of Frankfurt/Main a total of 90 trees were cut and all the cones from them were gathered and analysed. It was established that the

number of cones produced by a tree of the 1. crown class (according to KRAFT) was on average twice that of a tree of the 2. crown class (according to KRAFT). 95% of all cones came from trees of the 1.—3. crown classes. In the 90 years old stand of *P. strobus* the total number of cones was about 5 times that of the 60 years old stand compared with it. On the basis of the numerical material from these analyses methods are proposed to tax the crop yield for the German Federal Republic. This will be based on the number of cones per kg calculated from the weight of a sample of 60 cones of *P. strobus* in kg, and on an average cone number of 15 kg, calculated from 900 cones = 15 kg of a main stem in a 100% mast-year.

For the development of the cones during a 100% mast-year *Pinus strobus* uses a growth vigour which corresponds to a production of 3.7 cubic meters of wood per ha.

In the 90 years old stand of *Pinus strobus* 72.63 kg/ha seed were gathered. Converted to a 100% mast this represents a seed production of nearly 100 kg which agrees with the seed production of spruce and larch.

Seed of *P. strobus* becomes ripe in Germany in the middle of August some days before Douglas fir. Because of the high water content of the cones it is not recommended to gather the pine cones too early (in 1954 the water content amounted to 67% of the weight of fresh cones). The same applies to the collection of Douglas fir cones.

The water content of both tree species falls in 4 weeks to 20% of the fresh weight. Therefore it is not possible to compare the seed yield of the cones without an analysis of the water content. It must be supposed that the seed shed of *Pinus strobus* occurs at a water content of 20 — 25%.

The fruiting of *Pinus strobus* in Germany is so common that it will be possible to provide seeds from approved seed mother stands. On the other hand the Green Douglas fir has so few mast-years that Germany will require to import from the USA for many years.

### Résumé

Titre de l'article: *Observations sur la fructification du Pin Weymouth (Pinus strobus) et du douglas vert (Pseudotsuga taxifolia var. viridis).*

L'Auteur a observé la fructification de ces deux espèces, qui, cultivées en Allemagne depuis quelques décades, s'y sont bien acclimatées. En 1948, la production de graines de *Pinus strobus* fut évaluée à 70%, celle de douglas à un peu moins. — Au début de septembre 1948, en forêt de Francfort sur le Main, dans 2 peuplements d'âge différent, 90 arbres furent abattus, leurs cônes récoltés et analysés. En groupant les arbres d'après les "classes de couronne" de KRAFT, on put établir que les arbres de la 1<sup>ère</sup> classe produisaient en moyenne deux fois plus de cônes que ceux de la classe 2. 95% de tous les cônes provenaient des arbres des classes 1 à 3. Les arbres du peuplement de 90 ans ont produit au total 5 fois plus de cônes que ceux du peuplement de 60 ans. Sur la base des résultats numériques de ces analyses, on a pu proposer une méthode d'évaluation de la récolte de graines pour la République fédérale allemande. Cette évaluation est basée sur un nombre de cônes de 60 par kg, et une production de 15 kg, soit 900 cônes pour un arbre de l'étage dominant, dans une année où la production est estimée à 100%.



Pour développer ses cônes pendant une année de graines à 100%, le Pin Weymouth emploie une partie de son activité de croissance estimée à 3,7 m<sup>3</sup> de bois à l'ha.

Dans le peuplement âgé de 90 ans, on a récolté 72,63 kg de graines à l'ha. Ramenée à une année de graines à 100%, cela représente une production d'environ 100 kg, qui s'accorde avec l'évaluation de la production de l'épicéa et du mélèze.

En Allemagne, la graine de *P. strobus* est mûre à la mi-août, quelques jours avant celle du douglas. En raison de la teneur en eau élevée des cônes, il est recommandé de ne pas les récolter trop tôt (en 1954, la teneur en eau était de 67% du poids des cônes frais). La même remarque s'applique également aux cônes de douglas.

La teneur en eau, pour ces deux espèces, tombe en 4 semaines à 20% du poids des cônes frais. Il n'est donc pas possible de comparer des productions de graines rapportées

au poids de cônes sans connaître leur teneur en eau. On peut supposer que la graine de *P. strobus* se dissémine lorsque la teneur en eau des cônes est de 20—25%.

En Allemagne, la fructification de *P. strobus* est si abondante qu'il sera possible de s'approvisionner en graines par des récoltes sur des peuplements sélectionnés. Mais pour le douglas, les années de bonne fructification sont si rares que l'Allemagne devra encore pendant de nombreuses années importer des graines des U.S.A.

#### Literatur

- (1) HECK, C. R.: Handbuch der freien Durchforstung. Stuttgart 1931. — (2) KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes. Berlin 1936. — (3) MESSER, H.: Die Waldsamenernte. Hannover 1948. — (4) ROHMEDER, E.: Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen. München 1951. — (5) ROHMEDER, E.: Kahlfächen-Aufforstung. München 1947. — (6) WAPPES, L.: Wald und Holz. Neudamm 1936.

## Receptivity of the Pistillate Flowers and Pollen Germination Tests in Genus *Castanea*

By HANS NIENSTAEDT

Lake States Forest Experiment Station, St. Paul Campus, St. Paul 1, Minn.

(Received for publication August 2, 1955)

### Introduction

The process of hand-pollination is at best cumbersome and time consuming. It therefore is important that the pollination be as efficient as possible, yielding the maximum number of seed with the minimum amount of work. This is particularly true in the large-seeded species such as the chestnut, *Castanea* spp., where only a few inflorescences can be enclosed in a single bag, necessitating the use of a large number of bags to obtain enough nuts for a progeny test.

In the Connecticut chestnut-breeding program, which has been in progress since 1930, it has been the practice to pollinate each bag three times at two-day intervals in order to obtain maximum nut yield. This procedure has resulted in an average nutset of from 30 to 40 per cent, with many pollinations yielding 70 to 80 per cent. If a similar nutset could be obtained from a single pollination, more and larger pollinations could be made.

Chestnut pollen has been considered difficult to germinate (CLAPPER, 1954), although SCHAD et al. (1952) describe a technique which they have used successfully. A simple test for pollen viability would be most helpful in a chestnut breeding program where pollen has to be used after long-distance shipping.

During the summers of 1953 and 1954, a number of experiments were conducted to determine the length of the receptive period in *Castanea*, and to determine the effectiveness of single pollinations. The effects of emasculation on nutset were studied and various germination tests for chestnut pollen were tried out. The results of these experiments are presented herewith.

### The Flowers and Flowering Sequence in *Castanea*

Chestnuts are monoecious; the flowers are borne on the current year's growth. Two types of inflorescence are

found: the unisexual male catkins, which are located on the lower parts of the shoot, and the bisexual catkins towards the terminal end of the shoots (see Fig. 1). Staminate flowers are spirally arranged along the axis of the catkin in clusters of from three to seven; each consisting of a 6-lobed calyx and ten to twenty stamens with long filaments. Pistillate inflorescences appear solitary or in clusters of two or three at the base of the bisexual aments. Three pistillate flowers surrounded by the many bracted involucre are normally found in the true chestnuts, although an occasional involucre with only one or two flowers may be found. The chinkapins, i. e. *C. pumila*, have only a single pistillate flower in each involucre. The calyx is 6-lobed adnate to a 6-celled ovary. The styles are 7 — 9 in number. The stigmatic surfaces are limited to the extreme tips of the styles (HARLOW and HARRAR 1941; REHDER 1949; VILKOMERSON 1937).

The lower unisexual catkins are the first to start opening. At New Haven, Connecticut, the true chestnuts begin opening in the latter half of June, varying as much as a week from year to year. The Japanese chestnut, *C. crenata*, is the most precocious; *C. mollissima* and *C. dentata* commence flowering from four to as much as fourteen days later. The pistillate flowers are next to open, and not until eight to ten days after anthesis of the unisexual catkins do the male flowers of the bisexual catkins begin to open. This sequence of flowering has been described as duodichogamy (SROUT 1928).

VILKOMERSON (1937) studied the flowering behavior of twenty-five chestnuts, including seven *C. mollissima*, eleven *C. crenata*, three *C. seguinii*, and four hybrid trees. Using visual observation of the pistils and taking the separation of the styles as an indication of receptivity, she concluded that a protandrous type of flowering (as described above) as well as a protogynous flowering habit are common; of the twenty-five trees examined, fourteen