

Samengröße und Samengewicht als  
Qualitätsmerkmale einer Samenprobe

*(Pinus silvestris L.)*

*Sambandet mellan fröstorlek, frövikt och frökvalitet  
hos Pinus silvestris*

von

MILAN SIMAK

MEDDELANDEN FRÅN  
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT  
BAND 45 · NR 9

## INHALT

	Seite
Einleitung .....	3
Untersuchungsmaterial .....	3
Methodik .....	3
Samengrösse und Samengewicht .....	4
Samengrösse und Embryoqualität .....	6
Samengewicht und Embryoqualität .....	8
Samengrösse, Samengewicht und der züchterische Wert der samenliefernden Bäume .....	10
Diskussion .....	13
Literatur .....	18
Sammanfattning .....	19

### Einleitung.

Gegenwärtig sind an der genetischen Abteilung der Forstlichen Forschungsanstalt, Stockholm, eine Reihe von Untersuchungen im Gange, welche die verschiedenen Eigenschaften der Samen im Zusammenhang mit der röntgenographischen Samenanalyse klären sollen.

In der vorliegenden Arbeit werden die Beziehungen zwischen Grösse und Gewicht der Kiefersamen und die Verwertung dieser Eigenschaften als Qualitätsmerkmal einer Probe untersucht. Als Kriterium für die Samenqualität wurde hier die *Embryobeschaffenheit* der Samen und der *züchterische Wert der samenliefernden Bäume* verwendet.

### Untersuchungsmaterial.

Es wurden Bäume aus den folgenden zwei Populationen untersucht:

1. *Blankakärr* (Boxholm), Mittelschweden, Lat.  $58^{\circ} 09'$ , Long.  $15^{\circ} 15'$ , H. ü. M. 160 m. Der Bestand wurde schon vor einigen Jahren von Dr. E. ANDERSSON nach Wuchsleistung phänotypkontrolliert. Die Zapfen zum Versuch wurden im Januar 1954 von 12 willkürlich ausgewählten Plusbäumen sowie 12 Normal- und Minusbäumen eingesammelt (vergl. Tab. 1). Die Gröszen- und Gewichtangaben dieser Versuchsserie beziehen sich nur auf volle Samen.

2. *Kaupinen* (Kiruna), Nordschweden, Lat.  $67^{\circ} 51'$ , Long.  $20^{\circ} 28'$ , H. ü. M. 355 m. Der Bestand liegt an der Grenze der nördlichen Kiefern Ausbreitung und die Population (ca. 80 Bäume) ist derzeit Gegenstand intensiver Bearbeitung. Die untersuchten Zapfen wurden im Winter 1953—54 von 5 unter gleichen Standortbedingungen nebeneinanderstehenden Bäumen eingesammelt (Baum Nr 1—5). Phänotypisch fallen alle Bäume in die Kategorie der Normalbäume. Nr 2 jedoch gilt als besserer Normalbaum.

### Methodik.

*Zapfeneinsammlung:* Die Zapfen wurden willkürlich von den Bäumen gepflückt, so dass die mittlere Samengrösse jeder Probe gleichzeitig die Eigenschaft »Samengrösse« jedes Baumes charakterisiert.

*Samengewinnung:* Die Zapfen wurden bei  $49^{\circ} \text{C}$  16 Stunden geklenget.

*Samengrösse:* Die Sortierung der Samen nach Grösse geschah durch Siebung und dabei wurden folgende Fraktionen der Samengrösse unterschieden (mm):

$$1 = 1,0, \quad 2 = 1,5, \quad 3 = 2,0, \quad 4 = 2,5, \quad 5 = 3,0.$$

*Samengewicht:* Dieses ist stets als Tausendkorngewicht angegeben.

*Embryoqualität:* Mit Hilfe der röntgenographischen Methode (SIMAK und GUSTAFSSON 1953 a und b), kann man die Samen in fünf Embryoklassen einteilen:

- O = kein Endosperm, kein Embryo.
- I = Endosperm vorhanden, kein Embryo.
- II = Endosperm vorhanden, ein bis mehrere Embryonen, keiner davon grösser als die Hälfte der Embryokammer.
- III = Endosperm vorhanden, ein bis mehrere Embryonen; der grösste Embryo füllt mehr als die Hälfte der Embryokammer aus.
- IV = Endosperm vorhanden, Embryo gut entwickelt, füllt mehr als  $\frac{3}{4}$  der Embryokammer aus.

Eine Reihe von Untersuchungen hat gezeigt, dass jede Embryoklasse einen bestimmten Keimprozentsatz sowie andere charakteristische Eigenschaften besitzt und dass deshalb die Embryoklasse als ein Qualitätsmerkmal der Samen dienen kann.

Eigenschaft	Embryoklasse					Literatur
	O	I	II	III	IV	
Keimung	—————→					SIMAK und GUSTAFSSON 1954
Keimungsgeschwindigkeit	—————→					MÜLLER-OLSEN und SIMAK 1954
Wasseraufnahme per g Samengewicht	←	—————				unveröffentlicht
Vitalität der Pflanzen	—————→					MÜLLER-OLSEN und SIMAK 1954
Pflanzengrösse	—————→					SIMAK und GUSTAFSSON 1954

Die Keimung, Keimungsgeschwindigkeit, Vitalität und Grösse der Pflanzen nimmt von Klasse I—IV zu, während die Wasseraufnahme per g Samengewicht (von lufttrockenen Samen) von O—IV abnimmt.

### Samengrösse und Samengewicht.

In der Tab. 1 ist die prozentuelle Verteilung der Samen der Blankakärrbäume auf die Grössenfraktionen angegeben. Die Variabilität der Samengrösse innerhalb eines Baumes ist als Modifikation zu betrachten, die durch die Zapfengrösse, Samenanzahl pro Zapfen, Lage der Samen in den Zapfen usw. verursacht wird (SIMAK 1953 a und b). Die Unterschiede der mittleren Samengrössen zwischen den Bäumen sind primär genotypisch bedingt.

Um die Beziehung zwischen Samengrösse und Samengewicht erfassen zu können, wurden die einzelnen Grössenfraktionen gewogen und ihr Tausendkorngewicht berechnet. Das Ergebnis zeigt:

**Tab. 1. Blankakär. Die prozentuelle Verteilung der vollen Samen auf die Grössenfraktionen und die Tausendkorngewichte der Grössenfraktionen.**

*Procentuell fördelning och tusenkörnvikt av matade frön i olika storleksklasser.*

Normal- oder Minus- baum Nr.	Grössenfraktion					Plusbaum Nr.	Grössenfraktion						
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		
1	%	—	1,1	48,4	50,5	—	5001	%	—	39,8	53,2	7,0	—
	g	—	2,33	4,77	6,11	—		g	—	3,61	4,29	4,96	—
2	%	10,9	43,5	41,3	4,3	—	5002	%	1,7	53,7	44,6	—	—
	g	2,13	3,11	3,80	4,51	—		g	2,49	3,60	4,55	—	—
3	%	—	10,7	84,7	4,6	—	5005	%	—	20,6	71,6	7,8	—
	g	—	3,73	4,64	5,64	—		g	—	4,20	4,82	5,65	—
4	%	0,5	16,2	79,9	3,4	—	5007	%	—	—	73,1	26,9	—
	g	3,00	3,95	4,69	5,46	—		g	—	—	4,89	6,00	—
5	%	—	0,2	33,5	66,3	—	5009	%	0,4	3,3	79,6	16,7	—
	g	—	2,72	5,28	6,22	—		g	2,57	3,48	4,98	6,05	—
6	%	—	9,5	73,0	17,5	—	5010	%	3,5	58,7	37,8	—	—
	g	—	3,57	4,86	5,37	—		g	3,01	3,32	3,73	—	—
7	%	—	0,6	87,2	12,2	—	5014	%	—	0,4	61,2	38,4	—
	g	—	4,13	4,62	5,60	—		g	—	4,30	5,36	6,14	—
8	%	—	3,2	83,6	13,2	—	5016	%	—	—	4,5	93,3	2,2
	g	—	3,66	4,50	4,90	—		g	—	—	5,67	7,83	10,28
9	%	—	7,8	77,9	14,3	—	5018	%	0,1	69,4	29,7	0,8	—
	g	—	4,23	5,10	6,31	—		g	1,50	3,75	4,47	5,20	—
10	%	—	—	65,7	34,3	—	5019	%	—	3,0	72,8	24,2	—
	g	—	—	4,84	5,99	—		g	—	3,52	4,41	6,26	—
11	%	—	5,6	54,6	39,8	—	5029	%	—	6,5	86,3	7,2	—
	g	—	5,05	5,42	6,37	—		g	—	3,55	4,43	5,38	—
12	%	—	2,7	83,3	14,0	—	5035	%	0,3	26,7	71,9	1,1	—
	g	—	3,66	4,48	5,30	—		g	3,40	3,50	3,81	5,28	—
Summe	%	0,9	8,4	67,8	22,9	—	Summe	%	0,5	23,5	57,2	18,6	0,2

a. Innerhalb der *Einzelstammproben* ist das Samengewicht um so höher je grösser die Samen sind.

b. Ein und dieselbe Grössenfraktion kann bei *verschiedenen Bäumen* einer Population sehr verschiedene Tausendkorngewichte aufweisen. So ist z. B. das Tausendkorngewicht der vierten Grössenfraktion des Baumes E 5016 gleich 7,83 g. Dieselbe Fraktion beim Baum N 2 hat nur ein Tausendkorngewicht von 4,51 g. Letzteres ist sogar niedriger als das der kleinsten Fraktion des Baumes E 5016 (5,67 g). Eine Trennung der Gewichtsfractionen mit Hilfe der Samengrösse in einer gemischten Probe ist also nicht möglich, da ja eine bestimmte Grössenfraktion bei den verschiedenen Bäumen alle möglichen Tausendkorngewichte aufweisen kann. Das verstehen wir, wenn wir uns folgendes überlegen:

Ob ein Same durch ein Sieb fällt oder nicht, ist durch die Samenbreite festgelegt, während die Länge sowie das spezifische Gewicht des Samens keine Rolle spielen. Die Form der Kiefersamen ist für jeden Baum genotypisch bedingt (SIMAK 1953 a). So haben etwa zwei Genotypen, einer mit langen und einer mit kurzen Samen, bei sonst gleicher Breite, verschiedenes Samengewicht (Abb. 1).

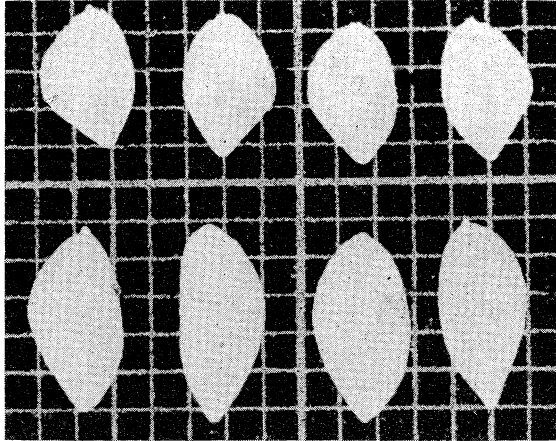


Abb. 1. Blankakärr. Schattenbilder vom Samen einer Grössenfraktion (2,5 mm). Oben Baum N 2, Tausendkorngewicht 4,51 g, unten Baum E 5016, Tausendkorngewicht 7,83 g.

Blankakärr. Skuggbilder av frön ur samma storleksklass (2,5 mm). Övre raden: träd N 2, tusenkornvikt 4,51 g, undre raden: träd E 5016. tusenkornvikt 7,83 g.

### Samengrösse und Embryoqualität.

Nach der röntgenographischen Analyse der Samen von Blankakärr ist festzustellen, dass die vollen Samen aller Grössen fast vollständig in die IV. Embryoklasse gehören. Dies dürfte an den günstigen klimatischen Bedingungen zum Zeitpunkt der Samenreifung liegen. Durch eine Verwerfung der kleineren Samen dieses Materials würden also Samen der IV. Embryoklasse verloren gehen.

Der Klimatyp, in welchem die 5 Bäume der Kaupinenpopulation wachsen, ist für die Samenausreifung sehr ungünstig und — wie die Röntgenbilder zeigen — gehören die Samen den verschiedensten Embryoklassen an. Die Beziehung zwischen der Samengrösse und der Embryoqualität in diesem Material ist aus der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tab. 2. Kaupinen. Verteilung der Samen auf die Grössenfraktionen und Embryoklassen.

*Frönas fördelning på storleks- och embryoklasser,*

Baum Nr.	Embryo- klasse	Grössenfraktion								
		1		2		3		4		S:a
		n	%	n	%	n	%	n	%	n
1	O	—	—	54	16,0	219	65,0	64	19,0	337
	I	—	—	—	—	27	81,8	6	18,2	33
	II	—	—	2	1,4	113	77,4	31	21,2	146
	III	—	—	4	1,5	198	75,6	60	22,9	262
	IV	—	—	4	1,8	123	55,4	95	42,8	222
	Summe	—	—	64	6,4	680	68,0	256	25,6	1000
2	O	46	15,4	130	43,5	111	37,1	12	4,0	299
	I	15	8,9	103	60,9	49	29,0	2	1,2	169
	II	3	1,1	70	25,9	187	69,3	10	3,7	270
	III	—	—	80	37,7	118	55,7	14	6,6	212
	IV	—	—	—	—	38	76,0	12	24,0	50
	Summe	64	6,4	383	38,3	503	50,3	50	5,0	1000
3	O	—	—	16	5,6	153	53,1	119	41,3	288
	I	—	—	3	2,9	51	49,0	50	48,1	104
	II	—	—	7	2,5	152	53,5	125	44,0	284
	III	—	—	—	—	94	37,8	155	62,2	249
	IV	—	—	—	—	5	6,7	70	93,3	75
	Summe	—	—	26	2,6	455	45,5	519	51,9	1000
4	O	—	—	59	26,7	157	71,0	5	2,3	221
	I	—	—	—	—	5	45,5	6	54,5	11
	II	—	—	38	23,6	118	73,3	5	3,1	161
	III	11	3,0	16	4,3	344	92,7	—	—	371
	IV	—	—	11	4,7	225	95,3	—	—	236
	Summe	11	1,1	124	12,4	849	84,9	16	1,6	1000
5	O	29	11,0	71	26,9	141	53,4	23	8,7	264
	I	—	—	42	17,6	172	72,3	24	10,1	238
	II	6	1,6	18	4,7	344	90,5	12	3,2	380
	III	—	—	—	—	94	83,9	18	16,1	112
	IV	—	—	—	—	—	—	6	100,0	6
	Summe	35	3,5	131	13,1	751	75,1	83	8,3	1000
Summe	O	75	5,3	330	23,4	781	55,4	223	15,9	1409
	I	15	2,7	148	26,7	304	54,8	88	15,8	555
	II	9	0,7	135	10,9	914	73,7	183	14,7	1241
	III	11	0,9	100	8,3	848	70,3	247	20,5	1206
	IV	—	—	15	2,5	391	66,4	183	31,1	589
	Summe	110	2,2	728	14,6	3238	64,8	924	18,4	5000

*Einzelstammproben:* Die Tabelle 2 zeigt, dass Samen mit den besten Embryoklassen hauptsächlich in den oberen Grössenfraktionen zu suchen sind. Eine scharfe Abgrenzung der einzelnen Embryoklassen durch das Sieben

wird aber nicht erreicht; denn auch die obersten Fraktionen enthalten die schlechten Embryoklassen. Um die höchste Samenqualität bei minimalen Verlusten der guten Samen zu erhalten, ist es notwendig, den Sortierungsgrad von Baum zu Baum zu bestimmen. Abgesehen von den leeren Samen, die immer relativ leicht aus einer Probe entfernt werden können, ist für die Kaupinen Samenprobe folgendes vorzuschlagen:

Tab. 3. Kaupinen.

Baum Nr.	Übrigbleibende Größen- fraktionen	Durch die Sortierung er- haltene Erhöhung des Keimprozentsatzes <sup>1</sup> von vollen Samen		Durch Sortierung entfernt	
		von %	bis %	% gute Samen Embryoklasse III + IV	% schlechte Samen Embryoklasse I + II
1	2 + 3 + 4	78,9	78,9	—	—
2	3 + 4	46,5	61,4	31,7	43,5
3	4	61,1	67,0	30,6	54,9
4	3	82,3	84,5	6,3	28,5
5	3 + 4	39,9	42,1	—	10,7
gemischte Probe	3 + 4	63,1	65,9	7,0	17,1

<sup>1</sup> Der Keimprozentsatz wurde mit Hilfe der Röntgenanalyse berechnet.

Die Sortierung der Samen von Einzelstammproben bringt allerdings eine Erhöhung der Embryoqualität und der Keimprozente mit sich. Gleichzeitig besteht aber die Gefahr, dass ein Teil der guten Samen (Embryoklasse III und IV), welche in die kleineren Fraktionen gehören, aus der Gesamtprobe entfernt wird.

*Gemischte Proben:* (Tab. 3). Schon aus dem verschiedenen Sortierungsgrad bei den Einzelbäumen der Kaupinenpopulation ergibt sich, dass sich kein allgemein gültiges Prinzip finden lässt, nachdem gemischtes Samenmaterial aller Bäume wirksam gesiebt werden kann. Lässt man z. B. die Fraktionen 1 und 2 fort, so erhöht sich die durchschnittliche Embryoqualität der Probe etwas und der Keimprozentsatz nimmt nur um 2,8 % zu. Dieser Gewinn ist aber praktisch unbedeutend und der Arbeit des Sortierens nicht wert. Eine stärkere Sortierung verbietet sich dagegen, weil sonst zu hohe Verluste der qualitativ guten Samen entstehen können (vgl. Tab. 2).

### Samengewicht und Embryoqualität.

Zur Untersuchung der Beziehung von Samengewicht und Embryoqualität bei der Kaupinenpopulation wurden die Samen von jedem Baum an Hand der Röntgenaufnahme in Embryoklassen eingeteilt und gewogen. In der Abb. 2 sind die berechneten Tausendkorngewichte jeder Embryoklasse dargestellt.



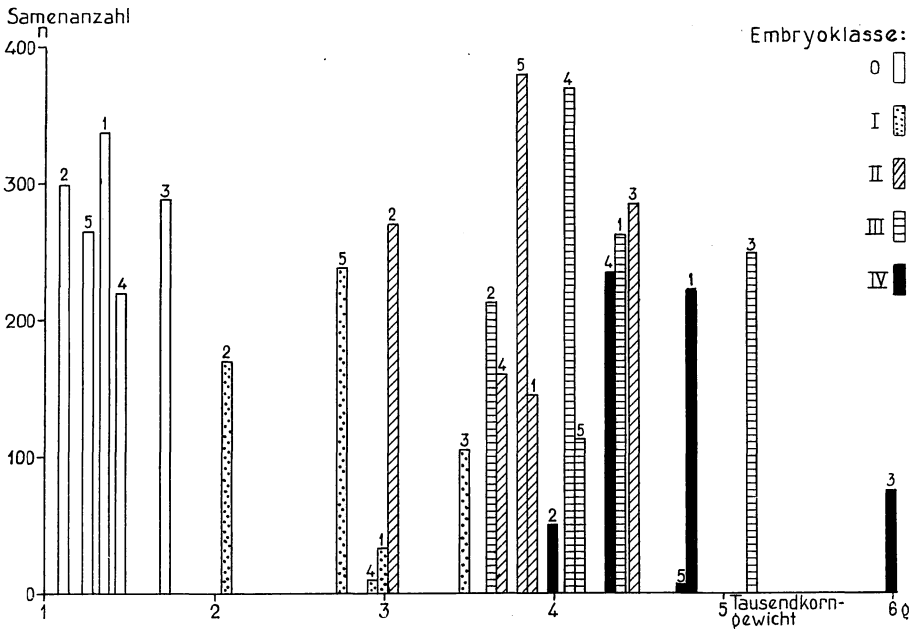


Abb. 2. Kaupinen. Verteilung von je 1 000 Samen der Bäume Nr. 1—5 auf die Embryoklassen und die Tausendkorngewichte der Embryoklassen. Die Zahlen über den Säulen bezeichnen die Baumnummern.

Kaupinen. Fördelning på embryoklasser av vardera 1 000 frön från träden 1—5 samt tusendkorngewicht i varje embryoklass. Siffrorna ovanför staplarna beteckna trädnummer.

Es soll aber bemerkt werden, dass man auch innerhalb der Embryoklassen mit einer Gewichtsvariation rechnen muss. Die verschiedenen Größenfraktionen einer Embryoklasse in der Tab. 2 müssen ja natürlich auch unterschiedliche Gewichte aufweisen. Das Ausmass der Variation ist in der Abb. 3 für den Baum Nr. 3 angegeben. Eine solche Analyse gibt ein genaueres Bild, beeinträchtigt aber die aus Abb. 2 gezogenen Schlüsse kaum. Ganz ähnliche Variation erhält man für alle Embryoklassen der übrigen Bäume.

*Einzelstammproben:* Zwischen den Tausendkorngewichten der einzelnen Embryoklassen eines Baumes sind deutliche Unterschiede zu beobachten, auch dann, wenn man die gerade genannten Gewichtsvariationen innerhalb der Embryoklassen berücksichtigt. Für die Samen jedes einzelnen Baumes der Kaupinenpopulation ist die Embryoqualität um so besser, je höher das Tausendkorngewicht ist.

*Gemischte Proben:* Die Tausendkorngewichte einer Embryoklasse bei den untersuchten Bäumen sind so verschieden, dass sie sich mit den Variationsbereichen anderer Embryoklassen überschneiden. Mit Ausnahme der Embryoklasse 0 ist es unmöglich eine scharfe generelle Gewichtsgrenze zwischen den einzelnen Embryoklassen zu ziehen. Die Embryoklasse 0 bezeichnet ja leere

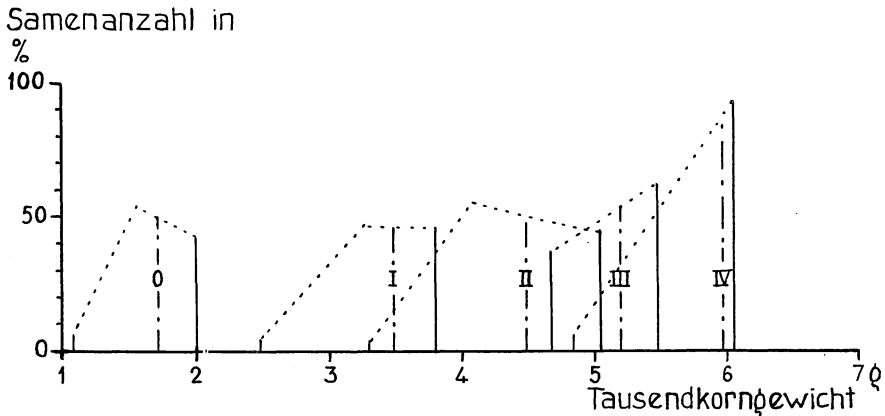


Abb. 3. Kaupinen. Baum Nr. 3. Die Variation der Tausendkorngewichte innerhalb der einzelnen Embryoklassen in Abhängigkeit von der Sammengröße (vgl. Tab. 2).  
Kaupinen. Träd nr. 3. Tusenkornvikstens variation inom olika embryoklasser. Variationen betingad av fröets olika storleksklasser (jfr. tab. 2).

Samen, die sich im Gewicht scharf von den übrigen Embryoklassen — auch in gemischten Proben — unterscheiden lassen. Die Trennung der leeren Samen macht auch keine Schwierigkeiten. Die Samen der Embryoklasse I keimen nicht und die der Embryoklasse II bilden schwache Pflanzen. In der Praxis möchte man gern diese minderwertigen Samen aus einer Probe entfernen, um ein gleichwertiges Saatgut zu erhalten. Die Variationsbreite der Tausendkorngewichte in der Embryoklasse II liegt bei diesen fünf Bäumen zwischen 3 und 4,5 gr. Will man daher alle Samen der Embryoklasse II entfernen, so muss man alle Gewichtsfractionen unter 4,5 gr ausscheiden. Natürlich besitzen dann die übrigbleibenden Samen bessere Embryoqualität als die Ursprungsprobe. Auf der anderen Seite entfernt man aber eine Menge qualitativ guter Samen, die in der Variationsbreite der zweiten Embryoklasse liegen (Embryoklasse IV: Baum Nr. 2 u. 4, Embryoklasse III: Baum Nr. 1, 2, 4, 5). Eine solche Sortierung ist zu stark, um sie in der Praxis anzuwenden. Wählt man dagegen eine kleinere Gewichtsgrenze für die Sortierung, so wird die Trennung ineffektiv.

Mit Rücksicht auf die Gewichtsvariationen innerhalb der Embryoklassen (Abb. 3) wird eine effektive Sortierung der gemischten Proben eventuell noch mehr erschwert.

### Samengröße, Samengewicht und der züchterische Wert der samenliefernden Bäume.

Für die Beurteilung der Samenqualität sind nicht nur die Eigenschaften der Samen (Embryo- und Endospermbeschaffenheit), sondern auch die der samen-

liefernden Bäume (Wuchsleistung u. a.) von Bedeutung. Berücksichtigt man das, so kann man vom züchterischen Wert einer Samenprobe sprechen. Hier kann vorläufig nur der Phänotypus des samenliefernden Baumes als Kriterium für die züchterische Beurteilung der Samenprobe dienen, da die genotypische Prüfung dieses Materials noch nicht abgeschlossen ist (über die Phänotypkontrolle der Bäume siehe näher bei GUSTAFSSON 1949 und in SKOGSSTYRELSSENS ANVISNINGAR 1950). Obwohl die phänotypische Kontrolle der Bäume nur der Ausgangspunkt zu einer weiteren genotypischen Untersuchung der betreffenden Bäume bildet, so ist bei der züchterischen Auslese ein guter Phänotypus einem schlechten vorzuziehen. So schreibt LANGLET (1937 und 1938): »Werden Samen von guten Bäumen genommen, so weiss man wenigstens, dass sich der Mutterbaum unter den herrschenden Verhältnissen zu einem Qualitätsbaum hat entwickeln können. Werden dagegen Samen von schlechten Bäumen genommen, so weiss man nicht, ob diese unter gleichen Verhältnissen ebensogut wie die vorigen hätten werden können oder ob möglicherweise die mangelhafte Qualität des Mutterbaumes zu einem Teil auf nicht erwünschten Erbanlagen beruht.«

Die Bäume der Blankakärrpopulation wurden auf Zuwachs, Schlankheitsgrad, schmale und spitzige Krone, Astreinigung u. a. phänotypkontrolliert, und je nach dem Vorhandensein oder Fehlen dieser Eigenschaften wurde ein Baum als Plus-, Normal- oder Minusbaum bezeichnet. Betrachtet man das summarische Resultat der Tabelle 1, so ergibt sich, dass 24 % des Samenmaterials von Plusbäumen und nur 9,3 % der Normal- und Minusbäume in die kleinste Grössenfraktion (1 und 2) gehören. Die Plusbäume bilden hier im Durchschnitt kleinere Samen als die Normal- und Minusbäume. Dieses Ergebnis ist unter Voraussetzung gleich grosser Samenausbeute für alle Plus-, Normal- und Minusbäume berechnet. Nach v. WETTSTEIN (1937) blühen aber die Normal- und Minusbäume reichlicher als die Plusbäume. Würden damit die Zapfen der ersteren in einer Gesamtprobe in grösserer Anzahl vorkommen, so fiel die Siebung der gemischten Probe noch mehr zum Nachteil der Plusbäume aus, als die angeführte Verteilung zeigt.

Die Plusbäume der Blankakärrpopulation bilden im Durchschnitt auch leichtere Samen als die Normal- und Minusbäume (Abb. 4); eine Erscheinung, die auch von CH. PLYM FORSHELL (1953) beobachtet wurde. Ebenfalls für den Baum Nr. 2 in der Kaupinenpopulation, welcher der beste Normalbaum ist, besteht die Gefahr, dass seine Samen bei der Sortierung weitgehend entfernt werden, da sie ein sehr kleines Tausendkorngewicht besitzen (Abb. 2).

Die Embryoqualität der Samen eines Baumes ist vom Milieu und vom Genotypus bedingt. Für den Züchter sind die genetischen Voraussetzungen für die Ausreifung der Samen von verschiedenen Bäumen einer Population von besonderem Interesse. Über die Bedeutung dieser Eigenschaft des Baumes

## Samenanzahl in

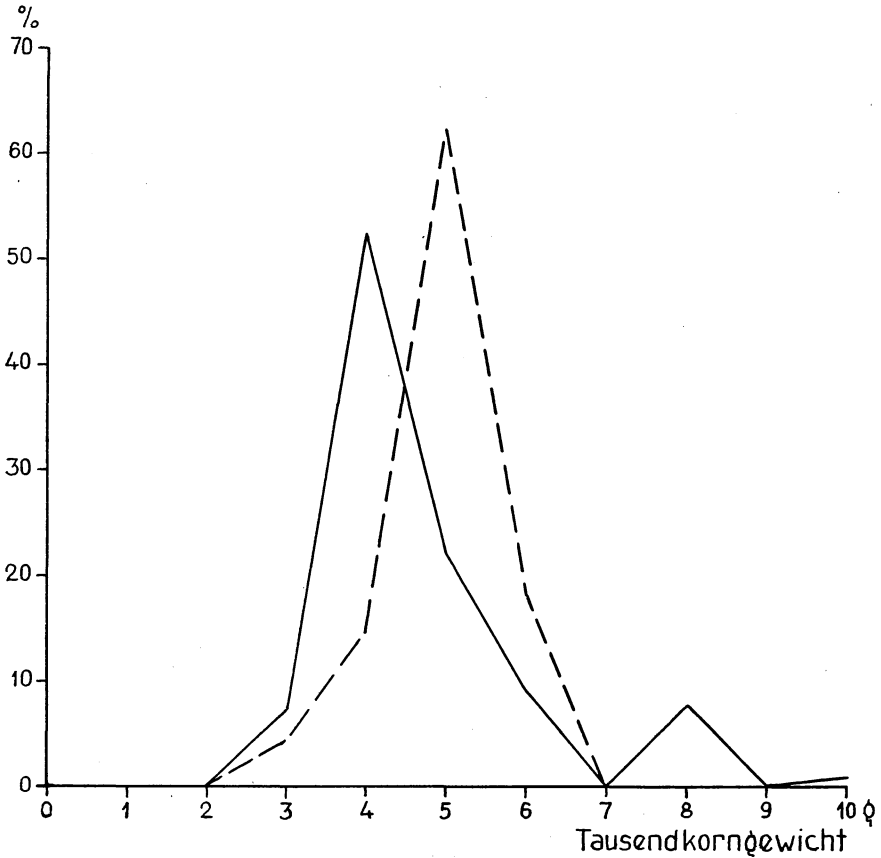


Abb. 4. Blankakärr. Die Verteilung der Samen von Plusbäumen ————— und der von Normal- und Minusbäumen - - - - - auf die Tausendkorngewichte.

Blankakärr. Fördelning av frö efter tusenkorngvikt hos plussträd ————— och normal- och minusträd - - - - -.

sei hier einiges von SIMAK und GUSTAFSSON (1954) zitiert: »Indem man die Hochlagenbestände einer sorgfältig durchgeführten Samenkontrolle unterwirft, besonders mit Hilfe der Röntgenmethodik, kann man sicherlich Bäume auswählen, die nicht nur zufriedenstellende Form und Zuwachs haben, sondern auch reichlich Samen mit den Embryoklassen III und IV produzieren, obwohl die umgebenden Bäume überwiegend die Klasse O—II ausbilden. Durch vegetative Vermehrung der auf diese Weise ausgewählten Bäume und einer Nachkontrolle des Zuwachses der Pflöplinge und deren Samenentwicklung im Klimatyp des Mutterbaumes kann man eine streng positive Zuchtwahl treffen. Es besteht auch die Möglichkeit, durch eine solche Auswahl mit

nachfolgender Kreuzung Hochlagenpopulationen heranzuzüchten, die eher zur Selbstverjüngung neigen, wo eine solche aus bodentechnischen Gründen überhaupt in Frage kommt.«

Es handelt sich hier also um eine waldbaulich gesehen sehr wertvolle Eigenschaft der Bäume, die an der Baumgrenze wachsen (vgl. RENVALL 1912). Die Bäume von Kaupinen lassen sich nach dieser phänotypischen Eigenschaft in folgender Reihenfolge ordnen: Baum Nr. 4, Nr. 1, Nr. 3, Nr. 2 und Nr. 5 (vgl. Tab. 2). Baum Nr. 4 besitzt unter den genannten Bäumen sowie auch in ganzen Kaupinenpopulation die beste Fähigkeit zur Samenausreifung. Die der Samenverluste bei strengerer Sortierung nach Grösse und Gewicht treffen gerade die Bäume mit den am besten entwickelten Samen, Nr. 1 und Nr. 4, da diese sehr kleine und leichte Samen bilden. Durch scharfe Sortierung würden also die Samen dieser guten Phänotypen in hohem Masse verloren gehen. Der phänotypisch — in Hinblick auf die Samenqualität — minderwertigere Baum Nr. 3 wird durch die Sortierung begünstigt, nur weil er schwere Samen bildet.

Durch Sortierung der Samen in diesem Material erfolgt eine vom keimungsphysiologischen Standpunkt positive, aber züchterisch gesehen negative Selektion.

### Diskussion.

Eine Samensortierung nach Grösse wird mit der Annahme begründet, dass die grössten Samen die schwersten sind, d. h. sie sind am besten mit Reservestoffen versorgt. Dies spielt für die frühe Pflanzenentwicklung eine wichtige Rolle (ROHMEDER 1939, ARNBORG und STEFANSON 1951, SIMAK und GUSTAFSSON 1954 u. a.). Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass die Beziehung zwischen Samengrösse und Samengewicht zwar für einzelne Individuen mehr oder weniger gilt, dass aber für verschiedene Bäume diese Abhängigkeit nicht die gleiche ist. Jeder Baum hat seine eigene Korrelation von Samengrösse und Samengewicht und diese, für einen Baum bestimmt, kann nicht für einen anderen verwendet werden. Die Erklärung dazu ist im Verfahren der Samengrössenbestimmung zu suchen. Die Trennung der Samen nach Grösse wird praktisch durch Sieben erhalten, und da die Samen länglich sind, ist es ausschliesslich die Samenbreite, welche die »Samengrösse« bestimmt. Das führt aber infolge von Formvariationen der Samen zu Verschiedenheiten zwischen Einzelstammproben und gemischten Proben.

Bei dem *Einzelbaum* ist die Samenform konstant, d. h. mit modifikativ variierender Samenbreite ändern sich proportional auch die übrigen samenformbestimmenden Merkmale, wie Länge und Dicke. Die Proportionalität drückt sich bei der Siebung in einer positiven Korrelation zwischen Samengrösse und Samengewicht aus.

In der *gemischten Samenprobe* muss man dagegen mit einer genetisch bedingten Formverschiedenheit zwischen den Samen verschiedener Bäume rechnen. Damit ist aber die Beziehung zwischen Samengrösse und Samengewicht mehr oder weniger gestört, so können z. B. *schmale* und lange Samen eines Genotypus *schwerer* sein als breite und kurze Samen eines anderen Genotypus, obwohl erstere »nach Breite sortiert« einer *kleineren* Grössenfraktion als letztere angehören. Dadurch wird verständlich dass in der Tabelle 1 innerhalb einer Grössenfraktion Samen von verschiedenen Bäumen so unterschiedliche Tausendkorngewichte aufweisen. Bei der Fichte scheinen auch ähnliche Verhältnisse vorzuliegen (vgl. ROHMEDEK 1939, Übersicht 1).

Der andere Faktor der bei der Siebung nicht hervortritt, ist das spezifische Gewicht der Samen. Denken wir nur an volle und leere Samen gleicher Breite; ihre Gewichte sind sehr verschieden, obwohl sie der gleichen Grössenfraktion angehören (Tab. 2).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in gemischten Samenproben durch Sieben alle Genotypen mit schmalen Samen benachteiligt und die mit breiten bevorzugt werden. Die Sortierung nach Grösse ist für die Gewichtsverhältnisse der einzelnen Samen in den gemischten Samenproben nicht repräsentativ. Dass man in Wirklichkeit trotz allem eine mehr oder weniger ausgeprägte positive Beziehung zwischen Samengrösse und Samengewicht finden kann, beruht darauf dass die Proportionalität in der Samenanzahl zwischen schweren und leichten Samen in den grösseren Fraktionen zu Gunsten der schweren Samen wächst.

Die Samenqualität ist in erster Linie von der Embryobeschaffenheit abhängig. Eine genaue Auskunft über die Embryobeschaffenheit der verschiedenen Grössen- und Gewichtsfractionen erhält man mit Hilfe der röntgenographischen Methode.

Bei den *Einzelbäumen* wurde beobachtet: Je grösser und schwerer die Samen sind, desto höheren Embryoklassen (= bessere Samenqualität) gehören sie an. Bei den Samen der 5 Bäume der Kaupinenpopulation, die unter sehr ungünstigen Klimaverhältnissen reiften, ist diese Korrelation gut zu erkennen (Tab. 2 und Abb. 2). In bestimmten Fällen ist aber diese Beziehung mehr oder weniger aufgehoben. Beim Material von Blankakärr gehören die Samen aller Grössen- und Gewichtsfractionen in die IV. Embryoklasse. Die Erklärung dazu, dass dies durch sehr günstige klimatische Bedingungen während der Samenausreifung verursacht wird, scheint indirekt von mehreren Beobachtungen gestützt zu werden. STEFANSSON (1946) findet z. B. keine Unterschiede im Keimprozent bei Samenproben mit verschiedenem Gewicht. Die Tausendkorngewichte dieser Proben lagen zwischen 3,77 und 5,22 g und der Keimprozentatz aller Proben bewegte sich um 97 %. Es handelte sich um Samenproben mehrerer Bäume, die in günstigen Klimagebieten wachsen. Es ist

übrigens eine allgemeine Erscheinung, dass Samen von sehr günstigen Klimagebieten, eine sehr schwache Differenzierung in der Embryoqualität aufweisen; die Samen gehören meistens in die IV. Embryoklasse (vgl. MÜLLER-OLSEN und SIMAK 1954). Eine eventuelle Aussortierung der leichtesten, oder der kleinsten Samen in solchen Proben wird keine besondere Erhöhung der Embryoqualität in der Gesamtprobe zustande bringen. In diesem Zusammenhang muss auch die Bedeutung der *Endospermbeschaffenheit* erwähnt werden, obwohl es ausserhalb des Rahmens der Arbeit liegt. Die Endospermbeschaffenheit kann quantitativ und qualitativ beurteilt werden. In erster Linie ist es die quantitative Entwicklung des Endosperms, welche in engerer Beziehung zu Samengrösse und Samengewicht steht. Bei maximaler Entwicklung des Endosperms enthalten die kleinen Samen weniger Reservestoffe als die grossen, was natürlich auch das Samengewicht beeinflusst. Die grossen, mit Endosperm reich versorgten Samen haben auch eine höhere Keimungsgeschwindigkeit, bessere Pflanzenentwicklung u. a. als die kleinen endospermarmen Samen. Unter Voraussetzung gleicher Embryoqualität sind darum die grossen Samen für die Saat geeigneter als die kleinen. Von diesem Standpunkt aus wäre eine Grösse- oder Gewichtsortierung der Samen von Einzelbäumen einwandfrei. Bei den Samen, die von klimatisch ungünstigen Gebieten herkommen, kann eine Sortierung der Samen noch effektiver sein. Die kleinen, embryologisch schlechteren Samen kommen in diesen Gebieten von kleinen Zapfen, wie Untersuchungen von SIMAK und GUSTAFSSON beweisen (1954). Man kann darum schon bei der Zapfeneinsammlung die kleinsten Zapfen eines Baumes weglassen, um keine kleinen Samen mit ins Aussaatmaterial zu bekommen.

Bei *gemischten Samenproben* ist eine Sortierung nach Grösse nicht zu empfehlen, da die Genotypen mit schmalen Samen oft durch zu grosse Verluste an qualitativ guten Samen leiden. Sortierung nach Gewicht ist ebenfalls ungeeignet, da die schweren Samen eines Genotypus schlechtere Embryoqualität aufweisen können als leichte Samen eines anderen Genotypus. Wenn man in der Praxis durch Sortierung der gemischten Samenproben eine Erhöhung der Samenqualität erreicht, so geschieht dies oft nur auf Kosten der Genotypen, die schmale oder leichte Samen bilden.

Das eben Gesagte lässt vermuten, dass gegen die Sortierung der gemischten Samenproben auch vom *genetischen Gesichtspunkt* Einwendungen zu erheben sind (vgl. BUSSE 1924, 1925, KIENITZ 1924). Grosse und schwere Samen mit gut entwickelten Embryonen können als schlecht angesehen werden, wenn diese von krummen, breitkronigen und überhaupt forstlich schlechten Genotypen stammen. Die forstliche Qualität der Bäume ist häufig ohne Einfluss auf Samengrösse und Samengewicht und es können darum bei der Siebung oder Zentrifugierung der gemischten Samenproben leicht die kleinen bzw. leichten Samen von ev. züchterisch wertvollen Bäumen ausgeschaltet werden. So war

es der Fall bei der Blankakärrpopulation, wo die Sortierung nach Grösse oder Gewicht am meisten Plusbäume benachteiligte, da diese im Durchschnitt kleinere bzw. leichtere Samen bildeten als die Normal- und Minusbäume. Natürlich kann man einwenden, dass bei der heutigen Kontrolle die Samen von Plus- und Minusbäumen vom Einsammler nicht vermischt werden. Es sind aber nicht immer nur die Plusbäume mit überdurchschnittlicher Wuchsleistung und Wuchsform, sondern auch die anderen mit weniger in Erscheinung tretenden Eigenschaften, wie z. B. die genetischen Voraussetzungen der Bäume zur guten Samenbildung, für den Züchter von Interesse. Die Samenausreifung und Samenqualität sind nämlich nicht nur vom Milieu (JOHANSSON, KIELLANDER und STEFANSSON 1953, SIMAK und GUSTAFSSON 1954), sondern auch vom Genotypus bedingt. SIMAK und GUSTAFSSON (1954) erwähnen z. B. einen Genotyp, der einen sehr hohen Prozentsatz von leeren Samen bildet, eine Eigenschaft die auch bei Pflanzlingen dieses Genotypus erhalten blieb. Auch ANDERSSON's (1947 a und b) Untersuchungen zeigen auf schöne Weise die Bedeutung des Genotypus für die Samenbildung. Er konnte als Ursache für die Bildung von überwiegend leeren Samen einer Plusfichte, Störungen der Chromosompaarung in der Meiose verantwortlich machen. Es ist aber nicht nur das Verhältnis zwischen leeren und vollen Samen bei einem Baum von Interesse, sondern auch die Verteilung der verschiedenen Embryoklassen der Samen. Bäume, welche an der Verbreitungsgrenze Samen mit guter Embryo-beschaffenheit bilden können (Embryoklasse III und IV), obwohl die umherstehenden Bäume nur schlechte Samenqualität aufweisen (Embryoklasse O, I und II), sind zweifellos der Aufmerksamkeit des Züchters Wert. Ist dieses Verhalten genotypisch bedingt, so ist die Reproduktionskapazität des Baumes den strengen Aussenbedingungen genetisch angepasst. Solchen Bäumen wollen wir aber gerade durch die Populationsanalyse in Kaupinen auf die Spur kommen. Die für die Samenbildung gute Anpassung der Phänotypen Nr. 1 und 4 wird jetzt genetisch analysiert. Die Samen dieser Bäume sind sehr klein und leicht, und durch eine Selektion von grossen und schweren Samen in den gemischten Proben würde man also diesen vorteilhaften Phänotypen entgegenwirken (Tab. 2 und Abb. 2).

Im übrigen besteht aber in einer gemischten Probe vom Standpunkt des Züchters keine Berechtigung, nur die grössten resp. schwersten Samen zu bevorzugen, um kräftige Pflanzen zu bekommen. Eine kräftige Jugendentwicklung dieser Pflanzen hat oft nur modifikativen Charakter und braucht gar nichts mit dem genotypischen Wert zu tun zu haben (vgl. BEHRNDT 1938, LANGNER 1939, ROHMEDER 1939, STEFANSSON 1946). Der Forstmann braucht nicht speziell grosse und schwere Samen sondern er benötigt Saatgut, welches ihm ein genetisch einwandfreies Pflanzenmaterial liefern kann (GUSTAFSSON 1953).



Eine Möglichkeit natürlicher Sortierung gemischter Samenproben — ohne Gefahr einer Selektion der Ursprungsprobe — ergibt sich aus der Tatsache, dass mitunter die Samen der niedrigen Embryoklassen bei tieferer Saat schlecht oder gar nicht keimen, während die Samen der guten Embryoklassen unter den gleichen Bedingungen gute Keimfähigkeit zeigen (MÜLLER-OLSEN und SIMAK 1954, vgl. Fig. 7). Durch Regulierung der Saatlänge und Saattiefe nach der Embryoqualität der Samen, könnte man eventuell eine gleichmässige Saat erreichen, vorausgesetzt, dass das Endosperm nicht zu schlecht entwickelt ist.

Die positiven und negativen Seiten der Samensortierung sind diskutiert worden. Der Forstmann muss sich bei der Sortierung der gemischten Samenproben bewusst sein, dass er den ersten Eingriff in die zukünftige Bestandszusammensetzung macht. Man möchte hier aus SCHÄDELIN (1936) zitieren, »dass jeder Eingriff nicht allein dem gegenwärtigen Walde zu dienen hat, sondern auch den später daraus hervorgehenden Waldgeschlechtern gilt«.

---

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Professor Dr ÅKE GUSTAFSSON für manche Hinweise und Ratschläge meinen besten Dank auszusprechen.

### Literatur

- ANDERSSON, E., 1947 a. A case of asynapsis in *Picea Abies*. — *Hereditas* XXXIII.  
 — 1947 b. Pollen and seed setting studies of an asyndetic spruce and some normal spruces; and a progeny test of spruces. — *Svensk Papperstidning* Nr 4—7.
- ARNBORG, T., och STEFANSSON, E., 1951. Handledning i plantskoleskötsel. — *Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr.*
- BEHRNDT, , 1938. Die züchterische Bearbeitung der Kiefer. — *Umschau* 1938.
- BUSSE, , 1924. Zur Saatgutsortierung. — *Zschr. f. Forst- u. Jagdwesen* 56.
- 1925. Zur Saatgutsortierung (Erwiderung). — *Zschr. f. Forst- u. Jagdwesen* 57.
- GUSTAFSSON, Å., 1949. Genetik och växtförädling inom skogsbruket. — *Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr.*
- 1953. Berättelse över verksamheten vid statens skogsforskningsinstitut under perioden 1946—1952 jämte förslag till arbetsprogram för den kommande femårsperioden. VI. Genetiska avdelningen. — *Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst.* Bd 43: 6.
- JOHNSON, H., KIELLANDER, C., och STEFANSSON, E., 1953. Kottutveckling och fröbeskaffenhet hos ympträd av tall. — *Sv. Skogsvårdsförb. Tidskr.* nr 4.
- KIENITZ, M., 1924. Zur Saatgutsortierung. — *Zschr. f. Forst- u. Jagdwesen* 56.
- LANGLET, O., 1937. Om miljö och ärtlighet samt om förutsättningarna för växtförädling av skogsträd. — *Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr.* nr 1.
- 1938. Den svenska tallens raser. — *Skogen* nr 8.
- LANGNER, W., 1939. Züchtung auf Wüchsigkeit. — *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 61.
- MÜLLER-OLSEN, C., and SIMAK, M., 1954. X-ray photography employed in germination analysis of Scots Pine (*Pinus silvestris* L.). — *Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst.* Bd 44: 6.
- PLYM FORSHELL, CH., 1953. Kottens och fröets utbildning efter själv- och korsbefrukting hos tall (*Pinus silvestris* L.). — *Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst.* Bd 43: 10.
- RENVALL, A., 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. — *Acta forestalia fennica*. 1.
- ROHMEDER, E., 1939. Wachstumsleistung der aus Samen verschiedener Grössenordnung entstandenen Pflanzen. — *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 61.
- SCHÄDELIN, W., 1936. Die Durchforstung als Auslese und Veredelungsbetrieb höchster Wertleistung. — *Verlag Paul Haupt, Bern-Leipzig.*
- SIMAK, M., 1953 a. Über die Samenmorphologie der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.). — *Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst.* Bd 43: 2.
- 1953 b. Beziehungen zwischen Samengrösse und Samenanzahl in verschieden grossen Zapfen eines Baumes (*Pinus silvestris* L.). — *Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst.* Bd 43: 8.
- SIMAK, M., och GUSTAFSSON, Å., 1953 a. Röntgenfotografering av skogsträdsfrö. — *Skogen* nr 5\*.
- 1953 b. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. — *Hereditas* 39.
- 1954. Fröbeskaffenhet hos moderträd och ympar av tall. — *Medd. fr. stat. skogsforskningsinst.* Bd 44: 2.
- STEFANSSON, E., 1946. Provkylngning av tallkott sorterad i storleksklasser. — *Skogen* 33.
- VON WETTSTEIN, W., 1937. Forstpflanzliche Züchtungsversuche — besonders mit *Populus*. — *Bot. Not.*

## Sammanfattning

### Sambandet mellan fröstorlek, fröviktt och frökvalitet hos *Pinus silvestris*

Bestämningen av embryobeskaflenheten hos tallfrö på röntgenfotografisk väg möjliggör en snabb och tillförlitlig bedömning av kvaliteten hos ett fröprov. Hittills utförda undersökningar ha nämligen visat, att fröegenskaper, som t. ex. grobarhet, groningshastighet och plantutveckling stå i nära samband med embryots utveckling. Det är därför av stor betydelse att experimentellt klarlägga ytterligare sådana samband.

I föreliggande arbete undersöktes korrelationen mellan fröstorlek, fröviktt och embryobeskaflenhet. Resultaten visa:

- a. ju större frön, desto tyngre frön,
- b. ju större frön, desto bättre embryobeskaflenhet,
- c. ju tyngre frön, desto bättre embryobeskaflenhet.

Dessa tre samband äro ej särskilt utpräglade, i synnerhet ej vad beträffar blandade fröprov (tab. 1 och 2). Man erhåller visserligen efter storleks- eller viktsortering av fröprov en förbättrad embryokvalitet, men samtidigt gå ofta en del små och lätta frön med goda embryoner förlorade.

Ur växtförädlingsynpunkt är en sortering av blandade prov ej heller att rekommendera då något generellt samband mellan fröstorlek, fröviktt och goda trädegenskaper ej föreligger.