

Beziehungen zwischen Samengrösse
und Samenanzahl in verschieden
grossen Zapfen eines Baumes
(*Pinus silvestris* L.)

*Relations between seed size and seed number in differently
large cones of individual trees
(Pinus silvestris L.)*

von

MILAN ŠIMÁK

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 43 · NR 8

I N H A L T

	Seite
Einleitung und Problemstellung	3
Untersuchungsmaterial	3
Methodik	3
Ergebnisse	6
a. Beziehung zwischen Zapfengewicht und Samenanzahl pro Zapfen ..	6
b. Beziehung zwischen Zapfengewicht und Samengrösse	6
c. Samengrösse als Funktion von Zapfengewicht und Samenanzahl....	7
Diskussion	12
Zusammenfassung	14
Literaturverzeichnis	15
Summary	15
Sammanfattning	15

Einleitung und Problemstellung

In der Literatur wurde bereits des öfteren darauf hingewiesen, dass die grösseren Zapfen eines Baumes auch eine grössere Samenanzahl und grössere Samen enthalten. Die Abhängigkeit zwischen Zapfengewicht und Samenanzahl ist dabei nicht streng ausgeprägt, sodass auch bei Zapfen gleicher Grösse die Samenanzahl bedeutend variieren kann. Diese natürliche Variation der Samenanzahl scheint auf die Grösse der ausgebildeten Samen Einfluss zu haben.

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Beziehungen zwischen der Samenanzahl und der durchschnittlichen Samengrösse bei verschiedenen grossen Zapfen eines Baumes untersucht. Es geschah dies in drei Abschnitten:

- a. Beziehung zwischen Zapfengewicht und Samenanzahl,
- b. Beziehung zwischen Zapfengewicht und Samengrösse,
- c. Samengrösse als Funktion von Zapfengewicht und Samenanzahl.

Untersuchungsmaterial

Als Untersuchungsobjekt wurden Samen zweier freibestäubter Kiefern des Provenienzbestandes (Nr. 59) Bogesund benutzt. Beide Bäume stehen nebeneinander. Die Zapfen wurden im Winter 1952/53 gepflückt. Näheres über die Zusammensetzung des Materials ist aus Tabelle 1 a und 1 b ersichtlich.

Methodik

Durch maschinelle und darauffolgende manuelle Klängung wurden aus jedem Zapfen sämtliche Samen gewonnen. Für jeden Zapfen wurden folgende Grössen bestimmt:

- a. das Zapfengewicht, wobei die Zapfenreste bei 110° C 16 Std im Thermostaten getrocknet und darauf gewogen wurden.
- b. die Samenanzahl, wobei alle entwickelten Samen, taube und volle, gezählt wurden.
- c. die Samengrösse, wobei die Samen eines Zapfens fotografiert und die Längen (l) in MM¹ gemessen wurden. Da die Form der Samen eines Baumes weitgehend konstant ist (ŠIMÁK, 1953), konnte l^3 als Annäherungswert für das Samenvolumen Anwendung finden.

Die hier angewandte statistische Methodik ist u. a. von LINDER (1945) und BONNIER-TEDIN (1940) beschrieben worden.

¹ 1 MM = 0,25 mm.

Tabelle 1 a. Untersuchungsmaterial. Bogesund, Baum Nr. 1
Examined material. Tree No. 1

Zapfen		Samen		Zapfen- gewicht Samen- anzahl	Zapfen		Samen		Zapfen- gewicht Samen- anzahl
Nr.	Ge- wicht (g)	An- zahl	Durch- schnittliche Länge (\bar{l}) in MM		Nr.	Ge- wicht (g)	An- zahl	Durch- schnittliche Länge (\bar{l}) in MM	
1	1,05	11	12,00	0,095	37	3,80	20	15,88	0,190
2	1,15	23	11,17	0,050	38	3,80	34	17,47	0,112
3	1,40	19	12,74	0,074	39	3,93	20	17,00	0,196
4	1,52	16	13,31	0,095	40	3,95	27	16,37	0,146
5	1,54	9	15,44	0,171	41	4,15	21	16,20	0,198
6	1,68	10	15,50	0,168	42	4,23	27	15,89	0,157
7	1,78	11	15,55	0,162	43	4,30	36	15,31	0,119
8	1,79	10	14,40	0,179	44	4,40	28	16,93	0,157
9	1,80	15	14,40	0,120	45	4,40	33	14,96	0,133
10	1,90	16	13,69	0,119	46	4,42	34	15,85	0,130
11	1,93	14	15,07	0,138	47	4,49	28	15,70	0,160
12	1,98	22	14,55	0,090	48	4,51	24	16,51	0,188
13	2,06	14	15,21	0,147	49	4,60	26	16,88	0,177
14	2,10	7	14,86	0,300	50	4,71	29	17,41	0,162
15	2,15	24	14,62	0,090	51	4,72	34	16,76	0,139
16	2,19	17	14,47	0,129	52	4,85	30	17,79	0,162
17	2,25	24	14,38	0,094	53	4,86	34	14,90	0,143
18	2,26	12	15,50	0,188	54	4,87	22	16,26	0,221
19	2,38	25	13,12	0,095	55	4,91	32	15,53	0,153
20	2,75	21	15,33	0,131	56	4,94	32	16,25	0,154
21	2,76	19	14,53	0,145	57	5,02	27	16,62	0,186
22	2,83	19	16,08	0,149	58	5,04	27	16,93	0,187
23	2,95	26	13,17	0,113	59	5,08	34	16,65	0,149
24	2,99	23	16,09	0,130	60	5,12	28	16,50	0,183
25	3,12	21	16,90	0,149	61	5,20	37	17,03	0,141
26	3,22	20	16,25	0,161	62	5,28	35	16,63	0,151
27	3,27	20	15,25	0,164	63	5,31	32	16,84	0,166
28	3,46	24	16,08	0,144	64	5,38	26	16,85	0,207
29	3,51	22	15,61	0,160	65	5,74	38	16,87	0,151
30	3,53	25	16,03	0,141	66	5,83	34	17,00	0,171
31	3,58	19	16,25	0,188	67	5,85	34	17,62	0,172
32	3,61	28	16,18	0,129	68	5,89	29	17,72	0,203
33	3,65	19	17,53	0,192	69	5,95	26	17,73	0,229
34	3,66	33	14,48	0,111	70	6,26	30	17,47	0,209
35	3,77	25	16,16	0,151	71	6,31	40	16,39	0,158
36	3,80	27	16,48	0,141					
No.	Weight (g)	Num- ber	Average length (\bar{l}) in MM	Cone- weight Seed- number	No.	Weight (g)	Num- ber	Average length (\bar{l}) in MM	Cone- weight Seed- number
Cone		Seed			Cone		Seed		

Tabelle 1 b. Untersuchungsmaterial. Bogesund, Baum Nr. 5

Examined material. Tree No. 5

Zapfen		Samen		Zapfen- gewicht Samen- anzahl	Zapfen		Samen		Zapfen- gewicht Samen- anzahl
Nr.	Ge- wicht (g)	An- zahl	Durch- schnittliche Länge (\bar{l}) in MM		Nr.	Ge- wicht (g)	An- zahl	Durch- schnittliche Länge (\bar{l}) in MM	
1	0,85	9	11,50	0,094	39	2,27	20	13,00	0,114
2	0,86	9	11,44	0,096	40	2,58	24	12,88	0,108
3	0,88	3	13,33	0,293	41	2,68	22	13,50	0,122
4	0,98	4	12,25	0,245	42	2,76	19	14,11	0,145
5	0,99	7	10,71	0,141	43	2,79	16	13,56	0,174
6	1,19	10	12,70	0,119	44	2,81	16	13,81	0,176
7	1,22	16	12,14	0,076	45	3,03	22	14,32	0,138
8	1,32	4	13,50	0,330	46	3,03	32	13,44	0,095
9	1,34	4	13,00	0,335	47	3,11	29	13,49	0,107
10	1,34	5	14,00	0,268	48	3,17	36	12,78	0,088
11	1,36	14	11,36	0,097	49	3,20	30	13,63	0,107
12	1,38	7	13,29	0,197	50	3,22	24	13,67	0,134
13	1,41	4	13,50	0,353	51	3,29	34	13,74	0,097
14	1,47	19	11,00	0,077	52	3,32	24	13,96	0,138
15	1,49	15	12,33	0,099	53	3,61	24	14,00	0,150
16	1,49	20	12,71	0,074	54	3,70	13	14,84	0,285
17	1,50	14	12,79	0,107	55	3,71	37	12,73	0,100
18	1,55	5	14,80	0,310	56	3,80	29	13,79	0,131
19	1,59	8	12,86	0,199	57	3,85	22	14,77	0,175
20	1,60	5	14,00	0,320	58	3,85	22	14,32	0,175
21	1,61	3	14,00	0,537	59	3,85	25	13,12	0,154
22	1,67	10	13,50	0,167	60	3,95	26	14,46	0,152
23	1,69	13	13,15	0,130	61	4,02	29	14,28	0,139
24	1,71	18	12,67	0,095	62	4,09	28	13,57	0,146
25	1,74	19	12,05	0,092	63	4,18	23	14,96	0,182
26	1,82	25	12,76	0,073	64	4,26	29	14,79	0,147
27	1,84	15	13,13	0,123	65	4,27	31	14,48	0,138
28	1,89	11	13,45	0,172	66	4,30	28	14,71	0,154
29	1,91	13	13,08	0,147	67	4,31	35	13,20	0,123
30	1,92	10	14,11	0,192	68	4,34	27	14,78	0,161
31	1,96	7	14,43	0,280	69	4,41	39	13,79	0,113
32	1,97	22	12,82	0,090	70	4,45	20	14,55	0,223
33	1,97	10	13,80	0,197	71	4,69	37	12,81	0,127
34	2,04	16	13,63	0,128	72	4,72	38	14,53	0,124
35	2,08	18	13,06	0,116	73	4,85	37	14,27	0,131
36	2,11	14	13,50	0,151	74	4,91	32	14,44	0,153
37	2,18	15	13,80	0,145	75	5,00	24	14,83	0,208
38	2,19	33	12,27	0,066	76	5,88	37	14,65	0,159

No.	Weight (g)	Number	Average length (\bar{l}) in MM	Cone- weight Seed- number	No.	Weight (g)	Number	Average length (\bar{l}) in MM	Cone- weight Seed- number
Cone		Seed			Cone		Seed		

Ergebnisse

a. *Beziehung zwischen Zapfengewicht und Samenanzahl pro Zapfen.*

Die Abhängigkeit zwischen Zapfengewicht und Samenanzahl wurde mit Hilfe der Regressionsrechnung untersucht.

In der Fig. 1 a kann man aus der Streuung der Punkte, welche die Samenanzahl verschiedenen grosser Zapfen des Baumes Nr. 1 angeben, erkennen, dass die Samenanzahl mit steigendem Zapfengewicht zunimmt. Die berechnete Regressionslinie zeigt, dass bei einer Zunahme des Zapfengewichtes um ein Gramm die Samenanzahl um 4 Stück anwächst ($b = +4,4219$). Dabei ist die Streuung der Punkte um die Regressionslinie ziemlich gross. Das Bestimmungs-mass B (LINDER 1945) weist nach, dass nur 64 % der Streuung aus der Veränderung des Zapfengewichtes durch die lineare Regression $Y_1 = 8,0701 + 4,4219x$ erklärbar sind.

Auch bei Baum Nr 5. konnte die gleiche Abhängigkeit verfolgt werden. Die Regressionslinie $Y_5 = 1,9852 + 6,7520x$ zeigt einen steileren Verlauf (Fig. 1 b). Bei einer Zunahme des Zapfengewichtes um ein Gramm steigt hier die Samenanzahl um ca 7 Stück ($b = +6,7520$). Aus der Veränderung des Zapfengewichtes lassen sich 66 % der Streuung der Samenanzahl durch die Regressionsgleichung für Y_5 erklären.

Es ergab sich also bei beiden Bäumen mit steigendem Zapfengewicht eine Zunahme der Samenanzahl.

b. *Beziehung zwischen Zapfengewicht und Samengrösse.*

Das Material der Fig. 1 a und 1 b wurde hierbei weiter bearbeitet. Als unabhängige Grösse wurde wiederum das Zapfengewicht und als abhängige die durchschnittliche Samenlänge eines Zapfens (Samengrösse) gewählt (Fig. 2 a und 2 b).

Bei beiden Bäumen besteht eine deutliche Abhängigkeit der Samengrösse von dem Zapfengewicht. Die berechneten Regressionsgleichungen für sämtliche 71 bzw. 76 Zapfen sind:

$$\text{Baum Nr. 1: } Y_1 = 12,7283 + 0,7445x$$

$$\text{Baum Nr. 5: } Y_5 = 12,1734 + 0,4786x$$

Die Samengrösse nimmt bei beiden Bäumen mit steigendem Zapfengewicht zu (Baum Nr. 1: $F^a/a = 96,9^{**}$, Baum Nr. 5: $F^a/a = 51,1^{**}$; $F^a/a = 96,9 = \frac{780\ 414,00}{8\ 057,13}$. Entsprechende Abkürzungen wurden auch für die übrigen Verhältnisse der Streuungen (F) verwendet, vgl. Tabelle 2).

Nimmt das Zapfengewicht bei Baum Nr. 1 um ein Gramm zu, so steigt die Samengrösse um 0,74 MM (ungefähr 0,18 mm). Bei Baum Nr. 5 entspricht

ein Anwachsen des Zapfengewichtes um ein Gramm einer Zunahme der Samengrösse um 0,48 MM (0,12 mm).

Die Abhängigkeit der Samengrösse von dem Zapfengewicht wurde damit bestätigt.

c. *Samengrösse als Funktion von Zapfengewicht und Samenanzahl.*

In den Fig. 2 a und 2 b wurden die durchschnittlichen Samenlängen pro Zapfen mit \circ oder \bullet gekennzeichnet, je nachdem ob die entsprechenden Werte für die Samenanzahl in den Fig. 1 a und 1 b ober- oder unterhalb der Regressionslinie lagen. Die Kreise (\circ) entsprechen also den Zapfen mit einer kleineren, und die Punkte (\bullet) den Zapfen mit einer grösseren als durch die Regressionsgleichung berechneten durchschnittlichen Samenanzahl (vergl. Nummerierungen in Fig. 1 und 2).

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass die \circ -Schwärme über den \bullet -Schwärmen liegen. Der Unterschied zwischen den berechneten parallelen Regressionslinien,

Baum Nr. 1:

$$\underline{Y}_{\circ} = 13,1648 + 0,7873 x$$

$$\underline{Y}_{\bullet} = 12,5583 + 0,7873 x$$

Baum Nr. 5:

$$\underline{Y}_{\circ} = 12,6177 + 0,4555 x$$

$$\underline{Y}_{\bullet} = 11,7631 + 0,4555 x$$

welche die verschiedene Lage der Kreise (\circ) und Punkte (\bullet) wiedergeben, ist statistisch gesichert (Baum Nr. 1 $F_{e/b} = 8,6^{**}$, Baum Nr. 5 $F_{e/b} = 37,2^{**}$).

Die individuellen Regressionslinien,

Baum Nr. 1:

$$Y_{\circ} = 13,4857 + 0,6932 x$$

$$Y_{\bullet} = 12,1543 + 0,8890 x$$

Baum Nr. 5:

$$Y_{\circ} = 12,7740 + 0,3991 x$$

$$Y_{\bullet} = 11,5402 + 0,5415 x$$

welche die durchschnittlichen Samengrössen der \circ - und \bullet -Schwärme bei verschiedenem Zapfengewicht repräsentieren, zeigen für beide Bäume bei den kleinsten Zapfengewichten den grössten Abstand und nähern sich mit steigendem Zapfengewicht einander (Fig. 2 a und 2 b). Diese Feststellung kann selbst dann getroffen werden, wenn sich signifikative Unterschiede für die Regressionskoeffizienten der beiden Regressionslinien nicht nachweisen lassen (Baum Nr. 1: $F_{g/f} = 1,8^{\circ}$ und Baum Nr. 5: $F_{g/f} = 1,6^{\circ}$, siehe Tab. 2).

Es ist nämlich hier zu berücksichtigen, dass die verschiedenen Werte für die Samenanzahl bei einem bestimmten Zapfengewicht sich kontinuierlich ober- und unterhalb der Regressionslinien ausbreiten. Infolgedessen kann natürlich keine scharfe Grenze zwischen den Samengrössen der \circ - und \bullet -Schwärme gezogen werden. Hierdurch lässt sich auch erklären, dass die Unterschiede in der Neigung der beiden individuellen Regressionslinien nicht gesichert sind.

Fig. 1 a. *Bogesund Nr. 1*. Korrelation von Zapfengewicht und Samenanzahl/Zapfen. Die Nummerierung der Zapfen ist die gleiche wie in Tab. 1 a. Correlation between cone-weight and seed-number/cone.

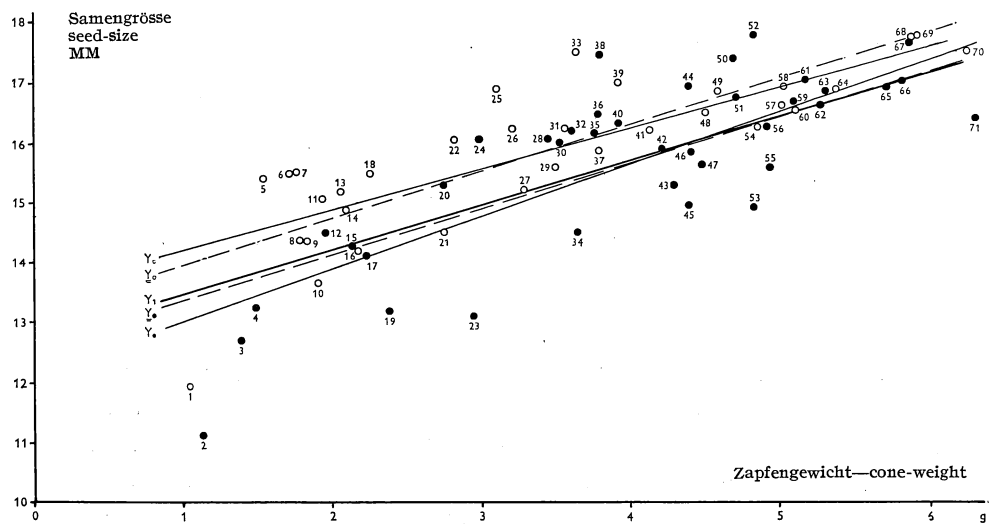
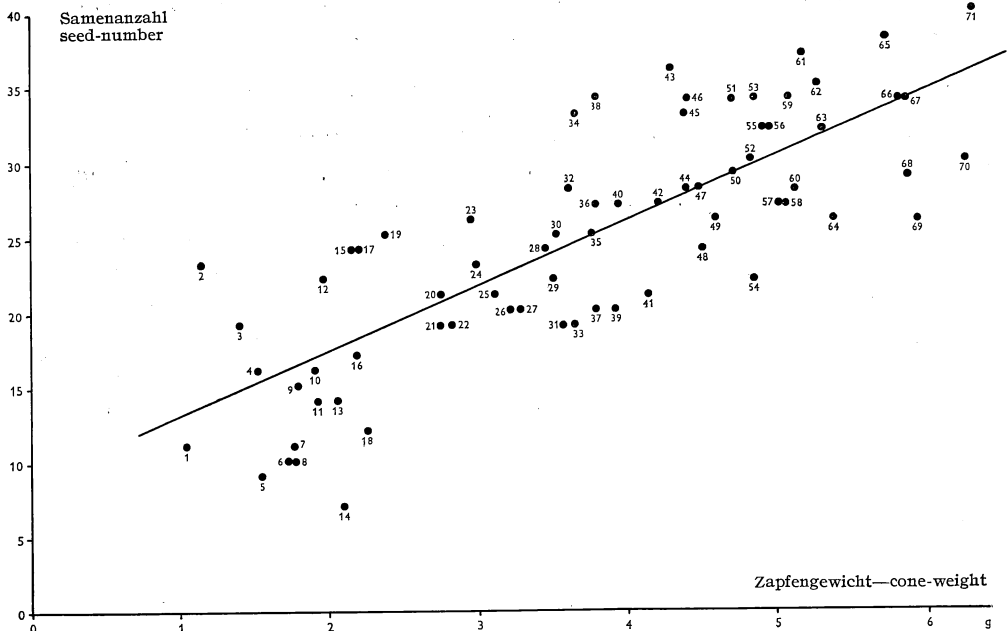


Fig. 2 a. Korrelation von Zapfengewicht und Samengröße. Y_1 : gemeinsame Regressionslinie für (○ + ●)-Gruppe. Y_0 bzw. Y_2 : Regressionslinien für ○- bzw. ●-Gruppe. \bar{Y}_0 bzw. \bar{Y}_2 : parallele Regressionslinien für ○- bzw. ●-Gruppe. Die Nummerierung der Zapfen ist die gleiche wie in Fig. 1 a. Correlation between cone-weight and seed-size.

Fig. 1 b. *Bogesund Nr. 5*. Korrelation von Zapfengewicht und Samenanzahl/Zapfen. Die Nummerierung der Zapfen ist die gleiche wie in Tab. 1 b. Correlation between cone-weight and seed-number/cone.

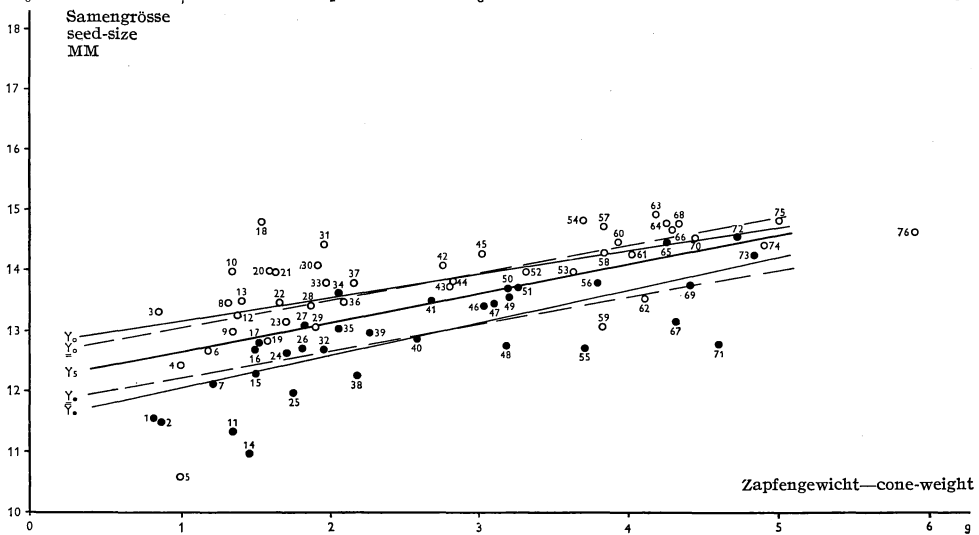
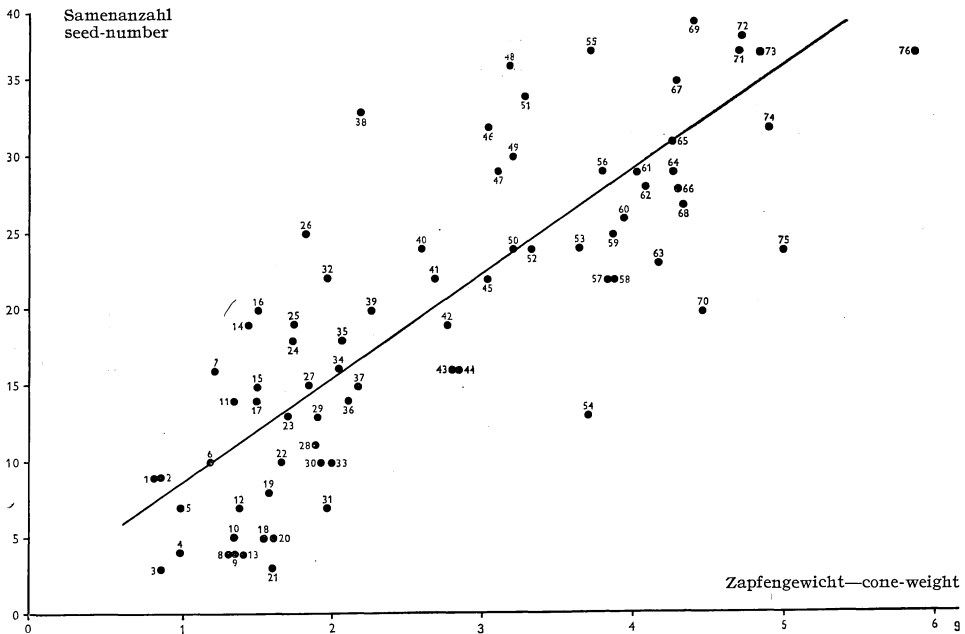


Fig. 2 b. Korrelation von Zapfengewicht und Samengröße. Y_5 : gemeinsame Regressionslinie für (○ + ●)-Gruppe. Y_0 bzw. Y_a : Regressionslinien für ○- bzw. ●-Gruppe. Y_0 bzw. Y_a : parallele Regressionslinien für ○- bzw. ●-Gruppe. Die Nummerierung der Zapfen ist die gleiche wie in Fig. 1 b. Correlation between cone-weight and seed-size.

Diese Unterschiede würden deutlich hervortreten, wenn innerhalb der verschiedenen Zapfengewichte, nur Zapfen mit grösster bzw. kleinster Samenanzahl berücksichtigt wären.

Tabelle 2
Bogesund, Baum Nr. 1

Regression $Y = a + bx$		df	SQ	DQ	$Sy^2 - SQ$	
<i>a</i>	Totale Regression für (○ + ●)-Gruppe	69	555 942,2	8 057,13	780 414	a_1
<i>b</i>	Parallele Regression für (○ + ●)-Gruppe	68	493 541,0	7 257,96		
<i>c</i>	Individuelle Regression für ○-Gruppe	36	313 138,0	8 698,28	513 398	c_1
<i>d</i>	Individuelle Regression für ●-Gruppe	31	167 466,0	5 402,13	337 579	d_1
<i>e</i>	$a - b$	1	62 401,2	62 401,20	—	
<i>f</i>	$c + d$	67	480 604,0	7 137,19	—	
<i>g</i>	$b - f$	1	12 937,0	12 937,00	—	

Bogesund, Baum Nr. 5

Regression $Y = a + bx$		df	SQ	DQ	$Sy^2 - SQ$	
<i>a</i>	Totale Regression für (○ + ●)-Gruppe	74	404 391,0	5 464,74	279 431	a_1
<i>b</i>	Parallele Regression für (○ + ●)-Gruppe	73	267 831,0	3 668,92		
<i>c</i>	Individuelle Regression für ○-Gruppe	40	158 727,1	3 968,18	116 948	c_1
<i>d</i>	Individuelle Regression für ●-Gruppe	32	103 219,4	3 225,61	140 837	d_1
<i>e</i>	$a - b$	1	136 560,0	136 560,00	—	
<i>f</i>	$c + d$	72	261 946,5	3 638,15	—	
<i>g</i>	$b - f$	1	5 884,5	5 884,50	—	

Das Verhältnis der Streuungen		F	Baum Nr. 1	Baum Nr. 5
Unterschied zwischen dem Niveau der parallelen Regressionslinien für ○- und ●-Gruppe		e/b	8,6**	37,2**
Unterschied zwischen den individuellen Regressionskoeffizienten für ○- und ●-Gruppe		g/f	1,8 ⁰	1,6 ⁰
Abweichung des Regressionskoeffizienten für (○ + ●)-Gruppe von Null		a_1/a	96,9**	51,1**
Abweichung des Regressionskoeffizienten für ○-Gruppe von Null		c_1/c	59,0**	29,5**
Abweichung des Regressionskoeffizienten für ●-Gruppe von Null		d_1/d	62,5**	43,7**

y = Samenlänge; x = Zapfengewicht; ○ + ● siehe Text; df = Anzahl der Freiheitsgrade; SQ = die Quadratsumme der Streuung; DQ = die durchschnittliche Quadratsumme, F = dem Verhältnis der Streuungen. Nicht gesicherte Werte der statistischen Prüfzahlen werden mit ⁰ ($P > 0,05$), schwach gesicherte mit * ($P = 0,05$) und stark gesicherte mit ** ($P = 0,01$) bezeichnet (vergl. SNEDECOR, 1950).

Die Ergebnisse liefern bereits den Beweis, dass die Samenanahl eines Zapfens auf die Samengrösse einwirkt.

Es bietet sich darum an, die Samengrösse als Funktion des Zapfengewichtes und der Samenanahl in Form einer multiplen Korrelation $Y = a + bx_1 + bx_2$ auszudrücken, wobei $x_1 = \text{Zapfengewicht}$ und $x_2 = \frac{\text{Zapfengewicht}}{\text{Samenanahl}}$ ist.

Bei dieser Berechnung wurde an Stelle der durchschnittlichen Samenlänge (\bar{l}) ein Annäherungswert für das Samenvolumen (\bar{l}^3) angewandt. Es erwies sich auch als geeigneter, an Stelle der direkten Samenanahl den Quotienten $\frac{\text{Zapfengewicht}}{\text{Samenanahl}}$ zu verwenden. Dieser Quotient, in der Folge auch als Zapfengewichtsanteil bezeichnet, gibt somit den auf einen Samen entfallenden Anteil des Zapfengewichtes an.

Die Berechnung der partiellen Regressionen ergab folgende Gleichungen:

Baum Nr. 5:

$$Y_5 = 1211,71 + 286,67 x_1 + 3059,65 x_2$$

Baum Nr. 1:

$$Y_1 = 1270,29 + 429,72 x_1 + 7432,95 x_2$$

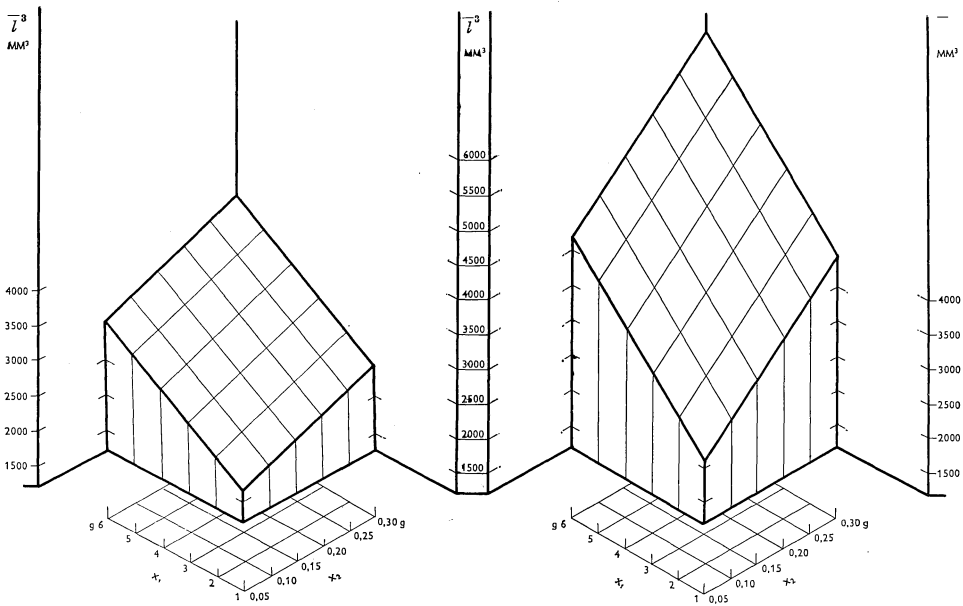


Fig. 3. Die Samengrösse \bar{l}^3 (Annäherungswert für das Samenvolumen) in Abhängigkeit von dem Zapfengewicht (x_1) und dem Quotienten $\frac{\text{Zapfengewicht}}{\text{Samenanahl/Zapfen}}$ (x_2).

Seed-size \bar{l}^3 (approximative value for seed-volume) and into dependance of cone-weight (x_1) and the quote $\frac{\text{cone-weight}}{\text{seed-number/cone}}$ (x_2).

Baum Nr 1:

Regressionskoeffizient für $x_1 = 429,72 \pm 52,26$ $t = 8,22^{**}$

Regressionskoeffizient für $x_2 = 7\,432,95 \pm 1\,882,50$ $t = 3,95^{**}$

Baum Nr. 5:

Regressionskoeffizient für $x_1 = 286,67 \pm 27,14$ $t = 10,56^{**}$

Regressionskoeffizient für $x_2 = 3\,059,65 \pm 430,75$ $t = 7,10^{**}$

Aus dem Verhältnis des Regressionskoeffizienten und dessen mittlerem Fehler (t -Test) geht hervor, dass die Berücksichtigung beider Größen (x_1, x_2) berechtigt ist. Dieser t -Test zeigt auch, dass das Zapfengewicht (x_1) auf die Samen gröse stärker als der Zapfengewichtsanteil (x_2) einwirkt (siehe auch Fig. 3).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass nicht nur das Zapfengewicht, sondern auch die Samenanzahl/Zapfen die Samen gröse bestimmt (Fig. 4).

Bogesund, Baum Nr. 1

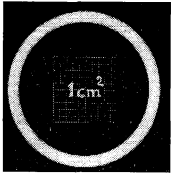
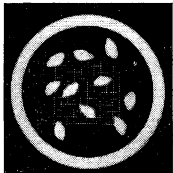
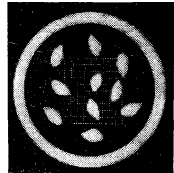
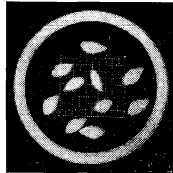
			
Zapfen Nr. Cone No.	34	32	33
Zapfengewicht in g Cone-weight — g	3,66	3,61	3,65
Samenanzahl/Zapfen Seed-number/cone	33	28	19
Durchschnittliche Samenlänge/Zapfe in mm Mean length of seed/cone — mm	3,62	4,05	4,38

Fig. 4. Proben von 10 Samen dreier annähernd gleich grosser Zapfen des Baumes Nr. 1. Die Auswahl der Samen geschah willkürlich. Die Abhängigkeit der Samen gröse von Samenanzahl/Zapfen ist deutlich zu erkennen.

Tree no. 1. Proof of 10 seeds from 3 cones with approximately alike size. The seeds were taken at random. There appears a clear relation of seed-size and the seed-number/cone.

Diskussion

Ähnliche Ergebnisse, wie bei dieser Untersuchung zweier Bäume wurden auch bei einem weitaus grösseren Material gewonnen; sie sollen in einer späteren Arbeit zugänglich gemacht werden.

Bei der Bestimmung der Samenanzahl pro Zapfen wurden volle und taube Samen erfasst. Es zeigte sich nämlich, dass die betreffenden Korrelationen

bei Anwendung beider Samenkategorien viel ausgeprägter sind, als bei einer ausschliesslichen Betrachtung der vollen Samen. Der Anteil der leeren Samen war bei dem untersuchten Material relativ klein. Die Röntgenuntersuchung des Versuchsmaterials (ŠIMÁK, GUSTAFSSON, 1953) ergab für Baum Nr. 1 8,2 % und Baum Nr. 5 15,2 % taube Samen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass ein grösserer Anteil tauber Samen/Zapfen die durchschnittliche Samen-grösse beeinflussen kann.

Die Beziehungen zwischen Samenanzahl und Zapfengewicht, sowie zwischen Zapfengewicht und Samengrösse wurden bereits früher untersucht [HAGEM (1917), VINCENT (1930), STEFANSSON (1946), v. WETTSTEIN (1948) u. a.].

Aus der vorliegenden Untersuchung wird ferner ersichtlich, dass die Samen-grösse durch ein Zusammenwirken des Zapfengewichtes und der Samenanzahl/Zapfen bestimmt wird. Letzterer wurde durch den Quotienten $\frac{\text{Zapfengewicht}}{\text{Samenanzahl}}$ Zapfen ersetzt und Zapfengewichtsanteil genannt.

Bei gleichem Zapfengewicht ist der Zapfengewichtsanteil der variierenden Samenanzahl umgekehrt proportional. Er nimmt gewöhnlich mit steigendem Zapfengewicht mehr oder weniger zu. Diese Zunahme des Zapfengewichtsanteiles ist um so grösser, je kleiner die Zunahme der Samenanzahl mit steigendem Zapfengewicht ist. Bei Baum Nr. 5 ist die Zunahme der Samenanzahl pro Zapfengewichtseinheit ziemlich gross (7 Stück auf 1 Gramm), d. h. der Zapfengewichtsanteil nimmt relativ wenig zu und die Samengrösse pro Zapfengewichtseinheit wächst hier nur langsam an (0,5 MM auf 1 Gramm). Bei Baum Nr. 1 liegen die Verhältnisse umgekehrt. Einer geringeren Zunahme der Samenanzahl pro Zapfengewichtseinheit (4 Stück auf 1 Gramm) entspricht ein stärkeres Anwachsen des Zapfengewichtsanteiles und der Samengrösse (0,7 MM auf 1 Gramm).

Es erscheint natürlich, dass absolut betrachtet, gleichgrosse, natürliche Variationen der Samenanzahl in kleineren Zapfen den Zapfengewichtsanteil und damit die durchschnittliche Samengrösse stärker verändern als in grösseren Zapfen. Dieses ist sehr gut aus den Schwankungen des Zapfengewichtsanteiles und der Samengrösse in der Tab. 1 ersichtlich. Es sei in diesem Zusammenhang auch auf die Tab. 7 der Arbeit »Über die Samenmorphologie der gemeinen Kiefer« (ŠIMÁK 1953) verwiesen. Die Tabelle zeigt eindeutig, dass in den kleinen Zapfengrössen die Zapfen mit grösster Samenanzahl die kleinsten Samen besitzen. Diese Tatsache lässt sich auch noch bei mittelgrossen Zapfen nachweisen, während diese Grössenunterschiede bei den grössten Zapfen verwischt sind.

Die Schwankung der Samenanzahl hat also ihren grössten Einfluss auf die Samengrösse bei den kleinsten Zapfen. In mittelgrossen Zapfen ist dieser Einfluss bereits viel geringer und bei Zapfen über einer gewissen Grösse wird er mehr oder weniger bedeutungslos.

Nach den oben genannten Untersuchungsergebnissen lassen sich für die Beziehungen zwischen Zapfengewicht, Samenanzahl/Zapfen und Samengrösse folgende Erklärungen geben:

1. Die Samengrösse wird von dem Zapfengewichtsanteil bestimmt. Dieser wiederum ist bei gegebenem Zapfengewicht von der Samenanzahl/Zapfen abhängig. Die Samenanzahl bei Zapfen gleichen Gewichts kann von mehreren Faktoren beeinflusst werden (Wetter, Stellung der weiblichen Blüte während Bestäubungszeit usw.).

2. Da die Samenanzahl gewöhnlich langsamer als das Zapfengewicht ansteigt, nimmt der Zapfengewichtsanteil mit steigendem Zapfengewicht zu. Infolgedessen wird sich der Same in einem grösseren Zapfen besser entwickeln.

3. Das Zapfengewicht scheint auch auf andere Weise die Samengrösse zu bestimmen. Der in einem Zapfen für die Samenentwicklung zur Verfügung stehende Raum ist begrenzt, sodass die Samen kleiner Zapfen, trotz des oft relativ grossen Zapfengewichtsanteiles, sich nicht vollständig entwickeln können (siehe Tab. 1).

Die Variation des Zapfengewichtes wirkt auf die Samengrösse stärker ein, als der Zapfengewichtsanteil.

Über die praktische Bedeutung dieser Untersuchung kann keine Aussage gemacht werden. Die Ergebnisse können jedoch bei genauen Zapfenanalysen von Wert sein.

Es ist mir ein Bedürfnis Herrn Professor Dr ÅKE GUSTAFSSON für die wertvollen Anregungen meinen Dank auszusprechen. Ich danke auch Herrn fil. lic. BERTIL MATÉRN für die Beratung bei der statistischen Bearbeitung und meiner Frau MARINA für die Hilfe bei der umständlichen Klengung der Zapfen.

Zusammenfassung

Es galt, innerhalb eines Baumes die Faktoren zu untersuchen, welche die Grösse der Samen bestimmen. Dabei konnte konstatiert werden:

1. Die Samengrösse nimmt mit wachsendem Zapfengewicht zu.
2. Die Samenanzahl nimmt mit wachsendem Zapfengewicht zu, wobei die Samenanzahl gleich grosser Zapfen stark streuen kann. Es wurde dabei beobachtet, dass bei einem bestimmten Zapfengewicht, Zapfen mit grösserer Samenanzahl kleinere Samen ausgebildet hatten, während sich in Zapfen mit kleinerer Samenanzahl grössere Samen befanden.
3. Auf Grund dieser Ergebnisse kann die Samengrösse als Funktion des Zapfengewichtes und des Quotienten $\frac{\text{Zapfengewicht}}{\text{Samenanzahl}}$ ausgedrückt werden.

Literaturverzeichnis

- BONNIER-TEDIN, 1940. Biologisk variationsanalys. — Stockholm.
- HAGEM, O., 1917. Furuens óg granens frøsætning i Norge. — Meddelelse Nr 2. fra Vestlandets forstlige forsøksstation. Bergen.
- LINDER, A., 1945. Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. — Basel.
- ŠIMÁK, M., 1953. Über die Samenmorphologie der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.). Medd. fr. stat. skogsforskn.-inst., Bd 43: 2.
- ŠIMÁK, M., och GUSTAFSSON, Å., 1953. Röntgenfotografering av skogsträdsfrö. — Skogen Nr 5, 1953.
- X-ray photography and sensitivity in forest tree species. — Hereditas, Bd XXXIX.
- STEFANSSON, E., 1946. Provkångning av tallkott sorterad i storleksklasser. — Skogen 33.
- SNEDECOR, G. W., 1950. Statistical methods. Iowa.
- VINCENT, G., 1930. Rozbory šišek jehličnanů a jejich semen. I. — Sborník výzkumných ústavů zemědělských RČS. Vol. 50. No. 2. Praha.
- WETTSTEIN, W. VON, 1948. Grundlagen für eine Steigerung des Waldertrages durch Züchtung. — Mitteilungen der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn., Heft 45.

Summary

Relations between seed-size and seed-number in differently large cones of individual trees (*Pinus silvestris* L.)

For individual trees the factors determining seed-size were examined. The author arrived at the following conclusions:

1. Seed-size increases with increasing cone-weight.
2. The number of seeds per cone increases with increasing cone-weight, although the number of seeds may vary considerably in cones of like size. It is observed, that at a given cone-size cones with a large number of seeds produce small seeds, whereas cones with a small amount of seeds give large seeds.
3. The seed-size can thus be expressed as a function of cone-weight and the quotient $\frac{\text{cone-weight}}{\text{seed-number}}$.

Sammanfattning

Sambandet mellan fröstorlek, fröantal och kottstorlek hos tall (*Pinus silvestris* L.)

I detta arbete undersöktes de faktorer, vilka bestämma fröstorlekens variationer inom enskilda träd. Därvid konstaterades följande:

1. Fröstorleken ökar med tilltagande kottvikt.
2. Antalet frön per kott ökar med tilltagande kottvikt, varvid antalet frön kan variera betydligt för lika stora kottar. Det observerades därvid, att vid en bestämd kottvikt, kottar med större fröantal producera mindre frön, då däremot kottar med mindre fröantal ge större frön.
3. På grund härav kan fröstorleken uttryckas som en funktion av kottvikten och kvoten $\frac{\text{kottvikt}}{\text{fröantal}}$.