

male Pflanzen. Da bis heute keinerlei Ergebnisse von Kreuzungsexperimenten vorliegen, die irgendwelche Einblicke in die Erbgänge der Lophodermium-Resistenz wie auch der Johannistriebbildung erlauben, erscheint es verfrüht, die möglichen genetischen Zusammenhänge zu diskutieren.

Es sei jedoch betont, daß keineswegs alle gegen *Lophodermium* widerstandsfähigen Bäume auch Johannistriebe ausbilden. Erst weitere Untersuchungen werden klären können, ob die beschriebene, mit Johannistriebbildung verbundene Form der Widerstandsfähigkeit mit jener Resistenz identisch ist, die an zahlreichen selektionierten Kiefern mit normalen Verzweignungsverhältnissen beobachtet

und nach künstlichen Infektionen bestätigt wurde. Dabei wäre zu prüfen, ob die wahrscheinlich für die Auslösung von Johannistrieben verantwortlichen Abweichungen im Wuchsstoffhaushalt auch für die Reaktionsweise der Pflanze gegenüber Pilzinfektionen von Bedeutung sein kann.

Literatur

BÜSGEN, M.: Bau und Leben unserer Waldbäume. 2. Auflage, Jena 1917. — SCHLÜTER: Einige abnorme Triebbildungen der Kiefer und ihre waldbauliche Bedeutung. Forst- und Holzw. 11, 219-226 (1956). — SCHMIDT, W.: Statistische Datenanalyse. Vereinfachte neuere Verfahren. Angew. Bot. 36, 63-85 (1962). — SCHÜTT, P.: Über Aussichten und erste Maßnahmen einer züchterischen Bekämpfung der Kieferschütte. Allgem. Forstz. 12, 13-45 (1957).

(Aus dem Institut für Forstbotanik und Forstgenetik der Universität Göttingen in Hann. Münden)

Einige Untersuchungen zur Selbststerilität und Inzucht bei Fichte und Lärche

Von H. DIECKERT

(Eingegangen am 17. 7. 1963)

Im Frühjahr 1958 wurden an Fichte (*Picea Abies* KARST.) und europäischer Lärche (*Larix decidua* MILL.) kontrollierte Selbstbestäubungen vorgenommen und die weitere Entwicklung von Zapfen, Samen und Pflanzen beobachtet und gemessen. Als Kontrollen dienten in allen Fällen Zapfen, Samen und Pflanzen aus gelenkten Kreuzbestäubungen der Versuchsbäume und aus freier Bestäubung jedes Einzelbaumes. Die doppelte Kontrolle bot zweifache Möglichkeiten der Auswertung. Ein Vergleich der Selbstbestäubung mit der Kreuzbestäubung ermöglichte das Erkennen von Unterschieden zwischen Selbstung und Fremdung unter den gleichen Bedingungen der Blütenisolierung. Ein Vergleich zwischen gelenkter Selbstbestäubung und Kreuzbestäubung einerseits und freier Bestäubung andererseits kontrollierte die Wirkungen der Blütenisolierung und erlaubte Hinweise auf die natürlichen, nicht durch die Versuchsmethodik eingeschränkten und veränderten Verhältnisse.

Bei der Fichte dienten als Versuchsobjekte sechs 38- bis 45jährige Bäume, die in den Abteilungen 175 a und 177 a des Hessischen Forstamtes Gahrenberg zu diesem Zweck ausgewählt wurden. Von den insgesamt fünfzehn untersuchten Lärchen stehen sechs 21jährige Bäume auf der von GEYR VON SCHWEPENBURG im Jahre 1939 angelegten Provenienzfläche im Hessischen Forstamt Gahrenberg. Neun Klone stammen von der im Niedersächsischen Staatsforstamt Kattenbühl durch das Institut für Forstbotanik und Forstgenetik der Universität Göttingen im Jahre 1954 angelegten Samenplantage.

Wie aus den Übersichten 1-3 ersichtlich ist, erstreckt sich der Umfang der Untersuchungen bei der Fichte auf 466 bestäubte Blütenzapfen, 445 gereifte Zapfen, 56 071 Samen und 10 972 daraus gezogenen Pflanzen, bei der Lärche auf 974 bestäubte Blütenzapfen, 1810 gereifte Zapfen, 99 448 Samen und 4936 daraus gezogenen Pflanzen.

Die statistische Auswertung geschah teils durch Vergleich der Durchschnittswerte der drei großen Gruppen Selbstung, Kreuzung und freies Abblühen je Baumart. Da jedoch gerade das individuelle Verhalten der Einzelbäume von entscheidender Wichtigkeit ist, wurde auf einen zusätzlichen Vergleich der drei Behandlungsweisen an jedem Einzelbaum besonderer Wert gelegt.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse sollte man sich stets bewußt sein, daß das Verhalten von 21 Einzelbäumen nicht für alle Populationen der Baumarten Fichte und Lärche repräsentativ zu sein braucht.

I. Ergebnisse

1. Die Zapfenentwicklung

Nach der erzwungenen Selbstbestäubung haben sich die Zapfen bei Fichte und Lärche äußerlich normal entwickelt. Bei der Fichte wurden Zapfengewichte und Zapfenlängen (Abb. 1 und 2), bei der Lärche die Zapfenlängen gemessen und verglichen. Es zeigten sich zwar große individuelle Unterschiede hinsichtlich der Zapfenlänge, des Zapfengewichtes und weiterer Zapfenmerkmale wie Fruchtschuppenform, Furchtschuppengröße, Fruchtschuppenabspitzung, vom Trieb durchwachsene Zapfen, jedoch entwickelten sich diese Eigenschaften unbeeinflusst von Selbst- oder Fremdbestäubung. Die Zapfenentwicklung nach Selbstbestäubung scheint demnach ausschließlich vom Genotypus des Mutterbaumes gesteuert zu werden ohne Abhängigkeit von der

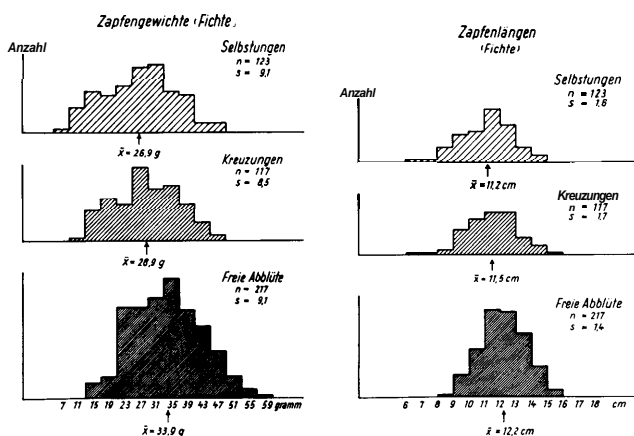


Abb. 1 u. 2. — Häufigkeitsverteilungen (Fichte) der Zapfengewichte und Zapfenlängen. \bar{x} = mittleres Zapfengewicht oder mittlere Zapfenlänge, n = Anzahl der gemessenen Zapfen, s = Standardabweichung.

Übersicht I. — Umfang der Untersuchungen (Fichte).

Baum Nr.	Bezeichnung	Zahl der Tüten an-gelegt		Zahl der Tüten be-erntet	Zahl der Blüten id. tatsächl. geernteten Tüten		Zahl der geernteten ausge-reiften Zapfen	Zapfen-prozent (% Sp. 5 v. Sp. 5)	mittl. Zapfengewicht		mittl. Zapfenlänge		mittl. Samen-zahl je Zapfen		Davon als schlecht ausgedort		Zahl der am 25.6.59 aufge-laufenen Pflanzen	Pflanzenpro-zent (% Sp. 17 von Sp. 14)	
		3	4		5	6			7	8	9	10	11	12	13	14		15	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
61	Selbst. 61 ♀ × 61 ♂	5	5	17	13	76,5	28,1	11,5	276	3434	2552	74,3	10	0,3					
62	Selbst. 62 ♀ × 62 ♂	12	9	81	10	12,3	25,9	11,4	228	2283	2037	89,2	54	2,4					
63	Selbst. 63 ♀ × 63 ♂	5	5	17	1	5,9	32,5	11,6	257	221	218	98,7	1	0,5					
64	Selbst. 64 ♀ × 64 ♂	14	14	45	25	55,6	29,1	12,6	236	5574	1404	25,2	423	7,6					
65	Selbst. 65 ♀ × 65 ♂	16	16	75	32	42,7	34,4	11,8	218	7139	3463	48,5	4	0,06					
66	Selbst. 66 ♀ × 66 ♂	13	13	49	42	85,7	19,3	10,3	181	6543	2485	38,0	1082	16,5					
	Summe Selbstungen	65	62	284	123	43,3	26,9	11,2	205	25194	12159	48,3	1574	6,2					
61	Kreuz. 61 ♀ × 66 ♂	2	2	7	6	86,7	31,5	12,2	238	1430	712	49,8	266	18,6					
	Kreuz. 61 ♀ × 62 ♂	2	2	8	7	36,6	34,1	13,4	312	2186	1571	71,9	116	5,3					
62	Kreuz. 62 ♀ × 61 ♂	2	2	16	10	26,7	26,7	11,0	247	2472	1725	69,9	541	21,1					
	Kreuz. 62 ♀ × 63 ♂	2	2	19	12	58,9	23,5	10,7	228	2739	1868	68,2	604	22,1					
	Kreuz. 62 ♀ × 65 ♂	2	2	21	11	23,4	23,4	10,8	248	2722	1993	73,2	504	18,5					
63	Kreuz. 63 ♀ × 61 ♂	2	2	8	4	33,3	33,8	12,9	283	1132	446	39,4	231	20,4					
	Kreuz. 63 ♀ × 66 ♂	1	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
64	Kreuz. 64 ♀ × 65 ♂	3	3	15	10	65,0	37,9	14,5	280	2516	889	35,4	896	35,6					
	Kreuz. 64 ♀ × 61 ♂	1	1	5	3	31,5	31,5	13,0	251	753	299	39,7	328	43,6					
65	Kreuz. 65 ♀ × 61 ♂	3	3	13	5	51,2	34,2	12,2	264	791	715	90,4	12	1,5					
	Kreuz. 65 ♀ × 62 ♂	2	2	11	7	23,4	34,9	11,7	234	1170	953	81,4	137	11,7					
	Kreuz. 65 ♀ × 63 ♂	3	3	19	10	30,9	30,9	11,4	212	2124	302	14,2	158	7,4					
66	Kreuz. 66 ♀ × 65 ♂	3	3	16	13	24,2	24,2	11,1	185	2033	671	33,0	980	48,2					
	Kreuz. 66 ♀ × 61 ♂	2	2	9	9	88,9	21,2	11,1	199	1391	783	56,3	442	31,8					
	Kreuz. 66 ♀ × 62 ♂	2	2	11	10	25,5	25,5	11,4	214	2140	706	33,0	1177	55,0					
	Summe Kreuzungen	32	32	182	117	64,3	28,9	11,5	219	25599	13633	53,3	6392	25,0					
61	Freie Abblüte 61				41	37,9	37,9	13,0	270	1349	501	37,2	515	38,2					
62	Freie Abblüte 62				41	31,6	31,6	11,6	257	—	—	—	—	—					
63	Freie Abblüte 63				25	34,5	34,5	13,2	—	—	—	—	—	—					
64	Freie Abblüte 64				19	46,8	46,8	13,8	318	1588	238	15,0	1064	67,0					
65	Freie Abblüte 65				30	39,0	39,0	12,2	271	857	393	45,9	473	55,2					
66	Freie Abblüte 66				61	26,3	26,3	11,5	247	1484	662	44,6	954	64,3					
	Summe Fr. Abblüte				217	33,9	33,9	12,2	244	5278	1794	34,0	3006	56,0					
	Insgesamt:	97	94	466	445					56071	27586	49,2	10972	19,6					

Übersicht 2. — Umfang der Untersuchungen (Lärche).
Provenienzfläche Gährenberg

Baum Nr.	Bezeichnung	Zahl der Tüten an-gelegt		Zahl der Tüten be-erntet		Zahl der geernteten ausgereiften Zapfen	Zapfen-prozent (% Sp. 6 v. Sp. 5)	mittl. Zapfenlänge		mittl. Samen-zahl je Zapfen		Zahl der gefäulenen Pflanz-linge	Pflanzenprozent (% Sp. 13 v. Sp. 12)		Höhenmessung Herbst 1960		
		3	4	5	6			7	8	9	10		11	12	13	14	15
16	Selbst. 16♂ × 16♂	10	8	29	20	69,0	2,44	46,4	927	23	2,5	22	29,0				
17	Selbst. 17♀ × 17♂	10	9	30	25	83,3	2,13	45,8	1146	11	1,0	7	(49,1)				
18	Selbst. 18♀ × 18♂	10	9	14	12	85,7	3,13	73,7	884	14	1,6	11	(36,0)				
19	Selbst. 19♀ × 19♂	14	12	33	24	72,7	3,09	72,7	1744	71	4,1	28	29,7				
20	Selbst. 20♀ × 20♂	10	7	27	21	77,8	2,15	51,0	1071	6	0,6	5	(52,8)				
22	Selbst. 22♀ × 22♂	10	8	29	18	62,1	2,91	54,2	975	2	0,2	2	(39,5)				
Summe Selbstungen		64	53	162	120	74,1	2,58	56,2	6747	127	1,9	75	34,3				
16	Kreuz. 16♀ × 27♂	5	5	20	15	75,0	2,13	42,7	641	70	10,9	50	38,4				
	Kreuz. 16♀ × 17♂	5	3	12	12	100,0	2,50	48,8	585	79	13,5	61	35,8				
17	Kreuz. 17♀ × 16♂	5	4	18	17	94,4	1,82	35,7	607	41	6,8	35	53,3				
	Kreuz. 17♀ × 27♂	5	3	23	23	100,0	1,98	36,9	848	78	9,2	66	43,4				
18	Kreuz. 18♀ × 19♂	10	5	11	10	91,0	3,19	74,0	740	51	6,9	38	35,4				
19	Kreuz. 19♀ × 18♂	6	2	4	2	50,0	3,45	73,0	146	3	2,1	1	(47,0)				
20	Kreuz. 20♀ × 22♂	5	5	24	18	75,0	2,06	50,3	905	72	8,0	39	47,1				
	Kreuz. 20♀ × 28♂	5	1	7	6	85,7	1,92	36,0	216	16	7,4	11	(51,0)				
22	Kreuz. 22♀ × 20♂	5	2	4	4	100,0	3,10	60,0	240	10	4,2	8	(50,4)				
	Kreuz. 22♀ × 28♂	5	5	19	13	68,4	2,78	50,2	653	64	9,8	54	45,9				
Summe Kreuzungen		56	35	142	120	84,5	2,28	46,5	5581	484	8,7	363	43,2				
16	Freie Abblüte 16				88		2,09	43,4	3821	910	23,4	90	32,5				
17	Freie Abblüte 17				179		1,80	40,2	7193	568	7,9	160	38,2				
18	Freie Abblüte 18				42		2,74	70,0	2938	506	17,2	173	36,0				
19	Freie Abblüte 19				96		2,70	76,0	7294	837	11,5	129	29,6				
20	Freie Abblüte 20				225		1,80	48,5	10925	854	7,8	170	41,3				
22	Freie Abblüte 22				84		2,90	58,6	4925	238	4,8	93	36,2				
Summe Fr. Abblüte					714		2,30	52,0	37096	3913	10,5	815	36,5				
Insgesamt:		120	88	304	954				49424	4524	9,2	1253					

Übersicht 3. — Umfang der Untersuchungen (Lärche).
Samenplantage Kattenbühl.

Klon Nr.	Bezeichnung	Zahl der Tüten		Zahl der Blüten i. d. tatsächlich geernteten Tüten	Zahl der geernteten ausgereiften Zapfen	Zapfenprozent (% Sp. 6 v. Sp. 5)	mittlere Zapfenlänge	mittlere Samenzahl je Zapfen	Samenzahl je Sorte	Zahl der am 26.6.59 gelauenen Pflanzen	Pflanzenprozent (% Sp. 11 v. Sp. 10)
		angelegt	beerntet								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D 3	Selbst. D 3 ♀ × D 3 ♂	23	19	71	56	78,9	1,98	47,6	2666	6	0,2
D 4	Selbst. D 4 ♀ × D 4 ♂	12	12	41	35	85,4	2,22	56,2	1969	43	2,2
Mo 1	Selbst. Mo ♀ × Mo ♂	18	15	83	70	84,3	2,06	56,4	3951	2	0,05
Neu 1	Selbst. Neu 1 ♀ × Neu ♂	11	10	42	37	88,1	2,55	57,7	2134	5	0,2
Stei	Selbst. Stei ♀ × Stei ♂	2	1	3	2	66,7	2,00	35,5	71	—	—
Va 1	Selbst. Va 1 ♀ × Va 1 ♂	46	33	100	74	74,0	2,65	68,0	5033	60	1,2
Va 2	Selbst. Va 2 ♀ × Va 2 ♂	5	4	15	10	66,7	2,63	62,7	627	10	1,6
Vo 1	Selbst. Vo 1 ♀ × Vo 1 ♂	16	9	24	18	75,0	1,88	50,7	912	1	0,1
Vo 2	Selbst. Vo 2 ♀ × Vo 2 ♂	3	2	13	13	100,0	1,64	31,3	407	—	—
Summe Selbstungen		136	105	392	315	80,4	2,27	56,2	17700	127	0,7
D 3	Kreuz. D 3 ♀ × 27 ♂	14	14	54	39	72,2	2,30	52,4	2045	336	16,4
D 4	Kreuz. D 4 ♀ × 27 ♂	7	7	21	15	71,4	2,16	51,3	769	92	12,0
Mo 1	Kreuz. Mo 1 ♀ × 27 ♂	13	9	73	47	64,4	2,18	52,5	2467	241	9,8
Neu 1	Kreuz. Neu 1 ♀ × 27 ♂	5	5	14	9	64,3	2,56	58,2	524	66	12,6
Va 1	Kreuz. Va 1 ♀ × 27 ♂	22	19	74	52	70,3	2,45	70,1	3644	457	12,5
Va 2	Kreuz. Va 2 ♀ × 27 ♂	4	4	12	12	100,0	2,70	62,2	746	293	39,3
Vo 1	Kreuz. Vo 1 ♀ × 27 ♂	6	4	30	19	63,3	2,10	54,9	1043	18	2,0
Summe Kreuzungen		71	62	278	193	69,4	2,27	58,2	11238	1503	13,4
D 3	Freie Abblüte D 3				50		2,03	51,0	2552	145	5,7
D 4	Freie Abblüte D 4				31		2,19	58,1	1801	177	9,8
Mo 1	Freie Abblüte Mo 1				76		2,10	49,3	3744	170	4,5
Neu 1	Freie Abblüte Neu 1				8		2,44	60,5	484	6	1,2
Stei	Freie Abblüte Stei				1		3,10	68,0	68	9	13,2
Va 1	Freie Abblüte Va 1				86		2,65	80,2	6897	529	7,7
Va 2	Freie Abblüte Va 2				28		2,55	63,6	1780	747	42,0
Vo 1	Freie Abblüte Vo 1				53		2,00	59,4	3148	190	6,0
Vo 2	Freie Abblüte Vo 2				15		1,72	40,8	612	62	10,0
Summe Freie Abblüte					348		2,26	60,6	21086	2035	9,6
Insgesamt:		207	167	670	856				50024	3683	7,4

Art des zur Bestäubung verwendeten Pollens, was nicht überrascht.

2. Die Samementwicklung

Bei beiden Baumarten sind die Samenzahlen je Zapfen und die Pflanzenprozent, bei der Fichte außerdem Samengewichte und Vollkornprozent ermittelt worden.

Die Ergebnisse hinsichtlich der Samenzahlen je Zapfen waren nicht einheitlich. Zwar lassen sich enge statistische Beziehungen zum Zapfengewicht und zur Zapfenlänge aufzeigen in der Weise, daß die Samenzahl je Zapfen um so höher ausfällt, je schwerer und länger ein Zapfen ist. Auch

sind die individuellen Unterschiede der Einzelbäume recht erheblich. Hinsichtlich der Wirkungen der Selbstbestäubung läßt sich jedoch nach den vorgenommenen Untersuchungen nur sagen, daß in manchen Fällen eine geringere Zahl an äußerlich normal entwickelten Samen je Zapfen gezählt werden konnte, in anderen Fällen nicht.

Dagegen zeigte das durch Schnittprobe ermittelte Vollkornprozent (Übersicht 4) nach Selbstung einen eindeutig niedrigeren Wert als nach Fremdung und bestätigte die bekannte Tatsache, daß die Selbstbestäubung vielfach zur Hohlkornbildung führt.

Das Samengewicht ist in der Literatur bei ähnlichen Un-

Übersicht 4. — Vollkornprozent und mittleres Samengewicht (Fichte).

Zapfen Nr.	Bezeichnung	Samenzahl				Vollkornprozent Spalte 5 (+4) v. Spalte 6				mittl. Samengewicht in Milligramm		
		hohl	Meg.	voll	zus.	ohne Meg. Samen		mit Meg. Samen		alle Samen		volle Samen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2991/4	Selbstung 66 ♀ × 66 ♂	136	—	82	218	37,6	18,0	37,6	18,0	6,0	3,7	10,6
2992/5	Selbstung 66 ♀ × 66 ♂	239	—	—	239					—	—	—
2984/3	Kreuzung 66 ♀ × 65 ♂	151	—	78	229	26,1	56,7	26,1	56,7	—	6,8	10,2
2985/3	Kreuzung 66 ♀ × 65 ♂	55	—	192	247	77,7		77,7				
66f. a./12	Fr. Abblühen 66	72	96	84	252	33,3	37,6	71,4	70,0		6,5	11,0
66f. a./9	Fr. Abblühen 66 (krumm)	82	70	109	261	41,8		68,6				

Ein Teil der nicht isoliert gewesenen Zapfen der Kontrollen war von *Megastigmus* befallen. Es mußte daher für die Auswertung eine besondere Gruppe „Meg.“ gebildet werden, weil die befallenen Samen hinsichtlich ihres Bestäubungseffektes wohl den vollen, hinsichtlich ihres Gewichtes dagegen den hohlen Samen zuzurechnen sind.

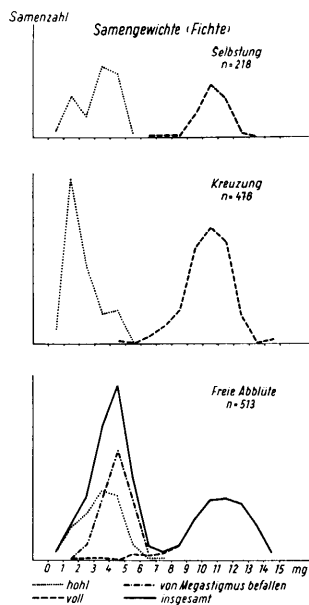


Abb. 3. — Häufigkeitsverteilungen der Samengewichte (Fichte). Bei Selbstung, Kreuzung und freiem Abblühen entstehen deutlich zweigipfelige Kurven, wobei der eine Gipfel die hohlen (einschließlich der von Megastigmus befallenen), der andere die vollen Samen repräsentiert.

tersuchungen meistens nur als *Durchschnittsgewicht* aus größeren Samenmengen, etwa als Tausendkorngewicht angegeben. Ein solches Durchschnittsgewicht wird nach Selbstung dann niedriger sein, wenn sich — wie etwa bei der Fichte (Abb. 3) — Voll- und Hohlkörner gewichtsmäßig unterscheiden. Bei Baumarten wie der Lärche, wo die Gewichtsunterschiede zwischen Voll- und Hohlkörnern durch die starke und schwere Samenschale völlig überdeckt werden, kann sich der stärkere Hohlkornanteil nach Selbstung dagegen nicht gewichtsmäßig auswirken.

Um wirklich aussagen zu können, ob die nach Selbstbefruchtung erzielten Vollkörner ein anderes Gewicht haben als die Vollkörner nach Fremdbefruchtung, wurde bei der Fichte an 1446 Samen mit Hilfe einer Analysenwaage das *Einzelamengewicht* (Übersicht 4) ermittelt. Gewichtsunterschiede zwischen selbstbefruchteten und fremdbefruchteten Vollkörnern konnten nicht festgestellt werden. Allerdings kann auch diese Methode noch sehr wenig über das eigentliche Problem aller Selbststerilitätsuntersuchungen, die Embryonalentwicklung aussagen. Bei *Pinus silvestris* macht die Samenschale 25–30%, das Endosperm 60–70% und der Embryo 7–8% des Samengewichtes aus (Lit. Nr. 2). Die Gewichtsverhältnisse dürften bei Fichte ähnlich sein. Die Gewichtsübereinstimmung von selbstbefruchteten und fremdbefruchteten Vollkörnern wird wohl so gedeutet werden müssen, daß die gewichtsmäßig entscheidenden, allein vom Mutterbaum stammenden Samenteile, nämlich das haploide Endosperm und die Samenschale durch die Selbstbefruchtung in ihrer Entwicklung nicht beeinflusst werden. Die durch den Genotypus der Mutter bestimmten Samenteile verhalten sich in dieser Hinsicht anscheinend genauso wie die Zapfen.

3. Die Pflanzenentwicklung

Die nach kontrollierter Selbstbestäubung gewonnenen Samen wurden ausgesät und haben mit Ausnahme von zwei Lärchen, bei denen nur jeweils ein oder zwei Isolierungsbeutel beerntet werden konnten und deshalb das Untersuchungsmaterial zu gering war, bei allen in die Unter-

suchung einbezogenen Fichten und Lärchen Selbstungsnachkommen erbracht. Jedoch war das Pflanzenprozent, ermittelt als Verhältnis von tatsächlich aufgelaufenen Pflanzen zur Gesamtsamenzahl, bei allen Bäumen nach Selbstung niedriger als nach Fremdung.

Ein Teil der angezogenen Selbstungsnachkommen konnte bislang drei Jahre beobachtet werden. Ihre Mortalitätsquote betrug bei der Fichte 39%, bei der Lärche 41% und war viel größer als die der Kontrollen. Bei Selbstungspflanzen beider Baumarten zeigten sich schütterere Benadelung und gelbliche Nadelfarbe, die möglicherweise als Chlorophylldefekte gedeutet werden können (Lit. Nr. 13 u. 24), vielfach aber wohl nur auf die physiologischen Vorgänge in absterbenden Pflanzen zurückzuführen sein dürften. Viele Lärchen zeigten einen auffällig sperrigen Wuchs. Das würde mit den Beobachtungen von TODA (Lit. Nr. 29) übereinstimmen, doch hält TODA diese Erscheinung nicht für eine Inzuchtdepression sondern für ein vorübergehendes Jugendphänomen. Außerdem fanden sich bei Lärche, wenn auch seltener, krummwüchsige und gipfeltrieblose, bei der Fichte buschige Selbstungspflanzen.

Die am Ende der zweiten Vegetationsperiode durchgeführte *Höhenmessung*, die einen Vergleich der Mittelhöhen und als Streuungsmaße der Variationsbreiten und Standardabweichungen ermöglichte, brachte ein unterschiedliches Ergebnis.

Bei der Fichte war der Höhenwuchs der Selbstungsnachkommen gegenüber den hier als Kontrolle dienenden Pflanzen aus gelenkten Kreuzungen deutlich herabgesetzt. Das ergibt sich aus einem Vergleich der Fichte insgesamt (Abb. 4) oder noch besser aus dem Vergleich eines Einzelbaumes (Abb. 5 u. 6).

Bei der Lärche (Abb. 7) hatten einige Einzelbäume Selbstungsnachkommen mit geringerer Mittelhöhe (Abb. 9), andere nicht, einzelne sogar mit größerer Mittelhöhe (Abb. 8) als die Kontrollpflanzen aus freier Bestäubung. Die Variationsbreite der Selbstungsnachkommenschaften war meistens größer als die aus freiem Abblühen. In den Häufigkeitsverteilungen kommt dies durch eine hohe Standardabweichung (s) bei flachem Kurvenverlauf zum Ausdruck. Wenn auch das Kurvenbild im allgemeinen zum geringen Wuchs hin verschoben war, so standen doch infolge der großen Variationsbreite einer großen Zahl von Minuspflanzen einige gut bis sehr gut wüchsige „Plusabweicher“ gegenüber.

Daß die als Folge der Selbstung eintretende Homozygotie rezessiver Gene nicht immer zu Inzuchtdefekten führt, berichtet auch SYRACH-LARSEN (Lit. Nr. 28), der in der Nach-

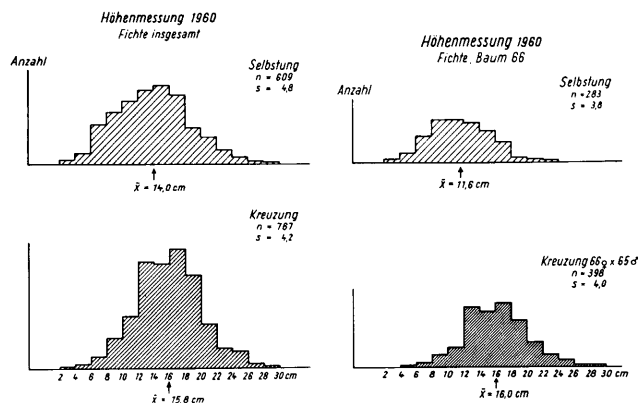


Abb. 4 u. 5. — Häufigkeitsverteilungen der Pflanzenhöhen der Fichte insgesamt und des Baumes Nr. 66. \bar{x} = Mittelhöhe, n = Anzahl der gemessenen Pflanzen, s = Standardabweichung.



Abb. 6. — Depressive Selbstungsnachkommen des Baumes Nr. 66 (links) und Kontrollsorte (rechts). Fichte.

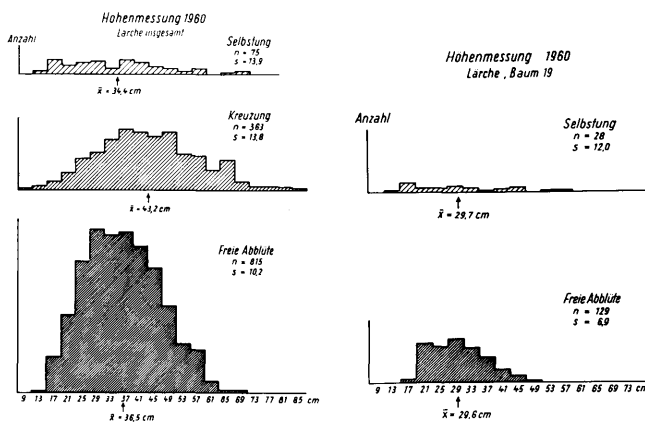


Abb. 7 u. 8. — Häufigkeitsverteilungen der Pflanzenhöhen der Lärche insgesamt und des Baumes Nr. 19. \bar{x} = Mittelhöhe, n = Anzahl der gemessenen Pflanzen, s = Standardabweichung.

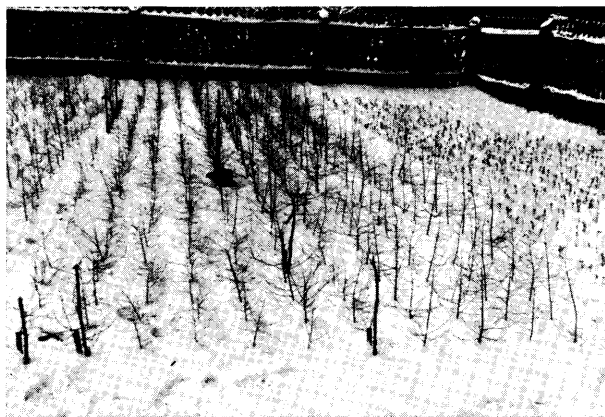


Abb. 9. — Nachkommen aus Selbstung (links) und Kontrollsorte (rechts). Lärche.

kommenschaft einer geselbsteten Altlärche einige besonders wüchsige und mit guten Formeigenschaften (Schlankheit) ausgezeichnete Exemplare fand. Ebenso ergab sich aus Versuchen von LANGNER (Lit. Nr. 15), daß die Selbstbefruchtung einer europäischen Lärche zu starken Inzuchtdepressionen führte, in den Nachkommenschaften zweier gleichzeitig geselbeter Japanischer Lärchen jedoch nur das Höhenwachstum herabgesetzt war, die Wuchsform dagegen nicht gelitten hatte.

Bei der Beurteilung dieses Ergebnisses sollte man bedenken, daß die gemessenen Nachkommenschaften erst drei Jahre alt sind.

4. Einige Erfahrungen zur Versuchstechnik

Zur Blütenisolierung, die bei den meisten Bäumen mit einer Feuerwehrlleiter durchgeführt werden mußte, wurden ganz überwiegend Pergaminbeutel benutzt. Bestäubungsbeutel aus Polyäthylen, welche nur bei den beiden Fichten Nr. 62 und 63 zur Anwendung kamen, haben sich als weniger günstig erwiesen. In ihnen entwickelten sich die bestäubten Blüten offensichtlich schlechter. Auch war der Ausfall an Blüten, dargestellt durch das Zapfenprozent (vergl. Übersicht 1, Spalte 7), erheblich höher als in den Pergaminütten. Schließlich wurden 80% aller verkümmerten Zapfen (Abb. 10) in den wenigen Polyäthylenbeuteln gefunden. Außerdem machte sich in den wasserundurchlässigen Polyäthylenhüllen die Ansammlung von Transpirationswasser unangenehm bemerkbar. Teils brachen die Zweige durch das hohe Gewicht der wassergefüllten Beutel ab, teils wurden durch den Gewichtszug die weiblichen Blüten so an die Außenwand der Tüte gepreßt, daß sie — wohl durch die Sonneneinstrahlung — vertrockneten. Diese Beobachtungen decken sich weitgehend mit der systematischen Arbeit von ROHMEDEE-EISENHUT (Lit. Nr. 21).

Es ließen sich jedoch an Zapfengewichten, Zapfenlängen und vielleicht auch bei den Samenzahlen je Zapfen Entwicklungshemmungen nachweisen, die nicht auf die Verwendung von Polyäthylen, sondern auf die Isolierung überhaupt zurückzuführen sein dürften. Diese Hemmungen sind also auch in den Pergaminbeuteln aufgetreten. Der Gedanke an eine zu große Dauer der Blütenisolierung liegt nahe. Die Isolierungsdauer betrug bei Fichte insgesamt 20 Tage, davon 13 Tage nach der Bestäubung und bei Lärche 25 bis 26 Tage, davon 20 Tage nach der Bestäubung. Gemessen an den Empfehlungen in der Literatur (Lit. Nr. 9 u. 22), wonach eine Abtütung 10 bis 14 Tage nach der Bestäubung befürwortet wird, könnte lediglich die Lärche etwas zu lange isoliert gewesen sein. Gerade bei dieser Baumart sind jedoch die gemessenen Wachstumshemmungen weit geringer als bei Fichte. Nach diesen Erfahrungen wird man wahrscheinlich gezwungen sein, stets zwischen einer zu kurzen Einbeutelungsdauer, welche die Sicherheit der Isolierung gefährdet, und einem zu langen Zeitraum, welcher zu Entwicklungshemmungen führen kann, hindurchzusteuern. In diesem Zusammenhang sind auch neue-

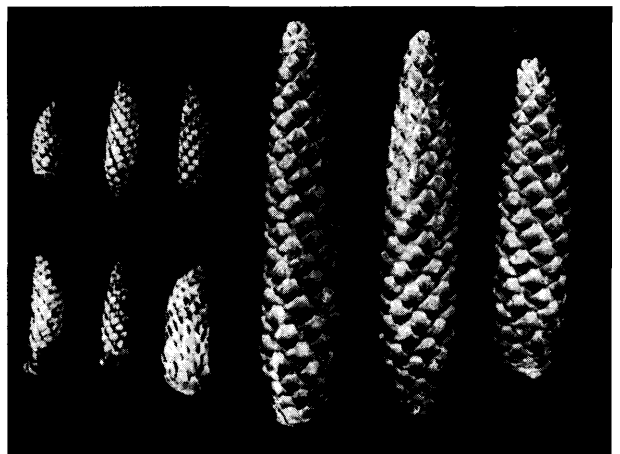


Abb. 10. — Verkümmerte und normale Fichtenzapfen.

re Untersuchungen (Lit. Nr. 1) von Bedeutung, wonach Lärchenpollen nach der Bestäubung 5 bis 7 Wochen in geschrumpftem Zustand verharrt und dann erst, also wenn die Isolierung längst beendet ist, Pollenschläuche bildet.

II. Diskussion

Gemessen an den Kenntnissen bei den Angiospermen stecken die Sterilitätsuntersuchungen bei den Gymnospermen, insbesondere bei den forstwirtschaftlich bedeutungsvollen Coniferen noch in den Anfängen. Auch die vorliegende Arbeit mußte sich zunächst darauf beschränken, erste Aussagen über den Fertilitätsgrad der Versuchsbäume, die für weitere züchterische Bearbeitung in Aussicht genommen worden sind, zu gewinnen und möglichst viele Messungen an Zapfen, Samen und erzielten Selbstungspflanzen vorzunehmen. Die wesentlichen Fragen nach dem Inkompatibilitätsmechanismus und nach dem genetischen System der Selbststerilität sind bei Fichte und Lärche noch ungeklärt. Die bisherigen Forschungsergebnisse können bestenfalls Hinweise geben. Es sei jedoch gestattet, auf Grund der Kenntnisse bei anderen Pflanzenarten einige Betrachtungen in dieser Richtung anzustellen.

1. Das System der Inkompatibilität

Die vorliegenden Untersuchungen haben für Lärche und Fichte nach erzwungener Selbstbestäubung eine stark herabgesetzte Fertilität ergeben. Es ist anzunehmen, daß bei freier Selbstbestäubung das Maß der Sterilität noch größer ist. Einmal wird durch die monözische Anordnung der männlichen und weiblichen Blütenstände die Selbstbestäubung erschwert. Zum anderen konnte bei mehreren Bäumen sowohl der Fichte als auch der Lärche eine deutliche Dichogamie beobachtet werden.

Doch ist diese räumliche und zeitliche Trennung der Blüte sicherlich nur zusätzlich wirksam. Die eigentliche Ursache der Sterilität oder der weit herabgesetzten Fertilität dürfte auch bei der Fichte und Lärche, wie bei anderen Fremdbefruchtern, eine physiologische Unverträglichkeit zwischen dem Selbstungspollen und dem Gewebe der weiblichen Blüte sein.

Bei den Angiospermen führt die physiologische Inkompatibilität in der Regel zu einer Störung des Pollenschlauchwachstums, so daß der generative Pollenkern die Eizelle nicht zu erreichen vermag. Die Störung kann bei verschiedenen Pflanzenarten in verschiedenen Entwicklungsstadien beobachtet werden, zum Beispiel bei der Keimung der Pollenkörner, beim Eindringen des Pollenschlauches in die Narbe oder während des Wachstums durch das Griffelgewebe. Diese Beobachtungen führten auch zu Theorien über die möglichen physiologischen Reaktionen zwischen Pollenschlauch und Griffelgewebe, etwa der Immunitätstheorie von EAST (Lit. Nr. 6), der Verbrauchstheorie von STRAUB (Lit. Nr. 25) oder der Theorie des komplementären Mechanismus von LEWIS (Lit. Nr. 18).

Bei den Gymnospermen hat, soweit bekanntgeworden, bisher nur ORR-EWING (Lit. Nr. 20) zytologische Untersuchungen zur Aufhellung der Inkompatibilitätsverhältnisse vorgenommen. An zwei vorher als verhältnismäßig stark selbststeril befundenen Douglasien stellte er fest, daß nach Selbstbestäubung Pollenschlauchwachstum und Zygotenbildung zwar ungehindert erfolgten, die Embryonen jedoch etwa 10 Wochen nach der Bestäubung kollabierten. Auch mit Hilfe der Röntgenphotographie wurden Stockung oder Zusammenbruch der Embryoentwicklung oder anormale Bildungen wie Polyembryonen nach Selbstbefruch-

tung von Nadelhölzern festgestellt (Lit. Nr. 3 u. andere). Schließlich bestätigten die eingehenden Untersuchungen von SARVAS (Lit. Nr. 23) an der Kiefer das Absterben der Embryonen nach Selbstbefruchtung. SARVAS konnte auch eine genotypisch bedingte, konstante und für jeden Baum spezifische Embryonenmortalität nachweisen.

Diese Ergebnisse sind deshalb so bemerkenswert, weil bei der Douglasie und vielleicht allen Coniferen ein Unverträglichkeitssystem vorhanden sein könnte, welches erst nach der Zygotenbildung wirksam wird.

Es liegt der Schluß nahe, daß Fichte und Lärche sich ähnlich wie die Douglasie verhalten.

2. Sterilität und Grad der Fertilität

Die vorgenommenen Selbstbestäubungen an Lärche und Fichte haben — mit zwei oben beschriebenen, nicht repräsentativen Ausnahmen — an allen untersuchten Bäumen Selbstungsnachkommen erbracht. Wenn man das Pflanzenprozent, also das Verhältnis von Keimlingspflanzenzahl zur Samenzahl, als Sterilitätsmaß betrachtet, dann sind völlig selbststerile Bäume nicht gefunden worden. Gerade solche wären als Objekte für erste Untersuchungen über den Inkompatibilitätsmechanismus oder über das Vorhandensein und die Wirkungsweise von Sterilitätsgenen erwünscht gewesen.

Andererseits war der durch das Pflanzenprozent charakterisierte Fertilitätsgrad nach Selbstbestäubung bei allen Bäumen weit geringer als nach Fremdbestäubung. Nach dem Versuchsergebnis könnte man demnach die untersuchten Bäume zunächst als „gering selbstfertil“ oder „weitgehend selbststeril“ einstufen. Diese Aussage muß jedoch insofern mit Vorsicht gemacht werden, als das Pflanzenprozent nicht nur von der genotypischen Mortalitätsquote der Embryonen, sondern auch von der Stärke des Pollenangebots abhängt (vergl. hierzu auch SARVAS, Lit. Nr. 23). Die Samenplantage Kattenbühl hatte bei freiem Abblühen ein geringeres Pflanzenprozent als bei der kontrollierten Kreuzung, weil zwar ausreichend Pollen künstlich in die Isolierungsbeutel geblasen wurde, die Pollenmenge in der Luft jedoch auf der zum ersten Male und nur spärlich blühenden Plantage gering war. Dagegen war das freie Pollenangebot auf der älteren Provenienzfläche Gahrenberg viel stärker und deshalb das Pflanzenprozent bei freier Bestäubung und kontrollierter Kreuzung dort ausgeglichener (vergl. Übersicht 6).

Außerdem können sowohl zusätzliche genetische als auch modifikatorische Faktoren wirksam gewesen sein, deren Ausmaß noch unbekannt ist.

Die von EAST und MANGELSDORF (Lit. Nr. 7) begründete und später weitergeführte Theorie von dem Vorhandensein und der Wirkungsweise von Sterilitätsgenen besagt, daß in jeder Population Sterilitätsgene in multipler Allelie vorkommen. Eine Befruchtung ist nicht möglich, wenn das Pollenkorn und die vom Pollenschlauch zu durchdringenden Gewebeschichten der weiblichen Blüte das gleiche Sterilitätsgen haben. Wird etwa bei gametophytischer Pollendetermination eine diploide S_1S_2 -Pflanze von einer S_2S_3 -Pflanze bestäubt, so vermögen wohl die Pollenschläuche mit dem generativen Kern S_3 , nicht jedoch die Pollenschläuche mit dem generativen Kern S_2 zur Eizelle vorzudringen und die Befruchtung herbeizuführen. Bei der erst später entdeckten sporophytischen Pollendetermination liegen die Verhältnisse allerdings etwas komplizierter, weil die Befruchtungsfähigkeit des Pollens nicht vom Gen des Pollens selbst, sondern von der genetischen Konstitution der

pollenspendenden Pflanze bestimmt wird, während gleichzeitig abgestufte Dominanzen auftreten. In beiden Fällen jedoch führt die Selbstbestäubung, also die Belegung beispielsweise einer S_1S_2 -Pflanze mit S_1 - oder S_2 -Pollen nicht zur Zygotenbildung.

Nun ist jedoch immer wieder eine geringe Selbstfertilität auch an Pflanzen gefunden worden, die nach ihrer bekannten genetischen Konstitution streng selbststeril sein mußten. BRIEGER (Lit. 4 u. 5) und EAST (Lit. Nr. 6) glauben daher, daß noch ergänzende Gene existieren, welche in bestimmter Kombination den Hemmechanismus für das Pollenschlauchwachstum aufheben können. Auch bei Fichte und Lärche wären solche Gene immerhin denkbar.

Neben solchen genetischen können modifikatorische Faktoren, welche durch ungestörte Umweltbedingungen oder durch die Versuchstechnik ausgelöst werden, die Stärke des Fertilitätsgrades beeinflussen. So können Blüten, die gegen Ende der Vegetationszeit gebildet werden, schwache Selbstfertilität aufweisen (Lit. Nr. 26). Häufiger als diese „endseason-fertility“ ist die sogenannte Knospenfertilität: Knospen selbststeriler Pflanzen, deren unreife Narben mit reifem Pollen belegt wurden, sind selbstfertil (Lit. Nr. 6 u. 26). Auch niedrige Temperaturen fördern die Fertilität (Lit. Nr. 6 u. 26). Schließlich setzen Doppelbestäubungen die Hemmreaktion herab, weil bei der zweiten Bestäubung die Hemmstoffe schon knapp geworden sind und dadurch ein längeres Pollenschlauchwachstum ermöglicht wird (Lit. Nr. 25 u. 26).

Ob diese an Angiospermen gemachten Beobachtungen auch auf Gymnospermen wie Fichten und Lärche zutreffen, ist noch nicht bekannt. Jedenfalls sind bei den dargestellten Versuchen Knospenbestäubungen mit Sicherheit häufiger vorgekommen. Auch sind zur Erhöhung des Bestäubungseffektes absichtlich Doppelbestäubungen vorgenommen worden. Da der Pollen dabei meistens in den Bestäubungsbeutel hineingeblasen worden ist und durch die Windbewegungen der Beutel selbst ständig in Bewegung gehalten wurde, sind theoretisch sogar Mehrfachbestäubungen denkbar. Schließlich könnten die in den Isolierungsbeutel festgestellten Unterkühlungen (Lit. Nr. 21) — besonders bei der Verwendung von Polyäthylen — eine Erhöhung der Fertilität zur Folge gehabt haben.

Es ist deshalb auf Grund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse noch nicht möglich, die eventuellen fertilitätsfördernden Ursachen gegeneinander abzugrenzen und sicher anzugeben, inwieweit artspezifische genetische Konstitutionen, Individualveranlagungen oder Umweltbedingungen für die Stärke der Fertilität verantwortlich sind. Bemerkenswert ist jedoch eine auffallende Übereinstimmung des Fertilitätsgrades nach Selbstbestäubung mit dem Fertilitätsgrad nach Fremdbestäubung.

Es zeigt sich, daß man die untersuchten Bäume sowohl bei der Fichte (Übersicht 5) als auch bei der Lärche (Übersicht 6) hinsichtlich ihres als Pflanzenprozent ermittelten Bestäubungserfolges in eine Rangordnung bringen kann

Übersicht 5. — Pflanzenprozent je Versuchsbaum: Selbstungsversuche 1958.

Fichte		
Baum Nr.	Selbstung	Kreuzung
65	0,07	7,5
61	0,3	10,6
63	0,5	20,4
62	2,4	20,8
64	7,6	37,4
66	16,6	46,7

Übersicht 6. — Pflanzenprozent je Versuchsbaum: Selbstungsversuche 1958.

Lärche			
Baum Nr. (Klon)	Selbstung	Kreuzung	Freies Abblühen
<i>Provenienzfläche Gahrenberg</i>			
22	0,2	8,3	4,8
20	0,6	7,9	7,8
17	1,0	8,2	7,9
18	1,6	6,9	17,2
16	2,5	12,2	23,4
19	4,1	(2,1)	11,5
<i>Samenplantage Kattenbühl</i>			
Mo ₁	0,05	9,8	4,5
Vo ₁	0,1	(2,0)	6,0
Neu ₁	0,2	12,6	(1,2)
D ₃	0,2	16,4	5,7
Va ₁	1,2	12,5	7,7
Va ₂	1,6	39,3	42,0
D ₄	2,2	12,0	9,8

und daß vor allem diese Reihenfolge bei Selbstung und Fremdung übereinstimmt. Wenn diese Übereinstimmung keine zufällige ist, hätten demnach Bäume mit einem niedrigen Fremdungsprozent auch ein niedriges Selbstungsprozent und Bäume mit hohem Fremdungsprozent auch ein hohes Selbstungsprozent. Oder allgemeiner ausgedrückt: eine Pflanze, die sich gut kreuzen läßt, ließe sich auch gut selbst, eine Pflanze, die sich schlecht kreuzen läßt, ließe sich schlecht selbst.

Nun ist das Pflanzenprozent nicht nur Ausdruck der genetischen Konstitution des Embryos, sondern auch Folge der mehr oder minder guten Ausstattung des Samens mit vom Mutterbaum stammendem Endosperm, die bei Fremdung- und Selbstungssamen gleich sein dürfte. Die Übereinstimmung des durch das Pflanzenprozent ausgedrückten Selbstungsgrades mit dem Fremdungsgrad ist vielleicht so zu erklären.

Schreibt man dies Ergebnis jedoch nicht einem gleichsinnigen Einfluß des Mutterbaumes zu, so könnte es zu interessanten Spekulationen Anlaß geben. Es scheint dann, als wenn neben einem individuellen Grad der Möglichkeit zur Selbstbefruchtung auch ein individueller Grad der Möglichkeit zur Fremdbefruchtung besteht. Selbstungsgrad und Fremdungsgrad stünden bei jeder Einzelpflanze in einem engen Zusammenhang, was wiederum zu der Überlegung führen könnte, daß auch bei der Fremdbestäubung ein Unverträglichkeits- (bzw. Verträglichkeits-)system ähnlicher Natur und ähnlich genetisch gelenkt wie bei Selbstbestäubung wirksam ist.

Macht man sich klar, daß die Sterilitätsfaktoren in multipler Allelie vorkommen, also in jeder Population $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ Gene vorhanden sind, so gibt es eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten zwischen jeweils zwei Genen. Jede diploide Pflanze trägt eine bestimmte Kombination, etwa S_3S_4, S_8S_{11} oder $S_{17}S_{28}$. Es wird ein seltener, aber immerhin denkbarer Fall sein, daß zwei Pflanzen mit gleicher Faktorenkombination, etwa S_3S_4 und S_3S_4 sich bestäuben. In diesem Fall werden die gleichen Vorgänge und Folgen wie bei einer Selbstbestäubung auftreten, obgleich es sich tatsächlich um eine Fremdbestäubung handelt. So gesehen, ist die Selbstbestäubung nur ein Spezialfall der Fremdbestäubung. Auch diese theoretische Überlegung läßt eine prinzipielle Übereinstimmung der Inkompatibilitätsverhältnisse bei Selbst- und Fremdbestäubung möglich erscheinen.

Zusammenfassung

Zapfen, Samen und Pflanzen aus kontrollierten Selbstbestäubungen des Frühjahrs 1958 an 6 Fichten (*Picea Abies* KARST.) und 15 Lärchen (*Larix decidua* MILL.) wurden auf verschiedene Weise untersucht und gemessen. Als Kontrolle diente Material aus gelenkten Kreuzungen und aus freier Bestäubung. Die Untersuchung umfaßte bei beiden Baumarten zusammen etwa 2250 Zapfen, 150 000 Samen und 16 000 Pflanzen.

Die Zapfen haben sich bei beiden Baumarten hinsichtlich Zapfenlänge, Zapfengewicht und Samenzahlen je Zapfen nach Selbstbestäubung normal entwickelt. Entwicklung und Wachstum der Zapfen scheint ausschließlich von der individuellen Veranlagung des Mutterbaumes bestimmt zu werden.

Bei den Samen war der Anteil voller Samen (Vollkornprozent) nach Selbstbestäubung deutlich herabgesetzt. Ebenfalls war die Keimungsquote (Pflanzenprozent) geringer. Mittlere Samengewichte (etwa Tausendkorngewichte) sind infolge des größeren Anteils an Hohlkörnern dann niedriger, wenn Voll- und Hohlkörner wie etwa bei der Fichte (nicht jedoch bei der Lärche) sich gewichtsmäßig unterscheiden. Im Einzelsamengewicht ergaben sich jedoch auch bei der Fichte keinerlei Unterschiede zwischen selbstbefruchteten und fremdbefruchteten Vollkörnern. Die Entwicklung von Endosperm und Samenschale scheint nach erfolgreicher Selbstbefruchtung normal zu verlaufen und wird offenbar nur vom Mutterbaum bestimmt.

Bei den durch Selbstbefruchtung erzielten Pflanzen wurden Inzuchtdefekte wie hohe Mortalitätsquote, verminderter Höhenwuchs, schütterer und gelbliche Benadelung und an Lärche auch sperriger und krummer Wuchs sowie Pflanzen ohne Gipfeltrieb beobachtet. Andererseits entstanden bei Lärche mehrere gleichmäßige ungeschädigte Nachkommenschaften sowie gut bis sehr gut wüchsige Einzelpflanzen.

Die Fertilität war nach erzwungener Selbstbestäubung bei allen Versuchsbäumen stark herabgesetzt, aber individuell verschieden. Ein völlig selbststeriler Baum konnte nicht gefunden werden. Mögliche fertilitätsfördernde genetische und modifikatorische Faktoren müssen beachtet werden. Bemerkenswert war die relative Übereinstimmung des Fertilitätsgrades nach Selbstbestäubung mit dem Fertilitätsgrad nach Fremdbestäubung, was zu interessanten Spekulationen Anlaß gibt.

Das mögliche Inkompatibilitätssystem bei Fichte und Lärche wurde diskutiert.

Über einige Erfahrungen hinsichtlich der Versuchstechnik wurde berichtet.

Summary

Title of the paper: *Some investigations on self sterility and inbreeding in spruce and larch.*

In spring 1958 controlled self pollinations were carried out with 6 spruce trees (*Picea abies* KARST.) and 15 larch trees (*Larix decidua* MILL.). The deriving cones, seeds, and plants were examined and measured. Materials from free pollination and cross pollination were used as control. The experiments were carried out with 2250 cones, 150 000 seeds and 16 000 plants from both the tree species.

Cone length, cone weight and number of seeds in both tree species seemed to be normally developed after self pollination. Development and growth of the cones seemed to be exclusively determined by the individual influence of the mother tree.

The percentage of full seeds was distinctly lower after self pollination as was the percentage of seed germination. The mean value of seed weight (for instance 1000 corn-weight) was lower only in spruce where there is a difference in weight between full and empty seed. This was not so in larch. With regard to the single seed weight spruce also showed no differences whether the seed had been derived from self pollination or from cross pollination. After successful self pollination the development of endosperm and seed coat seemed to be normal. Possibly this is determined only by the mother tree.

The plants derived from self pollination showed inbreeding defects: high mortality, reduced height growth, sparse and yellow needles and additionally in larch wide spread and crooked growth types and lack of the leading shoot. On the other side larch had several very uniform and undamaged progenies containing some fast or very fast growing trees.

All trees derived from artificial self pollination showed a highly reduced fertility, though there were individual differences. No tree was found which was absolutely self sterile. The possibility of genetical and modificative fertility promoting factors must be assumed. A relative correspondence between the degree of fertility after self pollination and cross pollination seemed to be remarkable.

The possibility of an incompatibility system in spruce and larch is discussed.

Some experiences on the technical methods used are reported.

Literatur

- (1) BARNER, H., and CHRISTIANSEN, H.: The Formation of Pollen, the Pollination Mechanism and the Determination of the most Favourable Time for Controlled Pollinations in *Larix*. *Silvae Genetica* 9, 1—11 (1960). — (2) BARTELS, H.: Untersuchungen über Gewicht, Maß und Wassergehalt bei forstlichem Saatgut. Diplomarbeit, Institut f. Forstbotanik und Forstgenetik, Hann. Münden (1950). — (3) BATEMAN, A. J.: Self-incompatibility Systems in Angiosperms. I. Theory. *Heredity* 6, Part 3, 285—310 (1952). — (4) BRIEGER, F. G.: Mendelian factors producing selective fertilization. *Amer. Nat.* 60, 183—191 (1926). — (5) BRIEGER, F.: Über genetische Pseudo-fertilität bei der selbststerilen *Nicotiana Sanderae*. *Biol. Zbl.* 47, 122 (1927). — (6) EAST, E. M.: Self-Sterility. *Bibliographica Genetica* 1929, 331—370. — (7) EAST, E. M., and MANGELSDORF, A. J.: A new interpretation of the heredity behavior of self-sterile plants. *Proc. nat. Acad. Sci. USA* 1925, 166—171. — (8) EHRENBURG, C., GUSTAFSSON, A., PLYM FORSHELL, C., and SIMAK M.: Seed Quality and the Principles of Forest Genetics. *Hereditas* 41, 291—366 (1955). — (9) EHRENBURG, C., and SIMAK, M.: Flowering and Pollination in Scots pine (*Pinus silvestris* L.). *Meddel. Stat. Skogsforskningsinstitut* 46, 1—27 (1957). — (10) GERSTEL, D. M., and RINER, M. E.: Self-incompatibility studies in Guayule. I. Pollen-Tube Behavior. *Journ. Heredity* 41, 49—55 (1950). — (11) GERSTEL, D. M.: Self-incompatibility studies in Guayule. II. Inheritance. *Genetics* 35, 482—506 (1950). — (12) HUGHES, M. B.: Self-sterility in *Crepis foedata* (L.) subsp. *rhoeadifolia* (BIEB.) SCHINZ et KELLER. Thesis, Univ. Calif. (Berkeley) 1943, p. 86. — (13) JOHNSON, L. P. V.: Reduced vigour, chlorophyll deficiency and other effects of self-fertilization in *Pinus*. *Can. Journ. Research* 23 C, 145—149 (1945). — (14) LANGLET, O.: Om utvecklingen av granar ur frö efter självbefruktning och efter fri vindpollinering. *Meddel. Stat. Skogsförsöksanstalt* 32, Nr. 1, 1—22 (1940). — (15) LANGNER, W.: Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D. C. und *Larix leptolepis* GORD. *Z. Forstgenetik* 1, 2—18 und 40—56 (1951). — (16) LANGNER, W.: Selbstfertilität bei *Picea omorica*. Autoreferat, *Silvae Genetica* 5, 152—153 (1957). — (17) LANGNER, W.: Selbstfertilität und Inzucht bei *Picea omorica* (PANČIČ) PURKYNE. *Silvae Genetica* 8, 84—93 (1959). — (18) LEWIS, D.: Comparative incompatibility in angiosperms and fungi. *Advances in Genetics* 6, 235—285 (1954). — (19) NIENSTEDT, H., and KRIEBEL, H. B.: Controlled Pollination of Eastern Hemlock. *Forest Sci.* 2, 115—120 (1955). — (20) ORR-EWING, A. L.: A Cytological Study of the Effects of Self-Pollination on *Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO. *Silvae Genetica* 6, 179—185 (1957). — (21) ROHMEDER, E., und

EISENHUT, G.: Untersuchungen über das Mikroklima in Bestäubungsschutzbeuteln. *Silvae Genetica* 8, 1—13 (1959). — (22) ROHMEDEK, E., und SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg — Berlin 1959. — (23) SARVAS, R.: Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Comm. Inst. Forest. Fenniae 53, 1—198 (1962). — (24) SCHANTZ v., F., und RUNDQUIST, E.: Tall in Svensk Växtförädling. Del II (Skogsväxterna). Natur och Kultur, Stockholm 1951, pp. 625—643. — (25) STRAUB, J.: Die Entwicklungsphysiologie der Selbststerilität von *Petunia* I und II. *Zeitschr. Na-*

turforschung 1, 287—291 (1946) und 2, 433—444 (1947). — (26) STRAUB, J.: Das Überwinden der Selbststerilität. *Zeitschr. Botanik* 46, 98—111 (1958). — (27) SYLVÉN, N.: Om pollineringsförsök med tall och gran. *Meddel. Stat. Skogsförsöksanstalt* 7, 219—228 (1910). — (28) SYRACH-LARSEN, C.: Genetics in Silviculture. Edinburgh 1956. — (29) TODA, R.: On the Crown Slenderness in Clones and Seedlings. *Zeitschr. Forstgenetik* 5, 1—5 (1956). — (30) WRIGHT, J. W.: Species Crossability in Spruce in Relation to Distribution and Taxonomy. *Forest Sci.* 1, 319—349 (1955).

Referate

Proceedings: Eighth Meeting of the Committee on Forest Tree Breeding in Canada. Fredricton, N. B., Part II, Progress Reports. pp. 100.

Zahlreiche Wissenschaftler berichten über ihre Arbeiten auf dem Gebiet der Genetik und Züchtung der Waldbäume. In Anbetracht der gedrängten Form der Veröffentlichung wird hier nur stichwortartig der Inhalt der einzelnen Beiträge wiedergegeben.

BOYER, M. G.: Infektionsmethoden zur Verwendung bei der Züchtung der Strobe auf Resistenz gegen den Blasenrost.

CARMICHAELS, A. J.: Zehnjährige Provenienzversuche mit *Pinus resinosa* und *P. banksiana* an mehreren Anbauorten. Samenplantagen und Saatgutbestände.

CHIASSON, L. P.: Artkreuzungen bei *Abies*.

CRAM, W. H.: Auslese selbstinkompatibler, aber kreuzungskompatibler Pflanzen bei *Caragana arborescens*; Verschiebung der Auslese auf Wüchsigkeit bis nach dem Eintritt der Blüte; Untersuchung der Pollenvitalität und Grünstecklingsvermehrung.

Bei *Picea pungens* Untersuchung der Kompatibilitätsverhältnisse: Gradweise Unterschiede der Ausbeute gesunder Samen pro Zapfen bis zur völligen Kreuzungsunverträglichkeit, niedrige Selbstungskompatibilität. Ergebnisse von Nachkommenschaftsprüfungen, Vererbungsmodus der Blaufärbung, Pollenvitalitätsuntersuchungen, Selbstungsversuche, Isoliertechnik bei künstlicher Bestäubung, Keimkapazität.

Provenienzversuche mit *Pinus silvestris*.

DANCE, B. W.: Prüfung von *Populus alba* × *grandidentata* auf Resistenz gegen *Gloeosporium* sp., von *Populus tremuloides*, *P. grandidentata* und *P. tremula* auf Resistenz gegen *Hypoxyylon pruinaum*, verschiedener Arten und Sorten von *Populus* auf Resistenz gegen *Dothichiza populea*.

EBELL, L. F.: Steigerung des Zapfenertrags bei *Pseudotsuga menziesii* durch Stickstoffdüngung; Vegetativvermehrung durch Luftableger bei dieser Baumart.

FARRAR, J. L.: Introgression zwischen *Picea rubens* und *P. mariana*; Provenienzversuch mit *Pinus banksiana*.

FOWLER, D. P.: Züchtung und vegetative Vermehrung von Kiefern der Sektion *Diploxylon*.

FRASER, D. A.: Anatomie und Physiologie der Knospen von *Picea glauca* und *P. mariana*.

HANCOCK, W. V.: Variation von Faserlänge, Drehwuchs, Druckholz und Raumdichte bei *Pseudotsuga menziesii*; Untersuchung der Korrelation zwischen Holzmerkmalen des Schafts und der Äste.

HEIMBURGER, C.: Züchtung von Kiefern der Sektion *Haploxylon*, Pappeln der Sektion *Leuce*, *Thuja* und *Castanea* mit vielfältigen Züchtungszielen.

HOLST, M. J.: Herkunftsforschung und Artkreuzungen bei *Picea glauca*, *P. rubens*, *P. mariana*, *P. abies*. Heteroplastische Transplantation bei Fichten und Kiefern. Züchtung von *Pinus resinosa*, *P. banksiana*, *P. silvestris*, *P. nigra*, *Larix* sp. Studium der Periodizität und Blühinduktion.

MACGILLIVRAY, H. G.: Züchtung von *Abies balsamea*, *Picea abies*, *P. rubens*, *P. sitchensis*, *Pinus resinosa*. Anbauversuche an mehreren Versuchsorten.

MOORE, R. J.: Zytogenetische Untersuchungen an *Caragana arborescens*.

ORR-EWING, A. L.: Züchtung von *Pseudotsuga* und *Tsuga*.

PARROT, L.: Provenienzversuche.

SULLIVAN, C. R.: Resistenzzüchtung bei *Pinus*.

SZIKLAI, O.: Züchtungsarbeiten an *Pseudotsuga*, *Tsuga*, *Populus*, Züchtungsprogramm für ungarische Korbweiden. HATTEMER

VAARTAJA, O.: **Ecotypic variation in photoperiodism of trees with special reference to *Pinus resinosa* and *Thuja occidentalis*.** *Can. J. Botany* 40, 849—856 (1962).

Diese ist die letzte in einer Reihe von Arbeiten über photoperiodische Experimente mit Klimarassen nordamerikanischer

Holzarten. Frühere Untersuchungen an *P. resinosa* und *Th. plicata* hatten zu unbefriedigenden Resultaten geführt. Sie wurden deswegen wiederholt: — Sämlinge einer nördlichen und einer südlichen Herkunft der genannten Arten wurden eingetopft (5 Wiederholungen) und im Gewächshaus sechs verschiedenen Photoperioden ausgesetzt, die vom extremen Langtag (Dauerlicht) bis zum extremen Kurztag (9 Stunden Licht pro Tag) reichten. — Bei beiden Arten führte Kurztagbehandlung zu geringem Wachstum. Bei *P. resinosa* konnten Veränderungen der Photoperiode den artspezifischen endogenen Wachstumsrhythmus nicht vollständig überdecken. *Th. occidentalis* hingegen dürfte weder einem ausgeprägten spezifischen Wachstumsrhythmus folgen, noch nennenswert auf die Photoperiode reagieren. Hier scheint für den Wachstumsabschluß hauptsächlich die Temperatur verantwortlich zu sein.

Unbeschadet dessen sind auch bei diesen beiden Arten gewisse Wechselwirkungen zwischen Photoperiode und Herkunft zu erkennen. Eine bestimmte, eng umgrenzte Photoperiode hemmte die Entwicklung (Höhenwachstum und Trockengewicht) der nördlichen Herkünfte mehr als die der südlichen. — Die abschließende Diskussion hat die Ergebnisse von entspr. Versuchen mit 19 Arten zum Inhalt und befaßt sich hauptsächlich mit Zusammenhängen zwischen Evolution und den verschiedenen auslösenden Reaktionen des Wachstumsabschlusses. SCHÜTT

VIKTOROV, D. P., und BYSTRJANTZEV, P. I.: **Einfluß der Bedingungen der Phosphordüngung auf die Transpiration der Sämlinge von Holzarten.** *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 123, 1302—1304 (1959). [Russisch]

Acer negundo- und *Pinus silvestris*-Sämlinge werden in Nährlösung kultiviert. Phosphor wird in zwei verschiedenen Konzentrationen zusätzlich zugeführt. Die Transpiration wird gravimetrisch gemessen. Je höher die Phosphor-Dosis ist, desto geringer ist die Transpiration. Durch gleichzeitige Herabsetzung von Kalium und Stickstoff in der Nährlösung wird die Transpiration noch stärker erniedrigt. Die Herabsetzung der Transpiration durch P-Düngung hat große Bedeutung bei der Anzucht der Sämlinge von Holzarten unter ungünstigen Bedingungen in Trockengebieten. V. DELLINGSHAUSEN

VELIKOVIĆ, D.: **Plantagenmäßiger Pappelanbau im Überschwemmungsgebiet der Morava.** *Sumarstvo*, Beograd, 15, 469—477 (1962). [Serbokroat.]

Die moderne plantagenmäßige Anzucht raschwüchsiger Pappeln ist in Jugoslawien erst seit 1959 eingeleitet und nimmt in der pannonischen Niederung längs der Donau, Save, Theiss und Drau immer mehr an Umfang zu. Im eigentlichen Serbien, so an der Morava und ihren Zuflüssen, ist die Pappelkultur flächenmäßig noch klein. Die meisten Kanadapappeln sind von schlechtem Aussehen und durch *Dothichiza* gefährdet. Die bisherigen Erfahrungen mit *P. robusta*, *marilandica*, *serotina*, *I-214* und *I-154* sind noch unzureichend. Inzwischen hat aber die Regulierungskommission ein Anbauprojekt ausgearbeitet das hier umrissen wird, in dem die künftigen Möglichkeiten für den Pappelanbau günstiger beurteilt werden. ONNO

VIDAKOVIĆ, M.: **A seed orchard of narrow leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Varl.)** *Topola*, Beograd 7, Nr. 31—33, pp. 34—39 (1963).

Die Selektionsmethode der Plusbäume, von denen 20 in die Samenplantage eingebracht wurden, wird beschrieben. Es folgen Daten über die Lage, Anlage und die Bodenbeschaffenheit der Plantage. Der Beginn der Fruktifikation wird im 6. bis 8. Jahre und ein Ertrag von 250 kg pro ha erwartet. MELCHIOR