

Frequenzen von Kiefernpollen in Südschweden 1953 und 1954

Von ARNE PERSSON

Verein für Forstpflanzenzüchtung Ekebo, Källstorp, Schweden

(Eingegangen am 10. 3. 1955)

Das Motiv der vorliegenden Untersuchungen über die Ausbreitung von Kiefernpollen von genau abgegrenzten Pollenreservoirien war der herrschende Mangel an Angaben über die Veränderung der Pollenfrequenzen bei zunehmendem Abstand von starken Pollenquellen. Der Mangel wurde akut im Zusammenhang mit den für Schweden geplanten und in großem Umfang bereits in Angriff genommenen zentralen Samenplantagen. Es ist von größter Bedeutung, daß die Menge fremden Pollens, welche diese Plantagen erreicht und an der Bestäubung teilnehmen kann, so gering wie möglich ist. Dies läßt sich praktisch durch eine genügende **Abstandsisolierung** erreichen, und der Zweck der Untersuchungen war, zu versuchen, in groben Zügen den Minimalabstand festzustellen, welcher als **ausreichend** angesehen werden kann, damit arteigener Pollen nicht wünschenswerter Provenienzen die legitime Bestäubung innerhalb der Plantage nicht stören kann.

Eine Reihe von Forschern hat mit Waldbäumen als Versuchsobjekt den Pollenflug von sowohl einzelnen Bäumen wie Beständen studiert. HESSELMAN (9) stellte zwei Versuche auf Feuerschiffen in 30 und 55 km Entfernung von der Küste an, wobei im Verlauf von 24 Stunden maximal 3601 Pollen auf der kürzeren Strecke, und 844 Pollen auf der längeren in einer Petrischale aufgefangen wurden. OPPERMAN berechnete, daß die großen Pollenmengen, welche 1804 an der Küste von Kopenhagen nach Helsingör beobachtet wurden, mindestens 300 km weit transportiert worden sein müssen. DENGLER und SCAMONI (6) fanden, daß ein Ferntransport von Pollen nach Helgoland und Adlersgrund stattfand. Während der Zeit vom 15. Mai bis 15. Juni 1931 wurden 170 resp. 22 620 Körner auf schwingenden Objektgläsern aufgefangen. Für Helgoland lag das Maximum bei 85 und für Adlersgrund bei 8723 Stück/Tag. Auch auf anderen Stationen konnte DENGLER Pollen beobachten, welcher eine bedeutende Strecke transportiert worden sein mußte.

In späteren Untersuchungen wurde der Pollenflug in Hinblick auf die Frequenz in- und außerhalb einer genau bestimmten Pollenquelle studiert. REMPE (15) findet, für Hasel, daß auf 0 m Entfernung vom Bestand 10 Körner/cm² aufgefangen werden, auf 20 m 25 Stück, um dann auf 4 Pollenkörner/cm² bei 100 m Abstand abzusinken. LANGNER (11) hat die Frequenzen von Aurea-Sämlingen in einem Fichtenbestand bestimmt, welcher eine Anzahl Fichten mit Aurea-Faktor umgibt. Auf 20 m Entfernung von den Aurea-Bäumen findet er nicht über 20% gelbgrüne Pflanzen, und auf 40 bis 70 m

Abstand um 0 bis 1% in der Farbe abweichende Keimpflanzen. BUELL (3) führt für *Pinus echinala* MILL. an, daß die Pollenmenge bereits in 160 m Entfernung nur 10% der Menge innerhalb des Bestandes beträgt. V. DELLINGSHAUSEN (5) fand, daß bei einer Pollenquelle in Form einer älteren Birkenpflanzung die Pollenzahl von 130 St. in 20 m Entfernung auf 20 St. in 380 m absank.

Methodik

Für die Untersuchungen im Jahre 1953 wurden angewandt: 1. Konimeter (Fig. 1); 2. Windfahne mit Objektgläsern, bestrichen mit Vaseline (Fig. 2); 3. Sphärische Kugeln mit Vaseline überzogen (Fig. 3).

Das Konimeter besteht aus einem 6 mm starkem Saugrohr und einer zerlegbaren Platte, in welche ein Objektglas mit zylindrischer Vertiefung eingesetzt werden kann. In dieser Vertiefung wurde ein kleiner Tropfen Zedernöl zum Aufsammeln und Festhalten des Pollens angebracht. Das Einsaugen erfolgte mittels eines Staubsaugers, der mit einer Trockenbatterie oder Autobatterie angetrieben wurde. Das folgende Diagramm zeigt die Einsauggeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Amperezahl (s. Diagramm 1).

Bei der Arbeit mit dem Konimeter wurden 3 Ampere verwendet, welche für Luft eine Sauggeschwindigkeit von 23,1 m/sec. ergab. Die gesamte Vertiefungsfläche des Objektglases wurde ausgezählt.

Bei den auf drehenden Windfahnen angebrachten Objektgläsern wurden je 20 Gesichtsfelder unter dem Mikroskop ausgezählt. Bei einer Vergrößerung von 8×7 ent-

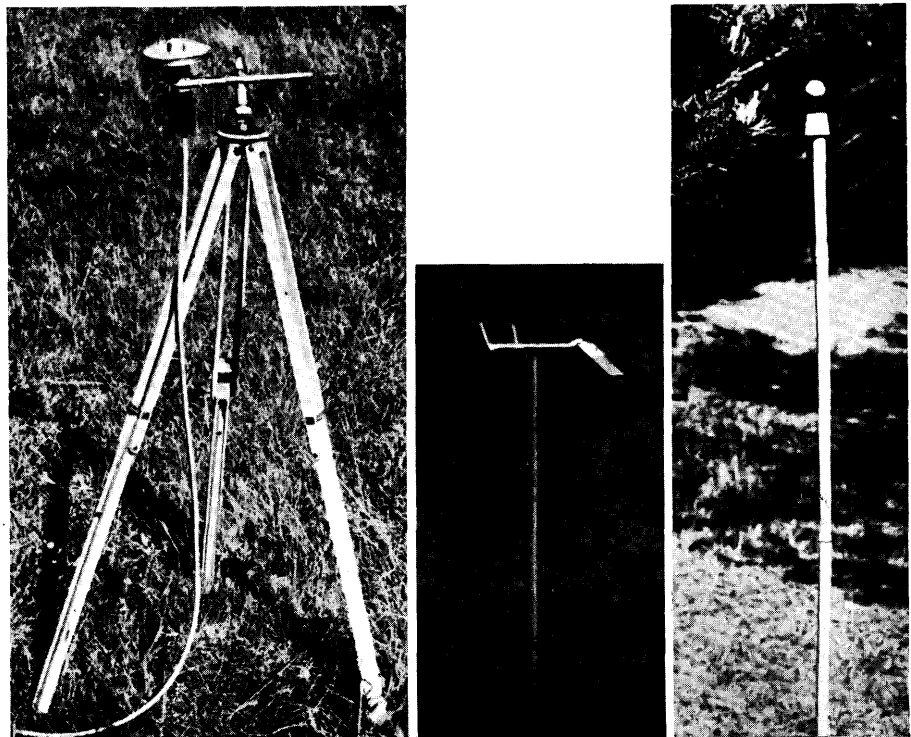


Fig. 1-3 (von links nach rechts): 1. Konimeter. 2. Windfahne mit Objektglas. 3. Kugel.

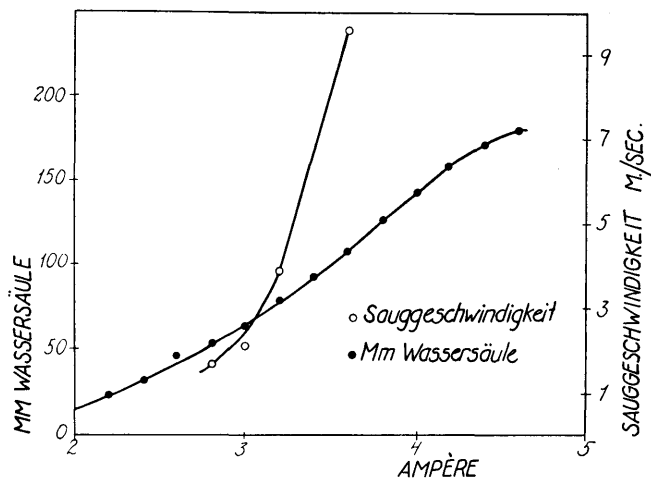


Diagramm 1. Sauggeschwindigkeit des in der Untersuchung angewandten Konimeters bei verschiedenen Ampèrezahlen.

spricht diese Fläche $20 \times 2,8938 = 57,8760 \text{ mm}^2/\text{Objektglas}$.

Die Kugeln (mit einem Durchmesser von 1,7 cm, Volumen $2,57 \text{ cm}^3$ und Fläche $9,0746 \text{ cm}^2$) waren auf 1,3 m hohen Stöcken angebracht. Zur Auszählung wurden die Pollen mit Xylol von den Kugeln auf eine Glasplatte gespült. Das Xylol wurde verdunstet und der Rückstand mit Immersionsöl und wenig Essigsäure-Karmin verrührt, worauf die Auszählung erfolgte.

Kugeln und Objektgläser wurden jeden Morgen gegen 8 Uhr ausgetauscht. Die Konimeterbestimmungen wurden innerhalb 5 Minuten mehrere Male am Tag durchgeführt.

Versuchsbezirke

Der Schwerpunkt der Untersuchungen wurde nach Barsebäck und Vittskövle in Skåne verlegt. Die Lage der Versuchsorte geht aus Fig. 4 hervor. Die Ausdehnung der Bestände bei Barsebäck umfaßt 200 ha, und bei Vittskövle 225 ha. Fig. 5 und 6 zeigen die Probepunkte bei Barsebäck und Vittskövle. Für den Bezirk Barsebäck muß hierbei betont werden, daß die Untersuchungen bei westlichen und südwestlichen Winden störenden fremden Kiefernbestände in Dänemark gesucht werden müssen. Auf dem nördlichen Teil Seelands ist *Pinus silvestris* in begrenzter Anzahl zu finden. Größere dänische Kiefernbestände dagegen sind in Jütland gelegen, wohin die Entfernung von dem Barsebäck-Bestand mehr als 200 km beträgt.

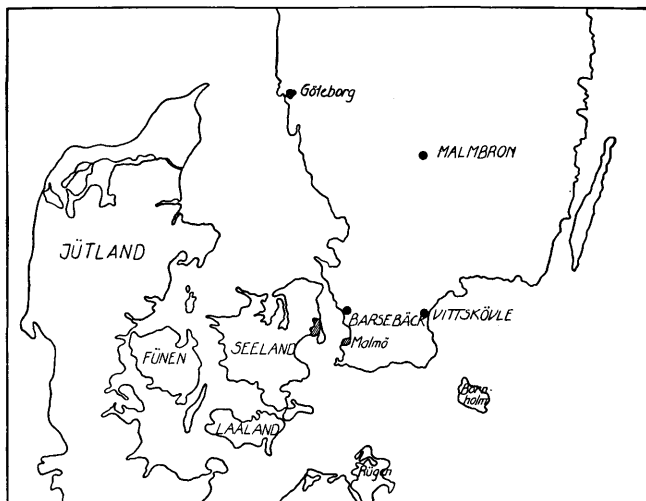


Fig. 4. Die drei südschwedischen Versuchsbezirke.

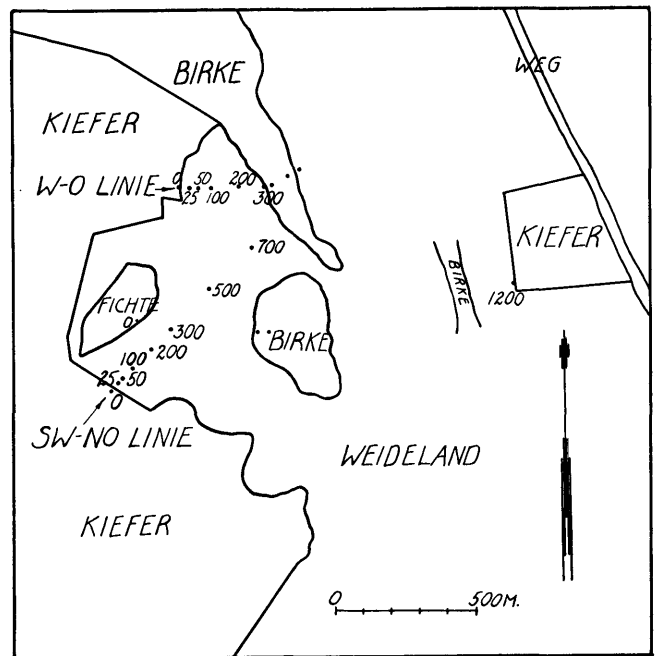


Fig. 5. Die Probepunkte bei Barsebäck.

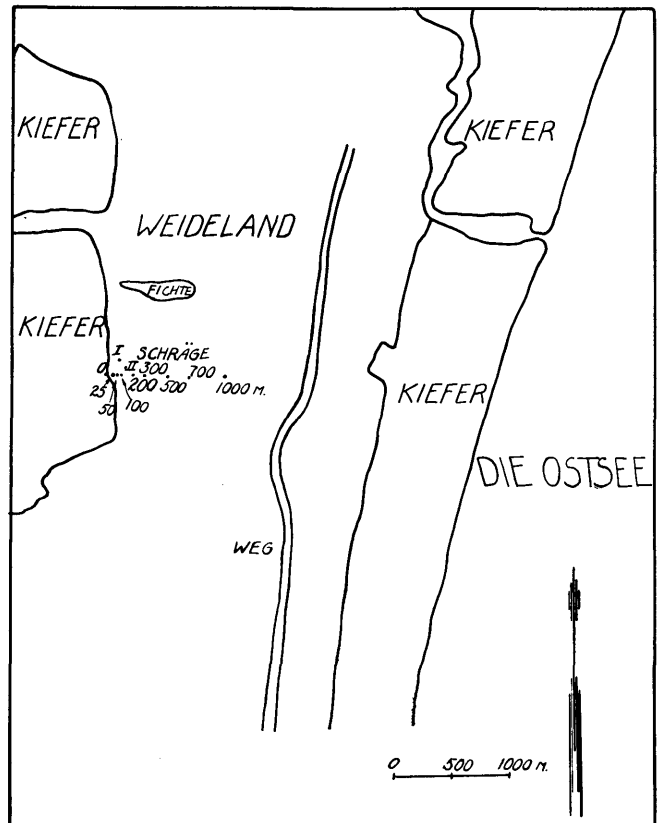


Fig. 6. Die Probepunkte bei Vittskövle.

Der Bezirk bei Malmbron in Småland liegt mitten in dem homogenen Kiefernkomplex um Värnamo, welcher mehrere 10 km^2 beträgt.

Was den Bezirk Sundmo abschließend betrifft, so liegt dieser auf dem $63,30$ Breitengrad in Norrland inmitten ausgedehnter Kiefernwälder. Die vier Versuchsstationen sind auf ebenem Boden gelegen, und störende Vegetation außerhalb der Bestandskante fehlt.

Wetter

Die Untersuchungen in Barsebäck erfolgten zwischen dem 20. und 24. Mai, in welcher Zeit ungewöhnlich gutes Wetter herrschte. Für diese Tage werden von der meteorologischen Station in Ekebo (20 km NW Barsebäck) folgende Tageshöchsttemperaturen angegeben: 24,8 — 25,0 — 24,5 — 21,6 und 20,2° C. Das Wetter war klar mit schwachen Winden.

Für die kurze Versuchszeit in Vittskövle herrschte gutes Wetter mit 23° C. In Malmbron war die Temperatur während der Zeit vom 29. 5. bis 1. 6. niedrig, mit einem Maximum von 12,5° C. Regen fiel am 29. 5. während drei Stunden.

Blüte

Beobachtungen in Barsebäck sowie Ekebo ergaben, daß die männliche Blüte der Kiefer gut war. Ein gleiches Ergebnis zeigte sich auch für die übrigen Versuchsorte. Das Flugblatt Nr. 68 vom Staatl. Forstforschungsinstitut bezeichnet die männliche Kiefernblüte für das Jahr 1953 im Bezirk Barsebäck als „schlecht“, und für die übrigen Orte als „weniger gut“. Am 23. 5. konnte in dem Kiefernbestand in Barsebäck um 12.30 Uhr eine dichte Pollenwolke beobachtet werden.

Resultat

Tabelle 1 gibt die Zahl mittels Kugel aufgefangener Pollenkörner per Tag an.

Tabelle 1

Versuchsort	Anzahl Proben	Tag	Anzahl Körner per Kugel	Anzahl Körner per cm ³	Anzahl Körner per cm ²
Barsebäck	21	1	2,321	903	256
	21	2	18,429	7,171	2,031
	20	3	3,061	1,191	338
Summe	62	—	23,811	9,265	2,625
Vittskövle	17	1	9,637	3,750	1,062
Malmbron	9	1	722	281	80
Sundmo	9	1	1,239	482	137
Barsebäck		1	2,678	1,042	295
		2	54,599	21,244	6,017
		3	7,775	3,025	857

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, variiert die Pollenmenge bedeutend von Tag zu Tag, sowie an den verschiedenen

Tabelle 2. Pollenkörner per cm² und Tag

Tag	Abstand in Meter					
	0	25	50	100	200	300
1	81	129	232	190	129	133
2	1566	1790	2418	1947	1622	752
3	67	461	297	414	248	267
Summe:	1714	2380	2947	2537	1999	1152

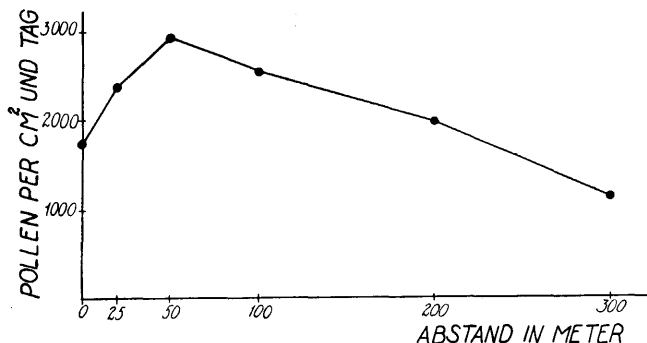


Diagramm 2. Pollenfrequenzen bei Barsebäck, W-O-Linie. 20.—24. Mai 1954. Kugelmethode.

Orten. Die niedrigen Werte für Malmbron finden ihre Erklärung in dem kühlen und regnerischen Wetter. Ähnliche Variationen gehen aus der Mehrzahl gleichartiger Untersuchungen hervor (HESSELMAN, DENGLE, SCAMONI, SARVAS). Ein näheres Ergebnis der Resultate von Barsebäck ist aus der Tabelle 2 zu ersehen. Eine graphische Darstellung obenstehender Tabelle wird in Diagramm 2 gezeigt.

Tabelle 3 gibt die Pollenmenge per cm² und Tag für die SW-NO-Linie an.

In Diagramm 3 sind obenstehende Pollenmengen repräsentiert.

Tabelle 3. Pollenkörner per cm² und Tag

Tag	Abstand in Meter							
	0	25	50	100	200	300	500	700
1	315	160	181	164	424	202	129	145
2	1,307	2,090	1,704	2,461	1,942	1,404	2,327	2,156
3	214	452	(252)	276	433	491	309	305
Sa.:	1,835	2,702	2,137	2,901	2,799	2,097	2,765	2,606

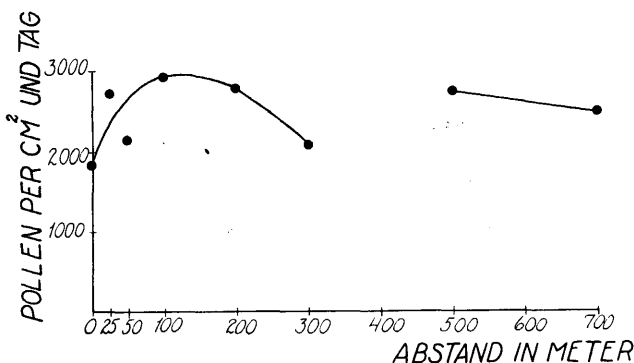


Diagramm 3. Pollenfrequenzen bei Barsebäck, SW-NO-Linie. 20.—24. Mai 1953. Kugelmethode.

Für die östliche Linie (s. Fig. 5) wurden für die Zeit vom 20. bis 23. Mai folgende Pollenmengen erhalten:

Tabelle 4. Pollenkörner per cm² und Tag

Tag	Abstand in Meter				
	0	25	50	100	500
1	434	552	514	442	206
2	1,652	1,752	2,837	1,571	2,026
3	148	209	400	466	219
Summe:	2,234	2,513	3,751	2,479	2,457

Für die Hauptlinie bei Vittskövle ergaben sich folgende Pollenfrequenzen per cm² und Tag:

Abstand	0	25	50	100	200	300	500	700
Anzahl Pollen	1952	2639	3157	1154	105	19	187	103

Eine graphische Darstellung hierüber zeigt Diagramm 4.

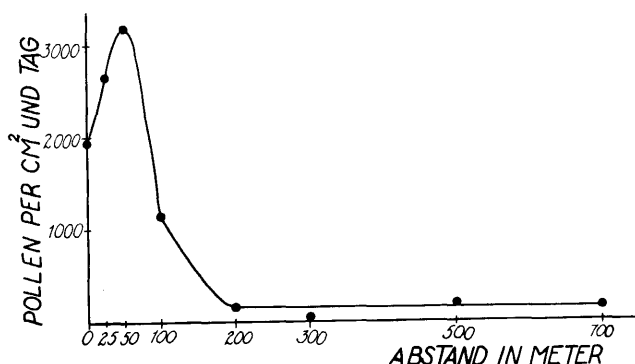


Diagramm 4. Pollenfrequenzen bei Vittskövle. 20.—26. Mai 1953. Kugelmethode.

Die bei Malmbron vom 29. bis 20. Juni bei ungünstigem Wetter gewonnenen Proben ergeben folgendes Resultat:

Zur Erläuterung der Pollenkonzentrationsabnahme mit wachsendem Abstand von der Pollenquelle können den Werten in 500 und 700 m auf der SW-NO-Linie keine größere Bedeutung zugemessen werden, da kleinere Kiefernbestände, welche mit wechselndem Abstand parallel zu dieser Linie verlaufen, einen störenden Einfluß ausgeübt haben können. Die Mittelwerte der bei Barsebäck, Vittskövle und Malmbron mittels Kugeln aufgefangenen Pollenmengen ergeben:

Abstand	0	25	50	100	200	300	500	700
Pollenkörner/cm ²	786	1103	1178	944	701	467	(677)	(777)

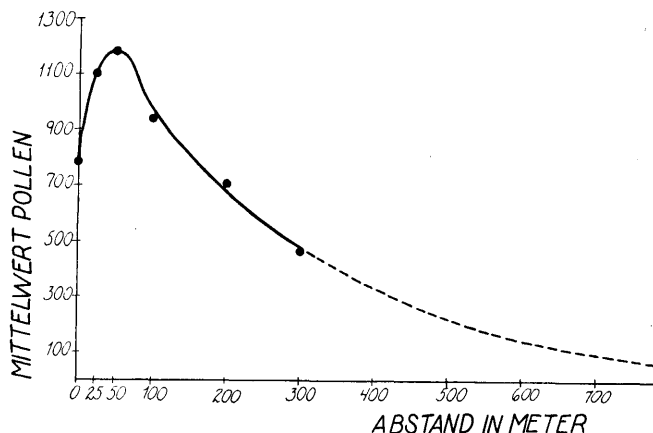


Diagramm 5. Mittelwerte der Pollenfrequenzen bei Barsebäck, Vittskövle und Malmbron, 1953. Kugelmethode.

In Diagramm 5 sind die Pollenfrequenzen bis zu 300 m Abstand von der Pollenquelle vertreten. Auf Grund der oben erwähnten störenden Einflüsse wurden die Pollenfrequenzen auf 500 und 700 m interpoliert. Gemäß dieser Kugelmethode ist die Pollenmenge in ca. 50 m Abstand von der Bestandskante am größten, um dann auf 60% bei 200 m und 40% bei 300 m Abstand abzusinken, REMPE (15) fand bei Hasel, daß die Pollenkonzentration bei ca. 25 m von der Pollenquelle am größten war, um dann bei 100 m auf 15% des Maximalwertes abzusinken. Innerhalb der Pollenquelle wurden ca. 40% der maximalen Kornzahl aufgefangen, also weniger als der Wert, den wir fanden.

Objektglas im 45°-Winkel auf Windfahne

Diese Methode wurde im Frühling 1953 in den Bezirken Vittskövle und Sundmo geprüft. Zum Vergleich der Methoden mit Kugel und Objektglas wurden die Resultate beider Versuche in Vittskövle in nachfolgender Tabelle angegeben.

Tabelle 5. Anzahl Pollenkörner per cm² und Tag

Abstand in m	0	25	50	100	200	300	500	700	Schräge I	Schräge II
Windfahne	4040	3730	3120	1440	580	360	510	320	3440	1870
Kugel	1952	2639	3157	1154	105	19	187	103	1352	449

Wie aus Tabelle 5 hervorgeht, hat die Objektglas- methode bedeutend höhere Werte als die Kugelmethode. Der Mittelwert für Kugeln beträgt 1112 Körner /cm² und 1941 Körner/cm² für Objektgläser, oder 100:175. Auch bei dieser Versuchsanordnung liegt bei einem Abstand von 700 m von der Bestandskante ein Konzentrationsabfall bis ca. 10% der Konzentration auf 50 m von der Kante vor.

Diagramm 6 zeigt die Werte der mit Kugel und Objektglas auf Windfahne aufgefangenen Pollen bei Vittskövle.

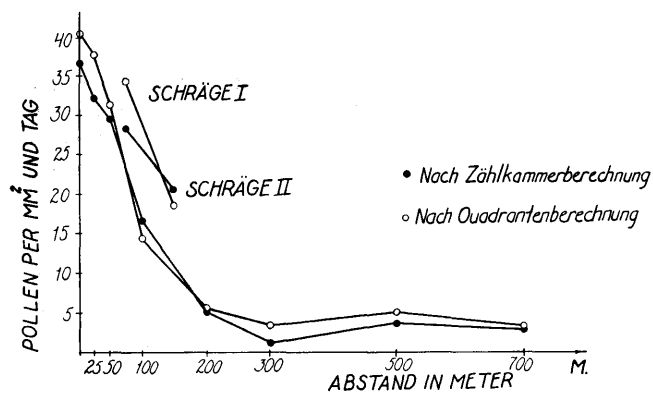


Diagramm 6. Vergleich der mit Zählkammer- und Quadrantenmethode erhaltenen Frequenzen von Pollen in dem Material von Vittskövle, 1953.

Für Sundmo ergibt ein Vergleich zwischen Kugel und Objektglas folgende Werte:

Tabelle 6. Anzahl Pollenkörner per cm² und Tag

Probepunkt Nr.	2	3	4	6	7	8	10	
Objektglas	636	204	1158	204	689	90	322	m: 431
Kugel	62	320	376	128	95	24	190	m: 156

Bestimmung der Pollenfrequenz mit Konimeter

Das in der Methodikbeschreibung schon erwähnte Konimeter wurde parallel mit den anderen Auffangapparaten in Barsebäck, Vittskövle und Malmbron angewandt. Jede Probe nahm 5 Minuten in Anspruch. Ein Vergleich mit den Kugelproben wird in Tabelle 7 gezeigt.

Tabelle 7. Durchschnittszahl Pollenkörner per cm²/Tag

	Tag	Konimeter			Kugel	
		Anzahl Körner	Anzahl Proben	Relativ zahl	Anzahl Körner	Relativ zahl
Barsebäck	1	3,64	22	100	256	100
	2	28,05	19	771	2031	793
	3	15,88	17	436	338	132
Vittskövle	1	6,62	8	182	1062	415
Malmbron	1	2,75	12	76	80	31

Man kann sagen, daß die Konimeterbestimmungen in großen Zügen die gleiche relative Pollenfrequenz ergeben wie das Auffangen mit der Kugelmethode auf den verschiedenen Versuchsplätzen.

Berechnet man die Mittelwerte für sämtliche Proben bei gleichem Abstand von der Pollenquelle, so erhält man mit dem Konimeter folgende Werte für die Anzahl Pollenkörner per Luftmenge:

Tabelle 8

Abstand/m	Anzahl Proben	Mittelwert
0	30	16,03
100	19	10,37
200	16	9,81
300	15	8,53
500	3	3,67
700	2	2,00

Die Tabellenwerte sind graphisch in Diagramm 7 wiedergegeben.

Auch in diesen, mit dem Konimeter genommenen Proben, ist die Pollenkonzentration bei 700 m Abstand von der Pollenquelle bedeutend gesunken. In vorliegendem Fall bis 12,5% der maximal gemessenen Konzentration.

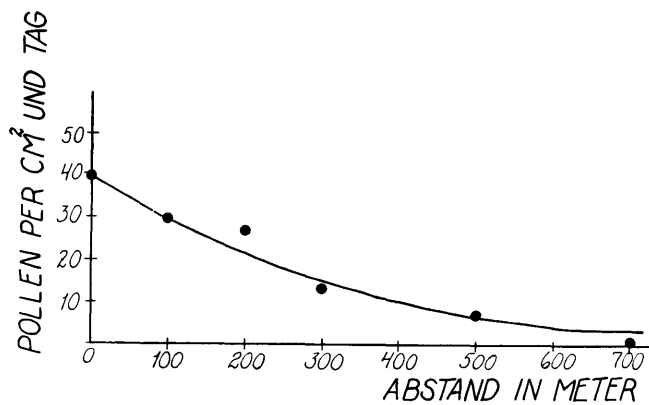


Diagramm 7. Mittelwerte der Pollenfrequenzen bei Barsebäck, Vittskövle und Malmbron, 1953. Konimetermethode.

Tagesvariationen

Stellt man die Resultate der Konimeterbestimmungen des 2. und 3. Tages in der SW-Linie in Barsebäck zusammen, so erhält man folgende Pollenkörner per Luftmenge. (Auf Grund der wenigen Messungen, welche am 1. Tage ausgeführt werden konnten, werden diese hier ausgelassen.)

Tabelle 9

Ab- stand/m	2. Tag			3. Tag		Σ	Mittel- wert
	8h	14h	16h	8h	13h		
0	12	47	12	11	115	197	39,40
100	38	29	36	17,5	26	146,5	29,30
200	14	42	60	0,5	19	135,5	27,10
300	14	25	13	2	14	68	13,60
500					7		
700					1		

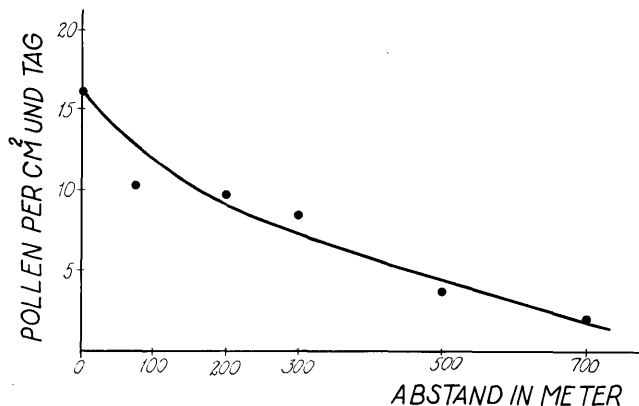


Diagramm 8. Pollenfrequenzen am 2. und 3. Tag bei Barsebäck, 1953. Konimetermethode.

Die oben angeführten Bestimmungen sind in Diagramm 8 anschaulich gemacht, welches Übereinstimmungen mit den Erfahrungen der Kugel- und Objektglasmethode zeigt. Sogar in 300 m Entfernung vom Waldrand zeigen die Werte noch eine gewisse Stärke und die deutlich abnehmende Pollenfrequenz ist klar zu erkennen.

Teilt man die erhaltenen Werte nach der Uhrzeit ein, so erhält man folgendes Resultat:

Tabelle 10

Uhrzeit	Anzahl Proben	Mittlere Pollenzahl
7 — 9	7	13,43
9 — 11	8	15,00
11 — 13	4	34,50
13 — 15	7	17,57
15 — 17	4	1,50

Die oben angegebenen Pollenfrequenzen, welche in zwei-stündigen Intervallen gemessen wurden, sind graphisch in Diagramm 9 dargestellt.

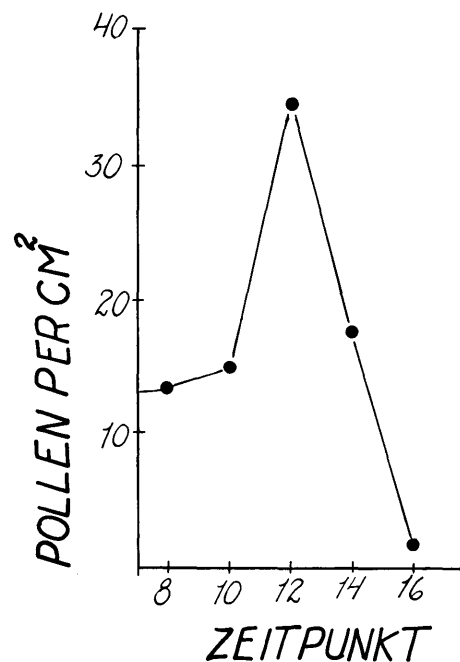


Diagramm 9. Variation der Pollenfrequenzen mit der Tageszeit.

Wie aus dem Diagramm zu ersehen ist, zeigt die Blüte in dem vorliegenden Material einen betonten Höhepunkt zwischen 11 und 13 Uhr. Daß dieser bei den äußerst günstigen Blüteverhältnissen unter dem Mittagssonnenstand erreicht wurde, scheint natürlich. Direkte Beobachtungen an der Pollenwolke zeigten ebenfalls, daß kurz vor 12 Uhr Pollen „rauchte“. SCAMONI findet in seinen Versuchen mit Kiefer unter $2\frac{1}{2}$ Tagen sehr wechselnde Maxima. Am 1. Tag wird der Höhepunkt zwischen 17—18 Uhr erreicht, am 2. Tag zwischen 16—17 Uhr und am 3. Tag zwischen 12—13 Uhr. REMPE gibt für 12-Stunden-Beobachtungen an *Pinus* folgende Daten an: 1. Tag 10,3%, 1. Nacht 5,2%. 2. Tag 30,8%, 2. Nacht 57,5%; 3. Tag 32,1%, 3. Nacht 37,8% und 4. Tag 4,1%. Also auch aus REMPEs Material können keine einheitlichen Resultate herausgelesen werden.

Zusammenfassend kann von den Pollenuntersuchungen im Jahre 1953 gesagt werden, daß mehrere günstige Umstände zusammenwirkten, um das Resultat so überwiegend eindeutig zu gestalten, obwohl drei verschiedene Auffangapparate angewendet wurden.

1. Das Wetter war günstig, mit Tageshöchsttemperaturen zwischen 25—30° C. Die Luftfeuchtigkeit war gering. Eine Ausnahme bildet die Station Malmbron, welche unter einem Teil der Untersuchungszeit Regen hatte.

2. Die Blüte war von mehr als „normaler“ Größenordnung.

3. Die Windstärken schwankten zwischen 0—4,7 m/sec., und können somit ebenfalls als „normal“ für Jahreszeit und Platz angesehen werden.

Wie die vorgenommenen Auszählungen beweisen, zeigen die Pollenfrequenzen mit wachsendem Abstand von einer guten Pollenquelle stark absinkende Werte. Bereits in 700 m Abstand ergeben die Untersuchungen, daß die Pollenmengen nicht mehr als 10—13% der maximal gemessenen Menge beträgt. Diese muß nicht immer direkt im Bestand oder an der Bestandskante zu finden sein, sondern gleich oft tritt das Maximum 50 m außerhalb des Wald-

Tabelle 11. (Nach ANDERSSON)

Versuchsort		Wind m/sec.	Rel. Frequenzen		
			300 m	700 m	2300 m
Klevaberget	24. 5.	4,8	12,3	12,8	12,1
"	25. 5.	5,5	65,9	77,0	21,3
Smedtofta	22. 5.	4,6	3,1	1,8	—
Grubbe	13. 6.	4,0	50,9	34,4	33,7
"	17. 6.	3,4	42,5	35,5	11,3
Röbäck	13. 6.	4,0	17,2	9,9	—
vertik. Glasstellung					
Röbäck	13. 6.	4,0	24,2	25,6	—
horizont. Glasstellung					
Hensbacka A	28. 5.	5,0	21,9	—	—
" B	"	5,0	21,3	—	—
" A	29. 5.	3,1	2,9	—	—
" B	"	3,1	1,6	—	—
" A	30. 5.	2,8	7,8	—	—
" B	"	2,8	5,6	—	—
Svartnäs B ₁	29. 5.	3,0	13,2	11,6	—
"	31. 5.	0,0	1,9	—	windstill
Österteg A	12. 6.	4,4	8,7	22,4	—
" B	"	4,4	10,0	18,4	—
" C	"	4,4	14,7 (350m)	22,4 (250m)	—
" C	13. 6.	4,0	22,1 "	21,1 "	—
" A	"	4,0	1,0	22,4	—
" B	"	4,0	15,5	3,6	—
" B	17. 6.	3,4	1,5	17,0	—
" C	"	3,4	9,8 (250m)	14,6 (650m)	—

saumes auf. Aus der von ANDERSSON (1) angelegten Versuchsreihe 1953 wurde ein Auszug in Tabelle 11 zusammengestellt. Das Auffangen des Pollens erfolgte mit Objektglas und Petrischale.

Es geht hieraus hervor, daß von Versuchsort zu Versuchsort große Schwankungen vorkommen. Betrachtet man diesen Pollen-Nahtransport im Ganzen, so findet man, daß die Intensität abnimmt mit wachsendem Abstand von der Pollenquelle. Die Frequenzen sinken jedoch langsamer als erwartet. Mit Ausnahme weniger bestimmter Beobachtungslinien sinkt die Pollendichte unter den ersten 400 bis 600 m von der Bestandskante relativ schnell. Dann hält sich die Pollenfrequenz, abgesehen von einigen kleineren Schwankungen, ziemlich konstant bis zu den Endpunkten der Beobachtungslinien. (ANDERSSON, S. 77.) — Hinsichtlich des Abstandes von 0 bis 600 m stimmen die Erfahrungen über den Pollen-Nahtransport bei Kiefer sowohl in ANDERSSONS wie in vorliegender Arbeit überein. Vorhandene Unterschiede können durch eine Unzahl Faktoren verursacht sein, wie: Pollenflug, Blütenintensität, Wind, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Bestandsgröße und -form, Terrain, Fallgeschwindigkeit des Pollens und vielleicht besonders die Ausdehnung der Kiefernwälder der Umgebung.

Untersuchungen im Jahr 1954

1954 blühten die Waldbäume in Süd- und Mittelschweden reichlich, gewisse Arten wie Fichte und Buche rekordmäßig. Die männliche Kiefernblüte bildete keine Ausnahme und kann für den Bezirk, den die Untersuchungen betrafen, als sehr reichlich bezeichnet werden. In dem Flugblatt Nr. 69 des Forstforschungsinstitutes wird die Kiefernblüte als reichlich angegeben.

Der Bezirk Barsebäck erwies sich auch in diesem Jahr für fortgesetzte Pollenflugbestimmungen als geeignet, so daß die gleichen Probestellen wie im Vorjahr wieder zur Anwendung kommen konnten. Zur Ergänzung des ungehinderten Pollenfluges wurden Probepunkte auch in- und außerhalb schmaler Birkenbestände angebracht, um deren leegebende und abschirmende Fähigkeit zu studieren. Der obere Birkenschirm (W—O in Tabelle 12) ist 100 m breit



Fig. 7. Der „untere“ Birkenschirm von Südwest.

und besteht aus einem überbestockten Bestand von 14 m Durchschnittshöhe. In diesem wurde in 15 m Entfernung von der Kante ein Probepunkt angebracht, ein zweiter in 75 m hiervon, sowie ein dritter auf der anderen Seite in 20 m Entfernung von der Bestandskante. Diese drei Punkte lagen in einer Linie mit den Probepunkten in SW-NO-Richtung, welche in Tabelle 12 wiedergegeben sind. Sie haben die Abstandsbezeichnungen 925 m, 1000 m und 1050 m.

Der untere Birkenschirm besteht aus einem 13 m hohen Bestand mit einer Kronendichte von 0,8. Die Breite beträgt 85 m. In diesem wurde in 25 m Abstand von der Kante und 150 m von einer guten Pollenquelle entfernt ein Probepunkt aufgestellt. Desgleichen ein zweiter 50 m weiter innerhalb in 200 m Entfernung von der Pollenquelle. Außerdem wurde ein dritter Probepunkt direkt in der Pollenquelle angebracht, sowie ein vierter 100 m außerhalb dieser. Die Lage der Probepunkte geht aus Figur 5 hervor.

Wetter

Während der 9 Tage, an welchen Pollen aufgefangen wurde, herrschten schwache Winde (2 bis 4,5 m/sec.), geringe Luftfeuchtigkeit und klares Wetter mit Nachmittagstemperaturen von 18 bis 25° C. Der Wirkung eines zufälligen Unwetters am 29. Mai wurde durch Einholen der Gläser vorgebeugt.

Material und Bearbeitung

Die Methodik und Prinzipien der Bearbeitung waren die gleichen wie im Jahre 1953.

Resultat

In Tabelle 12 wurden sämtliche Werte der Pollenfrequenzen während der einzelnen Versuchstage eingetragen.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, wurden beträchtliche Pollenmengen unter den obwaltenden Verhältnissen aufgefangen. Der Tagesdurchschnitt per cm² zeigt eine nur gering abnehmende Tendenz mit wachsendem Abstand von der Bestandskante, und die Maxima, welche gemessen werden konnten, sind in ca. 200 m Entfernung von der Pollenquelle zu finden. Auf 700 m Abstand beträgt das Verhältnis zur Bestandskante 150:100, und auf 1200 m noch 136:100. Die Pollenfrequenzen sind in Diagramm 10 eingelegt. Zum Vergleich können die Zahlenwerte genommen werden, welche ANDERSSON (1) von der Kiefernblüte in Kumla anführt. Diese wird als „gut“ bezeichnet. (Temperaturen 14,6° C und übrige Bedingungen ebenfalls gut.) Aus der Tabelle von S. 49 können folgende absolute Werte von Interesse sein:

Tabelle 13. (Nach ANDERSSON)

Windstärke 8,1 m/sec.								
Abstand/m	0	100	200	300	500	800	1200	3000
Anzahl Pollenkörner per cm ² und Stunde	263,2	162,3	159,6	242,9	261,6	203,9	180,9	181,4
Rel. Zahl	97,3	60,0	59,0	89,8	96,7	75,4	66,9	67,0

Leider hat ANDERSSONS Material Stichprobencharakter, da es nur die Beobachtungen eines einzigen Tages umfaßt. Es liefert jedoch in seiner Art analoge Auskünfte wie das Material von Barsebäck, nämlich, daß unter optimalen Blütebedingungen eine effektive Abstandsisolierung für Samenplantagen ausgeschlossen ist, da man unter derartigen Umständen mit einem wesentlichen Teil ferntransportierter Pollen rechnen muß. Normalerweise mißt ein weiblicher Blütenstand der Kiefer eine Fläche von 50 mm². Mit maximal 2934 Pollenkörnern per cm² und Tag (Barsebäck, 1200 m) oder 181,4 Pollenkörnern per cm² und Stunde (Kumla, 3000 m), werden die 40 Samenanlagen der weiblichen Blütenstände 100prozentig bestäubt. Um diese ille-

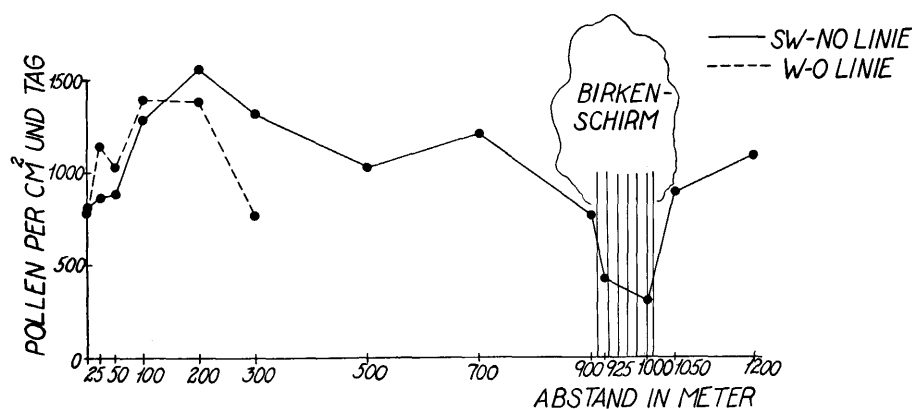


Diagramm 10. Pollenfrequenzen außer- und innerhalb eines 100 m breiten Birkenschirmes. Barsebäck 1954.

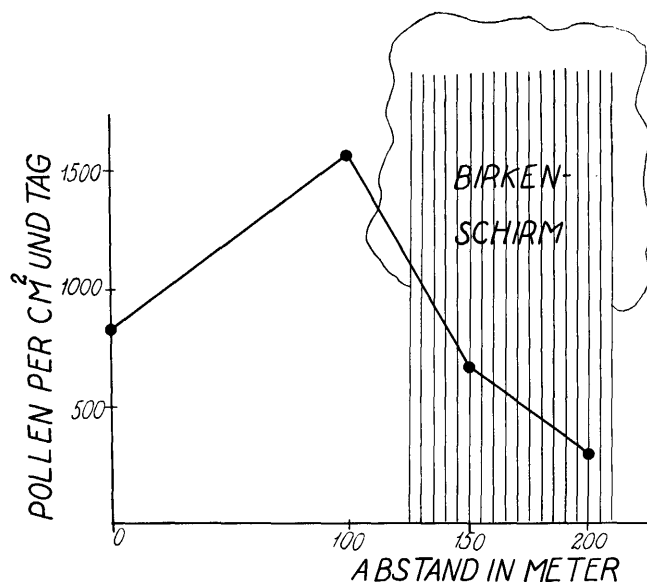


Diagramm 11. Abnahme des Nahpollen-transportes innerhalb des Birkenschirmes bei verschiedenen Abständen von einem abgegrenzten Pollenreservoir. Barsebäck 1954.

gitime Bestäubung in ein angemessenes Verhältnis zu bringen, müssen andere Faktoren mitwirken, wie früher einsetzende Blüte in den Plantagen mit reichlicher männlicher Blüte, Verlegung in kiefernfreie Bezirke oder geeignete Leepflanzungen. Letztere sind praktisch in Samenplantagen, welche in Nordschweden angelegt wurden (ARNBORG 1948), zur Ausführung gekommen, da 10 m

Tabelle 12. Pollenfrequenzen bei Barsebäck im Jahre 1954

Richtung	Abst. in m	25.—26. Mai Wind: S 3 m/sec.		26.—27. Mai Wind: SW 3 m/sec.		27.—28. Mai Wind: W 4,5 m/sec.		28.—29. Mai Wind: SW 3 m/sec.		29.—30. Mai Wind: W		30.—31. Mai Wind: SSW 4 m/sec.		31. Mai—1. Juni Wind: NO 2,2 m/sec.		1.—2. Juni Wind: WNW 3 m/sec.		2.—3. Juni Wind: SO 3 m/sec.		Summe Pollen per cm ²	Mittelwert Pollen/cm ² und Tag	Rel. Wert
		Glas Nr.	Pollen/cm ²	Glas Nr.	Pollen/cm ²	Glas Nr.	Pollen/cm ²	Glas Nr.	Pollen/cm ²	Glas Nr.	Pollen/cm ²	Glas Nr.	Pollen/cm ²	Glas Nr.	Pollen/cm ²	Glas Nr.	Pollen/cm ²	Glas Nr.	Pollen/cm ²			
SW-NO	0	1	78	16	363	31	582	46	181	62	90	77	1096	92	1624	107	1391	122	1868	7247	805,22	100
	25	2	133	17	584	32	665	47	105	63	166	78	695	93	1676	108	1263	123	2481	7768	863,11	107
	50	3	171	18	1094	33	874	48	226	64	55	79	1301	94	2175	109	377	124	1576	7849	872,11	108
	100	4	665	19	1422	34	632	49	249	65	28	80	2268	95	2082	110	1140	125	3041	11527	1280,77	159
	200	5	1572	20	2450	35	1391	50	408	66	24	81	2077	96	2348	111	790	126	2908	13968	1552,00	193
	300	6	1524	21	758	36	961	51	—	67	21	82	299	97	2626	112	1135	127	3182	10506	1313,25	163
	500	7	1047	22	745	37	799	52	484	68	26	83	1638	98	2541	113	—	128	1954	9234	1026,00	127
	700	8	872	23	—	38	705	53	10	69	33	84	1564	99	3493	114	1069	129	1894	9640	1205,00	150
	900	14	353	29	708	44	688	59	7	70	81	85	304	100	1857	115	1330	130	1584	6912	768,00	95
	925 Schirm			G12	—	G23	475	G35	14	G43	74	G51	800	G57	658	G66	534	—	—	2555	425,83	53
W-O	1000 Schirm			G13	240	G24	180	G36	2	G44	133	G52	454	G58	560	G67	574	—	—	2143	306,14	38
	1050 außerh. Schirm			G14	273	G25	439	G37	7	G45	171	G53	289	G59	3053	G68	2056	—	—	6288	898,28	112
	1200	15	921	30	—	45	539	60	10	61	613	76	674	91	1284	106	2934	121	1781	8756	1094,50	136
	0	9	85	24	335	39	346	54	0	75	86	90	1057	105	1897	120	1710	135	1629	7145	793,88	99
	25	10	98	25	758	40	651	55	9	74	105	89	812	104	2526	119	2491	134	2858	10308	1145,33	142
	50	11	233	26	1107	41	622	56	3	73	112	88	1082	103	2434	118	2186	133	1496	9275	1030,55	128
	100	12	254	27	2313	42	995	57	2	72	—	87	1363	102	1266	117	2934	132	2002	11129	1391,12	173
	200	13	353	28	2407	43	1144	58	3	71	86	86	1237	101	3929	116	377	131	2868	12404	1378,22	171
	300	14	353	29	708	44	688	59	7	70	81	85	304	100	1857	115	1330	130	1584	6912	768,00	95
	Untere			G4	3036	G15	399	G26	166	G46	207	G54	245	G60	1178	G69	14	G72	1425	6670	833,75	104
SW-NO im Schirm	100			G5	2450	G16	1391	G27	408	66	24	81	2077	96	2348	111	790	126	2908	12396	1549,50	193
	25 m	150		G6	1472	G17	636	G28	152	G28	152	G38	999	G47	629	G61	337	G70	952	5329	661,00	82
	75 m im Schirm	200		G7	53	—	—	G29	20	G29	20	G39	263	G48	473	G62	244	G71	482	2065	295,00	37

breite Leehecken die Plantagen von der Umgebung trennen.

Sowohl in Diagramm 10 wie 11 sind die leegebenden Gürtel und die dort aufgefangenen Pollenfrequenzen eingezeichnet. Die Frequenzen sinken von ca. 1550 auf 295 Pollenkörner per cm² im Leegürtel in Diagramm 11, und von ca. 800 auf 300 in dem Leegürtel, welcher in Diagramm 10 repräsentiert ist. Also eine Abnahme um 80% resp. 63% von der Frequenz, welche unmittelbar vor dem Birkenschirm — Leegürtel — zu finden ist. In einer Übersicht von GLOYNE (S. 87) werden vier verschiedene Typen von Hecken für Windschutzzwecke dargestellt. Die Kurve, welche die Birkengürtel aufweisen, haben innerhalb des Schirmes eine auffallende Ähnlichkeit mit denen, welche GLOYNE beschreibt als „von Mediumdichte — abwärts schwach durchlässig und aufwärts dicht“. Außerhalb des Birkenwindschutzes nimmt die Kurve in großem Maß die gleiche Form wie diejenige an, welche „durch und durch dicht — undurchlässig für Wind“ repräsentiert.

Zusammenfassung

Die Erfahrungen der Untersuchungen, welche 1953 und 1954 in Südschweden über den Nahtransport von Kiefernpollen angestellt wurden, weisen große Unterschiede in den beiden Jahren auf. Im Vorsommer 1953 war die männliche Blüte „gut“, 1954 „sehr reichlich“. Im erstgenannten Jahr zeigten die Pollenfrequenzen abnehmende Werte mit wachsendem Abstand von der Pollenquelle, und diese an den verschiedenen Auffangorten ziemlich gleichartig. Durchschnittlich betrug die Pollenkonzentration auf 700 m Abstand ca. 10% der maximal gemessenen Pollenmenge. Unter analogen Verhältnissen kann also eine ziemlich kleine Strecke als Abstandsisolierung für eine Samenplantage mit reichlicher Eigenblüte völlig hinlänglich sein.

Im Jahre 1954 lieferten die Untersuchungen ein anderes Bild von dem Effekt der Abstandsisolierung. Die reichliche männliche Blüte dürfte zu einem nicht unwesentlichen Teil aus ferntransportierten Pollen bestanden haben, und die recht unbedeutende Abnahme der Pollenfrequenzen mit wachsendem Abstand von der Pollenquelle kann eine solche Annahme nur bestärken. ANDERSSON (1) hat in Kumla gleiche Erfahrungen gemacht. Berechnet man die Pollenkonzentration mit 100 an der Bestandskante, so beträgt der Relationswert in 900 m Abstand 95. Auf der anderen Seite eines 100 m breiten Birkenwindschutzes steigt die Relationszahl auf 112 an.

Die Wirkung zweier Windschutzgürtel wurde untersucht. Die Probepunkte innerhalb dieser Birkenschirme ergaben 20% resp. 38% derjenigen Werte, welche mit Objektgläsern unmittelbar neben dem obengenannten Leegürtel erhalten wurden. Bei einer so reichlichen Blüte wie im Jahre 1954, zeigt sich die Pollenkonzentration jedoch schon 30 m außerhalb des Birkenschirmes als relativ hoch.

Summary

Title of the paper: *Frequencies of pine pollen in the south of Sweden in 1953 and 1954.* —

Experiences from studies on pollendispersion-distances of *Pinus sylvestris* L., carried out in 1953 and 1954 in the south of Sweden, show great differences from one year to the other. During the early part of summer in 1953 male flowering was "good", in 1954 "abundant". The former year there was a falling off in the amount of pollen with increasing distance from the source-trees, fairly similar at the different stations of collecting. On an average, the pollenconcentration at a distance of 700 m was ca. 10% of

the maximum amount collected. Under analogous circumstances a moderate distance-isolation in a seed orchard with abundant male flowering can be considered quite sufficient.

In 1954 the results obtained gave quite a different image of the effect of distance-isolation. The very rich male flowering ought to have consisted to a fairly great amount of pollen transported from afar. The only slight decrease of pollen frequency at increasing distance from the pollen source further supports this hypothesis. The same experiences were made by ANDERSSON (1) at Kumla 1954. If the pollenconcentration is given the value of 100 at the border of the stand, the relative value will be 95 at a distance of 900 m. On the other side of a shelterbelt of birch, 100 m broad, the relative value will increase to 112.

Studies were undertaken to determine the effect of two shelterbelts of birch. Samples taken from inside of the belts gave 20% and 38% resp. of the values obtained from microscope slides from the immediate vicinity of those belts. During the very rich flowering in 1954 the pollenconcentration however proved to be high already at a distance of 30 m outside the shelterbelt.

Résumé

Titre de l'article: *La fréquence du pollen de pin en Suède du Sud en 1953 et 1954.* —

Les expériences effectuées en 1953 et 1954 en Suède du Sud sur les distances de dispersion du pollen de *Pinus sylvestris* L. montrent qu'il existe de grandes différences d'une année à l'autre. Au début de l'année 1953 la floraison mâle était "bonne", en 1954 "très abondante". En 1953 la diminution de la quantité de pollen recueilli suivant l'éloignement des arbres pollinisateurs, fut à peu près constante pour chaque point de récolte. En moyenne, la quantité de pollen, à une distance de 700 m, s'élève à environ 10% de la plus forte quantité mesurée. Dans des conditions analogues, une assez petite distance peut donc suffire comme isolation pour un verger à graines à floraison abondante.

En 1954, les résultats obtenus donnèrent une image toute différente: La floraison mâle très abondante a dû avoir pour conséquence la présence d'une assez grande quantité de pollen provenant de peuplements éloignés, et la faible diminution de la fréquence du pollen avec l'augmentation de la distance à la source peut confirmer cette hypothèse. ANDERSSON (1) a fait les mêmes expériences à Kumla en 1954.

Si on fixe la concentration du pollen au bord du peuplement à 100, la valeur relative sera 95 à une distance de 900 m. De l'autre côté d'une bande de bouleaux, large de 100 m, constituant un abri contre le vent, cette valeur augmente de nouveau à 112.

L'influence de deux bandes abri de bouleau fut étudiée. Les échantillons récoltés au centre de ces bandes d'abri ont donné 20% et 38% du nombre de graines récoltées sur des lames de microscope directement près de ces bandes abri. — Pendant une année de floraison très abondante, comme 1954, la fréquence du pollen est déjà élevée à 30 m au delà de l'abri des bouleaux.

Literatur

1. ANDERSSON, E.: Pollenspridning och avståndsisolering av skogsfröplantager. Norrl. Skogsvårdsf. Tidskr. 1955, (I) 35—100. — 2. ARNBORG, T.: Växtförädling i svenskt skogsbruk. Sv. Skogsvårdsförb. Tidskr. 1948, Nr. 6. — 3. BUELL, M. F.: Mass dissemination of pine pollen. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 63, 163—167 (1947). — 4. BUSSE, J.: Kiefernpollenflug und forstliche Saatgutenerkennung.

Tharandter Jahrb. 77, 225—232 (1926). — 5. DELLINGSHAUSEN, M. V.: Der Anteil fremden Pollens bei der Befruchtung in einer Birkensamenplantage. Z. Forstgenetik 3, 52—54 (1954). — 6. DENGLE, A., und SCAMONI, A.: Über den Pollenflug der Waldbäume. Z. ges. Forstwesen 76/70, 136—155 (1944). — 7. FALL, E.: Skogsträdens fruktsättning. Flygblad nr 68 och 69, Stat. Skogsforskningsinst. 1953 och 1954. — 8. GLOYNE, R. W.: Some effects of shelterbelts upon local and micro climate. Forestry 27 (1954). — 9. HESSELMAN, H.: Jakttagelser över skogsträdspollens spridningsförmåga. Medd. Stat. Skogsforsöksanst. 16, 27—60 (1919). — 10. JOHNSON, H., KIELLANDER, C. L., och STEFANSSON, E.: Kottutveckling och fröbeskaffenhet hos ympträd av tall. Sv. Skogsvårdsför. Tidskr. 51, 358—389 (1953). — 11. LANGNER, W.: Eine Mendelspaltung bei Aurea-Formen von *Picea abies* als Mittel zur Klärung der Befruchtungsverhältnisse im Walde. Z. Forstgenetik 2, 49—51 (1953). — 12. LEIBUNDGUT, H., und MARCET, E.: Pollenspektrum und Baumartenmischung. Beobachtungen über

den Pollenniederschlag auf dem Utläberg bei Zürich im Jahre 1950. Schweiz. Z. Forstwesen 104, 594—611 (1953). — 13. MARCET, E.: Pollenuntersuchungen an Föhren (*Pinus silvestris* L.) verschiedener Provenienz. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen 27, 348—405 (1951). — 14. POHL, E.: Die Pollenerzeugung der Windblütler. Beih. Bot. Cbl., A, 56, 365 (1937). — 15. REMPE, H.: Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubes durch die Luftströmungen. Planta 27, 93—147 (1937). — 16. SARVAS, R.: On the flowering of birch and the quality of seed crops. Comm. Inst. For. Fenn. 40, 1—38 (1952). — 17. SCAMONI, A.: Über Eintritt und Verlauf der männlichen Kiefernblüte. Zeitschr. Forst- und Jagdwesen 70 (1938). — 18. SCAMONI, A.: Beobachtungen über den Pollenflug der Kiefer und Fichte. Forstwiss. Cbl. 68, 537—751 (1949). — 19. SYLVÉN, N.: De svenska skogsträden. I. Barrträden. Stockholm 1916. — 20. WRIGHT, J. W.: Pollen dispersion studies; some practical applications. Jour. Forstry 51, 114—118 (1953).

(Aus der Forstlichen Forschungsanstalt Finnlands, Helsinki)

Ein Beitrag zur Fernverbreitung des Blütenstaubes einiger Waldbäume

Von RISTO SARVAS

(Eingegangen am 19. 4. 1955)

Die Frage der Verbreitung des Blütenstaubes der Waldbäume hat in den letzten Jahren die Aufmerksamkeit der forstlichen Fachleute in zunehmendem Maße auf sich gelenkt. Dies ist vor allem auf das bedeutend gesteigerte Interesse für waldgenetische Probleme zurückzuführen. Man fragt u. a., welches der größte Umfang der Baumpopulation ist, wo sich die Einzelwesen noch erfolgreich kreuzen, inwiefern ähnliche Populationen durch Fernverbreitung des Blütenstaubes miteinander in Berührung stehen und wie effektiv sich einzelne Populationen unter Ausnutzung der Entfernung und sonstiger Mittel voneinander isolieren lassen. Es ist nicht möglich, diese wichtigen Fragen zu beantworten, bevor unsere Kenntnisse von der Verbreitung des Blütenstaubes der Waldbäume den bisherigen gegenüber bedeutend mehr an Tiefe und vor allem an Präzision gewonnen haben.

Viel wurde schon an grundlegender Arbeit geleistet zur Erforschung des vorliegenden Problems. Besonders erwähnt seien die Untersuchungen von SCHMIDT (1918, 1925), HESSELMAN (1919), DYAKOWSKA (1937), POHL (1937), REMPE (1938), DENGLE und SCAMONI (1944), SCAMONI (1949), WRIGHT (1952, 1953), LANGNER (1953) und von LEIBUNDGUT und MARCET (1953). Bei einem Vergleich der Ergebnisse dieser Untersuchungen miteinander kann man an manchem wichtigen Punkt weitgehende Übereinstimmung beobachten, aber auch Verschiedenheiten sind da. Ein gewisser Unterschied ist u. a. in der Auffassung zu erkennen, zu der man in den früheren Untersuchungen einerseits und in den späteren andererseits im Hinblick auf die Bedeutung und Tragweite der Fernverbreitung des Blütenstaubes gekommen ist. Die Untersuchungen von HESSELMAN, REMPE und DENGLE-SCAMONI, die sich zu einem wesentlichen Teil auf Pollenmessungen stützen, die auf Feuerschiffen vorgenommen wurden, heben die Bedeutung der Fernverbreitung des Blütenstaubes hervor, während in den Untersuchungen von WRIGHT und LANGNER, die sich auf die Beschaffenheit der Samen und des Nachwuchses gewisser Baumgruppen berufen, die Rolle der Pollenernte der örtlichen und der in unmittelbarer Nähe stehenden Bäume als ausschlaggebend dargestellt wird. Indem mehrere Untersuchungen und Beobachtungen über Waldbaumrassen und auch über die Rassenanalyse einzelner Bestände (vgl. DENGLE und SCAMONI 1944, S. 154) in zunehmendem Maße auf eine große

Bedeutung des örtlichen Blütenstaubes hinweisen, steht immerhin fest, daß z. B. DENGLE auf dem Feuerschiff Adlersgrund, das sich in einer Entfernung von rund 35 bis 60 km von den nächsten Kiefernbeständen (Bornholm, Südschweden) befand, Pollenmengen maß, die den Pollenmengen, welche an einer Beobachtungsstelle in Eberswalde inmitten von ausgedehnten Kieferngebieten gemessen wurden, annähernd gleichkamen.

Die nachstehend besprochenen Untersuchungen hatten den Zweck, in diesem zumindest scheinbaren Widerspruch größere Klarheit zu schaffen, und zwar wurden zunächst folgende Fragen gestellt:

1. Welches wird das Ergebnis sein, wenn die auf dem Feuerschiff durchgeführten Untersuchungen nochmals wiederholt und bei Messungen kugelförmige Fangkörper benutzt werden?

2. Wie groß sind die auf dem Feuerschiff gemessenen Pollenmengen im Vergleich zu den in reinen Beständen unweit der Küste gemessenen?

3. Wie ist der zeitliche Verlauf des Pollenanflugs auf dem Feuerschiff im Vergleich zum entsprechenden Verlauf an der Küste, und lassen sich daraus nähere Schlußfolgerungen über die Beschaffenheit des auf dem Feuerschiff gemessenen Pollenanflugs ziehen?

4. Ist die Verbreitung des Blütenstaubes über dem Meer eine im wesentlichen verschiedenartige Erscheinung gegenüber seiner Verbreitung über dem Festland?

Bei der Durchführung dieses Untersuchungsplanes wurde ich von mehreren Seiten unterstützt. Der Leiter der Meteorologischen Zentralanstalt, Prof. Dr. M. FRANSILA hat mich in meteorologischen Fragen in grundlegender Weise beraten. Der Chef der Lotsen- und Leuchtturmarteilung am Seefahrtsamt, Seefahrtsrat M. TAINIO hat mir freundlicherweise Gelegenheit gegeben, auf dem Feuerschiff „Helsinki“ Untersuchungen vorzunehmen. Die Arbeiten im Gelände und zur See wurden von Forstmeister O. HELENIUS ausgeführt. Auf dem Feuerschiff wurden die Pollenmesser von Kapitän A. HOLMROS gehandhabt. Die Laboratoriumsarbeiten wurden vom Studierenden ILKKA KORVISTO ausgeführt. Ihnen allen will ich noch in diesem Zusammenhang meinen besten, ehrerbietigen Dank sagen.

Als Forschungspunkte wurden an der Küste Bestände von einer einzigen Holzart in der Nähe von Helsinki und zu Wasser das Feuerschiff „Helsinki“ gewählt, dessen Stationierungsort 20 km ziemlich genau südlich von Helsinki im Finnischen Meerbusen liegt. Näheres über diese