

lisé l'appareil (conimeter) de Zeiss, à partir d'une automobile.

Bien que les échantillons d'air prelevé contiennent des quantités plus ou moins importantes de pollen, on ne put démontrer de façon certaine l'influence de la proximité des peuplements sur la proportion de pollen dans l'air.

On a trouvé dans les prélèvements d'air du pollen d'épicéa provenant de forêts plus lointaines. Les forêts étudiées constituent donc un écran relatif, filtrant une partie du pollen venue de forêts plus éloignées, en laissant passer une petite quantité avec leur propre pollen.

(Aus dem Institut für Waldkunde der Forstwissenschaftlichen Fakultät Eberswalde der Humboldt-Universität zu Berlin)

Beobachtungen über den Pollenflug der Waldbäume in Eberswalde

Von A. SCAMONI

(Eingegangen am 19. 3. 1955)

1. Einleitung

Im Rahmen der Untersuchungen über den Pollenflug unserer Waldbäume beauftragte mich mein damaliger Chef, Herr Professor DENGLE, die Pollenfänge der Jahre 1933 bis 1936 zu bearbeiten, d. h. die Bestimmung und Auszählung der angeflogenen Pollen vorzunehmen. Die Ergebnisse wurden tabellarisch zusammengestellt und fanden sich nach dem Krieg im Nachlaß von Herrn Professor DENGLE. Ich glaube, daß es im Rahmen dieses Spezialheftes über den Pollenflug angebracht ist, die mit viel Zeit und Mühe gewonnenen Ergebnisse der Öffentlichkeit zu übergeben, um weitere Tatsachen über die Ökologie des Pollenflugs zu gewinnen.

Durch die damaligen Arbeiten über den Pollenflug angeregt, unternahm ich im Jahre 1949, den Versuch an einer anderen Stelle durchzuführen, und sehe jetzt die Gelegenheit, ihn in Vergleich mit den Versuchen der Jahre 1933 bis 1936 zu bringen.

Diese Bearbeitung mögen dem Andenken meines hochverehrten Chefs, Herrn Professor DENGLE, gewidmet sein, der in großzügiger Weise die Forschungen über den Pollenflug unserer Waldbäume gefördert hat.

2. Ort und Lage der Pollenfangeräte

Das Pollenfangerät, mit dem die Versuche der Jahre 1933 bis 1936 durchgeführt wurden, ist das von DENGLE konstruierte und von ihm beschriebene Gerät (siehe DENGLE und SCAMONI [1944], Abb. bei SCAMONI [1938]). Es wurde in 1,60 m Höhe auf einer kleinen Wiese im Garten des ehemaligen Forstamts Finowtal in Eberswalde aufgestellt. Der Garten liegt in dem sich west-östlich erstreckenden Tal der Schwärze in ca. 17 m über NN. Das wenige hundert Meter breite Tal wird von Gärten eingenommen. Etwa 300 m südlich beginnt der Steilhang des Barnimplateaus und damit der vorwiegend aus Buche und Kiefer zusammengesetzte Wald. Ca. 200 m westlich tritt der Wald, durch einige Gärten unterbrochen, an die Schwärze heran, so daß der Garten halbkreisförmig vom Walde umgeben ist.

Im Walde, in den Gärten und Parkanlagen und an den Straßen der Umgebung finden sich fast alle Holzarten unseres Waldes, so daß der Platz sehr vorteilhaft für die Versuche gewählt worden war.

Weiden, Schwarz- und Grauerlen umsäumen die Schwärze, Ulmen, Birken und Haseln finden sich in den Gärten. Eichen, Hainbuchen, Douglasien und Fichten sind in der Nähe vorhanden, ebenso wie die oben erwähnten Buchen und Kiefern. Und schließlich sind Linden als Straßenbäume in nächster Umgebung anzutreffen.

Die Versuche des Jahres 1949 wurden auf dem ca. 25 m hohen Dach des Hauptgebäudes der Forstwirtschaftlichen Fakultät in der Schicklerstraße durchgeführt, das ca. 1 km östlich gleichfalls im Schwärzetal liegt. Als Fanggerät wurde die von mir konstruierte und bei meinen Pollenfängen im Jahre 1938 schon benutzte Windfahne gebraucht, die seit 1939 auf dem Dach des Gebäudes stand und alle Kriegseignisse überdauert hat (Abb. siehe SCAMONI 1949). Noch heute ist dieses Gerät, das ununterbrochen dort steht, noch voll verwendungsfähig.

Über das eigentliche Fangverfahren mittels Glycerin-gelatine ist schon wiederholt berichtet worden. Als ideal kann es nicht angesprochen werden, gibt uns aber doch Aufschlüsse über die mengenmäßige und zeitliche Verteilung des Pollenfluges.

Die Ergebnisse der Pollenfänge aus dem Jahre 1936 sind auf einer ausgezählten Auffangfläche von 5 cm² ermittelt worden und wurden dann auf 1 cm² reduziert. Um „Bruchteile“ von Pollen zu vermeiden, wurde bei ursprünglich weniger als fünf Pollen die Anzahl unreduziert in Klammern gesetzt.

Bei den Ergebnissen des Jahres 1949 wurde je nach Pollendichte des Präparats 1 cm² oder weniger ausgezählt, jedoch die Anzahl immer auf 1 cm² bezogen.

Um die Ergebnisse der Pollenfänge ökologisch auszuwerten, wurden sie für die Jahre 1933 bis 1936 mit meteorologischen Werten der meteorologischen Station der Forstwirtschaftlichen Fakultät in Eberswalde auf dem sog. Drachenkopf in 42 m Höhe, am Rand des Barnimplateaus, in Verbindung gesetzt. Im Jahre 1949 wurden die meteorologischen Beobachtungen auf dem Hof der Forstwirtschaftlichen Fakultät, Schicklerstraße, durchgeführt. Beim Vergleich des Pollenflugs mit den Witterungsbedingungen kamen die früheren blütenbiologischen Beobachtungen (SCAMONI 1938) sehr zu statten.

Wenn nicht anders angegeben, sind die aufgeführten Temperaturwerte Tagesmittel bzw. Dekadenmittel.

Für die Überlassung der aufgeführten meteorologischen Daten möchte ich auch an dieser Stelle dem Direktor des meteorologischen Instituts der Forstwirtschaftlichen Fakultät Eberswalde, Herrn Dr. KORTÜM, meinen herzlichen Dank aussprechen.

Die Fangplättchen wurden grundsätzlich um 8 Uhr morgens gewechselt. Das angegebene Datum bezieht sich auf den Einlegetermin.

Es erwies sich als zweckmäßig, die Ergebnisse der Pollenversuche zunächst nach den einzelnen Holzarten getrennt darzustellen. Um die Tabellen nicht zu umfangreich werden zu lassen, sind die wichtigsten meteorologischen Daten jeweils im Text aufgeführt.

3. Die Ergebnisse der Pollenfänge der Jahre 1935 bis 1936 und 1949

a) Erle (s. Tabelle 1)

Die Beobachtungen des Pollenflugs im Jahre 1933 begannen mit dem 6. März. In diesem Jahre war der Februar sehr kalt, erst in der ersten Dekade des März (Mitteltemperatur 2,6°) erfolgte eine langsame Erwärmung und erst am 13. März flogen die ersten Pollenkörner der Erle an. Hier beginnt eine Wärmeperiode mit Tagesmitteln am 13. von 5,0°, am 14. von 6,2°, am 15. von 8,5°, am 16. von 8,8°, am 17. von 13,8°, am 18. von 11,3°.

Ein lebhafter, aber kurzer Pollenflug der Erle bei Windgeschwindigkeiten bis 6 setzt ein, wird aber am 19. durch Regenfälle (6,7 mm) unterbrochen, wie auch die Temperatur stark zurückgeht.

Tabelle 1. — Pollenflug der Erle

	1933	1934	1935	1936	1949
20. 2.					
21. 2.			9		
22. 2.			233		
23. 2.			10		
24. 2.			85		
25. 2.			154		
26. 2.			49		
27. 2.			37		
28. 2.					
29. 2.					
1. 3.			3		
2. 3.			10		3
3. 3.			13		3
4. 3.			8		29
5. 3.			3		
6. 3.		31	69		
7. 3.		81	44		
8. 3.		47	15		15
9. 3.		25	12		14
10. 3.		11	2		10
11. 3.		3	(4)		14
12. 3.		34	(2)		6
13. 3.	(3)	80			2
14. 3.	3	25	5		8
15. 3.	24	6	7		2
16. 3.	73	6	17		1
17. 3.	96	22	2		
18. 3.	83		26		3
19. 3.			15		4
20. 3.	2	2	84		6
21. 3.		(1)	115		2
22. 3.		(3)	34		44
23. 3.		(2)	25		11
24. 3.	(1)		9		21
25. 3.	(1)	(1)	5		75
26. 3.		(1)	22		33
27. 3.			30		81
28. 3.			2		73
29. 3.		2	9		70
30. 3.	1	(3)	(3)		8
31. 3.	(1)		(1)		1
1. 4.	(1)	(2)	3	100	
2. 4.		(2)	1	8	
3. 4.				4	3
4. 4.	(4)			3	7
5. 4.	1	(1)	4	5	1
6. 4.	(3)	(1)		4	
7. 4.			(1)	3	
8. 4.			(3)	2	1
9. 4.		(2)		2	
10. 4.			4	(4)	
11. 4.			3	32	
12. 4.			(1)	(2)	
13. 4.			3	2	
14. 4.				1	
15. 4.			(1)	2	
16. 4.				(1)	

Ein Ansteigen der Temperatur am 29. u. 30. hat kaum noch eine Wirkung auf den Pollenflug. Die Erle hat abgestäubt und nur wenig Pollen, vielleicht aus Ferntransport, fliegt noch an.

Im Jahre 1934 beginnen nach einem sehr kalten Januar die Temperaturen im Februar allmählich zu steigen, eine fühlbare Erwärmung tritt erst in der ersten Dekade des März ein. Am 5. wird ein Tagesmittel von 3,9° erreicht, am 6. von 4,2°, hier setzt der Pollenflug der Erle ziemlich plötzlich ein und steigt am 7. bei einem Tagesmittel von 5,6° an. Ein Kälterückfall zum 10. mit 2,8°, verbunden mit Nachfrösten, läßt den Pollenflug zurückgehen. Beim Temperaturanstieg am 12. und 8,3° Tagesmittel setzt er wieder lebhaft ein, steigt am 13. bei Windstärken bis 6, um am 15. wieder abzufallen, bis am 17. bei starkem Wind wieder mehr Pollen anfliegt. Von diesem Tage an ist die Hauptblüte der Erle vorbei und nur wenige Pollenkörner fliegen bis Anfang April an.

Im Jahre 1935 ist zwar die erste Februardekade kalt (−1,7°), in der zweiten Dekade findet eine langsame Erwärmung statt (3,8°), die zu Anfang der 3. Dekade fühlbar wird, denn am 20. ist ein Tagesmittel von 7,2 gegeben, am 21. von 9,7°, wo auch der Pollenflug der Erle einsetzt und am 22. mit 7,2° ein Maximum erreicht. Am 23. und 24. hemmen Regenfälle den Pollenflug, der am 25. wieder ansteigt, um beim Einsetzen einer Kälteperiode am 27. (2,2°) zurückzugehen und am 28. (−0,2°) aufzuhören.

Da die Weiß- und Schwarzerle nach dem Pollen nicht getrennt werden konnte, ist diese erste Anflugperiode wahrscheinlich der Weißerle zuzuschreiben. In den Jahren 1933 und 1934 war diese Trennung nicht möglich.

Im Jahre 1935 setzt am 1. März der Pollenflug langsam ein, und zwar in der Frostperiode (Mittel der 1. Dekade = −4,0°), die bis zum 13. andauert. Ab 16. beginnt eine Erwärmung, die sogleich einen lebhaften Pollenflug mit sich bringt. Zwar hemmen am 19. Regenfälle den Flug, aber am 21. ist ein Mittel von 10,0° gegeben, bis wieder am 24. und 25. der Pollenflug durch Regen gehemmt wird. Eine leichte Erwärmung am 26. und 27. bringt wieder höhere Anflugwerte nach sich.

Durch Kälteperioden Ende März und Anfang April unterbrochen, zieht sich der Pollenflug bis Mitte April dahin.

Im Jahre 1936 setzte die Beobachtung des Pollenflugs schon am 29. Januar ein. Ende Januar herrschte eine ungewöhnliche Wärme (Mittel der 3. Januardekade = 3,1°).

Am 1. Februar war sogar ein Tagesmittel von 6,2° gegeben, so daß die Weißerle zu stäuben begann (1. 2. = 2 Körner, 2. 2. = ein Pollenpaket, 3. 2. = 2 K., 4. 2. = 2 K., 5. 2. = (2) K., 6. 2. = 1 K.). Der Pollenflug setzte sich bis 6. 2. fort, als eine Kältewelle das Stäuben unterbrach und am 9., 11. und 12. einige Körner anflogen.

Erst am 1. April setzte wieder ein Pollenflug der Erle, diesmal der Schwarzerle ein, nachdem in der 3. Dekade des März eine fühlbare Erwärmung (Dekadenmittel = 7,9°) eintrat. Am 31. 3. war ein Tagesmittel von 12,4°, am 1. 4. von 13,2° zu verzeichnen, der Pollenflug setzt sich mit geringem Votum bis Mitte April fort.

Im Jahre 1949 stäubte die Weißerle vom 2. 3. an bis 16. 3. mit einer Unterbrechung vom 5. bis 7. 3., und zwar in einer Frostperiode.

Mit einer Erwärmung vom 21. 3. an setzte auch ein starker Anflug der Schwarzerle ein, der bei sonnigem und warmem Wetter sich bis Anfang April hinzog.

Da die Trennung der Weiß- und Schwarzerle nach dem Pollenflug nicht in allen Fällen möglich war, ist auch ein Vergleich schwierig.

Faßt man beide Baumarten zusammen, so ergeben sich in den einzelnen Jahren sehr große Unterschiede über den Beginn und die Dauer des Stäubens.

Aus den Ergebnissen kann man herauslesen, daß Wärme den Pollenflug der Erlen fördert, aber auch bei relativ kaltem Wetter (1935) ein Pollenflug vor sich geht, der wahrscheinlich durch mikroklimatisch günstige Umstände hervorgerufen wird.

Die Summen der angeflogenen Pollen zeigen, daß auch die Erlen nicht jedes Jahr voll stäuben. 1933 flogen insgesamt 283, 1934: 370, 1935: 1180, 1936: 223 und 1949: 98 Erlenpollen an. Das Jahr 1935 mit seinem über fast drei Monate verteilten Pollenflug sticht besonders heraus. Der Wert des Jahres 1949 kann auch auf die andere Lage des Fangapparates zurückzuführen sein.

Zusammenfassend kann man sagen, daß für die Erlen, die in einer ungünstigen Jahreszeit blühen, die Wärme für den Pollenflug in erster Linie entscheidend ist, und der Pollenflug in der Frostperiode der ersten Dekade des März 1935 nur durch mikroklimatische Wirkung zu erklären ist.

b) Ulme (s. Tabelle 2)

Über den Pollenflug der Ulme ist wenig zu sagen, da nur das Jahr 1936 ein brauchbares Ergebnis lieferte.

Im Jahre 1933 war der Pollenflug sehr gering. Er begann am 29. 3., wurde vom 7. bis 9. 4. durch Fröste unterbrochen, stieg am 12. 4. (Maximum 19,3°) etwas an und dauerte bis Ende April.

Tabelle 2. — Pollenflug der Ulme

	1933	1934	1936	1949
28. 3.			2	10
29. 3.	(2)	4	2	15
30. 3.	(1)	6	13	10
31. 3.	(2)	4	100	3
1. 4.		12	100	25
2. 4.	(7)	9	(2)	
3. 4.	(1)	4	(3)	20
4. 4.	(3)	3	3	5
5. 4.			6	5
6. 4.	(2)		3	5
7. 4.		1	5	
8. 4.		(3)	4	
9. 4.			6	
10. 4.	(1)		11	
11. 4.			2	
12. 4.	(8)	(1)	2	
13. 4.		(1)	(1)	
14. 4.	(5)		2	1
15. 4.	(6)		3	1
16. 4.			6	5
17. 4.	(2)		(2)	
18. 4.			(1)	
19. 4.		(1)	(2)	

1934 begann der Pollenflug der Ulme in der gleichen Zeit wie 1933. Die Hauptflugzeit fällt in eine Wärmeperiode Ende März und wird Anfang April durch eine Frostperiode beendet.

1935 waren nur am 24. 4. 11 Körner, am 26. 4. 2 Körner und am 27. 4. 1 Korn pro 5 cm² angeflogen.

1936 setzte der Pollenflug am 24. 3. mit wenigen Körnern ein, stieg in einer Wärmeperiode vom 30. 3. bis 1. 4. (s. Erle) kräftig an, um mit geringem Werte sich bis zum 19. 4. fortzusetzen.

1949 war der Pollenflug der Ulme, die durch das Ulmensterben in Eberswalde stark zurückgegangen war, gering. Er beschränkt sich auf die warme Periode vom 28. 3. bis 6. 4.

Bei der Ulme kann man beobachten, daß sie in den einzelnen Jahren ziemlich zur gleichen Zeit stäubte. Nur in der sehr warmen 3. Dekade des April 1935 (s. Birke) war ein frühes Stäuben zu verzeichnen.

Die Pollensummen waren folgende: 1933 = 9, 1934 = 46, 1935 = 3, 1936 = 272, 1949 = 110.

Zusammenfassend kann man sagen, daß Pollenmengen der Ulme in den einzelnen Jahren sehr variieren, die Stäubezeit aber sich ziemlich konstant hält.

c) Birke (s. Tabelle 3)

Über den Pollenflug der Birke lassen sich aus den Ergebnissen schon mehr Schlüsse ziehen. 1933 begann der Pollenflug am 12. 4., einem sehr warmen Tage (Maximum 19,3°), nachdem die erste Dekade einen Durchschnitt von 5,9° hatte.

Das Stäuben wurde am 18. 4. durch eine Frostperiode unterbrochen und setzte erst am 26. 4. (Tagesmittel 8,2°) und am 27. 4. (Tagesmittel 9,8°) verstärkt wieder ein.

Kühle Witterung am 29. 4. hemmte den Pollenflug, eine Erwärmung ab 1. 5. förderte ihn, aber selbst ein sehr warmer Tag, wie der 6. 5. mit einem Maximum von 26,3° konnte den Pollenflug nicht mehr beleben, denn die Birken hatten ausgestäubt.

Im Jahre 1934 hatte die erste Dekade des April ein Mittel von 7,1°. Ab 14. 4. trat eine fühlbare Erwärmung ein mit Tagesmitteln am 14. 4. von 10,1°, am 15. 4. von 11,5°, am 16. 4. von 16,0°, am 17. 4. von 16,8°, am 18. 4. von 19,2°, wo Windstärken bis 8 herrschten und lebhafter Anflug des Birkenpollens zu verzeichnen war. Mit der Abkühlung am 19. 4. ging auch der Pollenflug stark zurück.

1935 war die erste Aprildekade kühl (5,0°), in der 2. Dekade trat eine Erwärmung auf (8,5°), die bis in die 3. De-

Tabelle 3. — Pollenflug der Birke

	1933	1934	1935	1936	1949
10. 4.					2
11. 4.			(1)		7
12. 4.	(3)				
13. 4.		(3)			
14. 4.	(1)				124
15. 4.	2	(3)			1
16. 4.	(1)	13		1	33
17. 4.	(1)	45		5	119
18. 4.		93		4	213
19. 4.		2		16	80
20. 4.		3	(1)	21	7
21. 4.		2	11	4	14
22. 4.	(2)	4	28	1	12
23. 4.	2	(3)	44	(1)	6
24. 4.	(2)	(3)	219	2	13
25. 4.	4	(1)	40	2	3
26. 4.	27	1	11	2	19
27. 4.	22	(1)	10	71	1
28. 4.	6	(2)	7	8	12
29. 4.	4		5	16	4
30. 4.	2	(1)	8	55	
1. 5.	3		2	1	
2. 5.	16		6	8	
3. 5.	19		1	16	
4. 5.	8		1	5	2
5. 5.	13		1	9	
6. 5.	3		(2)	3	
7. 5.	2		4	(2)	2
8. 5.			2		2
9. 5.	(3)				
10. 5.	(1)		(2)	(4)	
11. 5.	(1)		(3)		

kade fort dauerte. Am 24. 4. war bei einem Tagesmittel von 14,7°, einem Maximum von 20,7° und Windstärken bis 6 ein sehr lebhafter Pollenflug, der infolge der Regenperiode am 26. und 27. 4. stark zurückging.

Die 1. Dekade des April 1936 brachte durchschnittliche Temperaturen (6,4°). Eine kleine Wärmeperiode vom 16., 17. und 18. 4. brachte die Birke zum Stäuben. Es folgte eine kältere Periode mit wenig Pollenflug, bis ein Temperaturanstieg am 27. 4. (10,1°) wieder starkes Stäuben zur Folge hatte. In der 1. Dekade des Mai blühte die Birke dann ab.

Im Jahre 1949 setzte das Stäuben der Birke schon am 1. April ein, nach einigen warmen Tagen, die Ende März herrschten. Am 7. 4. wurde der Pollenflug jäh unterbrochen, als eine Regenperiode begann, die bis zum 13. 4. andauerte. Mit dem warmen und trockenen Wetter am 14. 4. war auch ein guter Pollenflug der Birke zu beobachten, wobei am 18. 4. mit einem Tagesmittel von 17,0° ein Maximum erreicht wurde. In der 3. Dekade des April stäubte die Birke dann allmählich ab.

Der Vergleich des Beginns des Stäubens bei der Birke zeigt Unterschiede bis zu 3 Wochen. Die Dauer des Anfluges kann 2 bis 4 Wochen betragen, wobei die Dauer des Stäubens durch die Witterung bedingt ist, die Dauer des Anflugs auch vom Fernflug abhängig sein kann.

Die Pollensummen bei der Birke waren: 1933 = 135, 1934 = 169, 1935 = 506, 1936 = 339, 1949 = 397. Diese Zahlen zeigen, daß die Pollenmenge der Birke in den einzelnen Jahren sehr verschieden sein kann.

d) Hainbuche (s. Tabelle 4)

Der Anflug der Pollen der Hainbuche zeigt in den einzelnen Jahren ein sehr unterschiedliches Bild, war im ganzen aber nicht sehr hoch.

1933 flogen nach der kühlen Periode vom 18. bis 20. 4. am 22. bis 25. 4. nur wenige Körner an. Es waren in dieser Zeit noch Nachtfroste zu verzeichnen. Am 25. 4. trat eine Erwärmung ein und zugleich setzte ein etwas stärkerer Pollenflug der Hainbuche ein.

Im Jahre 1934 war in der 1. Aprildekade ein Mittel von 7,1° gegenüber 5,9° im Jahre 1933. In der 2. Dekade des April trat eine lebhafte Erwärmung ein. Am 16. 4. mit einem Mittel von 16,0° begann der Anflug, der am 18. 4. mit einem Mittel von 19,2° und einem Maximum von 26,6° am höchsten war, um in den folgenden Tagen bei einem kühlen Wetter herabzugehen.

Im Jahre 1935 war in der 1. Aprildekade ein Mittel von 5,0°, in der 2. Dekade von 8,5° festzustellen. In der 3. Dekade setzte mit einer Erwärmung am 21. 4. (11,9°) der Pollenflug ein, der zum 23. 4. mit einem Mittel von 13,5° und Windgeschwindigkeiten bis 5 und zum 24. 4. mit einem Mittel von 14,7°, einem Maximum von 20,7° und Windgeschwindigkeiten bis 6 sein Maximum erreichte, bis Regenfälle am 26. 4. und 27. 4. eine Abnahme des Anflugs mit sich brachten.

Im Jahre 1936 war der Anflug äußerst gering. Das Jahr 1949 brachte wieder mehr Pollenflug der Hainbuche. Vorbereitet wurde er durch die warmen Tage des 11. bis 14. 4. Starker Temperaturanstieg am 16. 4. brachte gleich einen lebhaften Pollenflug nach sich, der bis zum 24. 4. anhielt, als die Hainbuche abgestäubt hatte.

Der Beginn des Stäubens der Hainbuche unterschied sich in den einzelnen Jahren um ca. 14 Tage. Die Dauer des Anflugs ist im Mittel mit 8 Tagen anzunehmen.

Die Pollensummen waren in den einzelnen Jahren sehr verschieden: 1933 = 30, 1934 = 53, 1935 = 264, 1936 = 14,

Tabelle 4. — Pollenflug der Hainbuche

	1933	1934	1935	1936	1949
15. 4.				(3)	1
16. 4.		3		(2)	5
17. 4.		2		3	81
18. 4.		17			72
19. 4.		12			40
20. 4.		8			11
21. 4.		3	2		10
22. 4.	(1)	6	16		19
23. 4.	(2)	(3)	26		31
24. 4.	(1)	(1)	126		12
25. 4.	(3)	(4)	73		
26. 4.	2	(1)	1		7
27. 4.	2	(1)	2	(2)	1
28. 4.	6		8	2	3
29. 4.	6		1	2	1
30. 4.	3	(1)	2	(1)	
1. 5.	(4)		(1)		
2. 5.	1		2		
3. 5.	(3)		(2)	(2)	
4. 5.	(3)		(3)	(4)	10
5. 5.	5		1	2	
6. 5.	1				
7. 5.	1		(3)	(1)	
8. 5.			(1)		

1949 = 309, so daß man in den einzelnen Jahren von einer Fehlblüte sprechen kann.

Zusammenfassend kann man vom Pollenflug der Hainbuche sagen, daß sein Beginn und seine Intensität wärmebedingt sind, wobei der Wind fördern, höhere Luftfeuchtigkeit hemmend wirken.

a) Rotbuche (s. Tabelle 5)

Bei der Rotbuche lassen sich nur die Jahre 1933 und 1935 einer näheren Betrachtung unterziehen, da die anderen Beobachtungsjahre eine Fehlblüte hatten.

1933 war in der 3. Aprildekade ein Mittel von 6,9° zu verzeichnen. In der 1. Dekade des Mai (13,6°) trat eine lebhafte Erwärmung ein, so daß am 5. 5. 14,8°, am 6. 5. 18,0° mit einem Maximum von 26,3° erreicht wurden. Am 5. 5. setzte dann auch ein lebhafter Anflug von Buchenpollen ein, der am 16. 5. durch Regen gehemmt, am 12. und 14. 5. wieder anstieg. Regenfälle ab 15. 5. beendeten den Anflug.

1934 war eine Fehlblüte der Buche, die aber nicht in Spätfrosten ihre Ursache hatte.

Im Jahre 1935 war die 3. Dekade des April warm (11,6°), in der 1. Dekade des Mai trat zwar eine Abkühlung ein (7,5°), aber die Buche begann zu stäuben, leichte Nachtfroste traten auf. Der 6. und 7. 5. mit lebhaftem Pollenflug waren warm (Mittel 12,5°, 12,1°), eine darauf folgende Abkühlung ließ die Pollenwerte heruntergehen, bei geringer Erwärmung stiegen die Werte am 12. und 13. 5. wieder an. Regenfälle am 14. 5. ließen die Werte absinken, lebhafte Winde am 15. und 16. 5. hatten einen Anstieg zur Folge. Regenfälle am 17. und 18. 5. brachten nur geringe Werte, während das Maximum am 19. 5. auf lebhafte Winde zurückzuführen ist.

Der Beginn des Blühens der Buche differierte um ca. 8 Tage, die Dauer des Stäubens kann über 3 Wochen betragen, da hier der Ferntransport stark mitspielt.

Die Pollensummen spiegeln die Blüte der einzelnen Jahre wider. Es flogen insgesamt an: 1933 = 189, 1934 = 3, 1935 = 834, 1936 = 33, 1949 = 37 Körner. Zum Vergleich sei angesagt, daß auf dem Aussichtsturm bei Eberswalde (s. DENGLE 1944), wobei aber nicht der ganze Pollenflug zeitlich erfaßt wurde, insgesamt 1901 Körner anflogen.

Tabelle 5. — Pollenflug der Rotbuche

	1933	1934	1935	1936	1949
28. 4.					4
29. 4.			(3)		28
30. 4.			1		1
1. 5.			2		
2. 5.		(2)	2		
3. 5.		(3)	(1)		
4. 5.		1	2	(2)	2
5. 5.	2		28	2	
6. 5.	15	(2)	32	5	
7. 5.	22	(3)	40	2	
8. 5.	43		13	(3)	
9. 5.	22		15		
10. 5.	11		10		
11. 5.	4	(1)	16		
12. 5.	26		49		
13. 5.	4		78		2
14. 5.	22		11		
15. 5.	8		94		
16. 5.	5		127		
17. 5.			3		
18. 5.			5		
19. 5.	(1)		180		
20. 5.	(3)		53		
21. 5.	2		12		
22. 5.			28		
23. 5.	(3)		8		
24. 5.			14		
25. 5.	(1)		(2)		
26. 5.			(2)		

Die Buche zeigt also in den einzelnen Jahren einen sehr verschiedenen Pollenflug. In Jahren guter Pollenerzeugung sind auch hier Beziehungen zu den Witterungsfaktoren unverkennbar.

f) *Eiche* (s. Tabelle 6)

Ebenso wie die Rotbuche zeigte die Eiche ein sehr unterschiedliches Verhalten in den einzelnen Beobachtungsjahren. Die Jahre mit reichlichem Pollenflug der Eiche fielen nicht mit denen der Buche zusammen. Man kann sagen, daß nur das Jahr 1949 einen starken Pollenflug der Eiche zeigte, in den anderen Beobachtungsjahren war er ziemlich schwach.

So war im Jahre 1933 sehr wenig Pollen der Eiche angefliegen, vielleicht war die regnerische Witterung, die Mitte Mai herrschte, für den Pollenflug von Nachteil.

Im Jahre 1934 fand nur ein kurzer Pollenflug statt, und zwar vom 1. bis 7. Mai bei sehr warmer Witterung (3. 5. = 19,3°, 4. 5. = 23,5° und Windstärke bis 7). Die Eiche hatte in diesem Jahr schnell abgestäubt.

Im Jahre 1935 setzte der Pollenflug der Eiche erst am 13. Mai ein. Nach einer normalen Witterung der 1. Dekade des Mai (7,5°) und keiner großen Erwärmung in der 2. Dekade (7,8°), stiegen die Temperaturen in der 3. Dekade, so daß am 22. 5. bei einem Mittel von 12,5° und Windstärken bis 6 ein Maximum des Pollenfluges gegeben war, am 23. 5. stäubte die Eiche bei 15,9° und Windstärken bis 6 noch gut, ebenso am 24. 5. Dann ging der Pollenflug plötzlich sehr stark zurück, die Eiche hatte abgestäubt. Im Jahre 1936 begann Anfang Mai ein schwacher Pollenflug, der offenbar durch Regenfälle gehemmt wurde. Mit einer Erwärmung am 9. 5. auf 18,2° stieg auch der Pollenanflug an und hielt am 11. 5. bei etwas kühlem Wetter an, um ab 12. 5. rasch abzusinken.

Im Jahre 1949 waren bereits Mitte April einige Eichenpollen angefliegen. Nach einer Erwärmung am 25. 4. auf 19,0° war am 28. und 29. 4. bei mäßigen Temperaturen, aber sonnigem Wetter guter Pollenflug. Er fiel mit einer Abkühlung am 30. 4. und 1. 5. ab, um am 2. 5. hoch anzu-

steigen. An diesen Tagen waren die Temperaturen mäßig (11,6°), aber die Sonne schien den ganzen Tag. Zum 5. 5. stiegen die Temperaturen stark an (5. 5. = 20,0°), so daß an diesen Tagen ein Massenanflug des Eichenpollens festzustellen war. Eine Regenperiode, die bis zum 10. 5. andauerte, ließ den Pollenanflug heruntergehen, Erwärmung und heiteres Wetter ab 12. 5. ihn wieder ansteigen.

Wenn auch die freie Lage der Apparatur im Jahre 1949 an den höheren Anflugwerten mit beteiligt ist, so muß dieses Jahr ein gutes Blühjahr der Eichen gewesen sein, ebenso wie das Jahr 1931, wo DENGLE (1944) auf dem Aussichtsturm insgesamt 3673 Eichenpollen fing, obgleich nicht die gesamte Blütezeit erfaßt wird.

Tabelle 6. — Pollenflug der Eiche

	1933	1934	1935	1936	1949
28. 4.					80
29. 4.					61
30. 4.					4
1. 5.	(1)	(3)		(1)	1
2. 5.					452
3. 5.		15			77
4. 5.		32		(1)	46
5. 5.	(2)	(3)		(3)	969
6. 5.		(4)		(1)	12
7. 5.	(1)	4			45
8. 5.	2			(3)	64
9. 5.	(3)			3	6
10. 5.	(2)			15	46
11. 5.				28	8
12. 5.	2			1	96
13. 5.	(1)		1	4	92
14. 5.	4		(1)	(3)	
15. 5.	3		4	(3)	57
16. 5.	(2)		2	2	
17. 5.			(2)	6	
18. 5.			(3)	1	
19. 5.	(3)		2	(3)	
20. 5.	(2)		2		
21. 5.	4		1		
22. 5.			34		7
23. 5.	(2)		14		
24. 5.			19		8
25. 5.	(1)		1		2
26. 5.	(1)		2		
27. 5.			1		
28. 5.			1		
29. 5.	(1)		1		
30. 5.	(2)				

Die Pollensummen der einzelnen Jahre zeigen nochmals den unterschiedlichen Anflug. Es flogen an: 1933 = 20, 1934 = 53, 1935 = 96, 1936 = 65, 1949 = 2188 Eichenpollen.

Auch bei der Eiche ist die Abhängigkeit des Pollenflugs von der Witterung unverkennbar.

g) *Fichte* (s. Tabelle 7)

Wenn man vom Jahre 1931 absieht, wo DENGLE (1944) insgesamt 1827 Fichtenpollen in Eberswalde auf dem Aussichtsturm fing, können nur die Jahre 1935 und 1936 für die Betrachtung herangezogen werden, da in den anderen Jahren kaum Fichtenpollen anfliegen.

Das Jahr 1935 zeigte einen schwachen Pollenanflug dieses Baumart. Ihr Pollenflug ging der der Eiche etwas voraus, fiel aber dann mit ihr zusammen. Das Maximum am 15. 5. wurde bei lebhaften Winden erreicht. Regenfälle am 17. und 18. 5. ließen den Pollenflug fast aussetzen.

Im Jahre 1936 fiel die Fichtenblüte mit der Eiche fast zusammen. Die Maxima waren in der warmen Periode vom 7. bis 9. 5. festzustellen, obgleich einige Regenfälle heruntergingen, aber doch die Sonne längere Zeit schien.

Tabelle 7. — Pollenflug der Fichte

	1935	1936
2. 5.	(1)	
3. 5.		
4. 5.		
5. 5.	(3)	3
6. 5.	(1)	8
7. 5.	(1)	63
8. 5.	(4)	68
9. 5.	(3)	61
10. 5.	(1)	5
11. 5.	2	6
12. 5.	5	(2)
13. 5.	6	17
14. 6.	3	6
15. 5.	9	46
16. 5.	3	5
17. 5.		7
18. 5.	(1)	8
19. 5.	3	4
20. 5.	(1)	(3)
21. 5.		(4)
22. 5.	2	
23. 5.	(1)	

Der weitere Fichtenpollenflug ab 13. 5. wird auf Fernflug zurückzuführen sein, hier herrschten durchweg nördliche Winde.

Die Summen der angeflogenen Fichtenpollen waren folgende: 1933 = 1, 1934 = 4, 1935 = 38, 1936 = 309, 1949 = 8.

h) Kiefer (s. Tabelle 8)

Auch die Kiefer, die Hauptbaumart unseres märkischen Waldes, zeigte ein sehr unterschiedliches Verhalten. Das Jahr 1933 fiel durch einen recht schwachen Pollenflug auf. Zwar war die 1. Dekade des Mai warm (13,6°), die 2. Dekade aber kühler (9,6°) und regnerisch, so daß der Pollenflug erst in der 3. Dekade einsetzte. Mit einer Erwärmung ab 28. 5. (12,0°) wurden am 29. 5. (14,9°) und 30. 5. (16,4°) die Maxima erreicht. Dann ging der Pollenflug sehr schnell zurück und hielt bis Mitte Juni schwach an.

Im April des Jahres 1934 war die 3. Dekade warm (12,8°). Anfang Mai stieg die Temperatur rasch an, so daß am 4. 5., wo ein Maximum des Kiefernpollens festzustellen war, 18,2° Mittel und 28,9° (!) Maximum erreicht wurden.

Beim zweiten Maximum am 7. 5. war es zwar kühler (14,1°), aber der Wind stärker (bis 5). Regenfälle am 8. und 9. 5. ließen den Pollenflug heruntergehen, der sich bis Ende Mai hinzog.

Im Jahre 1935 herrschte in den beiden ersten Dekaden des Mai eine normale, vielleicht etwas kühle Witterung (s. Eiche). In der 3. Dekade wurde es wärmer und die warmen Tage am 25. 5. (15,0°) und 26. 5. (15,5°) brachten die Kiefer zum Stäuben. Am 29. 5., wo das erste Maximum des Anflugs erreicht wurde, waren 15,0°, am 30. 5. 16,6° mit einem Maximum von 24,3°, dann sank die Temperatur zum 1. 6. stark ab, leichte Nachfröste traten ein und der Pollenflug ging zurück. Eine Erwärmung zum 5. 6. (18,0°) hatte wieder stärkeren Pollenflug der Kiefer nach sich gezogen, höhere Windgeschwindigkeiten am 6. 6. (bis 6) und 8. 6. (bis 5) brachten größere Pollenmengen, wahrscheinlich aus Ferntransport.

Das Jahr 1936 zeichnete sich durch einen recht lebhaften Pollenflug der Kiefer aus. Die 1. Dekade des Mai war warm (14,4°), die 2. Dekade etwas kühler (12,5°), brachte aber an klaren, sonnigen Tagen vom 17. bis 20. 5. einen regen Anflug der Kiefernpollen. Regenfälle am 22. bis 24. ließen den Anflug stark sinken, höhere Temperaturen am 25. 5. (14,9°), am 26. 5. (15,8°), am 27. 5. (17,2°) ließen den Pollenflug wieder steigen. Bei Windgeschwindigkeiten bis

6 am 28. 5. wurde ein Maximum des Anflugs erreicht, der wahrscheinlich aus Fernflug stammte, ebenso wie der Anflug der 1. Hälfte des Juni auf Fernflug zurückzuführen ist.

Im Jahre 1949 war auch ein starker Pollenflug der Kiefer festzustellen. Der Pollenflug setzte am 25. 5. ein, einem sehr warmen Tage mit einem Mittel von 20,0°.

Tabelle 8. — Pollenflug der Kiefer

	1933	1934	1935	1936	1949
2. 5.		(3)			
3. 5.		58			1
4. 5.		425			
5. 5.		5			20
6. 5.	(1)	66		(1)	1
7. 5.		200			53
8. 5.		3			16
9. 5.		(2)			2
10. 5.		2			10
11. 5.		3			16
12. 5.		(1)			64
13. 5.		6	(1)		318
14. 5.	(2)	10		1	
15. 5.		2		1	627
16. 5.		3		14	314
17. 5.		(2)		64	872
18. 5.		(3)		70	1050
19. 5.	(1)			142	2223
20. 5.	(2)	(1)		18	536
21. 5.	4	1		75	212
22. 5.	2	3	6	42	1146
23. 5.	3	1	1	6	12
24. 5.	3	(4)		7	370
25. 5.	8		(2)	55	634
26. 5.	7	1	6	176	58
27. 5.	5	(1)	9	177	108
28. 5.	17	(4)	15	361	53
29. 5.	28		41	18	14
30. 5.	31		36	14	4
31. 5.	9		37	38	2
1. 6.	5	1	3	2	
2. 6.	6		28	6	
3. 6.	16		34	19	
4. 6.	4	(1)	14	109	
5. 6.			19	16	
6. 6.	4	(1)	44	4	
7. 6.	5	(1)	4	4	
8. 6.	6		25	2	
9. 6.	1		1	(1)	
10. 6.	(4)		3	7	
11. 6.	(3)		15	7	
12. 6.	(2)		2	(4)	
13. 6.	(1)	(2)	3	2	
14. 6.	(3)	(1)	(2)	1	
15. 6.	(3)	(2)	9		
16. 6.			3		

Eine Abkühlung am 9. 5. (6,4°) und 10. 5. (5,9°) ließ die angeflogene Pollenmenge zurückgehen, eine Erwärmung am 11., 12. und 13. 5. bei klarem sonnigen Wetter den Anflug rapid ansteigen, der an den nächstfolgenden Tagen sehr hohe Werte erreichte. Die Witterung war durchweg warm (17. 5. = 18,4°, 18. 5. = 18,8°, 19. 5. = 16,4°, 20. 5. = 19,6°). Der bis Ende Mai andauernde Pollenanflug ist wohl auf Fernflug zurückzuführen. Bei den Anflugsummen spricht wahrscheinlich auch die Lage der Apparaturen mit. 1931 zählte DENGLE (1944) auf dem Aussichtsturm insgesamt 28 291 Kiefernpollen, 1949 wurden auf dem Hochschuldach insgesamt 8733 gezählt. Auf der Wiese in dem Schwärzetal wurden 1933 176, 1934 813, 1935 371, 1936 1498 Kiefernpollen gezählt.

Der Beginn des Stäubens bei der Kiefer war sehr verschieden und differierte um ca. 3 Wochen. Die Dauer des gesamten Pollenanfluges kann man mit 4 Wochen annehmen, da der Fernflug hier stark in Erscheinung tritt.

i) Sonstige Baumarten

Von sonstigen Baumarten wurde der Pollen der *Hasel* aufgefangen. Eine eingehende Darstellung des Pollenfluges dieser Baumart läßt sich nicht geben, da in den einzelnen Jahren wahrscheinlich der Pollenfang zu spät einsetzte.

So flogen vom 13. 3. bis 21. 3. 1933 insgesamt 10 Pollenkörner der Hasel an mit einem Maximum von 4 am 15. 3., einem windigen, heiteren und nicht allzu kalten Tag.

1934 waren vom Beginn der Beobachtungen an vom 6. 3. bis 16. 3. insgesamt 8 Pollen angefliegen, mit einem Maximum von 3 Pollen am 12. 3.

1935 flogen vom 21. 2., dem Beginn der Beobachtungen, bis zum 9. 3. 30 Pollen an, mit einem Maximum von 17 am 22. 2., ein relativ warmer Tag (7,2°). 1936 erstreckte sich der Pollenflug der Hasel vom 2. 2. bis 17. 4., zuerst mit geringen Werten, die am 20. 3. ein Maximum von 13 erreichten. 1949 wurde der Beginn des Pollenfluges der Hasel wahrscheinlich nicht erfaßt, da nach dem Witterungsbericht in der letzten Dekade des Februar die Hasel schon blühte. Es wurden am 2. 3. 33, am 3. 3. 14 Körner gefangen. Der Anflug erstreckte sich bis zum 31. März.

Aus diesen Beobachtungen kann man entnehmen, daß die Hasel recht lange stäubt. Es ist bekannt, daß schon eine geringe Erwärmung ihr Stäuben bewirkt.

Weiterhin wurden die Pollen der *Weide* aufgefangen. Hier finden sich recht widersprechende Ergebnisse.

1933 war vom 6. 5. bis 16. 5. z. T. ein recht starker Anflug von Weidenpollen festzustellen.

1934 fand dieser Anflug vom 12. 4. bis 7. 5. statt, 1935 vom 20. 4. bis 16. 5.

Lärche stäubte 1933 vom 30. 3. bis 4. 4., 1934 vom 28. 3. bis 31. 3., 1935 vom 11. 4. bis 14. 4., 1936 vom 28. 3. bis 11. 4.

Der Gesamtanflug war gering: 1933 = 6, 1934 = 2, 1935 = 11, 1936 = 5 Körner.

Einige wenige Tannennpollen wurden auch aufgefangen. Die *Linde* flog nur mit wenigen Pollen an, so 1933 am 16. und 17. 7. mit je 1 Pollen, 1934 am 24. 6. mit 3, am 25. 6. mit 2, 1935 am 9. 6. mit 1, 1936 am 27. 6. mit 5, am 28. 6. mit 3 und vom 3. 7. bis 7. 7. mit insgesamt 11 Körnern.

k) Vergleiche der Aufblühfolgen

Bei der Betrachtung des Pollenfluges der einzelnen Baumarten wurde auf seinen verschiedenen Beginn, die verschiedene Dauer und die verschiedenen Pollensummen aufmerksam gemacht.

Interessant ist es, die Ergebnisse der einzelnen Holzarten miteinander zu vergleichen.

Im allgemeinen hat sich eine Aufblühfolge herausgestellt, die mit der Hasel und Weißerle beginnt. Es blühen dann auf die Schwarzerle, die Ulme, die Birke, die Hainbuche, die Rotbuche, die Eiche, die Fichte, die Kiefer und die Linde.

Geändert wurde die Reihenfolge 1936 als die Ulme vor der Schwarzerle zu blühen begann, während bei der Buche und Eiche man diese Umkehrung nur angedeutet findet, oder 1934 die Kiefer vor der Eiche zu stäuben anfang.

Interessant ist aber noch festzustellen, daß der Abstand zwischen dem Stäuben der Ulme und der Birke zwischen einzelnen Jahren verschieden sein kann, wodurch auch die o. a. Umkehrung vorkam. So schwankt der Zeitraum zwischen dem Stäuben der Ulme und der Birke zwischen 14 und 24 Tagen, zwischen Birke und Hainbuche zwischen 0 und 10 Tagen, zwischen Hainbuche und Rotbuche zwi-

schen 8 und 18 Tagen, zwischen Rotbuche und Eiche zwischen 0 und 14 Tagen, zwischen Eiche und Kiefer zwischen 1 und 12 Tagen.

Die unterschiedliche Folge des Aufblühens bei den einzelnen Holzarten ist schon sehr früh beobachtet worden, auch die bekannte Wetterregel beruht darauf:

Blüht die Esche vor der Eiche,
Gibt's im Sommer große Bleiche,
Blüht die Eiche vor der Esche,
Gibt's im Sommer große Wäsche?

Die verschiedene Reihenfolge des Aufblühens in den einzelnen Jahren wird nach SMIRNOW (zit. nach WALTER 1951) als *phänologische Interzeption* bezeichnet, sie hängt mit dem Witterungscharakter der für das Blühen kritischen Zeit zusammen (s. u.).

4. Allgemeine Erkenntnisse über die Ökologie des Pollenfluges

Bei der Analyse des Pollenfluges im Zusammenhang mit der Witterung muß man zwei Phasen unterscheiden: 1. Einfluß der Witterung auf das Aufblühen der männlichen Blüten bzw. auf das Öffnen der Antheren und 2. Beeinflussung des entlassenen fliegenden Pollens.

Die erste Phase, der eigentliche blütenbiologische Vorgang, ist dann weiterhin zu analysieren, um eine Erklärung für das Aufblühen zu gewinnen.

a) Eintritt der Blüte

Die Reife der Antheren und die darauf folgende Pollenentlassung ist ein Vorgang, der bei Vorhandensein stäubefähiger männlicher Blüten bei jeder Holzart eintreten muß. Der Reifezustand wird auf jeden Fall erreicht, falls nicht Fröste die Blüten vernichten. Was aber nach allen bisherigen Erfahrungen beeinflußt wird, ist die Verzögerung oder Beschleunigung der Reife und des Beginns des Stäubens. Es wird sich also darum handeln, Abweichungen von langjährigen Mittelwerten festzustellen, um die verzögernde bzw. beschleunigende Wirkung der Witterung in den einzelnen Jahren herauszuarbeiten.

Tabelle 9. — Die erste Blüte von Holzarten in Eberswalde (1876 bis 1897) aus DANCKELMANN (1898).

(fr = frühester Eintritt, sp = späterer Eintritt, m = mittlerer Wert, D = Differenz zwischen fr und sp, n = Anzahl der Beobachtungsjahre).

	fr.	sp.	m	D	n
<i>Corylus avellana</i>	1.2	3.4	8.3	63	20
<i>Alnus glutinosa</i>	11.2	15.4	23.3	65	21
<i>Betula pendula</i>	10.4	26.5	27.4	46	20
<i>Carpinus betulus</i>	5.4	5.5	26.4	30	13
<i>Fagus sylvatica</i>	12.5	20.5	16.5	8	5
<i>Quercus robur</i>	4.5	29.5	17.5	25	21
<i>Quercus petraea</i>	7.5	25.5	16.5	18	8
<i>Picea abies</i>	2.5	27.5	13.5	25	5
<i>Pinus silvestris</i>	11.5	6.6	22.5	27	21
<i>Tilia cordata</i>	15.6	11.7	2.7	26	18

Solche Beobachtungen (s. Tabelle 9) liegen für Eberswalde vor, doch sind leider nicht alle Holzarten lange genug beobachtet worden, um richtige Mittelwerte zu bilden. Auch hängt das erste Aufblühen stark von mikroklimatischen Bedingungen ab, so daß diese Werte nur einen Anhalt bieten können. Sie können täglich durchgeführte Pollenfänge nicht ersetzen.

Verschiedene Autoren (s. DANCKELMANN 1898) halten für den Eintritt der ersten Blüte sog. „Wärmesummen“ für maßgebend, und so zeigt die Tabelle 10 eine bestehende Übereinstimmung mit der Reihenfolge des Aufblühens der

Tabelle 10. — Wärmesummen für den Eintritt der ersten Blüte (aus DANCKELMANN 1898)

<i>Corylus avellana</i>	266
<i>Alnus incana</i>	308
<i>Alnus glutinosa</i>	591
<i>Betula pendula</i>	1117
<i>Carpinus betulus</i>	1196
<i>Fagus silvatica</i>	1436
<i>Picea abies</i>	1501
<i>Quercus robur</i>	1622
<i>Pinus silvestris</i>	1735
<i>Tilia cordata</i>	2805

einzelnen Holzarten. Auch SCHUBERT (1937) gibt der Wärme eine doppelt so große Bedeutung als den Niederschlägen.

Auch nach neueren Ansichten (WALTER 1951) sind Wärmesummen für das Aufblühen maßgebend. Das Erreichen eines Schwellenwertes ist die Voraussetzung, dann erfolgt der mittelbare Einfluß der Wärme. Es müssen bestimmte Tagesmittel überschritten werden, die nach SELJANINOW bei der Hasel und bei der Erle mindestens 2° bis 3° betragen.

Bei der Analyse der Biologie der männlichen Kiefernblüte ergab es sich, daß für die Erreichung eines Reifezustandes, der natürlich seine Voraussetzung in der Witterung der vorangehenden Zeit hat, die Wärme der 10 bis 14 Tage maßgebend und für das Stäuben die Temperatur der letzten 3 bis 4 Tage bestimmend war. Dies ist so zu verstehen, daß die Wärme beschleunigend wirkte, da letzten Endes der Aufbruch der Antheren zwar durch kalte Witterung verzögert, aber nicht unterbunden werden kann.

Auch bei den anderen Holzarten scheinen ähnliche Verhältnisse zu herrschen, denn wie es die vereinfachte Tabelle 11 zeigt, gehen dem Beginn des Pollenfluges der Birke, Eiche und Kiefer deutlich relative Wärmeperioden voraus.

Anhand der Tabelle 11 lassen sich diese Übergänge näher bestimmen. Da z. B. die Schwarzerle nur geringe Wärmesummen für den Beginn des Stäubens benötigt, die Kätzchen sind wie bei der Hasel und Birke schon weitgehend im Vorjahr vorgebildet, genügt eine stärkere Erwärmung, sei es als Lufttemperatur oder als Einstrahlung, um die Kätzchen zur Blüte zu bringen. Allerdings verzögern Kälteperioden, wie in den Jahren 1936 und 1949 die Bereitschaft zum Blühen.

Bei der Ulme ist eine merkwürdige Gleichmäßigkeit des Blühbeginns festzustellen, wohl eine erblich fixierte Eigenschaft, die schwer zu beeinflussen ist.

Für den Blühbeginn der Birke sind zwei größere Wärmesummen notwendig, hier scheint die Wärme von 2 bis 3 Dekaden bestimmend zu sein. Die Hainbuche zeigt ein gleichsames Verhalten wie die Birke. Für die Buche ist das Material zu gering.

Bei der Eiche erwiesen sich Temperaturen über 10° als sehr fördernd, was bei der Kiefer auch zu sein scheint.

So haben die einzelnen Holzarten in den einzelnen Jahren durchaus nicht gleichsinniges Verhalten, da die Witterung ja auch sehr verschieden sein kann.

Außer bei der Schwarzerle lassen die Jahre 1934 und 1949 eine frühe Blüte erkennen, die Jahre 1933 und 1935 eine späte Blüte. Das unterschiedliche Verhalten der Erle ist auf die oben besprochene Tatsache zurückzuführen, während für die anderen Baumarten die Witterung nach der Erleblüte maßgebend zu sein scheint.

Nach dem Öffnen der Antheren wird der Blütenstaub entlassen und vom Winde fortgetragen. Bei der Kiefer konnte 1938 festgestellt werden, daß niedrige Tempera-

tur und erhöhte Luftfeuchtigkeit hemmend wirken, daß aber starker Wind die Hemmung aufheben kann.

Tabelle 11. — Dekadenmittel und Beginn des Stäubens

Monat, Dekade	1933	1934	1935	1936	1949
I 1	2,4	0,8	-2,2	3,8	1,4
2	-5,6	2,9	-1,8	1,8	3,2
3	-7,7	-1,6	0,7	3,1	0,7
II 1	5,0	0,2	-1,7	0,7	-0,5
2	-1,4	3,0	3,8	-1,9	3,2
3	-6,4	4,4	4,8 ^A	-0,9	4,5
III 1	2,6	3,6 ^A	-4,0	3,0	-3,6
2	7,5 ^A	6,6	3,2	-3,2 ^U	2,5
3	5,4	5,8 ^U	6,2 ^U	7,9 ^U	7,6 ^{AU}
IV 1	5,9	7,1	5,0	6,4 ^A	8,6
2	6,2	11,6 ^{BC}	8,5	7,1 ^B	12,3 ^{BC}
3	6,9 ^{BC}	12,8	11,6 ^{BC}	7,6	12,0 ^Q
V 1	13,6 ^F	17,5 ^{QP}	7,5 ^F	14,4	11,8 ^P
2	9,8	13,1	7,8	12,5 ^{QP}	15,3
3	13,0 ^P	11,6	13,8 ^{QP}	13,2	16,1
VI 1	14,5	15,2	15,6	12,9	17,4
2	15,9	17,4	16,8	17,8	13,4
3	15,5	18,6	21,2	21,0	14,6

A = *Alnus gl.*

U = *Ulmus*

B = *Betula*

C = *Carpinus*

F = *Fagus*

Q = *Quercus*

P = *Pinus*

Eine relative Einschätzung des Blühbeginns in frühe und späte Jahre zeigt dies auch:

	früh	spät
Schwarzerle	1935	1936
Birke	1949	1935
Hainbuche	1934, 1949	1933
Eiche	1949	1935
Kiefer	1934, 1949	1933, 1935

Da höhere Temperatur und Einstrahlung das Aufblühen fördern und niedrige Temperaturen es verzögern, so sind die Vorgänge des Aufblühens und der Pollenentlassung eng gekoppelt. Der Wind dagegen greift unmittelbar bei der Pollenentlassung ein und leitet zu der weiteren Phase des Pollenfluges über.

Diese Tatsache ist nicht nur bei der Kiefer festzustellen, sondern auch bei anderen Baumarten, worauf im Abschnitt 3 wiederholt hingewiesen wurde.

Als Beispiele seien genannt bei der Erle die Daten vom 15. bis 18. 3. 1933 mit starkem Erwärmen und niedriger relativer Luftfeuchtigkeit (56 bis 39% um 14 Uhr), 6. 3. 1934 mit relativer Luftfeuchtigkeit um 14 Uhr von 57%, 22. 2. 1935 mit relativer Feuchtigkeit um 14 Uhr von 56%, 1. 4. 1936 mit 51%.

Für die Birke sind die höheren Temperaturen und die geringe Luftfeuchtigkeit vom 16. bis 18. 4. 1934 maßgebend gewesen, gleiche Witterungsbedingungen vom 22. bis 24. 4. 1935, desgleichen vom 17. bis 18. 4. 1949.

Für die Hainbuche sind die oben erwähnten Tage vom 22. bis 24. 4. 1935 als Beispiele aufgeführt.

Für das Stäuben der Rotbuche war z. B. die trockene Witterung vom 5. 2. bis 10. 5. 1935 maßgebend.

Bei der Eiche begann am 3. und 4. 5. 1934 bei trockener und warmer Witterung der Anflug, ebenso wie er bei ähnlichen Bedingungen am 28. 4. 1949 begann.

Ähnliche Bedingungen konnten auch für die Kiefer festgestellt werden.

Bei allen Holzarten wird also die Auslösung der Pollenentleerung durch trockenes und warmes Wetter beschleunigt.

b) Verlauf des Pollenfluges

Es fragt sich, welche Witterungsfaktoren den Pollenflug selbst beeinflussen.

DENGLER (1944) und der Verfasser (1949) haben sich mit diesen Fragen beschäftigt, und es ist naheliegend, auch die Eberswalder Versuche aus den Jahren 1933 bis 1936 und 1949 dahin auszuwerten.

Die erste Voraussetzung ist natürlich, daß Pollen in die Luft entlassen werden. Die Vorgänge der Pollenentlassung und des Pollenfluges sind nicht immer eindeutig zu trennen, da nach den bisherigen Erfahrungen verschiedene Faktoren sich gleichsinnig auf beide Vorgänge auswirken.

Übersieht man die Pollenflugbeobachtungen (Tabellen 1 bis 8), so zeigt es sich, daß an trockenen und sonnigen Tagen ein guter Pollenflug zu verzeichnen ist. Auf der anderen Seite ist zu ersehen, daß an regnerischen und feuchten Tagen der Pollenanflug zurückgeht. Es bleibt die Frage zu lösen, ob stärkerer Wind auch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen eine Einwirkung auf den Pollenflug hat, denn gerade nach Regenfällen ist es schon frühzeitig aufgefallen, daß große Mengen Pollen, vor allem Kiefern- und Fichtenpollen zu Boden fallen. Es bleibt zu klären, in welchem Maße der Pollen durch den Regen zu Boden geschlagen wird.

Zur Klärung dieser Frage eignen sich die benutzten Apparaturen aber wenig, da sie unter einem kleinen Dach den in der Luft schwebenden Pollen abfangen.

Bei den Beobachtungen des Jahres 1936 war z. B. ein hemmender Einfluß des Regens am 23. bis 25. 4., 12. und 13. 5. und 21. bis 24. 5. zu bemerken. 1949 trat eine deutliche Hemmung vom 6. bis 13. 4. ein, dazu vom 20. bis 21. 4. und 6. bis 9. 5.

Der Wind hatte bei den Beobachtungen von 1936 am 1. 4., 28. 5. und am 4. 6. eine deutliche fördernde Wirkung.

Im Jahre 1949 konnten selbst sehr starke Winde, die in der ersten oben erwähnten Regenperiode am 8. 4. auftraten, den Pollenflug nicht fördern. Am 25. 5. und am 27. 5. war bei einem anderen Witterungscharakter eine Förderung zu bemerken.

So geben die Pollenfänge der Jahre 1933 bis 1936 und 1949 manche Aufschlüsse über die Ökologie des Pollenfluges, aber wie auch DENGLER zu seinem Großversuch im Jahre 1931 schrieb, ist doch noch manche Frage offen geblieben. Zu ihrer Lösung müßten die Pollenfänge noch öfters gewechselt und der Wechsel den Witterungsbedingungen angepaßt werden. Auch müßte man gleichzeitig mit mehreren Pollenfängen arbeiten, um noch offen stehende Probleme des Pollenfluges zu lösen.

Zusammenfassung

1. In den Jahren 1933 bis 1936 und 1949 wurden mittels an Windfahnen befestigten und mit Glycerin-Gelatine bestrichenen Objektträgern, die täglich gewechselt wurden, während der Blütezeit der Waldbäume Beobachtungen über den Pollenflug durchgeführt. — Die auf 1 cm² ermittelten Pollenmengen wurden nach den Baumarten geordnet in den Tabellen 1 bis 8 zusammengestellt.

2. Für das Aufblühen der *Erle* (Tabelle 1) war die Temperatur der Dekade vor dem Stäuben maßgebend. Der Pollenflug selbst wurde durch trockene und warme Witterung gefördert, durch Regenfälle gehemmt. — Die Summen der angeflogenen Pollen waren in den einzelnen Jahren sehr verschieden.

3. Die *Ulme* (Tabelle 2) zeigte in den Jahren 1934, 1936 und 1949 einen auswertungsfähigen Pollenflug. Die An-

flugmaxima fielen mit warmer, trockener Witterung zusammen. Der Beginn des Anflugs differierte in den einzelnen Jahren wenig.

4. Bei der *Birke* (Tabelle 3) ergaben sich Unterschiede im Beginn des Stäubens bis zu zwei Wochen, die mit der Witterung der vorhergehenden drei Dekaden in Zusammenhang standen. Die Anflugmaxima fielen mit warmen, trockenen, z. T. auch windigen Tagen zusammen. Die Pollensummen weichen in den einzelnen Jahren erheblich voneinander ab.

5. Die *Hainbuche* (Tabelle 4) zeigte in den Jahren 1934, 1935 und 1949 einen auswertbaren Pollenflug, dessen Maxima mit warmer Witterung zusammenhingen. In den Jahren 1933 und 1936 kann mit einer Fehlblüte dieser Baumart gerechnet werden.

6. Die *Rotbuche* (Tabelle 5) zeigte nur in den Jahren 1933 und 1935 einen auswertbaren Pollenflug, der sich 1935 über vier Wochen erstreckte und das Maximum bei lebhaften Winden brachte.

7. Die *Eiche* (Tabelle 6) zeigte nur im Jahre 1949 starken Pollenflug, dessen erstes Maximum bei sonnigem, trockenem Wetter, und das zweite Maximum bei sehr warmer Witterung eintrat.

8. Die *Fichte* (Tabelle 7) war nur im Jahre 1936 mit mäßigem Anflug vertreten, dessen Maxima bei warmer Witterung eintraten.

9. Die *Kiefer* (Tabelle 8) zeigte einen sehr unterschiedlichen Beginn des Anfluges, der sich aus der Witterung der vorhergehenden Dekade erklären läßt. Maxima traten an warmen, sonnigen und windigen Tagen ein. Die Pollensummen differierten in den einzelnen Jahren erheblich.

10. Von sonstigen Baumarten werden die Pollen der Hasel, der Weide, der Lärche und der Linde aufgefangen und die Ergebnisse kurz besprochen.

11. Im Beginn der Reihenfolge waren Verschiedenheiten zwischen *Alnus glutinosa* und *Ulmus* und zwischen *Quercus* und *Fagus* festzustellen. Diese Tatsache wurde nach SMIRNOW als phänologische Interzeption bezeichnet.

12. Aus den Beobachtungen wurden unter Benutzung der schon vorliegenden Veröffentlichungen allgemeine Schlüsse für die Ökologie des Pollenfluges gezogen. Es ist anzunehmen, daß für den Beginn des Stäubens die Wärme als Beschleunigungsfaktor heranzuziehen ist (Tabelle 10). — Der Verlauf des Pollenfluges wird durch sonniges und trockenes Wetter gefördert und durch feuchtes und regnerisches Wetter gehemmt. Beim Wind war nicht immer eine Abhängigkeit festzustellen.

Summary

Title of the paper: *Observations on pollen dispersal by forest trees at Eberswalde.* —

1. From the years 1933—1936 and in 1949 observations on pollen dispersal were made during the flowering times of forest trees. The pollen were collected on slides coated with glycerine-gelatine and fastened to a vane. The slides were changed every day. The pollen content found on 1 cm², is shown in tables 1—8.

2. The commencement of flowering of *alder* depended upon the temperature of the ten days before the beginning of pollen dispersal (Tab. 1). Pollen dispersal was assisted by dry and warm weather, while rainy weather stopped it. The quantity of pollen collected was very different in each year.

3. In 1934, 1936 and 1949 sufficient *elm* pollen was collected to be counted (Tab. 2). The maximum amount of flying occurred during warm and dry weather. The com-

mencement of the dispersal did not differ very much from year to year.

4. In *birch* (Tab. 3) differences up to two weeks were established in the beginning of pollen dispersal. This fact was connected with the weather of the thirty days before flowering. The maximum amount of flying occurred during warm and dry days, and sometimes also on windy days. The mass of pollen differed greatly in the single years.

5. In *hornbeam* (Tab. 4) pollen dispersal was high enough to be counted in 1934, 1935 and 1949. The maximum amount depended on warm weather. In 1933 and in 1936 there evidently was a lack of flowering of this species.

6. *Beech* (Tab. 5) showed a countable pollen dispersal only in 1933 and 1935. In 1935 the dispersal extended over four weeks with a maximum amount during strong winds.

7. *Oak* (Tab. 6) showed a good pollen dispersal only in 1949. The first maximum of dispersal was during sunny and dry weather, while the second maximum of dispersal occurred during very warm weather.

8. *Spruce* was represented only in 1936 with a small dispersal. The maximum dispersal began during warm weather (Tab. 7).

9. *Pinus* differed in the beginning of dispersal (Tab. 8), which must be connected with the weather in the immediately preceding ten days. The maximum amounts were dispersed on warm, sunny, and windy days. The mass of pollen differed considerably in the single years.

10. Pollen was collected of other forest tree species, such as hazel, willow, larch, and lime. The results are briefly discussed.

11. At the beginning of the series differences were established between *Alnus glutinosa* and *Ulmus*, and between *Quercus* and *Fagus*. These facts agreed with SMIRNOW's "Phaenologische Interception".

12. From these observations and by reference to the summarized publications on this subject conclusions about the ecology of pollen dispersal were made. It must be supposed that warmth accelerates the beginning of dispersal (Tab. 10).

13. The progress of pollen dispersal is helped by sunny and dry weather, while it is stopped by moist and rainy weather. No clear relationship is to be found with windy weather.

Résumé

Titre de l'article: *Observations sur la dispersion du pollen des arbres forestiers à Eberswalde.* —

1. En 1933—1936 et 1949, pendant la floraison des arbres forestiers on a fait des observations sur la dispersion du pollen. Le pollen fut récolté sur des lames de microscope à la glycérine-gélatinée, fixées à des girouettes, les lames furent changées chaque jour. La quantité de pollen récoltée sur 1 cm² est donnée selon les espèces, dans les tableaux 1—8.

2. La température pendant la décade avant la pollinisation est déterminante pour la floraison de l'aune (tableau 1). La dispersion du pollen est favorisée par un temps sec et

chaud, retardée par la pluie. La quantité de pollen récoltée varie d'année en année.

3. Pour l'orme (tableau 2) la dispersion du pollen en 1934, 1936 et 1949 a fait l'objet d'une étude précise. La plus forte récolte coïncida avec un temps sec et chaud. Le début de la dispersion varie peu d'année en année.

4. On a trouvé pour le bouleau (tableau 3) des différences de deux semaines dans le début de la pollinisation, qui dépendent du temps des trois décades précédentes. La dispersion maximum coïncida avec un temps chaud, sec et quelques jours de vent. La quantité du pollen récoltée varie beaucoup d'année en année.

5. La dispersion du pollen du charme a été analysée en 1934, 1935 et 1949 (tableau 4). La dispersion maximum coïncida avec un temps chaud. En 1933 et 1936 cette espèce n'a pratiquement pas fleuri.

6. La dispersion du pollen du hêtre (tableau 5) a pu être étudiée seulement en 1933 et 1935. En 1935, la dispersion dura quatre semaines et présentait un maximum avec un vent fort.

7. Le chêne (tableau 6) avait seulement en 1949 une forte dispersion de pollen. Le premier maximum eut lieu avec un temps ensoleillé et sec et le second avec un temps très chaud.

8. L'épicéa (tableau 7) produisit en 1936 seulement une faible quantité de pollen, avec un maximum pour un temps chaud.

9. Le pin (tableau 8) montre une grande variation dans le début de la dispersion du pollen, suivant le temps de la décade précédente. On trouva des maximums pour des jours chauds, ensoleillés et ventés. La quantité de pollen varie considérablement d'année en année.

10. De plus, on a récolté du pollen de noisetier, de saule, de mélèze et de tilleul. Les résultats sont discutés.

11. L'ordre de succession du début de la pollinisation fut modifié, suivant les années, pour *Alnus glutinosa* et *Ulmus* d'une part, pour *Quercus* et *Fagus* d'autre part. A ce phénomène on a donné le nom "d'interception phénologique" d'après SMIRNOW.

12. A partir de ces observations et en faisant usage des résultats déjà publiés, on a pu tirer des conclusions générales sur l'écologie de la dispersion du pollen. On pense que la chaleur hâte le début de la pollinisation (tableau 10). La dispersion du pollen est favorisée par un temps ensoleillé et sec et retardée par un temps humide et pluvieux. On ne peut constater une influence nette du vent.

Literatur

DANCKELMANN, B.: Phänologie der Holzarten im deutschen Walde. Zeitschr. d. Forst- u. Jagdw. 30 (1898). — DENGLE, A., und A. SCAMONI: Über den Pollenflug der Waldbäume. Zeitschr. f. d. ges. Forstwesen 76/70 (1944). — GÖHRE, K.: Die Witterung des Jahres 1949. Forstwirtschaft.-Holzwirtschaft. 4 (1950). — SCAMONI, A.: Über Eintritt und Verlauf der männlichen Kiefernblüte. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 70 (1938). — SCAMONI, A.: Beobachtungen über den Pollenflug der Kiefer und Fichte. Forstwiss. Cbl. 68 (1949). — SCHUBERT, J.: Wärme und Regenklima. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. 69 (1937). — WALTER, H.: Einführung in die Phytologie, III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. I. Teil: Standortlehre. Stuttgart-Ludwigsburg (1951).