Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich

Band: - (1935)

Artikel: Die Verbreitung, das Blühen und der Pollenniederschlag der Heufieberpflanzen im Hochtale von Davos

Autor: Lüdi, Werner / Vareschi, Volkmar

Kapitel: 6: Der Pollenniederschlag im Davoser Gebiet

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377450

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

günstigen Verhältnissen noch wesentlich höhere Werte erreicht, so daß der Gipfel der Summationskurve noch stärker ansteigt, als eingezeichnet ist. Im Jahre 1935 wurden, abgesehen vom Frühling, alle wichtigeren Stadien dieser Blühkurve direkt beobachtet. Im Jahre 1934 kam der Augenblick des stärksten Blühens nicht zur Beobachtung. Bei dem Besuche vom 17./20. Juni stand aber dieses Aufblühen unmittelbar bevor, und um Mitte Juli war es bereits völlig vorbei, so daß wir es wohl mit Recht in die letzte Juniwoche und die ersten Julitage einsetzen dürfen.

In dem Blockdiagramm der Abbildung 4 wurde versucht, eine solche Übersicht über Blütezeit und Pollenerzeugung der Gräser im Jahre 1935 auch für die alpine Stufe zu geben. Hier ist das Blühen nicht nur absolut genommen sehr viel schwächer, sondern auch viel ausgeglichener. Das erscheint auf den ersten Blick, angesichts des verkürzten Sommers, unerwartet. Teilweise liegt die Ursache in der verhältnismäßig langen und gleichmäßigen Blütezeit. Diese beginnt kaum später als in den tiefen Gebirgslagen, und entsprechend dem Fortschreiten des Ausaperns lösen sich früh und spät schneefrei werdende Lokalitäten in Monate dauerndem Wechsel ab. Manche Arten, darunter auch solche mit großer Verbreitung, kommen an verschiedenartigen Standorten, in verschiedenen Pflanzengesellschaften und in verschiedenen Höhenlagen vor, so daß ihre Blütezeit sich lange hinzieht, ohne ein richtiges Maximum zu erreichen. Daneben gibt es frühblühende und spätblühende Arten, die sich im Bilde der Summation der Pollenmenge ersetzen können. Und schließlich wirkt auch die Beweidung des weitaus größten Teils der alpinen Rasenflächen mit ihrer gleichförmig andauernden, aber extensiven Nutzung auf ein geschwächtes, doch lange andauerndes Blühen der Gräser und der anderen Weidepflanzen hin; so daß die wirkliche Pollenstreuung viel geringer ist, als unser Blockdiagramm erwarten läßt. Die Pollenstreuung in der alpinen Höhenstufe wird infolgedessen lange andauern, aber nie stark in Erscheinung treten und nur lokal und vorübergehend eine wirkliche Gefährdung für den heufieberempfindlichen Menschen bilden.

6. Kapitel. Der Pollenniederschlag im Davoser Gebiet.

Methodik der Untersuchung. Für die Beurteilung der Heufiebergefahr ist der Gehalt der Luft an heufiebererregenden Pollen maßgebend. Die Messung des Pollengehalts der Luft ist schwierig (s. S. 103),

einfach dagegen die Feststellung des Pollenniederschlages, der auf einer bestimmten Fläche in einer bestimmten Zeit erfolgt. Die Schwere der Erkrankung steht nach Blackley [1]) in direktem Zusammenhang mit dem Pollengehalt der Luft, dem wiederum nach unseren Untersuchungen (s. S. 100) der Pollenniederschlag annähernd parallel geht. Somit kann auch die Größe des Pollenniederschlages einen Maßstab für die Heufiebergefahr abgeben.

Die von uns verwendeten Auffangschalen waren niedrige Glaszylinder von 0,9–1,3 dm^2 Grundfläche. Der Boden war mit verdünntem Glyzerin bedeckt, welches die in die Schalen gefallenen Pollen festhielt. Der Rand der Schalen war so hoch, daß diese auch bei Regenwetter nicht gefüllt wurden. Sie wurden auf dem Dach des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums in Davos-Platz während der Vegetationszeit der Jahre 1934 und 1935 frei exponiert. Für die kurzfristigen Messungen gelangten meist Petrischalen zur Verwendung. In bestimmten Zeitabständen wurde die Schale geleert. Das pollenhaltige Glyzerin wurde dann mitsamt dem Regenwasser in eine Flasche gespült, mit Alkohol oder Formalin als Konservierungsmittel versetzt und im geobotanischen Institut Rübel in Zürich weiter behandelt. Herrn Thams vom Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos, der das Auswechseln der Schalen besorgte, sei auch an dieser Stelle für seine Bemühungen herzlich gedankt.

Zunächst wurde die Probe zentrifugiert, sodaß der Staubgehalt der ganzen, oft über einen Liter fassenden Glyzerin/Wassermischung in 1–2 cm^3 Flüssigkeit konzentriert war. Nun wurde die Probe in 10%iger Kalilauge 3–5 Minuten gekocht und wiederholt zentrifugiert, um die Kalilauge zu entfernen. Durch diese Behandlung wurde der Zellinhalt der Pollen zerstört, so daß die Membranmerkmale, die vor allem zur Bestimmung dienen, sehr deutlich hervortraten. Die fertige Probe enthielt dann in 1–2 cm^3 Wasser den ganzen aus der Luft sedimentierten Staub in einem Zustand, der für die Unterscheidung und Auszählung der Pollenkörner unter dem Mikroskop günstig war.

Um quantitative Werte zu erhalten, wurde diese Probe gewogen. Zur Untersuchung gelangten eine bestimmte Anzahl Tropfen, deren Schwere durch einen Tropfenzähler von bekanntem mittleren Tropfengewicht festgestellt wurde. Es wurden stets mehrere Präparate ausgezählt. Die ausgezählte Fläche wurde auf das Gewicht der Tropfen der Präparate bezogen und dann auf das Gewicht der ganzen Probe. Als Endresultat der quantitativen Pollenzählung berechneten wir die Zahl der Pollen, die auf 1 dm^2 Fläche in einer bestimmten Zeit (1 Tag, 1 Stunde) sedimentierten. Für die wichtigeren Pollenarten wurden diese Zahlen gesondert bestimmt. Sie sind naturgemäß nur in der allgemeinen Größenordnung richtig und vergleichbar.

Es wurden die Pollen folgender Gattungen und Familien unterschieden: *Picea*, *Abies*, *Pinus*, *Gramineen*, *Cyperaceen*, *Luzula*, *Liliaceen*, *Salix*, *Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Polygonum (bistorta)*, *Charyophyllaceen*-Typ, *Tilia*, *Umbelliferen*, *Ericaceen*, *Fraxinus*, *Rubiaceen*-Typ, *Campanula*-Typ, *Compositen*. Außerdem wurden alle unbekannten Pollen gezählt.

---

[1]) zitiert aus Gutmann loc. cit.

Für die Darstellung der Ergebnisse der Sedimentanalysen faßten wir die unterschiedenen Pollen in Gruppen zusammen: 1. Gramineen- und Cyperaceenpollen, 2. Baumpollen (Pollen der meist windblütigen Hochsträucher und Bäume: Picea, Abies, Pinus, Salix, Corylus, Betula, Alnus, Fagus, Quercus, Ulmus, Tilia und Fraxinus), 3. Compositenpollen, und 4. alle übrigen Pollen.

Die erste Gruppe umfaßte die Heufieberpollen im engeren Sinne. Stets dominierten weitaus die Gramineenpollen, und namentlich in den Zeiten hohen Pollenniederschlages traten die Cyperaceenpollen vollständig zurück. In der Gruppe der Baumpollen herrschte Pinus vor; auch Picea und Alnus traten häufig auf; die übrigen Gattungen ergaben nur kleine Anteile. Diese Pollengruppe verursacht keine Heufiebergefahr. Die Compositenpollen, die nicht weiterhin nach Gattungen unterschieden wurden, können möglicherweise heufiebererregende Elemente enthalten; doch ist deren Wirkung im einzelnen unbekannt. Die Gruppe der übrigen Pollen umfaßt meist Pollen insektenblütiger Pflanzen. Am häufigsten wurden festgestellt die Pollen der Umbelliferen, Ericaceen und die vom Caryophyllaceen-Typ, zu gewissen Zeiten ferner Pollen von Polygonum bistorta; auch unbekannte Pollenformen traten gelegentlich in reichlicher Menge auf. Luzula-Pollen wurde nur sehr vereinzelt gefunden. Die Heufieberwirkung dieser Gruppe ist ziemlich unbekannt, aber auf jeden Fall als sehr gering einzuschätzen. Bei dem Pollen insektenblütiger Pflanzen ist auch die Möglichkeit ins Auge zu fassen, daß er in einzelnen Fällen zum Teil durch pollensammelnde Insekten in die Schale gelangte. Wir werden später einen Fall, wo wir diesen Vorgang mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, kennen lernen.

Schließlich wurden noch die übrigen kenntlichen Staubpartikel beobachtet, um einen Überblick über den Gesamtstaubgehalt der Luft zu gewinnen. In größerer Menge wurde anorganischer und organischer Detritus, kleinste Zellen unter 10 μ Durchmesser, und Rußteilchen (wohl hauptsächlich vom nahen Kamin des Observatoriumdaches herrührend) notiert. Daneben wurden Farnsporen, Pilzsporen, Algenzellen, Gewebereste, Holzteilchen, Insektenreste und dergleichen mehr nach ihrem Anteile am Gesamtstaube geschätzt. Diese Verunreinigungen der Luft sind hier nicht verwertet worden; sie erreichen im Davosertale nur unbedeutende Werte, wie bereits die Untersuchungen von K. Egloff [1]) dargelegt haben.

In der graphischen Darstellung der Pollenniederschläge wurden die Beobachtungsperioden auf der Abszisse aufgetragen, auf der Ordinate die mittleren Pollenniederschläge pro dm^2 und Tag. Der Maßstab der Abszissenabstände ist auf allen Abbildungen gleich groß, der der Ordinatenabstände ist den jeweils vorkommenden Pollenmengen angepaßt.

Folgende Beobachtungsreihen gelangten zur Durchführung: 1. Standardmessungen auf dem Dache des Observatoriums in den Sommern 1934 und 1935. 2. Vergleichsmessungen auf dem Weißfluhjoch im Sommer 1935, die den Pollenniederschlag in großer Meereshöhe wiedergeben. 3. Eine Anzahl kurzfristiger Messungen in Davos-

[1]) K. Egloff: Über das Klima im Zimmer und seine Beziehungen zum Außenklima. Diss. eidg. techn. Hochschule Nr. 766 (84 S.).

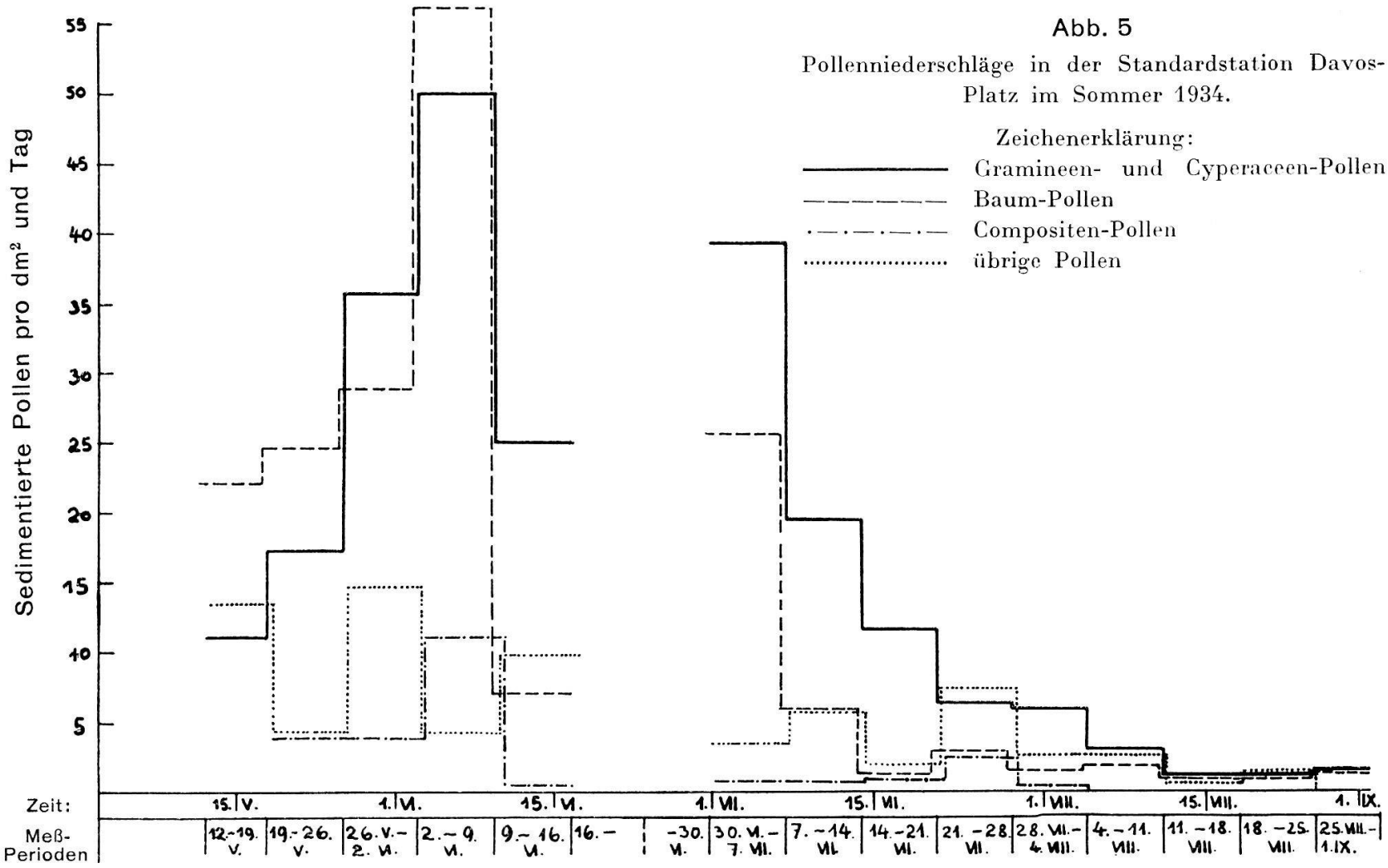


Abb. 5

Pollenniederschläge in der Standardstation Davos-Platz im Sommer 1934.

Zeichenerklärung:

——— Gramineen- und Cyperaceen-Pollen

— — — — Baum-Pollen

·—·—·—· Compositen-Pollen

····· übrige Pollen

Dorf und Davos-Platz im Sommer 1935, um Einblick in die Verteilung der Pollenniederschläge innerhalb eines beschränkten Gebietes zu erhalten.

Standardpollenzählungen 1934. Der Beobachtungsort lag auf der untern Dachterrasse des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums, ca. 5 Meter über der Erde.

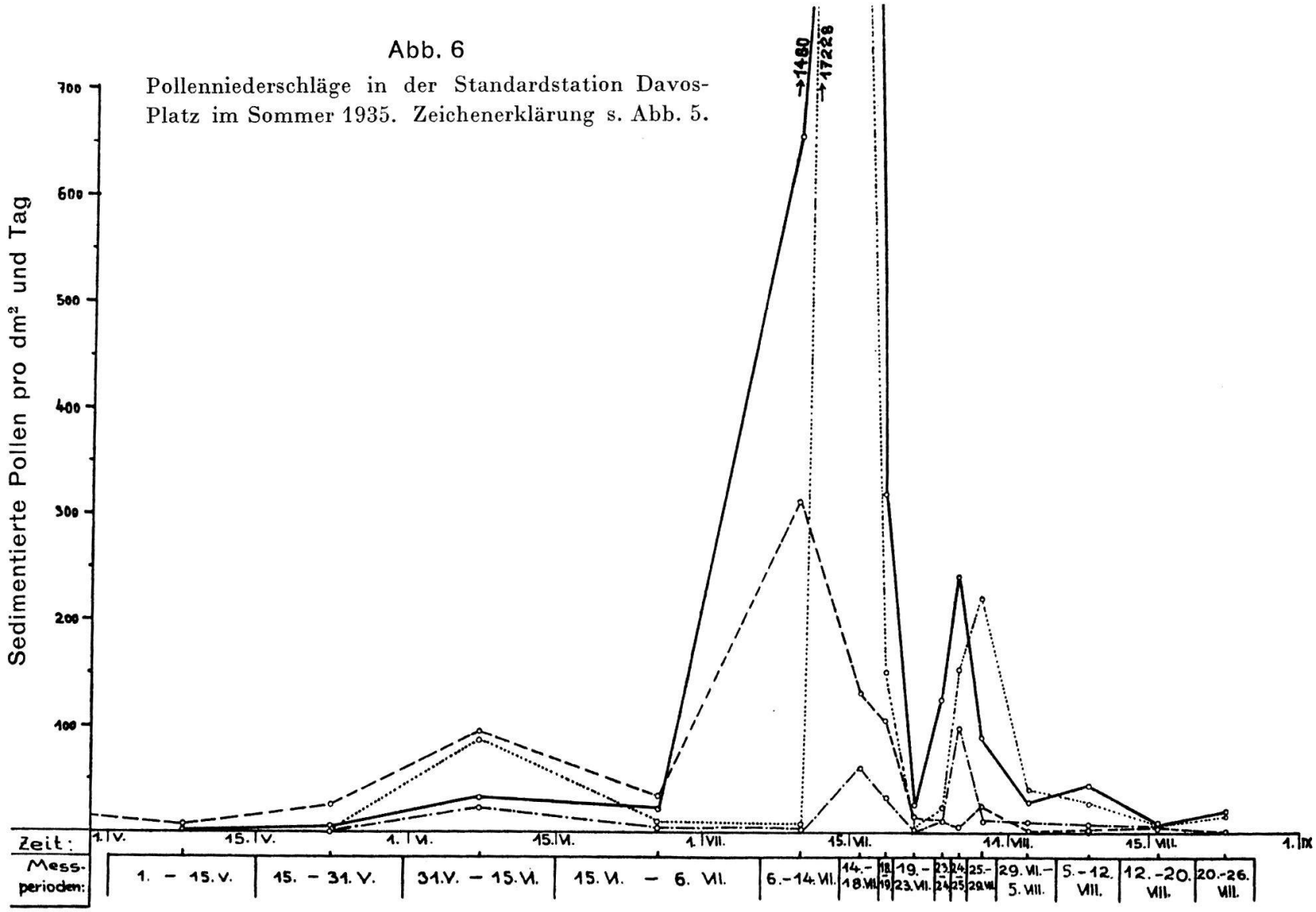
Das Observatorium befindet sich in Davos-Platz am westlichen Berghang und ist vom großen Fettwiesengebiete der Talsohle durch die Häuser der Ortschaft getrennt. Bergwärts vom Observatorium breiten sich, teilweise zwischen den Häusern, einige Fettwiesen aus, an welche nach oben hin der Wald anschließt. Sowohl durch die erhöhte freie Lage als auch durch die Entfernung von den großen Wiesenflächen wird also der Einfluß der lokalen Pollenstreuung wesentlich zurückgedrängt.

Die Messungen wurden vom 12. Mai bis Ende des Jahres durchgeführt. Die Dauer der Expositionsperioden betrug während der Blühperiode eine Woche, später einen Monat. Leider entstand nachträglich eine sehr wesentliche Lücke in der Beobachtungsreihe, da die beiden Proben vom 16. bis 30. Juni bei der Präparation in Verlust gerieten.

Die Abbildung 5 gibt ein Bild der Pollenniederschläge dieses Sommers. Zu Beginn der Messungen hatte das Blühen bereits eingesetzt. In der ersten Periode vom 12. bis 19. Mai fallen insgesamt 50 Pollen pro dm^2 Auffangfläche und Tag. Vorherrschend sind die Baumpollen (insgesamt 22, davon 11 Föhren-, 7 Fichten-, die übrigen Erlen- und Eschenpollen). Der früheste Pollen des Jahres, der Haselpollen, fehlt. Ebenso fehlt der Compositenpollen. Gramineenpollen finden sich nur 11 pro dm^2 und Tag. Diese erste Beobachtungsperiode war also noch verhältnismäßig pollenarm. Nun folgt in den drei nächsten Perioden ein Anstieg der Baumpollen- und Gramineenpollenkurve zu einem Maximalwert, wobei sich für Baumpollen und Gramineenpollen annähernd gleiche Werte ergeben. Alle übrigen Pollen sind wenig reichlich und erleiden starke Schwankungen. Die Compositenpollen erreichen einen Maximalwert zugleich mit den Hauptpollenarten. Im Maximum (2.–9. VI.) sind die Baumpollen mit 56, die Gramineen mit 50 und die Compositen mit 11 Pollen pro dm^2 und Tag vertreten. In der folgenden Periode (9.–16. VI.) tritt starke Abnahme der Baumpollen, Gramineenpollen und Compositenpollen ein. Die Kurve der Baumpollen sinkt unter die der Gramineenpollen und bleibt für den Rest der Vegetationsperiode andauernd darunter.

Abb. 6

Pollenniederschläge in der Standardstation Davos-Platz im Sommer 1935. Zeichenerklärung s. Abb. 5.



Zu Beginn der Untersuchungen war das Wetter trüb und regnerisch, später aufhellend, wärmer und sonniger. Es folgte eine längere Schönwetterperiode, die bis Anfang Juni dauerte und nur von kurzen, gewitterigen Störungen unterbrochen wurde. Während dieser Zeit erfolgte der Anstieg der Pollenkurven.

Die Lücke, welche die zweite Junihälfte umfaßt, enthält sehr wahrscheinlich den wichtigsten Abschnitt der Pollenkurve. Gestützt auf den Vergleich mit der vollständigen Beobachtungsreihe des folgenden Jahres, bei Berücksichtigung der Wetterverhältnisse (zwei Schönwetterperioden von zusammen acht Tagen und mit ihnen abwechselnd zwei regnerische Perioden von zusammen sechs Tagen) und der Vegetationsaspekte (s. S. 80), dürfen wir vermuten, daß auf den Kurvenabfall vom 9.–16. Juni ein neuer Anstieg der Pollenkurve erfolgte, der weit größere Werte erreichte, als das erste Maximum ergab. Es ist aber sehr wohl möglich, daß die maximalen Werte des Jahres 1935 nicht erreicht wurden, sei es, weil infolge ungünstiger Witterung die Pollenerzeugung und Pollenausstreuung kleiner blieb, oder weil ein rasches Vorwärtsschreiten der Heuernte das Gras der Fettwiesen vor dem vollen Aufblühen köpfte. Die Witterung war Ende Juni vorwiegend regnerisch, im Juli trocken.

Die nächste verwertbare Beobachtungsperiode liegt bereits anfangs Juli und bildet einen Teil des Abfalls von dem nach unserer Ansicht nicht erfaßten Hauptgipfel der Jahreskurve. Die immer noch hohe Zahl der Baumpollen beruht auf den vielen Pinuspollen, von denen manche die typische Pinus cembra-Form aufweisen. Indessen fällt die Kurve der Baumpollen rasch zur völligen Bedeutungslosigkeit ab. Die Gramineenpollen nehmen gleichmäßig ab, auch während der Schönwetterzeiten; die Compositenpollen bleiben gering an Zahl, und die Menge der übrigen Pollen ist ebenfalls gering, schwankt aber beträchtlich, so daß sie sogar die Gramineenpollen erreichen oder übersteigen kann. Um Mitte August ist der Pollenniederschlag auf einen so kleinen Wert gesunken, daß auf den dm^2 Auffangfläche pro Tag nur noch etwa ein Pollen oder Bruchteile eines solchen kommen; die Compositenpollen fallen ganz weg. Den Winter über bleibt die Kurve auf diesem Tiefstande, fällt aber nie ganz auf den Nullpunkt, weil immer noch von unbeschneiten Stellen, Dachbalken, Gesimsen, Baumzweigen und anderen geeigneten Örtlichkeiten Pollen aufgewirbelt und wieder abgelagert werden.

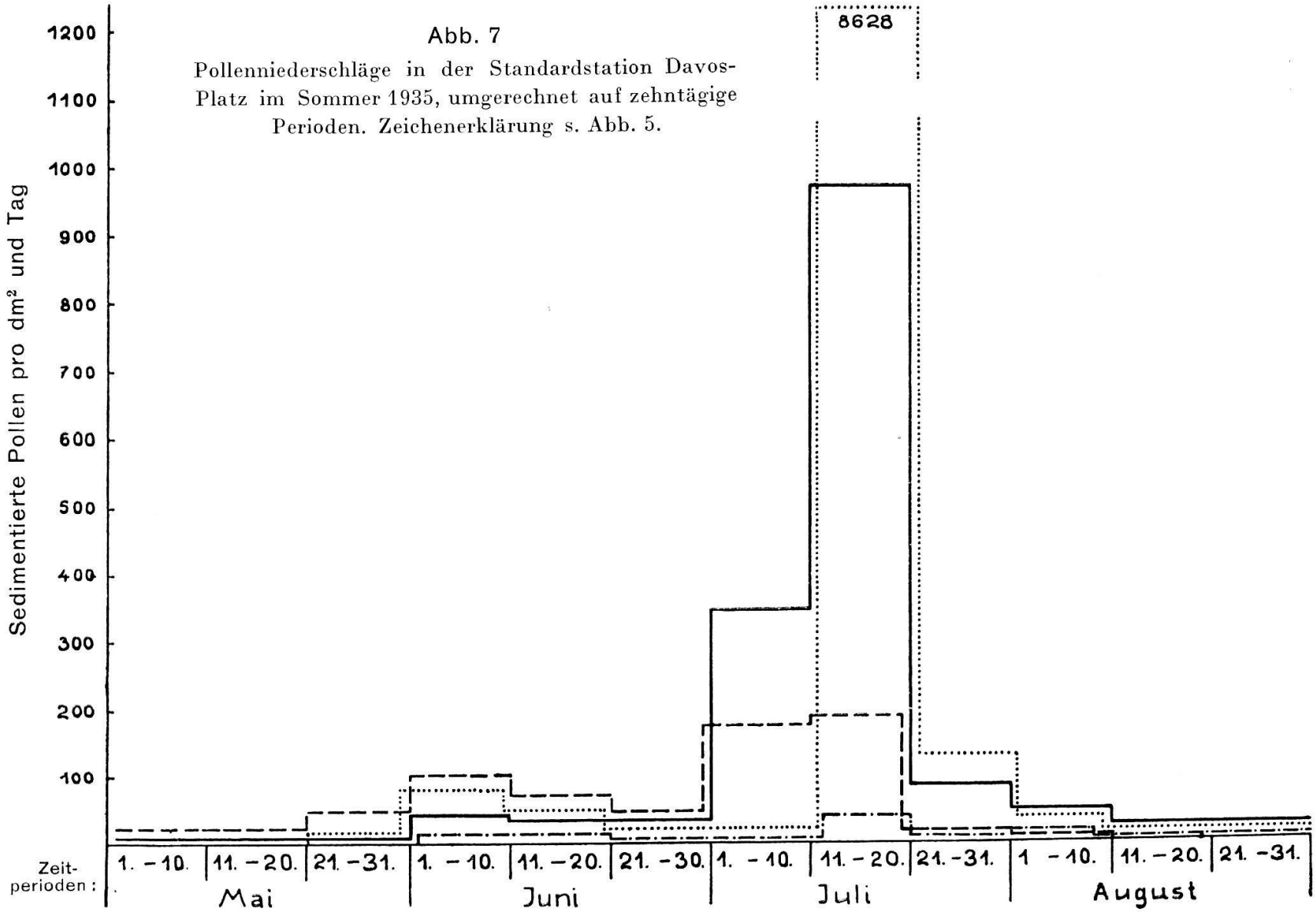


Abb. 7

Pollenniederschläge in der Standardstation Davos-Platz im Sommer 1935, umgerechnet auf zehntägige Perioden. Zeichenerklärung s. Abb. 5.

Standardpollenzählungen 1935. Die Messungen schließen direkt an die des Vorjahres an.

Sie erfolgten zunächst in monatlichen Intervallen. Im Mai und Juni folgen 14tägige Perioden, dann solche von kürzerer Dauer, die versuchsweise nach dem Witterungscharakter abgegrenzt wurden (s. S. 99). Die Ergebnisse sind in der Abbildung 6 dargestellt, wobei infolge der teilweise sehr kurzen Perioden auf die Darstellung durch Treppenkurven verzichtet werden mußte. Der Punkt repräsentiert jeweilen den Mittelwert der Periode und ist auf das zeitliche Mittel eingesetzt worden. Zur besseren Vergleichsmöglichkeit haben wir außerdem die Werte noch auf gleich lange, zehntägige Perioden umgerechnet (Abb. 7) und in Treppenkurven dargestellt.

Die ersten Pollen der neuen Vegetationsperiode tauchen bereits im März auf: vereinzelte Haselpollen markieren das erste Blühen. Im April nehmen die Baumpollen zu; 14 Erlen-, 7 Hasel-, 4 Weiden- und 1 Birkenpollen gehören wohl alle der neuen Vegetationszeit an, während vereinzelte Fichten- und Lindenpollen Reste der vorjährigen Baumpollen repräsentieren. Heufieberverdächtige Pollen kommen in dieser Zeit nicht vor. Im Mai herrscht schlechtes Wetter, das mit einer längeren Regenperiode, die bis zum 5. Juni dauert, abschließt. Jetzt folgen einige schöne Tage, in denen der Pollenniederschlag kräftig einsetzt und zu einem kleinen Maximum führt (31. V.–15. VI.). Die Baumpollen bleiben vorläufig in der Überzahl. Föhre und Erle dominieren; daneben kommen Fichte, Birke und Weide vor, zusammen ca. 100 Pollen pro dm^2 und Tag. Zu ihnen gesellen sich 27 Gramineen-, 19 Compositen- und 72 übrige Pollen, unter denen 22 Caryophyllaceen- und 19 Ericaceenpollen hervorzuheben sind. Im ganzen genommen finden wir hier den gleichen Aspektcharakter, wie er im vorhergehenden Jahre Ende Mai und Anfang Juni in Erscheinung trat. Doch sind die Maximalwerte der Baumpollen 1935 rund doppelt so hoch wie 1934 und auch die der Gruppe „Übrige Pollen" bedeutend größer (fünfmal), während die Zahl der Graspollen annähernd gleich ist. Dagegen macht 1935 die Gramineenkurve den auf das Junimaximum folgenden Abfall der Kurve kaum mit.

Der Abfall des Kurvenbündels nach dem Maximum der ersten Junihälfte kann infolge der langen Beobachtungsperiode nicht in den Einzelheiten verfolgt werden. Vielleicht wird er teilweise durch schlechtes Wetter hervorgerufen; doch befriedigt diese Erklärung nicht, da in der zweiten Junihälfte vorwiegend trockenes, warmes Wetter herrschte (Niederschläge in Davos an sieben Tagen mit insgesamt 14 mm). Wir kommen auf diese Frage zurück.

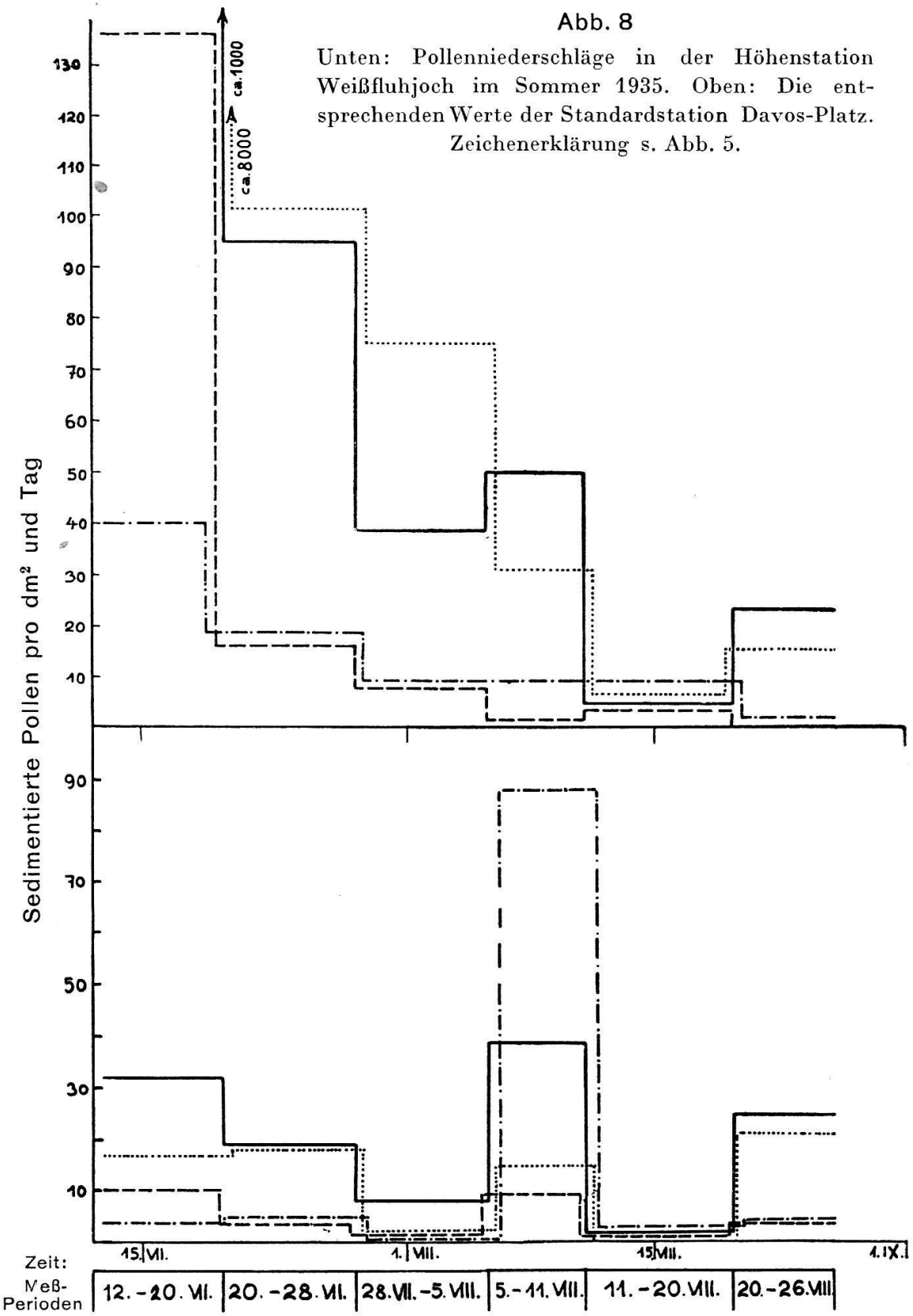


Abb. 8

Unten: Pollenniederschläge in der Höhenstation Weißfluhjoch im Sommer 1935. Oben: Die entsprechenden Werte der Standardstation Davos-Platz. Zeichenerklärung s. Abb. 5.

Bei dem nach dem 6. Juli erfolgenden Anstieg der Pollen-Niederschlagskurven überholt die Gramineenkurve endgültig die Baumpollenkurve, wie dies 1934 bereits einen Monat früher geschah. Im Verlaufe dieses Anstieges erreicht der gesamte Pollenniederschlag zuerst die Zahl von 1000 und dann die hohe Zahl von nahezu 20000 Pollen pro dm^2 und Tag. Die erste Stufe dieses Anstieges fällt in die Periode vom 6.–14. Juli. Vorerst steigen nur die Gramineenpollen (650 pro dm^2/Tag) und die Baumpollen (310 pro dm^2/Tag, zur Hauptsache Pinus) an, während die übrigen Pollen auf einem Minimalwerte verharren. In der nächsten Periode (6.–14. Juli) fallen pro dm^2 und Tag 1480 Gramineenpollen, 16 Cyperaceenpollen, 126 Föhrenpollen, 63 Compositenpollen und 17228 übrige Pollen. Die Zahl der Baumpollen ist also zurückgegangen, und neben dem starken Anstieg der Gramineenpollen, der im Hinblick auf das allgemeine und reichliche Blühen der Fettwiesen in dieser Zeit (s. Abb. 3) gut verständlich ist, scheint vor allem das enorme Ansteigen der Kurve der übrigen Pollen bemerkenswert. Diese Pollengruppe setzt sich neben unbekannten Pollen zusammen aus 32 Caryophyllaceenpollen, 142 Pollen vom Galiumtyp, 488 Pollen von Polygonum bistorta, 898 Umbelliferenpollen, 1354 Ericaceenpollen und über 13000 Pollen, die am besten mit dem Pollen von Papaver übereinzustimmen scheinen (ca. 24μ im Durchmesser, dreifaltig, doch stark polymorph). Wir glauben, hier Pollen von *Papaver nudicaule* vor uns zu haben, der um diese Zeit in den Gärten und Ruderalstellen von Davos massenhaft blühte. Auch abgesehen von Papaver finden sich die Pflanzen, welchen der Pollen dieser Gruppe entstammt, in großer Menge in der Umgebung (Ericaceenbestände allerdings erst in einiger Entfernung: Vaccinium myrtillus, Rhododendron ferrugineum). Doch scheint es kaum statthaft, von diesen insektenblütigen Pflanzen eine so massenhafte Einblasung durch den Wind anzunehmen, um so mehr, als dieses Ereignis einmalig bleibt und in der vorhergehenden Periode, wo diese Arten auch bereits blühten, noch keine Andeutung des Emporschnellens der Kurve festzustellen ist. Wir glauben vielmehr, daß es sich hier um eine Fehlerquelle handelt und die große Menge dieser Pollen insektenblütiger Pflanzen auf ein pollensammelndes Insekt zurückgeführt werden darf, das in das Gefäß hineinfiel und beim Hinauskriechen aus der klebrig-flüssigen Masse seine Last zum großen Teile verlor. Die Kurve der windblütigen Gräser

und der Baumpollen dagegen dürfte dadurch nicht beeinflußt worden sein.

Nach dem Jahresmaximum fällt die Pollenkurve steil ab. Die folgenden ganz kurz dauernden Perioden zeigen starke Schwankungen, die durch die Witterung hervorgerufen worden sind, und in der Kurve der zehntägigen Perioden zu einem gleichmäßigen Abfall ausgeglichen werden. Besonders auffallend ist der schmale Gipfel der kurzen Periode vom 24. Juli, morgens 9 Uhr, bis 25. Juli, 9 Uhr, während schönem, trockenem Wetter. Nochmals fallen Gramineenpollen in größerer Zahl (240), dazu 100 Compositenpollen und 158 übrige Pollen. Dann folgt ein rascher und dauernder Rückgang, der dem des Vorjahres sehr ähnlich ist, aber bis nach dem 20. August wesentlich höhere Werte bringt.

Pollenzählungen auf dem Weißfluhjoch. Aufstellungsort der Auffangschale war das Dach des Bahnhofes und Hotels Weißfluhjoch (2670 m).

Die Station liegt mitten in einer Serpentinschuttwüste, und die nächsten Rasen finden sich erst 150 Meter tiefer oder an den Hängen der benachbarten Berge, vor allem des Schiahornes und der Weißfluh. Die Messungen dauerten vom 12. Juni bis 26. August 1935, und die Perioden zählten sechs bis neun Tage. Die Ergebnisse der Pollenniederschläge sind in der Abbildung 8 dargestellt, und zum Vergleiche sind die für die gleichen Perioden umgerechneten Werte der Standardschale von Davos-Platz darüber gezeichnet.

Die Kurve von Weißfluhjoch umfaßt die Zeit des Jahresmaximums und des Abfalls der Talkurve. Sie ist ganz allgemein durch niedrige Werte charakterisiert. Die Gramineenpollenkurve, der im großen und ganzen auch die übrigen Pollenkurven parallel gehen, beginnt mit einem langsamen Abfall in der zweiten Hälfte Juli, auf den in der Periode vom 5.–11. August ein Anstieg folgt, der die maximalen Werte bringt (Gramineen-Cyperaceenpollen 39 pro dm^2/Tag, Baumpollen 9, Compositen 88, übrige Pollen 15). Die Baumpollen erreichen stets sehr geringe Werte. Auffallend ist die große Zahl der Compositenpollen in der Zeit des Blühmaximums. Sie erweckt die Vermutung der Verunreinigung durch ein pollensammelndes Insekt. In der weiteren Umgebung blühten in dieser Zeit ein Menge von Compositenarten (s. S. 65).

Das Maximum der Bergkurve fällt also beinahe einen Monat später als das der Talkurve. Das dürfte dem sommerlichen Ansteigen des Blühens, das in den höchstgelegenen Vegetationsgebieten erst

im August seinen Hochstand erreicht, entsprechen. Die Hauptmenge des auf Weißfluhjoch sedimentierten Pollens stammt also in dieser Zeit aus der näheren Umgebung, während der erste Kurvengipfel von Mitte Juli als Ausstrahlung des großen Talmaximums zu deuten ist, hervorgerufen durch die Einblasung von Pollen aus dem Davoser Hochtale. Der Anstieg der Gramineenkurve in der Zeit vom 5.–11. August und wiederum vom 20.–26. August findet sich gleichartig und in annähernd dem gleichen Ausmaße in der Davoser Talstation und in der Höhenstation als Folge guter Witterung. Die absoluten Werte sind in dieser Zeit sehr benachbart, und der Pollenniederschlag kann im Spätsommer auf Weißfluhjoch ebenso hohe oder höhere Werte erreichen, als in Davos, wo das Blühen dem Ende entgegengeht.

Kurzfristige Pollenzählungen. Während die bisherigen Untersuchungen des Pollenniederschlages die Pollensummen längerer Sedimentierungsperioden feststellten und es ermöglichten, den allgemeinen Gang des Blühens der windblütigen Pflanzen zu verfolgen, sollten kurzfristige Messungen Einblick verschaffen in die Unterschiede des Pollenniederschlages verschiedener Lokalitäten, verschiedener Höhenlage über dem Erdboden, verschiedener Wetterlage, von Tag und Nacht, vor und nach der Heuernte.

Die Messungen wurden zur Zeit des höchsten Blühens, in der zweiten Hälfte Juli und am ersten August 1935, ausgeführt und zwar an vier Stationen:

1. Davos-Platz, auf der frei exponierten Dachterrasse des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums (5 m über dem Erdboden), neben der Standardschale (s. S. 88).
2. Davos-Platz, auf einer Fettwiese ca. fünf Minuten südlich vom Observatorium, in geringer Entfernung auf zwei Seiten von offenem Walde begrenzt.
3. Davos-Dorf, auf einem frei vorstehenden Balkon des Hauses Wieseli (in der Nähe des Bahnhofs), 4,5 m über dem Erdboden). Vor dem Haus breitet sich eine große Fettwiese aus, die nahe an den Balkon heranreicht, und jenseits der Stationsanlagen schließt sich direkt das große Fettwiesengebiet des Talbodens an.
4. Davos-Dorf, in der Fettwiese vor dem Hause Wieseli.

Die Petrischalen wurden bei Regengefahr zum Teil durch Glasschalen mit höherem Rande (Kristallisationsschalen) ersetzt. Vereinzelt benutzten wir in Davos-Platz auch die Standardschale zu den kurzfristigen Messungen. Die Wiesenstationen befanden sich drei bis vier Meter vom Rande der Wiese entfernt auf einer etwa 80 cm hohen Stütze, so daß die Schalen gerade über der Grasoberfläche lagen.

Die Untersuchungen wurden am 17. Juli begonnen. Seit einigen Tagen waren die Fettwiesen allgemein in Blüte (am 8. Juli hatte das Blühen noch nicht eingesetzt), und am 17. war das Blühen in seinem Höhepunkt. Die Wiesen um das Observatorium (Station 1) wurden am Vormittag des 17. Juli zu Ende

gemäht, so daß aller Pollen, der dort sedimentierte, mindestens aus einigen hundert Metern Entfernung herkommen mußte. Die Wiese der Station 2 wurde am 21. oder 22. Juli gemäht, die der Station 4 am 24.

In der Tabelle 4 geben wir die Ergebnisse einer Anzahl kurzfristiger Messungen. Nicht alle Tage waren brauchbar, da aus verschiedenen Gründen bald die eine bald die andere Probe verloren ging. Infolge der vielen Fehlerquellen sind die Zahlenwerte nicht im einzelnen, sondern nur in der Größenordnung vergleichbar.

Tabelle 4. Pollenniederschläge der kurzfristigen Beobachtungen in Davos, Juli 1935 (Pollenzahlen pro dm² und Stunde).

Tag	Witterung	Pollenzahlen pro dm² und Stunde					
		Davos-Platz			Davos-Dorf		
		Zeit der Exposition	Dach	Wiese	Zeit der Exposition	Balkon	Wiese
17. VII.	trocken	9^{00}–18^{30}	55	764	12^{30}–19^{15}	276	953
17./18. VII.	trocken	18^{30}– 8^{15}	7	73	19^{15}– 8^{00}	182	30000
18. VII.	trocken	8^{15}–13^{00}	116	125	8^{00}–15^{00}	120	3277
18./19. VII.	abd. Gewitter	13^{00}– 8^{30}	13	77	—	—	—
19./20. VII.	trocken	—	—	—	19^{30}– 7^{30}	24	90
20. VII.	Regen	8^{50}–17^{45}	54	—	8^{00}–19^{00}	212	—
23. VII.	trocken	9^{15}–18^{40}	7	4	7^{00}–19^{00}	100	218
1. VIII.	trocken	8^{15}–18^{30}	2	6	6^{45}–19^{00}	6	1

Die kurzfristigen Messungen lassen eine Anzahl interessanter Gesetzmäßigkeiten erkennen. In erster Linie ist hervorzuheben, daß der Pollenniederschlag an der Oberfläche der Wiese, so lange das Gras blüht, stets größer ist als in der freien Luft einige Meter über dem Erdboden. In den Zeiten starken Blühens kann er außerordentlich hohe Werte erreichen (Davos-Dorf 17.–18. VII.).

Diese Tatsache ist leicht begreiflich, da nur ein Teil des in der Wiese erzeugten Blütenstaubes über größere Flächen vertragen wird und sich dabei auf große Lufträume verteilen muß. Sind die Wiesen gemäht, so sinkt der Pollenniederschlag in der Wiese auf die Größenordnung der höher über dem Erdboden gelegenen Umgebung (Davos-Platz 23. VII., 1. VIII.; Davos-Dorf 1. VIII.). Der Unterschied zwischen blühender und gemähter Wiese, sowohl für die unmittelbare Nähe (Wiesenstationen) als auch für geringe Entfernung (Dach- resp. Balkonstation) ergibt sich aus dem Vergleich der verschiedenen Werte am 23. Juli.

Innerhalb des Dorfgebietes von Davos ist die Größe des Pollenniederschlages wesentlich von der Lage beeinflußt. Die Stationen in Davos-Dorf weisen stets die höheren Werte auf als die von Davos-Platz. Für die höher über dem Boden liegenden Stationen ist dies in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die Station Davos-Dorf in freier Lage unmittelbar an das große Heuwiesengebiet angrenzt, während das Observatorium in der dichter bebauten Ortschaft Davos-Platz liegt, wo die Pollenerzeugung verhältnismäßig gering ist und Häuser und Bäume auf den Blütenstaub, den der Wind von außen mitbringt, eine gewisse Filterwirkung ausüben. In bezug auf die Wiesenstationen ist wahrscheinlich die freiere Lage der Station 4, die dem Winde bessere Entwicklung ermöglicht, auf die stärkere Pollenstreuung von Einfluß.

Es wurde ferner versucht, den Pollenniederschlag während des Tages und der Nacht gesondert festzustellen. Den Vergleich in dieser Hinsicht erlauben die Perioden 17., 17./18., 18. Juli. Sie zeigen für die Dach- und Balkonstation, also für die aus den höheren Luftschichten sedimentierten Pollen einen etwas höheren Niederschlag während des Tages als während der Nacht. Eine Ausnahme macht Davos-Dorf am 18. Juli (s. unten). Die Wiesenstationen verhalten sich verschieden. In Davos-Dorf bringt die Nacht den weitaus höchsten gemessenen Wert. Die Ursache für diese Verteilung der Pollenniederschläge finden wir in der Blühweise der Gräser. Die Antheren der Gräser öffnen sich vor allem in den frühen Morgenstunden, während die Schalen an diesen Tagen erst um 8 Uhr gewechselt wurden. In diesem Zeitpunkt war an den Tagen mit etwas Windzug der Großteil des Blütenstaubes bereits herausgeschüttelt. Er kam in Menge in die naheliegende Schale und die Verteilung in die großen Lufträume war bereits im Gange (hoher Nachtwert des Balkons). Der Tageswert mußte infolgedessen kleiner ausfallen. Auf dem Dache des Observatoriums, das von den blühenden Wiesen weit entfernt war, machte sich die frühmorgendliche Pollenausstreuung am wenigsten bemerkbar. Sie verzögerte sich allem Anscheine nach auch bei fehlender Windwirkung und spätem Auftrocknen des Taues (z. B. 19./20. VII.).

Die kurzfristigen Messungen sollten ferner dazu dienen, Unterschiede in der Pollensedimentation während trockenem und regnerischem Wetter festzustellen. Die landläufige An-

nahme geht dahin, daß sich die Atmosphäre bei trockenem Wetter an Blütenstaub anreichere, der erste Regen daraufhin die Luft reinige, also große Pollenmengen herausschwemme, und die Luft in der folgenden Zeit pollenarm sei. Wir erinnern uns dabei an die gewaltigen Mengen von Pollen der Nadelhölzer, die von Gewitterregen zusammengeschwemmt werden (Schwefelregen), und wir wissen auch, daß der Staubgehalt der Luft durch die Niederschläge sehr verkleinert wird, also wirklich eine Reinigung der Luft stattfindet [1]).

Es war beabsichtigt, im Sommer 1935 die Auswechslung der Standardschale so vorzunehmen, daß Schönwetterperioden, erste Regen und anschließende Regenperioden getrennt aufgefangen würden. Doch stehen der Ausführung dieses so einfach scheinenden Planes gewisse Schwierigkeiten entgegen. Das Wetter tat uns gar nicht den Gefallen, die gewünschten Perioden hübsch einzuhalten. Von dem stark beschäftigten Personal des Observatoriums konnte nicht erwartet werden, daß es stets Zeit finde, den Einfall des ersten Regens abzupassen, und auch der Wechsel der Schalen nach dem ersten Regen machte Schwierigkeiten, wenn derselbe in die Nacht oder auf den Sonntag fiel. Wurden die Schalen aber gewechselt und der erwartete Regen ließ noch stundenlang auf sich warten (z. B. über Mittag oder des Nachts), so wurden dadurch die Ergebnisse wieder wesentlich beeinflußt. Ferner eignet sich eine längerdauernde Schönwetterperiode nicht ohne weiteres zum Vergleiche, weil in ihr auch bei langsamer Sedimentation die Luft ihren Pollengehalt verlieren muß, falls der Nachschub infolge des Nachlassens des Blühens abnimmt. Bei kurzfristigen Messungen hofften wir diese Fehlerquellen wesentlich zu verringern.

Immerhin lassen auch die Aufnahmeperioden der Standardschale, wie sie in Abb. 6 dargestellt sind, einige wichtige Tatsachen erkennen. Das starke Ansteigen der Pollenkurve vom 6. zum 14. Juli erfolgte in einer vorwiegend trockenen Periode. Der mächtige Gipfel vom 14.–18. Juli erfolgte in einer ausgesprochenen Schönwetterperiode, die allerdings auch den Höhepunkt des Blühens brachte. Der „reinigende" Gewitterregen in der Nacht vom 18. auf den 19. Juli liegt bereits ganz auf dem Abfall der Kurve. Auch der kleine Gipfel der Kurve vom 24.–25. fällt auf schönes Wetter, und die darauffolgenden

[1]) Vgl. dazu Kurt Egloff, loc. cit.

Regen brachten weniger Pollen in die Schale. Das zwischenliegende Minimum (19.–23. VII.) fällt auf eine vorwiegend trockene Periode mit starken Regengüssen am 20. Juli. Die Kurven der übrigen Pollen machen im allgemeinen die Schwankungen der Gramineenkurve genau mit. Wir können daraus den Schluß ziehen, daß die Zeiten der größten Pollenerzeugung auch die der größten Pollensedimentation sind und während der Schönwetterperioden keine starke Anreicherung der Luft an Blütenstaub stattfindet. Es ist wahrscheinlich, daß der vorhin genannte Schwefelregen gar nicht durch den Regen aus der Luft herabgebracht wird, sondern durch Zusammenschwemmung bereits früher, bei trockenem Wetter sedimentierter Pollen entsteht.

Die kurzfristigen Messungen bestätigen dieses Ergebnis. Die Perioden vom 17., 17./18., 18. Juli entsprechen trockenem Wetter. Der Abend des 18. brachte ein kräftiges Gewitter (13,7 mm Niederschlag). Die Zählungen des Pollenniederschlages für Davos-Platz, die außerdem noch einige trockene Nachmittagsstunden des 18. umfassen, zeigen verhältnismäßig niedrige Werte, die bei weitem nicht an die der vorausgehenden trockenen Tage heranreichen. Am 19. und bis gegen Mittag des 20. Juli war wieder trockenes Wetter, während es vom Mittag des 20. bis in die Nacht hinein stark regnete (Niederschlag 25,6 mm). Leider gingen gerade hier einige Proben verloren oder konnten nicht benutzt werden, weil die Schalen über Nacht übergelaufen waren. Die Pollenwerte des Regentages der beiden Stationen bleiben in der Größenordnung der vorausgehenden schönen Tage. Beide sind aber wesentlich größer als die Regenwerte vom 18./19. Juli, die doch den Blütenstaub der Schönwetterperiode mit dem reichsten Blühen aus der Luft herauswusch. Wir führen dies darauf zurück, daß an den warmen trockenen Morgen des 20. Juli noch ein kräftiges Aufblühen stattfand, und dieser Blütenstaub mit dem eigentlichen Regenpollen zusammen gemessen wurde.

Fassen wir die Ergebnisse über den Pollenniederschlag im Hochtale von Davos kurz zusammen. Während des Winters ist stets eine ganz geringe Pollensedimentation festzustellen. Sie umfaßt verschiedenartige Pollentypen, bleibt aber unter einem Pollen pro dm^2 und Tag. Es sind dies vorjährige Pollen, die sich an Bäumen, Häusern, Felsen und andern schneefreien Flächen festgesetzt hatten und jetzt vom Winde wieder verblasen werden. Im Laufe des März stellen sich die ersten Frühjahrspollen ein, und im April erreicht der

Haselpollen sein Maximum, im Mai oder Anfang Juni der Pollen der Erle und Birke. Zugleich steigt der Föhrenpollen zu einem ersten Maximum an, das dem Anscheine nach von Waldföhrenpollen gebildet wird. Alle diese Pollen sind nicht heufiebergefährlich. Die Pollen der frühblühenden Gräser erreichen nur geringe Werte, die sich im April und Mai zwischen 2 und 7 pro dm^2 und Tag belaufen. Auf gleicher Höhe steht die Gesamtzahl der übrigen Pollen.

Ein erster kräftiger Anstieg der Pollensedimentationskurven erfolgt Ende Mai und im Juni. In beiden Beobachtungsjahren lag in der ersten Junihälfte ein kleineres Maximum, dem Ende Juni oder im Juli das Hauptmaximum folgte. Im Jahre 1934 mit sehr frühem Frühling tritt das 1. Maximum zwischen 2.–9. Juni auf, im Jahre 1935 trotz spätem Frühling annähernd im gleichen Zeitpunkt, zwischen 31. Mai und 15. Juni. Die Gramineenpollen erreichen zu dieser Zeit im 7- oder 14tägigen Mittel maximale Werte zwischen 35 und 50 Pollen pro dm^2 und Tag, die Baumpollen erreichen 100, die Compositen 12 bis 30, die übrigen Pollen im Jahre 1934 etwa 14, im Jahre 1935 etwa 75. Heufiebergefährliche Pollen sind hier in wesentlichem Maße nur unter den Gramineenpollen zu finden. Und es muß besonders festgehalten werden, daß der Pollen von Taraxacum, das in dieser Zeit viele Fettwiesen gelb färbt und massenhaft Blütenstaub entwickelt, vom Wind nicht in merklichem Umfange vertragen wird, also nicht als Ursache von Heufieber in Betracht fallen kann.

Der Hauptniederschlag von Gramineenpollen, dem auch das Maximum an Baumpollen und übrigen Pollen parallel geht, fällt normalerweise in den Juli. Im Jahre 1934 konnte er nicht genau festgestellt werden, fiel aber wahrscheinlich bereits auf Ende Juni; im Jahre 1935 umfaßte er die Zeit vom 10. bis 19. Juli. Dieses Hochblühen dauert nur wenige Tage; dann erfolgt mit einigen Schwankungen ein plötzlicher Abfall, der rasch wieder auf die Juni- und Maiwerte hinunterführt. Im Jahre 1934 sank die Zahl der Gramineenpollen bereits Anfangs August auf 2 pro dm^2 und Tag und dann auf unter 1 hinab; im Jahre 1935 ergab noch die Periode vom 21. bis 26. August einen Wert von 23 Pollen pro dm^2 und Tag. Diese Schwankungen stehen mit den Witterungsverhältnissen, die ein mehr oder weniger vollständiges Ausblühen erlauben, im Zusammenhange. Die übrigen Pollenkurven machen den Gang der Gramineenkurve im

großen und ganzen mit; nur die Kurve der Baumpollen fällt nach dem Julimaximum endgültig ab.

Neben den Gramineenpollen, Baumpollen und Compositenpollen wurden in größerer Menge Pollen vom Typus der Caryophyllaceen, Umbelliferen und Ericaceen festgestellt, ferner im Sommermaximum sehr reichlich Pollen von Polygonum bistorta und massenhaft ein Pollen, der Papaver nudicaule zugeteilt wurde; Cyperaceenpollen wurden in bescheidenem Maße gefunden, Luzula- und Salixpollen sehr spärlich. Es liegt Wahrscheinlichkeit dafür vor, daß in einzelnen Fällen ein Teil des Pollens insektenblütiger Arten durch ein pollensammelndes Insekt in die Schale verschleppt wurde.

Auf Weißfluhjoch, wo die Beobachtungen leider erst recht spät einsetzten, zeigte sich, daß die Pollenzahl immer klein bleibt. Die Zahl der Gramineenpollen stieg nie über 40 pro dm^2 und Tag, die Gruppe der „übrigen Pollen" stieg nie über 20, die Baumpollen nie über 10, und nur die Compositenpollen erreichten ein lokales Maximum von 90, wobei aber die Möglichkeit der Verunreinigung durch ein pollensammelndes Insekt nicht auszuschließen ist. Ferner zeigt sich in dieser Höhe das Maximum des Pollenniederschlages wesentlich gegen den Herbst hin verschoben: es tritt erst in der Periode vom 5. zum 11. August auf und geht damit einem kleinen Aufflackern der Davoser Gramineen-Pollenkurve parallel. Ein kleines Maximum des Pollenniederschlages auf Weißfluhjoch zur Zeit des Julimaximums im Tale von Davos muß auf Ferntransport von Pollen aus dem Tale zurückgeführt werden.

Die kurzfristigen Messungen in vier verschiedenen Davoser Stationen zeigten, daß in der Größe des Pollenniederschlages je nach der Lokalität ganz beträchtliche Unterschiede auftreten. Er nimmt mit der Entfernung von der blühenden Wiese stark ab und zwar in vertikaler und horizontaler Richtung. Der vom Winde entführte Pollen scheint im allgemeinen ziemlich rasch zu sedimentieren, in der Hauptsache schon wenige Stunden nach der Ausstreuung, die vor allem am frühen Morgen stattfindet.

Die Tatsache, daß ein auf eine Schönwetterperiode folgender Regenguß wider Erwarten nur wenig Pollen herabschwemmt, gibt einen interessanten Einblick in den athmosphärischen Kreislauf der Pollenmassen: Bei Schönwetter werden große Pollenmengen erzeugt, rasch emporgewirbelt und rasch wieder sedimentiert. Der Regen

unterbricht die Pollenerzeugung augenblicklich, der Nachschub bleibt aus, der Rest, der noch in der Luft in Schwebe ist, wird mit dem Regen niedergeschlagen, erschöpft sich rasch und ergibt nur geringe Pollenzahlen.

Den wirklichen Blütenstaubgehalt der Luft konnten wir allerdings mit unsern Methoden nicht zahlenmäßig erfassen. Es wurde versucht, mit dem Owens'schen Staubzähler, einer Art Luftsaugapparat, den K. Egloff[1]) bei seinen Messungen über den Staubgehalt der Luft in Davos verwendete, auch den Blütenstaubgehalt zu bestimmen. Verschiedene Versuche ergaben aber kein positives Ergebnis. Staub wurde reichlich eingefangen, ebenso Splitter, Algenzellen und Sporen bis zu einem Durchmesser von etwa 10 μ. Die größeren Körper, zu denen auch die Pollen gehören, bleiben aber wahrscheinlich bei dem heftigen Windzug, der im Saugapparat entsteht, nicht kleben und werden wieder ausgestoßen. Die direkte Bestimmung des Pollengehaltes der Luft ist eine so umfangreiche Aufgabe, daß wir verzichten mußten, in diesem Zusammenhang weitere Untersuchungen vorzunehmen.

7. Kapitel. Zusammenfassender Überblick.

Wir haben den Versuch gemacht, die Verbreitung, das Blühen und den Niederschlag des Blütenstaubes der Heufieberpflanzen im Hochtale von Davos darzustellen. Im nachstehenden wollen wir die Ergebnisse kurz zusammenfassen und daran einige weitere Betrachtungen anknüpfen.

Weitaus die größte Bedeutung als Heufiebererreger kommt den Gramineen zu. Ihre allgemeine Heufieberwirkung ist bekannt; sie bilden, abgesehen von den Wäldern, die Hauptkonstituente der Vegetation, und ihr Blütenstaub macht den Hauptteil des Pollenniederschlages heufiebergefährlicher Arten aus. Eine bedeutende Anzahl als Heufiebererreger bekannter Grasarten bilden im Hochtale von Davos noch Massenvegetation, vor allem in den gedüngten Heuwiesen, welche die Talsohle bedecken und sich an den Hängen und in den Nebentälern in einzelnen Beständen bis etwa in 1900 m Meereshöhe hinaufziehen. Als solche Arten sind in erster Linie zu nennen *Trisetum flavescens*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis capillaris*, *Alopecurus*

[1]) Egloff, loc. cit.