© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark	Band 123	S. 33–51	Graz 1993

Pollenflug und Schadstoffeintrag in Abhängigkeit vom Witterungsgeschehen

Untersuchungen am Masenberg und an anderen steirischen Stationen

Von Ruth DRESCHER-SCHNEIDER und Dieter PIRKER

Mit 8 Abbildungen

Angenommem am 18. Mai 1993

Zusammenfassung: Der Pollen- und Schadstoffgehalt der Luft am Masenberg (Steiermark, Österreich) wurden über den Zeitraum von vier Monaten (März bis Juni 1992) mit den metereologischen Daten (Temperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit) verglichen. Mit Hilfe der Ergebnisse weiterer Meßstationen konnte der Pollenflug in dieser Periode relativ genau analysiert und u. a. der Eintrag von Ölbaumpollen aus der Gegend von Triest nachgewiesen werden. Außerdem war es möglich, den Spitzenwert von Schwefeldioxid im Mai als Eintrag aus dem Norden oder Nordosten der Alpen zu bestimmen.

Summary: Pollen influx and air pollution were compared with metereological data (temperature, wind direction and speed, humidity) at the air quality monitoring station „Masenberg" (Styria, Austria) for the period from March to June 1992. With support of the data of other stations the origin of the pollen is analysed for this period (e. g. pollen of *Olea europaea* could be proved from the surroundings of Trieste). Moreover it was possible to localize the peak of SO_2 emission at May 17th from north or northeast of the Alps.

1. Einleitung

Durch die ständig steigende Anzahl von Pollenallergikern in der Bevölkerung wird es immer mehr Menschen bewußt, daß der Blütenstaub (Pollen) besonders im Frühling und Sommer einen wichtigen Anteil des Staubes in der Luft ausmacht. Besonders auffallend wird diese Tatsache in Jahren der intensiven Fichtenblüte und dem damit verbundenen „Schwefelregen" wie z. B. im Frühjahr 1992. Die Pollen werden entweder durch den Wind, durch das Wasser oder durch Insekten transportiert. Ihre Größe variiert zwischen 0,009 mm (*Myosotis* – Vergißmeinnicht) und 0,2 mm (*Abies* – Tanne). Der Großteil der Pollenkörner mißt aber mehr als 0,01 mm und ist daher seiner Größe wegen nicht lungengängig. Immissionsseitig werden von den dauerregistrierenden Staubmeßgeräten in den Luftgütemeßstellen nur lungengängige Partikelgrößen kleiner als 0,01 mm erfaßt.

Die Konzentration und die Herkunft der Pollen hängen ab von der Pollenproduktion der Pflanzen und der Flugfähigkeit des Blütenstaubes einerseits sowie von den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen andererseits.

Der Hauptanteil der Pollen in der Luft stammt von Arten, deren Pollen durch den Wind transportiert werden. Zu diesen Pflanzen gehört ein großer Teil unserer einheimischen Waldbäume sowie Poaceae (Wild- und Getreidegräser), Chenopodiaceae (Gänsefußgewächse), *Plantago* (Wegerich), *Urtica* (Brennessel), *Rumex* (Ampfer) sowie Arten weiterer Familien (z. B. Asteraceae [Korbblütler]: *Ambrosia* [Traubenkraut], *Artemisia* [Wermut], ...). Bei insektenbestäubenden Arten hingegen sind die Pollenkörner zu flugunfähigen Klumpen zusammengeklebt.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

2. Zielsetzung und Methode

Aus verschiedenen Untersuchungen (TAUBER 1967, MARKGRAF 1980) ist bekannt, daß ein großer Teil der Pollen der Windblütigen in einem Umkreis bis 10 km des Produktionsortes (lokaler und regionaler Pollenflug) abgelagert wird. Daneben sind aber auch Fälle von Pollentransport über mehrere 100–1000 km bekannt (z. B. Pollineintrag im Zusammenhang mit Saharastaub, BORTENSCHLAGER 1965, FRITZ 1976). Bei Kenntnis der phänologischen Verhältnisse, der räumlichen Verteilungsmuster der Pflanzenarten und der Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen ist es im Falle von Fernverfrachtungen zum Teil möglich, das Herkunftsgebiet der Pollen und damit auch anderer Luftschadstoffe festzustellen.

Um einen Einblick in die Wechselwirkung Pollenflug, Lufttemperatur, Windrichtung und Windgeschwindigkeit zu erhalten, wurde am Dach der Luftgütemeßstation „Masenberg" bei Hartberg Anfang März 1992 für mehrere Wochen lang eine Pollenfalle vom Typ Burkhard-Pollentrap (BROSCH 1984, LEUSCHNER 1992) aufgestellt. Dieses Gerät, ausgerichtet nach der jeweiligen Windrichtung, saugt durch einen Ansaugschlitz 10 Liter Luft pro Minute an und läßt die darin enthaltenen Partikel (Staub, Pollen, kleine Insekten) auf ein mit Vaseline beschichtetes, pro Stunde um 1 mm vorrückendes Plastikband aufprallen. Nach dem Zerschneiden des Streifens in Tagesabschnitte werden die Pollen unter dem Mikroskop ausgezählt und auf die Anzahl der Pollen pro Kubikmeter Luft umgerechnet (FRITZ et al. 1980).

Die Meßstation „Masenberg" befindet sich in 1180 m Seehöhe auf der Kammlinie des Wiesberges. Der Masenberg (1261 m) wird dem Jogelland zugezählt (LIEB 1991) und bildet nach dem Rabenwaldkogel die zweithöchste Erhebung dieses Gebietes. Die exponierte Lage des Masenbergs als Ausläufer des Steirischen Randgebirges am Übergang zum südöstlichen Alpenvorland bietet günstige Standortvoraussetzungen, um großräumige Luftschadstoffverfrachtungen erfassen zu können. Die Immissionsmeßstation zeichnet permanent die Konzentrationshöhen von Schwefeldioxid, Schwebstaub, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Ozon auf. Darüber hinaus werden noch

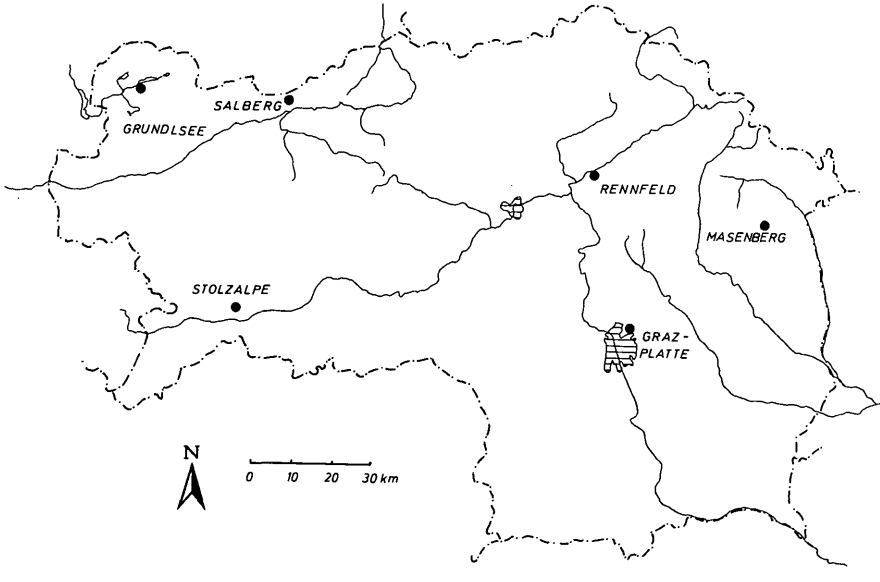

Abb. 1: Übersichtskarte der Steiermark mit den im Text genannten Stationen.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

die Klimaelemente Strahlung, Lufttemperatur, Wind, Luftfeuchte, Luftdruck und Niederschlag gemessen. Über Ferneinträge von Luftschadstoffen wird fallweise in den Meßberichten der in Österreich tätigen Luftgütemeßnetzbetreiber berichtet (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 1991). Eine bedeutende Rolle spielen dabei die Schadstoffe Schwefeldioxid (SO_2) und Schwebstaub.

Als Vergleichsstation werden die Daten der Pollenfalle „Graz" miteinbezogen. Die Pollenfalle befindet sich 7 km östlich des LKH-Geländes auf einer Kuppe in 580 m Seehöhe. Die angesprochene Kuppe trennt das Einzugsgebiet des Stiftingbaches, des Greithbaches und des Glantschenbaches. Das umgebende Gelände wird hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt (Obstbau, Grünland). Ca. 100 m nördlich der Pollenfalle beginnt ein ausgedehnteres Waldgebiet (Reindlwald), bestehend vorwiegend aus *Quercus* (Eiche), *Fagus* (Buche), *Pinus* (Kiefer) *Picea* (Fichte) und *Castanea* (Kastanie). Für die Erörterung der Temperaturverhältnisse, Strahlung und Windgeschwindigkeit für diesen Bereich werden die Meßdaten der Station Platte (660 m) herangezogen (Abb. 1).

3. Der Pollenflug im April 1992 (Abb. 2)

Der November und Dezember 1991 waren unterdurchschnittlich temperiert. Der Zeitraum der Temperaturungunst im Dezember blieb auf die erste Monatshälfte beschränkt. Ab dem 19. Dezember lagen die Tagesmittelwerte der Temperatur durchwegs über den langjährigen Vergleichswerten 1951 – 1980 (ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE & GEODYNAMIK 1991). Einzelne spürbare Kälteeinbrüche reichten bis in den März, teilweise auch noch bis in den April hinein. Am Masenberg überstieg die mittlere Tagestemperatur um den Monatswechsel Februar/März an wenigen Tagen die 5°-C-Grenze und pendelte während des restlichen Monats um 0° C. Im Vergleich zum März 1991, der in Graz im Zeitraum zwischen dem 5. und 27. ausschließlich Temperaturtagesmittel von über 5° Celsius aufzuweisen hatte und damit der Vegetation einen bedeutenden phänologischen Vorsprung verschaffen konnte, lagen die Temperaturen des März 1992 nur leicht über den Erwartungen.

Die kühle Witterung hielt auch im April z. T. noch an. Am Masenberg stieg die mittlere Tagestemperatur bis zum 21. April 1992 nur an wenigen Tagen über 5° C (Abb. 2). An der Meßstelle Graz-Platte zeigt die Kurve sehr ähnliche Schwankungen, liegt aber im Durchschnitt um ca. 5° höher. Dieser Unterschied hat einen direkten Einfluß auf das Blühverhalten an den beiden Standorten. Am Masenberg konnte zwar schon ab 1. April ein gewisser Polleneintrag festgestellt werden, die Anzahl der Pollen pro m^3 Luft ist aber noch gering. Bis auf die Körner von *Corylus* (Haselnuß) und *Salix* (Weide), die aus der Umgebung der Falle stammen, sind alle Pollen aus den Tallagen eingeweht. Besonders deutlich ist die Windverfrachtung am 14. und 15. April. Die Pollenfalle am Masenberg verzeichnete ein erstes Birkenpollenmaximum. In Graz erreichte *Betula* (Birke) am 15. 4. ihren absoluten Höhepunkt. Ähnlich, aber undeutlicher, ist die Situation bei *Fraxinus* (Esche).

Bei diesen früh im Jahr blühenden Arten wird der Zusammenhang zwischen Blühbeginn, Blühintensität und Temperatur besonders deutlich. In Graz lag die mittlere Tagestemperatur vom 1. bis 5. April zwischen 8 und 13° C. Dadurch angeregt begann die Eschenblüte und erreichte ein erstes Maximum. Gleichzeitig setzte die Blüte von Betula ein, wenn auch noch zurückhaltend.

Der 6. April war ein kühler und feuchter Tag mit geringer Sonneneinstrahlung. Entsprechend gering war der Pollenflug. Während der folgenden Tage blieben die Temperaturen auch in Tallagen noch verhältnismäßig niedrig, die relative Luftfeuchtigkeit ging jedoch zurück, und die Sonneneinstrahlung nahm zu. Deshalb setzte der Pollenflug sowohl bei *Fraxinus* als auch bei *Betula* sofort wieder ein. Die Eschenpollen in der Falle Masenberg widerspiegelten die Verhältnisse in den Tallagen.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Ab dem 22. April gelangten milde und feuchte Luftmassen aus dem Westen in den Alpenraum. Die daran anschließende Hochdruckwetterlage (24. und 25. 4.) bewirkte frühsommerlich warme Tage, sodaß am Masenberg ein Tagestemperaturmaximum von knapp über 19° C am 25. 4. erreicht wurde. In Graz wurden über 25° C am selben Tag registriert. Zu diesem Zeitpunkt begann die Blüte von *Fraxinus* und leicht verzögert

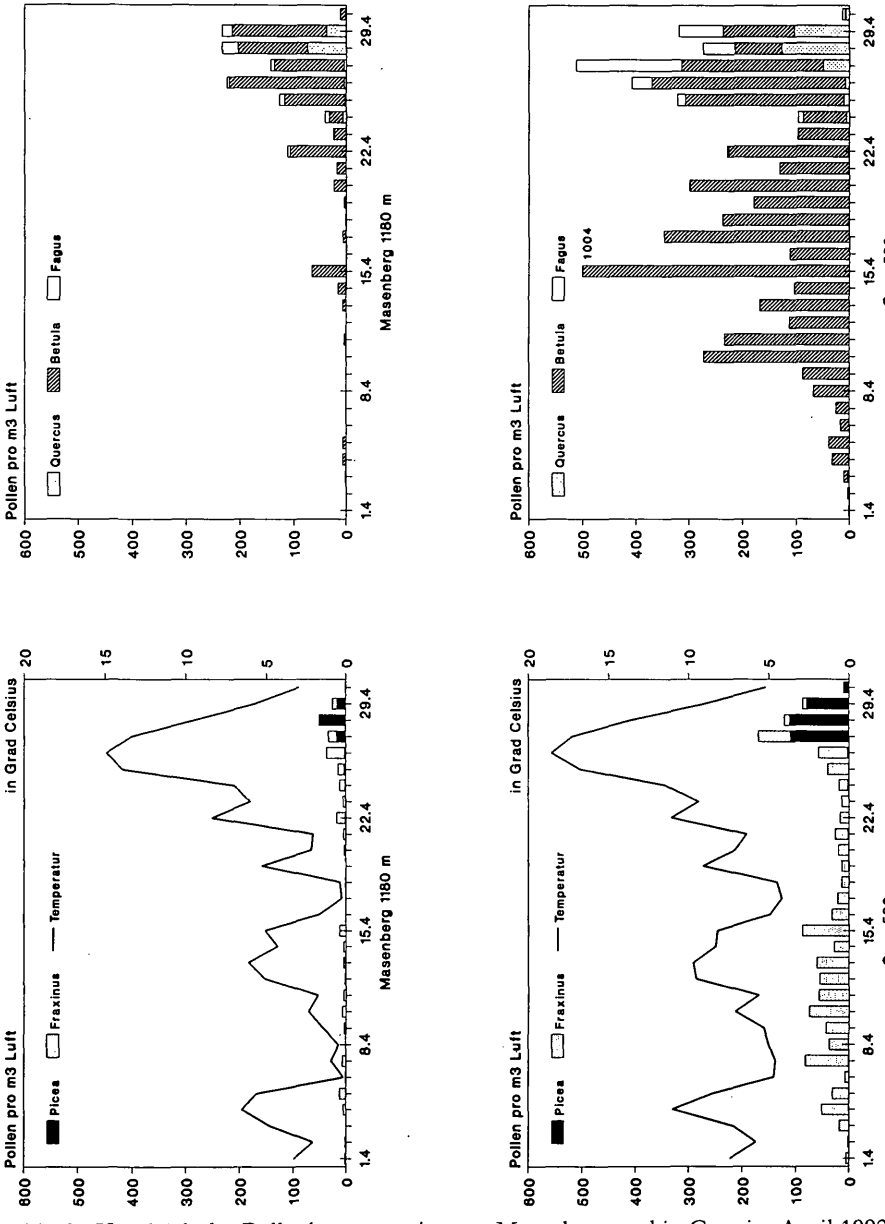

Abb. 2: Vergleich der Pollenkonzentration am Masenberg und in Graz im April 1992. Neben den ausgewählten Baumgattungen werden die Tagesmittelwerte der Lufttemperatur dargestellt.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

die von *Betula* auch am Masenberg, kurz unterbrochen durch einen Regentag am 23. 4. In den letzten Apriltagen begann in den Tallagen zusätzlich die Blüte von *Fagus, Picea* und *Quercus,* die am Masenberg deutlich als Fernflug erkennbar wurden. Die unergiebigen Niederschläge in den Abendstunden des 26. April am Masenberg hatten keinen tiefgreifenden Einfluß auf den Pollenflug.

Ende April beherrschte ein Tief über Mitteleuropa das Witterungsgeschehen. An dessen Vorderseite strömte noch warme Luft aus dem Südwesten in den Alpenraum, aber am 29. und 30. herrschte regnerisches Wetter vor, was sich insbesondere durch einen Rückgang im Pollenflug am 30. April deutlich abzeichnete.

4. Der Pollenflug im Mai 1992 (Abb. 3)

Aufgrund des Polleneintrages und im Zusammenhang mit den witterungsklimatischen Verhältnissen läßt sich der Mai in mehrere Perioden unterteilen:

1. –10. Mai: Die in den letzten Apriltagen begonnene Birkenblüte setzte sich in der Umgebung der Meßstation Masenberg (Umkreis ca. 1 km) fort und erreichte unter Hochdruckeinfluß am 6. und 7. ihren Höhepunkt. In den Tallagen (Graz) war die Birkenblüte zu diesem Zeitpunkt bereits beendet. Die Blütezeit von nur zwei Wochen am Masenberg war relativ kurz, weil sie durch die Gewitterregen am 7. und 8. 5. sowie durch die Störungsdurchgänge an den darauffolgenden Tagen abgebrochen wurde.

In den tieferen Lagen begann noch Ende April die Blüte bei *Picea, Fagus* und *Quercus* und setzte sich in den Mai hinein weiter fort. Für *Fagus* war 1992 ein schlechtes Blühjahr, da nur etwa die Hälfte der Pollensumme von 1991 registriert werden konnte. Die Fichtenpollen am Masenberg stammten zunächst noch aus den Tallagen, spätestens aber ab dem 8. 5. begannen die Bäume auch in dieser Höhenlage zu blühen. Die Blüte von *Quercus* wird in Kapitel 5 ausführlicher behandelt.

Der 11. 5. verzeichnete am Masenberg die höchsten Pollenkonzentrationen dieses Monats (745 Pollen/m³ Luft. In Graz wurden an diesem Tag 552 Pollen/m³ Luft gezählt, die zugleich den zweithöchsten Wert des Monats in Graz darstellen (vgl. Abb. 3). Dieser Tag war witterungsmäßig durch das Übergreifen einer Kaltfront auf die Steiermark gekennzeichnet, die aus dem Nordwesten über das Bundesland hinwegzog. Bis in die frühen Nachmittagsstunden förderte die Lufttemperatur (Maximum am Masenberg 15° C, Maximum auf der Platte 20° C) und die Sonneneinstrahlung das Öffnen der Pollensäcke bei *Pinus* in den Tallagen und *Picea* am Masenberg. Ab den frühen Nachmittagsstunden machte sich die genannte Kaltfront durch das Aufleben des Windes bemerkbar. Durch die hohen Windgeschwindigkeiten (Spitzen über 20 m/sec am Masenberg, 14 m/sec in Graz) wurden die Bäume so stark durchgeschüttelt, daß ein großer Teil des Pollens freigesetzt wurde. Da vorerst kein Regen fiel, wurde ein Teil des schon abgelagerten Fichtenpollens wieder aufgewirbelt, außerdem wurden die Föhrenpollen aus den oststeirischen Tallagen auf den Masenberg verfrachtet.

12.–16. Mai: Unter dem Einfluß eines Hochs über Mitteleuropa dauerte die Föhrenblüte in den Tallagen und die Fichtenblüte in den höheren Lagen an. Die stark schwankenden Föhrenwerte in Graz lassen sich dadurch erklären, daß die Pollenfalle nur ca. 150 m südlich eines Waldes mit relativ hohem Föhrenanteil steht. Bei geringen Windgeschwindigkeiten aus Nordwest und West steigen die Föhrenwerte sofort an, während schwache Winde aus Südost und Süd nur wenige Föhrenpollen mitbringen.

Am Masenberg blieben die Föhrenwerte während der ganzen Schönwetterperiode konstant hoch, obwohl die lokale Blüte noch nicht eingesetzt hatte. Hangaufwinde, die bevorzugt bei Hochdruckwetterlagen gut ausgeprägt sind, bewirken tagsüber den mengenmäßig großen Transport der 0,06–0,08 mm großen und ca. 0,03 mg schweren Föhrenpollen in höhere Lagen. Die am Masenberg anhaltende Fichtenblüte zeichnete

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

sich im Pollenflug wenig ab, da die geringen Luftbewegungen die 0,15–0,2 mm großen und 0,09–0,10 mg schweren Fichtenpollen nicht weit zu transportieren vermochten.

17. Mai: An der Vorderseite eines flachen Tiefs über der Adria traten erneut relativ hohe Windgeschwindigkeiten (10 m/sec in Graz, ca. 13 m/sec Masenberg) auf, die insbesondere am Masenberg die schon abgelagerten Pollen von *Picea* wieder aufwirbel-

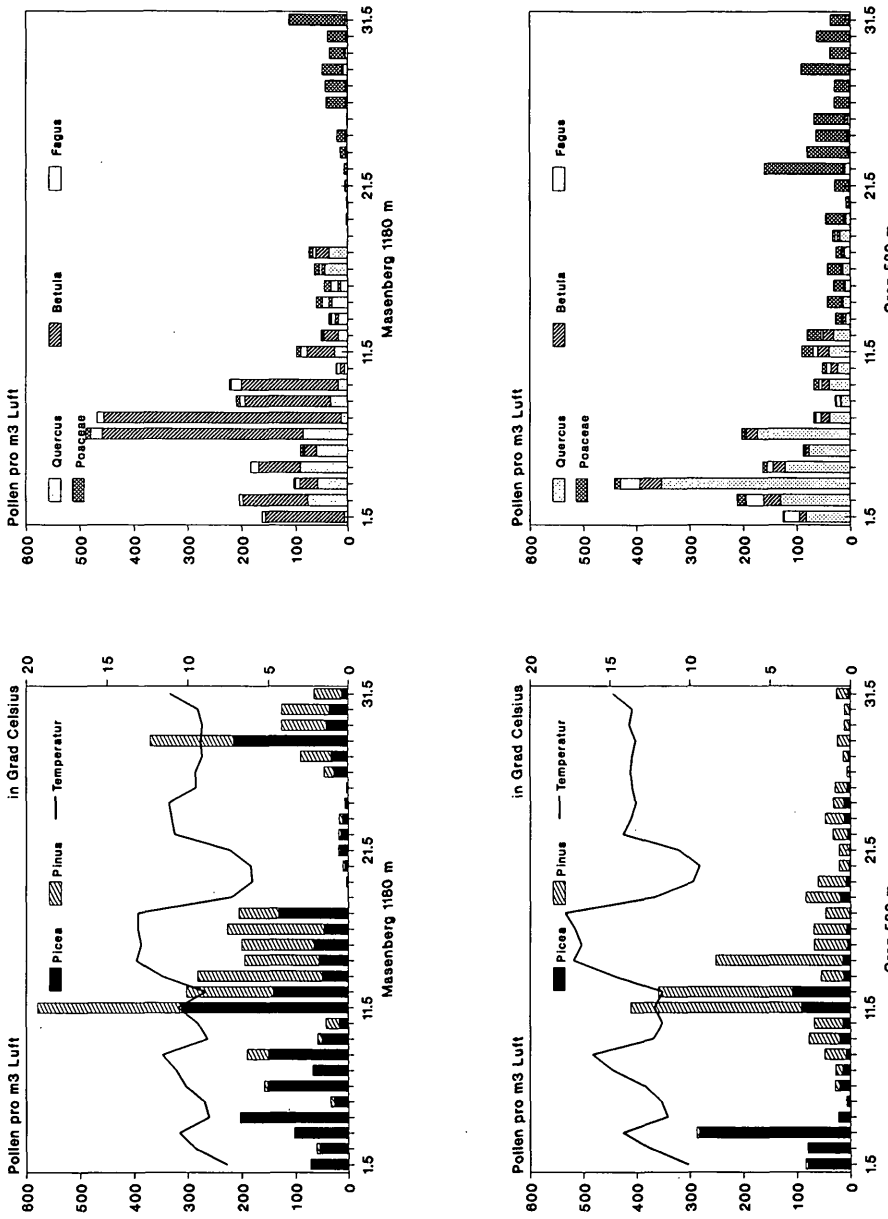

Abb. 3: Vergleich der Pollenkonzentration am Masenberg und in Graz im Mai 1992. Neben ausgewählten Baumgattungen werden die Tagesmittelwerte der Lufttemperatur dargestellt.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

ten. Außerdem berührte der Nordostwind Gebiete, wo *Picea* und vor allem *Betula* noch in Blüte standen, und trug damit zu diesem relativ hohen Wert von *Betula* bei.

18.–25. Mai: Ein Adriatief und die geringen Luftdruckgegensätze bewirkten südlich des Alpenhauptkammes zeitweise Niederschläge. Am Masenberg kam der Pollenflug fast ganz zum Stillstand. Die hohe Luftfeuchtigkeit und die z.T. niedrigen Temperaturen (Tagesmaximum 6° C) verzögerten vorerst den Beginn der Föhrenblüte im Bereich der Meßstation Masenberg. In Graz war zwar die Luftfeuchtigkeit ähnlich hoch, die maximale Temperatur schwankte jedoch ab 22. Mai zwischen 16 und 18° C und ermöglichte damit den Beginn der Gräserblüte in den Tallagen, als Ferneintrag schwach auch am Masenberg erkennbar.

26.–31. Mai: Mit zunehmendem Hochdruckeinfluß setzte nun die Föhrenblüte auch in den mittleren Höhenlagen ein und stieg während der folgenden Tage höher. Zu Beginn des Monats Juni blühten auch die Föhren in der Nähe der Meßstation Masenberg. Der hohe Fichtenpollenwert am 28. war eine Folge des starken Windes (bis 10 m/sec) und der dadurch erneut aufgewirbelten Fichtenpollen. Der steigende Anteil an Gräserpollen war sicher einerseits ein Zeichen dafür, daß in der Region die Gräserblüte eingesetzt hatte; andererseits wurde ein Teil davon sicher aus den Tallagen verfrachtet.

5. Der Pollenflug von *Quercus* am Masenberg im April und Mai

Die natürliche Waldvegetation in der Umgebung der Meßstation Masenberg ist ein Buchen- und Buchen-Tannen-Wald, der heute stark mit Picea, teilweise *Larix* (Lärche) und *Pinus* durchsetzt ist. *Quercus* fehlt in dieser Höhenlage. Die nächste blühfähige *Quercus* steht im SW der Meßstation in einer Entfernung von 750 m auf 920 m Seehöhe (in der Nähe des Gehöftes Pflanzerhansl). Unterhalb 800–900 m Seehöhe wird *Quercus* häufiger. Auf Grund dieser Situation bietet sich die Möglichkeit, im Vergleich mit Windrichtung und Windgeschwindigkeit die Herkunft der Eichenpollen in der Pollenfalle Masenberg zu diskutieren.

Bis zum 27. 4. waren die Pollenwerte gering, und ihre Herkunft ist ungewiß, da auch die Pollen in Graz nicht aus der Umgebung der Pollenfalle stammten. Die Eichenblüte setzte in Graz erst am 27. 4. ein.

Am 28. 4. herrschte eine Südwestströmung. In Graz verzeichnete die Pollenfalle einen ersten Höhepunkt mit maximalen Werten zwischen 12 und 18 Uhr. Ähnlich dürfte die Situation im oststeirischen Alpenvorland sein. In der Pollenfalle Masenberg begann der Eichenpollenflug um 12 Uhr und erreichte maximale Werte zwischen 16 und 22 Uhr. An diesem Tag war der Himmel bedeckt, die Temperaturtagesmittel erreichten um die 10° C, und die Windgeschwindigkeiten waren gering. Die Verzögerung der Pollenmaxima um ca. 4 Stunden gegenüber den Tallagen und die geringe Windgeschwindigkeit sprechen dafür, daß die Eichenpollen aus der Gegend von Pöllau–Kaindorf–Stubenberg stammen dürften.

29. 4.: Der Polleneintrag von *Quercus* hielt am Masenberg die ganze Nacht an und setzte sich am 29. 4. bis 15 Uhr fort. Um 4 Uhr morgens drehte der Wind von Südwest zunächst auf Südost und am frühen Vormittag auf Ost. Das bedeutete, daß der größte Teil der Eichenpollen (76 %) an diesem Tag aus Südost bis Ost auf die Falle traf. Die Windgeschwindigkeiten waren ähnlich wie am Vortag, d.h. unter 6 m/sec. Die Vermutung liegt daher nahe, daß die Pollen nun aus der Gegend von Hartberg und dem oberen Lafnitztal stammten. Es ist aber ebenso wahrscheinlich, daß das Luftpaket, das erneut, aber diesmal aus dem Osten kommend und am Masenberg vorbeistreicht, noch Pollen aus der Gegend von Pöllau mitführt und daher nur wenige Körner aus dem Gebiet östlich des Masenberges stammen. Die Pollen werden im allgemeinen nur bei sehr günstigen Bedingungen (hohe Temperatur, geringe Luftfeuchtigkeit) schon in den frühen Morgenstunden freigesetzt.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Um den Mittag setzte der Temperatursturz ein und stoppte vorübergehend den gesamten Pollenflug.

Erst am 2. 5. gelangten wieder vermehrt Eichenpollen in die Falle am Masenberg. Die maximalen Werte lagen zwischen 12 und 20 Uhr, d.h. zur gleichen Zeit wie in Graz bzw. im oststeirischen Alpenvorland. Die Windgeschwindigkeiten waren gering. Man darf daher annehmen, daß nun auch die Blüte in den mittleren Höhenlagen eingesetzt hat und daher die Eichenpollen nicht nur aus den Tallagen, sondern auch aus den Eichenbeständen in wenigen Kilometer Entfernung im Südwesten stammen (Abb. 4).

Ab den Morgenstunden des 3. 5. bis zum 5. 5. herrschten Ostwinde vor. Die Windgeschwindigkeiten waren an allen Tagen gering. Die Eichenpollen stammten daher vorwiegend aus den Eichenbeständen an den Osthängen des Masenbergs zwischen Hartberg, Grafendorf und Lafnitz. Ein Eintrag aus weiter östlich und nordöstlich gelegenen Gebieten ist unwahrscheinlich. Die Eichenblüte begann in Budapest schon am 2. Mai (vgl. Abb. 5). Um jedoch nach einem Transport über 100 km oder mehr als Fernflug erkannt werden zu können, muß die Konzentration der Pollen pro m^3 relativ hoch sein. Die für den Ferntransport relevanten Werte dürften in Budapest erst am 5. und 6. 5. erreicht worden sein.

Vom 6. bis 13. Mai war Südwestwind vorherrschend. Die Witterung am 6. 5. mit geringen Windgeschwindigkeiten begünstigt den Eichenpollenflug aus der Nähe. Die beiden Regentage vom 7. und 8. Mai beendeten die Eichenblüte in den Tallagen und unterbrachen jene in mittleren Höhenlagen.

Die Tatsache, daß sich der Durchzug der Kaltfront am 11. 5. nicht wie bei der Fichte durch einen Anstieg der Pollenmenge abzeichnete, läßt sich durch die andere Form des Eichenpollens erklären. Der Eichenpollen ist kugelig bis länglich-oval von 0,03 bis 0,04 mm Größe mit einer rauhen Oberfläche. Bei Regen wird der Pollen leicht mit dem Regenwasser weggeschwemmt, verschwindet zwischen den Erdkrumen und

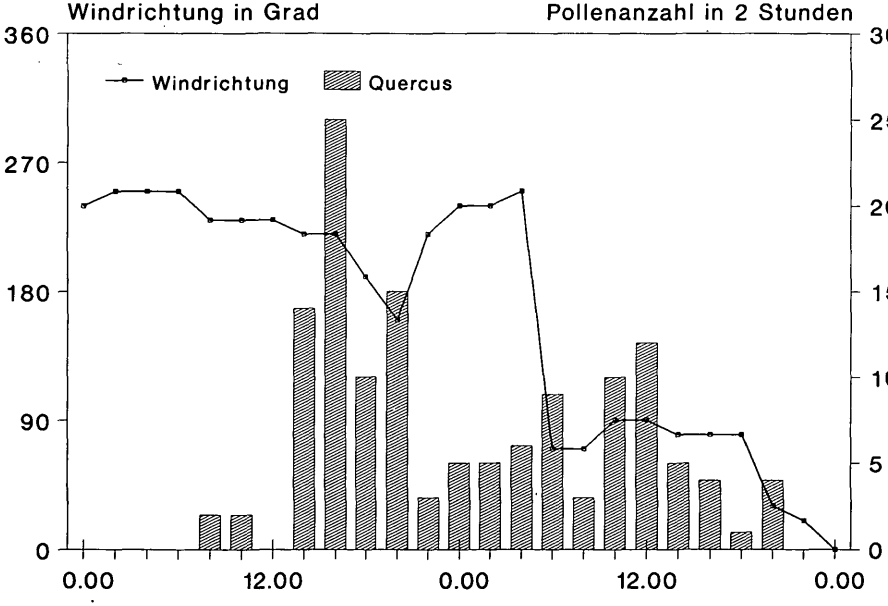

Abb. 4: Einfluß der Windrichtung auf den Eintrag von Eichenpollen am Masenberg für den 2. und 3. Mai 1992. (Die Windrichtungsdaten sind als Zweistundenmittelwerte zu verstehen.)

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

bleibt dank der rauhen Oberfläche auch nach Austrocknung haften. Die Fichtenpollen sind groß (0,2 mm) und äußerst wasserabstoßend. Bei Regen schwimmen sie immer auf der Wasseroberfläche, werden zwar auch weggespült, aber können ihrer Größe wegen kaum in den Boden hineingeschwemmt werden. Nach dem Abtrocknen liegen sie auf

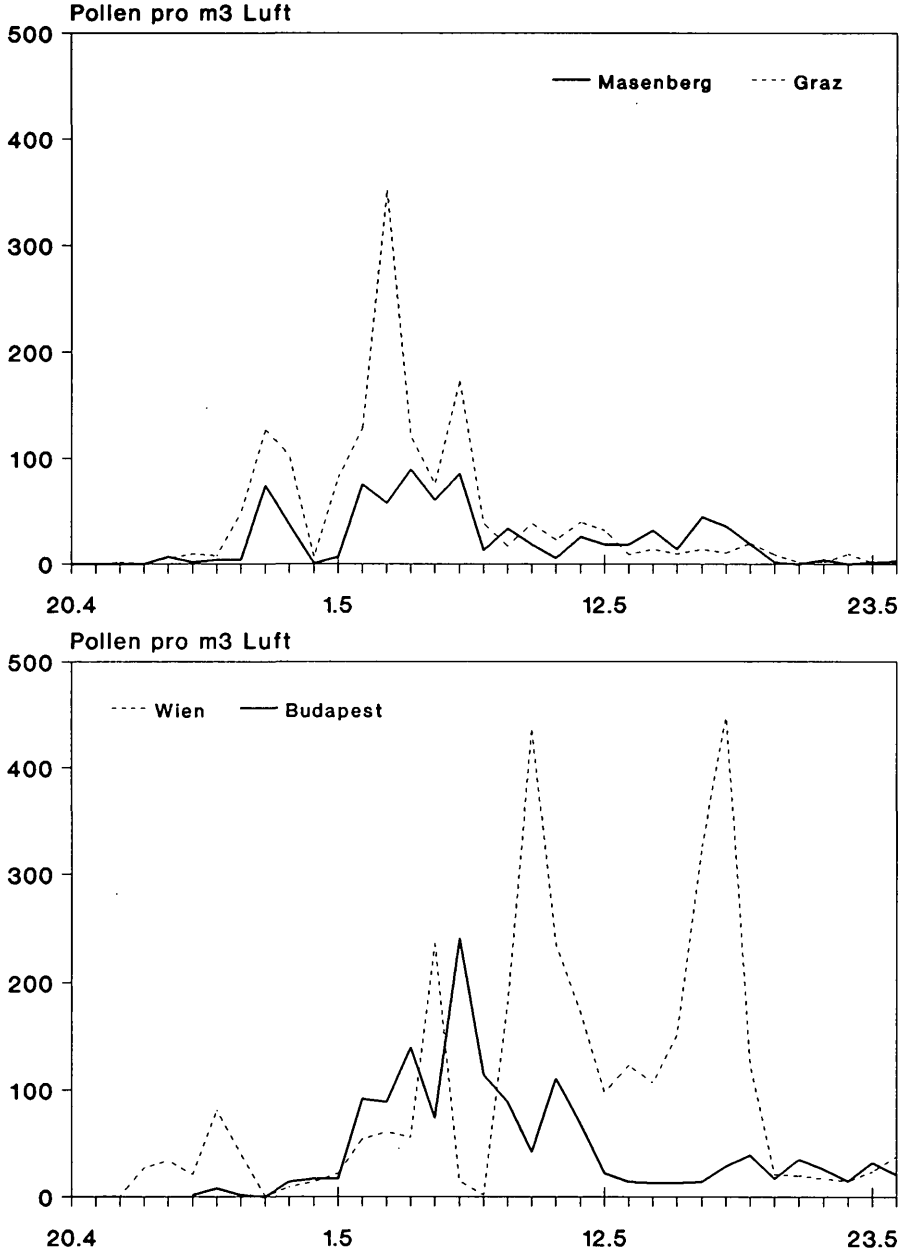

Abb. 5: Pollenflug von *Quercus* während des Zeitraumes vom 20. April bis 24. Mai 1992 am Masenberg, in Graz, Wien und Budapest. (Für Budapest liegen vor dem 25. April 1992 keine Pollendaten vor.)

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

der Erdoberfläche und können leicht durch stärkere Windstöße wieder aufgewirbelt werden.

Vom 14. 5. bis 17. 5. um 8 Uhr war Nordost- bis Ostwind vorherrschend. Der Polleneintrag während dieser Hochdruckperiode war im Durchschnitt etwas höher als während der vorangegangenen Südwestlage. Die Pollenkonzentration blieb aber am Masenberg während des Tages gleich oder nahm in der Nacht eher noch zu. Das ist ein Hinweis darauf, daß der Pollen nicht aus dem näheren Umkreis stammen kann. Berücksichtigt man die geringen Windgeschwindigkeiten, ist es durchaus denkbar, daß sich am Masenberg das zweite Eichenmaximum im Gebiet Wien/Niederösterreich als Ferneintrag abzeichnet.

Am 19. Mai war in der Steiermark die Eichenblüte beendet.

6. Eintrag von Ölbaumpollen am Masenberg

Die phänologische und witterungsklimatische Gunst Anfang Juni 1992 ermöglichte es, einen solchen Fall von Ferneintrag nachzuweisen (Drescher-Schneider & Pirker 1992), der an dieser Stelle diskutiert werden soll.

Am 2. Juni wurden am Masenberg von *Olea europaea* (Ölbaum) 14 Körner/m³ Luft und in Graz 24 Körner/m³ festgestellt. Am 3. Juni sind es am Masenberg gar 20 Pollen/m³, während in Graz die Konzentration pro m³ Luft nur noch 5 Pollen betrug.

Das Areal von *Olea europaea* beschränkt sich auf jene Gebiete des Mittelmeeres, wo das Temperaturmittel des kältesten Monats +4° C und das absolute Minimum –12° C nicht unterschreiten (Fischer 1904). In Österreich kann deshalb der Baum höchstens als Kübelpflanze gehalten werden. Die der Steiermark am nächsten gelegenen Ölbaumkulturen befinden sich in Nordistrien etwa 200–260 km entfernt (Fischer 1904).

Der Ölbaum hat eine sehr hohe Pollenproduktion. Die Körner sind klein (0,02 bis 0,025 mm) und werden sehr leicht durch den Wind vertragen (De Beaulieu 1977, Jochimsen 1986, Schneider 1984).

Die ersten Pollen von *Olea* befanden sich am 2. Juni kurz vor 10 Uhr in der Pollenfalle Masenberg, um 11 Uhr auch in der Falle Graz, zwischen 12 und 14 Uhr traf je 1 Pollenkorn am Masenberg und in Graz auf die Pollenfalle. Die Anzahl stieg anschließend auf 2 und 4 Körner in der Stunde an beiden Stellen bis zum ersten Maximum von 10 Pollen in Graz zwischen 18 und 20 Uhr. Über Nacht wurde durchschnittlich 1 Korn pro Stunde registriert. Zwischen 4 und 6 Uhr am 3. 6. zeigte sich ein Maximum am Masenberg ebenfalls mit 10 Pollen (vgl. Abb. 7).

Am 31. Mai bereits erfolgte in der Höhe die Strömungsausrichtung auf Südwest. Zwischen dem 1. Juni, 18 Uhr, und dem 3. Juni, 7 Uhr, dominierten sowohl am Masenberg als auch in Graz südwestliche Winde. Die Windgeschwindigkeit am Masenberg lag zwischen 1,1 und 4,6 m/sec als Halbstundenmittelwert. Einzelne Windspitzen erreichten 8 m/sec. In den höheren Luftschichten, etwa auf der Koralpe (2140 m), herrschten Geschwindigkeiten um 10 m/sec. Um die genauere Herkunft dieser Ölbaumpollen feststellen zu können, werden unsere Ergebnisse mit der *Olea*-Pollenkonzentration einiger Meßstationen aus Italien verglichen (Abb. 6 u. 7).

Auf der Linie der südwestlichen Windrichtung liegen Triest, Bologna, Florenz und Sassari. Die Abbildung 7 zeigt, daß nur Sassari und Florenz am 1. 6. für den Ferntransport ausreichende Pollenkonzentrationen aufweisen. Rechnet man mit Windgeschwindigkeiten von 4,6 m/sec, dauert es 12 Stunden von Triest nach Graz und 54 Stunden von Sassari nach Graz. Die Herkunft aus Sassari oder Florenz wäre theoretisch denkbar, da beide Stationen am 31. 5. und am 1. 6. genügend hohe Pollenkonzentrationen aufwiesen. Die 4,6 m/sec sind aber Geschwindigkeiten von Luftschichten in geringer Höhe. Demnach müßte sich der Fernflug aus Sassari auch in Bologna und Triest abzeichnen. Nehmen wir jedoch an, die Pollen sind in größere Höhen gelangt

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

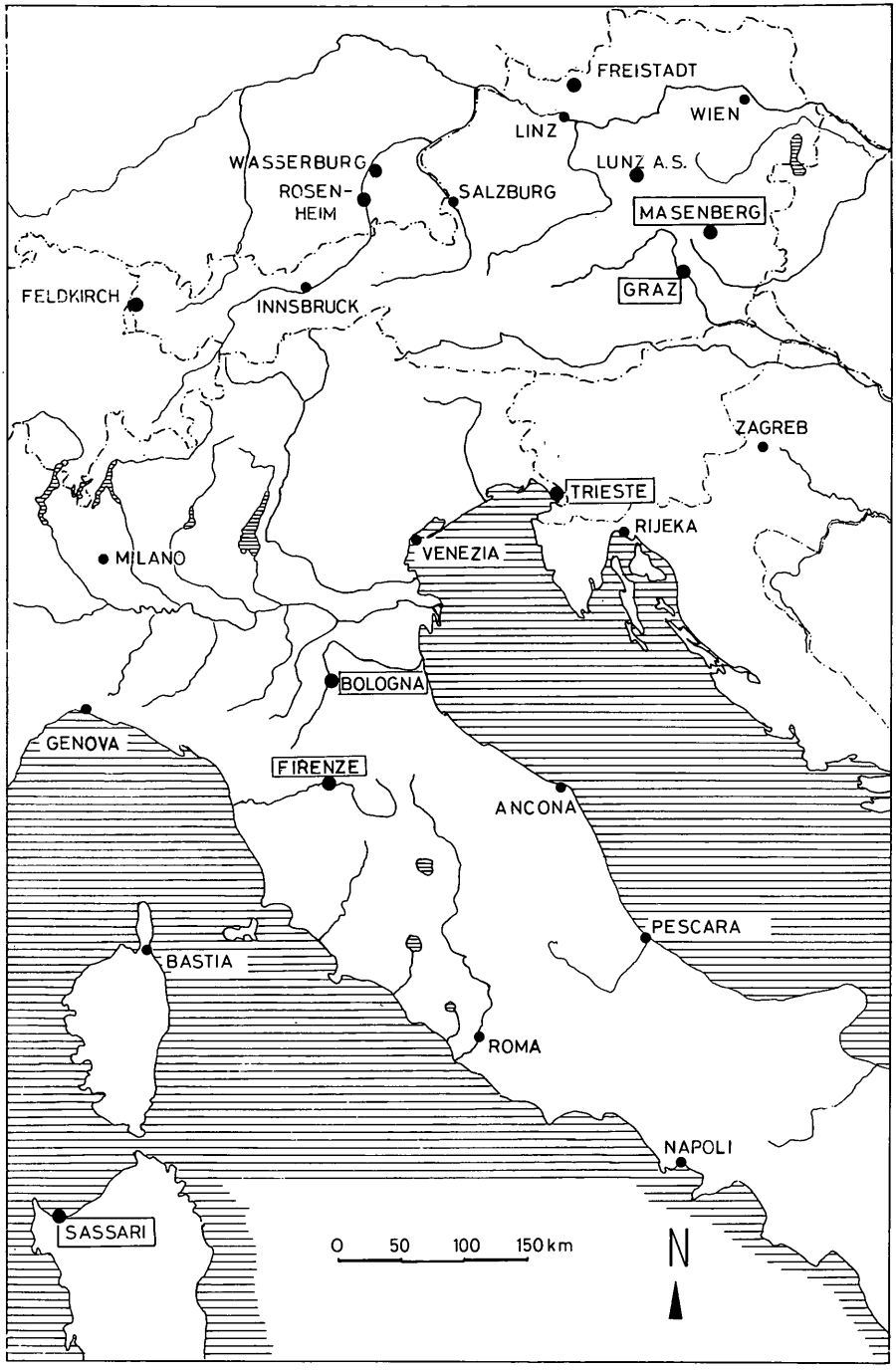

Abb. 6: Übersichtskarte der für den Pollenflug von *Olea* im Text berücksichtigten Stationen.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

und damit in Luftschichten mit Geschwindigkeiten um 10 m/sec, dann würden sie nur noch 6 Stunden von Triest nach Graz brauchen. Der maximale Wert von 10 Körnern in Graz zwischen 18 und 20 Uhr am 2. 6. könnten demnach Pollen sein, die um die Mittagszeit am 2. 6. in das Luftpaket gelangt sind. Auch das Maximum von 10 Körnern am 3. 6. zwischen 4 und 6 Uhr am Masenberg ist verständlich: Bei so hohen Pollenmengen blieb die Konzentration während des ganzen Tages ähnlich, d. h., die Luft enthielt

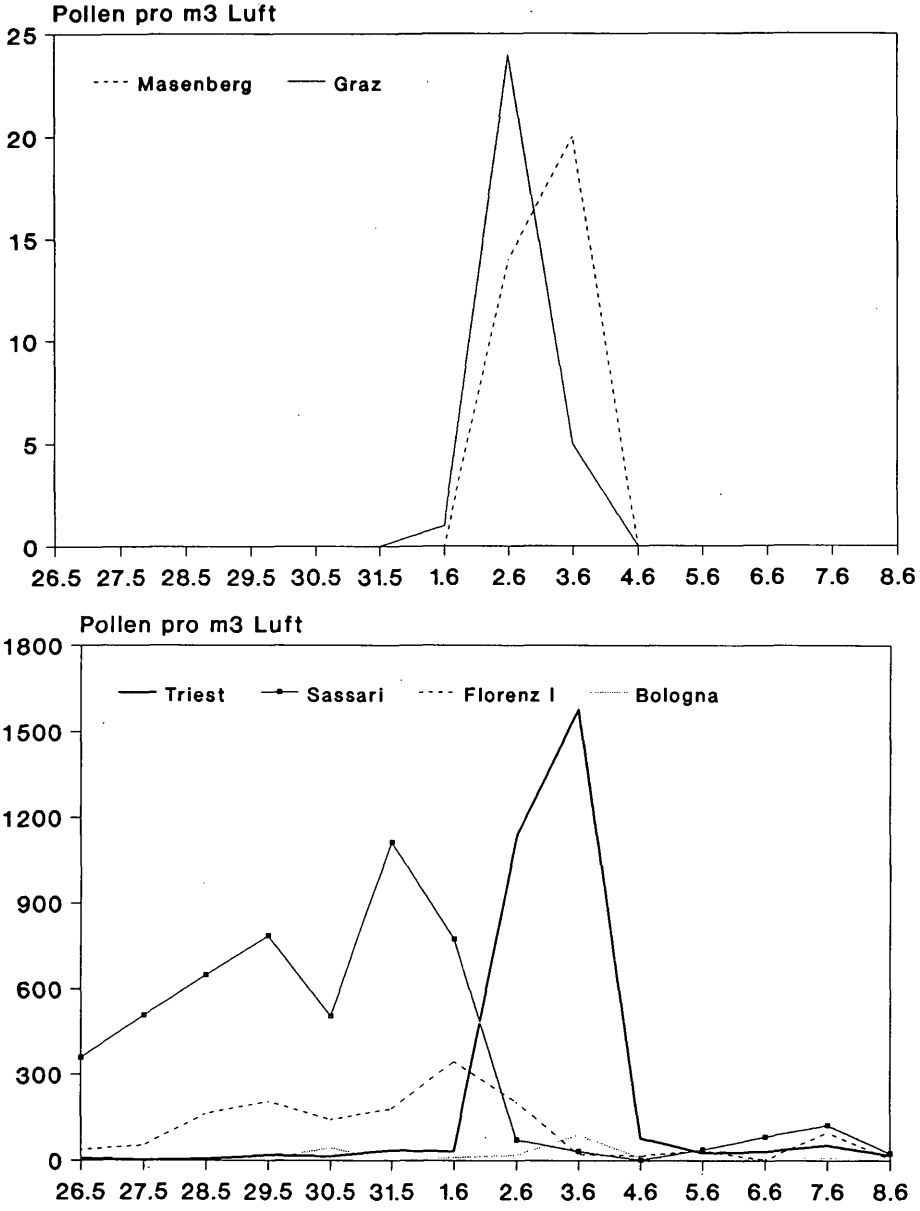

Abb. 7: Pollenkonzentrationen von *Olea* am Masenberg, in Graz, Triest, Bologna, Florenz und Sassari.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

zwischen 21 und 23 Uhr noch genügend Pollen, die auch nach einem Transport über größere Entfernungen registriert werden konnten.

Trotz der Drehung der Windrichtung zwischen 7 und 8 Uhr am 3. Juni von Südwest auf Ostnordost waren noch bis zum Mittag Ölbaumpollen in den Präparaten zu finden. Die Windrichtung und Windgeschwindigkeiten legen die Vermutung nahe, daß es sich zunächst um dasselbe Luftpaket handelte, welches wenige Stunden zuvor aus dem Südwesten über den Masenberg hinwegtransportiert wurde und dann erneut bei geringeren Windgeschwindigkeiten über die Luftgütemeßstation hinwegstrich. Erst mit der Zunahme der Windgeschwindigkeiten gelangten Luftpakete aus dem Osten in das südöstliche Alpenvorland, die zur Beendigung des Ölbaumpolleneintrages führten.

7. Beispiele von Schwefeldioxid- und Schwebstaubferneinträgen in die Steiermark

Für die Beurteilung von Ferneinträgen ist einerseits die Konzentrationszunahme des jeweiligen Luftschadstoffes maßgebend und andererseits die Entfernung zwischen Immissionsgebiet und dem möglichen Emissionsraum. Die Pollenanalyse gibt ganz klar definierte Distanzen für die Unterscheidung von Lokal-, Regional- und Ferneintrag an. Als Ferneinträge werden Pollenimmissionen bezeichnet, die aus einer Entfernung von über 10 km stammen. Für den Bereich der Immissionsklimatologie sind diese Angaben zu kleinräumig. Schon die physikalischen Eigenschaften der zu messenden Schadstoffe müssen zwangsläufig andere Entfernungsgrößen fordern. Es ist zu bedenken, daß hier hauptsächlich gasförmige Substanzen oder etwa beim Schwebstaub sehr kleine Korngrößen Berücksichtigung finden, die sich aufgrund ihrer Eigenschaften größerräumig verteilen können. Viele dabei maßgebliche Schadstoffverursacher verfügen darüber hinaus noch über entsprechende Emissionsquellhöhen, die zusätzlich für eine entsprechende Ausbreitung der Schadstoffe sorgen. Ein weiterer Unterschied zwischen Pollenflug und Schadstoffausbreitung liegt darin, daß die Produzenten des Blütenstaubs mit ihren artspezifischen Pollen ausgestattet sind und daher bei Kenntnis der Standortverhältnisse und des phänologischen Zustandes der Vegetation das Herkunftsgebiet des Polleneintrages – wie im vorangegangenen Kapitel gezeigt – erfolgreich eingegrenzt werden kann. Bei den gasförmigen Schadstoffen ist immissionsseitig eine definitive Zuordnung zu einem bestimmten Emittenten nicht möglich, ausgenommen es handelt sich um einen betriebsspezifischen Luftschadstoff wie z. B. Schwefelwasserstoff im Nahbereich eines Zellstoffwerkes. Bei der Beurteilung von Staubeinträgen bietet die chemische Analyse der in der Staubprobe vorhandenen Substanzen eine Möglichkeit, um den Weg zum Verursacher zu finden.

7.1 Beurteilungskriterien für Schadstofferneinträge

Eine allgemein gültige zahlenmäßige Angabe für die Unterscheidung zwischen Lokal-, Regional- und Ferneintrag ist im Bereich der Luftreinhaltung in der Praxis kaum möglich. Wir beschränken uns daher darauf, die wesentlichsten Beurteilungskriterien eines Ferneintrages herauszuarbeiten. Derartige Ereignisse zeigen sich in der Praxis dadurch, daß an mehreren Luftgütemeßstationen die Schadstoffkonzentrationen über einige Stunden bevorzugt bei Strömungslagen deutlich ansteigen. Damit kann dann von einem Schadstofferneintrag gesprochen werden, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

1. Fernverfrachtungen sind ein großräumiges Immissionsereignis und sollten dementsprechend an mehreren, deutlich voneinander entfernten Meßstationen nachweisbar sein. Es bedarf daher mehrerer Immissionsmeßstationen, die eine Konzentra-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

tionszunahme anzeigen, um einerseits einen Fehler am Meßgerät und andererseits ein lokal begrenztes Immissionsereignis mit Bestimmtheit ausschließen zu können. Dazu muß angemerkt werden, daß die Osterfeuer, die in der gesamten Steiermark relativ gleichzeitig auftreten und damit zu einem Ansteigen der Schadstoffkonzentrationen an vielen Immissionsmeßstellen im gesamten Bundesland führen, hier als lokale Einzelereignisse angesehen werden. Besonders hilfreich bei der Registrierung sind die forstrelevanten Meßstellen. Dieses Meßnetz besteht in der Steiermark aus den Stationen Grundlsee (970 m), Salberg (1275 m), Stolzalpe (1302 m), Rennfeld (1610 m) und Masenberg (1180 m). Diese Meßstationen liegen außerhalb des Einflußbereiches lokaler Emittenten. Bei der Analyse des Jahres 1992 hat sich herausgestellt, daß bei allen gesicherten Ferneinträgen die vorhin genannten Stationen einen Konzentrationsanstieg verzeichneten.

2. Fernverfrachtungen sind durch eine deutliche Zunahme der Konzentrationen gekennzeichnet. Die Angabe eines Absolutwertes ist dabei aber nicht möglich, denn die jahreszeitlich unterschiedlichen Emissionsraten liegen im Winter höher als etwa im Frühjahr. Besonders in der kalten Jahreszeit, wenn in den Ballungsräumen die Luft einen höheren Schadstoffgehalt aufweist, ist der zusätzliche Eintrag entweder nur aufgrund der bereits als Ferneintragsereignis verifizierten Daten an den forstrelevanten Stationen zu erkennen oder größtenteils aufgrund der Vorbelastung zu gering, um in den Siedlungsbereichen noch einigermaßen gesichert nachgewiesen werden zu können. Damit beschränkt sich zwangsläufig die Analyse auf die Meßdaten der forstrelevanten Stationen. Rückblickend auf die drei letzten Schwefeldioxidferneinträge bewegen sich die absoluten Konzentrationszunahmen in einem Bereich von 0,060 bis 0,090 mg/m³. An der Meßstation Remschnigg (760 m), die vom Umweltbundesamt in der Steiermark betrieben wird, konnten im April 1993 bei Südwestströmung Konzentrationszunahmen des Schadstoffes Schwefeldioxid im Bereich von 0,200 mg/m³ registriert werden, doch konnte der gesamte Datensatz in dieser Arbeit nicht mehr berücksichtigt werden.

3. Ferneinträge vollziehen sich in einem Rahmen von mehreren Stunden und erreichen jene Meßstationen, die dem dafür verantwortlichen Emissionsraum näher

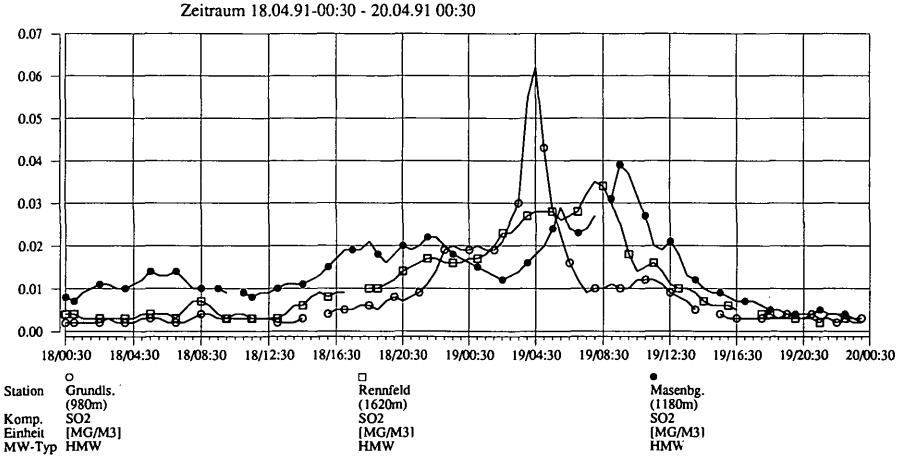

Abb. 8: Schwefeldioxidferneintrag in der Steiermark am 18. und 19. April 1991. (Die Unterbrechungen in den Diagrammlinien sind auf fehlende Meßdaten zurückzuführen.)
Grundls.: Grundlsee
MW: Meßwerttyp
HMW: Halbstundenmittelwert

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

liegen, in der Regel zuerst. Der zeitliche und der quantitative Ablauf eines Schwefeldioxidferneintrages wird in der Abbildung 8 veranschaulicht.

Die ersten Anzeichen des Schwefeldioxideintrages zeigten sich im Konzentrationsverlauf der drei ausgewählten Luftgütemeßstationen ab den Mittagsstunden des 18. April 1991. Bis gegen 24 Uhr stiegen die Konzentrationen kontinuierlich an. Die Konzentrationsspitzen waren sowohl durch einen raschen Anstieg wie auch durch einen schnellen Rückgang der Konzentrationen gekennzeichnet. Das Konzentrationsmaximum aller Stationen wurde am 19. 4. um 4.30 Uhr an der Meßstelle Grundlsee registriert. Die Konzentrationsspitzen am Rennfeld um 8 Uhr und am Masenberg um 9.30 Uhr fielen hingegen geringer aus und traten in einer Zeitphase auf, wo an der Meßstelle Grundlsee die Konzentrationen bereits wieder deutlich zurückgegangen waren. In den späten Nachmittagsstunden des 19. 4. waren die Konzentrationen bereits wieder auf ein Niveau von unter 0,010 mg/m³ abgesunken. Aus dem zeitlichen Verlauf der Konzentrationsmaxima der einzelnen Stationen kann das Herkunftsgebiet der Schadstoffbelastung nördlich der Alpen festgelegt werden. Diese Tatsache läßt sich natürlich auch anhand der Wetterlage nachvollziehen. An der Rückseite eines Tiefs über Rumänien strömten mit nördlicher Komponente kalte und mit Schwefeldioxid belastete Luftmassen ein.

Dieses Beispiel wurde deshalb ausgewählt, da es besonders deutlich das Hinwegziehen der mit Schadstoffen angereicherten Luftmassen über die Steiermark von Nord nach Süd dokumentiert.

4. Ferneinträge sind witterungsklimatisch häufig an Strömungslagen gebunden, wobei den Nord-, Nordost-, Nordwest- und Südwestströmungen besondere Bedeutung zukommt.

7.2 Schwefeldioxidferneinträge im Jahr 1992

Die für das Jahr 1992 vorgenommenen Auswertungen lassen insgesamt elf Schwefeldioxidferneinträge vermuten. Strenggenommen entsprechen nur zwei Ereignisse vollständig den oben angeführten Kriterien.

Am 5. und 6. April strömten an der Rückseite einer Tiefdruckrinne belastete Luftmassen in den Alpenraum ein. An der Meßstation Grundlsee (980 m) stiegen am 5. 4. ab 22.30 Uhr die Konzentrationen an und erreichten um 5 Uhr des darauffolgenden Tages mit 0,050 mg/m³ das Konzentrationsmaximum. Die Meßstationen Rennfeld, Stolzalpe und Masenberg ließen gleichzeitig am 6. 4. um 2.30 Uhr ansteigende Schwefeldioxidwerte erkennen. Die insgesamt höchsten Konzentrationen wurden am Masenberg mit 0,090 mg/m³ um 6 Uhr registriert. Die vorherrschenden Windgeschwindigkeiten an den jeweiligen Stationen spielen bezüglich der Konzentrationshöhe wie auch in Hinblick auf die Andauer des Ferneintrages eine zentrale Rolle. An der Station Grundlsee erfolgte zuerst eine Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeit von 1 m/sec auf 4 m/sec. Der Schwefeldioxidanstieg vollzog sich beinahe gleichzeitig mit dem Aufleben der Windtätigkeit. Am Rennfeld und auch am Masenberg waren vor dem Ansteigen der Schwefeldioxidwerte mittlere Windgeschwindigkeiten von über 5 m/sec dominant. Erst mit einem Abflauen des Windes auf 3–4 m/sec zeigte sich ein Schadstoffanstieg. An den genannten Meßstationen wurde das Schadstoffmaximum im Durchschnitt in nur vier Stunden erreicht. Der Rückgang der Konzentrationen auf das ursprüngliche Niveau dauerte bei weiterhin abnehmenden Windgeschwindigkeiten beispielsweise am Masenberg an die 27 Stunden.

Das zweite Ereignis des Jahres 1992 vollzog sich am 17. Mai. Erneut zeichnete eine Nordströmung dafür verantwortlich. Die höchsten Konzentrationen aller Stationen wurden diesmal mit 0,070 mg/m³ am Rennfeld erreicht. An der Meßstation Grundlsee wurden nur 0,030 mg/m³ registriert. Mit Ausnahme des Masenbergs nah-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

men die Windgeschwindigkeiten nach dem Erreichen der höchsten Schwefeldioxidkonzentrationen wieder zu und in der Folge die Konzentrationen rasch ab. Am Rennfeld konnte am 17. 5. ab 1.30 Uhr eine Zunahme von Schwefeldioxid beobachtet werden. Die mittleren Windgeschwindigkeiten, die hier immer als Halbstundenmittelwerte zu verstehen sind, lagen wenig unter 5 m/sec. Dem Schadstoffmaximum um 7.30 Uhr stand ein Rückgang der Windgeschwindigkeit auf unter 2 m/sec gegenüber. Danach nahmen die mittleren Windgeschwindigkeiten wieder bis auf 6 m/sec zu. Die Folge davon war, daß die Schadstoffkonzentrationen bereits um 13 Uhr wieder ihr Ausgangsniveau erreichten.

Die Bedeutung des Windes für den Ferneintrag ist, wie gezeigt, eine sehr unterschiedliche. Die Ferneinträge bei Schwefeldioxid sind erst durch eine entsprechende Strömungslage mit ausreichenden Windgeschwindigkeiten möglich. Bei zu hohen Windgeschwindigkeiten ist die Durchmischung der unteren Atmosphärenschichten allerdings derart ausgeprägt, daß sich die Schadstofffracht meßtechnisch nicht mehr ausreichend deutlich erfassen läßt. Da systematische Analysen der Ferneintragsereignisse bisher nicht vorgenommen wurden, kann nicht gesagt werden, ob zwischen einem gewissen Windgeschwindigkeitsbereich und dem Schadstoffmaximum eine eindeutige Beziehung besteht.

7.3 Schwebstaubferneinträge

Neben der Schadkomponente Schwefeldioxid spielt auch gelegentlich der Schwebstaub als Ferneintrag eine Rolle. Eines der markantesten Ereignisse der letzten Jahre vollzog sich um den 22. März 1990. Ein Ansteigen der Staubkonzentrationen in der gesamten Steiermark war auf die Zufuhr von Saharastaub zurückzuführen. Ab dem 16. 3. bestimmten südwestliche Winde am Masenberg die Hauptwindrichtung. Am Schöckl (1480 m) machte sich der Einfluß von Südwind seit dem 15. 3. verstärkt bemerkbar. In noch größerer Höhe herrschten südwestliche bis westliche Windrichtungskomponenten vor. Die Großwetterlage wurde ab dem 15. März von einem Hoch über Mitteleuropa geprägt, welches langsam in den darauffolgenden Tagen seinen Kern nach Osten verlagerte. Im Verlauf des 19. März wurde der Hochdruckeinfluß allerdings immer schwächer, sodaß atlantische Störungen, ausgehend von einem Tief über dem Nordatlantik, nördlich der Alpen wirksam wurden. Am 23. wurde der Störungseinfluß in Form einer Kaltfront auch südlich des Alpenhauptkammes spürbar.

Ein kontinuierliches, allmähliches Ansteigen der Staubwerte ließ sich bereits ab den Mittagsstunden des 20. März erkennen. Die Hauptfracht des Saharastaubes gelangte in den Abendstunden des 21. 3. in die Steiermark. Die Staubkonzentrationen stiegen auf über 0,200 mg/m³ an. Daneben ließ sich auch eine Unterbrechung der nächtlichen Abkühlung erkennen, die vermutlich weniger auf eine verstärkte Warmluftzufuhr zurückzuführen ist, sondern vielmehr auf eine Trübung der Atmosphäre durch den hohen Staubgehalt. Die Staubkonzentrationen erreichten am Masenberg, der zum damaligen Zeitpunkt als einzige forstrelevante Meßstation mit einem Staubmeßgerät ausgestattet war, in der Nacht vom 22. auf den 23. Konzentrationen bis 0,355 mg/m³ als Halbstundenmittelwert. Der Tagesmittelwert für den 22. 3. betrug 0,279 mg/m³. Derartige Konzentrationen wurden am Masenberg seither nicht mehr registriert. Der Saharastaubeintrag konnte auch in Graz, Zeltweg, Kapfenberg und Voitsberg nachgewiesen werden. Für den Norden der Steiermark sind keine Meßunterlagen vorhanden, da kein Staubmeßgerät im Einsatz war. An allen Stationen wurden für diese Witterungsverhältnisse unübliche Staubkonzentrationen von über 0,200 mg/m³ über mehrere Stunden hinweg gemessen. Bereits in den Nachtstunden des 23. 3. nahmen die Konzentrationen ab. Am Masenberg drehte kurz nach Mitternacht der Wind von Südwest auf Nord, und gleichzeitig damit gingen die Konzentrationen sprunghaft bis

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

auf ein Niveau von knapp unter 0,200 mg/m³ zurück. Wie bereits bei den Einträgen der Pollen von *Olea* gezeigt wurde, bewirkte der Windrichtungswechsel nicht eine völlige und sofortige Reduzierung der Luftinhaltsstoffe. Dies lag darin begründet, daß im gesamten Südöstlichen Alpenvorland diese Staubeinträge auftraten, sodaß nunmehr immer noch dieselben Luftmassen für einen bestimmten Zeitraum über die Meßstationen hinwegstrichen, allerdings jetzt aus der dem Herkunftsgebiet entgegengesetzten Richtung. Der endgültige Rückgang der Staubkonzentrationen wurde witterungsmäßig durch die Niederschläge der darauffolgenden Kaltfront in den Mittagsstunden des 23. 3. herbeigeführt. Die Dauer dieses Schadstofferneintrages kann mit rund 50 Stunden angeführt werden.

8. Diskussion

Schon die Immissionsmessungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß der Masenberg durch seine exponierte Lage nahe dem Übergang vom Steirischen Randgebirge in das Südöstliche Alpenvorland gut für die Erfassung von Luftinhaltsstoffen (Pollen und Luftschadstoffe) aus den unterschiedlichsten Richtungen geeignet ist.

Anhand der durchgeführten Untersuchungen sollten neben den einschlägigen Zielsetzungen des Pollenflugs und des Schadstofferneintrages auch die Möglichkeit überprüft werden, welche Hilfestellung die Pollenanalyse bei der Beurteilung von Immissionsmeßergebnissen bietet.

In dieser mehrwöchigen Testphase sollte versucht werden, den Schadstoff- und den Polleneintrag miteinander zu vergleichen und die Möglichkeiten zu testen, die Herkunft der Schadstoffe mit Hilfe der Pollen zu bestimmen oder wenigstens das Gebiet einzugrenzen.

Einen ersten Spitzenwert von Schwefeldioxid verzeichnete die Meßstation am Masenberg am 6. April 1992. Dieser Tag war feucht und kalt, aber ohne Niederschläge. Bedingt durch diesen Trogdurchgang, der insgesamt aufgrund seiner Witterungstendenz einem Pollenflug eher abträglich war, und aufgrund der Tatsache, daß inneralpin zu diesem Zeitpunkt weder Birken- noch Eschenblüte in vollem Umfang eingesetzt hatte, war der Pollenflug am Masenberg sehr gering und daher nicht aussagekräftig.

Am 17. Mai 1992 verzeichneten eine ganze Anzahl steirischer Meßstationen den höchsten Halbstundenmittelwert des Monats an Schwefeldioxid. Der Eintrag stammte aus dem Nordosten bzw. Norden. Am Masenberg herrschten Windrichtungen von Nord bis Nordost bis 8 Uhr vor und drehten dann auf Südwest. Die Schwefeldioxideinträge stammten daher aus Regionen nördlich des Alpenhauptkammes. Im Pollenniederschlag fallen die hohen Fichten- und insbesondere Birkenpollenwerte auf. Deutlich ist auch ein Eintrag von Eichenpollen aus dem Gebiet Wien–Niederösterreich erkennbar. Auf der Alpennordseite verzeichneten fast alle Stationen (Salzburg, Rosenheim, Wasserburg, Linz, Freistadt und Lunz am See) am 17., oder in den Tagen vorher, Spitzenwerte von *Quercus*. Außerdem war die Blütezeit der Birken in den höheren Lagen noch nicht zu Ende. Feldkirch vermeldete ein Birkenmaximum zwischen dem 13. und 15. Mai, Wasserburg meldete auch ein kleines Maximum am 16. und 17. Mai. Die Ferneinträge von Schwefeldioxid kamen demnach sehr wohl aus dem Gebiet nördlich der Alpen. Ob das Schwefeldioxid nun aus dem Großraum Linz oder aus den Kohle- und Industrierevieren Tschechiens und Südpolens stammt, ist nicht genau festzustellen.

Eine engere Eingrenzung der Herkunftsgebiete der Schwefelferneinträge kann hier auch mit Hilfe des Pollenfluges nicht vorgenommen werden. Die Pollenanalysen bestätigen aber, daß der Emissionsraum nördlich der Alpen zu suchen ist.

Für das Jahr 1992 lassen sich insgesamt elf Ferneintragsereignisse durch Schwefeldioxid vermuten. Aber nur die zwei Ereignisse im April und Mai konnten aufgrund der deutlichen Konzentrationszunahme an allen Meßstationen in der Steiermark als Fern-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

einträge bezeichnet werden. Die übrigen neun „unklaren Ferneinträge", die sich auf alle anderen Monate des Jahres mit Ausnahme von Juni und November verteilten, sind zum Teil aufgrund ihrer geringen Konzentrationshöhen oder wegen der nur auf wenige Luftgütemeßstellen beschränkten Auswirkungen nicht berücksichtigt. Es bleibt daher die grundsätzliche Frage ungeklärt, inwieweit es sich überhaupt um einen Ferneintrag handelt. Die Schadstoffverhältnisse und die Pollenflugbedingungen, wie sie für den 17. Mai beschrieben wurden, lassen eindeutige Zusammenhänge erkennen, sodaß eine Verifizierung eines Großteils der nicht begründbaren Schwefeldioxidanstiege im forstrelevanten Meßnetz durch die Pollenanalyse teilweise möglich wird.

Einen weiteren Vorteil bietet die Pollenanalyse bei der Bewertung einer Luftgütemeßstelle bezüglich ihrer Repräsentativität. Damit ist gemeint, aus welchen Entfernungen in Abhängigkeit von der Himmelsrichtung noch mit Schadstoffeinträgen zu rechnen ist. Für die Luftgütemeßstelle Masenberg lassen sich aufgrund der bisherigen Erhebungen folgende Regionen eindeutig belegen.

Tabelle 1: Zusammenstellung jener Gebiete, aus denen am Masenberg (1180 m) Ferneinträge von Luftinhaltsstoffen zu belegen sind:

Herkunftsgebiete	Datum	Luftinhaltsstoffe
Sahara	22. März 1990	Staub
Wien bzw. NÖ	17. Mai 1992	Pollen von *Quercus*
Raum Triest	2. Juni 1992	Pollen von *Olea*

Was nun den Pollenflug an sich betrifft, haben wir einige charakteristische Abschnitte und zwei spezielle Gegebenheiten (*Quercus* und *Olea*) herausgegriffen und anhand dieser versucht, die Pollenflugverhältnisse am Masenberg zu erläutern. Dabei hat sich erwartungsgemäß bestätigt, daß durch starke und vor allem über einige Stunden anhaltende Regenfälle der Pollenniederschlag unterbrochen wird. Kurze abendliche Gewittergüsse scheinen jedoch den Pollenflug kaum zu beeinflussen, da solche Gewitterregen im allgemeinen sehr lokal niedergehen, die Windgeschwindigkeiten meist ansteigen und sich dadurch der Polleneintrag aus der vom Regen nicht betroffenen Umgebung verstärkt bemerkbar macht.

Die Feststellung von Fritz et al. 1980 dagegen, daß im Frühjahr niedrige Temperaturen auf den Pollenflug keinen Einfluß haben, sofern das Reifestadium schon erreicht ist, hat sich in dieser Untersuchung nicht in jedem Fall bestätigt. Starker Temperaturrückgang, verbunden mit gleichzeitig geringer Sonneneinstrahlung (vgl. 29. und 30. April) hemmen sehr wohl den Pollenflug, während niedrige Temperaturen mit gleichzeitig hoher Sonneneinstrahlung den Pollenflug wenig behindern (vgl. *Fraxinus* ab 7. April).

Einige Probleme in der Wechselwirkung Pollentransport, Pollenflug, Windrichtung, Windgeschwindigkeit usw. konnten anhand der doch sehr lokalen Verhältnisse des Masenbergs erläutert werden. Es ist aber zu bedenken, daß noch mehr Faktoren zu beachten sind, als in dieser ersten Untersuchung berücksichtigt werden konnten. Insbesondere müßten regelmäßige phänologische Beobachtungen durchgeführt werden, um detailliertere Angaben über den lokalen, regionalen und extraregionalen Polleneintrag machen zu können. Außerdem bringen die maximalen und minimalen Tagestemperaturwerte besseren Aufschluß über die Ansprüche und Voraussetzungen für den Blühbeginn der einzelnen Arten, als es die Tagesmittelwerte vermögen.

Dieses sind Vorgaben und Fragestellungen für eine zukünftige, mindestens zwölf Monate dauernde Beobachtungsperiode am Masenberg.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Dank

Frau Mag. U. Brosch half uns bei der mikroskopischen Auswertung der Pollenfalle Masenberg und besorgte uns die Ölbaumpollenwerte der italienischen Stationen. Herr G. Hauska betreute die Pollenfalle Masenberg. Frau Mag. P. Pirker übernahm einen Teil der Reinschrift. Ihnen allen sei herzlich für die Mithilfe gedankt.

Literatur

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung Ia (Hrsg.): Luftgütebericht, Monatsbericht März 1992, April 1991.

De Beaulieu, J.-L. (1977): Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. – Thèse Université Marseille III, 358 p.

Bortenschlager, S. (1965): Funde afrikanischer Pollen in den Alpen. – Naturwissenschaften 52: 663–664.

Brosch, U. (1984): Pollen- und Sporenflug in Graz 1982 und 1983 – wozu Pollenwarndienst? – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 114: 177–194.

Drescher-Schneider, R. & Pirker, D. (1992): Apropos Pollenferntransport. Olivenpollen am Masenberg. – In: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung Ia (Hrsg.): Luftgütebericht, Monatsbericht Juni 1992: 7–10 bis 7–14.

Fischer, Th. (1904): Der Ölbaum – Seine geographische Verbreitung, seine wirtschaftliche und kulturhistorische Bedeutung. – Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft XXXI (147): 1–87.

Fritz, A. (1976): Pollen im Saharastaub. – Carinthia II, 166/86: 173–174.

Fritz, A., Gressel, W. & Liebich, E. (1980): Der Pollen- und Sporenflug im Klagenfurter Becken 1979. – Carinthia II, 170/90: 9–32.

Jochimsen, M. (1986): Zum Problem des Pollenfluges in den Hochalpen. – Diss. Bot. 90, 249 S.

Leuschner, R. (1992): Von Meßgeräten für Partikel in der Luft zum Europäischen Polleninformationsnetz. – Präv. Rehab. 4: 30–36.

Zentralanstalt für Meteorologie & Geodynamik, Wien (1991): Monatsübersicht der Witterungen in Österreich, März 1991, November 1991, Dezember 1991.

Lieb, G. K. (1991): Eine Gebietsgliederung der Steiermark aufgrund naturräumlicher Gegebenheiten. In: Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum Graz, 20: 1–30.

Markgraf, V. (1980): Pollen dispersal in a mountain area. – Grana, 19: 127–146.

Schneider, R. (1984): Vergleich des Pollengehaltes von Oberflächenproben mit der rezenten Vegetation im Aspromonte, Kalabrien, Italien. – Diss. Bot. (Festschrift Welten) 72: 275–318.

Tauber, H. (1965): Differential pollen dispersion and filtration. – Quat. Palaeoecol. 7: 131–141.

Anschrift der Verfasser: Dr. Ruth Drescher-Schneider
Schaftal 154
A-8010 Kainbach
Mag. Dieter Pirker
Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung Ia
Landhausgasse 7
A-8010 Graz

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: 123

Autor(en)/Author(s): Drescher-Schneider [Drescher] Ruth, Pirker Dieter

Artikel/Article: Pollenflug und Schadstoffeintrag in Abhängigkeit vom Witterungsgeschehen. Untersuchungen am Masenberg und an anderen steirischen Stationen. 33-51