

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 90	S. 41 - 60	Innsbruck, Nov. 2003
---------------------------------	---------	------------	----------------------

## **Änderung des Pollenflugs durch die Klimaerwärmung – Vergleichende Untersuchung Innsbruck/Obergurgl über den Zeitraum 1980 – 2001**

von

Sigmar BORTENSCHLAGER & Inez BORTENSCHLAGER<sup>\*)</sup>

**Synopsis:** Pollen flight was analysed for 6 species or groups of species in the years of 1980-2001 depending on climate values. Both for valley areas - Innsbruck pollen trap - and for areas at high altitudes - Obergurgl pollen trap - the flowering period proves to start earlier and to last longer, the peak values and pollen production were found to be higher. Thus the charge potential for people allergic to pollen is considerably increased.

### **1. Einleitung:**

Seit 1977 wird der Pollenwarndienst Tirol vom Institut für Botanik mit Förderung der Sanitätsabteilung des Landes Tirol betrieben. Der Start erfolgte mit 3 Pollenfallen im Inntal in den Hauptsiedlungsgebieten Innsbruck, Wörgl und Imst, wobei die Pollenfälle in Innsbruck als Referenzfälle ganzjährig betrieben werden. Die übrigen Fallen laufen nur während der Vegetationsperiode. 1980 wurden die Tallagenfallen noch durch Hochlagenfallen in Obergurgl und später in Kühtai und Galtür ergänzt. Derzeit werden 10 Pollenfallen in Tirol betrieben. Damit gehört Tirol bezüglich des Pollenflugs zu den am besten dokumentierten Bundesländern Österreichs (BORTENSCHLAGER et al. 1990).

Diese über 20 - jährige Beobachtungsreihe ermöglicht eine statistische Auswertung über den Blühbeginn, die Hauptblüte, die Pollenausschüttung und die Produktivität insgesamt. Bei dieser ersten statistischen Langzeitauswertung der Daten des Pollenwarndienstes Tirol wurden folgende sechs Pollentypen berücksichtigt:

*Alnus*: eine Artengruppe die sowohl Frühjahrsblüher der Tallagen – *Alnus incana*, *A. glutinosa*, als auch Sommerblüher in Hochlagen - *Alnus alnobetula* - umfasst.

*Corylus*: eine Art, als Frühjahrsblüher der tieferen Lagen

*Betula*: eine Art, in Innsbruck mit den zahlreichen Parkanlagen und „Zierbirken“ auch als Artengruppe, von tiefen Lagen abnehmend bis in hohe Lagen.

*Fraxinus*: eine Art, Frühsommerblüher in tiefen Lagen

<sup>\*)</sup> Anschrift der Verfasser: Dr. I. und Univ. Prof. Mag. Dr. S. Bortenschlager, Institut für Botanik der Universität, Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich; <http://botany.uibk.ac.at>.

*Pinus*: eine Gattung mit der weitesten Verbreitung vom Tal bis an die Waldgrenze

Poaceae: eine sehr große Art- bzw. Gattungsgruppe, auf die am häufigsten allergisch reagiert wird.

Blühbeginn, Hauptblüte und Pollenausschüttung insgesamt zeigten, wie zu erwarten, eine grundsätzliche Wetterabhängigkeit. Für den Blühbeginn hat FRITZ et al. (1985) empirisch Werte für einige Pollentypen ermittelt. Es werden dabei die Tageshöchsttemperaturen ab einem gewissen Zeitpunkt summiert und wenn die Temperatursumme einen entsprechenden Wert erreicht, ist mit dem Blühbeginn und etwas später mit der Hauptblüte zu rechnen. Niederschläge und tiefe Temperaturen während der Blühperiode können den Pollenflug vorübergehend zum Erliegen bringen. Dass für die Gesamtmenge der produzierten Pollen Temperatur und Niederschlag während der Vegetationsperiode des Vorjahres von ausschlaggebender Bedeutung ist, haben BORTENSCHLAGER et al. (1998) in Untersuchungen an der Waldgrenze in Obergurgl nachweisen können. Besondere Wetterlagen, wie Föhn in Innsbruck, haben sehr konkrete Auswirkungen auf Blühbeginn oder maximale Pollenausschüttung. Dadurch ergeben sich Probleme beim Vergleich konkreter Daten vor allem bei den Frühjahrsblühern. Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, muss man sich auf Trendwerte beschränken. In dieser Untersuchung werden die Ergebnisse der Tallagenfalle Innsbruck und der Hochlagenfalle Obergurgl dargestellt.

## 2. Fallenstandorte und Temperaturwerte:

Die Pollendaten wurden mit Burkard Pollenfallen nach der international üblichen Methode gewonnen ( BORTENSCHLAGER & BORTENSCHLAGER 2001).

Die Pollenfalle in Innsbruck (620 m) steht auf der Messbrücke des Instituts für Meteorologie auf der Dachterrasse des Bruno Sander Hauses der Universität ca. 35 m über Grund.

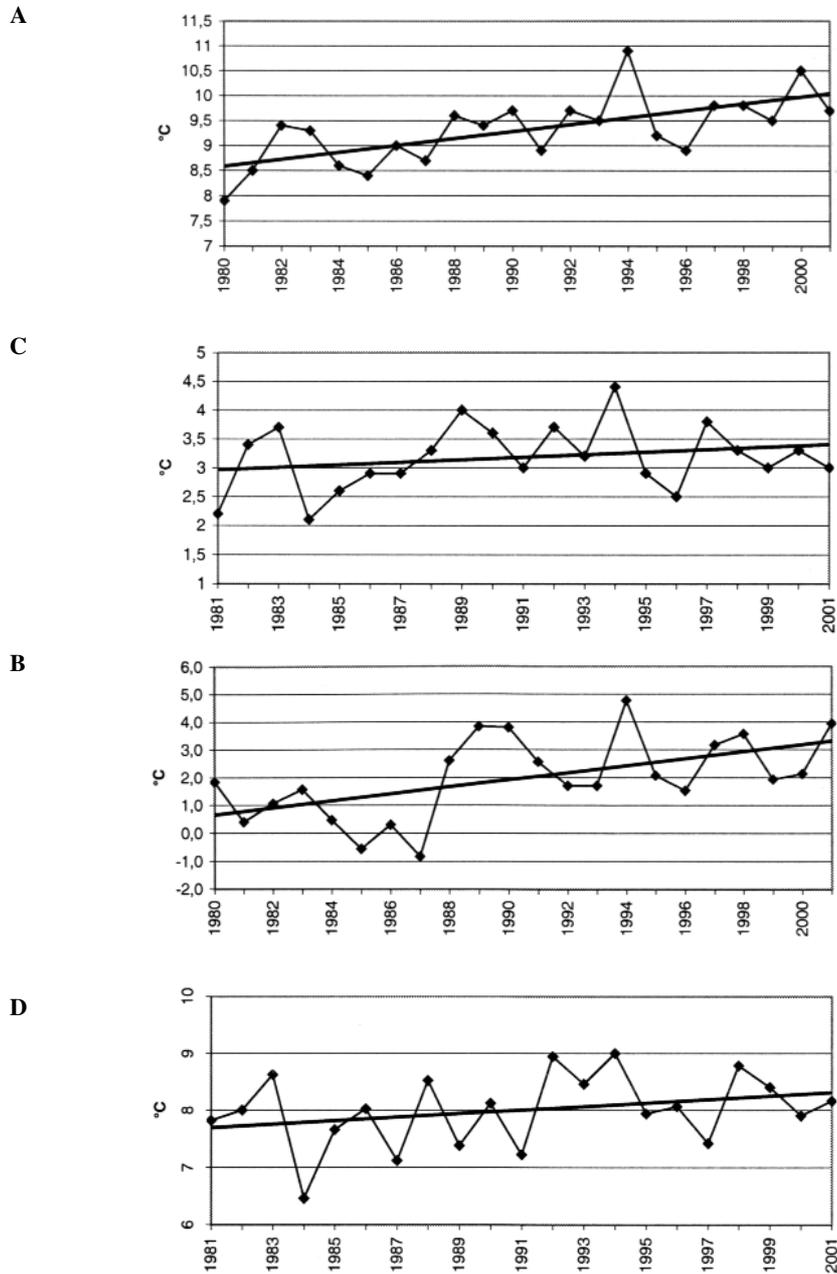
Die Pollenfalle in Obergurgl (1938 m) steht direkt neben der meteorologischen Messstation in 4 m Höhe auf dem Gelände der Alpenen Forschungsstelle.

Die Temperaturwerte stammen von den direkt zugeordneten Messstationen und sind der Arbeit von AUER et al. (2001) entnommen. Die Monatsmittelwerte der Temperatur zeigen für die Periode 1981-2001 sowohl in Innsbruck als auch in Obergurgl einen steigenden Trend (Abb. 1). Die Zunahme der Durchschnittstemperatur beträgt in Innsbruck 1,5°C und in Obergurgl 0,4°C. Die geringere Zunahme in größerer Höhe ist im Alpenraum ein bekanntes Phänomen.

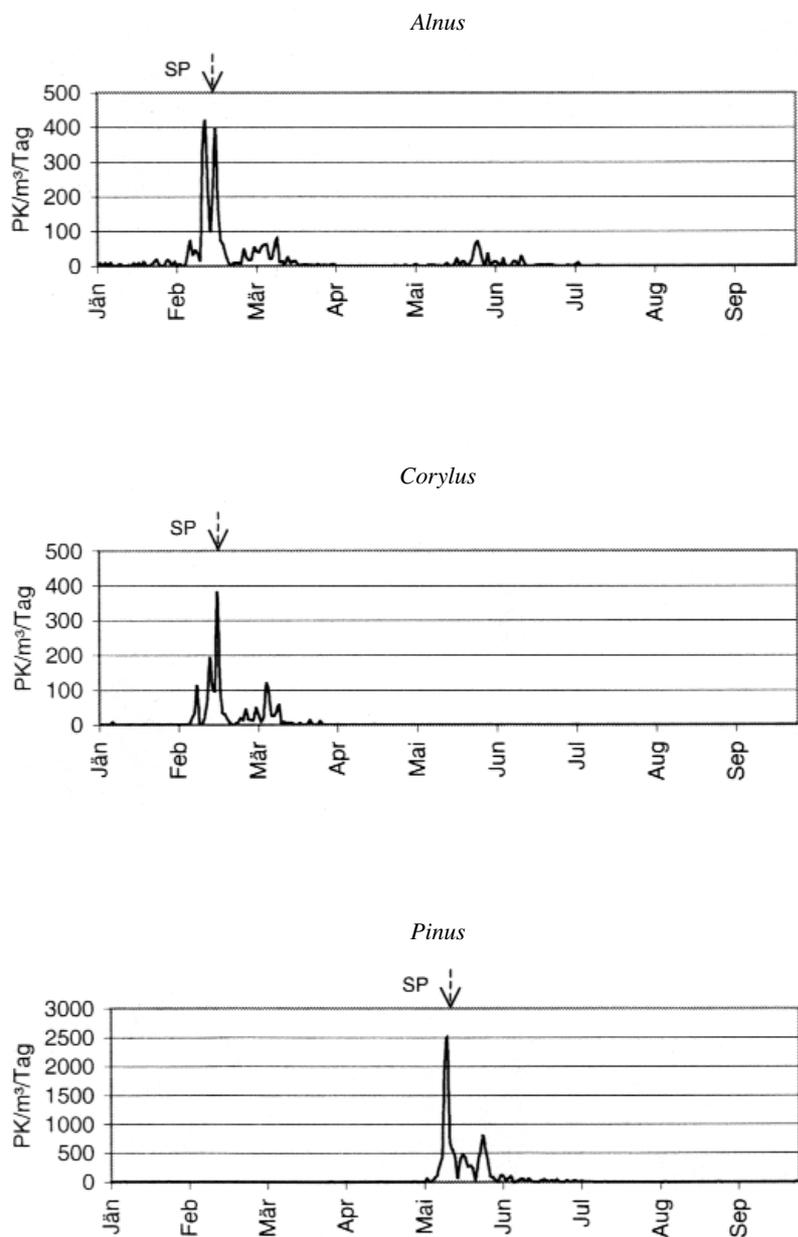
## 3. Ergebnisse:

### Blühzeiten:

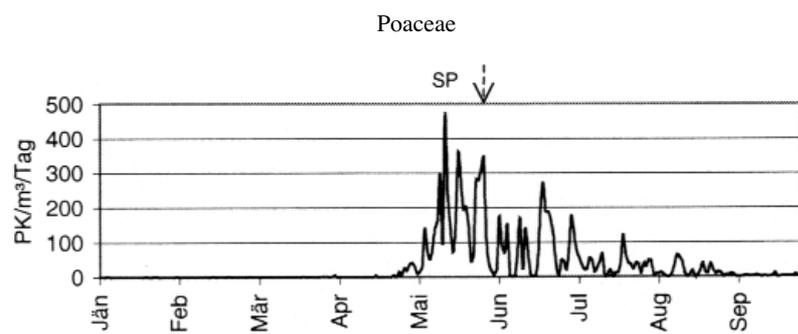
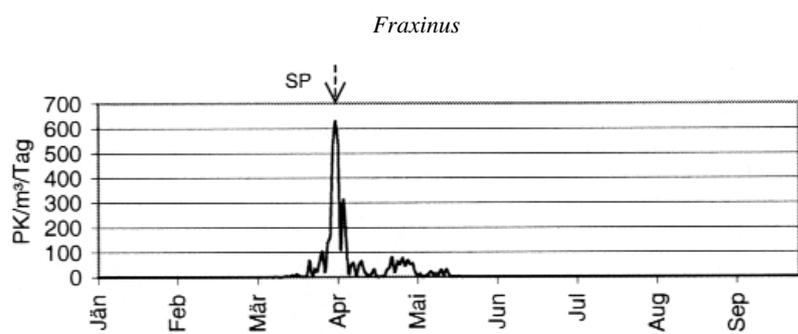
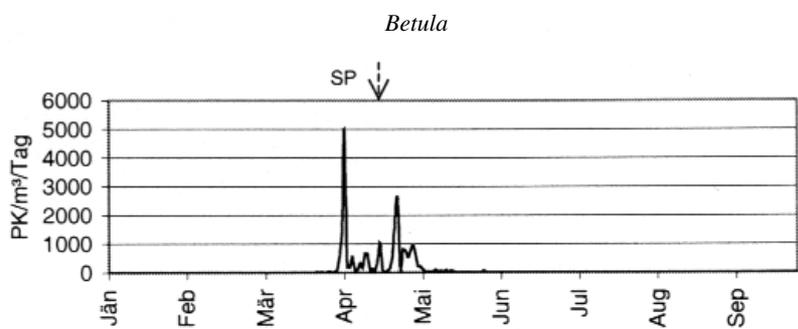
Die Frage ob sich parallel zur festgestellten Temperaturerhöhung auch eine entsprechende Änderung bei den Blühzeiten abzeichnet wie ZWANDER (2001) es für Kärnten festgestellt hatte, ist aufgrund klimatischer und topographischer Besonderheiten (z.B. Föhn) in Innsbruck nicht ohne weiteres mit ja zu beantworten. Dies liegt vor allem an der Definition des Blühbeginns. Bei phänologischen Beobachtungen (FITTER & FITTER 2002, MENZL & FABIAN 1999) ist der Blühbeginn eindeutig definiert. Beim Pollenflug kann der Blühbeginn



**Abb. 1:** Temperaturverlauf – Mittelwerte in Innsbruck und Obergurgl.  
**A:** Jahresmittelwerte Innsbruck, Steigerung 1,5°; **B:** Mittelwert von Jänner bis März Innsbruck, Steigerung 2,6°; **C:** Jahresmittelwert Obergurgl, Steigerung 0,4°; **D:** Mittelwert von April – August, Steigerung 0,6°.



**Abb. 2:** Pollenflug und Festlegung des „Schwerpunktes“ (SP) in Innsbruck für 2001.



Fortsetzung Abb. 2.

nicht immer mit den ersten registrierten Pollen gleichgesetzt werden, da dieser vor allem in Hochlagen häufig als Fernflugpollen auftritt. Auch tritt der Blühbeginn auf südexponierten Standorten um bis zu 4 Wochen früher auf, als auf nordexponierten Standorten. Manche Autoren berücksichtigen erst die geschlossene Kurve, wenn sie einen bestimmten Wert überschritten hat. FRENGUELLI et al. (1991) setzen den Beginn der Blühphase mit dem Erreichen von 1% der Jahressumme gleich. ANDERSEN (1991) hingegen lässt die Pollensaison dann beginnen, wenn 2,5 % der Jahressumme erreicht sind, konzediert aber bei seinem Vorhersagemodell Fehler von 2-3, selten sogar 8-10 Tage. FORNACARI et al. (1998) zeigten, dass für die Blüte von *Olea europaea* nicht nur die Temperatur sondern auch der Niederschlag von großer Bedeutung ist. Für den alpinen Raum kann das Niederschlagsregime aber vernachlässigt werden.

In Innsbruck wird dieses Problem, wie bereits erwähnt durch lokale, auch reliefbedingte Wettererscheinungen noch komplizierter. Während einer Föhnperiode kann die Hasel bereits im Dezember, vor dem Wintereinbruch, blühen und während mehrerer Tage so hohe Werte erreichen, dass es auch zu allergischen Anfällen kommen kann. Solche Föhnperioden können aber auch im Hochwinter auftreten und *Alnus* und *Corylus* können an wenigen Tagen kräftig blühen und dann in der folgenden Kaltperiode die Blüte wieder völlig einstellen. Dieser Trend wird durch die Ost-West Orientierung des Inntals mit extremer Südexposition einer Talseite noch gefördert.

Der aktuelle Blühbeginn ist also für Innsbruck bei einigen Pollentypen kein tauglicher Wert für Vergleiche. Um verschiedene Jahre vergleichen zu können und um einen repräsentativen Wert zu haben, wurde für die gesamte Blühperiode eines Pollentyps der Schwerpunkt der Fläche, welche die Pollenkurve einschließt, ermittelt und die Lage dieser Schwerpunkte wurde verglichen. Wie aus Abb. 2 ersichtlich kann dieser Schwerpunkt im Jahr 2001 z.B. in Innsbruck ganz in der Nähe des maximalen Blühzeitpunktes liegen, wie bei *Corylus*, *Fraxinus* und *Pinus* oder deutlich später, wenn die Blühzeit länger dauert, wie bei *Betula* und den Poaceae. Auch in Obergurgl (Abb. 3) zeigt sich ein ähnliches Bild mit der stärkeren Abweichung bei den Poaceae, die ja zahlreiche Arten einschließen.

Für jeden Pollentyp wurden die Schwerpunkte der Beobachtungsjahre errechnet und verglichen. Die konstruierte Regressionsgerade zeigt für alle häufigen Pollentypen, sowohl in Innsbruck (Abb. 4) als auch in Obergurgl (Abb. 5) eine Vorverlegung des Schwerpunktes und damit einen Trend zu einem früheren Blühbeginn und einer früheren Hauptblüte, wie er u.a. auch von FREI (1998) für die Schweiz und von EMBERLIN et al. (1997, 2002) für England festgestellt wurde.

Diese Vorverlegungstendenz reicht in Innsbruck von 7,1 Tagen bei *Fraxinus* bis zu 17,8 Tagen bei *Corylus* (Abb. 4). Dieser extrem hohe Wert bei der Hasel hat seine Ursache in föhnbedingten Blühperioden im Dezember des Vorjahres. Die durchschnittliche Vorverlegung beträgt für Innsbruck 11,1 Tage, bei Nichtberücksichtigung der Hasel etwa 9,8 Tage. Diese Werte zeigen eine gute Übereinstimmung mit der von MENZEL & FABIAN (1999) ermittelten Verlängerung der Vegetationsperiode in Europa um 10,8 Tage. Auch der von PENUÉLAS & FILELLA (2001) über Satellitendaten festgestellte um 8 Tage frühere

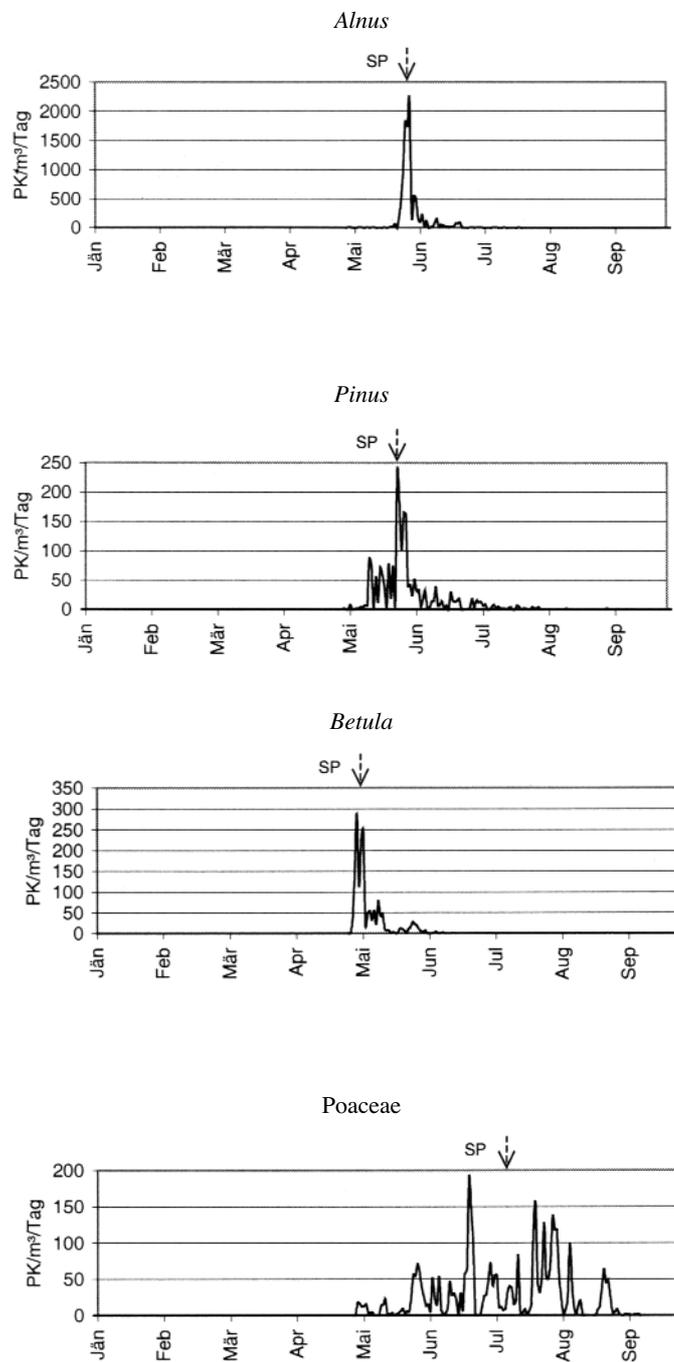
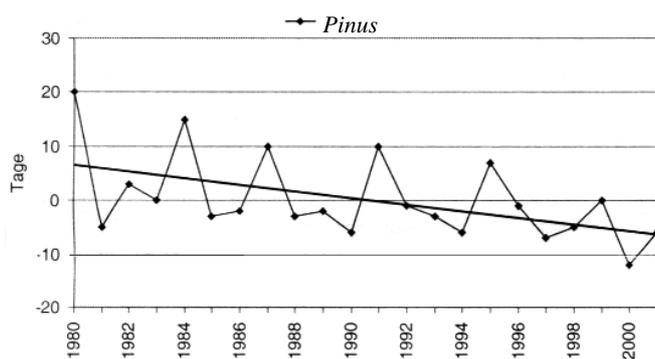
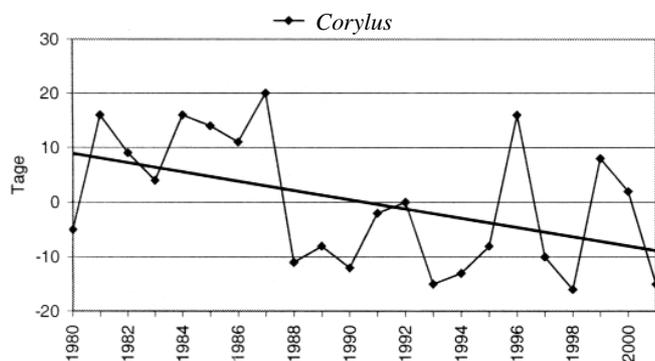
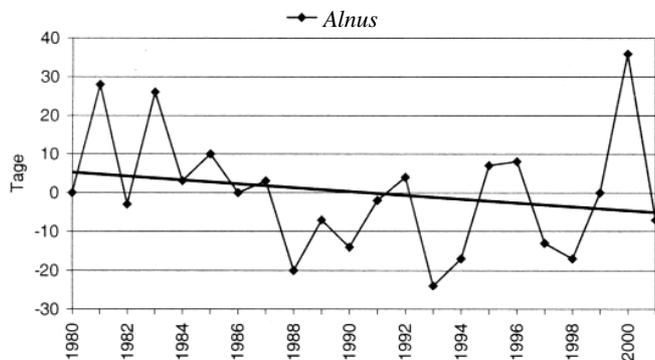
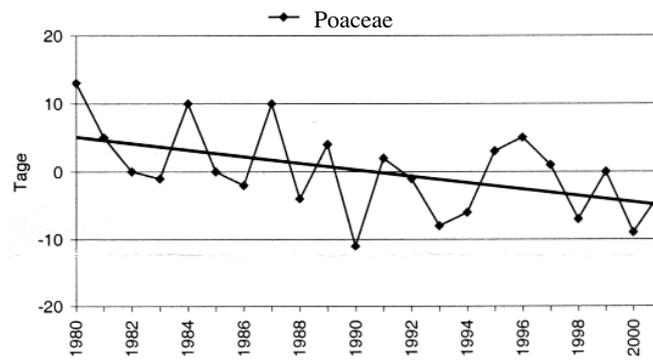
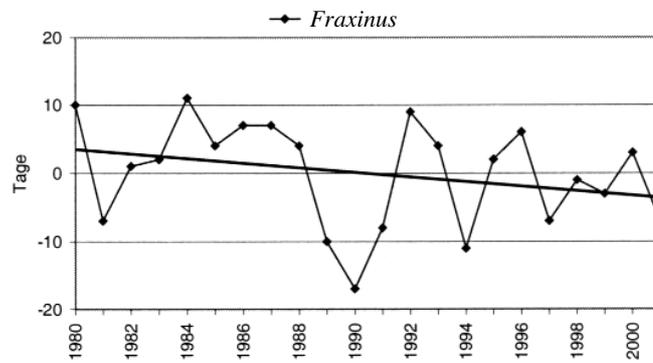
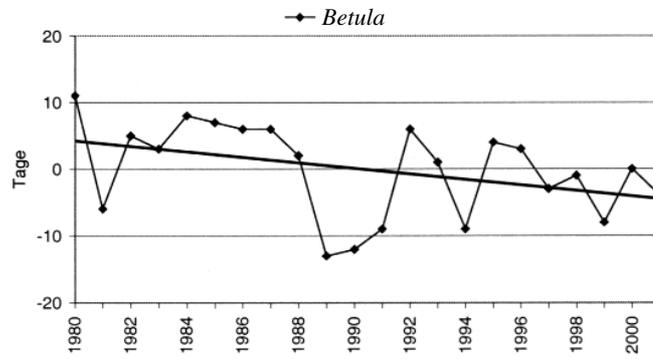


Abb. 3: Pollenflug und Festlegung des „Schwerpunktes“ (SP) in Obergurgl für 2001.



	<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	<i>Corylus</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Pinus</i>	Poaceae
<b>Tage</b>	-10,3	-8,7	-17,8	-7,1	-12,8	-10,0

**Abb. 4:** Vorverlegung des Schwerpunktes und damit auch des Blühbeginns in Innsbruck.

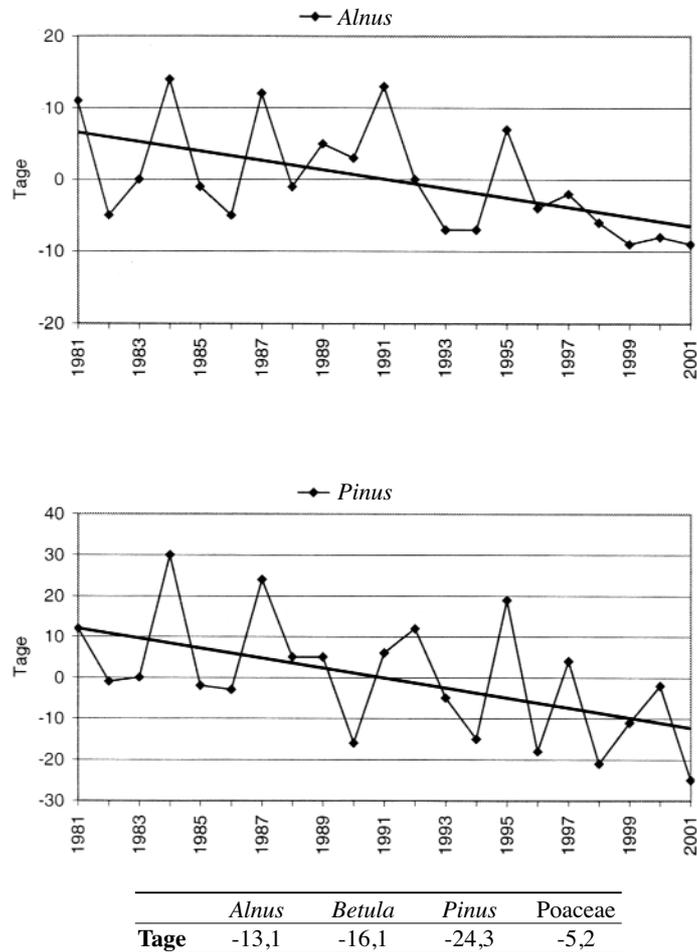


Fortsetzung Abb. 4.

Beginn und das um 4 Tage hinausgeschobene Ende der Vegetationsperiode in Gebieten zwischen 45°N und 70°N zeigt gute Übereinstimmung mit den hier gewonnenen Daten.

Noch extremere Vorverlegungen des Schwerpunktes und damit einen früheren Blühbeginn zeigen die Werte für 4 Pollentypen der Pollenfalle Obergurgl (Abb. 5). *Corylus* und *Fraxinus* kommen in dieser Höhe nicht mehr vor.

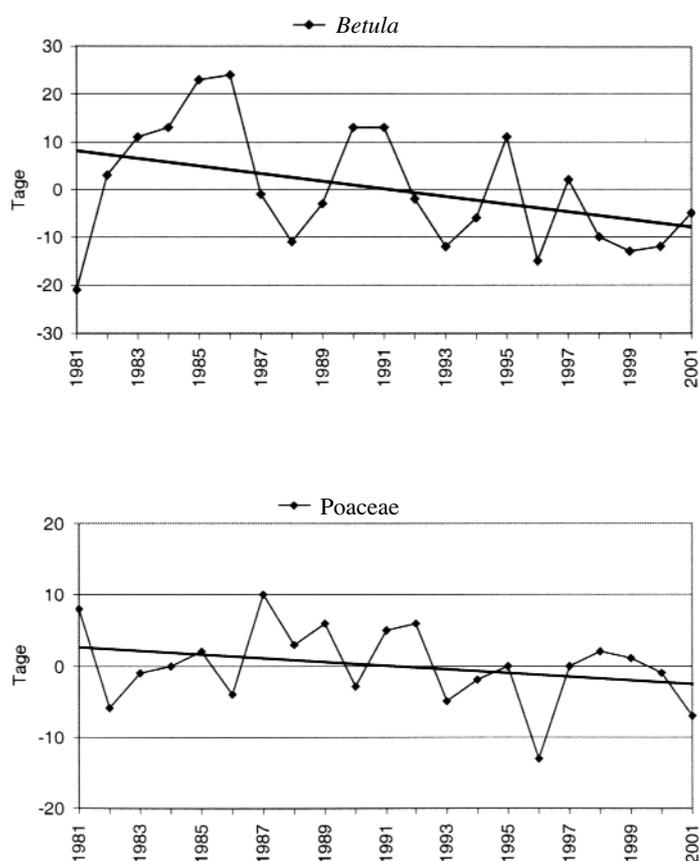
An der Waldgrenze macht sich auch die geringste Temperatursteigerung nachhaltig bemerkbar. Die Steigerung der Durchschnittstemperatur von 0,4°C in Obergurgl würde nur ein Höhersteigen der Vegetationsgrenzen um ca. 50 m bedeuten. Wenn man aber die Vege-



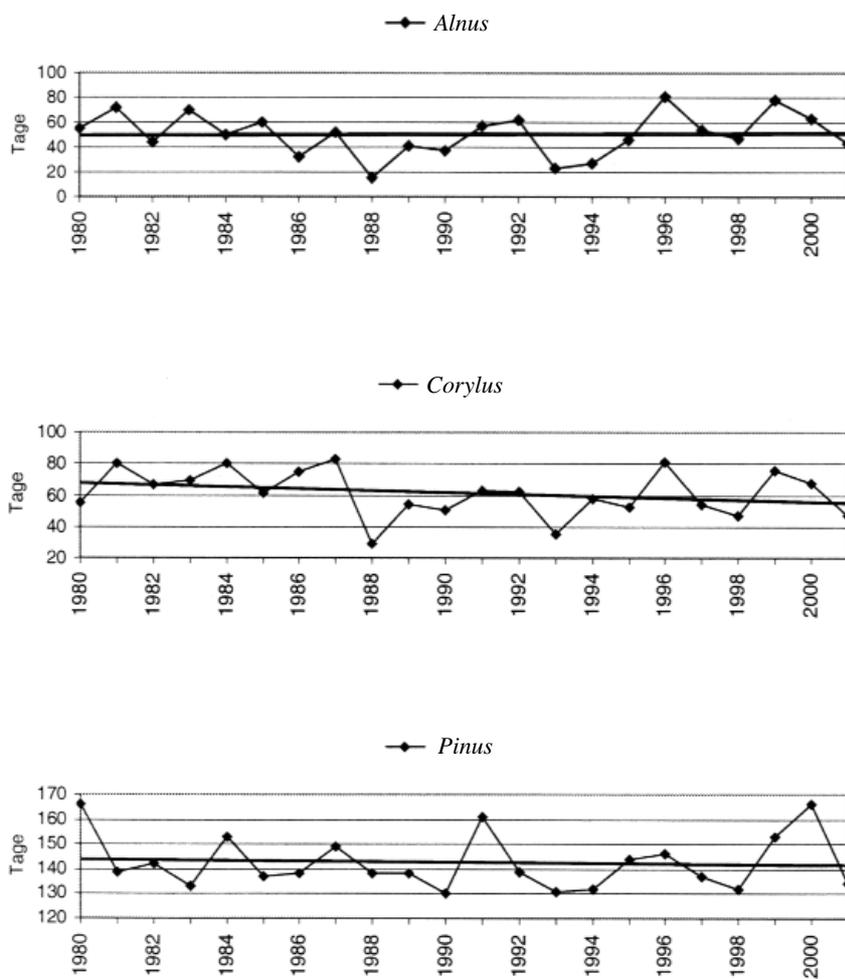
**Abb. 5:** Vorverlegung des Schwerpunktes und damit auch des Blühbeginns in Obergurgl.

tationsperiode berücksichtigt und die Steigerung der Mittelwerte der Monate Mai bis August (Abb. 1) betrachtet, ergibt sich eine deutlichere Steigerung auf  $0,6^{\circ}\text{C}$ , was einem Anstieg der Waldgrenze von etwa 80 m entspricht.

Die durchschnittliche Vorverlegung des Schwerpunktes der Blüte beträgt in Obergurgl 14,6 Tage. Dieser Mittelwert wird aber durch den niederen Wert bei den Poaceae gedrückt. Bei Ausschluss der Poaceae würde der mittlere Wert der Vorverlegung sogar 17,8 Tage betragen. Die kritische Beurteilung der Poaceenwerte ist wegen der Mahd in Obergurgl notwendig, die die Blühperiode fallweise vorzeitig beenden kann.

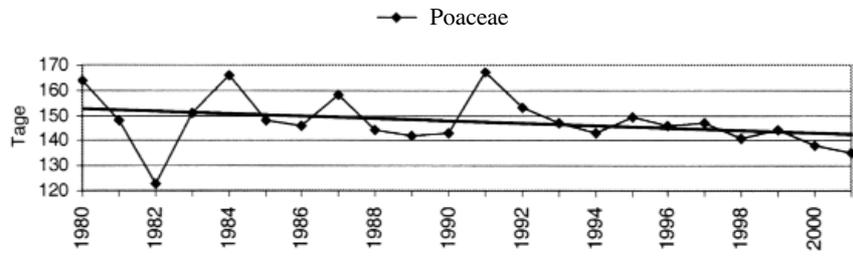
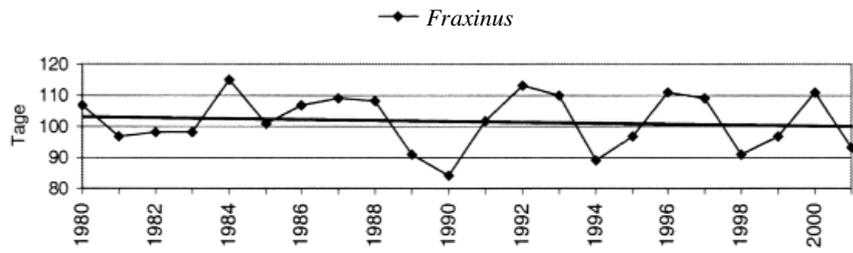
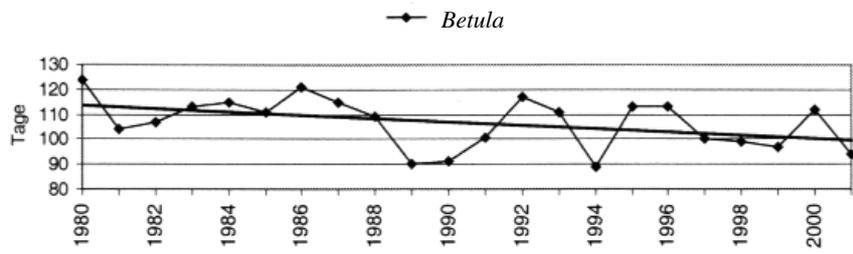


Fortsetzung Abb. 5.



	<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	<i>Corylus</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Pinus</i>	Poaceae
<b>Tage</b>	2,0	-14,0	-11,9	-3,0	-1,9	-10,3

**Abb. 6:** Vorverlegung des Tages mit der maximalen Pollenausschüttung in Innsbruck.



Fortsetzung Abb. 6.

#### Maximale Pollenausschüttung:

Der Tag mit der maximalen Pollenausschüttung wird von mehreren Parametern beeinflusst, wobei das aktuelle Wettergeschehen zur Zeit der Blüte wohl den stärksten Einfluss ausübt. Niederschläge während der Blühphase waschen den gesamten Pollen aus und reduzieren somit den Pollenflug wie FREI (1998) für *Betula* und Poaceae eindrücklich zeigen konnte.

Trotz mancher Unsicherheiten zeigen aber auch die Tage mit der Maximalbelastung durch Pollen fast durchwegs einen Trend zur Vorverlegung.

Bei der Pollenfalle Innsbruck (Abb. 6) ergibt sich für die 6 Pollentypen eine durchschnittliche Vorverlegung von 6,5 Tagen, wobei aber *Alnus* eine 2-tägige Rückverlegung zeigt. Wieweit diese Verspätung des Blühmaximums mit besonderen Wetterlagen im Februar - Schneefälle und Kälteeinbrüche – in Zusammenhang steht, muss erst eine Detailanalyse des Wettergeschehens im Februar in den einzelnen Jahren ergeben. Bei Ausschluss von *Alnus* ergibt sich eine durchschnittliche Vorverlegung der maximalen Pollenausschüttung um 8,2 Tage.

Bei der Pollenfalle Obergurgl zeigt sich bei allen 4 Pollentypen eine Vorverlegung (Abb. 7), die im Schnitt 11,4 Tage beträgt. Schließt man den Extremwert von *Betula* mit 28,3 Tagen aus, ergibt sich ein Durchschnittswert von 5,8 Tagen. Dieser Extremwert von *Betula* dürfte durch Fernflugpollen aus tieferen Lagen verursacht werden.

Die Durchschnittswerte, sowohl von Innsbruck als auch von Obergurgl, fügen sich gut in das bei den Blühzeiten gewonnenen Bild.

#### Jahressummenwert / Produktivität:

Die hier in Betracht gezogenen Pollentypen zeigen keinen ausgesprochenen Blühhrythmus wie z.B. *Picea* und die Produktion der Pollen hängt, über die Gesamtheit der Population gesehen, fast ausschließlich vom Temperaturverlauf ab. Günstigere Klimabedingungen sollten sich somit in einer höheren Produktivität, im konkreten Fall in einer höheren Pollensumme abzeichnen. Eine gravierende Änderung in der Vegetation, die ebenfalls die Pollensumme verändern würde, kann für Innsbruck sicher und für Obergurgl weitgehend ausgeschlossen werden.

Abb. 8 und Abb. 9 zeigen für alle hier behandelten Pollentypen einheitlich einen steigenden Trend bei der Pollensumme.

Die Trendlinien weisen seit 1980 eine Steigung auf, die für die meisten Arten eine knappe Verdoppelung bis Verdreifachung der Pollensummen und damit der Pollenproduktion belegen. Spitzenreiter dabei ist *Fraxinus* in Innsbruck, bei der der errechnete Wert eine Steigerung auf das 6,5 fache anzeigt. Die geringste Steigerung zeigt *Betula* in Innsbruck mit einer Erhöhung von etwa 20%.

Die Werte von *Alnus* und *Betula* in Obergurgl fallen, mit Steigerungen auf das 10 fache und mehr, völlig aus dem Rahmen. Dass *Alnus* mit einem Minuswert beginnt, liegt an der Konstruktion der Regressionsgeraden. Ursache für diese enorme Steigerung ist die starke Zunahme der Grünerle im Raum Obergurgl in den letzten 10 Jahren. Die zum

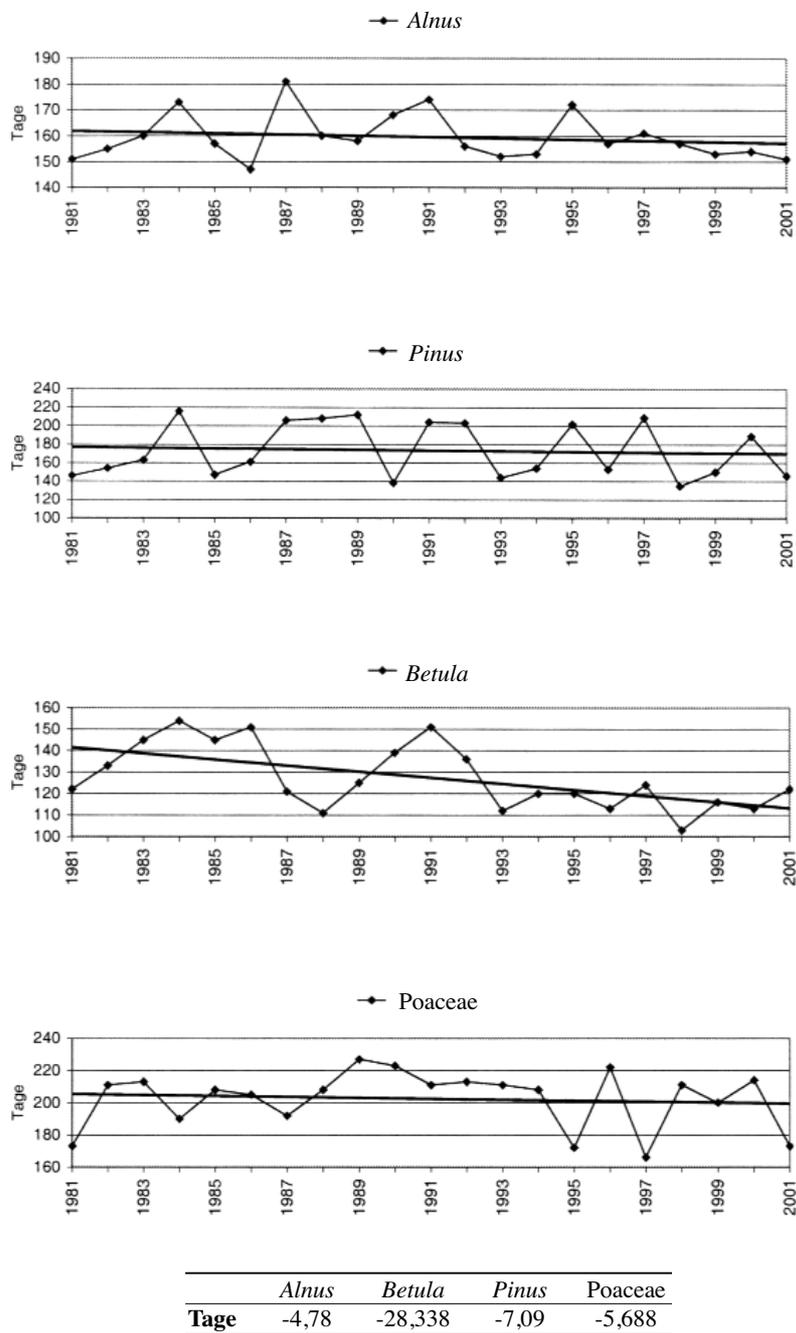
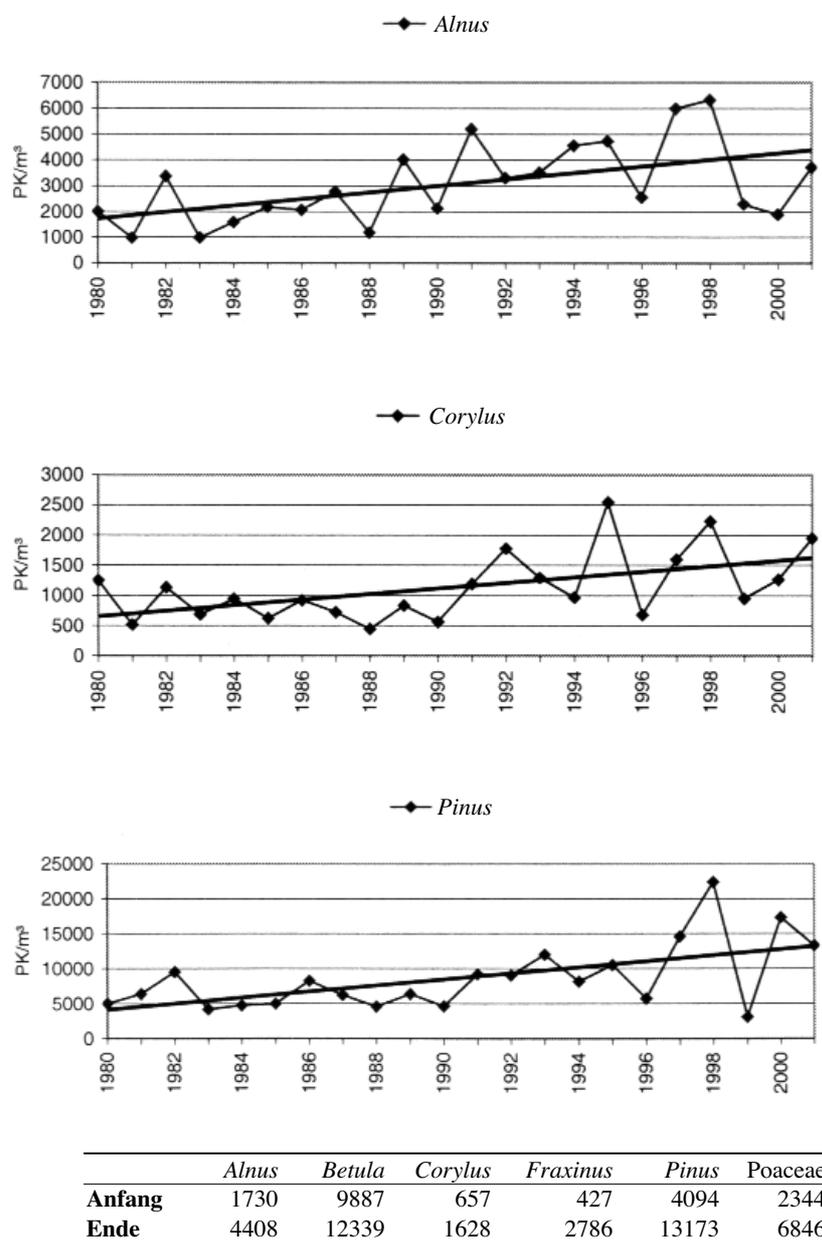
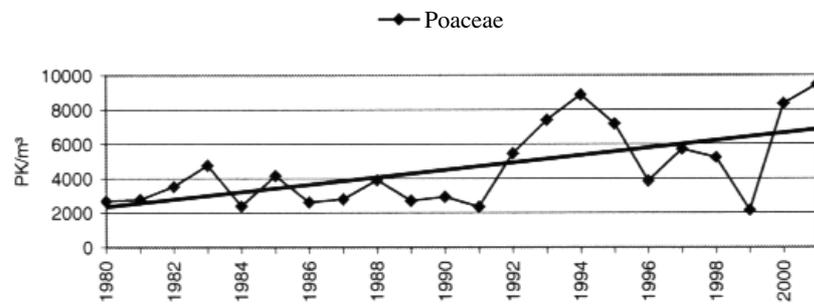
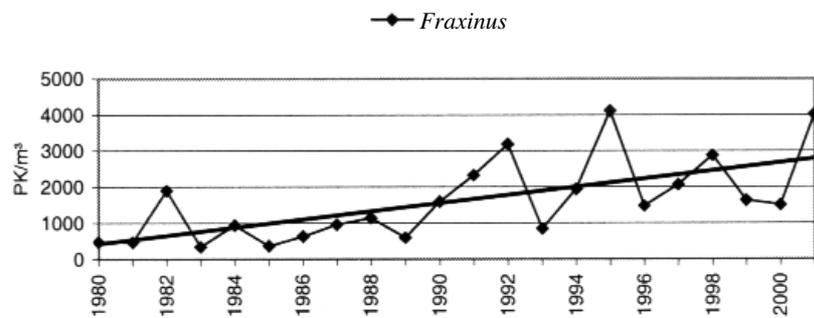
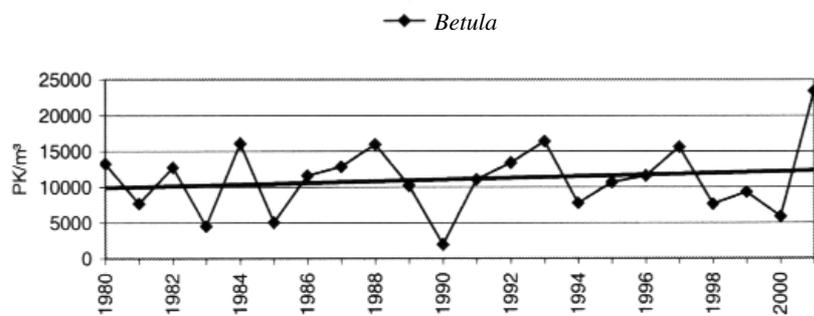


Abb. 7: Vorverlegung des Tages mit der maximalen Pollenausschüttung in Oberurgl.



**Abb. 8:** Zunahme der Pollenausschüttung pro Vegetationsperiode in Innsbruck. Die in der Tabelle angegebenen Werte sind durch die Regressionsgerade ermittelt und sind nicht die tatsächlich ausgezählten Werte.



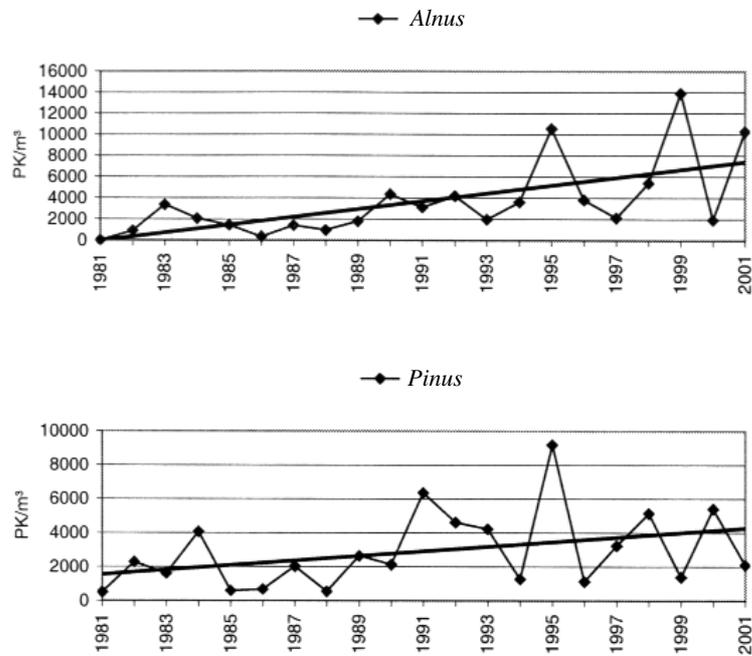
Fortsetzung Abb. 8.

Lawinenschutz verbauten Runsen sind jetzt dicht mit *Alnus* zugewachsen und damit hat die Pollenproduktion und der Pollenflug von *Alnus* entsprechend zugenommen. Das gleiche Faktum ist auch für die Steigerung von *Betula*, aber in entsprechend geringerem Ausmaß, verantwortlich.

Dass die Frühjahrsblüher klimatisch besonders begünstigt waren, kann man auch aus der Steigerung der Temperaturmittel der Monate Jänner/Februar/März erkennen, die für den Beobachtungszeitraum in Innsbruck 2,6°C beträgt (Abb. 1).

Schlussfolgerungen für Allergiker:

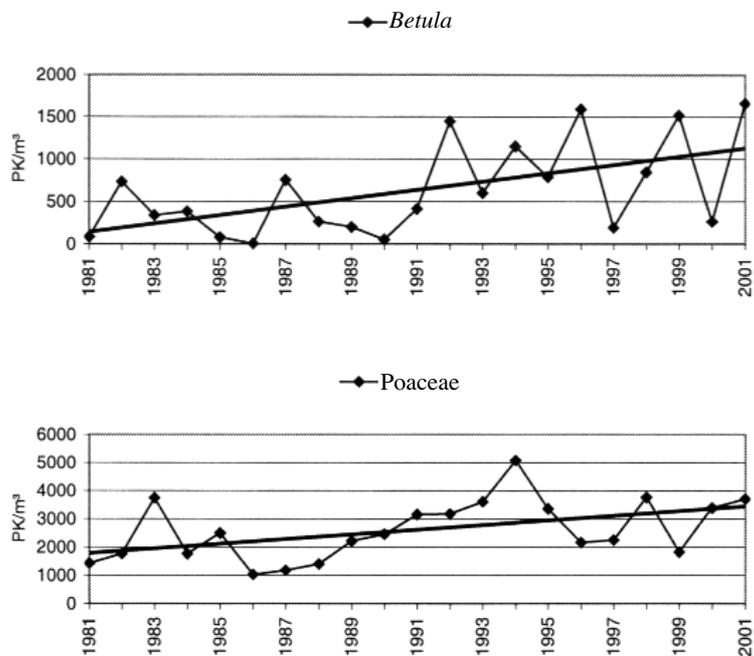
Da außer *Pinus* hier nur allergologisch relevante Typen behandelt wurden, muss fest-



	<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	<i>Pinus</i>	Poaceae
<b>Anfang</b>	-18	146	1553	1794
<b>Ende</b>	7391	1128	4262	3436

**Abb. 9:** Zunahme der Pollenausschüttung pro Vegetationsperiode in Obergurgl. Die in der Tabelle angegebenen Werte sind durch die Regressionsgerade ermittelt und sind nicht die tatsächlich ausgezählten Werte.

gehalten werden, dass durch die allgemeine Erwärmung - belegt durch die Erhöhung der Jahresmitteltemperaturen, besonders aber durch die Erhöhung der Temperatur während der Vegetationsperiode - das Belastungspotential für Pollenallergiker in den letzten 21 Jahren in Innsbruck und Obergurgl stark zugenommen hat. Dies einerseits durch einen früheren Beginn der Blüte (Abb. 4, 5), was eine längere Blühzeit bedingt und andererseits durch eine erhöhte Pollenproduktion (Abb. 8, 9), die zu immer größeren Belastungsspitzen führt. Genaue Information über den Pollenflug wird damit immer wichtiger, besonders auch für die Allergenkarenz.



Fortsetzung Abb. 9.

#### 4. Zusammenfassung:

Der Pollenflug von 6 Arten bzw. Artgruppen wurde für die Jahre 1980 bis 2001 in Abhängigkeit von den Klimawerten untersucht. Sowohl für die Tallagen – Pollenfalle Innsbruck- als auch für die Hochlagen – Pollenfalle Obergurgl - konnte gezeigt werden, dass der Blühbeginn früher stattfindet, die Blühperiode länger dauert, die Spitzenwerte höher sind und die Pollenproduktion größer ist. Damit ist das Belastungspotential für Pollenallergiker deutlich gestiegen.

#### 5. Literatur:

- ANDERSEN T.B.(1991): A model to predict the beginning of the pollen season. *Grana* **30**: 269 - 275.
- AUER, I., R. BÖHM & W. SCHÖNER (2001): Austrian Long-term Climate 1767 - 2000 (ALOCCLIM) Österr. Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, **25**: 1 - 147, Wien.
- BORTENSCHLAGER I. & S. BORTENSCHLAGER (2001): Pollenflug 2000 in Tirol (Österreich) Galtür, Innsbruck, Lienz, Obergurgl, Reutte, St. Sigmund, Wörgl und Zams. *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck*, **88**: 29 - 55.
- BORTENSCHLAGER S., M. BOBEK, I. BORTENSCHLAGER, U. BROSCHE, M. CERNY, R. DRESCHER-SCHNEIDER, U. EHMER-KÜNKELE, A. FRITZ, S. JÄGER & R. SCHMIDT (1990): Pollensaison 1989 in Österreich. *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, Suppl.* **7**: 1 - 91.
- BORTENSCHLAGER S., W. KOFLER, K. NICOLUSSI, K. OEGGL & N. WAHLMÜLLER (1998): The FOREST project: sensitivity of Northern, Alpine and Mediterranean Forest limits to climate – final report of the Innsbruck-group. – Jahresbericht, 1998 Institut für Hochgebirgsforschung: 47 - 65.
- EMBERLIN J., M. DETANDT, R. GEHRIG, S. JAEGER, N. NOLARD & A. RANTIO-LEHTIMÄKI (2002): Responses in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. *Journal of Biometeorology* **46**: 159 - 170.
- EMBERLIN J., J. MULLINS, J. CORDEN, W. MILLINGTON., BROOKE, M. SAVAGE & S. JONES (1997): The trend to earlier Birch pollen seasons in the U.K.: A biotic response to changes in weather conditions. – *Grana* **36**: 29 - 33.
- FITTER A. H. & R. S. R. FITTER (2002): Rapid Changes in Flowering Time in British Plants. – *Science* **296**: 1689 - 1691.
- FORNACARI M., L. PIERONI, P. CIUCHI & B. ROMANO (1998): A regression model for the start of the pollen season in *Olea europaea*. – *Grana* **37**: 110 - 113.
- FREI T. (1998): The effects of climate change in Switzerland 1969 –1996 on airborne pollen quantities from hazel, birch and grass. – *Grana* **37**: 172 - 179.
- FRENGUELLI G., F. TH. M. SPIEKMA, E. BRICCHI, B. ROMANO, G. MINCIGRUCCI, A. H. NIKKELS, W. DANKAART & F. FERRANTI (1991): The influence of air temperature on the starting dates of the pollen season of *Alnus* and *Populus*. – *Grana* **30**: 169 - 200.
- FRITZ A., E. LIEBICH & H. ZWANDER (1985): Der Pollenwarndienst in Kärnten. – *Crithia II* **175/95**: 1 - 26.
- MENZEL A., & P. FABIAN (1999): Growing season extended in Europe. – *Nature* **397**: 659.
- PENUELAS J. & J. FILELLA (2001): Responses to a Warming World. – *Sciences* **294**: 793 - 795.
- ZWANDER H. (2001): Der Pollenflug im Klagenfurter Becken (Kärnten) 1980 bis 2000. – *Carinthia II* **191/111**: 117 - 134.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [90](#)

Autor(en)/Author(s): Bortenschlager Sigmar, Bortenschlager Inez

Artikel/Article: [Änderung des Pollenflugs durch die Klimaerwärmung - Vergleichende Untersuchung Innsbruck/Obergurgl über den Zeitraum 1980 - 2001 41-60](#)