

Carinthia II	167./87. Jahrgang	S. 227-238	Klagenfurt 1977
--------------	-------------------	------------	-----------------

Zur Unterscheidung des Blütenstaubes der vier heimischen Kiefernarten

Von Helmut ZWANDER

(Mit 1 Abbildung, 1 Tabelle und 3 Tafeln im Text)

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit zur Untersuchung der Trennungskriterien am Blütenstaub der heimischen Föhrenarten resultiert vor allem aus Untersuchungen in Kärnten und der Steiermark. Am Pollen werden Reticulum-, Cappa- und Nodulastrukturen ausgewertet. Das Endergebnis wird in einer Gesamtstatistik zusammengefaßt. Es ergibt sich, daß eine Unterscheidung am Pollen zwischen der Waldkiefer und der Latsche problematisch bleibt, da diese beiden Arten einen großen, gemeinsam vorhandenen Merkmalskomplex besitzen. Der Blütenstaub der Schwarzkiefer kann auf Grund der großen Nodula und anderer Merkmale gut abgetrennt werden. Die Zirbe verursacht bei einer Unterscheidung keine Schwierigkeiten. Es werden auch Untersuchungen zum Problem der Abtrennung des Blütenstaubes aus Sedimenten durchgeführt. Ein Vergleich der Chlorierungsmethode als Vorbehandlung mit einer KOH-Vorbehandlung ergab, daß, um eine Artentrennung am Pollen der heimischen Kiefernarten zu ermöglichen, auf die übliche, kurze KOH-Behandlung zugunsten der Chlorierung nicht verzichtet werden muß.

SUMMARY

In this work the problem of pollen-identification between *Pinus sylvestris*, *P. mugo*, *P. nigra* and *P. cembra* is debated. A distinction between *P. sylvestris* and *P. mugo* still remains a problem, whereas the pollen of *P. nigra* can be distinguished because of the great nodula and other features. *P. cembra* does not cause difficulties.

A comparison of the chlorination-method as a preliminary treatment with the KOH-preliminary treatment on separating the pollen out of sediments showed the result that the normal, short KOH-treatment does not indicate any destruction of the fine-structures.

EINLEITUNG

Unsere vier heimischen Kiefernarten gehören zwei verschiedenen Untergattungen an. *Pinus sylvestris*, *P. mugo* und *P. nigra* sind Arten der Untergattung *Diploxylon*. *P. cembra* ist eine Art der UG *Haploxylon*. Die drei ersten Arten gehören zur gleichen Sektion *Eupitys*. Es ist verständlich, daß ihre pollenanalytische Unterscheidung Schwierigkeiten bereitet. Das Pollenkorn von *P. cembra* konnte auf Grund des maculaten Bereichs auf der distalen Seite zwischen den Luftsäcken schon früh abgetrennt werden.

Die ersten Arbeiten zum Problem einer pollenanalytischen Unterscheidung der heimischen Kiefernarten waren ausschließlich größenstatistische Abhandlungen. Mit dem Ziel, am Einzelkorn eine Aussage zu ermöglichen, versuchten HÖRMANN 1929 und KLAUS 1972 über Exinen-Feinstrukturen Unterscheidungsmerkmale zu bekommen. Es blieben jedoch, vor allem bei der Abtrennung der Waldkiefer von der Latsche, einige Fragen offen. In dieser Arbeit wurde versucht, einen weiteren Mosaikstein zur Lösung dieses Problems zu liefern.

Die Terminologie der Unterscheidungsmerkmale (Reticulum-, Cappa- und Nodula-Strukturen) hält sich im wesentlichen an die Arbeiten von ERDTMANN 1954 und KLAUS 1971 und 1975 – hier findet man auch eine genaue Beschreibung der Trennungsmerkmale.

Für die Anregung zu diesem Thema und für Diskussionen und Hinweise danke ich meinem verehrten Lehrer Univ.-Doz. Dr. Adolf FRITZ ganz herzlich. Mein aufrichtiger Dank für wertvolle Ratschläge gilt auch dem Präsidenten des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Univ.-Prof. Hofrat Dr. Franz KAHLER. Bedanken möchte ich mich bei meinen Kollegen, die mir einen Teil des untersuchten Materials zur Verfügung stellten.

METHODIK

Eine Untersuchung und ein Vergleich der Pollenkornstrukturen setzt eine einheitliche Aufbereitung voraus. Das Material stammt stets von mehreren Blüten eines Baumes. Die Aufbereitung erfolgte mit der Azetolyse nach ERDTMANN. Um einen Vergleich der Aufbereitungsmethoden geben zu können, wurden einige Parallelproben mit der Chlorierung nach KLAUS und mit KOH-2N verschieden lang vorbehandelt. Das azetolysierte Material wurde in Glyceringelatine eingebettet.

Die mikroskopische Untersuchung erfolgte mit Reichert-Okularen 10mal plan und mit Objektiven 40mal n. A. 0,65 plan bzw. Oel 100mal n. A. 1,30 plan. Die Fotos wurden mit einem Okular 12,5mal plan und mit einem Objektiv 40mal n. A. 0,90 bzw. Oel 100mal n. A. 1,30 angefertigt.

Die Nodula- und die Cappa-Strukturen waren mit den Trockenobjektiven gut auszuwerten. Bei den Reticulum-Merkmalen mußte oft zur Abklärung das Immersionsobjektiv verwendet werden.

BESTIMMUNGSMERKMALE

Am Pollenkorn werden drei Merkmalskomplexe untersucht.

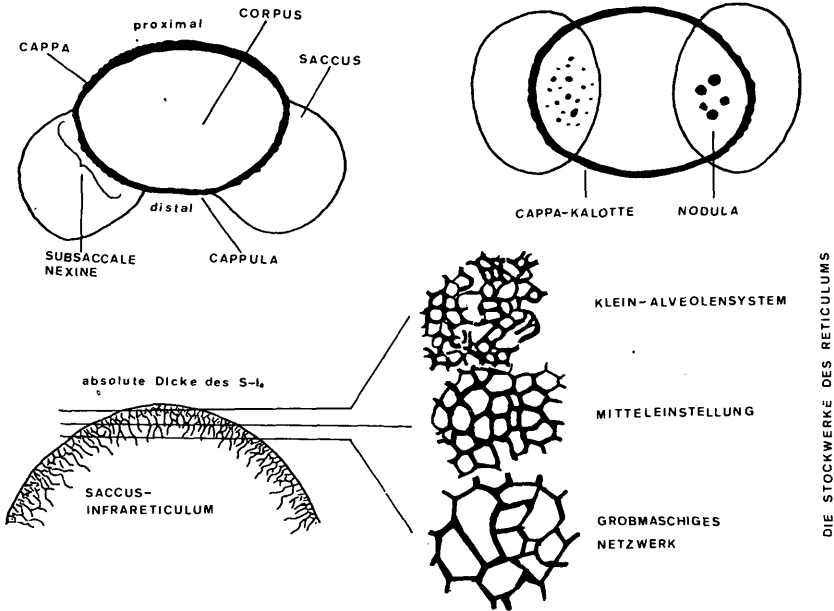


Abb. 1: Die wichtigsten Bestimmungsmerkmale am Pollenkorn der Föhre.

1. Netzebenen

Im Netzmaschensystem können im optischen Schnitt drei Stockwerke voneinander getrennt werden. In der obersten Etage erkennt man ein englumiges Maschenwerk, das teils perfekt und teils imperfekt ausgebildet sein kann. Es ist das Klein-Alveolensystem. In der nächst tieferen optischen Ebene, in der Mitteleinstellung, sieht man ein etwas weiltumigeres Netzwerk. In der Tiefeinstellung erreichen die Netzfelder den größten Durchmesser. Es kann auch hier perfekte oder imperfekte Felderung auftreten.

Manchmal, das tritt bei gewissen Arten gehäuft auf, kann man zwei oder auch nur eine Netzebene beobachten. Elektronenmikroskopische Untersuchungen zeigten deutlich, daß es sich bei diesen Strukturen um ein mehrschichtiges, stockwerkartig aufgebautes Alveolensystem handelt (Van CAMPO, M., & SIVAK, J. 1972).

2. Nodulamuster

Die Nodula befinden sich auf der subsaccalen Nexine. Es handelt sich um wenige oder viele, zerstreut liegende, warzenartige Knötchen verschiedener Größe. Mittels der LO-Analyse erkennt man, daß sie ins Saccusinnere hineinragen.

Um eine Übersicht der Ausbildungsformen zu bekommen, verwendete ich in der vorliegenden Arbeit folgende Einteilung:

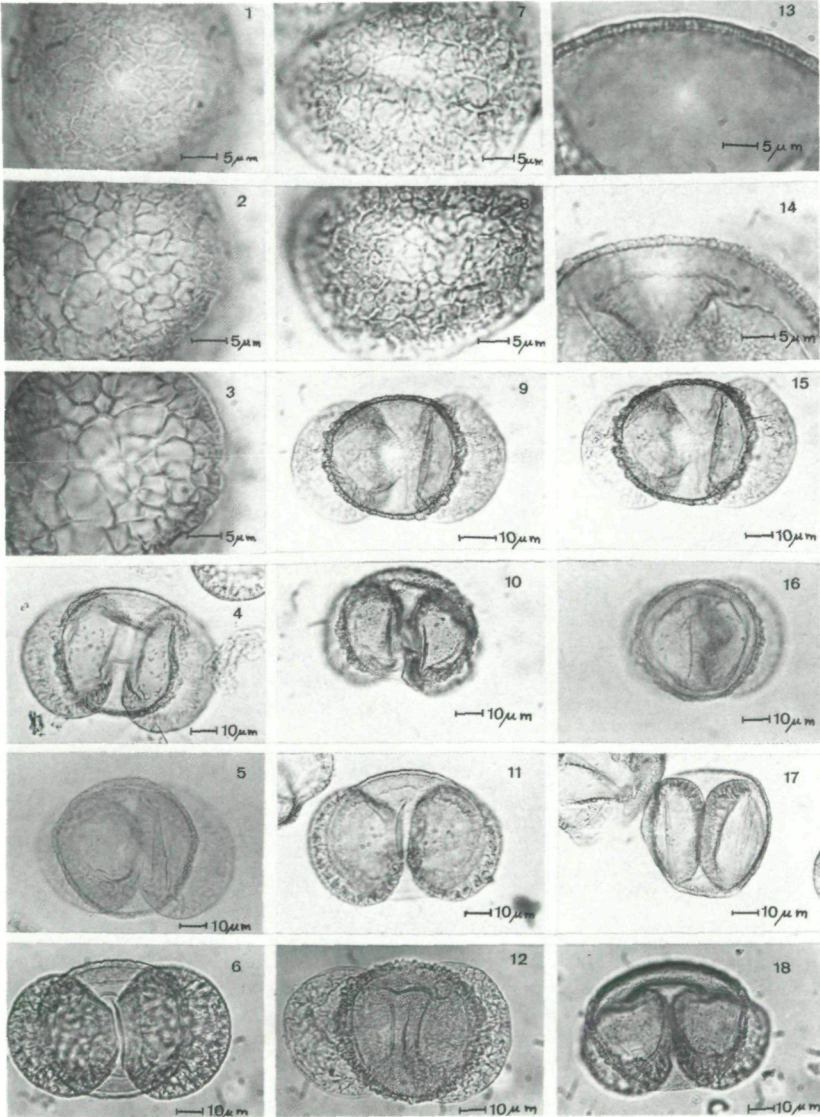
wenig große	0–8	
viele große	mehr als 8	größer als 1,5 µm
große und kleine	mehr als 8	
wenig kleine	0–8	
viele kleine	mehr als 8	0,5–1,5 µm
keine		

3. Corpusdifferenzierungen

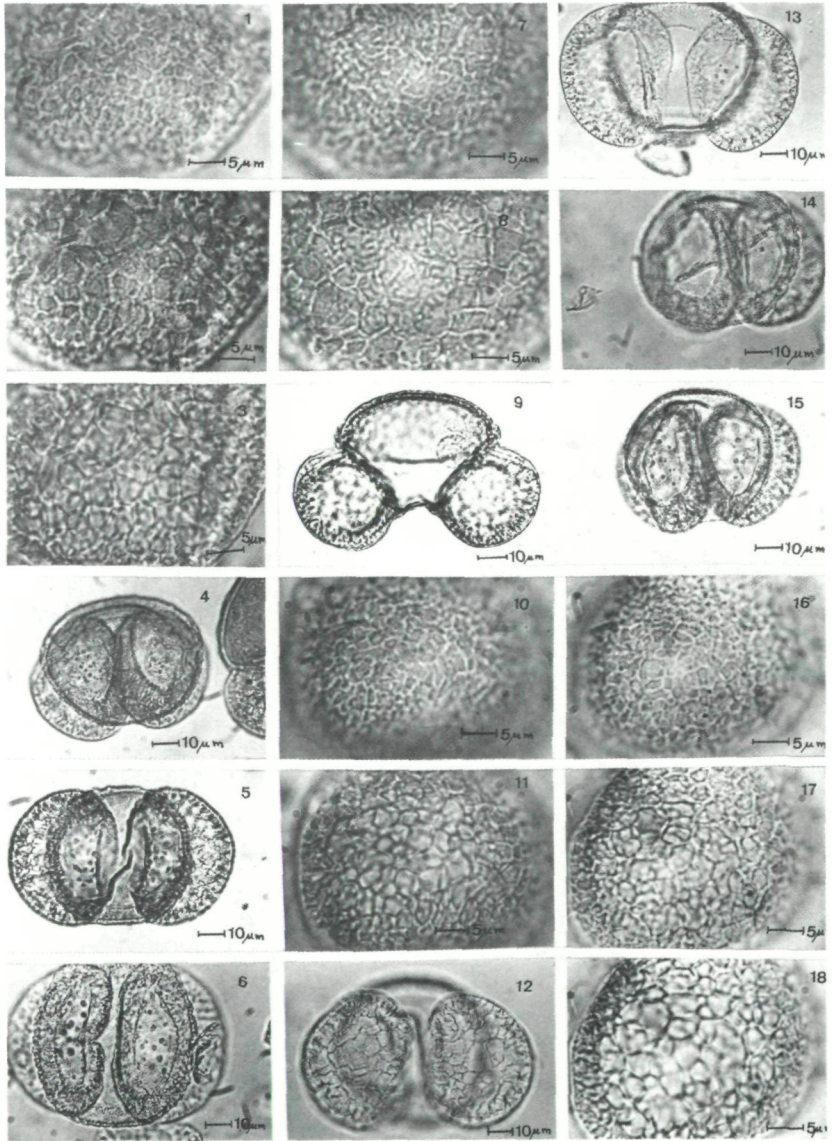
Wenn man das Pollenkorn in Seitenlage betrachtet, so sieht man am proximalen Pol eine dicke, kammartige, exoexinöse Auflage, die Cappa. Ihr gegenüber, auf der distalen Seite, befindet sich die wesentlich dünnere Cappula. Bei Betrachtung von distal oder von proximal erkennt man diese Strukturen wieder in der Cappa-Kalotte. Diese Strukturen können dünn (-2μ) oder dick (ab 2μ) ausgebildet sein. Distalornamentationen am Corpus kommen von den heimischen Kiefernarten nur bei der Zirbe vor. Es zeigt sich eine unregelmäßige Fleckung zwischen den Sacci, die auf beiden Seiten gegen den proximalen Pol zieht und hier sich langsam auflöst. Es ist eine Innenskulptur der Nexine, eine Art Negativ-Reticulum.

Materialherkunft

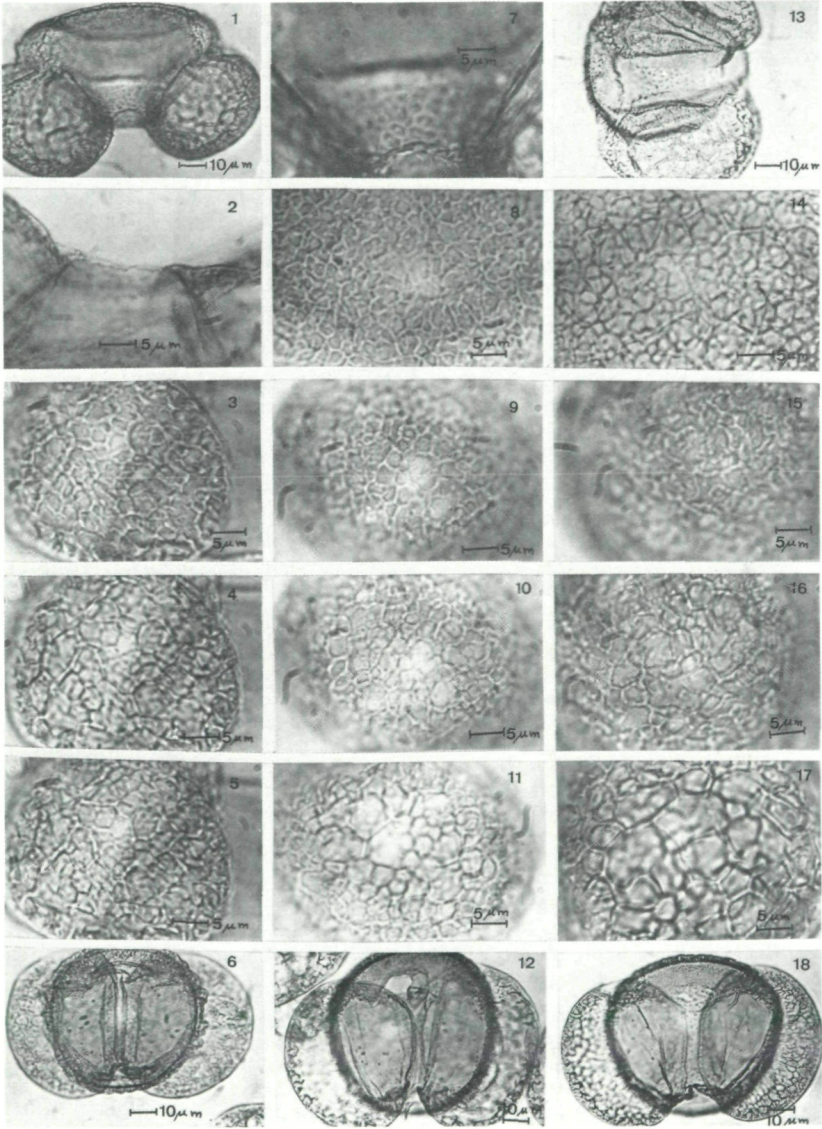
Das Material stammt zum Großteil aus eigenen Aufsammlungen in der Vegetationsperiode 1976. Ein Teil wurde dem Institutsherbar der Universität Graz entnommen (GZU). Viele Proben kommen aus dem Gebiet der Sattnitz in Kärnten. Hier, in einer Meereshöhe von etwa 750 m, können sich stellenweise auf trockenen Konglomeratböden ausgedehnte Föhrenwälder bilden. Hier war auch die Möglichkeit gegeben, die Variation der Merkmalskomplexe bei einer *Pinus sylvestris*-Population in einem definierten Verbreitungsgebiet zu untersuchen (Köttmannsdorf/Wurdach). Es stellte sich die Frage, ob die Merkmale am Pollen von den Standorten abhängig sind. Es wurden Proben von Bäumen genommen, die in geschlossenem Wald, an Waldlichtungen und an Waldrändern standen. Einige Proben kommen auch von Einzelbäumen, die allein auf einer Wiese, also ohne Beschattung, standen.



Tafel 1: *Pinus sylvestris* 1-5, 7-11, 13-17.
Pinus mugo 6, 12, 18.



Tafel 2: *Pinus mugo* 1-3; 7, 8; 13, 14.
Pinus nigra 9, 15, 4-6, 10-12, 16-18.



Tafel 3: *Pinus cembra* 1, 2; 7, 8; 13, 14; 18.
Pinus sylvestris chloriert 3-5;
KOH-kurz 9-11; KOH-20 Min. 15-17; 6, 12.

ZU DEN TAFELN

TAFEL 1: Serien 1–3 und 7–8 zeigen die optischen Schnitte im Reticulum der Waldkiefer. 1–3 das Dreierstockwerk: 1 Hocheinstellung: englumiges, imperfektes Reticulum mit angedeuteter Zwischenfelderung; 2 Mitteleinstellung: die Netzmaschen werden breiter, die Zwischenfelderung tritt zurück, perfekte Maschen; 3 Tiefeinstellung: große, perfekte, polygonale Netzmaschen. 7 und 8 zeigen ein Zweierstockwerk: 8 Hocheinstellung: ein englumiges Maschenwerk, das eher einer Mitteleinstellung entspricht als einem Klein-Alveolensystem; 7 Tiefeinstellung: die Lumina vergrößern sich und die Dicke der Muri nimmt zu. (Die Bilder der Serien 1–3 und 7–8 stammen von Köttmannsdorf/Wurdach.)

4, 5, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17 zeigen weitere Bestimmungsmerkmale am Pollenkorn der Waldkiefer. 9 Cappa-Kalotte mit aufgewelltem Teil im Saccus-Bereich (Keutschach/Spintikteiche). 13 und 14 Cappa; glatt bzw. gewellt (Köttmannsdorf/Wurdach). Nodula-Ausbildungen: 4 viele kleine, rund bis strichförmig (Köttmannsdorf/Wurdach). 5 wenig kleine (Köttmannsdorf/Wurdach). 10 große und kleine (Keutschach/Spintikteiche). 11 wenig große – viele große (Steiermark/Stift Rein). 15 viele kleine, rund (Keutschach/Spintikteiche). 16 und 17 viele kleine in wechselnder Gestalt (Köttmannsdorf/Wurdach). 6, 12, 18 zeigen Pollen der Latsche (alle drei Bilder Seeberg/Aflenzer Staritzen). 6 Cappa-Kalotte, glatt bis leicht gewellt. 12 Cappa-Kalotte, stark aufgewellt. 18 viele kleine Nodula.

TAFEL 2: Serien 1–3 und 7–8 zeigen die Stockwerke im Reticulum der Latsche. 1–3 das Dreierstockwerk (Raxalpe/Gamsecksteig): 1 Hocheinstellung: ein englumiges, perfekt bis imperfekt angelegtes Maschenwerk mit angedeuteter Zwischenfelderung; 2 Mitteleinstellung: die Zwischenfelderung verschwindet, es bleiben die dicken Muri der Hauptfelderung übrig; 3 Tiefeinstellung: große Netzmaschen mit breiten Muri in \pm perfekter Ausbildung. 7–8 zeigt ein Zweierstockwerk (Wölzer Tauern/Planneralpe). 7 Hocheinstellung: ein englumiges, imperfektes, stark hin und her geschlängeltes Netzwerk. 8 Tiefeinstellung: imperfekte, polygonale Maschen. 13 wenig große Nodula (Botanischer Garten/Graz). 14 wenig große und kleine Nodula (Wölzer Tauern/Planneralpe). 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 zeigen Blütenstaub von der Schwarzkiefer. 9 Pollenkorn in Seitenlage; man erkennt die dicke Cappa (Jugoslawien/Voloska Pretuko). 4, 5, 6, 15 zeigen Nodula-Formen der Schwarzkiefer: 4 viele kleine, die sehr selten auftreten (Jugoslawien/Socerb). 5 viele große in wechselnder Form (Jugoslawien/Sveti Trojica). 6 viele große, rund (Kalenderberg bei Mödling). 15 große und kleine (Jugoslawien/Socerb). 10–11 ein Zweierstockwerk der Schwarzkiefer (Jugoslawien/Socerb). 10 ein englumiges Reticulum. 11 grobes Netzwerk; polygonale Netzmaschen nicht ausgebildet. 12 zeigt ein Pollenkorn, wie es bei der Schwarzkiefer sehr häufig mit den Trockenobjektiven zu sehen ist; dicke, grobe, polygonale Netzmaschen (Jugoslawien/Sveti Trojica). Serie 16–18 zeigt ein Dreierstockwerk (Jugoslawien/Socerb): 16 ein englumiges, ziemlich perfektes Netzwerk. Haupt- und Zwischenfelderung. 17 Zwischenfelderung verschwindet; die Lumina der Netzmaschen werden weiter. 18 weitlumiges, imperfektes Maschenwerk mit dicken Muri.

TAFEL 3: Bilder 1, 2, 7, 8, 13, 14 zeigen Blütenstaub der Zirbe (alle Bilder von Kreuzeckgruppe/Gippersee). 1 Pollenkorn in Seitenlage; distal, zwischen den Luftsäcken erkennt man die Maculae. 2 die Maculae als Innenreticulum. 7 die wechselnde Gestalt der distalen Flecken. 13 Pollenkorn von der distalen Seite gesehen; man erkennt wieder die Maculae. 8 das engmaschige Netzsystem in der oberen Einstellungsebene. 14 die weitmaschige Anordnung im unteren Stockwerk.

Die übrigen Bilder dieser Tafel zeigen mit Chlorierung bzw. mit KOH vorbehandelte Pollenkörner von der Waldkiefer (außer 18). Alle Vergleichsproben von der Rotföhre stammen aus Graz/Mariatrost. Serie 3–5 zeigt ein Dreierstockwerk mit Chlorierungsvorbehandlung. Man erkennt wieder die typischen Netzstrukturen. 9–11 kurze KOH-Vorbehandlung: zum chlorierten Material ergibt sich im Vergleich kein wesentlicher Unterschied. 15–17 es erfolgte eine 20minütige KOH-Vorbehandlung. In der obersten Ebene ist das Netzwerk durch ein Zerreißen der Muri stark imperfekt ausgebildet. In den tieferen Strukturen liegt kein großer Unterschied vor. 6 KOH 20 Min.: Nodula zeigen normale Ausbildung. 12 KOH 20 Min.: durch die starke Quellung wurde der Mittelteil des Pollenkorns aufgerissen; kleine Nodula gut erhalten. 18 auch die Maculae am Pollenkorn der Zirbe bleiben bei einer KOH-Vorbehandlung unbeschädigt.

DISKUSSION

Es wurden mit wenigen Ausnahmen pro Fundort immer 30 Pollenkörner untersucht. Wichtig für die Diskussion ist das Endergebnis, das immer auf einigen hundert ausgezählten Pollenkörnern beruht.

Wie aus der Tabelle vom Gesamtergebnis zu entnehmen ist, bleibt das wichtigste Trennungskriterium die Netzstruktur. Primär ist auf die Anzahl der voneinander abtrennbaren Reticulum-Stockwerke und deren Ausbildungsform zu achten. Erst sekundär wird man die Nodula- und die Cappa-Strukturen berücksichtigen.

Beispiele aus den Auszähllisten

	Netz- ebenen			Nodula			Cappa				
	1	2	3	wenig große	viele große	große und kleine	wenig kleine	viele kleine	keine	dick	dünn
<i>Pinus sylvestris</i> Kärnten, Köttmannsdorf Wurdach 1976 06 Einzelbaum in Wiese	-	4	26	9	1	2	9	8	1	30	-
Steiermark, Stift Rein ober dem Stift 1976 06 Schütterer Mischwald	-	1	29	1	-	-	17	-	12	-	30
<i>Pinus mugo</i> Kärnten, Rinsnock 1964	1	29	-	7	2	5	10	6	-	30	-
Steiermark, Seeberg Aflenzer Staritzen 1976 06	3	27	-	-	-	-	30	-	-	30	-
<i>Pinus nigra</i> Jugoslawien Burguine Socerb Ober Triest 1976 06	-	28	2	2	2	7	3	-	16	30	-
<i>Pinus cembra</i> Kärnten, Kreuzeck-Gruppe Ober Gippersee 1976 07	-	30	-	3	-	-	17	8	2	30	-

	Gesamtergebnis									(in Prozentangaben)	
<i>Pinus sylvestris</i>	-	19	81	18	6	14	36	19	7	26	74
<i>Pinus mugo</i>	22	69	9	12	22	23	24	16	3	87	13
<i>Pinus nigra</i>	15	68	17	7	27	61	3	2	-	100	-
<i>Pinus cembra</i>	-	100	-	13	2	23	31	22	9	85	15

Die Rotföhre

Zu 81% tritt bei der Rotföhre ein Reticulum auf, bei dem deutlich drei Netzebenen voneinander zu trennen sind. Dieses Merkmal bedingt die Sonderstellung der Waldkiefer in der Reihe der heimischen Kiefernarten. Allerdings treten auch bei der Latsche und der Schwarzkiefer, zwar in geringerem Ausmaß, Dreierstockwerke auf. Deshalb kann über eine Analyse der Netzstrukturen keine 100%ige Artzuweisung des Pollens erfolgen. Bei den 19%, bei denen ein Zweierstockwerk auftritt, fällt meist die untere, grobmaschige Etage aus.

Die Nodula- und die Cappa-Strukturen geben keinen guten Arthinweis. Die Nodula tendieren mit 36% nur schwach zu der von KLAUS für *Pinus sylvestris* typisch angegebenen Ausbildungsform von „wenig kleinen“. Bei ca. $\frac{3}{4}$ des untersuchten Materials ist die Cappa dünn ausgebildet. Häufig fällt sie in den Grenzbereich um 2 Mikron. Bei Berücksichtigung aller Merkmale ist zu erkennen, daß die Rotföhre durchaus nicht sicher am E i n z e l k o r n abgetrennt werden kann, da die mit den anderen Arten gemeinsam vorhandenen Merkmale (vor allem mit der Latsche) zu zahlreich sind. Auf jeden Fall wird aber bei einer genügend großen Anzahl von Pollenkörnern (etwa bei einem *Pinus*-Gipfel im Pollen-Diagramm) die Aussage gemacht werden können, ob im entsprechenden Wiederbeholdungsabschnitt nur eine Föhrenart oder schon mehrere Arten vorhanden waren.

Zu den Fundpunkten Wurdach-Umgebung: Hier war es möglich, Kiefernpollen von verschiedensten Standorten zu sammeln. Es war keine Abhängigkeit der Strukturmerkmale vom jeweiligen Standort ersichtlich.

Die Latsche

Die Latsche ist, was die Merkmale am Blütenstaub anbelangt, eine sehr uneinheitliche Art. Die Ausbildung von Reticulum-Etagen zeigt zwar mit 69% eine klare Förderung des Zweierstockwerkes, doch kommen mit 9% bzw. 22% auch Dreier- und Einserstockwerke vor. Es ergibt sich also in der Zahl der Stockwerke eine Annäherung zur Schwarzkiefer, doch ist in der Ausbildung der Netzstrukturen häufig ein Unterschied gegeben. Bei der Latsche treten im unteren Stockwerk selten so große polygonale Netzmaschen auf wie bei der Schwarzkiefer. Eine Überlappung ergibt sich auch mit der Rotföhre beim Dreier- und beim Zweierstockwerk. Im Unterschied zur Schwarzkiefer sind zwischen Rotföhre und Latsche aber auch in der Ausbildung der Nodula viele Gemeinsamkeiten vorhanden. Es treten bei der Latsche zwar große Nodulaformen vermehrt auf, doch ist das Überschneidungsfeld mit den anderen Arten zu groß, um einen zuverlässigen Arthinweis erwarten zu können. Die Cappa-Strukturen neigen mit 87% zu einer dicken Ausbildung, doch fallen sie auch hier vielfach in den Grenzbereich um 2 Mikron.

Die Beobachtung, daß Pollenkörner der Latsche, die z. B. in den Netzstrukturen schon zur Rotföhre tendieren, auch in den übrigen Merkmalen eine stärkere Annäherung zur Rotföhre zeigen, ist auch ein Nachteil für die Bestimmung.

Die Schwarzkiefer

Die Pollenkörner der Schwarzkiefer fallen schon durch die breite Cappa und die großen Nodula auf, die in 95% aller Fälle vorhanden sind. Häufig ist die subsaccale Nexine übersät von 10–20 großen, warzenförmigen Nodula, die dem Pollenkorn ein typisches Aussehen geben. Im Vergleich mit den anderen Arten ist das Pollenkorn im Durchschnitt etwas größer. Verwendet man bei einer Bestimmung dazu noch die häufig auftretenden weiten Netzmaschen in der Tiefeinstellung, so kann man den Pollen der Schwarzkiefer mit ziemlicher Sicherheit zuordnen.

Die Zirbe

Das herausragende Merkmal der maculaten Strukturen an der Distal-seite des Pollenkorns bietet meist schon eine genügende Sicherheit für eine Artzuweisung. Im Reticulum sind immer zwei Netzebenen voneinander zu unterscheiden, die sehr rasch aufeinanderfolgen.

Zum Problem der KOH-Vorbehandlung

In letzter Zeit gab es einige Unsicherheiten bezüglich der KOH-Vorbehandlung. Man befürchtete, daß die Kalilauge Feinstrukturen der Exine vernichten könnte (KLAUS 1975). Um diese Frage abzuklären, wurde Parallelmaterial von allen vier Kiefernarten mit der Chlorierung und mit KOH-2N – verschieden lang – vorbehandelt. Die darauffolgende Untersuchung der Feinstrukturen zeigte, daß bei der üblichen KOH-Behandlung – Erhitzen, bis erste Blasen aufsteigen – keinerlei Schäden am Pollenkorn auftreten. Alle Merkmale bleiben gut erhalten. Erst ab einer KOH-Vorbehandlung von 10 Minuten treten Veränderungen auf, wie Einreißen der Muri, Platzen des Mittelteils infolge starker Quellung. Ein Umwechselln von der KOH-Vorbehandlung auf die Chlorierung erscheint daher nicht notwendig.

LITERATUR

- AYTUG, BURHAN (1960): Quelques Mesurations des Pollens de *Pinus sylvestris* L. Pollen et Spores, 2,(2):305–309.
- BEUG, H.-J. (1961): Leitfaden der Pollenbestimmung. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- ERDTMANN, G. (1954): An Introduction to Pollen Analysis. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., USA.

- FIRBAS, F., & FIRBAS, I. (1936): Zur Frage der größtenstatistischen Pollendiagnosen. Beih. Bot. Cbl., 54, Abt. B, 329–335.
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas, erster Teil. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- FRITZ, A. (1964): Pollenanalytische Untersuchung des Bergkiefernhochmoores im Autertal, Kärnten. Carinthia II, 74:41–59.
- (1976): Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der Karnischen Alpen (Kärnten). Carinthia II, 66/86:175–196.
- HÖRMANN, H. (1929): Die pollenanalytische Unterscheidung von *Pinus montana*, *P. sylvestris* und *P. cembra*. Österr. Bot. Z., 78:215–228.
- JANCHEN, E. (1954): Übersicht der Nadelhölzer Österreichs. Aichinger-Festschrift, 1–42.
- JAESCHKE, J. (1934): Zur postglazialen Waldgeschichte des nörd. Schwarzwaldes. Beih. Bot. Cbl., Bd. 51B, Heft 3:527–266.
- (1935): Zur Frage der Artdiagnose der *Pinus sylvestris*, *Pinus montana* und *Pinus cembra* durch variationsstatistische Pollenmessungen. Beih. Bot. Cbl., 52B:622–633.
- KLAUS, W. (1971): Saccusdifferenzierungen an Pollenkörnern ostalpiner *Pinus*-Arten. Österr. Bot. Z., 120:93–116.
- (1975): Über bemerkenswerte morphologische Bestimmungsmerkmale an Pollenkörnern der Gattung *Pinus* L. Linzer biol. Beitr., 7/3:329–369.
- RUDOLPH, K. (1935): Mikrofloristische Untersuchungen tertiärer Ablagerungen im nördl. Böhmen. Beih. Bot. Cbl., 54B:244–328.
- SCHARFETTER, R. (1954): Ein Beitrag zur Biographie der Gattung *Pinus*. Aichinger-Festschrift, 43–49.
- STARK, P. (1927): Über die Zugehörigkeit des Kiefernpollens in den verschiedenen Horizonten der Bodenseemore. Beih. d. deutsch. bot. Ges., 45, Heft 1:40–47.
- VAN CAMPO, M., & SIVAK, J. (1972): Structure alvéolaire de l'extéxine des pollens à ballonnets des Abiétacées. Pollen et Spores, 14(2):115–141.

Anschrift des Verfassers: cand. phil. Helmut ZWANDER, Wurdach 19, 9071 Köttmannsdorf.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [167_87](#)

Autor(en)/Author(s): Zwander Helmut

Artikel/Article: [Zur Unterscheidung des Blütenstaubes der vier heimischen Kiefernarten \(Mit 1 Abbildung, 1 Tabelle und 3 Tafeln imText\) 227-238](#)