

# Archivwert der Moore im Dachsteingebiet

Ilse Draxler

Ehrenamtliche Mitarbeiterin der Geologischen Bundesanstalt in Wien

[Ilse.Draxler@geologie.ac.at](mailto:Ilse.Draxler@geologie.ac.at)

## Zusammenfassung:

Moore im Dachsteingebiet und im übrigen Salzkammergut geben durch pollenanalytische Untersuchungen gemeinsam mit  $^{14}\text{C}$  Datierungen Einblick in die Vegetationsgeschichte und damit abschnittsweise auch in die Klimaänderungen der letzten 18 000 Jahre. Die drastischen und raschen Klimaschwankungen der Späteiszeit zeigen sich vor allem in den Pollendiagrammen aus Mooren der Tieflagen durch abrupte Änderungen der Vegetation. Moore sind auch - wie Seen - die wichtigsten und einzigen Archive für den Nachweis menschlichen Einflusses auf die Vegetationsbedeckung aus schriftloser Zeit. Die Anwesenheit des Menschen zur Almweidenutzung ist im Dachsteingebiet durch Funde zahlreicher Hüttenreste seit der mittleren Bronzezeit belegt und hat mit den Klimaoszillationen, die pollenanalytisch im Gjaidalmmoor und in Rohhumusprofilen nachgewiesen wurden, zur erheblichen Absenkung der Waldgrenze und Veränderungen der Vegetation geführt. Der quantitative Anteil Pflanzen / Klima / Mensch ist grundsätzlich schwer fassbar.

## Einleitung:

Für die in den letzten Jahren aus Sorge um die globale Erwärmung und deren Folgen intensiv betriebene Paläoklimaforschung stehen eine ganze Reihe von Archiven aus der Natur zur Verfügung, die eine gewisse Zeitspanne eine kontinuierliche Aufzeichnung umfassen und durch spezielle Untersuchungs- und Datierungsmethoden entschlüsselt werden können. Es werden daraus indirekte Daten (= Proxydaten - proxy engl.: stellvertretend) - keine Absolutwerte - für Temperatur, Wasserhaushalt und Informationen zur Verteilung der Vegetation aus je nach Archiv unterschiedlich lange vergangenen Zeiten abgeleitet.

Natürliche Klimaarchive (Klimaproxies)	Methoden, Klimafaktoren
Gletscherstände	Moränendatierungen (Oberflächenexpositionsdatierung mit $^{10}\text{Be}$ ), Gletscherschwankungen
Baumringe*	Dendrochronologie, Holzdicthemessungen
Höhlensinter (Stalagmiten)*	Isotopenserien
Seesedimente (Warven)*	Sedimentologie, Pollenanalyse, Großreste, Zuckmücken, Kieselalgen, Muschelkrebse, Isotope (O und C)
Korallen*	Wachstumsringe, Sauerstoffisotope
Moore	Pollenanalyse, Großreste, Algen, Pilzsporen Isotope (O und $^{14}\text{C}$ )
Grönländische Eisbohrkerne GRIP und GISP*	Sauerstoffisotope ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ )

\* jährliche Auflösung möglich

$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  Isotopenmessungen liefern geschätzte Werte für Temperatur und Niederschlag.

- Im vergangenen Jahrtausend lässt sich Klimageschichte auch aus Chroniken und bildlichen Darstellungen rekonstruieren. Instrumentelle Klimamessdaten reichen nur etwa 250 Jahre zurück.

Es werden heute auch mehrere Methoden (Multiproxy-Datensätze) parallel in einem Archiv zur Umwelt- und Klimarekonstruktion angewendet und miteinander verglichen (z. B. Drescher-Schneider Schmidt R. et al 2009, Kühl, N. et al. 2010), um die Intensität der Klimaänderungen und Ökologie vergangener Perioden möglichst genau zu erfassen, denn „die Vergangenheit ist der Schlüssel der Zukunft“ (Burga & Perret 1998)

## Moore

Was sind Moore?

Nach der Definition von Göttlich 1976 sind Moore Vegetationsbestände mit den daraus hervorgegangenen Torflagen mit einer Mächtigkeit von 30-40 cm. Nach Steiner 1992, 2005 sind Moore Lebensgemeinschaften, die zur Bildung biogener Substrate - vor allem Torf, aber auch Mudde, Quellkalk, Seekreide etc. - unter hygrischen bis semiterrestrischen Bedingungen befähigt sind, gemeinsam mit diesem Substrat, egal welcher Mächtigkeit. Für Geologen sind Moore Lagerstätten von mindestens 30 cm Torf.

Moore werden nach Nährstoffgehalt, Wasserhaushalt, Topographie, Entwicklungsgeschichte und Morphologie gegliedert. Am längsten und besten bekannt ist die einfache Unterscheidung der grundwasserabhängigen, nährstoffreichen Flach- oder Niedermoore mit meist artenreichem üppigem Pflanzenbewuchs, vorwiegend aus Seggenesellschaften, von den extrem nährstoffarmen, sauren Hochmooren mit nur wenigen hoch spezialisierten Pflanzenarten vor allem Torfmoosen, die nur vom Regenwasser gespeist werden. Wenn das Niedermoor aus dem Grundwassereinfluss herauswächst, kommt es oft zur Bildung eines Zwischenstadiums, das als Übergangsmoor bezeichnet wird. Übergangsmoore sind meist Teile von Moorkomplexen, wie z.B. bei den Moosberg-Mooren (Abb. 1, Nr. 12) am Südostabhang des Sandling im Westen von Altaussee. Bei genügend Niederschlägen kommt es zur Bildung von Hochmooren, die unabhängig vom Grundwasser sind. Die Voraussetzungen für die Entstehung der Moore sind in dem stark von der Eiszeit geprägten Relief der Landschaft des Salzkammergutes hervorragend gegeben. Nach dem Abschmelzen des Eises blieben in den Mulden und Toteislöchern über wasserstauenden Schichten (Moränenmaterial, Seesedimenten, Gosauschichten, Zlambachschichten) Gewässer geringer Tiefe, die verlandeten und zu grundwassergemehrten Niedermooren wurden. Das niederschlagsreiche Klima in der Nacheiszeit begünstigte Entstehung und Wachstum von Hochmooren.

Das Salzkammergut ist daher eine der moorreichen Regionen Österreichs mit einer großen Vielfalt an Moortypen (Abb. 1).

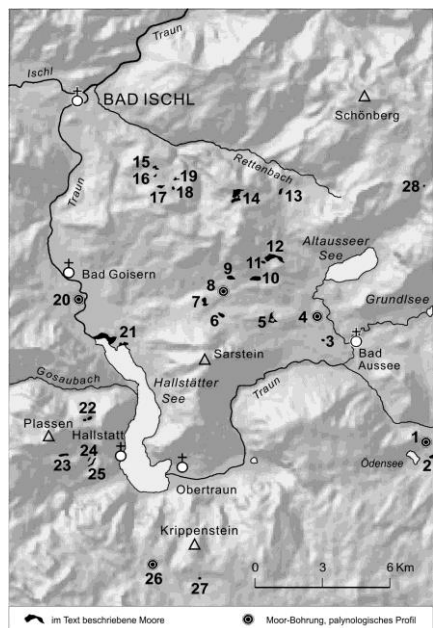


Abb. 1: Lageplan der Moore (1-27) auf der geologischen Karte ÖK 96 1:50.000, Bad Ischl, (G. W. Mandl et. al 2012)

Auf den nördlichen Ausläufern des Gosaukammes befinden sich z.B. 16 Moorkomplexe mit 61 Einzelmooren (Steiner 1992) mit dem in Österreich ganz seltenen Moortyp von drei Deckenmooren, den Löckernmösern. Zu den landschaftlich schönsten Mooren gehört das Große Löckernmoos (Abb.2)



**Abb. 2: Großes Gosauer Löckernmoos, Deckenmoor, 1403-1380 m ü A, Blänke in der Moormitte mit Schwimm- und Schwinggrasen (Foto: H. Lobitzer)**

Ebenso bedeutend ist der Moorkomplex Moosklausalm Torfstube bei Gosau aus Nieder-Übergangs- und Hochmoortypen. Die meisten Moore sind im Moorschuttkatalog von Steiner 1992 und in der zugehörigen Datenbank verzeichnet. Im Moorkatalog für Oberösterreich von Krisai & Schmidt sind die Moore genau dokumentiert. Für den notwendigen besseren Schutz der Moore wird von der Umweltschutzbehörde Oberösterreich ebenfalls der aktuelle Zustand aller Moore des Bundeslandes erfasst und in einer Datenbank gespeichert. Die Moore im Dachstein-Grimmingmassiv, um den Sandling und um den Saarstein entlang der Via Salis, sowie die Moore in der Moränenlandschaft zwischen Bad Mitterndorf und Ödensee wurden von Matz und Gepp 2008 ausführlich beschrieben. Die Arbeit von Zailer 1910 informiert detailliert über den Aufbau der Moore von Kainisch-Mitterndorf

Alter und Entstehung der genannten Moore sind sehr verschieden. Die frühesten Niedermoorbildungen im Rödtschitzmoor sind bereits in der Wärmephase des Spätglazials vor etwa 14 700 Jahren durch Verlandung eines Sees entstanden. Das Große Löckernmoos am Ressen bei Gosau begann, wie das Pollenprofil von Schmidt 1981 zeigt, über wasserstauenden Schichten vor etwa 8000 Jahren zu wachsen.

Moore waren für die Menschen zunächst unheimliche Orte, die gemieden wurden und wertloser Boden. Dadurch waren sie aber auch geschützt und blieben ungestört erhalten. Ab dem 18. Jahrhundert erlangten die Moore vor allem als Torflagerstätten zur Energiegewinnung zunehmend wirtschaftliche Bedeutung und wurden für den Torfstich entwässert und teilweise zerstört.

Trotz intensiver wirtschaftlicher Nutzung der Moore in Tallagen ab dem 18. bis ins 20. Jh., vor allem als Brenntorf durch Handtorfstich, aber auch zur Gewinnung von landwirtschaftlichen Flächen sind noch bedeutende Moore und größere Moorrestflächen im Salzkammergut erhalten geblieben, die teilweise unter gesetzlichen Schutz gestellt wurden, wie die Moore um den Ödensee (Abb.3), die zu den Naturjuwelen der Region gehören.



*Abb. 3: Kainischmoor West gegen Hohen Radling (Foto: G.W. Mandl)*

### **Unsichtbare Klimazeugen**

Warum haben Torfmoore auch als Klimaarchive so große Bedeutung?

Im Torf der Nieder- und Hochmoore werden durch ständige Wassersättigung unter den anoxischen Bedingungen Pflanzenreste nicht vollständig zersetzt und über lange Zeiträume akkumuliert. Hochmoortorf besteht vorwiegend aus Resten von Torfmoosarten (*Sphagnum* sp.), die durch den Zellbau ein enormes Wasserspeichervermögen haben (Abb. 4) und das Milieu aufgrund der Abgabe von Wasserstoffionen stark ansäuern. Dadurch ist der Abbau der Pflanzensubstanz gehemmt. Im Torf (Abb.5) findet man pflanzliche Reste, wie Pollen, Gewebereste, Holz, Nadeln, Samen und Früchte, Holzkohlepartikeln und Insektenreste (z.B. Flügeldecken von Käfern). Vor allem Pollen bleibt besonders gut erhalten (Abb.6).

Abb. 4: Torfmoose: Zellbau der Blättchen (Foto: I. Draxler)

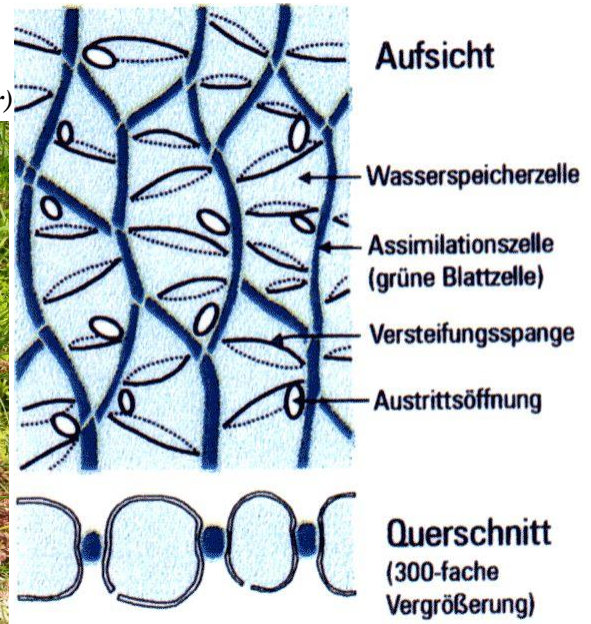
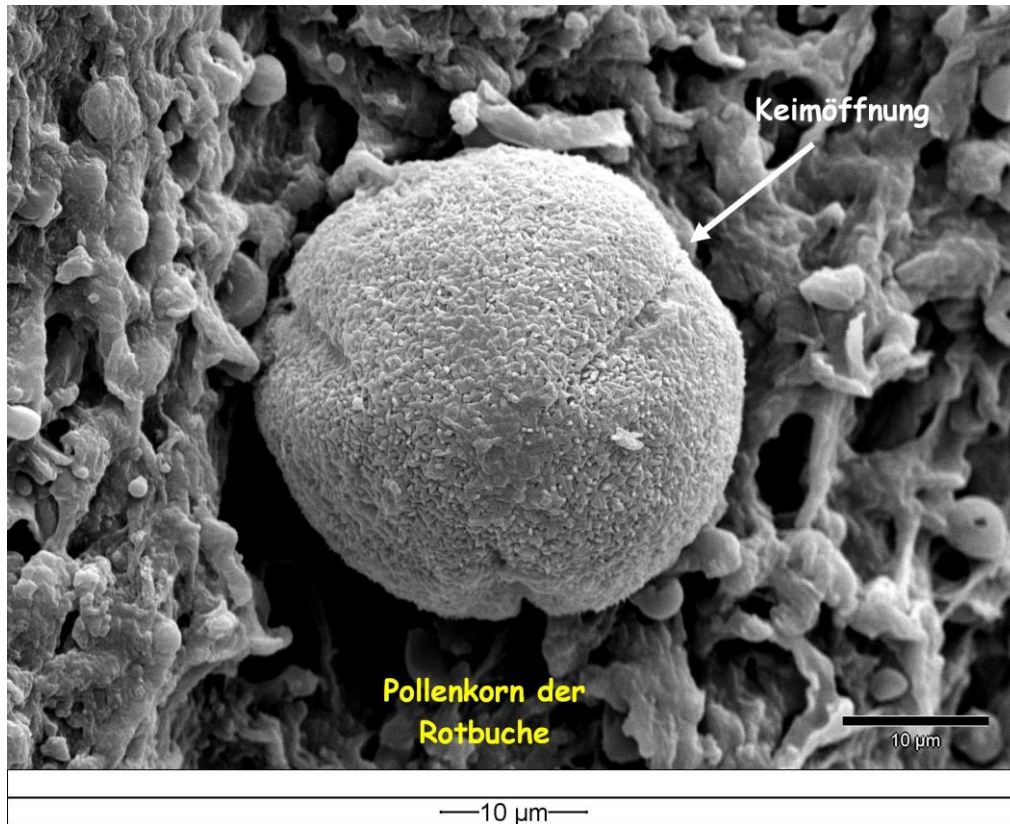


Abb. 5: Torfstich Kainischmoos West (Foto: G.W. Mandl)

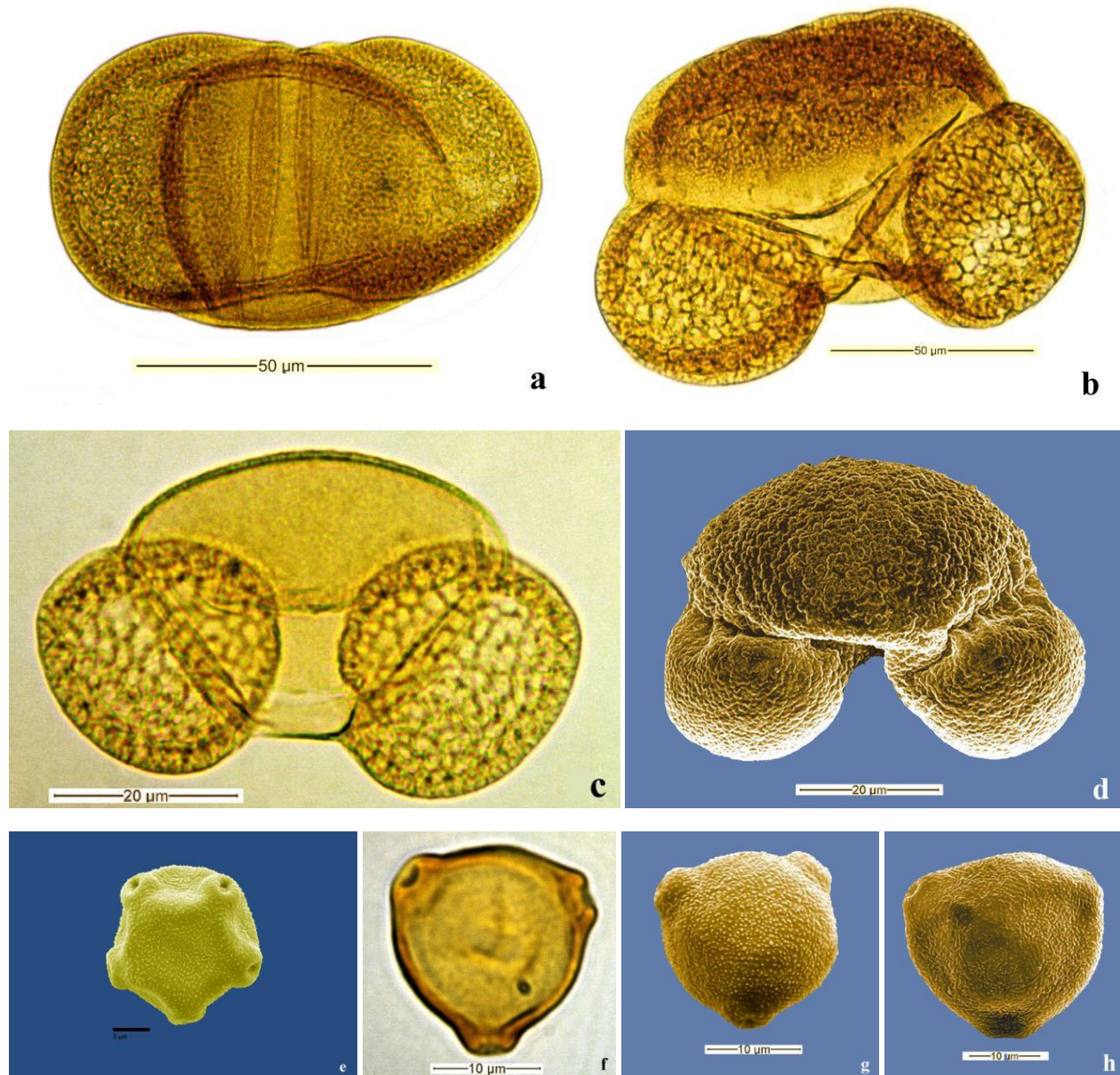


*Abb. 6: Pollenkorn der Rotbuche im Hochmoortorf vom Kainischmoos West*



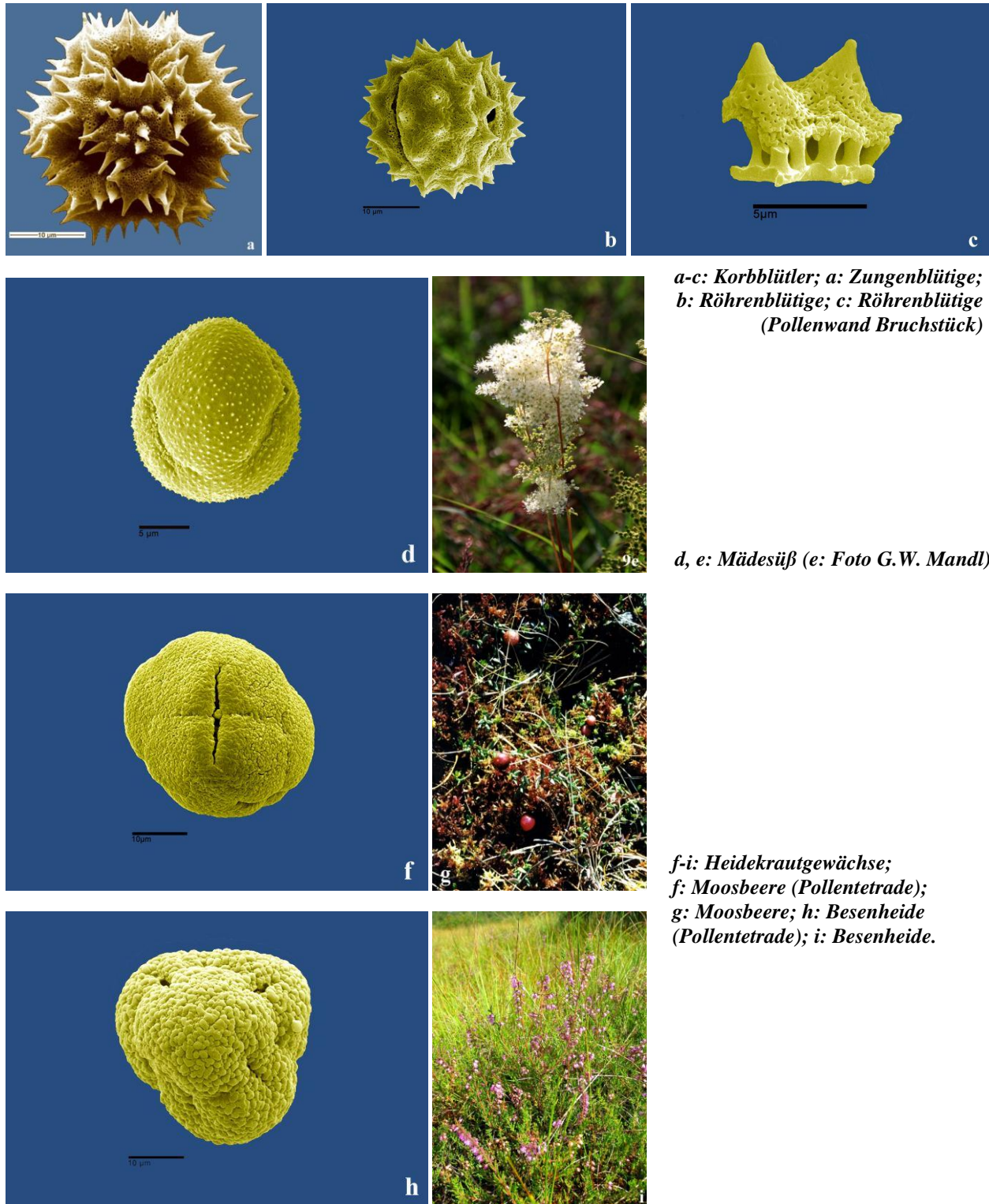
*Abb. 7: Blütenstaub der Fichte am Ufer des Vorderen Gosausees, Größe eines Pollenkorns 140µ (1µ=1/1000 mm) (Foto: G.W. Mandl)*

An den Ufern von Seen ist in manchen Jahren ein gelber Film auf der Wasseroberfläche zu beobachten (Abb. 7). Es handelt sich um keine Umweltverschmutzung. Es ist Blütenstaub von Fichten, die nur alle paar Jahre blühen. Je nach Höhenlage kann dieser „Schwefelregen“ auch von anderen Bäumen, wie Föhren oder Eichen, stammen. Auch diese Baumarten sind windblütig; der Blütenstaub wird in ungeheuren Mengen produziert und durch den Wind weit verbreitet (Abb.8). Von der Wasseroberfläche sinkt der Pollen auf den Seegrund und wird mit Sediment bedeckt. Blütenstaub, der auf die Mooroberfläche fällt, wird Jahr für Jahr in dem sich bildenden feuchten Torf in sauerstofffreiem Milieu eingeschlossen. Die Pollenwand, die das männliche Erbgut der Pflanzen schützt, ist aus einer hochmolekularen Substanz (Sporopollenin), die nur durch Sauerstoffeinfluss abgebaut wird und sonst nahezu unbegrenzt haltbar ist.



**Abb. 8:** Beispiele für Pollen windblütiger Nadel- und Laubgehölze (Licht- und Rasterelektronenmikroskop-Aufnahmen). a: Fichte; b: Tanne; c, d: Föhre; e: Grünerle; f,g: Birke; h: Hasel.

Bei insektenblütigen Pflanzen ist die Pollenproduktion wesentlich geringer.



*a-c: Korbblütler; a: Zungenblütige;  
b: Röhrenblütige; c: Röhrenblütige  
(Pollenwand Bruchstück)*

*d, e: Mädesüß (e: Foto G.W. Mandl)*

*f-i: Heidekrautgewächse;  
f: Moosbeere (Pollentetrade);  
g: Moosbeere; h: Besenheide  
(Pollentetrade); i: Besenheide.*

**Abb. 9: Beispiele für Pollen insektenblütiger Pflanzengruppen ( Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen S. Gießwein).**



Aufgrund der sehr unterschiedlichen Form der Pollenkörner können diese Familien, Gattungen und manchmal auch Arten zugeordnet werden. Aus den meist tonigen Schichten an der Basis der Moore und aus den Torfproben wird Schicht für Schicht die Abfolge des aus der mooreigenen und der umgebenden Vegetation eingetragenen Pollens bestimmt und statistisch ausgewertet. Den Wissenschaftszweig nennt man Pollenanalyse, die eine wichtige Methode für die Rekonstruktion der Vegetations- und Klimageschichte während und nach der Eiszeit ist.

Es muss zuerst ein Moorprofil durch Bohrung oder an einer Stichwand gewonnen werden. Um eine hohe zeitliche Auflösung zu bekommen, müssen in geringen Abständen (bis 1cm) Proben entnommen und bearbeitet werden. Bei der Probennahme muss beachtet werden, dass es zu keinen Verunreinigungen mit jüngerem Material kommt.

Durch chemische Aufbereitung wird Pollen vom umgebenden Torf oder anorganischen Sediment getrennt und es werden mikroskopierbare Präparate hergestellt. Bei 400-1000-facher Vergrößerung wird im Lichtmikroskop der Blütenstaub von Blütenpflanzen, Nadelhölzern, Farnen, Moosen, Bärlappgewächsen bestimmt, wobei man die spezifischen Merkmale von Form, Anzahl der Keimöffnungen, Struktur und Skulptur der Wände nutzt und den Pflanzenfamilien, Gattungen seltener auch den Arten zuordnet. Eine vegetationsgeschichtliche Klimarekonstruktion stützt sich auch auf die Bestimmung der Makroreste (Blätter, Nadeln, Stängeln, Früchte, Samen, Holzstücke, Holzkohleflitter). Auch so genannte NPP (Non Pollenpalynomorphs - Pilzsporen, Algen, tierische Reste unbekannter Herkunft) werden heute beachtet und so weit als möglich bestimmt und für Schlussfolgerungen der Umweltbedingungen herangezogen. Viele Pollenkörner, wie die der meisten heimischen Baumarten sind leicht zu erkennen, andere wie z. B. Lärche, Eibe, Wacholder, Pappel sind merkmalsarm und wurden auch lange nicht erkannt. Zur genaueren artspezifischen Bestimmung wird heute auch das Rasterelektronenmikroskop (REM) benötigt. Damit werden viele Strukturdetails erst sichtbar (Abb. 8-9). Für die Pollenanalyse wird aber vorwiegend nach wie vor das Lichtmikroskop mit Ölimmersion und Phasenkontrast verwendet.

Man ermittelt den prozentuellen Anteil der gefundenen Pollen und Sporen, wobei man für die hoch auflösenden Pollenanalysen bis zu 1000 Pollenkörner von Bäumen, Sträuchern und Kräutern und auch mehr pro Probe zählt, um möglichst viele Pflanzengruppen zu erfassen. Von 100% der Grundsumme aller Baum-, Strauch- und Kräuterpollen wird der prozentuelle Anteil errechnet. Die Aneinanderreihung dieser Werte wird in einem Pollendiagramm dargestellt. Das Pollenspektrum einer Probe repräsentiert nicht genau die Vegetation eines Standortes, es muss auch die zuvor beschriebene unterschiedliche Pollenproduktion berücksichtigt werden. Föhre, Birke, Hasel und Erle sind meist überrepräsentiert.

Durch den Vergleich mit artspezifischen Standorts- und Klimaansprüchen der heutigen Pflanzen, lassen sich Umweltbedingungen der Vergangenheit ableiten, wobei angenommen wird, dass sich die Klimaansprüche der Pflanzen gegenüber der Vergangenheit nicht allzu sehr verändert haben oder gleich geblieben sind. Da die Artbestimmung mit Pollen nur teilweise möglich ist, sind dieser Methode auch Grenzen gesetzt. Die eindeutige pollenmorphologische Unterscheidung von Latsche und Rotföhre wäre in den Alpen für ökologische und klimatologische Schlussfolgerungen zwar sehr wichtig, wurde aber bisher nur von Klaus 1972, 1975 und Bobek & Schmidt 1976 durchgeführt und wird sonst bezweifelt. Über den prozentuellen Anteil von Baumpollen (BP) zu den übrigen vorwiegend krautigen Pflanzengruppen (Nichtbaumpollen - NBP) lässt sich das Ausmaß der Bewaldung feststellen, das vom Klimaablauf und / oder vom menschlichen Einfluss abhängt. 20-30% NBP sind schon ein Zeichen für Waldfreiheit, wenn dieser Wert nicht nur von ein oder zwei Arten stammt (Kral 1991). Auch die Pollenwerte pro Volumseinheit werden für die Beurteilung der Bewaldungsdichte herangezogen. Für die Erstellung eines Absolutdiagramms werden Proben vor Beginn der chemischen Aufbereitung Fremdpollen in Form von Bärlappsporentabletten z.B. zugegeben (Stockmarr 1971).

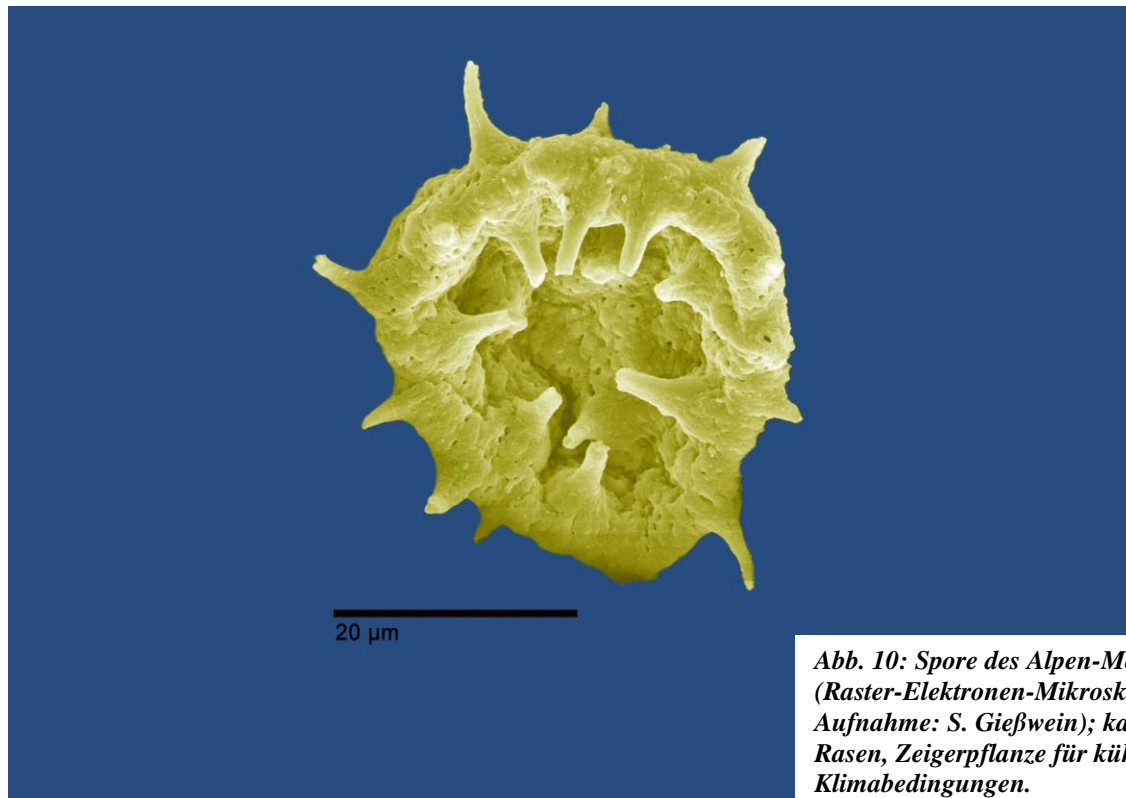
Pollenanalysen werden immer in Hinblick auf verschiedene Fragestellungen heute meist interdisziplinär durchgeführt. Das erste Pollendiagramm hat der schwedischer Staatsgeologe L. von Post 1916 gezeichnet, um durch biostratigraphische Einteilung die Ablagerungsfolge der Torfschichten zu ermitteln. Aus einem Moor beim Ödensee hat Franz Firbas 1923 das erste Pollendiagramm mit wenigen Baumpollen geliefert und 1931 sein Lehrer K. Rudolf eines von der Dammwiese bei Hallstatt erstellt. Die umfangreichen pollenanalytischen Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs von Kral 1971 waren mit Fragen der Hochlagenaufforstung verknüpft. Van Husen hat die pollenanalytischen Untersuchungen von Moorprofilen (Draxler 1977) im Zusammenhang mit der zeitlichen Abfolge der späteiszeitlichen Gletscherstände im Trauntal veranlasst (van Husen 1977).

Von Schmidt 1981 liegen 23 Pollenprofile aus Seen und Mooren des Salzkammergutes vor, die er für die Einwanderungsgeschichte, Areal- und Höhenstufendynamik ausgewertet hat. In letzter Zeit sind die pollenanalytischen Untersuchungen von Drescher-Schneider 2009, 2010 vor allem Teil der archäologischen Projekte zu den Forschungen der frühen Almwirtschaft im Dachsteingebiet von F. Mandl und des prähistorischen Salzbergbaus in Hallstatt unter der Leitung von H. Reschreiter und K. Kovarik (HALL-IMPACT-Projekt der Akademie der Wissenschaften).

Vegetationsentwicklung und Klimaverlauf in der zeitlichen Abfolge der Spät- und Nacheiszeit im Dachsteingebiet sind von Drescher-Schneider (dieser Band, S. ) beschrieben.

Für die Entschlüsselung des Klimaablaufs aus den Sediment- und Torfschichten der Moore ist die zeitliche Datierung notwendig, die mit der Messung des radioaktiven Kohlenstoffs  $^{14}\text{C}$  organischer Ablagerungen grundsätzlich bis 50 000 Jahre vor heute, d.h. bis in die letzte Eiszeit (Würmeiszeit) möglich ist. Durch Messungen mit dem Beschleuniger-Massenspektrometer (AMS) genügen auch kleinste Mengen (1mg) für die absolute Altersbestimmung. Dadurch wurde der Anwendungsbereich auf nahezu alle Archive erweitert und die Datierung ist daher auch für limnische Sedimente möglich geworden. Durch absolute Datierungen ist auch ein Vergleich mit den festgelegten Isotopenmessdaten und deren Klimasignale der grönländischen Eisbohrkerne möglich. Die hier angegebenen Alter sind korrigierte (kalibrierte)  $^{14}\text{C}$  Messdaten in Kalenderjahren vor 1950 (vor heute - v. h.). Zu beachten ist, dass in kalkhaltigen Sedimenten durch den Hartwassereffekt die  $^{14}\text{C}$  Daten um 800 Jahre zu alt sein können und nicht mit dem Pollenspektren übereinstimmen.

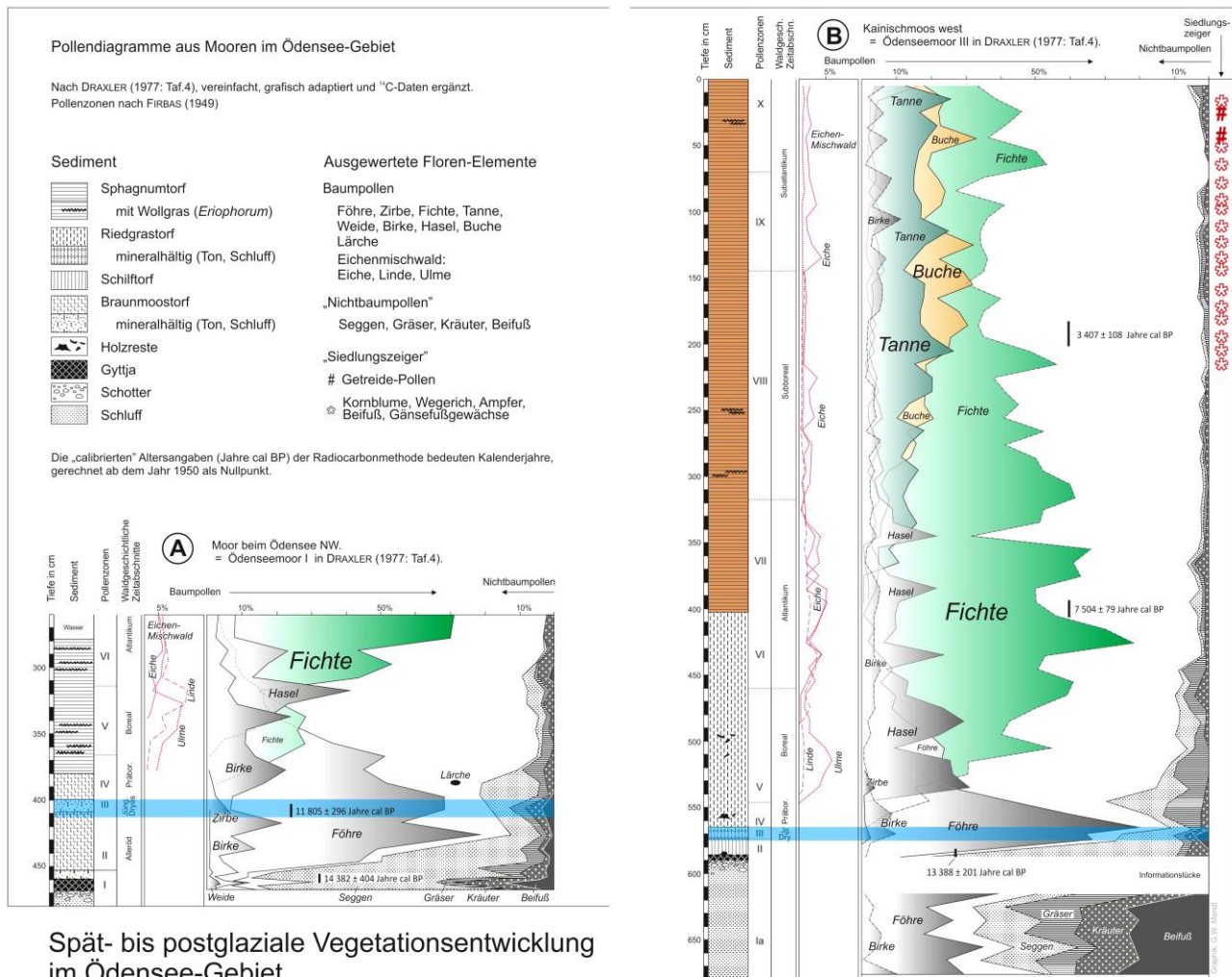
Aus der Florenzzusammensetzung, soweit sie pollenanalytisch und mit Großresten fassbar ist, kann auf die Klimaänderungen geschlossen werden, die sich im Spätglazial in starken Schwankungen des Baumpollen- und Nichtbaumpollenanteils auch in den Mooren um den Dachstein sehr deutlich ausdrücken (Draxler 1977). Das Pollendiagramm vom Rödschitzmoor zeigt die Vegetationsentwicklung nach dem Eisfreiwerden des Talbodens beginnend mit der Vegetation einer waldfreien Kältesteppe. Nach einem  $^{14}\text{C}$  Datum von in den Schluffen eingelagerten Pflanzenresten kann man sich vorstellen, dass das Becken von Bad Mitterndorf bereits am Beginn des letzten Abschnittes der Würm-Eiszeit vor ca. 18 000 Jahren eisfrei geworden war.



*Abb. 10: Spore des Alpen-Moosfarns (Raster-Elektronen-Mikroskop-Aufnahme: S. Gießwein); kalkreiche Rasen, Zeigerpflanze für kühle Klimabedingungen.*

Die geringe Pollenkonzentration und die umgelagerten Pollentypen aus voreiszeitlichen Schichten weisen auf die noch offene Vegetationsdecke. Lichtliebende Arten arktisch-alpiner Elemente (Sonnenröschen) und Steppenpflanzen (Beifuß / Wermut) sind sehr häufig und lassen auf trockenes, kaltes Klima mit etwa 7<sup>0</sup> tieferen Jahresdurchschnittstemperaturen schließen. Straucharten wie Wacholder, Sanddorn, Weiden, Zwergbirken breiten sich um 16 000 v. h. wahrscheinlich als Folge zunehmender Niederschläge während des Gletschervorstoßes des Gschnitzstadiums aus (Drescher-Schneider dieser Band). Diese Pollenzone wird mit der Kälteperiode der Ältesten Dryas korreliert (benannt nach *Dryas octopetala* - Silberwurz). Dann folgen durch den Temperaturanstieg von etwa 4<sup>0</sup> um 14 700 v. h. Föhren- und Birkenwälder, die durch den neuerlichen Klimarückschlag der Jüngeren Dryas (Egesen-Gletschervorstoßphase von 12 650-11 500 v. h.) wieder gelichtet wurden. Die deutliche Klimaverschlechterung zeigt sich in den Mooren durch den mikroskopisch feststellbaren Mineralanteil im Torf, der von wieder vegetationsfrei gewordenen Flächen stammt und in der geringfügigen Zunahme der Nichtbaumpollen. Die rasche Erwärmung am Beginn der Nacheiszeit innerhalb von 50 Jahren um 4<sup>0</sup> geschätzt nach Sauerstoffisotopen-Daten (Tinner & Amann 2003) führte im Salzkammergut zu einem Anstieg der noch lichten Kiefernwälder mit Zirben in höhere Lagen.

Die folgende Ausbreitung der wärmeliebenden Holzarten in der Nacheiszeit hängt nicht nur vom Klima ab, sondern auch von der Samenverbreitung, der Lage der Eiszeitrefugien und dem Konkurrenzverhalten von Pflanzen.



**Abb.11: Stark vereinfachte Pollendiagramme mit wenigen Baumarten aus dem Moor beim Ödensee und dem Kainischmoos West (gez. G.W. Mandl)**

In den Pollendiagrammen zeigt sich der ständige Wandel der Vegetation.

Bis in die mittlere Nacheiszeit ist die Vegetationsentwicklung klimageschichtlich und einwanderungsgeschichtlich gesteuert. Die Zunahme des Nichtbaumpollens und das Auftreten von Weidezeigern (Spitzwegerich, Melde und Ampfer) im oberen Pollendiagrammabschnitt vom Kainischmoos (Abb. 11) ist zeitlich mit 3 400 v. h. datiert und lässt die durch archäologische Funde erwiesene Anwesenheit des Menschen und Weidenutzung von Waldlichtungen im Gebiet um den Ödensee in der mittleren Bronzezeit vermuten.

Klimaschwankungen lassen sich am besten mit dem Anstieg und Absinken der Waldgrenze erfassen. Dafür sind Moore oder Seen in unmittelbarer Nähe der natürlichen Waldgrenze für Pollenanalysen und Makrorestbestimmungen erforderlich.

Für den Nachweis von Temperaturänderungen der Nacheiszeit wurden Moore aus Hochgebirgslagen in den Hohen Tauern und Öztaler Alpen in Verbindung mit Gletscherschwankungen untersucht und absolut datiert (Bortenschlager 1972). Es ergaben sich ständig ändernde, aber im Vergleich zum Spätglazial geringe Abweichungen von heutigen Normalwerten der Temperatur (Abb.12), kleine Klimaschwankungen um ca. 1,5<sup>0</sup> (Klimapendelungen nach Bortenschlager 1972, Kral 1991).

Diese im Vergleich zum Spätglazial sehr geringen, nacheiszeitlichen Temperaturschwankungen sind in den Mooren der Tallagen des Salzkammergutes pollenanalytisch nicht nachweisbar (R. Drescher-Schneider, dieser Band S. ). Es sind nur Aussagen zu den langfristigeren Trends zu machen. Wahrscheinlich war durch größere Trockenheit zu Beginn der Nacheiszeit das Wachstum der Moore wenig begünstigt und ein geringer Torfzuwachs die Folge. Für den Beginn der Hochmoorbildung im Kainischmoos beim Ödensee (Abb. 12) sind wahrscheinlich großräumige klimatische Ursachen einer humiden Phase anzunehmen, die die Voraussetzung für das Torfmooswachstum waren. Der Übergang von Niedermoortorf zu Hochmoortorf aus Wollgräsern und Torfmoosen erfolgte im Kainischmoos z.B. vor etwa 7500 Jahren vor der beginnenden Ausbreitung von Buche und Tanne. Auch das Lößmoos z. B. entstand in diesem Klimaabschnitt. Das nacheiszeitliche Klimaoptimum von 7500 v. h. bis etwa 5300 v. h. (Schmidt et al 2009) zeigt sich in der Zunahme der Wärmezeiger (Hasel, Eiche, Ulme, Linde, Esche) und dem Auftreten von Efeu, der ein Hinweis auf mehr ozeanisch beeinflusstes mildes Klima ist (Abb.13). Damit verbunden ist auch ein Höherrücken der Waldgrenze, die nach den pollenanalytischen Untersuchungen von Kral auf dem Dachsteinplateau vor etwa 3500 Jahren mit Zirbe und Fichte nahezu 2000 m erreichte und in Schwankungen vorwiegend durch menschlichen Einfluss aufgrund der Almwirtschaft, aber auch durch Klimaverschlechterungen um 400 m gesunken ist. Nach glaziologischen Untersuchungen war die Dachsteingruppe während des postglazialen Klimaoptimums vermutlich sogar eisfrei (Arnberger & Wilthum 1952).

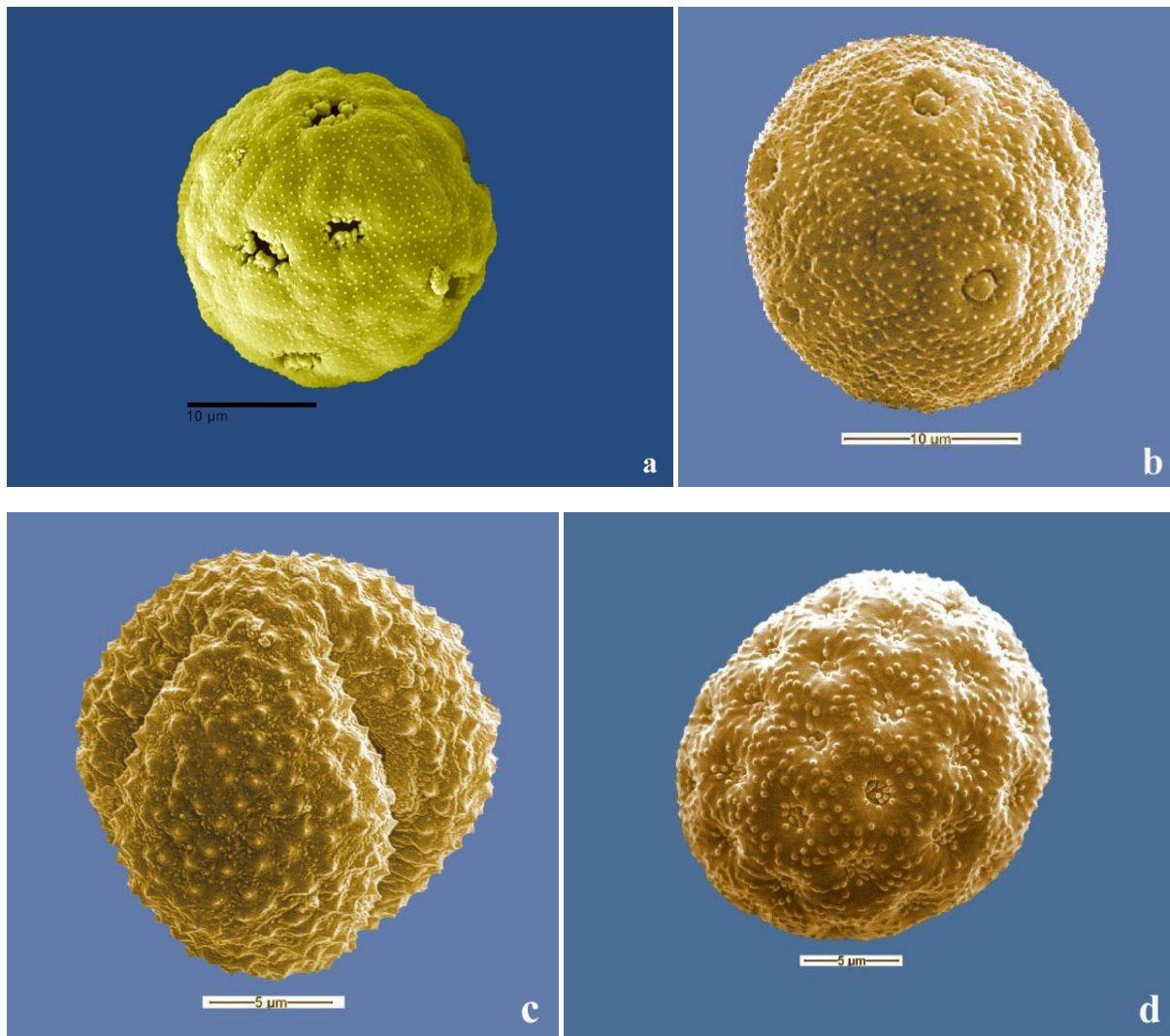


**Abb.12: Pollenkorn von Efeu**  
(Aufnahme mit Raster-Elektronen-  
Mikroskop, Foto: S. Gießwein);  
Zeigerpflanze für wintermildes  
Klima.

Kral 1971 konnte die mehrfach in den Hochlagen der Ostalpen pollenanalytisch festgestellten Waldgrenzabsenkungen durch Klimarückschläge auch auf dem Dachsteinplateau nachweisen und den Gletscherhochständen in den Zentralalpen zuordnen.

Der menschliche Einfluss auf die Vegetationsentwicklung lässt sich pollenanalytisch mit den so genannten Kulturzeigern erfassen (Abb.14). Pollen von Getreide gibt Hinweis auf Ackerbau, Spitzwegerich, Melde und Ampfer auf Weidewirtschaft, Brennessel, Beifuß und Melde sind Siedlungs- und Ruderalzeiger (Behre 1981).

Die Feststellung der Waldgrenze erfolgt pollenanalytisch aufgrund der Schwankungen der Baumpollen / Nichtbaumpollenkurve. Im Dachsteingebirge sind Moore und Seen im Bereich der heutigen natürlichen Waldgrenze nach Kral in etwa 1820 m wegen der starken Verkarstung mit Ausnahme des Gjaidalmmoores (1715 m) und der Niedermoore in Dolinen mit dem Hirzkarsee in 1800 m auf dem zentralen Dachsteinplateau nicht vorhanden, so dass vor allem auch auf Bodenprofile mit Rohhumusauflagen zurückgegriffen werden musste (Kral 1971, Drescher-Schneider 2009). Während Pollenanalysen von Mooren den regionalen Verlauf der Vegetationsentwicklung zeigen, erhält man von den Rohhumusprofilen ein Bild vom lokalen Vorkommen der Arten der Bäume und Kräuter eines begrenzten Zeitabschnittes der Nacheiszeit.



**Abb. 13:** Beispiele für Pollen der Kulturzeiger (anthropogenic indicators), Raster-Elektronen- Mikroskop-Aufnahmen; a: Mittelwegerich; b: Spitzwegerich; c: Wermut (Beifuß); d: Melde.

Im Dachsteingebirge ist der vor etwa 3500 Jahren in der Bronzezeit beginnende menschliche Einfluss auf die natürliche Waldentwicklung im Bereich der Wald- und Baumgrenze im Zusammenhang mit der Weidewirtschaft durch pollenanalytische Untersuchungen nachgewiesen (Kral 1971, Drescher-Schneider 2009, 2010). Nach Kral sind Pollen von Ampfer und Wegerich im Moorprofil der Gjaidalm Zeugen, dass der Tannen-Zirben-Fichtenwald zur Gewinnung von Weideflächen bereits am Ende der Jungsteinzeit bis zur frühen Bronzezeit zurückgedrängt wurde. Eine erste frühe bronzezeitliche Weidephase um 3500 v. h. hat Drescher-Schneider 2010 pollenanalytisch und fixiert durch  $^{14}\text{C}$  Daten in einem Rohhumusprofil der Hirschgrube (1690 m) auf dem nordöstlichen Dachsteinplateau nachweisen können. Auch in der Römerzeit und verstärkt im Mittelalter hat sich die Almwirtschaft auf die Vegetation der subalpinen Stufe auf dem Dachsteinplateau ausgewirkt und die Waldgrenze erheblich gesenkt. Nach den Pollenfunden von Kral sollte es auch in den ersten vorchristlichen Jahrhunderten Beweidung auf dem Dachsteinplateau gegeben haben. In der Jüngeren Eisenzeit um 500 v. Chr. kommt es auf dem Dachsteinplateau zu einer deutlichen Absenkung der Waldgrenze, während der Pollenanteil der Weidezeiger hoch ist. Aus der Älteren und Jüngeren Eisenzeit gibt es jedoch bis jetzt keine archäologischen Funde im Dachsteingebiet (Mandl 2003). Die großen Latschenfelder auf dem Dachsteinplateau sind nach Kral eine Folge der Waldgrenzabsenkung durch den Menschen. Zur klimatisch bedingten Waldgrenzsenkung kommt es während der „Kleinen Eiszeit“ im 17. Jh. und um 1850. Die Zirbe verschwand nahezu zur Gänze im Plateaubereich. Gletschervorstöße beendeten die hochalpine Weidewirtschaft. Das ist der wahre Kern der Sage von der verwunschenen Alm, die auch im Dachsteingebiet im 19. Jh. Friedrich Simony von einem Hallstätter erzählt wurde (Mandl 2003). Das auf der Grundlage von Pollenprofilen erstellte Zeit-Höhendiagramm von Kral 1971 zeigt die in starken Schwankungen erfolgte Absenkung der Waldgrenze von nahezu 2000 m bis auf 1550 m bis 1650 m auf der Nordabdachung des Dachsteinmassivs, die überwiegend (60%) auf menschliche Aktivitäten zurückgeht. Bei zunehmendem menschlichen Einfluss ist die Trennung der vom Klima her verursachten Vegetationsänderungen im allgemeinen schwierig.

Ob der Nichtbaumpollenanstieg und die Schwankungen der Baumpollenkurven im montanen Bereich von 500 m – 1400 m auf die Auswirkungen der menschlichen Eingriffe in die Wälder durch Rodungen zurückzuführen sind, müssen in Zukunft erst durch neue hoch auflösende Pollenanalysen mit absoluten Datierungen genau verfolgt werden (Drescher-Schneider dieser Bd. S. .. , Oeggl 2007).

Durch Entwässerung der Moore werden die jahrtausende alten Archive der Landschaft zerstört, da Pollen nur unter Wassersättigung des Torfs erhalten bleibt und bei Austrocknung unter Sauerstoffzutritt zersetzt wird und die Datenquellen dadurch vernichtet werden. Heute stehen daher wegen dieser und vieler anderer bedeutender Funktionen der Moore für den Naturhaushalt nicht die Nutzung, sondern Bemühungen um den Schutz, Renaturierung und Revitalisierung von Mooren im Vordergrund.

### Literatur

- Arnberger E. & Wilthum E. 1952: Die Gletscher des Dachsteinstockes in Vergangenheit und Gegenwart. Jahrb. OÖ Musealver. 97/98, 187-215, Linz.
- Behre, K-E. 1981: The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et spores* 23; 225-245
- Bobek M. & Schmidt R. 1976: Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des nordwestlichen Salzkammergutes und Alpenvorlandes (Österreich) mit Berücksichtigung der Pinus-Arten. *Linzer biol. Beitr.* 8/1, 95-133, Linz.
- Bortenschlager, S. 1972: Der pollenanalytische Nachweis von Gletscher- und Klimaschwankungen in Mooren der Ostalpen. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 85, 113-122, Stuttgart.
- Burga C. A. & Perret R. 1998: Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. Ott Verlag, 805 S., Thun.
- Draxler, I. 1977: Pollenanalytische Untersuchungen von Mooren zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Einzugsgebiet der Traun. *Jahrb. Geol. B.-A.* 120/1, 131-163 Wien.
- Drescher-Schneider, R. 2009: Erste pollenanalytische Untersuchungen zur Frage der bronzezeitlichen Vegetationsverhältnisse in der Hirschgrube (Dachstein, Oberösterreich). In: *Almen im Visier*, Forschungsberichte der ANISA 3, 7-14, Haus i. Ennstal.
- Drescher-Schneider, R. 2010: Gletscherstände und bronzezeitliche Almnutzung in den Hohen Tauern und am Dachstein (Österreich). Ergebnisse palynologischer Untersuchungen. In: *Archäologie in den Alpen Alltag und Kult*, Hsg. F. Mandl & H. Stadler, Forschungsberichte der ANISA Bd. 3, 15-24, Haus.i. Ennstal.

- Drescher-Schneider, R. 2013: Pollenanalysen zur Frage der Klimaveränderungen und des menschlichen Einflusses im Dachsteingebiet und im Salzkammergut. *Gmundner Geostudien* 5, 57-64.
- Husen D. van. 1977: Zur Fazies und Stratigraphie der jungpleistozänen Ablagerungen im Trauntal. *Jahrb. Geol. B.-A.* 120/1, 1-130 Wien.
- Klaus W. 1972: Spätglazial-Probleme der östlichen Nordalpen Salzburg –I nneralpinen Wiener Becken. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 85/1-4, 83-92, Stuttgart.
- Klaus W. 1975: Über bemerkenswerte Bestimmungsmerkmale an Pollenkörnern der Gattung Pinus. *Linzer Biol. Beitr.* 7/3 329-369 Linz.
- Kral F. 1971: Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs. Rekonstruktionsversuch der Waldgrenzdynamik. *Österr. Agrarverlag* 145 S., Wien.
- Kral F. 1983: Wald- und Siedlungsgeschichte. In: *Österreichs Wald*, 9-40.
- Kral F. 1991: Die Anwendung der Pollenanalyse im Rahmen forstlicher Fragestellungen.- *Veröff. Inst. Waldbau, Univ. Bodenkultur*, 78 S., Wien.
- Krisai R., Schmidt R. 1983: Die Moore Oberösterreichs. *Natur und Landschaftsschutz in Oberösterreich* 6, 298 S. Linz.
- Mandl, F. 2003: Almen im Herzen Österreichs. *ANISA*, 312 S., Haus im Ennstal.
- Mandl G., Van Husen D., Lobitzer H. 2012: Erläuterungen zu Blatt 96 Bad Ischl, *Geologische Bundesanstalt Wien*.
- Kühl N., Moschen R., Wagner St., Brewer S. & Peyron O. 2010: A multiproxy record of late Holocene - natural and anthropogenic environmental change from the Sphagnum peat bog Dürres Maar, Germany: implications for quantitative climate reconstructions based on pollen. *J. Quaternary Sci*, Vol 25/5 675-688.
- Matz H. & Gepp J. 2008: *Moorreiche Steiermark*. Naturschutzbund Steiermark & Inst. f. Naturschutz und Landschaftsökologie Stmk., 272 S., Graz.
- Schmidt R. 1981: Grundzüge der spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des Salzkammergutes (Österreich) aufgrund palynologischer Untersuchungen von See- und Moorprofilen. *Mitt. Komm. f. Quarträrforsch. d. Österr. Akad. Wiss.* 3. 1-96 Wien.
- Schmidt R., Drescher-Schneider R., Huber K., Weckström K. 2005: Die Bedeutung des Längsees in Kärnten für die Rekonstruktion der Klima- und Seenentwicklung am Ende der letzten Eiszeit. In: *Klimawandel in Österreich, alpine space and environment*, vol. 6, 27-40, Innsbruck.
- Steiner G. M. 1992: *Österreichischer Moorschutzkatalog*. Grüne Reihe des Umweltministeriums für Umwelt, Jugend und Familie 1, 507 S. Wien.
- Steiner G. M. 2005: Moore sind..... In: *Moore von Sibirien bis Feuerland*. *Stapfia* 85, 1-4, Linz.
- Tinner W., Ammann B. 2003: Reaktionsweisen von Gebirgswäldern - schneller als man denkt. *Geographentag Bern* 2003. 1-7.

