

Moore als Zeugen vergangener Pflanzenwelt

Univ.-Doz. Dkfm.
Dr. Robert KRISAI
Linzer Straße 18
A-5282 Braunau/Inn

Im Frühjahr 1980 wunderte sich vielleicht mancher, als er von einem Waldspaziergang zurückkehrte und nicht nur sein Auto, sondern auch Schuhe und Kleidung von einem feinen gelben Staub bedeckt sah.

Jedem fielen zu dieser Zeit auch die gelben Ränder von Pfützen auf, die nach einem Platzregen überall, auch

mitten in der Stadt, zu sehen waren. Unter dem Mikroskop betrachtet, erwies sich dieser „Staub“ rasch als ein Millionenheer von Pollenkörnern, hauptsächlich von der Fichte. Nicht in jedem Jahr ist dieser gelbe Niederschlag, im Volksmund auch „Schwefelregen“ genannt, gleich auffällig, denn nur jedes dritte oder vierte Jahr ist ein Fichtenblühjahr, in dem die

Bäume besonders viel Pollen produzieren, der dann durch den Wind verweht wird und so die jungen Zapfen – die weiblichen Blüten – erreicht oder wenigstens erreichen soll. Um die Bestäubung sicherzustellen, wird Blütenstaub im Übermaß erzeugt, so daß vieles davon verlorengeht und dann den gelben Belag auf verschiedensten Objekten verursacht.



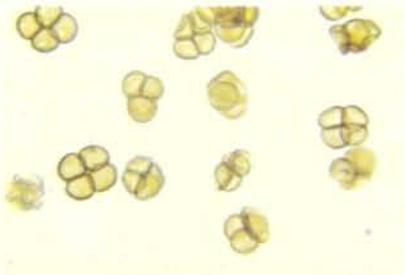
Aufschluß aus dem Gurgler Rotmoos, Tirol, mit Profil



Calluna vulgaris (Heidekraut, Pollen, Mikroskopvergrößerung 1000×



Vaccinium-(Heidelbeer-)typ, aus Torf vom Ewigkeitfilz im Ibmer Moor. 1000×



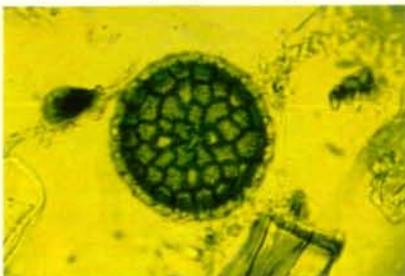
Typha latifolia (Breitblättriger Rohrkolben), Mikroskopvergrößerung 400×



Tilia cordata (Winterlinde), Pollen, 1000×



Thelypteris palustris (Erlenfarn), Spore, 1000×



Polygonum persicaris-Typ, Torf Zellhofer Moor/Mattsee, Salzburg, 1000 ×



Quercus robur (Stieleiche), Pollen 1000×



Abies alba (Tannen-)Pollen aus Torf vom Filzmoos bei Tarsdorf, OÖ.

Um die Flugfähigkeit zu erhöhen, sind die Pollenkörner unserer häufigsten Nadelhölzer mit Luftsäcken ausgestattet, so daß sie sich lange in der Luft halten können, obwohl sie relativ groß sind. Mit erheblich geringeren Pollenmengen kommen hingegen jene Pflanzen aus, die sich zur Bestäubung nicht des Windes, sondern der Insekten bedienen; ihr Blüten„staub“ besitzt keine Flugeinrichtungen, sondern ist mit einem Kleber, dem Pollenkitt, überzogen, weshalb er auch nur selten oder gar nicht in die Luft gerät. Überhaupt nicht verbreitet wird schließlich der Pollen der selbstbestäubenden, kleistogamen Pflanzen, bei denen sich die Blüten überhaupt nicht mehr öffnen und sich der Befruchtungsvorgang bereits in der geschlossenen Blüte vollzieht (z. B. beim Sonnen- tau).

Der weitaus größte Teil des jährlich die Erdoberfläche erreichenden Blütenstaubes wird im Rahmen der normalen Abbauvorgänge im Boden zersetzt. Nur unter besonderen Bedingungen, nämlich unter Luftabschluß, wird das Bakterienwachstum gehemmt und der Pollen bleibt erhalten. Das ist besonders in Mooren und Seeablagerungen, aber auch in Tuffbildungen, Tonlagern, ja sogar im Salz der Meeresküsten oder im Löß der Fall. Hier wird er allmählich in die sich bildende Ablagerung eingebettet und so über sehr lange Zeiträume – Jahrtausende, ja Jahrmillionen – konserviert. Daß sich Pollenkörner bevorzugt erhalten, auch wenn alle andere Pflanzensubstanz bereits vergangen ist, hängt damit zusammen, daß ihre Wand, die Exine, aus einer besonders widerstandsfähigen Substanz, dem Sporopollenin, besteht, das chemisch als Grundbaustein einen dem Lignin verwandten cyclischen Kohlenwasserstoff aufweist.

Gelingt es nun dem Forscher, aus der betreffenden Ablagerung die Pollenkörner so zu isolieren, daß sie noch bestimmbar sind, kann er auf diese Weise das Pflanzenkleid in der Umgebung der Ablagerungsstätte oder auf dieser selbst rekonstruieren. Die Forschung geht dabei den Weg der Natur gewissermaßen zurück: mit Hilfe geeigneter Methoden, die dem jeweiligen Sediment angepaßt werden müssen, wird der Blütenstaub aus der Ablagerung herausgelöst und dann untersucht, gewissermaßen auf die Pflanze zurückgeführt. Die große Widerstandsfähig-

keit der Pollenwand gestattet es, auch starke Chemikalien, wie Salpetersäure, Kaliumchlorat oder Kalilauge oder sogar Flußsäure anzuwenden und so auch dichte Tone, ja sogar Kalkfels, zu untersuchen.

Der Wissenschaftszweig, der sich mit diesen Dingen befaßt, wird gemeinhin **Pollenanalyse** genannt. Dabei wird in der Regel zwischen Vegetationsgeschichte, die als „historische Geobotanik“ einen Zweig der Pflanzengeographie darstellt und sich nur mit quartären – eiszeitlichen und nacheiszeitlichen – Ablagerungen befaßt, und der Untersuchung älterer Sedimente, die als Paläobotanik zur Paläoontologie gehört, unterschieden. Nur von der ersten ist im folgenden die Rede.

Moore und Seeablagerungen sind in unserer Heimat alle erst nach der jüngsten, der Würm-Vereisung entstanden – zum weitaus überwiegenden Teil auf dem vom Eis freigegebenen Gebiet. Untersucht man den in ihnen eingebetteten Blütenstaub, so kann man also das Wiederentstehen des Vegetationskleides nach dem Eisrückgang verfolgen. Dazu werden zunächst in regelmäßigen Abständen aus dem Torf Proben entnommen, was entweder direkt an einer Stichwand, sofern eine solche zur Verfügung steht, oder durch Bohren geschieht. Dabei muß sorgfältig darauf geachtet werden, daß es zu keiner Verunreinigung mit jüngerem Material kommt, sonst würde das Ergebnis total verfälscht. Im Labor wird dann die Art der Ablagerung (Hochmoortorf, Niedermoortorf, Seekreide etc.) bestimmt und der Pollen möglichst weitgehend vom Einbettungs-

medium getrennt. Erst nach diesen Vorarbeiten beginnt die eigentliche Aufgabe des Pollenanalytikers, das **Bestimmen** und **Auszählen der Pollenkörner** unter dem Mikroskop.

Es gehört zu den ältesten Entdeckungen seit der Erfindung des Mikroskops, daß der Blütenstaub nicht bei allen Pflanzen gleich ausgebildet ist, sondern daß das Pollenkorn eine jeweils für die betreffende Pflanze oder Pflanzengruppe typische Form und Struktur besitzt. Dadurch ist es möglich, zumindest die Familie, in vielen Fällen die Gattung, in manchen Fällen auch die Art zu ermitteln, von der ein Pollenkorn stammt. Glücklicherweise sind nun gerade die Pollenkörner unserer wichtigsten Bäume recht gut und leicht zu bestimmen. Betrachten wir die beigegebene Abbildung, so sehen wir, daß Kiefern-, Fichten- und Tannepollen Luftsäcke besitzen und dadurch von allen anderen eindeutig verschieden sind. Innerhalb dieser Gruppe ist der Kiefernpollen schon durch die Größe bzw. Kleinheit leicht abzutrennen; die Unterscheidung von Tanne und Fichte wird hingegen schon komplizierter, hier müssen wir z. B. auf die unterschiedliche Länge der Ansatzstelle des Luftsackes im Verhältnis zur Luftsackbreite zurückgreifen. Unter den Nadelhölzern besitzen Lärche, Eibe und Wacholder keine Luftsäcke; ihr Pollen ist merkmalsarm und wurde daher auch erst relativ spät erkannt.

Bei den Laubholzpollen kommt es in erster Linie auf die Zahl der Poren und Falten an, die im optischen Querschnitt als kleine runde oder längliche Löcher in der Pollenwand

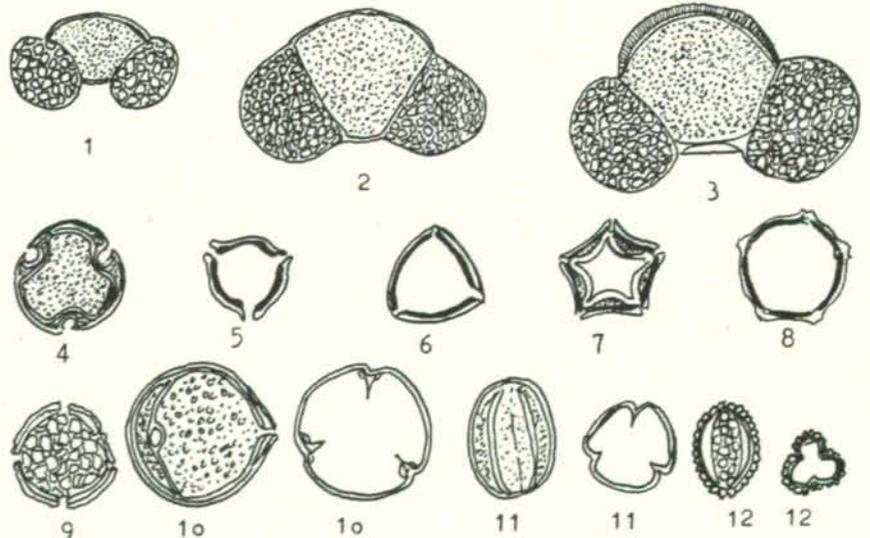


Abb. 1: Pollenkörner der wichtigsten Bäume: 1 Kiefer, 2 Fichte, 3 Tanne, 4 Linde, 5 Birke, 6 Hasel, 7 Erle, 8 Hainbuche, 9 Ulme, 10 Rotbuche, 11 Eiche, 12 Weide. Nach FILZER, verändert. Abb. 1-3 gez. R. Krisai

zu erkennen sind. Wichtig ist außerdem die äußere Form des Pollenkornes (kugelig, elliptisch, dreieckig etc.). Der Pollen von Linde, Birke und Hasel ist dreieckig und besitzt drei Keimporen. Bei der Linde sitzen diese in der Mitte zwischen den Ecken und sind tief nach innen eingebuchtet, der Lindenpollen ist außerdem bedeutend größer und damit leicht kenntlich. Hasel und Birke unterscheiden sich in der Größe nur unwesentlich, ihre Poren sind jedoch abweichend gebaut: bei der Birke treten am Porus zwei Schichten der Exine etwas auseinander und umschließen einen „Vorhof“ (Vestibulum), was bei der Hasel nicht der Fall ist. Der Pollen von Erle, Hainbuche und Ulme ist wieder ähnlich, nämlich durch fünf Keimporen ausgezeichnet; die Erle besitzt zudem von Pore zu Pore verlaufende Verdickungen der Wand, sogenannte „Archi“, die sie leicht unterscheidbar machen, die Ulme ist durch eine netzartige Zeichnung auf der Pollenwand kenntlich. Der Pollen der Buche weist drei Poren und dazu noch drei Längsfalten auf, der der Eiche nur drei Längsfalten. Ähnlich, aber kleiner ist der Pollen der Weide, der aber eine deutlich netzige (reticulate) Struktur aufweist. Wegen seiner Merkmalsarmut lange Zeit nicht erkannt wurde der Pollen der Pappel. Auch manche kultivierten Bäume besitzen gut kenntliche Pollenkörner und wurden daher in jungen Ablagerungen wiederholt nachgewiesen, so die Edelkastanie oder der Nußbaum. Pollenanalytisch kaum faßbar sind hingegen unsere verbreiteten Obstbäume aus der Familie der Rosengewächse (Apfel, Birne, Kirsche). Mit den angegebenen Merkmalen ist also eine Bestimmung der Gattung (Weide, Erle etc.) unschwer möglich, eine Artbestimmung stößt jedoch auf große Schwierigkeiten und ist nur in Ausnahmefällen durchführbar (so kann z. B. bei den Eichen ein Typ der sommergrünen und ein solcher der immergrünen Arten unterschieden werden, eine Trennung etwa der Stieleiche von der Traubeneiche ist aber nicht möglich, wenigstens nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse).

Noch vor zwanzig Jahren hat man sich weitgehend mit der Bestimmung der Baumpollen begnügt. Heute wird aber auch der Pollen der übrigen Pflanzengruppen, der sogenannte „Nichtbaumpollen“ (NBP) immer stärker beachtet, gestattet seine Kenntnis doch, ein viel feineres Bild

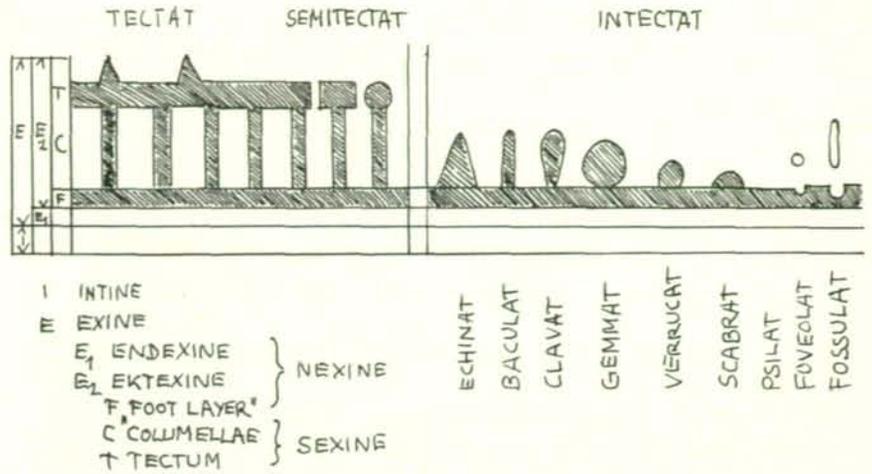


Abb. 2: Feinbau der Pollenwand nach STRAKA, verändert.

des Pflanzenkleides zu zeichnen, als dies mit den Bäumen allein möglich ist. Zur Bestimmung müssen hier weitere Merkmale, wie sie vor allem der Feinbau der Exine liefert, herangezogen werden. Diese Exine ist ein kompliziert zusammengesetztes Gebilde aus mehreren Schichten, in der Regel einer Basalschicht (foot layer), auf der kleine, säulenförmige Gebilde, die Columellae, sitzen, und einer Deckschicht (Tectum), die aber auch ganz oder teilweise fehlen kann (semitectate bzw. intectate Körner). Die Deckschicht kann mit Fortsätzen oder auch Vertiefungen verschiedener Form (Warzen, Stäbchen, Keulen, Stacheln = Verrucae, Baculae, Clavae, Echini) besetzt sein, die wiederum zu Gruppen zusammentreten können (frustillate PK.). Abb. 2 zeigt diesen Aufbau in schematisierter Form. Erst die Erfindung des Raster-Elektronenmikroskops hat es ermöglicht, viele Strukturdetails, die an der Grenze der Sichtbarkeit im Lichtmikroskop liegen, aufzuklären und die im Lichtmikroskop gerade noch erkennbaren Muster richtig zu deuten. Es offenbart sich hier dem staunenden Auge eine Vielfalt von Formen, die der berühmten Zieralgen oder der Radiolarien in nichts nachsteht. So interessant diese an heute lebenden Pflanzen gewonnenen Ergebnisse auch sind, so hat der Einsatz des Raster-Elektronenmikroskops doch Grenzen: es ist, abgesehen vom Zeitaufwand, aus methodischen Gründen noch nicht möglich, einzelne im Präparat aus fossilem Material gefundene Pollenkörner mit einigermaßen vertretbarem Aufwand im REM zu untersuchen. Für die Pollenanalyse ist daher nach wie vor das Lichtmikroskop, wenn auch mit „schwerem Geschütz“ (Immersion und Phasenkontrast) von größter Bedeutung.

In intensiver Forschungsarbeit ist es so in den letzten Jahrzehnten gelungen, den Pollenbau nahezu aller Pflanzenfamilien der Erde festzustellen. Die Bestimmungsmöglichkeit ist aber bei den Nichtbaumpollen noch schlechter als bei den Bäumen; manches läßt sich nur bis zur Familie bestimmen (z. B. Chenopodiaceae), vieles nur bis zur Gattung (*Potentilla*, *Gentiana*) oder Unterfamilie (Compositae liguliflorae = Cichoriaceae). In Einzelfällen ist aber sogar eine Artbestimmung möglich (*Centaurea cyanus*, *Plantago lanceolata*). Besondere Schwierigkeiten bereitet u. a. die Familie der Gräser, aber auch hier ist es gelungen, wenigstens einen Getreidetyp von einem Wildgrastyp zu unterscheiden.

Einzelne Angaben über im Torf gefundene Pollenkörner wurden schon um die Jahrhundertwende von einigen Autoren (FRÜH, C. A. WEBER) gemacht; ein sinnvolles quantitatives Arbeiten wurde aber erst durch die Idee möglich, die Anzahl der gefundenen Pollenkörner einer Art in Prozenten der Baumpollensumme (oder der Gesamtpollensumme) auszudrücken, was erstmals der schwedische Staatsgeologe LENNART v. POST 1916 durchführte. Von ihm stammt das erste **Pollendiagramm** im modernen Sinn, das sich aus der Aneinanderreihung der einzelnen Prozentsätze ergab (Abb. 3). Anhand eines solchen Diagrammes läßt sich nun die Häufigkeit der einzelnen Bäume im Laufe der Entstehungszeit der untersuchten Ablagerung ziemlich genau verfolgen und damit das Waldbild während der verschiedenen Abschnitte der Nachzeit erkennen.

Von besonderer Bedeutung ist dabei das Verhältnis zwischen Baum- und Nichtbaumpollen, ermöglicht es

doch, den Grad der Bewaldung abzuschätzen und damit z. B. Schwankungen der Waldgrenze im Gebirge zu erkennen, wie dies z. B. KRAL im Dachsteingebiet gelungen ist. Erkennbar ist daraus auch, wann die Wiederbewaldung nach der Eiszeit eingesetzt hat; weiters – besonders in Osteuropa von Bedeutung – ob ein Wechsel zwischen Wald- und Steppenphasen stattgefunden hat. Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet der Pollenanalyse ist die Rekonstruktion des natürlichen Waldbildes einer Gegend, was für die Forstwirtschaft sehr wichtig sein kann.

Ist die Waldentwicklung einer Landschaft einmal bekannt, so kann man

Kiefer ist ungleich höher als die der Buche! Eine einzelne Kiefer auf dem Moor kann daher ungleich höhere Prozentsätze verursachen als ein Buchenwald in einigen Kilometern Entfernung. Pollen der einzelnen Arten wird zudem verschieden weit transportiert; solcher von Birke oder Kiefer über Hunderte Kilometer, was besonders bei Waldgrenzuntersuchungen im Gebirge zu beachten ist.

In der Luft über dem Atlantik hat man noch in 600 Kilometer Entfernung von der Küste Pollen gefunden, wenn auch in sehr geringer Anzahl. Auf Gough Island im Südatlantik wurden Pollen von *Nothofagus* (ein unserer Buche verwandter südameri-

Klima- und Siedlungsgeschichte geworden, was bei **Naturschutzüberlegungen** noch viel mehr beachtet werden sollte. Freilich wird bei der Kultivierung eines Moores für landwirtschaftliche Zwecke oder der Aufforstung der Torf zunächst nicht zerstört und kann noch untersucht werden. Zumeist kommt es jedoch nach kurzer Zeit zu starken Sackungen und zu Torfschwund in den oberen Schichten sowie zu zeitweiser Austrocknung, was das Gefüge des Torfes irreversibel verändert und einen Aufschluß unmöglich machen kann. Daß ein Torfabbau das Ende der Pollenanalyse bedeutet, braucht nicht erst betont zu werden. Vieles wurde auf diese Weise schon für immer zerstört, bevor nur eine einzige Probe entnommen wurde. Wenn ein Moor vor einem beabsichtigten Abbau noch schnell untersucht wird, ist dies sicher besser als nichts; die Erhaltung ist jedoch entschieden vorzuziehen, kann doch heute niemand abschätzen, welche Fortschritte die Wissenschaft macht, so daß u. U. in zwanzig Jahren ganz andere Ergebnisse erzielbar sein können als mit den heutigen Möglichkeiten.

Zum Abschluß sei daher ein eindringlicher Appell an die Verantwortlichen gerichtet, dafür zu sorgen, daß ein möglichst engmaschiges Netz von Moor-Schutzgebieten in unserem Land eingerichtet wird, um weitere Forschungsarbeit zu ermöglichen!

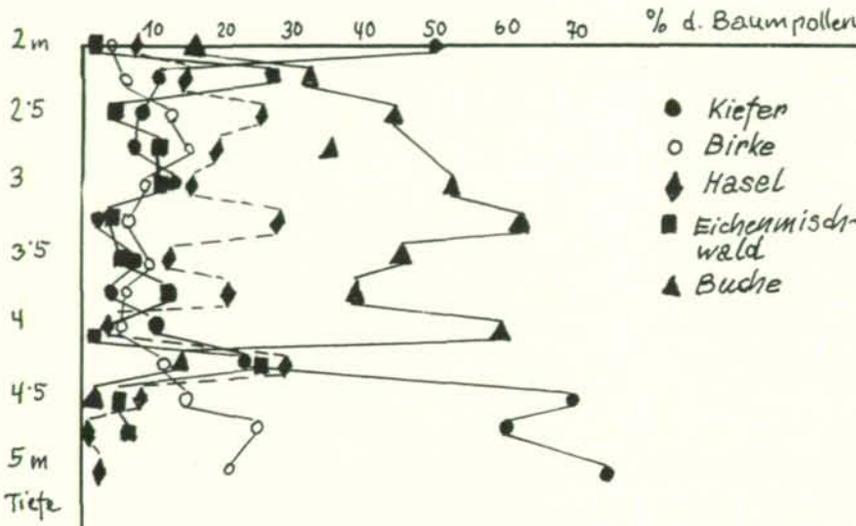


Abb. 3: Pollendiagramm nach einer Bohrung im Untergrund des Heradinger Sees, Ibmer Moor. Nach Pammer-Gräflinger aus GAMS, 1947, stark vereinfacht.

umgekehrt aus der gefundenen Holzartenzusammensetzung auf das Alter einer Ablagerung schließen und z. B. feststellen, wann ein bestimmtes Moor entstanden ist (relative Altersbestimmung). Erwähnt sei, daß es auch Methoden zur absoluten Altersbestimmung gibt (Radiocarbonmethode), worauf aber hier nicht eingegangen werden kann.

Freilich sollten bei allen Erfolgen auch die **Grenzen der pollenanalytischen Arbeitsmethode** nicht übersehen werden. Es gibt Gattungen, deren Pollen sich überhaupt nicht oder nur ganz ausnahmsweise erhält (*Juncus*, *Najas*, *Orchis*) und die daher im Pollenbild fehlen. Die Pollenproduktion der windblütigen Pflanzen, speziell großer Bäume, ist ungleich größer als die der insektenblütigen, ihr Pollen daher bei weitem stärker vertreten als ihrem Anteil an der Vegetation entspricht. Auch innerhalb der Bäume gibt es größte Unterschiede in der Pollenproduktion: die der

kanischer Baum) gefunden, obwohl die Insel baumlos ist; die Küste von Südamerika ist 4500 Kilometer entfernt! Eine der größten Schwierigkeiten bildet die selektive Zersetzung einzelner Typen, speziell des Laubholzpollens. Besonders Niedermoor-torfe enthalten oft nur mehr Nadelhölzer und Linde, während die anderen, empfindlicheren Laubholzpollen zersetzt wurden. Daraus etwa ein Vorherrschen von Nadelwäldern in der Umgebung zu schließen, wäre aber grundfalsch; solche Befunde müssen daher besonders vorsichtig gedeutet werden. Hingegen haben Untersuchungen gezeigt, daß der anfangs oft befürchtete vertikale Transport von Pollen aus jüngeren Ablagerungen in ältere, etwa durch versickerndes Regenwasser, keine Rolle spielt.

Durch den Siegeszug der Pollenanalyse in den letzten Jahrzehnten sind somit Moore zu erstrangigen Archiven der Vegetations- und damit der

Weiterführende Literatur:

BEUG, H. J., 1961: Leitfaden der Pollenbestimmung, Lieferung I, 63 S., Stuttgart.

ERDTMAN, G., 1943: An Introduction to Pollen Analysis. 239 S., New York.

FAEGRI, K., u. IVERSEN, J., 1975: Textbook of Pollen Analysis. 295 S. (3. Aufl.), Kopenhagen.

FIRBAS, F., 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, Band I: Allgemeine Waldgeschichte. 480 S., Jena.

– 1952: Band II: Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. 256 S., Jena.

KRAL, F., 1979: Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. Veröff. d. Instituts f. Waldbau an der Universität f. Bodenkultur in Wien, 175 S., Wien.

PUNT, W. (Hrsg.) 1976: The North-west European Pollen Flora, Teil I., 145 S., Amsterdam.

PUNT, W., u. CLARK, G. S. C., 1980: Band II., 265 S., Amsterdam.

STRAKA, H., 1975: Pollen- und Sporenkunde. 238 S., Stuttgart.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [ÖKO.L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [1981_1](#)

Autor(en)/Author(s): Krisai Robert

Artikel/Article: [Moore als Zeugen vergangener Pflanzenwelt 8-11](#)