©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Beitrag zur spät- und postglazialen Pollenstratigraphie und Vegetationsgeschichte Kärntens

von

ADOLF FRITZ

Inhalt

1. Vorwort
2. Zielsetzung
3. Die Pollenhorizonte
4. Diskussion über den Einfluß der Höhenlage, bzw. der Vegetationszonen und der Sedimentbeschaffenheit auf die Pollenhorizonte
5. Die C_{14}-Untersuchungen
6. Die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte Kärntens
7. Erörterung der Ursachen der Vegetationsentwicklung in Kärnten
8. Die Firbas'schen Pollenzonen. Parallelisierung der Vegetationsgeschichte Kärntens, Mitteleuropas nördlich der Alpen, Sloweniens und der Insubrischen Schweiz
9. Zusammenfassung
10. Auswahl aus der Literatur

1. Vorwort

Die Ereignisse der pleistozänen Vereisung haben in ganz Europa zu tiefgreifenden Veränderungen in der Pflanzenwelt geführt. Die Auswirkungen sind noch heute unter anderem in einer beachtlichen Artenarmut der Laub- und Nadelwälder erkennbar (GAMS, 1954). Zur Aufklärung dieser wechselvollen Vegetationsgeschichte haben die Entdeckung fossilen Blütenstaubs um die Mitte des 19. Jahrhunderts und der Ausbau der pollenanalytischen Methode, vor allem durch C. A. WEBER, 1891 und L. v. POST, 1916, entscheidende Impulse gegeben.

Wenn auch die ersten Blütenstaubuntersuchungen in den Ostalpen verhältnismäßig bald nach dem Bekanntwerden dieser Arbeitsrichtung vorgenommen wurden und es nicht an Bemühungen gefehlt hat, diese hier einzuführen (FIRBAS, GAMS, SARNTHEIN u. a.), so ist die Pollenanalyse in diesem Raume, insbesondere während der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, doch nicht auf so breiter Basis betrieben worden wie in anderen Teilen Europas.

Seit dem Ende des zweiten Weltkrieges ist jedoch eine verhältnis-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

mäßig große Zahl von pollenanalytischen Arbeiten über die Ostalpen und ihre unmittelbare Umgebung erschienen:

BORTENSCHLAGER, 1964: Mühlviertel, Lungau, Wimitzerberge. BRANDTNER, 1949: Kärnten, Melk a. d. Donau; 1951: Burgenland; 1954: Kärnten. FRENZEL, 1964: Alpenostrand. FREY, 1956: Kärnten. FRITZ, 1963, 1964: Gurktaler Alpen; 1965: Oberes Drautal. GAMS, 1949—51, 1962, 1963: Tirol; 1966: Wimitzerberge. KLAUS, 1960, 1961: Waldviertel. LÜRZER, 1954, 1956: Salzburger Vorland. MAYER, 1963: Nordabfall der mittleren Ostalpen; 1964, 1966: Salzburger Kalkalpen. SARNTHEIN, 1947: Kärnten; 1948: Tirol. SCHLATTE, 1965: Steiermark. SCHMID, 1965: Kärnten. ŠERCELJ, 1955, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966: Slowenien. VAN VEEN, 1961/62: Steiermark. ZAGWIJN, 1952: Tirol.

In Kärnten wurden bis jetzt insgesamt 14 Moore und Seen, wenn auch z. T. mit recht unterschiedlicher Genauigkeit, untersucht. Im Vergleich zu anderen Bundesländern Österreichs, Tirol ausgenommen, ist daher das „Land an der Drau" pollenanalytisch so weit durchforscht, daß eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse nicht nur möglich, sondern für die weitere Arbeit von Nutzen ist. Dies um so mehr, als aus Kärnten bereits mehrere C_{14}-Datierungen vorliegen.

Man wird allerdings nicht erwarten dürfen, daß jetzt schon alle paläobotanischen Probleme des Spät- und Postglazials zufriedenstellend gelöst werden können. Man wird aber aus der Zusammenschau neue Blickpunkte gewinnen, die uns zeigen, in welcher Richtung die Untersuchungen weitergeführt werden sollen.

Herrn Univ.-Prof. Dr. H. FLÜGEL danke ich an dieser Stelle aufrichtig für sein großes Interesse an meiner Arbeit, seine wertvollen Anregungen und die freundliche Vermittlung der C_{14}-Untersuchungen des Lengholzer Moores.

Weiters ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. M. A. GEYH, Leiter des C_{14}-Labors des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Hannover-Buchholz für die Durchführung der radiometrischen Bestimmungen zu danken.

2. Zielsetzung

Das in dieser Arbeit verfolgte Ziel ist im Grunde genommen ein dreifaches:

Erstellung einer für Kärnten brauchbaren Pollenstratigraphie spät- und postglazialer Sedimente.

Diskussionsvorschlag über eine methodisch ergänzende Darstellungsart pollenanalytischer Diagramme.

Charakterisierung der Vegetationsgeschichte Kärntens und Parallelisierung mit der Vegetationsentwicklung in anderen Teilen Europas.

Die Grundvoraussetzung der vegetationsgeschichtlichen und paläoklimatologischen Erforschung des Spät- und Postglazials ist die verläßliche zeitliche Aneinanderreihung der beobachteten Ergebnisse. Der Weg einer rein lithostratigraphischen Gliederung von See- und Moor-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

ablagerungen, fußend auf dem stratigraphischen Grundgesetz des dänischen Arztes STENO, kann erfahrungsgemäß den Anforderungen nicht ganz gerecht werden. Auf die diesbezüglichen Gründe möge hier nicht eingegangen werden, wohl aber sei darauf hingewiesen, daß in Kärnten nicht einmal Anzeichen deutlicher Rekurrenzflächen in den Moorprofilen auftreten (SCHMID, 1965).

Mit Hilfe statistischer Blütenstaubuntersuchungen ist man jedoch nicht nur in der Lage, tiefer in die Vegetationsentwicklung einer Gegend einzudringen, sondern auch stratigraphische Anhaltspunkte zu gewinnen.

Die pollenanalytischen Untersuchungen im Raume der Alpen und südlich davon haben gezeigt, daß die Vegetationsgeschichte Europas differenziert ist (ZOLLER, 1960, 1962; BEUG, 1961; ŠERCELJ, 1963). Die Abweichungen bestehen nicht nur darin, daß in verschiedenen Gebieten verschiedene Waldbildner zur Vorherrschaft gekommen sind, sondern daß selbst gleichartige Waldphasen zeitlich von Süden nach Norden verschoben auftreten (ŠERCELJ, 1966).

Auch die Vegetationsgeschichte Kärntens weicht in wesentlichen Zügen von der im nahen Süden, in den Westalpen und im mitteleuropäisch-skandinavischen Raume ab. Diese Vermutung wurde bereits von FIRBAS, 1923, ausgesprochen und inzwischen durch zahlreiche pollenanalytische Arbeiten bestätigt. Es ist daher nicht ratsam, den Ablauf der Vegetationsentwicklung in Kärnten in ein stratigraphisches Schema zu pressen, das den örtlichen Verhältnissen nicht entsprechen kann. Dies betrifft nicht nur die FIRBAS'schen Pollenzonen, sondern auch die Klimaperioden nach BLYTT-SERNANDER, die von den verschiedenen Autoren zur Datierung der Waldphasen in Kärnten herangezogen wurden. Wir wissen heute, selbst unter der Annahme, die Klimaphasen wären in ganz Europa synchron verlaufen, daß sich der Einfluß des Klimas in verschiedenen geographischen Breiten andersartig manifestierte (ŠERCELJ, 1963). Weiters hat ZOLLER, 1962, gezeigt, daß die Vegetationsentwicklung im Bereiche der Alpen durchaus nicht rein klimatisch erklärt werden kann, sondern daß auch die Einwanderungsfolge der Gewächse entscheidend Einfluß genommen hat. Eine sachlich einwandfrei begründete paläoklimatologische Stratigraphie des Spät- und Postglazials mittels Pollen als Klimazeugen ist demnach weitaus schwieriger und unverläßlicher als es zu sein scheint. Es wird sich noch Gelegenheit bieten, darauf zurückzukommen.

Auf Grund dieser Überlegungen ist es am vorteilhaftesten, die zeitliche Gliederung der Vegetationsgeschichte in Kärnten auf der Basis objektiver Untersuchungsmerkmale aufzubauen. Solche sind der fossile Polleninhalt der Sedimente und die radiometrischen Daten kohlenstoffhaltiger Substanzen. Nur diese sind dem Forscher unmittelbar zugänglich und von Pollendiagramm zu Pollendiagramm vergleichbar. Diese Vorgangsweise ist auch deshalb berechtigt, da es methodisch nicht zu-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

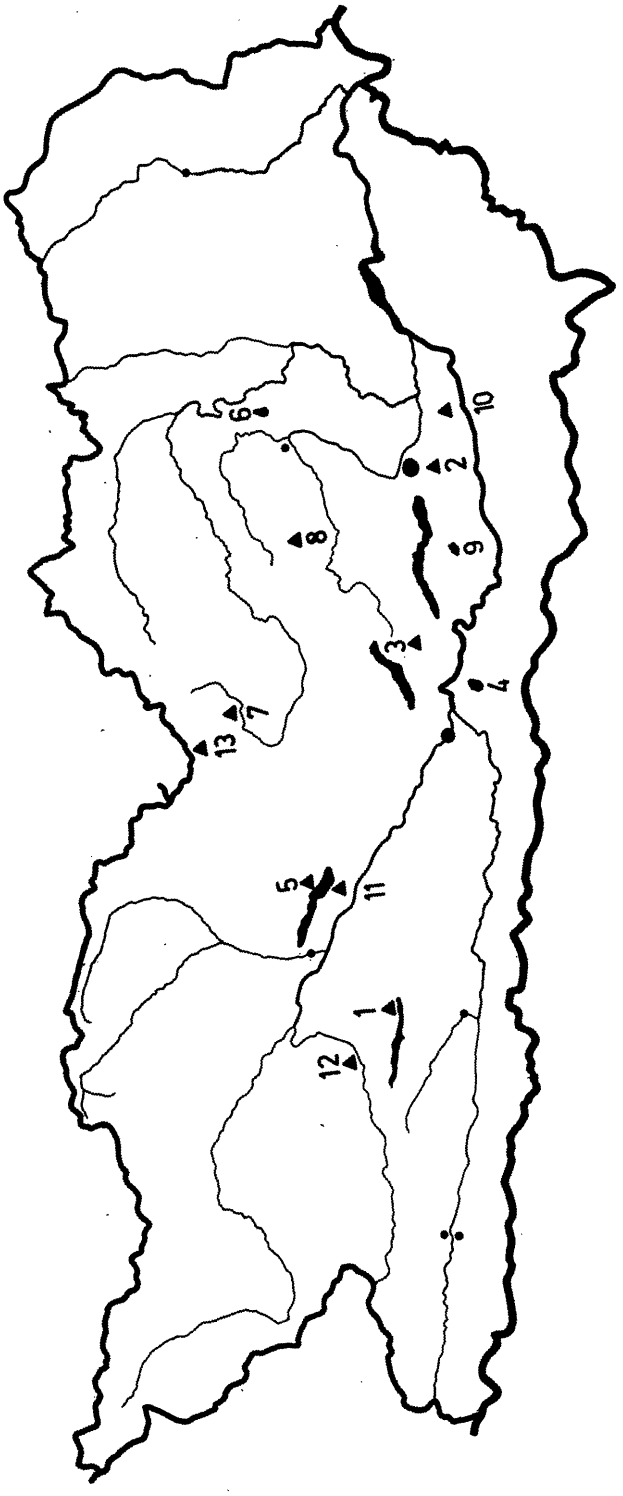


Abb. 1: Lagenskizze der Bohrstellen in Kärnten.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

friedenstellen würde, sich auf Voraussetzungen zu stützen, die für Kärnten erst erwiesen werden müssen.

Aus der Notwendigkeit heraus, die wesentlichsten pollenstratigraphischen Züge in den Pollendiagrammen aus Kärnten zu erarbeiten, mußte ein Weg gesucht werden, der diesen Erfordernissen entgegenkommt. In diesem Zusammenhang hat es sich gezeigt, daß es sehr wertvoll sein könnte, wenn grundsätzlich jedes Pollendiagramm in einem eigenen Abschnitt alle wesentlichsten stratigraphischen Merkmale (Sedimentbeschaffenheit, kennzeichnendste Pollenkurven, Hinweise auf C_{14}-Untersuchungen) in einer für alle Autoren gemeinsamen Darstellungsart enthalten würde. Es sei daher zur Diskussion gestellt, ob nicht eine derartige Einführung, in welcher konkreten Form auch immer, des besseren Vergleiches von Diagrammen wegen, von allgemeinem Interesse wäre.

3. Die Pollenhorizonte

In Abb. 1 sind die Bohrstellen, deren Pollendiagramme in dieser Untersuchung herangezogen wurden, mit den unten angegebenen Ziffern, gemäß ihrer geographischen Lage, eingetragen.

1 Weißensee, 930 m (KIELHAUSER, 1937).
2 Sattnitzmoor, 440 m (SCHÜTRUMPF, 1940).
3 Langes Moos, 720 m (SARNTHEIN, 1947).
4 Faaker See, 561 m (SARNTHEIN, 1947).
5 Sappl, 800 m (BRANDTNER, 1949).
6 Längsee, 548 m (FREY, 1956).
7 Autertal, 1460 m (FRITZ, 1964).
8 Dobramoos, 902 m (BORTENSCHLAGER, 1964, Dissertation).
9 Keutschacher See, 508 m (SCHMID, 1965, Dissertation).
10 Schwarzer Moor, 770 m (SCHMID, 1965, Dissertation).
11 Kohlenmoos, 846 m (SCHMID, 1965, Dissertation).
12 Lengholzer Moor, 570 m (FRITZ, 1965).
13 Kohrnock, 2015 m (FRITZ, 1967).

Diagrammdarstellung

Um die Pollendiagramme besser miteinander vergleichen zu können, wurden diese nach einheitlichen Gesichtspunkten umgezeichnet. Dabei stand die Absicht im Vordergrund, die Diagramme zu vereinfachen und zu entzerren.

Die Vereinfachungen bestehen darin, daß nur Kurven von Pollentypen mit stratigraphischem Wert zur Darstellung gelangen. Derartige Typen sind solche, die entweder nur in ganz bestimmten Sedimenthorizonten auftreten, oder die ihr Massenvorkommen in typischen Diagrammlagen besitzen. Diesen Voraussetzungen entsprechen ver-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

hältnismäßig viele Pollentypen. Es wurden nur die wichtigsten ausgewählt: *Pinus, Picea, Betula, Ulmus, Tilia, Fagus, Artemisia,* Chenopodiaceen und der Blütenstaub von Kulturgewächsen (Getreide-Typ, *Castanea, Juglans).* Zur Erhöhung der Kurvenausschläge werden weiters von den genannten Typen noch jene zu einer gemeinsamen Kurve zusammengezogen, die sich in ihrem stratigraphischen Wert entsprechen. Danach ergeben sich für Kärnten folgende bedeutsame Pollenkurven:

Pinus-Kurve,
Picea-Kurve,
Betula-Kurve,
Ulmus-Tilia-Kurve,
Fagus-Kurve,
Artemisia-Chenopodiaceen-Kurve und
Kulturpflanzenpollen-Kurve

Im Diagramm „Sappl" und „Weißensee" war es ausnahmsweise notwendig, den Pollen von *Abies* in der Darstellung mit heranzuziehen und dessen Werte mit denen von *Fagus* zu einer gemeinsamen *Fagus-Abies*-Kurve zu vereinigen. Die spärlichen Pollenfunde von *Fagus* hätten hier nicht für eine geschlossene Kurve genügt. *Abies*pollen ist in Kärnten dem *Fagus*pollen stratigraphisch nahezu gleichwertig.

Die Ulmen-Linden-Kurve in den Diagrammen „Faaker See" und „Langes Moos" enthält neben diesen beiden Typen noch den Pollen von *Quercus.* Sarnthein hat die drei Typen nicht gesondert ausgeschieden, bemerkt jedoch in der Beschreibung seiner Zone V dazu folgendes: „Unter den Bäumen des Eichenmischwaldes, . . sind vorwiegend Linden, in zweiter Linie Ulmen und in geringster Zahl Eichen vertreten", 1937, p. 123.

Die Entzerrung der Diagramme beruht auf der Überlegung, daß Diagrammabschnitte, die ein und denselben spät- bzw. postglazialen Zeitabschnitten angehören, auf der Ordinatenachse des Koordinatensystems gleich lang abgebildet werden müßten. Die Anordnung der Pollenspektren in den umgezeichneten Diagrammen erfolgt daher nicht nach ihrer absoluten Tiefe in cm, sondern, so weit dies eben möglich ist, nach ihrem absoluten Alter. Gewiß ist das streng genommen unausführbar. Doch wird auch dann schon der eigentliche Zweck erreicht, wenn zumindest einige Diagrammpunkte mit Hilfe von C_{14}-Datierungen richtig auf die Zeitachse aufgetragen werden. Es besteht wohl kaum ein Zweifel darüber, daß jene Ungenauigkeiten, die auf die Fehlergrenzen von C_{14}-Untersuchungen zurückgehen, geringer sind als die Verzerrungen, die durch ungleiches Sedimentwachstum entstehen.

Von den Pollendiagrammen Kärntens weisen gegenwärtig sechs Angaben über C_{14}-Datierungen auf. Damit ist die Möglichkeit für einen derartigen Versuch der Diagrammentzerrung gegeben. Am ge-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

eignetsten erweist sich dazu das Lengholzer Diagramm, da dort fünf Diagrammlagen auf das absolute Alter untersucht sind. Die Anordnung der Pollenspektren in den Diagrammen ohne C_{14}-Datierungen erfolgt auf Grund der Erfahrungen aus den Diagrammen mit absoluten Altersbestimmungen. Dadurch soll keineswegs die Meinung zum Ausdruck gebracht werden, die Pollenhorizont-Grenzen müßten in ganz Kärnten gleichaltrig sein. Im Gegenteil, die Erfahrungen belehren uns eines anderen.

Diese Art vereinfachter und mehr oder weniger entzerrter Diagrammdarstellung gestattet es durch ihre Übersichtlichkeit, markante pollenstratigraphische Merkmale, wie Kurvenüberschneidungen, Gipfelbildungen, Kurven-An- und Abstiege besonders leicht zu erkennen und diese dem absoluten zeitlichen Maßstab zuzuordnen.

Auf Fehlerquellen in Form von Sedimentationslücken oder sehr raschem Sedimentzuwachs muß selbstverständlich geachtet werden. Aus diesem Grunde wird in „Lengholz I" der Diagrammabschnitt von 680 cm bis 590 cm herausgenommen. Die C_{14}-Untersuchungen haben die Vermutung, daß hier eine Störung vorliegt, bestätigt. Nicht eindeutig bewiesen scheint dagegen die Interpretation BORTENSCHLAGERs, die Pollen-Zonen VIII und IX nach FIRBAS würden in den Diagrammen des Dobramooses infolge Abtorfung gänzlich fehlen. Die pollenstratigraphischen Indizien weisen vielmehr darauf hin, daß nur der oberste, etwa der Zeit seit der hochmittelalterlichen Binnenkolonisation entsprechende Diagrammabschnitt teilweise nicht vorhanden ist. In den unteren Diagrammabschnitten des zur Diskussion stehenden Zeitabschnittes erreicht nämlich die Buchenpollen-Sedimentation in Kärnten allgemein noch hohe Werte, um jedoch im 1. Jahrtausend v. Chr. (Kohlenmoos, Schwarzer Moor) merklich abzunehmen. Gleichzeitig mit der absinkenden Buchenpollen-Kurve beginnen, anfänglich nur spärlich, die Kulturpflanzenpollen-Funde anzusteigen. Dieser Verlauf der Buchenpollen- und Kulturpflanzenpollen-Kurve ist in den Diagrammen „Dobramoos" belegt.

Die Pollen-Haupthorizonte

Vergegenwärtigt man sich alle Bezeichnungen, die für die verschiedenen Waldzeiten und Pollenzonen in den pollenanalytischen Arbeiten aus Kärnten angeführt werden, so spiegeln sich darin die unterschiedlichen lokalen vegetationsgeschichtlichen Verhältnisse in den einzelnen Landesteilen. Bereits ein oberflächlicher Vergleich der nach dem einheitlichen Schema umgezeichneten Diagramme läßt aber dennoch deutlich gemeinsame, charakteristische Züge erkennen. Besonders auffallend ist die immer wieder zu beobachtende Dominanz des *Pinus*-Pollens im Liegenden und des *Picea*-Pollens im Hangenden der untersuchten Sedimente. Weiters bemerkt man, daß eine Reihe von Pollen-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

typen entweder ausschließlich, oder doch überwiegend auf den einen oder anderen Horizont beschränkt ist. Ohne die örtlichen Verhältnisse der Bohrstellen in den Hintergrund schieben zu wollen, ist es zweifellos notwendig, die Vielfalt in ein übergeordnetes System einzugliedern. Der Verfasser macht daher den Vorschlag, die Pollendiagramme Kärntens pollenstratigraphisch in zwei Haupthorizonte, den *Pinus*-Haupthorizont (kurz Pi-Horizont) und den *Picea*-Haupthorizont (Pc-Horizont) einzuteilen. Die Grenze zwischen beiden ist durch die Überschneidung der Pollenkurven festgelegt. Wenn auch *Pinus*- und *Picea*-Pollen in den entsprechenden Diagrammabschnitten effektiv führend sind, so soll damit nicht ausgeschlossen werden, daß abschnittsweise auch andere Pollentypen sehr stark in Erscheinung treten. Man wird jedoch in all diesen Fällen den typischen Pollenaspekt des einen oder anderen Haupthorizontes einwandfrei erkennen können.

Im *Pinus*-Haupthorizont erreichen *Artemisia*- und Chenopodiaceen-Pollen regelmäßig ihr stärkstes Vorkommen und gehören so mengenmäßig zu den bedeutsamsten Nichtbaumpollen-Typen. Unter den Baumpollen befindet sich der Blütenstaub der *Betula* an zweiter Stelle. Immer wieder trifft man auf Pollenkörner von *Ephedra, Helianthemum, Hippophae*, oder auf Sporen *(Selaginella)*, die aus spätglazialen Ablagerungen bekannt sind. Der Pollenaspekt des Pi-Horizontes wird so vor allem durch Blütenstaub von Pionier-Kräutern, -Sträuchern und -Bäumen repräsentiert, obwohl mitunter auch Pollen wärmeliebender Gewächse mit überraschend hohen Prozentwerten gefunden werden.

Der *Picea*-Haupthorizont dagegen ist durch das starke Überwiegen von Pollentypen ökologisch anspruchsvollerer Pflanzen gekennzeichnet. Eine Reihe von Blütenstaubformen kommen praktisch (mit seltenen Ausnahmen) überhaupt nur in diesem Diagramm-Bereich vor (Getreide-Typ, *Secale*-Typ, *Castanea-, Juglans-, Ostrya*-Typ, *Fraxinus ornus*-Typ, *Carpinus betulus*-Typ), haben hier den Beginn ihrer geschlossenen Kurve *(Fagus, Abies)* oder ihr Massenvorkommen *(Alnus, Corylus)*.

Die Pollen-Nebenhorizonte

Der günstigen stratigraphischen Verteilung der untergeordneten Pollentypen zufolge können in den Pollen-Haupthorizonten einige Nebenhorizonte herausgehoben werden:

Pinus-Haupthorizont:
- Pi_1-Nebenhorizont (Eu-*Pinus*-Nebenhorizont)
- Pi_2-Nebenhorizont *(Betula-Ulmus-Tilia*-Nebenhorizont)

Picea-Haupthorizont:
- Pc_1-Nebenhorizont (Eu-*Picea*-Nebenhorizont)
- Pc_2-Nebenhorizont *(Fagus-Abies*-Nebenhorizont)

©Naturwissenschaftlicher Verein für.Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Pi1 - Nebenhorizont

Dieser Pollenhorizont ist der unterste und damit auch der älteste Horizont in Kärnten. Ihm gehört der weitaus überwiegende Teil des *Pinus*-Haupthorizontes an. Er fehlt in einigen Diagrammen völlig (Weißensee, Sattnitzmoor, Faaker See, Sappl und Längsee). Die Grenze gegenüber dem Pi2-Horizont ist pollenstratigraphisch durch den starken Rückgang der *Artemisia*-Chenopodiaceen-Kurve bei gleichzeitigem Anstieg der *Betula*-Kurve ausgeprägt.

Eine weitere Aufgliederung des Horizontes ist möglich, doch stützt sich diese in erster Linie nur auf das Diagramm Lengholz I. Die Schwierigkeiten, die sich bei den übrigen Diagrammen ergeben, bestehen vor allem darin, daß dieser Horizont meistens zur Gänze im mineralischen Bereich der Sedimente liegt. Der pollenanalytischen Interpretation solcher Ablagerungen muß, und bestimmt nicht zu Unrecht, eine gewisse Zurückhaltung entgegengebracht werden (BORTENSCHLAGER, 1964). Auch steht in derartigen Fällen die radiometrische Methode, mangels kohlenstoffhaltiger Substanzen, nicht zur Verfügung. Es ist daher ein ganz besonders günstiger Umstand, daß sich der Eu-*Pinus*-Nebenhorizont im Lengholzer Moor fast zur Gänze im Organischen befindet. Man darf daher dem Kurvenverlauf des entsprechenden Diagrammabschnittes vertrauen und besitzt hier auch die Möglichkeit, die gewünschten C_{14}-Untersuchungen auszuführen. Die bezeichnendste Blütenstaubkurve im Pi1-Horizont der Lengholzer Diagramme ist die Fichtenpollen-Kurve. Diese weist zwei deutliche Gipfel auf, von denen der untere im Bereich sehr niedriger Nichtbaumpollen-Werte, der obere aber im Bereich von ziemlich hohen *Artemisia*- und Chenopadiaceen-Werten liegt. Die radiometrische Altersbestimmung einer Torfprobe knapp vor dem ersten Fichtenkurven-Anstieg bei 800 cm, Profil I, mit 16.615 ± 210 Jahren, bringt Folgerungen mit sich, die man vorher wohl kaum zu ziehen gewagt hätte. Dieser neue Blickpunkt legt nahe, daß der zweimalige Fichtenkurven-Anstieg Ausdruck einer zweimaligen Klimabesserung ist und dem Bölling- und Alleröd-Interstadial gleichgesetzt werden könnte. Eine C_{14}-Nachuntersuchung der beiden Diagrammlagen wurde veranlaßt. Untersucht man die übrigen Diagramme, in denen der Pi1-Horizont enthalten ist, auf das Verhalten des Fichtenpollens, so macht man die Feststellung, daß auch dort, am deutlichsten in Diagramm Autertal A, und Dobramoos I Fichtenpollen-Gipfel vorhanden sind. In den Diagramm Keutschacher See II und Kohlenmoos zeichnet sich allerdings nur der obere, krautpollenreiche Fichtenpollengipfel ab. Allem Anschein nach kann die Schwankung der Fichtenpollen-Sedimentation in ganz Kärnten registriert und ihr ein regionaler Charakter beigemessen werden.

Pi2 - Nebenhorizont

Der Pi2-Horizont ist in den meisten Diagrammen deutlich vor-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

handen. Wie die Diagramme Autertal A und Kohrnock I zeigen, wird dieser Diagrammabschnitt mit zunehmender Höhenlage des untersuchten Moores mehr und mehr verkürzt, so daß er beim üblichen Probenabstand von 10 cm leicht übersprungen werden kann (Lupendiagramm, Autertal A, 1965). Die Ursache dafür darf in einer tatsächlichen zeitlichen Verkürzung des entsprechenden Vegetationsabschnittes, zugunsten des Pi1-Horizontes, gesucht werden.

Der Polleninhalt dieses Horizontes vermittelt bereits zum *Picea*-Haupthorizont. Vor allem treten hier eine Reihe von typischen Baumpollen-Kurvenüberschneidungen auf, woran der Diagrammabschnitt leicht zu erkennen ist. An seiner unteren Grenze bildet die *Betula*-Kurve einen meist beachtlichen Gipfel. Dies kann zu einer geringfügigen Überkreuzung der *Betula*-Kurve mit der *Pinus*-Kurve führen. Im Bereich der absteigenden *Betula*-Kurve, aber auch schon etwas früher, setzt nun die Fichtenkurve zum endgültigen Anstieg über sämtliche Baumpollen-Kurven an. Bevor jedoch die Fichtenkurve ihre dominante Stellung erreicht, beginnt sich noch die *Ulmus-Tilia*-Kurve zu heben und kann, die *Picea*-Kurve übertreffend, diese überschneiden (Schwarzer Moor, Keutschacher See II, Längsee), um bald wieder (entweder noch in Pi2, oder auch erst im *Picea*-Horizont) unter sie abzusinken. Eine weitere Kurven-Überkreuzung, die stets in Pi2 zu liegen kommt, erfolgt zwischen der absteigenden *Betula*- und der aufsteigenden *Picea*-Kurve.

Pc1 - Nebenhorizont

Zur pollenstratigraphischen Gliederung des *Picea*-Haupthorizontes stehen mehr Pollentypen zur Verfügung als für den *Pinus*-Haupthorizont. Es mag daher bis zu einem gewissen Grade Ansichtssache sein, welcher Pollentype, bzw. welchen Typen man den Vorzug gibt. Infolge der Tatsache, daß die Bedeutung der mesophytischen Laubhölzer und der Hasel in der Vegetationsgeschichte Kärntens weitaus geringer ist als in Mitteleuropa nördlich der Alpen, scheint es am zweckmäßigsten, die Unterteilung des *Picea*-Haupthorizontes auf den Buchen- und Tannenpollen aufzubauen.

Die Abgrenzung des Eu-*Picea*-Nebenhorizontes gegenüber dem *Fagus-Abies*-Nebenhorizont erfolgt in erster Linie mittels der Buchenkurve und wird mit dem mehr oder weniger stark einsetzenden Kurvenanstieg über ca. 10% festgelegt. Wo dies mangels an Buchenpollen nicht möglich ist, kann dazu auch der Tannenpollen verwendet werden. Letzterer tritt jedoch, was zu beachten ist, allgemein erst etwas später als der Buchenpollen stärker in Erscheinung. Sonderbarerweise beginnt in den Diagrammen „Faaker See" und „Langes Moos" die Tannenkurve vor der Buchenkurve zu steigen. Es müssen erst weitere Arbeiten abgewartet werden, um dieses für Kärnten ungewöhnliche Verhalten der Tannenkurve zu verstehen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Das augenfälligste Kennzeichen des eigentlichen Fichtenhorizontes ist die absolute Vorherrschaft des Fichtenpollens unter den Baumpollen-Typen. Die Höchstwerte übersteigen in einigen Fällen 80%. Pollen vom *Carpinus betulus*-Typ fehlen nach den bisherigen Erfahrungen hier völlig. Die diesbezüglichen Angaben von BORTENSCHLAGER, 1964 und SCHMID, 1965, sind leider nicht auszuwerten, da beide Autoren angeben, dieser Pollentyp sei nicht einwandfrei von *Ostrya carpinifolia* zu unterscheiden. Der Verfasser kann sich dieser Meinung nicht anschließen und verweist auf die Mitteilung von BEUG, 1961, daß Pollen von *Ostrya carpinifolia* zwar nicht von *Carpinus orientalis*, wohl aber von *Carpinus betulus* eindeutig zu trennen ist. Pollen von *Ostrya* kommt in Pc_1 vor; Sarnthein hat das bereits festgestellt.

Anfang und Ende von Pc_1 lassen sich meist ohne weiteres unterscheiden. In den unteren Diagrammlagen treten nämlich *Pinus*pollen, bei markant absteigender Tendenz der Kurve, verhältnismäßig noch häufig auf, im oberen Abschnitt dagegen mehren sich die Buchen- und Tannenpollen-Funde. Das Verhalten der Elemente des mesophytischen Laubwaldes, besonders der Ulmen und Linden wie der Hasel, sind für Pc_1 weniger typisch. Ulmen- und Lindenkurve haben z. T. ihren Höhepunkt bereits vor Beginn des *Picea*-Haupthorizontes überschritten, reichen aber noch in den Abschnitt des Buchen-Tannen-Horizontes hinein. Haselpollen haben zwar stets ihren rationellen Kurvenanstieg mit Beginn von Pc_1, sind jedoch im allgemeinen stratigraphisch unbedeutender als manch anderer Pollentyp.

Pc_2-Nebenhorizont

Der Zeitpunkt des starken Buchenkurven-Anstieges in den Diagrammen Kärntens kann bereits mit großer Sicherheit fixiert werden. SCHMID, 1964, gibt dafür auf Grund einer C_{14}-Datierung aus dem Keutschacher See II das Alter von etwa 4.160 Jahren v. Chr. an. Dem Buchen-Tannen-Nebenhorizont entspricht so ein verhältnismäßig langer Zeitraum von mindestens 6.000 Jahren. Es ist unbedingt notwendig, diesen Diagrammabschnitt mittels weiterer pollenstratigraphischer Zeitmarken zu unterteilen. Dies dürfte teilweise mit Hilfe von Kulturpflanzenpollen möglich sein.

Die stratigraphische Verwendbarkeit des Buchenpollens innerhalb des Buchen-Tannen-Nebenhorizontes ist nur mit Einschränkungen möglich. Im allgemeinen erreicht die Buchenkurve ihren Höhepunkt in den unteren und mittleren Lagen des Pc_2-Horizontes, im Falle der Lengholzer Diagramme ist es aber gerade umgekehrt. Daher wäre der Versuch abzulehnen, verschiedene Buchenpollen-Gipfel miteinander zeitlich zu parallelisieren.

In den meisten Diagrammen Kärntens beobachtet man in den obersten Abschnitten eine Zunahme der Koniferenpollen. Die Zone VIII nach SARNTHEIN (Rezente Fichten-Föhrenzeit) nimmt darauf

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Bezug. Dieser Kurvenverlauf ist sehr wahrscheinlich anthropogen verursacht (SCHÜTRUMPF, 1940), er fällt stets mit dem relativen Höhepunkt der Kulturpflanzen-Pollen zusammen.

Die *Picea*pollen-Kurve sinkt mit Beginn des Buchen-Tannen-Nebenhorizontes meist stark ab, weist einen unruhigen Kurvenverlauf auf und erreicht nicht selten kaum mehr als 20%. Dennoch bleibt der Fichtenpollen der zweitwichtigste Typ unter den Baumpollen. In höheren Lagen (Autertal, Kohrnock) jedoch bleibt er auch jetzt noch führend.

Der Buchen-Tannen-Nebenhorizont kann in verschiedenen „Fazies-Bildungen" auftreten, d. h. neben dem *Fagus- und Abies*pollen stehen mitunter auch andere Pollentypen sehr stark im Vordergrund, oder es tritt nur einer der beiden Charakterpollen merklich in Erscheinung. So ist der ‚Pc2-Horizont am Kohrnock und im Autertal als *Picea*-„Fazies", im Lengholzer Moor und im Keutschacher See als *Alnus*-„Fazies", am Längsee als *Betula*-„Fazies", im Kohlenmoos als *Fagus*-„Fazies" und am Weißensee als *Abies*-„Fazies" entwickelt.

Die pollenstratigraphische Analyse der Diagramme „Autertal" läßt den Verdacht aufkommen, daß dort der Eu-*Picea*-Nebenhorizont fast zur Gänze fehlt. Der Buchenpollen erreicht schon gleich zu Beginn des *Picea*-Haupthorizontes, im Vergleich zu anderen Diagrammen, unverhältnismäßig hohe Werte. Auch der Tannenpollen setzt unmittelbar ein. Da Buchenpollen in geringen Werten regelmäßig auch schon im Eu-*Picea*-Nebenhorizont vorkommt und mit vereinzelten Buchenvorkommen gerechnet werden muß, könnte nur radiometrisch entschieden werden, ob hier tatsächlich eine Sedimentationslücke vorliegt.

Weitaus klarer und sicherer ist die Beurteilung des Diagramms Sappl. Nach BRANDTNER, 1949, entspricht das untere Ende dem ausklingenden Boreal, etwa 5000 v. Chr. und bricht mit dem Übergang zum Subboreal, ca. 2500 v. Chr. ab. Letzteres hält selbst BRANDTNER nicht für völlig gesichert. Kulturpflanzenpollenkurve, „Ulmen-Linden-Abfall" im unteren Bereich des Diagramms, regelmäßiges Auftreten von *Abies*pollen, hohe *Alnus*-Werte, mehrere Sedimentproben mit *Picea*pollen-Werten unter 20% sind völlig eindeutige Merkmale des Buchen-Tannen-Nebenhorizontes, der hier in Sappl als eine an Koniferenpollen reiche *Alnus*-„Fazies" vorliegt. Damit darf den unteren Diagrammlagen nach den radiometrischen Ergebnissen im Keutschacher See, Schwarzer Moor und Dobramoos höchstens ein Alter von ca. 4000 v. Chr. zugewiesen werden und der obere Diagrammabschnitt reicht gewiß noch in das jüngere „Subatlantikum" hinein. Die Folgerungen, die BRANDTNER hinsichtlich des atlantischen Alters des Getreidebaues gezogen hat, können daher aus diesem Diagramm nicht abgeleitet werden.

Schlußbetrachtung zu den Pollenhorizonten

Die Aufstellung der Pollenhorizonte hat selbstverständlich nur

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

den Zweck, die florengeschichtliche, vegetationsgeschichtliche und paläoklimatologische Erforschung des Spät- und Postglazials Kärntens auf eine Basis zu stellen, die eine intensivere und verläßlichere Auswertung der Pollendiagramme gestattet. Vielleicht das wertvollste Ergebnis ist die Tatsache, daß es, entgegen der Meinung von SCHMID, dennoch ein für ganz Kärnten gültiges Schema der Vegetationsentwicklung gibt. Kärnten gehört einem eigenen pollenstratigraphischen Grund-Typ der Vegetationsentwicklung an, dem sogenannten „*Pinus-Picea*-Grundtyp." Die Gegend um Laibach, südlich der Karawanken, dagegen ist durch den „*Pinus-Fagus*-Grundtyp" und Mitteleuropa nördlich der Alpen durch den „*Pinus-Corylus*-EMW-*Fagus*-Grundtyp" gekennzeichnet.

Die Querverbindungen der Pollenstratigraphie zur Vegetationsgeschichte kann leicht durch markante Diagrammlagen hergestellt werden. Es sind dies solche Stellen, von denen wir mit Sicherheit annehmen können, daß sie nicht nur pollenstratigraphisch, sondern auch vegetationsgeschichtlich bedeutsame Zeitmarkierungen darstellen. Derartige Diagrammlagen sind u. a.:

1. die Fichtenpollengipfel im Eu-*Pinus*-Nebenhorizont
2. der Beginn der endgültigen Fichtenausbreitung im *Betula-Ulmus*-Nebenhorizont
3. der Beginn der endgültigen Ulmen-Linden-Ausbreitung im *Betula-Ulmus*-Nebenhorizont
4. Beginn und Höhepunkt der Birkenausbreitung im *Betula-Ulmus-Tilia*-Nebenhorizont
5. der Beginn der Fichtenpollen-Dominanz
6. der „Ulmen-Linden"-Abfall im Buchen-Tannen-Nebenhorizont
7. der Beginn der Buchenausbreitung
8. der Beginn der Tannenausbreitung
9. das erste Auftreten (*Juglans, Castanea*) und der rationelle Kurvenanstieg (*Secale*!) ausgewählter Kulturpflanzenpollen.

Hält man sich künftig bei auszuführenden C_{14}-Untersuchungen an derartige Horizontlagen, so wird man eines Tages nicht nur in der Lage sein, gleichartige Vegetationsphasen verschiedener Landesteile genauer als jetzt dem absoluten Zeitmaßstab zuzuordnen, sondern man wird auch die individuellen, lokalen Züge der Vegetationsentwicklung besser erkennen.

4. Diskussion über den Einfluß der Höhenlage, bzw. der Vegetationszone und der Sedimentbeschaffenheit auf die Pollen-Horizonte

Einfluß der Höhenlage und der Vegetationszone

Ein Großteil des Blütenstaubs, der von der Pflanzenwelt produziert wird, gelangt durch Luftströmungen in höhere atmosphärische

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Lagen und erfährt dort durch allgemeine Durchmischung „regionalen" Charakter (FIRBAS, 1949). Im Gebirge werden vor allem durch die aufsteigenden Luftmassen der Aufwinde Pollen von Gewächsen herangeschafft, die nach den heutigen Voraussetzungen in diesen Höhenstufen überhaupt nicht wachsen könnten (BERTSCH, 1942). Der fossile Pollenniederschlag einer Sedimentprobe setzt sich daher aus Anteilen verschieden weit verfrachteten Blütenstaubes zusammen:

Örtlicher Pollenniederschlag,
Umgebungsniederschlag,
Nahflugniederschlag,
Weitflugniederschlag und
Fernflugniederschlag (bereits aus Entfernungen von über 100 km).

Für die vegetationsgeschichtliche Forschung ist die Abgrenzung dieser Niederschlaganteile von grundlegender Bedeutung, woraus der Interpretation von Diagrammen gewisse Schwierigkeiten erwachsen, nicht aber so sehr der Pollenstratigraphie. Die Verwehung des Blütenstaubes über die Grenzen von Pflanzengesellschaften hinweg schafft stratigraphische Querverbindungen zwischen den einzelnen Fossilisationsstätten, so daß die Diagramme auch Kennzeichen allgemeiner Art aufweisen, die einem größeren Gebiet gemeinsam sind. Die Auswertung in dieser Hinsicht liegt in Abschnitt 3 vor.

Aus den angeführten Gründen weist jedoch jedes Pollendiagramm auch individuelle Züge auf, welche auf die lokalen Verhältnisse, die gewiß nicht unterschätzt werden dürfen, zurückgehen (Vegetationszone, Höhenstufe, Standort). Nun bleibt noch die Frage zu beantworten, wie weit sich die Pollenhorizonte bezüglich ihrer vegetationskundlichen Lage voneinander unterscheiden.

Kärnten liegt, nach der Karte SCHARFETTERS, 1938, über die Vegetationszonen der Ostalpen mit seinen südlichen Landesteilen im Bereich der Mischwald-Außenzone und reicht im Norden in die Nadelwald-Innenzone. Diese Gliederung ist klimatisch bedingt und wird bei AICHINGER, 1962, auch mit Rücksicht auf die Höhenstufen, eingehend beschrieben.

Infolge der ungünstigen klimatischen Verhältnisse während der ausklingenden Eiszeit und der etappenweise zuwandernden Hauptwaldbildner ist es sicher, daß es durch viele Jahrtausende keine den heutigen Verhältnissen entsprechende vielfältige horizontale und vertikale Gliederung der Vegetation gegeben hat, und daß die gegenwärtige Vegetationsgliederung verhältnismäßig jung sein dürfte. Vermutlich in einem gewiß nicht unwesentlichen Ausmaß hat auch der Mensch dazu beigetragen (Rodung, Holzkohlegewinnung, Bodendegradierung, Beweidung durch die Haustiere usw.). Oder sollte es reiner Zufall sein, daß der einschneidendste Buchenpollen-Rückgang des Buchen-Tannen-Nebenhorizontes mit dem Kulturpflanzenpollen-Maximum zusammenfällt?

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die vorliegenden Pollendiagramme Kärntens verteilen sich über eine Höhendifferenz von 1600 m. Die überwiegende Zahl gehört der Mischwald-Außenzone an, nur zwei Diagramme (Autertal, 1460 m und Kohrnock, 2015 m) beziehen sich unmittelbar auf die Nadelwald-Innenzone. Der Vergleich zeigt nun, daß tatsächlich Unterschiede in den Pollenhorizonten gemäß der vegetationskundlichen Lage der untersuchten Bohrstellen bestehen.

Von den vier Pollen-Nebenhorizonten, die unterschieden werden, ist der älteste, der Eu-*Pinus*-Nebenhorizont, leider nur aus wenigen Bohrstellen bekannt. Seine Beurteilung ist daher besonders schwierig. Dennoch können wir mittels der *Artemisia*- Chenopodiaceen-Kurve eine interessante Abhängigkeit der Diagramme von der Höhenlage entnehmen. Die Abhängigkeit besteht darin, daß die beiden Pollen-Typen ihren rationellen Kurvenanstieg in Tallagen früher erreichen als in größeren Höhenstufen. So steigt in „Lengholz I" die *Artemisia*-Chenopodiaceen-Kurve bereits nach dem ersten Fichtenpollen-Gipfel, in „Autertal A" dagegen erst nach dem zweiten Fichtenpollen-Gipfel merklich an. In noch höheren Lagen (Kohrnock, 2015 m) erlangt die Pollenproduktion von *Artemisia* und Chenopodiaceen überhaupt nicht mehr jenes Ausmaß wie in niedrigeren Lagen.

Der *Betula-Ulmus-Tilia*-Nebenhorizont wird, wie schon erwähnt, mit zunehmender Höhenstufe stark verkürzt (Autertal) und ist in großen Höhen (Kohrnock, 2015 m) praktisch nahezu bedeutungslos. An diesem Nebenhorizont kann jedoch der klimatische Einfluß im Sinne der Vegetations-Zonen SCHARFETTERS deutlich wahrgenommen werden. Der Pollenniederschlag mesophytischer Laubhölzer, vor allem der Ulme und Linde, ist in den ozeanisch beeinflußten Alpenrand-Gebieten um vieles größer als in der kontinental beeinflußten Nadelwald-Innenzone und in den Frosttälern. Die Spitzenwerte für Kärnten treten daher stets in der Mischwald-Außenzone auf und erreichen noch in Höhen von 770 m (Schwarzer Moor) über 30%.

Diese Beziehungen zwischen den lokal-klimatischen Verhältnissen und den Pollen-Horizonten bleiben auch im *Picea*-Haupthorizont bestehen. In den betont kontinentaleren Gebieten liegt das Schwergewicht des Pollenfluges, auch im Buchen-Tannen--Nebenhorizont, absolut bei der Fichte. In den ozeanisch beeinflußten Gegenden jedoch herrschen Pollen wärme- und feuchtigkeitsliebender Gehölze, weniger im Eu-*Picea*-Nebenhorizont, als vielmehr im Buchen-Tannen-Nebenhorizont, sehr stark vor. Ein Vergleich unterschiedlicher Höhenstufen ist einstweilen nur für die kontinental beeinflußten Landesteile möglich. Dazu eignen sich die Diagramme Lengholz I, 570 m, Autertal, 1460 m und Kohrnock, 2015 m. Man entnimmt aus ihnen, daß der Fichtenpollen-Rückgang im Buchen-Tannen-Nebenhorizont sich in den Tallagen früher vollzieht als in größeren Höhen. Weiters findet man in

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

niedrigen Höhenstufen bei weitem nicht so viel *Alnus viridis*-Pollen wie im Gebirge.

Einfluß der Sedimentbeschaffenheit auf die Pollenhorizonte

Der palynologischen Interpretation mineralischer Sedimente wird vielfach größte Zurückhaltung entgegengebracht. Da aber minerogene Ablagerungen allgemein in die Untersuchungen einbezogen werden und wurden, ist es notwendig, den Einfluß solcher Sedimente auf die Wesensmerkmale der Pollenhorizonte zu überprüfen. Zu diesem Zwecke ist es vorteilhaft, die Diagramme nach ihrer oberen Grenze der tonig-sandigen Ablagerungen pollenstratigraphisch zu gruppieren:

1. Die erste Gruppe umfaßt nur ein Diagramm (Lengholz I, 570 m). Die Grenze zwischen mineralischen und organischen Ablagerungen liegt hier noch vor dem ersten Fichtenpollen-Gipfel des *Pinus*-Haupthorizontes.

2. Zur zweiten Gruppe gehört die überwiegende Zahl der Diagramme (Keutschacher See II, Langes Moos, Schwarzer Moor I, Kohlenmoos, Dobramoos IV, V und Autertal A). Bei ihnen ist die obere Grenze des „Gletschertones" pollenstratigraphisch jünger und fällt meist in den Bereich knapp vor dem Ulmen-Linden-Anstieg.

3. Die dritte Gruppe wird durch drei Diagramme vertreten (Sattnitzmoor, Sappl, Kohrnock I). Der Übergang der anorganischen Sedimente in die organischen erfolgt erst im *Picea*-Haupthorizont.

Aus der Verteilung der Diagramme auf diese drei Gruppen können einige nicht unwesentliche Erkenntnisse gewonnen werden. Zunächst kann man feststellen, daß es keine völlig uneingeschränkt gültigen Beziehungen zwischen den litho- und pollenstratigraphischen Verhältnissen der untersuchten Sedimentprofile gibt. Sicher ist es aber kein Zufall, daß die Bildung organischer Ablagerungen im Tal wesentlich früher eingesetzt hat als im Gebirge (Kohrnock). In den meisten Fällen jedoch, etwa bis zu einer Meereshöhe von 1500 m, beginnt die organogene Sedimentation (einschließlich der Seekreide) erst mehr oder weniger knapp vor der im Birken-Ulmen-Linden-Nebenhorizont allgemein einsetzenden Ausbreitung der Gehölze. Darin scheint eine gemeinsame Ursache zu liegen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich damit die den Beginn des Postglazials einleitende Klimabesserung ankündet.

Wie wir also sehen, liegt die obere Grenze der tonigen Sedimente pollenstratigraphisch an sehr unterschiedlichen Stellen. Bis in den Buchen-Tannen-Nebenhorizont hinein trifft man die Pollenhorizonte sowohl im mineralischen als auch im organischen Bereich entwickelt vor. Dadurch sind besonders günstige Möglichkeiten geboten, die Abhängigkeit des fossilen Polleninhaltes der Proben vom mineralischen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Einbettungsmittel zu untersuchen. Der Vergleich der entsprechenden Diagramm-Abschnitte lehrt uns, daß die Pollenzersetzung in feinkörnigen, tonig-mergeligen Ablagerungen durchaus nicht überschätzt zu werden braucht. Nicht nur die Grundgliederung in die Pollen-Haupthorizonte, sondern auch feinere pollenstratigraphische Details bleiben erhalten. So treten besonders eindrucksvoll die beiden spätglazialen Fichtenpollen-Gipfel des Eu-*Pinus*-Nebenhorizontes im Diagramm Autertal A in Erscheinung. In den Diagrammen Kohlenmoos und Keutschacher See II findet sich der Bereich des starken *Artemisia*-Chenopodiaceen-Pollen-Niederschlages, mit dem der zweite Fichtenpollen-Gipfel parallel geht, einwandfrei ausgeprägt. Selbst im Glimmersand hat sich in Sappl der Ulmen-Linden-Abfall zu Beginn des Buchen-Tannen-Nebenhorizontes erhalten. Daß in mineralischen Sedimenten auch Störungen auftreten, wie dies BORTENSCHLAGER, 1964, für das Dobramoos annimmt, ist kein ausreichender Grund, auf deren Auswertung prinzipiell in allen Fällen zu verzichten.

Eine auffallende Tatsache ist die allgemein geringe Pollendichte in mineralischen Sedimenten. Meist können aber dennoch durch Auszählung mehrerer Präparate statistisch brauchbare Pollenspektren erzielt werden. Es ist nicht völlig überzeugend, die Ursache der geringen Pollendichte ausschließlich in Pollenzersetzung zu suchen. Man darf nicht vergessen, daß die tonigen Sedimente in einer ungestörten Abfolge von See- und Moorablagerungen stets die ältesten sind und daher im allgemeinen die Wahrscheinlichkeit besteht, daß sie bis in die frühe Zeit der pflanzlichen Wiederbesiedlung und damit geringer Pollenproduktion zurückreichen. Weiters kann auch rasche Sedimentation zur „Verdünnung" der Pollendichte führen. Diesbezügliche Anhaltspunkte liegen vermutlich im Hochmoor des Autertales vor. Schließlich wäre es denkbar, daß ungünstige Sedimentationsbedingungen hinsichtlich der Einflüsse der Geländeform auf den Pollenniederschlag eine zusätzliche Rolle spielen (SCHNETTER, 1964).

5. Die C_{14}-Untersuchungen

Zur vegetationsgeschichtlichen Auswertung der Pollenhorizont-Gliederung Kärntens ist unbedingt die absolute Datierung der bezeichnendsten Diagrammlagen (siehe Seite 16) erforderlich. Da, wie die vorliegenden C_{14}-Bestimmungen zeigen, zeitliche Verschiebungen der Vegetationsabschnitte innerhalb des Landes auftreten, mögen vorsichtshalber die in der Tabelle zusammengestellten Altersangaben in erster Linie als örtlich bezogene Zeitmarken aufgefaßt werden. Abgesehen davon, daß aus diesem Grunde noch weitere C_{14}-Untersuchungen ausgeführt werden müssen, um vielleicht doch auch zu einem allgemein brauchbaren zeitlichen Schema der Vegetationsentwicklung zu gelangen, fehlen einige bedeutsame Zeitangaben völlig.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die C_{14}-Untersuchungen des Keutschacher Sees, des Schwarzer Moores, des Kohlenmooses und des Dobramooses wurden im C_{14}-Laboratorium von Herrn Prof. D. H. ÖSCHGER, Bern, die des Lengholzer Moores dagegen, wie bereits erwähnt, von Herrn Dr. M. A. GEYH, Leiter des C_{14}-Labors in Hannover-Buchholz, ausgeführt.

Da die Ergebnisse aus dem Lengholzer Moor erst nach Abschluß und Veröffentlichung der mikrostratigraphischen Bearbeitung der Bohrstelle zur Verfügung standen, konnten sie bis jetzt noch keine Berücksichtigung finden. Dies sei an dieser Stelle nachgeholt. Die zur Untersuchung aus dem Lengholzer Moor bereitgestellten Torfmengen wurden nicht gesondert erbohrt, sondern unmittelbar dem bearbeiteten Material entnommen. Aus diesem Grunde ist es möglich, die Altersangaben mit Sicherheit auf ganz bestimmte Diagrammlagen zu beziehen. Da die Sedimentprofile nach der Art überlappender Bohrweise erbohrt worden waren und Torfmengen in der Länge eines Bohrkerns (20 cm) verwendet wurden, standen ausreichende Mengen organischer Substanz zur Verfügung. Der zu bestimmende Diagrammpunkt liegt dabei genau in der Mitte, so daß die zeitlichen Abweichungen auf Grund der Torfsäulenlänge sich fast vollständig ausgleichen. Die Materialentnahme für die Tiefenlage von 175 cm erfolgte aus einem ausgestochenen, 10 cm dicken Torfziegel.

Das älteste spätglaziale Sediment Kärntens, das bisher radiometrisch datiert wurde, stammt aus dem Lengholzer Moor und weist ein Alter von ca. 16.600 Jahren auf. Dieses überraschend hohe Alter steht jedoch in Übereinstimmung mit der pollenstratigraphischen Stellung des untersuchten Diagramm-Abschnittes. Damit reicht das Diagramm Lengholz I nahezu bis an den Beginn des Spätglazials heran (etwa 17.000 v. Chr., ŠERCELJ, 1965), und ist zur Zeit das vollständigste Profil aus Kärnten. Sowohl der hohe *Pinus*pollen-Anflug im Bereich der datierten Diagrammstelle als auch das im Torf dort aufgefundene Holz bezeugen, daß sich um diese Zeit bereits eine Gehölzvegetation ausgebreitet hatte. Eine in dieser Art frühe pflanzliche Besiedlung eisfrei gewordener Gebiete ist dem Verfasser aus dem gesamten Alpenraum unbekannt und war sicherlich nur möglich, da in einer Entfernung von kaum 120 km Luftlinie, selbst während der Würmvereisung, der Wald nie gänzlich gewichen war (ŠERCELJ, 1963).

Die zwei nächst jüngeren Datierungen liegen aus dem Dobramoos V vor und entsprechen mit ca. 10.480 v. Chr. dem Ende des Bölling-Interstadials in Mitteleuropa. Die sichere Parallelisierung des vor dieser datierten Diagrammstelle liegenden Fichtenpollen-Gipfels mit dem ersten Fichten-Gipfel in Lengholz I steht noch aus.

Eine weitere Altersbestimmung, Dobramoos IV, ca. 8.850 v. Chr., im Bereiche der aufsteigenden *Pinus*kurve, bezeichnet das Ende des sogenannten „Alleröd". BORTENSCHLAGER, 1964, bezweifelt die Richtigkeit dieser C_{14}-Datierung und führt aus, sie ergäbe ein um

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

1000 Jahre zu geringes Alter. Diese Interpretation muß zugunsten der C_{14}-Untersuchungen abgelehnt werden, denn BORTENSCHLAGER schreibt wörtlich: „Überall beginnt das Alleröd mit einer explosionsartigen Ausbreitung der Föhre, die auch in den meisten Profilen in diesem Abschnitt ihr absolutes Maximum erreicht." Woher nimmt man in einem noch unzulänglich erforschten Gebiet, von dem schon seit jeher vermutet wird, daß seine vegetationsgeschichtlichen Verhältnisse nicht denen Mitteleuropas entsprechen, die Sicherheit, ortsfremde Erkenntnisse v o r b e h a l t s l o s zu übernehmen? Wäre die Annahme BORTENSCHLAGERS richtig, so müßten gleich 4 von den insgesamt 7 Datierungen falsch sein, nämlich noch zusätzlich die Altersangaben 7586 v. Chr. (vor Beginn der geschlossenen *Picea*kurve), 7396 v. Chr. (nach der geschlossenen *Picea*kurve, aber noch vor Beginn der geschlossenen EMW-Kurve) und 7036 v. Chr. (knapp nach dem Beginn der EMW- Kurve). Die pollenstratigraphischen Verhältnisse in den Dobramoos-Diagrammen stehen im Bereich des *Pinus*-Maximums in keinem Gegensatz zu den Altersbestimmungen. Der Diagramm-Bereich des *Pinus*-Maximums erweist sich als ein *Betula-Ulmus-Tilia*-Nebenhorizont, der besonders deutlich im Dobramoos V, wenn auch nur mit einem schwachen Birkengipfel, entwickelt ist. Dieser Birkengipfel hat ein Alter von mehr als ca. 7600 v. Chr., was völlig den Erkenntnissen aus dem Lengholzer Moor (Birkengipfel um ca. 8000 v. Chr.) entspricht. Durch diese Beweisführung einerseits und aus den Erfahrungen über den pollenstratigraphischen Nachweis der spätglazialen Interstadiale andererseits, ergibt sich der ziemlich verläßliche Hinweis, daß in Kärnten diese Klimaschwankungen an der *Pinus*kurve nur mit größter Vorsicht abgelesen werden können. Die Diagramme Keutschacher See II, Kohlenmoos, Schwarzer Moor und Längsee zeigen vielmehr, daß die *Pinus*-Maxima bereits in Beziehung mit der zu Beginn des Postglazials sich intensiv ausbreitenden Waldvegetation stehen.

Einer der wesentlichsten Züge der Vegetationsgeschichte Kärntens ist, daß hier die Föhre durch die Fichte und nicht so sehr wie in anderen Teilen Europas durch die Hasel oder den Eichenmischwald verdrängt wird (BORTENSCHLAGER, 1964, FRITZ, 1964). Dies gilt ganz besonders für die kontinentaleren Gebiete des Landes. In der Mischwald-Außenzone konnte sich kurzfristig der mesophytische Laubwald dazwischen schieben. Es ist daher wichtig, den Zeitpunkt zu erfahren, wann der Fichtenpollen seine obsolute Dominanz über die anderen Baumpollen antritt. Im Augenblick liegen darüber zwei Datierungen vor (Lengholz I, ca. 6625 v. Chr.; Keutschacher See II, ca. 4946 v. Chr.). Der große zeitliche Unterschied von rund 1600 Jahren in den beiden Mooren erscheint auch dann unverständlich, wenn man die verschiedenartigen lokal-klimatischen Voraussetzungen im oberen Drautal und im Unterkärntner Becken berücksichtigt. Das bestätigt auch die Altersbestimmung des Ulmen-Linden-Höhepunktes im Schwarzer

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Moor, südöstlich von Klagenfurt, um ca. 6800 v. Chr. Das verspätete Aufkommen der Fichte im Raume des Keutschacher Sees ist, wie man dem Diagramm entnimmt, auch gar nicht auf die Ulmen-Linden-Ausbreitung, sondern auf eine länger anhaltende *Pinus*- und *Betula*-reiche Vegetation zurückzuführen. Wir sehen an diesem Beispiel, welche Gründe auch vorliegen mögen, daß zeitliche Verschiebungen von Vegetationsphasen in Kärnten auftreten und Datierungen mittels Pollenzonen zu wenig verläßlich sind. Umso mehr muß den Versuchen, die Vegetationsgeschichte Kärntens nach den Verhältnissen in Mitteleuropa nördlich der Alpen zu beurteilen, Skepsis entgegen gebracht werden.

So wie es keine für das ganze Land absolut gültige untere zeitliche Grenze des Eu-*Picea*-Horizontes gibt, erfolgt auch der Übergang zum Buchen-Tannen-Nebenhorizont nicht überall zur selben Zeit. Die Altersbestimmungen im Raume der ozeanisch beeinflußten Gebiete (Schwarzer Moor, Keutschacher See, Dobramoos) vermitteln die Erkenntnis, daß hier die Ablöse der Fichten-Dominanz durch die Buche um etwa 4160 v. Chr. (SCHMID, 1965) erfolgte. In den kontinentalen Gegenden aber vollzieht sich der Rückgang der Fichte später.

Tabelle der C_{14}-Untersuchungen

Absol. Alter	Pollenstratigraphische Lage	Diagramm
2.490 ± 100	Nach dem Höhepunkt der Buchen- und Tannenpollen-Sedimentation	Schwarzer Moor I
2.570 ± 100	Nach dem kräftigen Buchen- und Tannenpollen-Abfall	Kohlenmoos
4.765 ± 65	Unmittelbar im Bereich des starken Fichtenpollen-Abfalles und *Alnus*pollen-Anstieges	Lengholz I
5.120 ± 100	Mitten im Bereich des Buchen-Tannen-Horizontes	Kohlenmoos
5.760 ± 120	Knapp nach dem ersten Buchenpollen-Höhepunkt	Schwarzer Moor I
5.860 ± 100	Im aufsteigenden Ast der Buchenpollen-Kurve	Dobramoos IV
6.120 ± 100	Knapp vor dem Beginn des rationellen Buchen- und Tannenpollen-Anstieges	Keutschacher See II

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Absol. Alter	Pollenstratigraphische Lage	Diagramm
6.910 ± 100	Beginn des Fichtenpollen-Maximums; Ende des *Ulmus-Tilia*-Gipfels	Keutschacher See II
8.590 ± 150	Beginn des Fichtenpollen-Maximums	Lengholz I
8.785 ± 150	Höhepunkt der *Ulmus-Tilia*-Kurve	Schwarzer Moor I
9.000 ± 120	Kurz nach dem Beginn der Eichenmischwald-Kurve	Dobramoos IV
9.360 ± 140	Vor der geschlossenen EMW-Kurve; Nach dem Beginn der *Picea*-Kurve	Dobramoos V
9.550 ± 150	Vor dem Beginn der geschlossenen *Picea*-Kurve	Dobramoos V
9.970 ± 120	Im Bereich hoher *Betula*-Werte; vor rationellem Kurvenanstieg der Ulme und Linde	Lengholz I
9.985 ± 180	Im Bereich hoher *Betula*-Werte; vor rationellem Kurvenanstieg der Ulme und Linde.	Lengholz I
10.820 ± 200	Im Bereich der aufsteigenden *Pinus*-Kurve; vor Anstieg der EMW-Kurve	Dobramoos IV
12.280 ± 200	Im Bereich relativ hoher *Artemisia*- und Chenopodiaceen-Pollen-Werte	Dobramoos V
12.610 ± 180	Im Bereich relativ hoher *Artemisia*- und Chenopodiaceen-Pollen-Werte	Dobramoos V
16.615 ± 210	Vor dem ersten Fichtenpollen-Gipfel; Geringe *Artemisia*- und Chenopodiaceen-Pollen-Werte	Lengholz I

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

6. Die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte Kärntens

Die Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte Kärntens ist zur Zeit immer noch lückenhaft; sie möge nur in großen Zügen dargestellt werden. Dennoch ist der Versuch einer Synthese der bedeutsamsten Erkenntnisse gerechtfertigt, um weiteren Untersuchungen geeignete Anhaltspunkte zu bieten.

Die Interpretation der Diagramme erfolgt auf Grund eigener Erfahrungen, die durch sorgfältig ausgeführte pollenstratigraphische Untersuchungen unter Zuhilfenahme mehrerer radiometrischer Ergebnisse gewonnen wurden, auch wenn die Ansicht des Verfassers in wichtigen Punkten von der Meinung anderer Autoren abweicht.

Das Verhältnis der Pollenhorizonte zur Vegetationsentwicklung in den einzelnen Landschaften entspricht etwa dem eines tierischen oder pflanzlichen „Bauplanes" gegenüber dessen mannigfaltigen, konkreten Abwandlungen. Nur in diesem Sinne ist es gedacht, die Pollenstratigraphie nutzbringend zur Erforschung der Vegetationsgeschichte anzuwenden. Es wäre daher z. B. unpassend, den Eu-*Pinus*-Nebenhorizont schlechtweg als „Kiefernzeit" anzusprechen, da dieser Pollenhorizont nicht nur die waldlose Zeit der beginnenden Wiederbesiedlung durch krautige und strauchige Pionierpflanzen in der Talsohle umspannt, sondern in höheren Lagen nahezu gänzlich als waldlose Phase entwickelt ist.

Das Spätglazial

Die ältesten Spuren einer spätglazialen Pflanzenwelt finden wir im oberen Drautal, und zwar aus dem 15. Jahrtausend vor Chr. Entgegen jeder Erwartung hatte sich dort um diese Zeit bereits eine lichte, krautarme Gehölzvegetation nach Art einer Taiga, wie in Slowenien (ŠERCELJ, 1963), ausgebreitet. Die Eroberung des eisfrei gewordenen Talbodens wurde vor allem durch die Kiefer eingeleitet; die Birke steht völlig im Hintergrund. Wohl aber kann, auf Grund verhältnismäßig hoher *Alnus*-Werte, mit einer nicht viel später einsetzenden Zuwanderung von Erlen, unter ihnen auch der Grünerle, gerechnet werden. Die Ähnlichkeit des Pollenniederschlages während dieser Vegetationsphase mit jenem des Laibacher Gebietes dokumentiert die engen Beziehungen zu diesem Refugium. Wenn auch keine weiteren paläobotanischen Anhaltspunkte vorliegen, wie es um diese Zeit in anderen Teilen des Landes ausgesehen haben mag, so liegt doch die Vermutung nahe, daß es nicht die einzige „Vegetationsinsel" in diesem Raume gewesen sein könnte. Sicherlich ist es aber kein Zufall, daß gerade im kontinental beeinflußten Gebiet Kärntens, unter der Gunst ziemlich hoher Sommertemperaturen, die Pflanzenwelt zuerst stärker Fuß faßte.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Aus derselben Gegend erfährt man auch den weiteren Ablauf der Vegetation. In den *Pinus*-Beständen kommt allmählich die Fichte hoch und erreicht während des Spätglazials eine zweimalige Ausdehnung ihres Areals. Diese Vorgänge sind nun auch in anderen Diagrammen belegt, am eindrucksvollsten in „Autertal A" und Dobramoos I. Bis in die Höhe des Autertales ist allerdings der Wald nie vorgedrungen (FRITZ, 1964), doch hat der Weitflug hier deutliche Spuren hinterlassen. In diesem Verhalten des Fichtenpollen-Niederschlages erblickt der Verfasser die Auswirkung und den Nachweis der spätglazialen Klimaschwankungen des Bölling- und Alleröd-Interstadials, zumal mit den Fichtenkurven-Gipfeln regelmäßig auch Pollen wärmeliebender und anspruchsvoller Gewächse (Buche, Tanne, EMW [Eichenmischwald], Hasel) aufgefunden werden (SCHMID, 1964). Durch ŠERCELJ wissen wir, daß speziell die Elemente des Eichenmischwaldes und die Hasel in Slowenien während der letzten Erwärmungsphase des Spätglazials bereits stark zur Geltung gekommen sind. Nahezu gleichzeitig mit dem ersten Fichtenrückgang, dem vermutlichen Ende des Bölling-Interstadials also, schieben sich nun auch krautige und strauchige Pflanzenelemente in den Vordergrund. Unter ihnen erreichen *Betula, Artemisia* und Chenopodiaceen eine besonders weite Verbreitung. Auch *Juniperus* und *Ephedra* treten jetzt in Erscheinung. Dieser Vegetations-Aspekt einer kräuterreichen Strauch- bis Baumtundra kann fast bis gegen das Ende des Alleröds und bis in eine Höhe von etwa 1000 m an verschiedenen Orten angetroffen werden (Keutschacher See, Kohlenmoos, Dobramoos). Er besitzt daher gewiß für ganz Kärnten Gültigkeit.

Über die spätglazialen Vegetationsverhältnisse in höheren Lagen entnimmt man den Diagrammen Kohrnock I und Autertal A wertvolle Hinweise. Bis gegen das Ende des Alleröd Interstadials (2. Fichtenpollen-Gipfel) herrscht zumindest ab 1400 m aufwärts nur eine äußerst spärliche Pioniervegetation. Erst mit der das Postglazial ankündenden Klimabesserung breitet sich auch in Höhen von etwa 1500 m eine kräuterreiche Pioniervegetation mit Sträuchern aus. Dieser Temperaturanstieg wird auch durch einen erhöhten *Pinus*pollen-Anflug infolge der starken Förderung der Kiefer in tieferen Lagen und einer damit verbundenen Baumgrenzen-Erhöhung erkennbar. Im Bergsee des Autertales entwickelt sich das Plankton (Pediastren). In den Wimitzerbergen beginnt die starke Kiefern-Ausbreitung etwa um 8800 v. Chr. Diese Zeit entspricht dem Beginn der „Jüngeren Tundrenzeit" Mitteleuropas. Auch in Kärnten hat dieser Klimarückgang, ähnlich wie in vielen Gegenden der Westalpen, nur sehr geringe Bedeutung. Im Raume des Kohrnocks, 2015 m, äußert er sich durch einen beachtlichen Rückgang des *Pinus*pollen-Anfluges (Absinken der Pollendichte) und in Tallagen durch eine Unterbrechung oder ein Absinken der *Picea*-kurve.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Mit der starken Kiefern-Ausbreitung am Ende des Eu-*Pinus*-Nebenhorizontes, die auch zu einer Zunahme des Birkenareals führte, wird wohl die bedeutsamste Phase der Vegetationsgeschichte Kärntens eingeleitet. Es gelangen jetzt nacheinander (mit Ausnahme der Buche und Tanne) in einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum die wichtigsten Waldbildner des Postglazials zur endgültigen Ausbreitung oder zur Einwanderung. Wir können diese Geschehnisse vorderhand zeitlich am besten im Dobramoos verfolgen. Nur wenig nach 7600 v. Chr. setzt dort die geschlossene Fichtenkurve und nach 7400 v. Chr. die Eichenmischwaldkurve an, um jetzt stetig zu steigen. Die grundsätzliche Richtigkeit dieser Altersangaben wird durch Datierungen aus anderen Gegenden bestätigt. Etwa 600—800 Jahre später erreicht nämlich im Sattnitzgebiet bei Klagenfurt der Eichenmischwald seinen Höhepunkt und die Fichte im oberen Drautal ihre dominante Stellung.

Nach diesen Vegetationsverhältnissen liegt die Grenze zwischen Spät- und Postglazial in Kärnten, ähnlich wie in der Insubrischen Schweiz (ZOLLER, 1960) i m Präboreal und nicht erst an dessen Ende. Es kann daher nicht der Auffassung im allgemeinen zugestimmt werden, daß das Präboreal in den Alpen zur Gänze dem Spätglazial zugeordnet werden soll (SCHMID, 1964).

P o s t g l a z i a l

Überall dort, wo die Fichte lokalklimatisch begünstigt war, also gegen das kontinental beeinflußte Alpeninnere zu und in den Frosttälern, überflügelt sie mit Beginn des Postglazials von vornherein alle anderen Konkurrenten. In den wärmeren Landesteilen dagegen reißen die Elemente des mesophytischen Laubwaldes immerhin für einige Jahrhunderte die Vorherrschaft an sich. Aber auch dann noch bleiben, nach dem Vordringen der Fichte in der Mischwald-Außenzone, Ulme und Linde, bis in den Buch-Tannen-Nebenhorizont hinein in der Vegetation stärker vertreten als in den mehr kontinental geprägten Gegenden. Nirgends jedoch erreicht der Eichenmischwald hier diese Bedeutung wie in Mitteleuropa nördlich der Alpen. Außerdem fällt der Höhepunkt der „Ulmen-Lindenzeit" Kärntens zeitlich nicht mit der EMW-Phase im Sinne der FIRBAS'schen Pollenzonen zusammen.

Merkwürdig in der Vegetationsgeschichte Kärntens ist die Stellung der Hasel. Ihr erstes Auftreten ist pollenstratigraphisch und zeitlich eng an die Fichte gebunden. FREY hat dies bereits treffend mit der Bezeichnung „Fichten-Haselzeit" für den Raum um den Längsee zum Ausdruck gebracht. Überall dort, wo der Fichtendominanz eine gut ausgebildete Ulmen-Linden-Phase vorangeht (Schwarzer Moor, Keutschacher See) erscheint die Hasel daher erst n a c h derselben, in Gegenden aber, in denen die Kiefer unmittelbar von der Fichte verdrängt wird, tritt sie nahezu gleichzeitig mit dem Eichenmischwald auf (Kohlenmoos, Dobramoos). So erfolgt auch die Haselausbreitung

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

in Kärnten an den einzelnen Orten zu verschiedenen Zeiten. Um 8000 v. Chr. war sie im oberen Drautal noch nicht eingewandert, hatte aber dort den Höhepunkt ihrer Entwicklung etwa um 6600 v. Chr. nahezu überschritten. Rund um den Keutschacher See breitet sie sich, gemeinsam mit der Fichte, um 5000 v. Chr. stark aus. Diese zeitliche Verzögerung steht nicht mit einer verspäteten Zuwanderung von West nach Ost in Verbindung, denn östlich vom Keutschacher See, am Sattnitz-Plateau, kann die Hasel schon knapp nach 6800 v. Chr. mit Werten von über 30% im Pollenniederschlag festgestellt werden. Jedenfalls kann die Hasel in Kärnten nicht zur Festlegung der Grenze Präboreal-Boreal verwendet werden.

Die Zeit der ausgedehnten Fichtenwälder in Kärnten dauerte in den verschiedenen Landesteilen unterschiedlich lang an. Die Ursachen dafür liegen vor allem in den lokal-klimatischen Bedingungen und in der Einwanderung der Buche und Tanne. In den kontinental beeinflußten Gebieten beginnt die Fichtenherrschaft früher (z. B. Lengholz um 6600 v. Chr.) als in den ozeanisch beeinflußten Gegenden und wird dort nach den augenblicklichen Erfahrungen erst durch das Erscheinen des Menschen beendet. In der Mischwald-Außenzone dagegen wird das Aufkommen der Fichte etwas verzögert und gegen Ende des 5. Jahrtausends zugunsten der Buche und Tanne wieder eingeschränkt. In höheren Lagen dauert die Fichtenzeit länger als im Tale.

Mit Buche und Tanne erscheinen in Kärnten die letzten Hauptwaldbildner. Jetzt tritt auch die Hainbuche auf. Die spärlichen Pollenfunde von *Carpinus betulus* gestatten es nicht, konkrete Aussagen über das tatsächlich eingenommene Verbreitungsareal zu machen.

In den unteren Abschnitten der Buchen-Tannenzeit besitzt man allgemein die ersten Funde von Kulturpflanzenpollen. Stets trifft man zunächst auf den Anbau von Getreide. Die ältesten derartigen Spuren findet man am Keutschacher See im 3. Jahrtausend vor Chr. Walnuß und Edelkastanie treten später auf. Der intensive Getreidebau ist jung.

Es ist eine unverkennbare Tatsache, daß mit der zunehmenden Kulturpflanzenpollen-Kurve der Buchen- und Tannenpollen-Niederschlag mehr und mehr abnimmt. Nur das obere Drautal nimmt eine Ausnahmestellung ein. An Hand der C_{14}-Datierungen aus dem Kohlenmoos und Schwarzer Moor darf angenommen werden, daß bereits im 1. Jahrtausend v. Chr. die Buchenausbreitung ihren Höhepunkt überschritten hat. Der einschneidendste Buchenrückgang erfolgte erst etwa in den letzten 1000 Jahren. Gleichzeitig nehmen die Nadelhölzer, Ausdruck planender Forstwirtschaft, wieder zu.

Zu den, pollenmäßig gesehen, bedeutsamsten Gehölzen zählen auch die Erlen. Sie treten schon sehr früh, ungefähr gemeinsam mit der Fichte auf und breiten sich überall dort, wo diese zurückgeht, sehr stark aus.

Im einzelnen betrachtet, besitzen die Vegetationsverhältnisse in

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

der Buchen-Tannenzeit, worauf schon früher verwiesen wurde, örtlich recht unterschiedliche Akzente.

7. Erörterung der Ursachen der Vegetationsentwicklung in Kärnten

Der Ablauf der Vegetationsentwicklung eines Gebietes wird von verschiedenen Faktoren beeinflußt, vor allem aber vom Klima, vom Boden, von der Einwanderungsfolge der Gewächse, deren gegenseitiger Konkurrenz und von den menschlichen Eingriffen in die Pflanzenwelt. Die Vegetationsgeschichte eines bestimmten Raumes kann daher erst dann richtig verstanden werden, wenn man auch ihre Ursachen kennt. Es ist allerdings nicht immer einfach, die jeweils maßgebenden Faktoren zu ermitteln, da grundsätzlich damit gerechnet werden muß, daß verschiedene Ursachen zum gleichen Vegetationsbild führen können.

Einer der wesentlichsten Faktoren in der Vegetationsentwicklung Kärntens ist das Klima. Doch sind es nicht so sehr die großklimatischen Perioden im Sinne von BLYTT-SERNANDER, als vielmehr die lokalklimatischen Verhältnisse, die ihre Wirksamkeit entfalten. Mindestens schon ab dem „Präboreal" wird die vegetationskundliche Gliederung Kärntens in kontinental und ozeanisch beeinflußte Gebiete offenkundig. In den ersteren wird die Kiefer unmittelbar von der Fichte abgelöst und die Elemente des mesophytischen Laubwaldes spielen eine völlig untergeordnete Rolle, in den letzteren dagegen schiebt sich zwischen Kiefern- und Fichtenausbreitung eine „Ulmen-Linden-Phase" ein. Auch Buche und Tanne bevorzugen stärker die Mischwald-Außenzone als die Nadelwald-Innenzone und erweisen sich dort als lebenskräftiger. Wenn auch die Buche früher einmal in Kärnten sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung bedeutend weiter verbreitet war als heute, so muß das durchaus nicht, entgegen der Meinung SCHMID's, 1965, die Folge des „atlantischen Klimas", der „Postglazialen Wärmezeit" gewesen sein. Ein weniger betont ozeanisches Klima kann in den Grenzgebieten des Buchenareals durch entsprechende Bonität des Bodens, oder auch durch hohe lokale Luftfeuchtigkeit ersetzt werden (AICHINGER, 1941). So treffen wir z. B. heute noch immer im luftfeuchten Gößgraben, umgeben von Trockentälern der Zentralalpen, die Rotbuche in einer Meereshöhe von 1600 m in der Baumschichte an (AICHINGER, 1958). Der Zusammenhang zwischen Buchenausbreitung und Bodengüte wird besonders dadurch bestätigt, daß erst zur Zeit der intensivsten Siedlungstätigkeit des Menschen das Buchenareal in Kärnten ganz rapid abgenommen hat. Durch die bodendegradierenden Einflüsse des Menschen wurde der ehemalige Mullboden des Buchen-Mischwaldes vernichtet, die wasserhaltende Kraft vermindert und Rohhumus geschaffen, den die Buche weniger gut verträgt als die Fichte.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Ähnlich verhält es sich mit dem Auftreten hygrophiler Gewächse, die als Merkmal des beginnenden „Subatlantikums" gewertet werden. Wenn nämlich Fichtenwälder, die sich längs der Alpenflüsse, oder auf bodenfeuchten Schuttkegeln und wasserzügigen Unterhängen aus Erlenwäldern entwickelt haben, vom Menschen niedergeschlagen werden, so kommen eben sekundär, infolge zunehmender Bodenverdichtung und Vernässung, wieder Erlenwälder hoch (AICHINGER, 1952). Die Hand des Menschen schafft ein Vegetationsbild, das nur allzu leicht mit einem „subatlantisch" bedingten verwechselt werden könnte. Dazu kommt, daß die untere zeitliche Grenze des „Subatlantikums" mit ca. 700—500 v. Chr. in einen Zeitabschnitt fällt, ab dem tatsächlich mit einem immer stärker werdenden anthropogenen Einfluß zu rechnen ist.

Diese Erörterungen, gemeinsam mit den Erkenntnissen über die zeitliche Ausbreitung der Hasel, der mesophytischen Laubhölzer, der Fichte und der Buche in Kärnten zeigen, daß es unmöglich ist, bestimmte pollenstratigraphische Horizonte mit ausreichender Sicherheit den BLYTT-SERNANDER'schen Klimaperioden zuzuordnen und die Vegetationsgeschichte des Postglazials auf Klimaphasen aufzubauen.

Die einzigen großräumigen Klimaschwankungen, die sich in der Vegetationsentwicklung in Kärnten verläßlich zu spiegeln scheinen, sind die beiden spätglazialen Interstadiale und die kräftige Erwärmung zu Beginn des Postglazials.

Ein weiterer sehr wichtiger Faktor in der Vegetationsgeschichte des Landes ist die große Nähe zu den eiszeitlichen Refugien. Die bedeutsamsten Gewächse erscheinen in Kärnten früher als in Mitteleuropa nördlich der Alpen. Dies gilt sowohl für die Fichte als auch für die Elemente des mesophytischen Laubwaldes, die Buche und die Hasel. Erstere prägt wegen ihrer sehr frühen Einwanderung in besonderem Maße der Vegetationsgeschichte Kärntens den Stempel auf.

Zum Schluß sei darauf aufmerksam gemacht, daß sich im Buchen-Tannen-Nebenhorizont folgende merkwürdige Tatsache deutlich ergibt: Ungefähr mit dem Beginn der absinkenden Fichtenpollen-Kurve setzten die ersten Nachweise der sogenannten Kulturpflanzenpollen ein. Die radiometrische Datierung dieser Zeit liegt so früh, daß es derzeit kaum möglich ist, endgültig zu entscheiden, ob der Rückgang der Fichte allein anthropogen verursacht sein könnte. Es sei hier nicht weiter erörtert, welche Möglichkeiten zur Deutung herangezogen werden können. Der Verfasser behält sich vor, nach weiteren zielgerichteten Untersuchungen darüber zu berichten.

8. Die FIRBAS'schen Pollenzonen. Parallelisierung der Vegetationsgeschichte Kärntens, Mitteleuropas nördlich der Alpen, Sloweniens und der Insubrischen Schweiz

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die FIRBAS'schen Pollenzonen

So sehr sich auch die FIRBAS'schen Pollenzonen in Mitteleuropa nördlich der Alpen allgemeiner Anwendung erfreuen, scheint sich ihre Heranziehung zur Gliederung der Vegetationsgeschichte südlich des Alpen-Hauptkammes nur zum Teil, nämlich für das Spätglazial, zu bewähren (ZOLLER, 1960). Abgesehen davon, daß die postglazialen Waldgesellschaften Kärntens wesentlich anders gekennzeichnet sind als in weiten Gegenden Mitteleuropas und Skandinaviens und es daher unpassend wäre, Ausdrücke wie „Haselzeit", „Eichenmischwaldzeit" usw. zu übernehmen, fallen auch die zeitlichen Grenzen der Vegetationsphasen nicht zusammen. Wie die vorliegenden Untersuchungen zeigen, ist es nicht einmal für einen im Vergleich zu Europa so kleinen geographischen Raum wie Kärnten möglich, ein absolut verbindliches, zeitliches Schema der Pollenhorizonte und Vegetationsphasen zu erstellen. Auch im Sinne IVERSEN, 1954, und ANDERSEN, 1961, zitiert nach ŠERCELJ, 1963, dürften Pollenzonen als Vegetationseinheiten zu stark lokalen Charakter besitzen, um sie zeitlich zu parallelisieren. Pollenzonen und Pollenhorizonte kennzeichnen lediglich im Sinne von „Pollenhorizont-Sukzessionen" den Typus des Vegetationsablaufes in einer Gegend. Die zeitliche Einordnung der Vegetationsphasen kann heute bereits mit Hilfe von exakteren Methoden erreicht werden, als dies durch Vergleich von Pollenzonen überhaupt möglich ist. Die Datierung mittels Pollenhorizonten im allgemeinen und der FIRBAS'schen Pollenzonen im besonderen scheint erst dann ratsam und verläßlich, wenn die Vegetationsgeschichte einer Gegend in ihrem zeitlichen Ablauf bereits hinlänglich genug bekannt ist.

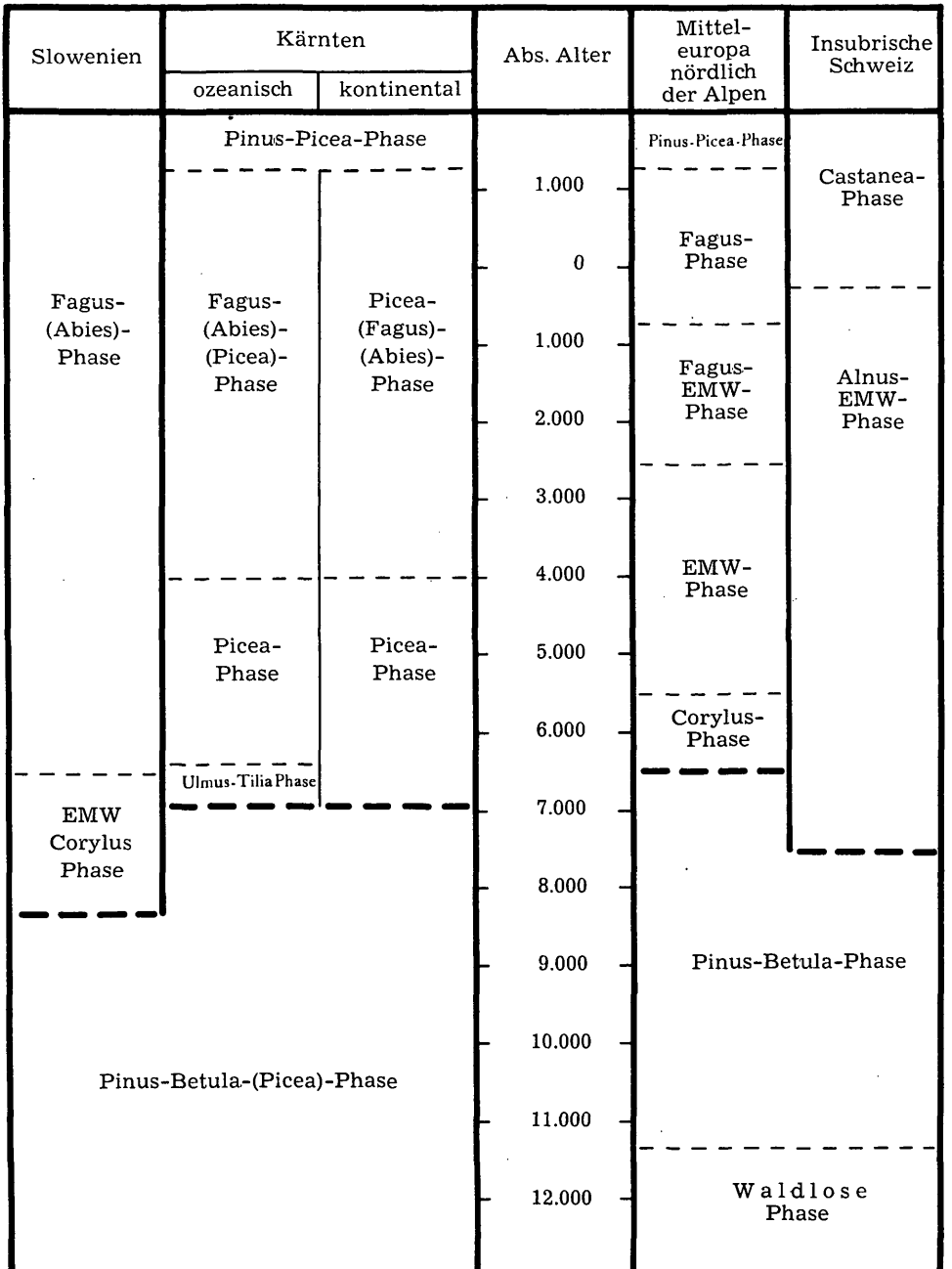
Aus diesem Grunde zieht es der Verfasser vor, die Vegetationsgeschichte Kärntens und deren Parallelisierung mit der Vegetationsentwicklung in anderen Teilen Europas auf dem absoluten Zeitmaßstab aufzubauen.

Parallelisierung der Vegetationsgeschichte Kärntens, Mitteleuropas, Sloweniens und der Insubrischen Schweiz

Um die Stellung der Vegetationsgeschichte Kärntens im alpinen und europäischen Raume zu veranschaulichen, sind in Tafel 1 die Vegetationsphasen Sloweniens, Mitteleuropas, der Insubrischen Schweiz und Kärntens in vereinfachter Form gegenübergestellt. Daraus geht sowohl der individuelle vegetationsgeschichtliche Charakter Kärntens als auch die vermittelnde Rolle zwischen dem Süden und dem Norden eindrucksvoll hervor.

Die Eigenstellung Kärntens dokumentiert sich am deutlichsten in der postglazialen Vorherrschaft der Fichte, die in den kontinentalen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



Tafel 1: Parallelisierung der Vegetationsgeschichte Sloweniens, Kärntens, Mitteleuropas und der Insubrischen Schweiz.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Gebieten des Landes selbst während der Buchen-Tannen-Phase erhalten bleibt.

Die vermittelnde Rolle dagegen wird in mehrfacher Hinsicht vor Augen geführt. Zunächst einmal darin, daß die *Pinus-Betula*-Phase früher zu Ende geht als in Mitteleuropa, aber länger als im slowenischen Teil der Süd-Ostalpen andauert. Weiters erreicht die Ulmen-Linden-Phase in der ozeanisch beeinflußten Mischwald-Außenzone ihren Höhepunkt noch im ausklingenden „Präboreal" und schließt sich damit der Vegetationsentwicklung im Süden an. Schließlich beginnt die Buchen-Phase in Kärnten wahrscheinlich etwa um 4000 Jahre später als im Raume von Laibach, aber um ca. 1500 Jahre früher als in mitteleuropa nördlich der Alpen.

Slowenien und Kärnten, d. h. der südöstliche Bereich der Alpen und Mitteleuropas weisen durch das starke Hervortreten der Buche im Postglazial gegenüber der Insubrischen Schweiz gemeinsame Züge auf.

9. Zusammenfassung

An Hand von 14 Pollendiagrammen aus Kärnten wurde der Versuch unternommen, die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte dieses Raumes in großen Zügen zu charakterisieren, sie zeitlich zu gliedern und die Ursachen der Vegetationsentwicklung zu beleuchten. Aufbauend auf eingehenden pollenstratigraphischen Untersuchungen wurde zunächst ein allgemein anwendbares Schema der Pollenhorizonte erarbeitet, das die wesentlichsten Merkmale des Vegetationsablaufes klar und deutlich heraushebt. Danach unterscheidet der Verfasser pollenstratigraphisch zwei Haupthorizonte, den *Pinus*-Haupthorizont und den *Picea*-Haupthorizont. Diese werden weiters in folgende Nebenhorizonte eingeteilt:

Fagus-Abies-Nebenhorizont,
Eu-*Picea*-Nebenhorizont,
Betula-Ulmus-Tilia-Nebenhorizont,
Eu-*Pinus*-Nebenhorizont.

Wie die Auswertung der C_{14}-Datierungen ergibt, sind die Pollenhorizonte in erster Linie Ausdruck einer bestimmt charakterisierten Abfolge typischer Vegetationsphasen. Wir können daher die Pollenhorizonte nur mit Einschränkungen als zeitlich gleichaltrig betrachten. Dies gilt besonders für das Postglazial. Die zeitlichen Abweichungen in der Abgrenzung der Pollenhorizonte sind vor allem die Folge lokalklimatischer Gegebenheiten und teilweise auch menschlicher Einflüsse.

Aus diesem Grunde kann es nicht vertreten werden, die stratigraphische Gliederung des Postglazials auf den BLYTT-SERNANDER'schen Klimaphasen aufzubauen. Weiters ist die Vegetationsentwicklung Kärntens gegenüber Mitteleuropa zu sehr verschieden, um die FIRBAS'schen Pollenzonen sinngemäß anwenden zu können. Es ist daher

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

am zweckmäßigsten, die Vegetationsphasen auf den absoluten Zeitmaßstab zu beziehen, was die Wichtigkeit von C_{14}-Datierungen in der palynologischen Arbeit besonders unterstreicht.

10. Auswahl aus der Literatur

AICHINGER, E.: 1941. Über die Ersetzbarkeit der Umweltsfaktoren im Lebenshaushalt unserer Bäume, Sträucher und Kräuter. Schriftenreihe der Akademie der Deutschen Forstwissenschaft. Frankurt/M.

— 1952. Fichtenwälder und Fichtenforste als Waldentwicklungstypen. Veröffentlichung des Institutes für angewandte Pflanzensoziologie des Landes Kärnten. Heft VI.

— 1958. Pflanzensoziologische Studie am Südfuß der Hochalmspitze. Carinthia II, 68. Jahrg., Klagenfurt.

— 1962. Vegetationskundliche Beiträge zur Abgrenzung reiner und gemischter Waldbestände der Ostalpen und der angrenzenden Gebiete. Centralblatt für das gesamte Forstwesen. 79. Jahrg., Heft 3.

BERTSCH, K.: 1942. Lehrbuch der Pollenanalyse. Handbuch der praktischen Vorgeschichtsforschung, Bd. 3. Stuttgart.

BEUG, H.-J.: 1961. Beiträge zur postglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte in Süddalmatien: Der See „Malo Jezero" auf Mljet. Flora, Bd. 150, Heft 4. I. und II. Teil.

— 1964. Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Gardaseegebiet unter besonderer Berücksichtigung der mediterranen Arten. Flora, Band 154.

BORTENSCHLAGER, S.: Palynologische Untersuchung an zwei Dikotylen-Familien und drei österreichischen Sphagnum-Mooren. Dissertation, Philosoph. Fakultät Innsbruck.

— 1966. Pollenanalytische Untersuchung des Dobramoores in Kärnten.

BRANDTNER, F.: 1949. Das Niedermoor von Sappl. Archaeologia Austriaca, Heft 4, Wien.

— 1949. Die bisherigen Ergebnisse der stratigraphisch-pollenanalytischen Untersuchungen eines jungeiszeitlichen Moores vom interstadialen Charakter aus der Umgebung von Melk/Donau. Archaeologia Austriaca, Heft 2, Wien.

— 1951. Die nacheiszeitliche Waldgeschichte. Landeskunde von Burgenland. Österreich. Bundesverlag f. Unterricht, Wissenschaft und Kunst, Wien.

— 1954. Neues zum vorgeschichtlichen Pfahlbau im Keutschacher See. 3. Palynologische Untersuchung. Carinthia I, 144. Jahrg., Heft 1—4, Klagenfurt.

FIRBAS, F.: 1923. Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. Eine vorläufige orientierende Studie zur nacheiszeitlichen Waldgeschichte. Lotos, Bd. 71, Prag.

— 1949. Waldgeschichte Mitteleuropas, 1. Bd. Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Jena.

FRENZEL, B.: 1964. Über die offene Vegetation der letzten Eiszeit am Ostrande der Alpen. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Bd. 103 und 104.

FREY, D. G.: 1956. Die Entwicklungsgeschichte des Längsees in Kärnten. Carinthia II, 66. Jahrg., Klagenfurt.

FRITZ, A.: 1963. Fossiler *Ephedra*-Pollen in Kärnten. Carinthia II, 73. Jahrg., Klagenfurt.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

— 1964. Pollenanalytische Untersuchung des Bergkiefern-Hochmoores im Autertal, Kärnten. Carinthia II, 74. Jahrg., Klagenfurt.
— 1965. Pollenanalytische Untersuchung zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im oberen Drautal, Kärnten. Carinthia II, 75. Jahrg., Klagenfurt.

GAMS, H.: 1949—51. Überblick über die Floren- und Vegetationsgeschichte Tirols. Der Schlern, Bozen.
— 1954. Das Verschwinden von Gehölzen aus den Alpen während des Eiszeitalters. Festschrift für Erwin Aichinger, Bd. I, Wien.
— 1962. Das Gurgler Rotmoos und seine Stellung innerhalb der Gebirgsmoore. Festschrift Franz Firbas, Zürich.
— 1963. Waldgrenzenverschiebung und Palynologie. Grana Palynologia, Volume 4. Uppsala.

KIELHAUSER, E.: 1937. Pollenanalytische Mooruntersuchung am Weißensee und Farchtnersee in Kärnten. Österr. Bot. Zeitschr., Bd. LXXXVI, Wien.

KLAUS, W.: 1960. Pollendiagramme der Moore des niederösterreichischen Waldviertels I. Das Haslauermoos. Verhandlungen d. Geolog. Bundesanstalt, Jahrg. 1960, Hefte 1—3.
— 1961. Pollendiagramme der Moore des niederösterreichischen Waldviertels II. Das Schremser Moor (Schwarzinger Torfstich). Verhandl. der Geolog. Bundesanstalt, Jahrg. 1961, Hefte 1—3.

LÜRZER, E.: 1954. Das Spätglazial im Egelseegebiet (Salzach-Vorlandgletscher). Zeitschrift f. Gletscherkunde und Glazialgeologie. Bd. III, Heft 1, Innsbruck.
— 1956. Die postglaziale Waldgeschichte des Salzburger Vorlandes. Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde. 96. Vereinsjahr.

MAYER, H.: 1963. Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. BLV Verlagsgesellschaft München, Basel, Wien.
— 1964. Präboreales Vorkommen von Ephedra (Meerträubl) auf dem Steinernen Meer (Berchtesgadener Kalkalpen). Die Naturwissenschaften. 51. Jahrgang, Heft 14. Berlin-Göttingen-Heidelberg.
— 1965. Zur Waldgeschichte des Steinernen Meeres. Jahrbuch 1965, 30. Band des Vereines zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere. München.
— 1966. Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes (Salzburger Kalkalpen). Forstwissenschaftliche Forschung. Beihefte zum Forstwissenschaftlichen Zentralblatt, Heft 22.

SARNTHEIN, R.: 1948. Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschichtlichen Bedeutung. III. Teil: Kitzbühler Alpen und unteres Inntal. Österreich. Bot. Zeitschrift, Band 95, Heft 1.
— 1947. Pollenanalytische Untersuchungen in Kärnten. Carinthia II, 56. Jahrgang, Klagenfurt.

SCHLATTE, G.: 1965. Das Aicher Moor, das bedeutendste inneralpine *Betula-humilis*-Vorkommen. Mitteilungen des Naturwissenschaftl. Vereins f. Steiermark, Bd. 95.

SCHMID, H.: 1965. Palynologische Untersuchung an drei Mooren in Kärnten (Mit Pollen- und Sporenmorphologischem Anhang). Dissertation, Philosoph. Fakultät Innsbruck.

SCHNETTER, R.: 1964. Auftreten von Pollen in der Luft in Abhängigkeit von Jahreszeit, Witterung, Höhenlage und Vegetation in Mittel-Hessen. Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Giessen. Bd. 33, Heft 1—3.
— 1964. Untersuchungen über Einflüsse von Geländeform, Höhenlage

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

und Vegetation auf die Pollensedimentation. Bericht der Oberhessischen Gesellschaft f. Natur- und Heilkunde zu Giessen. Bd. 33, Heft 4.

SCHÜTRUMPF, R.: 1940. Was vermag die Pollenanalyse zur Altersfrage der beiden Einbäume aus dem Sattnitzmoor bei Klagenfurt beizutragen? Carinthia I, 130. Jahrgang, Klagenfurt.

ŠERCELJ, A.: 1966. Pelodne Analize pleistocenskih in holocenskih sedimentov Ljubljanskega barja. Razpr. IV, r. SAZU 9. Ljubljana (Mit ausführlichem Literaturverzeichnis der Arbeiten dieses Verfassers).

VAN VEEN, F. R.: 1961/62. Palynologische Untersuchung des vorderen Filzmooses am Warscheneck (Steiermark). Leidse Geologische Mededelingen, Deel 26. Leiden.

ZAGWIJN, W. H.: 1948. Pollenanalytische Untersuchungen einer spätglazial-Seeablagerung in Tirol. Geol. Mijmbouw N. S. 14.

ZOLLER, H.: 1960. Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der Insubrischen Schweiz. Denkschrift der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Bd. LXXXIII, Abh. 2, Zürich.

— 1960. Die wärmezeitliche Verbreitung von Haselstrauch, Eichenmischwald, Fichte und Weißtanne in den Alpenländern. Bauhinia, Zeitschrift der Basler Bot. Gesellschaft, Bd. 1, Heft 3.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Adolf Fritz, Koschatstraße 99, 9020 Klagenfurt

Sonderdrucke ausgegeben am 4. Juli 1967.

Geologie des Plöckentunnels der Ölleitung Triest-Ingolstadt

(Karnische Alpen, Österreich/Italien)

Von Peter Pölsler

(Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle im Text und 2 Beilagen)

Zusammenfassung

Ca. 3,5 km E des Plöckenpasses durchörtert der Tunnel der Ölleitung Triest-Ingolstadt annähernd senkrecht auf das Streichen die WE-streichenden Kalk- und Schieferzüge der zentralen Karnischen Alpen. Die Stollenaufnahmen ergaben nur in wenigen Punkten einen etwas komplizierteren Bau, als es die Geländeaufnahmen (GORTANI, M. & DESIO, A. 1927, GAERTNER, H. R. 1931, HERITSCH, F. 1936 und eigene Begehungen) vermuten ließen, bestätigten jedoch das von GAERTNER, H. R. 1931 entwickelte Deckenschema.

Die Cellon- und Rauchkofel-Decke, welche obertags zwischen Laucheck und Würmlacher Alpe als zusammenhängende Kalkmasse erscheint, wird im Bereich des Tunnels in fünf Schuppen zerlegt. Die Cellon-Decke taucht im S erst wieder am Gr. Pal und der Gamsspitze als überkippte, N-vergente Antiklinale auf und wird im Raum des Angertales von Hochwipfelschichten überlagert. Im Tunnel werden

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

ABSOLUTES ALTER

LENGHOLZ I 570m

SCHWARZER MOOR I 770m

KEUTSCHACHER SEE II 508m

KOHLENMOOS 846m

DOBRAMOOS V 902m

DOBRAMOOS I 902m

AUTERTAL A 1460m

50 2

1000 0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000 11000 12000 13000 14000 15000 16000 17000

Pc_2 Pc_1 Pi_2 Pi_1 $-c_{14}-$

SPHAGNUMTORF
SEGGENTORF
BRAUNMOOSTORF
BRUCHWALDTORF
GYTTJA
SEEKREIDE
TON-SAND
KULTURPFLANZEN-POLLEN
ARTEMISIA-CHENOPODIACEAE
KIEFER
BIRKE
BUCHE
FICHTE
ULME-LINDE

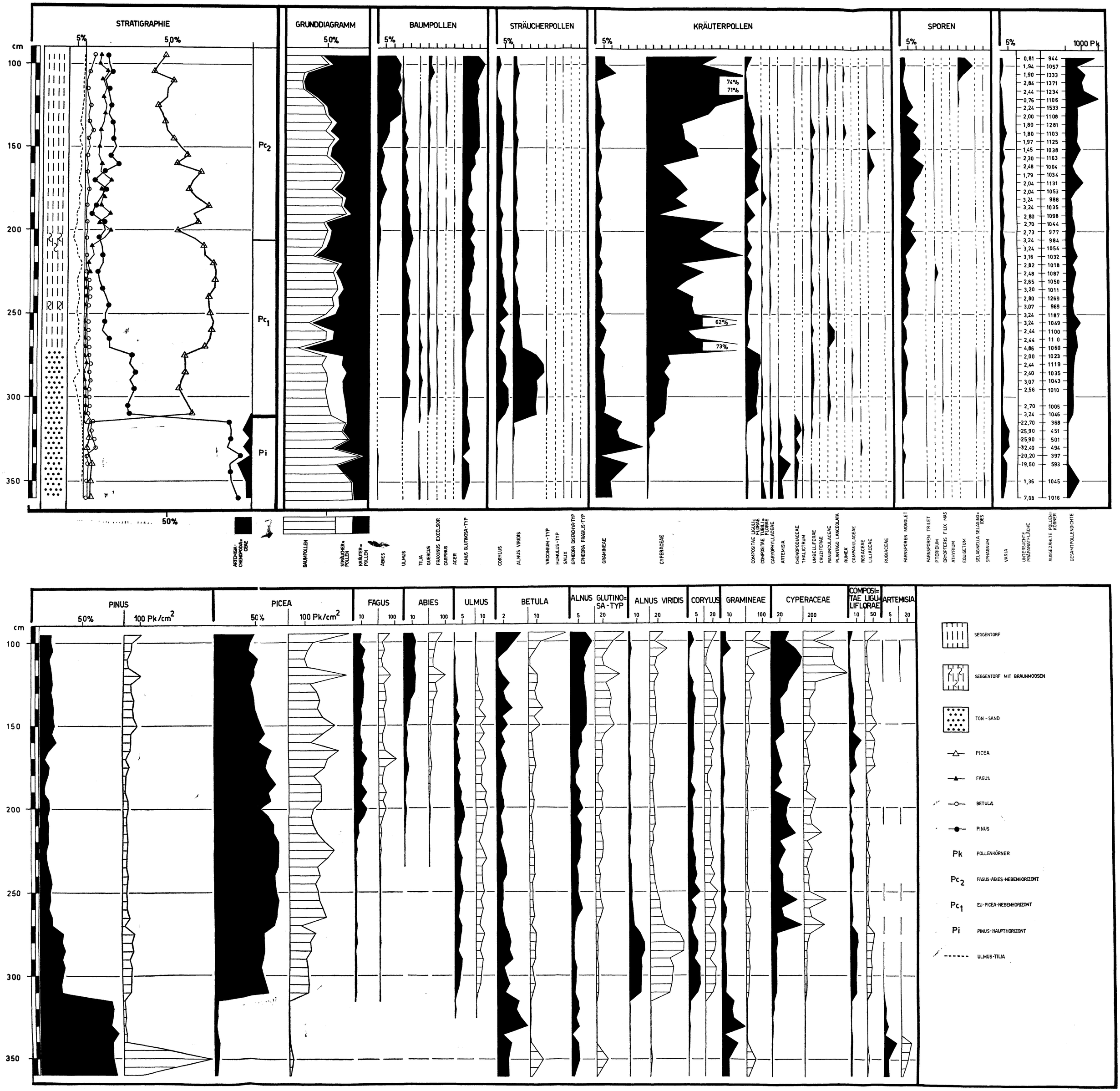
Pc_2 FAGUS-ABIES-NEBENHORIZONT
Pc_1 EU-PICEA-NEBENHORIZONT
Pi_2 BETULA-ULMUS-TILIA-NEBENHORIZONT
Pi_1 EU-PINUS-NEBENHORIZONT
$-c_{14}-$ C_{14} DATIERTE DIAGRAMMLAGE

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Pollendiagramm I.

zu A. Fritz, Pollenanalytische Untersuchung,
Carinthia II, 1967

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

ABSOLUTES ALTER

LÄNGSEE 548m

50 2

1000 0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10,000

Pc_2 Pc_1 Pi_2

FAAKER SEE 561m

50

Pc_2 Pc_1 Pi_2

LANGES MOOS 720m

50 2 Pk

Pc_2 Pc_1 Pi_2 Pi_1

KOHRNOCK I 2015m

50

Pc_2 Pc_1 Pi

ABSOLUTES ALTER

SAPPL 800m

50 2

1000 0 1000 2000 3000 4000

Pc_2

SATTNITZMOOR 440m

50

Pc_2

WEISSENSEE 930m

50

Pc_2

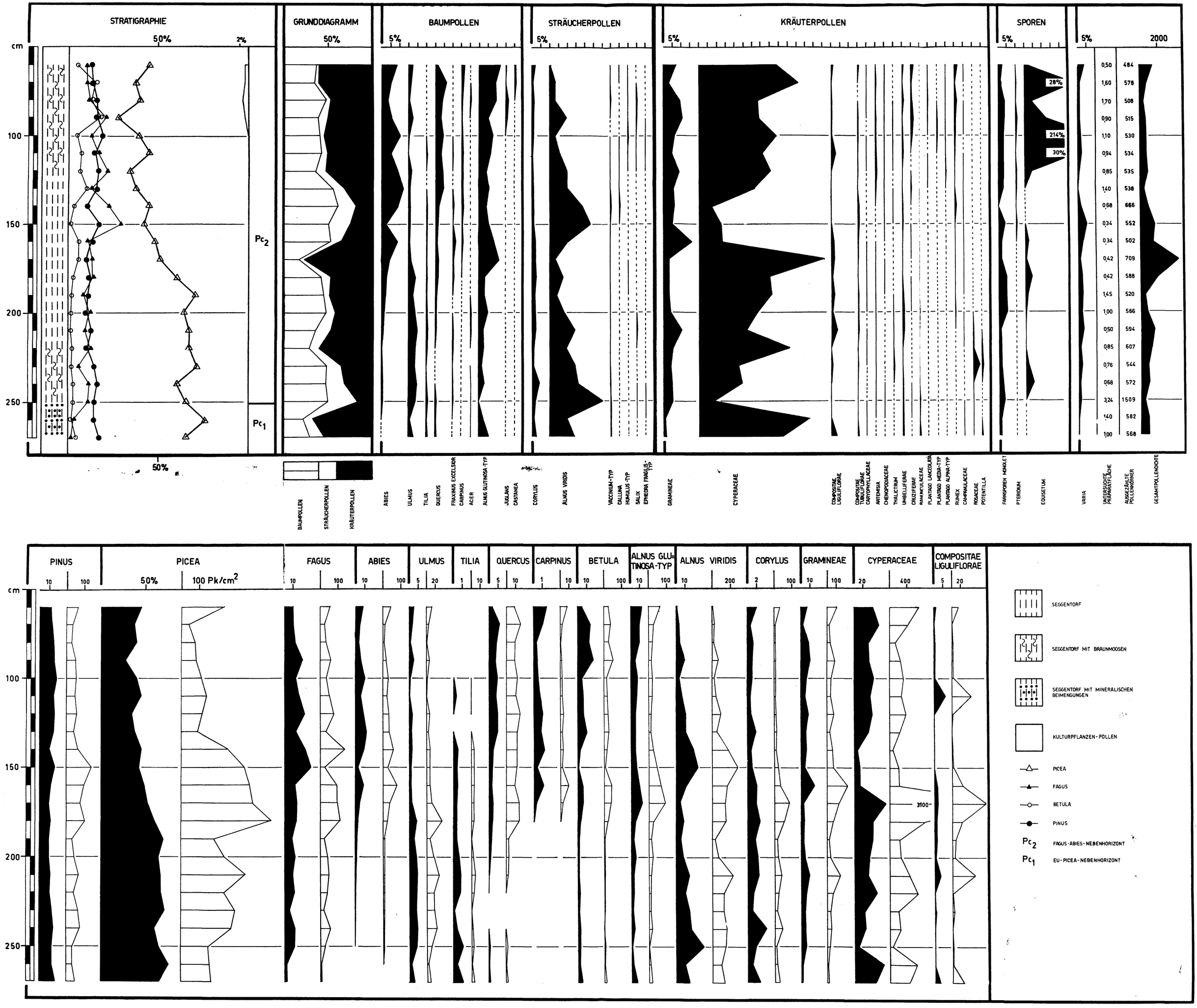
- SEGGENTORF
- SEGGENTORF MIT BRAUNMOOSEN
- SCHILFTORF
- BRUCHWALDTORF
- TON - SAND
- SEEKREIDE
- GYTTJA
- DY
- SAPROPEL
- ARTEMISIA - CHENOPODIACEAE
- TANNE
- KULTURPFLANZEN - POLLEN
- KIEFER
- BUCHE
- BIRKE
- FICHTE
- ULME-LINDE
- Pk POLLENKÖRNER
- Pc_2 FAGUS - ABIES - NEBENHORIZONT
- Pi_2 BETULA - ULMUS - TILIA - NEBENHORIZONT
- Pc_1 EU - PICEA - NEBENHORIZONT
- Pi_1 EU - PINUS - NEBENHORIZONT

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Pollendiagramm II.

zu A. Fritz, Pollenanalytische Untersuchung,
Carinthia II, 1967

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: 157_77

Autor(en)/Author(s): Fritz Adolf Johann

Artikel/Article: Beitrag zur spät- und postglazialen Pollenstratigraphie und Vegetationsgeschichte Kärntens 5-37