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

Carinthia II	166./86. Jahrgang	S. 175–196	Klagenfurt 1976

Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der Karnischen Alpen (Kärnten)

Von Adolf FRITZ

(Mit 2 Pollendiagrammen)

ABSTRACT

This present work in pollen analysis is a contribution to late- and post-glacial history of vegetation and climate of the Karnische Alpen.

With reservation to incertainties in dating (as long as no ^{14}C-datings are available) the picture may be described as following.

The first hints to floral recultivation of the Nassfeld go to zone I, according to FIRBAS. The earliest recorded vegetational phase is a sparse, tree- and woodless pioneer vegetation. Because of difficulties in boring zone II is missing. At the time of zone III a knee-pine belt consisting of *Pinus mugo* was spreading. The onset of forest grown from seedlings followed in zone IV. In course of this regrowth *Larix decidua* and *Pinus cembra* appeared first; in vet places *Alnus viridis* settled down. A certain increase of *Pinus cembra* in older part of zone V hints at a climatic change for the worse, which could be identified with the so-called Venediger-Schwankung. From younger part of zone V onwards an increasing spread of *Picea abies* ist to be noticed in the subalpin spruce woods.

With the beginning of zone VII stocks of *Picea abies* are subpopulated by *Fagus sylvatica* and a little later by *Abies alba* in mountaine-regions. The climax as to the spread of *Fagus sylvatica* falls into post-glacial climatic maximum. One can assume with certainty that local pollen growth has been falsified by souths winds carrying considerable quantities of pollen from lower regions over the mountain passages. Inspite of this prose is given that no dense wood growths had resulted; one of the proves may be the fact, that *Wulfenia* immigrated from the South from about 9500 before now and held its place in the region of *Alnus viridis* until the present time.

Zone VIII in its turn again favoured spruce species, firth of all, *Picea*

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

abies and it was accompanied by a retrogression of *Alnus viridis.* Development of wood growth in zone IX and X suffers as usual from human influence.

RIASSUNTO

La presente ricerca palinologica rappresenta un contributo alla storia tardo e postglaciale della vegetazione e del clima delle Alpi Carniche. Salvo alcune incertezze che permangono in mancanza di datazioni col ^{14}C, si ha il seguente quadro.

Le prime indicazioni di un ripopolamento vegetale del Pramollo cadono già nella zona I di FIBRAS. La più antica fase vegetazionale conservata è rappresentata da una scarsa vegetazione pioniera priva di alberi e di bosco. Per difficoltà di perforazione l'Alleröd non è stato individuato. Nel Dryas più recente si estese una fascia nana con mugo (P. mugo). L'avanzata del bosco avvenne soltanto nel Preboreale. Nel corso di questo rimboschimento comparvero dapprima larici (L. d.) e cembri (P. c.); nelle posizioni umide si insediarono gli alni verdi (A. v.). Un peggioramento climatico nel Boreale antico è indicato da un forte aumento percentuale del cembro; esso potrebbe essere correlato con la fluttuazione del Venediger. Dal Boreale recente in poi nel bosco di conifere subalpino si assiste ad una progressiva espansione dei pecci (P. a.).

All'inizio dell'Atlantico recente i pecci del piano montano vengono sostituiti per migrazione dal basso dai faggi (F. s.) e un poco più tardi dagli abeti (A. a.). Il culmine nell'espansione della faggeta si ha nell'optimum climatico postglaciale. Si può assumere con sicurezza che quantità considerevoli di pollini sono stati portati in alto da posizioni più basse ad opera dei venti del passo, particolarmente quelli meridionali, falsando così la produzione pollinica locale. Tuttavia si può riscontrare chiaramente che non si è mai giunti ad una fitta copertura boschiva. Si spiega quindi perchè la Wulfenia sia migrata qui dal Sud circa 9.500 anni fa ed abbia potuto conservarsi nell'alneto fino ad oggi.

Il Subboreale ha di nuovo favorito le conifere, in particolare i pecci, e parallelamente la quantità di alno verde. Lo sviluppo boschivo del Subatlantico è dominato, come è generale, dall'influsso antropico.

ZUSAMMENFASSUNG

Vorliegende pollenanalytische Untersuchung ist ein Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte der Karnischen Alpen. Vorbehaltlich gewisser Datierungsunsicherheiten, die nicht ausgeschaltet werden können, solange keine ^{14}C-Datierungen vorliegen, ergibt sich folgendes Bild.

Die ersten Anzeichen einer pflanzlichen Wiederbesiedlung des Naßfeldes fallen bereits in die Zone I nach FIRBAS. Die älteste überlieferte

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

Vegetationsphase ist eine spärliche, baum- und waldlose Pioniervegetation. Infolge bohrtechnischer Schwierigkeiten ist das Alleröd nicht nachgewiesen. Zur Zeit der Jüngeren Dryas breitete sich ein Knieholzgürtel mit Latsche *(Pinus mugo)* aus. Der Vorstoß des Hochwaldes erfolgte erst im Präboreal. Im Zuge dieser Wiederbewaldung erschienen vorerst Lärche *(Larix decidua)* und Zirbe *(Pinus cembra),* an Naßstellen siedelte sich die Grünerle *(Alnus viridis)* an. Eine starke Zunahme des Zirbenbestandes im älteren Boreal deutet auf eine Klimaverschlechterung hin, die mit der Venediger-Schwankung gleichgesetzt werden könnte. Ab dem jüngeren Boreal kam es im subalpinen Nadelwald zu einer zunehmenden Ausbreitung der Fichte *(Picea abies).*

Zu Beginn des Jüngeren Atlantikums wird die Fichte in der montanen Stufe von der Rotbuche *(Fagus sylvatica)* und etwas später von der Tanne *(Abies alba)* unterwandert. Der Höhepunkt der Buchenausbreitung fällt in das postglaziale Klimaoptimum. Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß infolge der Paßwinde, besonders von Süden her, beträchtliche Pollenmengen aus tieferen Lagen angeweht wurden und es so zu Verfälschungen der lokalen Pollenproduktion kam. Dennoch ist klar nachzuweisen, daß es zu keinen dichten Waldbeständen gekommen ist. Daraus erklärt sich, daß die *Wulfenia* von Süden her etwa ab 9500 vor heute einwanderte und sich im Bereich der Grünerlen bis heute behaupten konnte.

Das Subboreal begünstigte neuerlich die Nadelhölzer, vor allem die Fichte, und war von einem Rückgang der Grünerlenbestände begleitet. Die Waldentwicklung im Subatlantikum steht, wie allgemein, unter dem Einfluß des Menschen.

EINLEITUNG

Die beiden Pollendiagramme „Naßfeld I" und „Naßfeld II", die in dieser Arbeit vorgelegt und interpretiert werden, sind die ersten nachwürmzeitlichen Diagramme aus den südlichen Randalpen Kärntens.

Die Untersuchungsstellen liegen in unmittelbarer Nähe des gleichnamigen Paßsattels in den Karnischen Alpen. Sie befinden sich am Rande der Standorte der *Wulfenia carinthiaca* JACQ., jenes Tertiärreliktes, das weit über den Kreis der Fachbotaniker hinaus bekannt ist. Die hier durchgeführten pollenanalytischen Untersuchungen wurden daher nicht zuletzt mit der Hoffnung begonnen, im *Wulfenia*-Problem einen Schritt weiterzukommen.

Die Probenentnahmestelle für Diagramm Naßfeld II liegt unweit der Staatsgrenze auf italienischem Gebiet. Die Erbohrung des Materials erfolgte im Einverständnis mit dem Institut für Geologie und Paläontologie der Universität in Bologna. Für diese freundliche Zusammenarbeit will ich mich an dieser Stelle herzlichst bedanken.

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

Mein aufrichtiger Dank gilt weiters noch dem Präsidenten des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Univ.-Prof. Hofrat Dr. Franz KAHLER, für die Finanzierung einer Hilfskraft aus den Mitteln der Kärntner Landesregierung.

Geographisches:

Die Karnischen Alpen bilden eine nahezu W–O verlaufende Gebirgskette, die sich vom Toblacher Feld bis zur Senke von Tarvis erstreckt und das Gailtal im Süden begrenzt. Ihrem Verlauf folgt nicht nur ein Teil der südlichen Landesgrenze Kärntens, sondern auch die Staatsgrenze Österreichs gegenüber Italien. Die Gipfelflur liegt im westlichen Teil des Gebirgszuges mit über 2500 m höher als im Osten. Die bedeutsamsten N–S gerichteten Einsattelungen sind der Plöcken- und der Naßfeldpaß. Letzterer wird nordöstlich von dem 2195 m hohen Gartnerkofel flankiert, der sowohl in geologischer als auch in botanischer Sicht eine gewisse Berühmtheit erlangt hat.

Geologie:

Das Gebiet des Naßfeldpasses wird von oberkarbonen Schiefern und Sandsteinen aufgebaut; das Einzugsgebiet beider Moore ist daher sehr kalkarm.

Auf der Südseite des Passes ist der aufstauende, quer durch die Mulde ziehende Sperriegel aus einer Kalkbank gebildet, die zur ersten Transgression des karbonischen Meeres gehört. Die Kalkbank ist stark verkarstet, weshalb der natürliche Seespiegel des verlandeten Paßsees relativ niedrig blieb und auch das Höhenwachstum des Moores schon vor den Entwässerungsarbeiten der Landwirte begrenzt wurde.

Die Kalkbänke auf der Höhe des Auernigs werfen ihren Schutt gegen Nordwesten bzw. Südosten ab. Er gelangte somit nicht in den Einzugsbereich der beiden Moore.

Während des Höchststandes der Würmvereisung lag nach SRBIK 1936 der Sattel des Naßfeldes relativ kurze Zeit unter einer Eisdecke von ca. 120 m Mächtigkeit begraben. Verschleppte Gesteinsblöcke bezeugen ein Überfließen des Gaileises nach dem Süden. Im Raum der Watschiger Alm stößt man von 1400 m aufwärts bis in einzelne Karwinkel des Gartnerkofels auf Reste einer gschnitz- (?) bzw. daunzeitlichen (?) Eigenvergletscherung. Ein etwas größerer Gletscher lag im Schatten des Roßkofels und des nach Osten verlaufenden Höhenrückens.

Klimatisches:

Aus dem unmittelbaren Naßfeldgebiet liegen Temperatur- und Niederschlagsmessungen aus den Jahren 1931–1940 vor. Die Meßstelle befand sich in einer Meereshöhe von 1513 m.

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

Niederschläge in mm:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
111	151	231	236	278	231	225	214	136	385	325	180	2803

Temperatur, Monatsmittel in °C:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
-4,7	-4,1	-2,–	2,2	6,9	11,5	13,5	12,6	9,2	4,8	0,4	-4,4	3,8

Die vorliegenden Mittelwerte gründen sich leider nur auf eine sehr kurze Beobachtungsperiode. Dennoch kennzeichnen sie den Klimacharakter der Karnischen Alpen recht gut. Wie man daraus sieht, liegt das Naßfeld (Name!) im niederschlagsreichsten Gebiet Kärntens und der Ostalpen. In typischer Weise fallen hier die Niederschlagsmaxima in das Frühjahr und in den Herbst. Die Andauer der Schneedecke ist mit über 6 Monaten im Jahr abnormal lang. Hygrische und thermische Kontinentalität sind gering.

Im Vergleich zu den Nordalpen sind gleich hohe Gebirgslagen in den Karnischen Alpen klimatisch begünstigt. Die Vegetationszeit ist etwas länger und die Sommertemperaturen sind höher.

Vegetation:

Vegetationsmäßig liegen die Untersuchungsstellen heute an der unteren Grenze der subalpinen Höhenstufe (ca. 1500 m–1800 m). Es stocken hier bis an die Waldgrenze lockere Lärchenbestände. An feuchten Standorten wachsen Grünerlen im *Wulfenia*bestand.

Über der Waldgrenze breitet sich ein Seslerio-Semperviretum und in der montanen Stufe (ca. 700 m–1500 m) ein Fichten-, Tannen-, Buchenwald (Fagetum und Abieti Fagetum) aus.

Die *Wulfenia carinthiaca* ist die größte floristische Kostbarkeit Kärntens. 1979 sind es 200 Jahre seit ihrer Entdeckung durch WULFEN. Die Standorte liegen rund um den Gartnerkofel zwischen 1500 m und 1800 m. Das eigentliche Problem der *Wulfenia* ist folgendes: Eine Tertiärpflanze besiedelt ein eng begrenztes, ehemals vereistes Areal, in das sie erst nach der letzten Eiszeit einzudringen vermochte, zeigt aber heute keine Ausbreitungstedenz mehr. Ganz im Sinne von FINDENEGG 1955 verdankt das heutige Vorkommen sein Durchhalten bis in die Gegenwart dem Zusammentreffen günstiger Umstände in der Vegetationsgeschichte dieses Gebietes.

Probenentnahme:

Das Material für die pollenanalytische Untersuchung der beiden Moore am Naßfeld wurde schon vor etlichen Jahren erbohrt. Das Sedimentprofil „Naßfeld I" stammt von einem kleinen Niedermoor, das

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

etwa 100 m nördlich vor dem Hotel Krieber unterhalb der Paßstraße liegt. Das Moor weist bereits Erosionserscheinungen auf. Es wird durch stärker vernäßte Erosionsrinnen in einzelne verheidete Moorflächen zerschnitten. Die Entnahme der Proben erfolgte hier am 14. Oktober 1969, und zwar im obersten Teil mittels eines 50 cm langen Zinkkastens. Die restlichen 100 cm wurden mit Hilfe der Dachnowsky-Sonde gewonnen.

Profil „Naßfeld II" wurde in dem flächenmäßig größeren Niedermoor auf der italienischen Seite erbohrt. Dieses Moos breitet sich in einer (vermutlich glazial noch weiter vertieften) Mulde aus und ist aus einem kleinen Paßsee durch natürliche Verlandung hervorgegangen. Durch Entwässerung hat man das Moor für Weidezwecke nutzbar gemacht. Dadurch ist der typische Moorcharakter, bis auf einige Naßstellen mit Sphagnumbulten und *Potentilla palustris,* weitgehend verlorengegangen. Die obersten 30 cm des Torfes sind zu humoser Erde zerfallen. Zur Zeit der Probenentnahme am 25. September 1972 waren Arbeiten im Gange, um das Moor neuerlich zu einem kleinen See aufzustauen.

Stratigraphie der Sedimente

Profil Naßfeld I:

– 5 cm bis – 25 cm	Stark sandiger Seggentorf mit Braunmoosen
– 25 cm bis – 85 cm	Seggentorf
– 85 cm bis –110 cm	Seggentorf mit Braunmoosen und Holz
–110 cm bis –145 cm	Braunmoostorf mit Seggen
–145 cm bis –150 cm	Seggentorf

Profil Naßfeld II:

– 30 cm bis –130 cm	Dunkelbrauner Seggentorf. Bis –90 cm mit starker Beimengung an Torfmoosblattresten und Braunmoosen. Ab –90 cm deutliche Zunahme der schluffig-sandigen Komponente.
–130 cm bis –197 cm	Braune Grobdetritus-Gyttja, z. T. stark sandig. Torfige Einschaltungen bei –135 cm und bei 156–160 cm.
–197 cm bis –220 cm	Dunkelbrauner, sandiger Seggentorf. Von –210 cm bis –220 cm stark sandig.
–220 cm bis –290 cm	Braune Grobdetritus-Gyttja, z. T. stark sandig. Von –250 cm bis –270 cm kiesig mit Korngrößen bis zu 18 mm.
–290 cm bis –820 cm	Braune Tongyttja, z. T. etwas sandig.

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

Das Profil Naßfeld II konnte aus bohrtechnischen Gründen im untersten Bereich der Tongyttja nur fragmentarisch erbohrt werden. Das Sediment ist ab der Tiefe von etwa –700 cm so stark verdichtet, daß es leicht zum Verlust der Bohrkammer hätte kommen können. So wurden aus der Tiefe unterhalb von –700 cm nur zwei Bohrkerne als Stichproben entnommen. Überraschenderweise liefern gerade diese zwei Bohrkerne wertvolle vegetationsgeschichtliche Informationen.

Großreste und seltenere Pollenkornfunde

Die Untersuchungen des Oxalsäure-Materials von Profil II, d. h. jenes organischen Probenmaterials, das nach Abtrennung des Pollens auf pflanzliche Großreste hin durchgemustert wird, ergab bemerkenswerte Funde.

Nadelfragmente der Fichte *(Picea abies):*
-130 cm, –170 cm, –200 cm, –250 cm bis –280 cm, –300 cm, –340 cm

Zapfenfragment der Fichte mit Samen: –194 cm

Zapfenschuppen der Fichte: –280 cm

Holz in zentimetergroßen Stückchen und kleinen Ästchen:
–238 cm, –250 cm bis –280 cm, –310 cm

Laubblattreste, behaart: –270 cm, –310 cm

Pollenkornfunde, Naßfeld II:

– 30 cm:	*Drosera* (1 Pollenkorn)
– 50 cm:	*Calluna* (1)
– 90 cm:	*Drosera* (1)
–120 cm:	*Polygala* (1)
–140 cm:	*Calluna* (1)
–240 cm:	*Sanguisorba minor* (1)
–290 cm:	*Hippophae rhamnoides* (1)
–300 cm:	*Dipsacaceae* (3), Valerianaceae (1)
–390 cm:	*Helianthemum* (1), Gentianaceae (2)
–530 cm:	*Epilobium* (1)
–510 cm:	Valerianaceae (1)
–560 cm:	*Frangula alnus* (1)
–610 cm:	*Epilobium* (1)
–750 cm:	Gentianaceae (1)
–801 cm:	*Trifolium* (1)
–807 cm:	*Sanguisorba minor* (1)
–811 cm:	*Sanguisorba minor* (1)

Bemerkungen zur Pollendiagnostik

Die Erkenntnisse, die aus einer pollenanalytischen Untersuchung gewonnen werden, und die Schlußfolgerungen, die man daraus ableitet, sind nicht unwesentlich davon abhängig, inwieweit man die einzelnen Pollentypen ganz bestimmten Pflanzenarten zuordnet. Wie groß die Schwierigkeiten sind, auf die man dabei stößt, ist jedem Pollenanalytiker bekannt.

Im Zuge der pollenanalytischen Untersuchung der beiden Naßfeldprofile, insbesondere des Profils II, wurde versucht, Typen auszuscheiden, die z. T. als kritisch gelten können. Da sie dennoch zur Interpretation der Vegetationsgeschichte herangezogen werden, ist es wünschenswert, sie kurz pollenmorphologisch zu charakterisieren.

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

Pinus cembra (Zirbelkiefer):

Unter diesem Typ wurden im Sinne der Untersuchungen von KLAUS 1975 alle jene *Pinus*pollenkörner zusammengefaßt, die eine deutliche maculate Distalarea besitzen. Dieses Merkmal kommt unter den *Pinus*-arten, die heute noch in den Ostalpen heimisch sind, nur bei der Zirbelkiefer vor. Die spät- und postglazialen Pollenkörner vom „*Peuce*-Typ", die in den Naßfeldmooren gefunden wurden, sind daher sicherlich mit dem Blütenstaub der Zirbelkiefer gleichzusetzen.

Pinus mugo (Bergkiefer, Latsche):

Die Identifizierung des Bergkiefernpollens ist wesentlich unsicherer als jene der Zirbelkiefer. Gemeinsam mit dem Blütenstaub der Waldkiefer *(Pinus sylvestris)* und der Schwarzkiefer *(Pinus nigra)* bildet er bekanntlich den „*Sylvestris*-Typ" mit glatter Distalarea. Bei sorgfältiger Bedachtnahme auf Saccusstrukturen und Corpusdifferenzierungen ist es in günstigen Fällen durchaus möglich, Einzel-Pollenkörner der Bergkiefer zuzuweisen. Eigene Vergleiche, die an rezentem Material aus dem Nockgebiet und der Raxalpe angestellt wurden, haben gezeigt, daß *Pinus mugo* ebenfalls relativ große, ovale subsaccale Nodula aufweisen kann, was KLAUS 1972 nicht erwähnt.

Als *Pinus mugo* habe ich daher Pollenkörner mit sehr dünnem Saccus-Reticulum, verhältnismäßig dicker Cappa und deutlich ausgebildeten subsaccalen Nodula angesprochen.

Carpinus betulus (Hainbuche):

Der Hainbuchenpollen wird gelegentlich mit dem Blütenstaub der Hopfenbuche *(Ostrya carpinifolia)* zu einem Typ, dem *Carpinus-Ostrya*-Typ zusammengefaßt. Ich habe diese beiden Typen im Diagramm getrennt. Der Hainbuchenpollen ist in den meisten Fällen merklich größer als jener der Hopfenbuche, und die Wandung ist dünner. Die Pollenkörner der Hainbuche neigen daher dazu, sich in Falten zu legen, was bei den Pollenkörnern der Hopfenbuche nicht beobachtet wird.

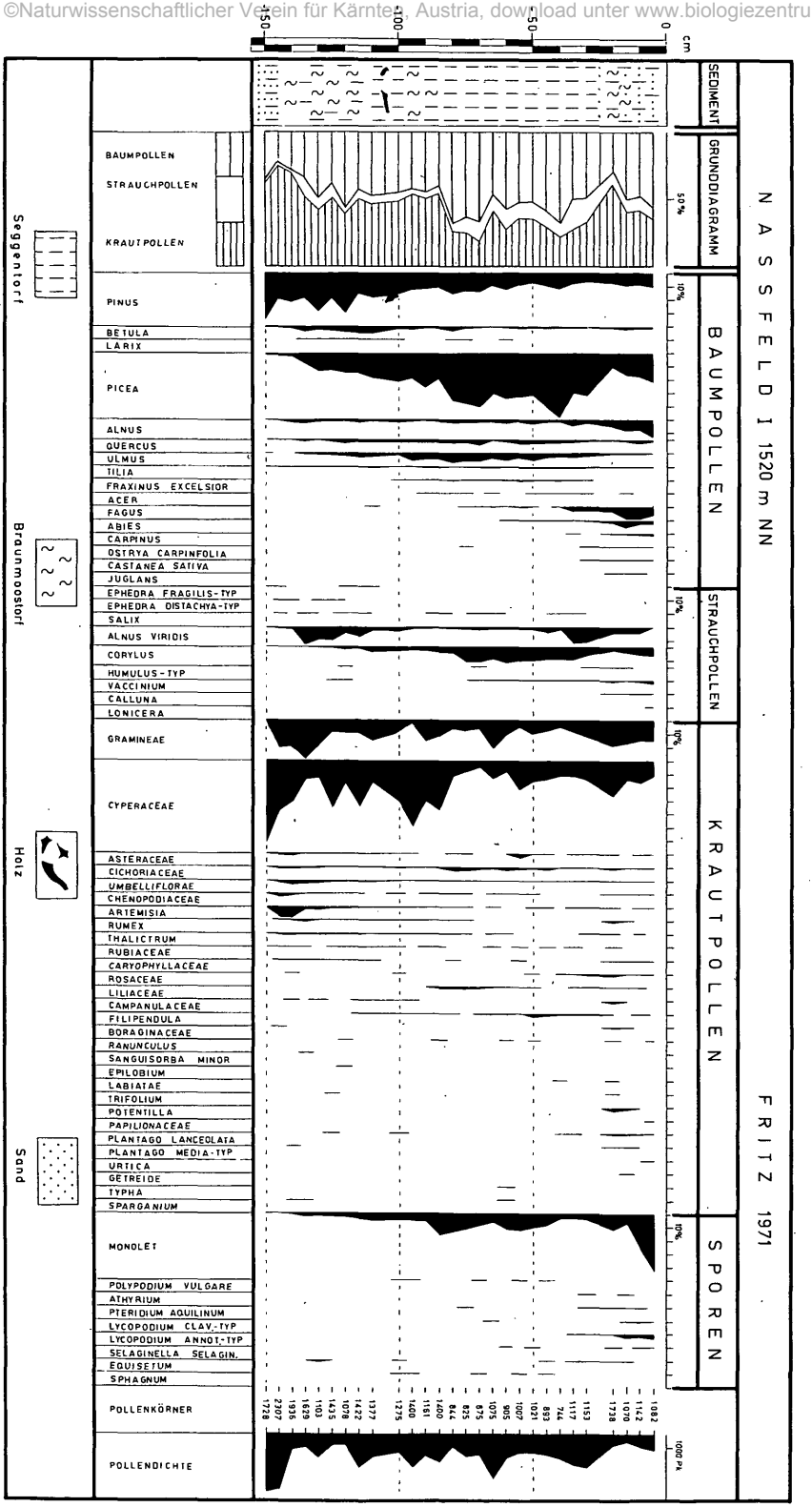
Alnus viridis (Grünerle):

Die Pollenkörner der Grünerle besitzen die dünnste Exinenwand unter den Erlenarten. Dadurch kommt es regelmäßig zu mannigfaltigen Eindellungen, und die Pollenkörner sehen wie „verbeult" aus. Verdickte Exinenbänder treten kaum in Erscheinung. Sechsporige Pollenkörner sind häufig.

Alnus incana (Grauerle):

Verformungen der Pollenkörper gibt es kaum. Ähnlich der Schwarzerle sind die Exinenbänder deutlich sichtbar, die Poren dagegen sind

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



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

merklich stärker vorgezogen als bei der Schwarzerle. Vierporige Pollenkörner findet man sehr häufig.

Alnus glutinosa (Schwarzerle):

Eindellungen der Exinenwand sind möglich, erreichen aber nie das Ausmaß der Grünerle. Verstärkungsbänder sind gut ausgeprägt. Die Exinenwand ist gegen die Pore hin im Äquatorschnitt leicht keulig verdickt, aber kaum vorgezogen. Vorwiegend fünfporig, daneben auch vier- und sechsporig.

Die Pollendiagramme

Die beiden Pollendiagramme Naßfeld I und II gründen sich auf 117.092 ausgezählte Pollenkörner. Die Pollenerhaltung ist im allgemeinen recht gut. Die Zahl der als unbestimmbar ausgeschiedenen Pollenkörner (Varia et Indeterminata) beträgt im Schnitt 3,4–3,9 %.

Von den zahlreichen, subfossil erhaltenen Pollenformen konnten mehr als 75 Typen angesprochen und bestimmt werden. Davon sind 61 Typen im Diagramm Naßfeld II eingetragen.

Die Zusammensetzung der Pollenflora ist in den beiden Diagrammen recht ähnlich, sodaß es genügt, hier auf jene von Naßfeld II zu verweisen.

Gehölzpollen (vorwiegend Bäume):	35.169	Pk	44,16 %
Gehölzpollen (Sträucher):	20.619	Pk	25,89 %
Pollen krautiger Pflanzen:	21.094	Pk	26,49 %
Unbestimmbar:	2.740	Pk	3,44 %

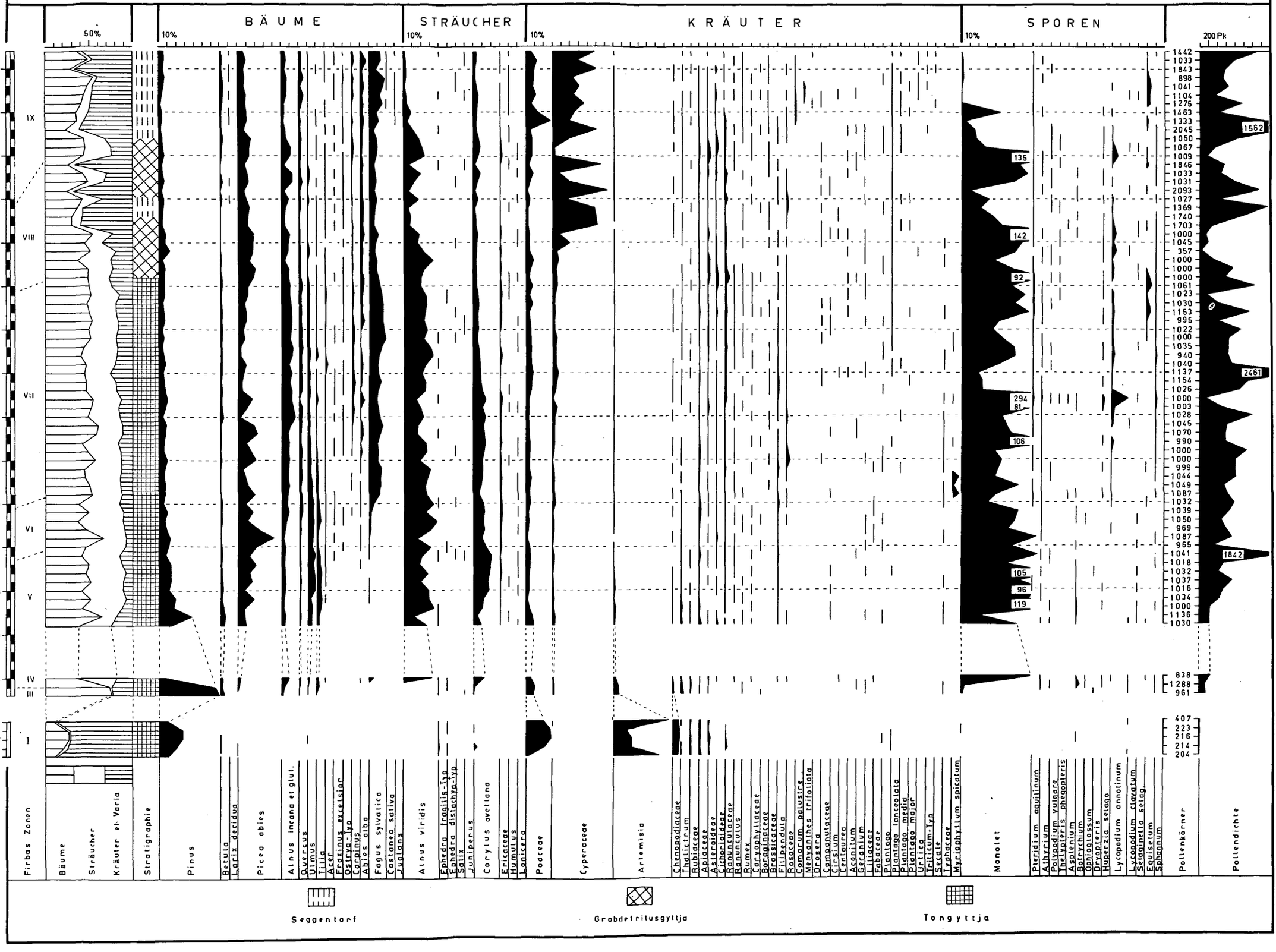
Diese summarische Aufgliederung des Pollens in die drei genannten großen Gruppen läßt bereits wesentliche Züge der lokalen Vegetationsgeschichte erkennen. Die niedrigen Werte des Baumpollens bezeugen gemeinsam mit der ungewöhnlich großen Menge an Sträucherpollen, hinter dem in erster Linie der Grünerlenpollen steht, daß wir es hier mit der Vegetationsentwicklung eines waldgrenznahen Raumes zu tun haben. In dieser Hinsicht bestehen sehr große Ähnlichkeiten mit den Diagrammen vom Kohrnock in den Gurktaler Alpen, FRITZ 1967. Entsprechend der Tatsache, daß die Waldgrenze heute gegen das Alpeninnere hin ansteigt, zeigt der Vergleich Naßfeld (1500 m) – Kohrnock (2000 m), daß dieselben Verhältnisse schon zur Zeit des früheren Postglazials bestanden haben.

Pollenstratigraphisch und vegetationsgeschichtlich nähern sich die Naßfeld-Diagramme am stärksten jenem von Pölland an der Südflanke der Gailtaler Alpen, FRITZ 1973. Bei einer räumlichen Entfernung der beiden Untersuchungsstellen von nur 21 km Luftlinie ist das verständlich. Und doch bestehen infolge der verschiedenen Höhenlagen der Bohrstellen gewisse individuelle Unterschiede. Mit den Diagrammen vom Naßfeld und jenem von Pölland kennen wir nun die postglaziale Vegetations-

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

NASSFELD II 1520 m NN

FRITZ 1976



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

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

geschichte der subalpinen und der montanen Stufe des südwestlichen Raumes von Kärnten. Es fehlt uns zur Ergänzung noch jene der Tallage.

Zur Aufbereitung des Probenmaterials und zur Darstellung der Diagramme sei folgendes erwähnt. Der Probenabstand im Diagramm I beträgt 5 cm, im Diagramm II ca. 10 cm. Alle Proben wurden mit KOH behandelt und azetolisiert. Das Probenmaterial enthielt kein Karbonat, die Anwendung von Salzsäure konnte entfallen. Die Entfernung des silikatischen Feinkorns erfolgte mittels der Schweretrennung. Als Schwereflüssigkeit diente eine wässerige Zinkchloridlösung. Bemerkenswerterweise haben sich gewisse Feinstrukturen des *Pinus*pollens, wie subsaccale Nodula und Distalornamentation, trotz der Kalilaugenbehandlung feststellen lassen. Inwieweit Alkalien tatsächlich Feinstrukturen zerstören, wie KLAUS 1975 befürchtet, bedarf meines Erachtens noch eingehender Untersuchungen.

Die Prozentwerte in den Diagrammen sind sämtlich auf die Gesamtpollensumme bezogen.

Vegetations- und Klimageschichte

X	Jüngeres Subatalantikum	(1.300 n. Chr. – rezent)
IX	Älteres Subatlantikum	(700 v. Chr. – 1.300 n. Chr.)
VIII	Subboreal	(2.500 v. Chr. – 700 v. Chr.)
VII	Jüngeres Atlantikum	(4.000 v. Chr. – 2.500 v. Chr.)
VI	Älteres Atlantikum	(5.500 v. Chr. – 4.000 v. Chr.)
V	Boreal	(6.500 v. Chr. – 5.500 v. Chr.)
IV	Präboreal	(8.300 v. Chr. – 6.500 v. Chr.)
III	Jüngere Tundrenzeit	(8.800 v. Chr. – 8.300 v. Chr.)
II	Alleröd-Interstadial	(9.800 v. Chr. – 8.800 v. Chr.)
Ic	Ältere Tundrenzeit	(10.400 v. Chr. – 9.800 v. Chr.)
Ib	Bölling – Interstadial	(11.300 v. Chr. – 10.400 v. Chr.)
Ia	Älteste Tundrenzeit	(– 11.300 v. Chr.)

Die zahlreichen Pollentypen, die in den einzelnen Schichten jeder Moor- und Seeablagerung angetroffen werden, sind bekanntlich aus verschiedener Entfernung und aus unterschiedlichen Pflanzengesellschaften angeweht. Die Pollenspektren sind demnach Thanatozönosen, echte „Totengemeinschaften". Jedes Pollendiagramm zeigt uns daher die Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt in einer Verflechtung und Komplexität, die erst durch das Herausheben der einzelnen Gesellschaften und deren Sukzessionen verständlich wird.

Die Entwicklungsgeschichte der beiden Niedermoore

Naturgemäß stammt der größte Teil des im Sediment enthaltenen Pollens aus dem Sedimentationsraum und seiner unmittelbaren Umgebung. Wir beginnen daher die Entflechtung der Thanatozönose mit

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

der Schilderung der lokalen Entwicklungsgeschichte, der Geschichte der beiden Niedermoore.

Das Niedermoor auf der österreichischen Seite des Naßfeldes ist ein Versumpfungsmoor. Die Mächtigkeit der organischen Substanz, die auf einem sandigen Untergrund aufliegt, ist gering. Das Moorwachstum hat, wenn man zur Datierung das Diagramm Pölland heranzieht, während der Jüngeren Tundrenzeit, also vor nicht ganz 11.000 Jahren, begonnen. Damals siedelte sich im Bereiche des heutigen Moores eine Braunmoosgesellschaft an, die sich im Laufe des Präboreals und Boreals zu einer Seggengesellschaft weiterentwickelte. Dieses Seggenmoor hat weit bis in das Ältere Atlantikum hinein bestanden und überliefert uns daher vor allem die Vegetationsgeschichte des frühen und mittleren Postglazials. Ein Wachstumsstillstand des Moores oder wahrscheinlicher noch Erosionsvorgänge haben jetzt eine Überlieferungslücke geschaffen, die allerdings durch den Paßsee auf der italienischen Seite vollständig kompensiert wird. Die obersten, d. h. jüngsten Schichten des Niedermooses weisen wieder Beimengungen von Braunmoosen auf und enthalten auch eine mineralische Komponente. Diese Torfschichten gehören bereits in das Subatlantikum.

An der Stelle, an welcher sich heute das Niedermoor auf italienischer Seite ausbreitet, existierte damals ein kleiner See, der weit bis in das Spätglazial zurückverfolgt werden kann. Die ältesten erbohrten Schichten lassen erkennen, daß der Paßsattel schon sehr bald nach dem letzten würmglazialen Eishochstand ausaperte. Das erscheint bei der geringmächtigen Eisbedeckung des Sattels von etwa 120 m durchaus wahrscheinlich und glaubhaft. Die Überlieferung in den Sedimenten des Paßsees reicht bis in die Älteste Tundrenzeit, Zone I, zurück.

Ab der Tiefe von –770 cm sind dem Seesediment, einer Tongyttja, Pediastren beigement. Aus dem Vorkommen dieser Grünalge darf geschlossen werden, daß dieses Gewässer hinsichtlich seines Nährstoffgehaltes als mesotroph angesprochen werden muß. Das wird durch das Vorkommen einer Wasserpflanze, nämlich des Ährigen Tausendblattes *(Myriophyllum spicatum),* bestätigt. Der Pollen dieser Wasserpflanze setzt in der Tiefe von –550 cm mit recht erheblichen Mengen ein und verschwindet bei –350 cm wieder aus dem Sediment.

Myriophyllum spicatum ist ein Vertreter aus der Gesellschaft der Schwimmblatt- und Wasserpflanzen und tritt heute ziemlich häufig als Glied einer beginnenden Verlandungssukzession auf. Nach OBERDORFER 1970 reicht heute das Verbreitungsgebiet in den Alpen nur bis in eine Höhenlage von etwa 800 m. Der Nachweis dieser Pflanze im ehemaligen Paßsee am Naßfeld (1520 m!) spricht demnach dafür, daß zu dieser Zeit das Klima in dieser Höhenlage günstiger als heute gewesen ist. Tatsächlich handelt es sich bei den *Myriophyllum*-führenden Schichten um Ablagerungen aus dem Jüngeren Atlantikum und somit aus der Zeit des Klimaoptimums in den Karnischen Alpen.

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

Myriophyllum spicatum hält sich in einer Wassertiefe von 1 bis 5 m auf. Der Paßsee war demnach zu Beginn des Jüngeren Atlantikums, das ist etwa vor 6000 Jahren, schon ziemlich seicht und aufgelandet.

Neben dem Schwimmblatt- und Wasserpflanzenbestand läßt sich pollenanalytisch das Vorhandensein einer bereits fortgeschritteneren Verlandungsgesellschaft nachweisen: das Röhricht. Es ist belegt durch Blütenstaub der Typhaceae. Das Röhricht verschwindet mit der endgültigen Verlandung des Sees, wobei es zu einem gänzlichen Zusammenschluß der Seggenbestände kommt. Diese Phase der Verlandung mag etwa vor 2500–3000 Jahren, im Subboreal, eingeleitet worden sein. Erst ab diesem Zeitpunkt ist die Geschichte dieser Lokalität die Geschichte des eigentlichen Niedermoores. Im Seggentorf findet sich nun Blütenstaub des Sumpf-Blutauges *(Potentilla palustris),* des Fieberklees *(Menyanthes trifoliata)* und des Sonnentaues *(Drosera* sp.).

Die Vegetationsgeschichte im Raume des Naßfeldes

A) Das Spätglazial

1. Älteste Pionierphase („Älteres Spätglazial"): DA II: –814 bis 801 cm

Die älteste überlieferte Vegetationsphase ist nur im Diagramm Naßfeld II (DA II) enthalten. Der Polleninhalt des tiefsten Bohrkernes (–814 cm bis –801 cm) zeigt uns, daß wir es hier mit einer Periode sehr früher, pflanzlicher Besiedlung zu tun haben. Die Pollendichte ist entsprechend extrem gering. Die gute Pollenerhaltung und ein mikroskopisch kleiner Holzrest mit Hoftüpfeltracheiden bestärken die Annahme, daß mit einem sehr spärlichen pflanzlichen Bewuchs durchaus gerechnet werden darf.

Die spektrale Zusammensetzung der fünf untersuchten Proben entspricht in jeder Weise jenem ältesten Pollenaspekt des Spätglazials aus dem Klagenfurter Becken, wie er uns aus verschiedenen Untersuchungsstellen bekanntgeworden ist, FRITZ 1973. Es erhebt sich daraus die wichtige Frage, ob die pollenstratigraphische Gleich a r t i g k e i t der Spektren im vorliegenden Falle auch Gleich a l t r i g k e i t der Vegetationsphasen bedeutet. Ich glaube, diese Frage durchaus mit Ja beantworten zu können. Die Zeit, die notwendig war, um 120 m Eis auf dem Naßfeldpaß abzuschmelzen, war keineswegs länger als jene, die für das Eisfreiwerden des Klagenfurter Beckens angenommen werden muß. Dazu kommt, daß die Zuwanderung der Pionierpflanzen aus dem nur teilweise vereisten Gebiet südlich des Karnischen Hauptkammes kein ernsthaftes Problem bedeutet.

Der prozentuelle Anteil des Gehölzpollens an der Gesamtpollensumme ist mit dem Optimum von 27 % extrem niedrig. Er wird praktisch nur vom *Pinus*pollen-Typ repräsentiert. Die eingehendere Durchmuste-

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

rung des *Pinus*pollens bestätigt die ohnedies naheliegende Vermutung, daß es sich hauptsächlich um Pollen der Bergkiefer *(Pinus mugo)* handelt. Doch sind zweifelsfrei auch Pollenkörner der Waldkiefer *(Pinus sylvestris)* vorhanden, die sicherlich nur von weiter her zugeweht worden sind.

Diese älteste Vegetationsphase war also von einer initialen, völlig wald- und baumlosen Pioniervegetation getragen, in der (nach der Pollenproduktion gesehen) alle jene Kräuter im Vordergrund standen, die schon aus anderen spätglazialen Sedimenten bekannt sind: Gräser (Poaceae), Beifuß *(Artemisia)* und Gänsefußgewächse (Chenopodiaceae). Die Bergkiefer hatte damals möglicherweise mit äußersten Vorposten den Paßsattel bereits erreicht oder war diesem zumindest sehr nahe gewesen.

Altersmäßig ist diese Pionierperiode im Sinne meiner Spätglazial-Gliederung für Kärnten, FRITZ 1972, in das „Ältere Spätglazial" zu stellen (Zone I nach FIRBAS).

2. Bergkiefernphase („Jüngeres Spätglazial"):
DA II: –770 cm bis –760 cm

Die unteren 10 cm des Bohrkerns –770/–750 cm, Diagramm II, enthalten einen Pollenaspekt, der sich in auffallender Weise von jenem der soeben besprochenen Pionierphase unterscheidet. Die Pollendichte hat erheblich zugenommen, der Gehölzpollen steigt bis auf rund 75 % an, die spätglazialen Kräuterpollentypen, die früher im Vordergrund standen, haben ihre führende Rolle verloren, und vereinzelt erscheinen Pollenformen anspruchsvollerer Gehölze. Der absolut dominierende Pollentyp ist der Blütenstaub der Kiefer.

Im Raum des Naßfeldes und seiner Umgebung war es zu einer spürbaren Besserung des Klimas gekommen. Im Paßsee entwickelte sich das Phytoplankton; die ersten Pediastren treten in Erscheinung und werden von nun ab fortlaufend in der Tongyttja überliefert.

Ohne jede Kenntnis über die Artzugehörigkeit des *Pinus*pollens würde man nach der allgemeinen Gepflogenheit diese Vegetationsphase als „Kiefernwaldphase" bezeichnen. Doch ähnlich wie in der Pionierphase muß auch jetzt der Hauptanteil des Kiefernpollens der Bergkiefer zugerechnet werden. Er stammt von einem Knieholzgürtel, der im Zuge einer näherrückenden Waldfront die Höhenlage des Naßfeldes erreicht hatte.

Die zeitliche Einstufung dieses *Pinus*pollenmaximums ist dadurch erschwert, daß der Verlauf der Pollenkurven im Diagramm II an dieser Stelle unterbrochen ist. Vorbehaltlich gesicherterer Erkenntnisse, die sich möglicherweise aus zukünftigen ^{14}C-Datierungen noch ergeben werden, erscheint mir die Zuordnung der Bergkiefernphase zur „Jüngeren Tundrenzeit" (Pollenzone III nach FIRBAS) als sehr wahrscheinlich. Für diese Datierung sprechen die *Artemisia*werte, die in der Jüngeren Tundrenzeit immer noch einige wenige Prozente ausmachen, die sehr geringe Pollen-

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

menge anspruchsvollerer Gehölze, und vor allem die Tatsache, daß im selben Bohrkern bei –750 cm eine Pollenvergesellschaftung einsetzt, die bereits dem Postglazial zuzurechnen ist.

Pollendiagramm Naßfeld I beginnt mit dieser Diagrammlage. Das Diagramm ist im Übergangsbereich Spätglazial/Postglazial vollständig entwickelt und ermöglicht daher einerseits einen stratigraphischen Vergleich mit dem Diagramm Pölland und andererseits eine Verknüpfung mit dem Diagramm Naßfeld II und eine Ergänzung desselben. Auch nach dem Diagramm Naßfeld I muß die Diagrammstelle, die knapp vor dem steilen Anstieg des Grünerlenpollens zu liegen kommt, als Jüngere Tundrenzeit aufgefaßt werden.

B) Das Postglazial

Mit –750 cm, DA II, schiebt sich eine ganze Reihe neuer Pollentypen in den Vordergrund. Die pollenproduzierenden Gewächse jedoch besaßen recht unterschiedliche soziologische Bindungen. Ein ganz neuer Abschnitt der Vegetationsgeschichte beginnt. Ein Abschnitt, der durch eine Vielfalt nebeneinander lebender Pflanzengesellschaften charakterisiert ist. Diese Gesellschaften haben während ihres weiteren Bestandes andersartige Entwicklungsabläufe durchgemacht. Es ist vegetationsgeschichtlich von besonderem Interesse, diese Pflanzengesellschaften getrennt voneinander zu erörtern.

1. Die Grünerlenbestände *(Alnetum viridis)* DA II: –750 cm bis –100 cm

Der Grünerlenbuschwald ist eine subalpin-hochmontane Pflanzengesellschaft, die heute in den feuchteren Randalpengebieten auf feinerdereichen, feuchten bis wasserzügigen Böden zwischen 1400 m und 2000 m flächige Bestände bildet. Sein Auftreten ist an besonders charakterisierte Standorte gebunden. Solche sind steilere, meist schattenseitige Hänge, schneereiche Leeseiten, erosionsanfälliges Rutschgelände sowie Lawinenstriche mit sehr langer Schneelage, sodaß durch Schneepilzbefall Nadelbäume und Bergkiefer nicht hochkommen können.

Im Bereich des Naßfeldes sind die klimatischen, geomorphologischen und edaphischen Voraussetzungen zur Bildung dieser Gesellschaft gegeben. Wegen der frühen, nämlich präborealen Zuwanderung der Grünerle wurden an den entsprechenden Lokalitäten die spätglazialen Pflanzengesellschaften unmittelbar von der Grünerle abgelöst bzw. die Grünerle drang in jene ökologischen Nischen ein, in denen sie der Bergkiefer gegenüber überlegen war.

Von den Charakterarten des Alnetum viridis kann allerdings pollenanalytisch nur die Grünerle selbst mit Sicherheit nachgewiesen werden. Doch ist z. B. der Pollen des Geißblattes *(Lonicera)* so streng an den grünerlenreichen Diagrammabschnitt gebunden, daß die Zugehörigkeit

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

des Geißblattes zum Grünerlenbestand sehr wahrscheinlich ist. MAYER 1974 bemerkt sogar eigens, daß *Lonicera*-Arten häufiger im Alnetum viridis der Randalpen vorkommen. Ähnliches gilt vielleicht auch für den Pollen der Liliaceae. Außerdem fällt es auf, daß Anstieg und Rückgang der Grünerlen- und monoleten Farnsporenkurve zusammenfallen. Ein nicht unerheblicher Anteil der ungewöhnlich großen Farnsporenmengen mag daher aus den Grünerlebenbeständen angeweht worden sein.

Die Grünerlenbestände haben sich im Raume des Naßfeldes sehr lange in annähernd gleicher flächenhafter Ausdehnung gehalten. Vermutlich reichte diese Zeitspanne vom Präboreal bis an die Wende Atlantikum/Subboreal. Im Subboreal erfuhr das Alnetum viridis zum ersten Mal seit seinem Bestand einen merklichen Rückschlag. Nach kurzfristiger Erholung sanken schließlich die Grünerlenbestände in historischer Zeit auf eine vorher nie dagewesene Bedeutungslosigkeit ab.

2. Subalpine Nadelwald- und Zwergstrauchgesellschaften

Die ersten Waldbäume, die in das Naßfeldgebiet einwanderten, waren lichtliebende Nadelhölzer, wie die Lärche *(Larix decidua)* und die Zirbe *(Pinus cembra)*. Die Zuwanderung erfolgte etwa gleichzeitig mit der Grünerle. Die Anwesenheit der Lärche wird durch Pollenfunde im Diagramm I belegt. Der Nachweis der Zirbe wurde erst bei der Bearbeitung des Diagramms II erbracht.

Solange der Baumbestand noch von den beiden genannten Lichthölzern beherrscht war, haben sich die Gräser sowie die typisch spätglazialen Kräuter *(Artemisia, Thalictrum)* und die Mondraute *(Botrychium)* noch deutlich im Pollenanflug bemerkbar gemacht.

Wir befinden uns mit dieser Phase der Waldgeschichte im Präboreal. In der Tiefe von –680 cm des Paßsees kann eine ziemlich starke Zunahme des Zirbenpollens beobachtet werden, wie folgende Werte zeigen: (die Werte sind auf die *Pinus*pollensumme bezogen):

Probentiefe in cm:	-770	-750	-680	-620	-540
Pinus cembra, %:	0,–	6,–	16,–	8,–	0,–

Auf Grund eines genauen pollenstratigraphischen Vergleiches mit dem Diagramm Pölland, dessen Datierung ausführlich begründet wurde, fällt die Zirbenausbreitung in das ältere Boreal. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß die für die Karnischen Alpen nachgewiesene Klimaverschlechterung der Venediger-Schwankung PATZELTS 1972 entspricht. Sie läßt sich jetzt, da sich aus dem Diagramm Naßfeld II einige verläßliche pollenstratigraphische Indizien für diese Diagrammlage ergeben, auch im Diagramm Pölland auffinden. Bedauerlicherweise können im Augenblick für diese Datierung keine ^{14}C-Untersuchungen vorgelegt werden.

Auf das Zirbenmaximum folgt eine Zeit, in der die Fichte unter den Nadelhölzern zu dominieren beginnt. Der Anstieg der Fichtenausbrei-

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

tung setzt noch im Boreal ein, erreicht aber sein postglaziales Maximum erst im Älteren Atlantikum.

Mit diesem Abschnitt der lokalen Waldgeschichte treten die heliophilen Gewächse merklich zurück. Stattdessen machen sich die Erikagewächse als Begleiter der Fichte stärker bemerkbar.

Sonderbarerweise kommt es zur Überlieferung von Fichtengroßresten (Nadeln, Schuppen, Samen, Zapfenfragmente) erst mit dem Ende des Jüngeren Atlantikums. Vielleicht hat sich die Fichte im Naßfeldgebiet erst spät zu etwas dichteren Baumbeständen zusammengeschlossen oder die Hauptmasse des Fichtenpollens stammt überhaupt aus tieferen Lagen, aus der montanen Stufe, ist also hochgeweht worden.

Doch ungefähr an der Wende Subboreal/Subatlantikum hat sich der Nadelwald offenbar schon wieder aufgelockert, die Lärche gewinnt im Baumbestand der subalpinen Stufe erneut an Bedeutung. Damit findet die postglaziale Entwicklung des subalpinen Nadelwaldes Anschluß an die heutigen Verhältnisse.

3. Rotbuchenreiche Waldbestände mit Tanne (Fagetum und Abieti-Fagetum)

Das Abieti-Fagetum ist heute in den Karnischen Alpen die Klimax-Waldgesellschaft der montanen Stufe. Die Bohrstellen liegen ganz knapp darüber. Es muß daher mit einer sehr starken Blütenstaubzuwehung von unten in das Naßfeldgebiet, und zwar sowohl von Norden als auch von Süden her, gerechnet werden. Unter der Gunst des postglazialen Klimaoptimums halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß die Rotbuche zeitweilig in einem stärkeren Maß in das Untersuchungsgebiet vorgedrungen ist als heute. Großrestfunde liegen allerdings nicht vor. Ob wir die relativ hohen Blütenstaubmengen der Rotbuche im Diagramm als einen Beweis dafür ansehen können, daß im Bereich des Paßsattels ein typisches Abieti-Fagetum stockte, möchte ich bezweifeln. Das im Vergleich zu anderen Kärntner Diagrammen ungewöhnlich große Sporenvorkommen von *Lycopodium annotinum* und *Huperzia selago* (beide Typen sind Ordnungscharakterarten der Vaccinio Piceetalia) spricht doch eher für einen lokalen subalpinen Fichtenwald.

Das typische Abieti-Fagetum der montanen Stufe hat sich in den Karnischen Alpen sicherlich zur gleichen Zeit wie in den Gailtaler Alpen (Pölland) und in den übrigen Teilen Kärntens, nämlich mit Beginn des Jüngeren Atlantikums, herausgebildet. Ähnlich wie in den Gailtaler Alpen eilt die Ausbreitung der Rotbuche jener der Tanne voraus. Doch erreicht die Tanne in den Karnischen Alpen in keiner Phase der postglazialen Waldentwicklung jene Bedeutung wie in Pölland.

Etwa ab dem Subboreal geht die Bedeutung der Rotbuche in den Waldbeständen zurück. Die Pollenkurve steigt im Subatlantikum nochmals an. Meines Erachtens dürfen wir darin keine tatsächliche Vergröße-

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

rung des Areals, sondern nur eine Schonung oder eine Freistellung des Baumes erblicken, die im Sinne eines Samenschlages zu einer Anhebung der Pollenproduktion führte. So ist es verständlich, daß gleichzeitig mit der Blütenstaubzunahme eines Schattholzes (!) auch die Pollenmenge gewisser Lichthölzer, wie der Birke und der Eiche, ansteigt und die vermehrte Zuwehung von Graspollen eine Auflockerung der Vegetation anzeigt.

Der totale Kurvenabfall der Rotbuche, der in allen Kärntner Diagrammen vorhanden ist, sofern diese weit genug an die Gegenwart heranreichen, fehlt hier.

4. Der sogenannte „Eichenmischwald" (Quercetum mixtum)

Im palynologischen Schrifttum ist es allgemein üblich, das gehäufte, gemeinsame Vorkommen an Ulmen-, Linden- und Eichenpollen als Ausdruck einer eigenständigen „Eichenmischwaldgesellschaft" anzusprechen. Abgesehen davon, daß es nach der geschilderten Waldentwicklung gänzlich unmöglich ist, für die Höhenlage des Naßfeldes eine „Eichenmischwaldperiode" anzunehmen, sprechen grundsätzliche Überlegungen dagegen, im vorliegenden Falle enge pflanzensoziologische Bindungen zwischen den genannten Laubhölzern zu vermuten. Erfahrungsgemäß können diese Baumarten in recht unterschiedlichen Gesellschaften vorkommen, wobei die pollenanalytische Bestimmung der entsprechenden Pollenkörner mit „Ulme", „Linde" und „Eiche" ökologisch gesehen völlig unzulänglich ist, um wirklich fundierte Aussagen über deren soziologisches Auftreten zu machen.

Betrachten wir den Kurvenverlauf dieser drei Holzarten. So ist z. B. der Eichenpollen gerade zur Zeit des Ulmen- und Lindenpollenmaximums nur mit sehr spärlichen Mengen vertreten. Sein Anstieg fällt stratigraphisch etwa mit jenem der Rotbuche zusammen und erreicht erst spät ein bescheidenes Maximum in historischer Zeit. Die Linden- und Ulmenkurve dagegen geht mit der Rotbuchenausbreitung deutlich zurück. Dieser „Kurvenabfall" wieder vollzieht sich für die Linde wesentlich rascher als für die Ulme.

Andererseits ist es bemerkenswert, daß der Kurvenanstieg des Eichenpollens im Diagramm Naßfeld II bei –560 cm mit dem Beginn der subfossilen Überlieferung des Hainbuchenpollens *(Carpinus betulus)* zusammenfällt. Daraus ergibt sich die Schlußfolgerung, daß die „Eiche" gemeinsam mit der Hainbuche als „Eichen-Hainbuchenwald" (Querco-Carpinetum) aufgetreten ist. Diese Waldgesellschaft findet man heute auf Kärntner Gebiet im kontinental getönten Klagenfurter Becken. Wahrscheinlich war es in früherer, postglazialer Zeit nicht anders und der Eichen- und Hainbuchenpollen am Naßfeld stammt aus dem Weitflug. Seine größte Ausdehnung erfuhr das Querco-Carpinetum während des postglazialen Klimaoptimums, was aus dem Diagramm II recht gut abzulesen ist.

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

Die Wuchsorte der „Ulme" und der „Linde" lagen dem Naßfeld näher. Die angewehten Blütenstaubmengen sind auch merklich größer als jene der Eiche. Wir finden z. B. die Bäume an den sommerwarmen und wintermilden Sonnenhängen des unteren Gailtales, der Pollen kann natürlich zum Teil auch aus dem Süden gekommen sein. Im Gailtal siedelten Ulme und Linde in den Hang- und Bergwäldern, sehr wahrscheinlich in Gesellschaft mit Ahorn *(Acer)* und Gemeiner Esche *(Fraxinus excelsior).* Mit dem Beginn des Jüngeren Atlantikums gelangten die beiden mesophytischen Laubhölzer offensichtlich in Konkurrenz mit der Rotbuche. Die Linde, selbst ein Halbschatten- bis Schattenholz, scheint empfindlicher reagiert zu haben und wird von der Rotbuche sehr rasch verdrängt. Es könnte sich um die Sommerlinde *(Tilia platyphyllos)* handeln, die heute noch in niederschlagsreicheren, mittleren Gebirgslagen (in den Alpen bis 1000 m), vergesellschaftet mit der Rotbuche, angetroffen wird. Die Ulme dagegen könnte sich deswegen länger in der Vegetation behauptet haben (falls es sich um *Ulmus minor* handelt), da sie als Licht- und Pionierpflanze (!) auf Standorte auszuweichen vermochte, die der Rotbuche weniger zusagten.

5. Baumartige Erlenbestände (Alneta glutinosae)

Die Wuchsorte der beiden baumförmigen Erlenarten *(Alnus glutinosa, Alnus incana)* können in der näheren Umgebung der Untersuchungsstelle angenommen werden oder waren nicht allzu weit davon entfernt. Da Erlen im Vergleich zu anderen heimischen Gehölzen sehr viel Pollen produzieren und die Blütenstaubmengen in den untersuchten Profilen im Maximum nicht einmal 20 % überschreiten, werden es nur kleinflächige Bestände gewesen sein.

Der Hauptanteil des Erlenpollens entfällt auf die Schwarzerle *(Alnus glutinosa).* Sie stockt heute unter anderem an Bächen und in quelligen Gebirgseinschnitten, wie sie hier im Gebiet des Naßfeldes gegeben sind.

Als wärmeliebender Baum steigt die Schwarzerle heute in den Alpen nur bis in relativ geringe Höhenlagen auf. Im Drautal kann sie noch in ca. 1100 m angetroffen werden. Während des postglazialen Wärmeoptimums war die obere Verbreitungsgrenze, ähnlich wie bei *Myriophyllum spicatum,* sicherlich angehoben. Die Zunahme des Erlenpollens in den atlantischen Schichten kann als Ausdruck dieses wärmezeitlichen Anstieges interpretiert werden.

6. Zur Klimageschichte im Postglazial

Neuere Untersuchungen über spät- und postglaziale Gletscherstände in den Ostalpen haben ergeben, daß das alpine Postglazial an der Wende der Jüngeren Tundrenzeit zum Präboreal mit einer raschen und endgültigen Klimabesserung begonnen hat, PATZELT 1972. Schon um 9500 v. h. sollen die klimatischen Verhältnisse gegenwärtige Normalwerte erreicht und seither nur mehr in geringen Grenzen gependelt haben.

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

Dieses Ergebnis könnte die Existenz der postglazialen Wärmezeit ernsthaft in Frage stellen. Aus diesem Grunde habe ich bereits 1973 im Zusammenhang mit der Vegetationsentwicklung in den Gailtaler Alpen darauf aufmerksam gemacht, daß sich in den Ostalpen dennoch eine thermische Kulmination nachweisen läßt.

Diese Beobachtung wird neuerlich durch die Vegetationsentwicklung im Naßfeld-Raum bestätigt. An diesem Beispiel soll der Ablauf des postglazialen Klimas in der subalpinen Stufe an Hand pflanzlicher Klimazeugen nochmals, und zwar eingehender, begründet werden. Dabei sollen in erster Linie die ökologischen Ansprüche jener Gewächse herangezogen werden, die sich pollenanalytisch als Pflanzenarten bestimmen lassen.

Humide Klimalage	*Fraxinus excelsior* *Huperzia selago* *Athyrium filix-femina*
Kühl-humide Klimalage	*Alnus viridis*
Kühl-humide, winterkalte Klimalage	*Picea abies*
Humide, relativ wintermilde Klimalage	*Fagus sylvatica*
Sommerwarm	*Carpinus betulus*
Sommerwarm, meist lufttrocken	*Larix decidua*
Wärmeliebend	*Alnus glutinosa*
Kalt-kontinental	*Pinus cembra*

a) Diagrammlage:	Naßfeld II: –750 cm bis –560 cm.
Klimacharakter:	Kühl-humid bis kühl-humid und winterkalt mit kalt-kontinentalem Einschlag bei –680 cm. Ab –680 cm zunehmend sommerwarm.
Begründung:	Reiches Auftreten von *Alnus viridis.* Zunehmende Ausbreitung von *Picea abies.* Pollengipfel der *Pinus cembra* bei –680 cm mit 16 %.
Alter:	Präboreal, Boreal bis Älteres Atlantikum.
b) Diagrammlage:	Naßfeld II: –560 cm bis –450 cm.
Klimacharakter:	Kühl-humid mit zunehmender Milderung der Winterkälte.
Begründung:	Rasche Ausbreitung der Rotbuche. Rückgang des Fichtenareals. Anstieg der Schwarzerle. Verschwinden der Zirbe.
Alter:	Jüngeres Atlantikum.
c) Diagrammlage:	Naßfeld II: –450 cm bis –300 cm.
Klimacharakter:	Besonders warm und wintermild, humid. Klimaoptimum.
Begründung:	Optimale Ausbreitung der Rotbuche. Optimale Ausbreitung der Hainbuche. Optimale Ausbreitung der Schwarzerle. Starker Rückgang der Fichte.
Alter:	Jüngeres Atlantikum.

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

d) Diagrammlage:	Naßfeld II: –300 cm bis –130 cm.
Klimacharakter:	Zunehmend winterkalt. Abnehmende Sommerwärme bei leichter Abschwächung des humiden Charakters.
Begründung:	Wiederausbreitung der Fichte. Rückgang der Hainbuche. Vorübergehende Depression des Grünerlenbestandes. Vermehrtes Auftreten der Lärche. Rückgang der Rotbuche.
Alter:	Subboreal, wahrscheinlich auch noch älteres Subatlantikum.

Der jüngste Zeitabschnitt bleibt wegen des menschlichen Einflusses von dieser Betrachtung besser ausgeschlossen.

7. Zum Problem der *Wulfenia carinthiaca*

Der pollenanalytische Nachweis ausgedehnter Grünerlenbestände während der postglazialen Zeit ist meines Erachtens im Zusammenhang mit dem *Wulfenia*problem von großer Bedeutung. Untersuchungen der letzten Jahre haben nach HARTL 1970 im Sinne von PIGNATTI 1961 ergeben, daß die *Wulfenia* als Begleitpflanze des Alnetum viridis aufzufassen ist. Angesichts dieser neuen pflanzensoziologischen Erkenntnis (SCHARFETTER hat die *Wulfenia* für eine Waldpflanze gehalten, FINDENEGG 1955) kann jetzt die pollenanalytische Vegetationsforschung auf folgende Aspekte aufmerksam machen, die uns in der Frage der *Wulfenia* weiterhelfen können.

a) Die Einwanderung der *Wulfenia carinthiaca* in das heutige Verbreitungsgebiet rund um den Gartnerkofel (1500–1800 m) kann nur gemeinsam mit der Grünerle zu Beginn der Nacheiszeit, im Präboreal, stattgefunden haben. Aus neueren Untersuchungen aus den Ötztaler Alpen und den Hohen Tauern ist bekanntlich, wie bereits erwähnt, dieser Zeitpunkt etwa mit 9500 v. h. anzusetzen. Die Vermutung HARTLS 1970, die *Wulfenia* sei im Postglazial, als es für sie in tieferen Lagen zu warm wurde, nach oben hin abgedrängt worden, wird vollauf bestätigt. Daraus kann man also auf ein Alter der *Wulfenia*bestände im Gartnerkofel-Gebiet von ca. 9500 Jahren schließen.

b) Das Problem, warum die Bestände bis in die Gegenwart durchzuhalten vermochten, wird meines Erachtens durch die Tatsache gelöst, daß besonders günstige Voraussetzungen den Fortbestand des Alnetum viridis in dieser Höhenlage ermöglicht haben. Diese günstigen Voraussetzungen sind vor allem darin zu suchen, daß im Verbreitungsgebiet der *Wulfenia* keine sehr wesentlichen Verschiebungen der postglazialen Waldgrenze stattgefunden haben. Das heißt, wir können damit rechnen, daß die Waldgrenze in den Karnischen Alpen, zumindest im Naßfeldgebiet, immer schon ähnlich nied-

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

rig lag wie heute! Abgesehen von den Grünerlen selbst, bezeugen auch die in allen Lagen des Sedimentes vorhandenen typenreichen Kräuterpollenspektren, daß die Lage der Untersuchungsstellen immer nahe der oberen Waldgrenze war. Eine Anhebung der postglazialen Waldgrenze um nur einige hundert Meter hätte unweigerlich zur „Ausdunkelung" der *Wulfenia*bestände führen müssen. Die Gefahr für die Existenz der *Wulfenia* in Zukunft sehe ich daher in der Zerstörung des Grünerlenbuschwaldes, in einem Prozeß, der schon seit geraumer Zeit in Gang ist. Wie soll heute die *Wulfenia carinthiaca* noch eine ausbreitende Tendenz zeigen, wenn ihre pflanzensoziologische „Heimat", das Alnetum viridis, bis auf Reste zurückgegangen ist?

LITERATUR

FINDENEGG, I. (1955): Das Problem der *Wulfenia carinthiaca*. – Carinthia II, *145/65*:102–112.

FRITZ, A. (1967): Pollenanalytische Untersuchung zur Verschiebung der Waldgrenze in den Gurktaler Alpen, Kärnten. – Carinthia II, *157/77*:109–130.

– (1972): Das Spätglazial in Kärnten. Ber. Deutsch. Bot. Ges. *85*, H. 1–4:93–99.

– (1973): Die Bedeutung des Längsee-Moores für die spätglaziale Vegetations- und Klimageschichte des Klagenfurter Beckens (Ostalpen). – Carinthia II, *163/83*:277–293.

– (1973): Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des unteren Gailtales, Kärnten. (Pollendiagramm Pölland.) – Carinthia II, *163/83*:295–315.

HARTL, H. (1970): Südliche Einstrahlungen in die Pflanzenwelt Kärntens. – 30. Sonderheft der Carinthia II, Klagenfurt.

KLAUS, W. (1972): Saccusdifferenzierungen an Pollenkörnern ostalpiner *Pinus*-Arten. – Österr. Bot. Z., *120*:93–116.

– (1975): Über bemerkenswerte morphologische Bestimmungsmerkmale an Pollenkörnern der Gattung *Pinus* L. – Linzer biol. Beitrag. *7/3*:329–369.

MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.

OBERDORFER, E. (1970): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

PATZELT, G. (1972): Die spätglazialen Stadien und postglazialen Schwankungen von Ostalpengletschern. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. *85*, H. 1–4:47–57.

SRBIK, R. (1936): Glazialgeologie der Nordseite des Karnischen Kammes. *6*. Sonderheft der Carinthia II, Klagenfurt.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. Adolf FRITZ, 9020 Klagenfurt, Koschatstraße 99.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 166_86

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

Artikel/Article: Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der Karnischen Alpen (Kärnten)- (Mit 2 Pollendiagrammen) 175-196