

Carinthia II	167./87. Jahrgang	S. 179–187	Klagenfurt 1977
--------------	-------------------	------------	-----------------

Pollenstratigraphische Gliederung des mitteleuropäischen Spät- und Postglazials

Von Adolf FRITZ

(Mit 1 Tabelle und 1 Bildtafel)

Seit den sechziger Jahren wird die pollenanalytische Forschung in Kärnten seitens des Naturwissenschaftlichen Vereins des Landes tatkräftig gefördert. Der Carinthia-II-Leser findet daher nun immer wieder auch Arbeiten aus diesem speziellen Fachgebiet vor. Um dem interessierten Nichtfachmann das Verständnis für die Probleme der Pollenanalyse besser als bisher zu erschließen, komme ich gerne einer Anregung der Redaktion nach, eine allgemeine Einführung in die Gliederung des Spät- und Postglazials zu geben.

ALLGEMEINES ÜBER POLLENZONE

Das Spät- und Postglazial bzw. die Spät- und Nacheiszeit, wie dieser Zeitraum der jüngsten geologischen Vergangenheit auch genannt wird, umfaßt etwa die letzten 20.000 Jahre der Erdgeschichte. Während dieses Zeitabschnittes haben sich in Kärnten, wie überall dort, wo die Folgen der Würmvereisung in ähnlich eindrucksvoller Weise zur Wirksamkeit gekommen sind, tiefgreifende Veränderungen im Klima, in der Landschaft sowie in der pflanzlichen und tierischen Besiedlung vollzogen.

Die Rekonstruktion dieser vielschichtigen Dynamik erdgeschichtlicher Prozesse setzt naturgemäß voraus, daß die einzelnen Ereignisse in eine richtige zeitliche Reihenfolge gebracht und nach Möglichkeit auch auf ihr wahres Alter bestimmt werden. Die Bewältigung dieses Teilproblems ist Aufgabe der Stratigraphie.

Entsprechend der Methodik der Pollenanalyse ist es allgemein üblich, die Spät- und Nacheiszeit in eine Anzahl von Abschnitten zu zerlegen, die sich in den Pollendiagrammen als Bereiche besonders gekennzeichneter Pollenführung herausheben lassen. Man bezeichnet diese Abschnitte, und die dazu gehörenden Zeiträume, in Anlehnung an

den Zonenbegriff der Geologie als „Pollenzonen“. Zonen sind kleinste faßbare Zeitabschnitte der Erdgeschichte. Ihre Festlegung erfolgt in der Biostratigraphie im allgemeinen mittels konkreter Leitfossilien. In der Pollenanalyse treten an die Stelle einzelner Tier- und Pflanzenformen ganze Pollentypengemeinschaften bestimmt charakterisierter Vergesellschaftung. Gemäß dem Sinn und Zweck eines Zonenfossils sind auch diese Pollenvergesellschaftungen jeweils ganz konkreten, absoluten Zeitschnitten zugeordnet.

Die Veränderungen, d. h. der Wechsel der Pollenvergesellschaftungen im Spät- und Postglazial, unterliegen dem Ablauf der Wald- bzw. Vegetationsgeschichte einer Landschaft. Infolge der Vielgestaltigkeit Europas in landschaftlicher, klimatischer, floristischer und pflanzenzoologischer Hinsicht variieren altersgleiche Pollenassoziationen mitunter sogar auf kurze geographische Entfernung ziemlich stark. Es ist daher durchaus möglich, für jede natürliche landschaftliche Einheit eine eigene historische Abfolge von Pollenzenen (= Pollenzonengliederung) zu erstellen. In besonderen Fällen könnte das sogar für einzelne Moorgebiete gemacht werden. Ein solches Vorgehen würde allerdings vergleichende Betrachtungen über größere Distanzen hinweg sehr erschweren, wenn nicht direkt unmöglich machen. Dennoch muß der genauen Kenntnis der kleinräumigen lokalen erdgeschichtlichen Verhältnisse ein gewisser Vorrang eingeräumt werden, da erst aus diesen „Mosaiksteinchen“ der Forschung der eigentliche Wissensfortschritt erwächst. So stehen sich in der pollenanalytischen Forschung die Interessen zweier Tendenzen gegenüber: Individualisierung und Generalisierung der Untersuchungsergebnisse.

In der pollenanalytischen Praxis lassen sich diese scheinbar divergierenden Interessen verhältnismäßig leicht vereinen. Immer mehr Autoren gehen darauf über, den Pollendiagrammen zwei Gliederungssysteme zu geben. Dabei bleibt der Begriff der Pollenzone dem überregionalen Gliederungssystem vorbehalten (oder sollte vorbehalten bleiben), und die lokalen, individuellen pollenstratigraphischen Einheiten nennt man „Diagrammabschnitte“.

In den klassischen Untersuchungsgebieten der Pollenanalyse Europas sind im Laufe der Zeit verschiedene „überregionale“ Pollenzonengliederungen entwickelt worden, wie z. B. das 8-Zonen-System von GODWIN für England, das 11-Zonen-System von FAEGRI für Norwegen, das 12-Zonen-System von NILSSON für Schweden, das 12-Zonen-System von OVERBECK für Nordwestdeutschland und noch andere.

DIE FIRBAS'SCHE POLLENZONENGLIEDERUNG

Für den mitteleuropäischen Raum hat F. FIRBAS, 1949, das nach ihm benannte 10gliedrige Schema erarbeitet (siehe Tabelle). Diese Gliederung lehnt sich weitgehend an jene Systeme an, die 1935 in Ostpreußen von H. GROSS und in Dänemark von K. JESSEN eingeführt worden waren.

Zonen nach Firbas	Blytt-Sernander	Vegetation	Abs. Alter
X Jüng. Teil Nachwärmezeit	Subatlantikum	Stark genutzte Wälder u. Forste	1300 - Gegenw.
IX Ält. Teil		Buchenzeit	800 - 1300 AC
VIII Späte Wärmezeit	Subboreal	EMW - Buchenzeit	2500BC-800 AC
VII Jüng. Teil Mittlere Wärmezeit	Atlantikum	Eichenmischwald-Zeit (EMW)	4000 - 2500 BC
VI Ält. Teil			5500 - 4000 BC
V Frühe Wärmezeit	Boreal	Haselzeit	6800 - 5500 BC
IV Vorwärmzeit	Subarktikum	Birken-(Kiefern-)Zeit	8300 - 6800 BC
III Jüng. Tundrenzeit		Jüng. Dryaszeit	8800 - 8300 BC
II Allerödzeit		Kiefern-Birkenzeit	9800 - 8800 BC
I Ält. Tundrenzeit		Ält. Dryaszeit	- 9800 BC

Tabelle: Stratigraphische Gliederung des Spät- und Postglazials. B.C. = v. Chr.; A.C. = n. Chr.

FIRBAS hielt gerade diese Gliederungssysteme für eine Verallgemeinerung ihres Geltungsbereiches am geeignetsten. Sie sind durch wichtige Geschehnisse im Ablauf des nordischen Eisrückzuges sowie durch Veränderungen an der Ostsee- und an der Nordseeküste verursacht. Das BLYTT-SERNANDER'sche System vom Wechsel kontinentaler und ozeanischer Klimaperioden (siehe weiter unten) findet darin eine natürliche Einordnung. So lassen sich die Hauptabschnitte der Vegetationsgeschichte, wie sie sich in den Ländern rund um die südliche Ostsee repräsentieren, auch im übrigen Mitteleuropa deutlich genug nachweisen.

Der FIRBAS'schen Zonengliederung liegen also verschiedene Kriterien zugrunde. Ganz im Sinne von L. v. POST, 1930, den vegetationsgeschichtlichen Hauptabschnitten (= Pollenzonen) Vorgänge von möglichst weitem Geltungsbereich zugrunde zu legen, stützt sich FIRBAS vor allem auf die Klimageschichte.

Das Spätglazial umfaßt in der Gliederung nach FIRBAS die Zonen I bis III. Es ist die Zeit der ausklingenden Würmvereisung, des gewaltigen Eisrückganges in den großen Vergletscherungsgebieten Europas. In Norddeutschland und im südlichen Ostseeraum war es im Zusammenhang damit zur Ausbreitung und Vorherrschaft (subarktischer) Birken- und Kiefernwälder gekommen.

Der Temperaturanstieg bzw. der Eisrückgang im Spätglazial war, wie das schon seit langem bekannt ist, mehrmals von Rückschlägen unterbrochen. Die kälteren Perioden, die zu vorübergehenden Eishalten oder sogar zu neuerlichen, kurzfristigen Gletschervorstößen geführt haben, nennt man allgemein Stadiale, die wärmeren Klimaphasen dazwischen Interstadiale. Das kräftigste und bekannteste derartige Interstadial ist die Alleröd-Schwankung (= Allerödzeit, Alleröd-Interstadial). Sie ist schon zu Beginn dieses Jahrhunderts, und zwar zuerst von N. HARTZ, in einer Ziegeleigrube bei Alleröd in Seeland entdeckt worden. Sie teilt das Spätglazial durch die allerödzeitliche Ausbreitung der Birken- und Kiefernwälder in:

III: Jüngere Tundrenzeit

II: Allerödzeit

I: Ältere Tundrenzeit.

Während Zone III ist im norddeutschen Flachland (und in den angrenzenden Gebieten) der Waldbestand wieder verdrängt oder aufgelockert worden.

Heute wissen wir, daß es außer dem Alleröd-Interstadial noch andere spätglaziale Erwärmungsphasen gegeben hat. Von ihnen ist zur Zeit nur das Bölling-Interstadial in die FIRBAS'sche Gliederung eingefügt. Das Bölling-Interstadial geht auf IVERSEN, 1942, zurück und ist im Böllingsee in Jütland entdeckt worden. Es fällt zeitlich in die Zone I. Somit wird diese Zone allgemein von den Autoren folgend aufgegliedert:

Ic: Ältere Tundrenzeit (auch mittlere Tundrenzeit bezeichnet)

Ib: Bölling-Interstadial von etwa 11.300 bis 10.400 v. Chr.

Ia: Älteste Tundrenzeit.

Die Zonen IV bis X entfallen auf die Nacheiszeit. In teilweiser Anlehnung an PAUL und RUOFF hat es FIRBAS für am zweckmäßigsten gehalten, die Großgliederung der Nacheiszeit an Hand der sogenannten postglazialen Wärmezeit vorzunehmen:

Nachwärmezeit: Zonen IX und X,

Wärmezeit: Zonen V bis VIII,

Vorwärmezeit: Zone IV.

FIRBAS will seine Zonen nur im Sinne von geologischen Zeitabschnitten verstanden wissen, sofern das Postulat einer postglazialen Wärmezeit aufrechterhalten werden kann.

Biologisch ist die Nacheiszeit durch die Herrschaft von Wäldern gekennzeichnet, in denen wärmeliebende Gehölze, Hasel, Eichen usw., eine mehr oder weniger große Rolle spielen.

DAS BLYTT-SERNANDER'SCHE SYSTEM

Die zeitliche Übereinstimmung des BLYTT-SERNANDER'schen Systems mit den Zonen von FIRBAS hat dazu geführt, daß die altgewohnten Termini Subarktikum, Boreal, Atlantikum, Subboreal und Subatlantikum auch auf die FIRBAS'schen Zonen angewendet werden.

A. BLYTT hat seine 1876 aufgestellte Theorie vom postglazialen Wechsel kontinentaler und ozeanischer Klimaverhältnisse am regelmäßigen Auftreten von Holzschichten in Mooren und von Austrocknungshorizonten in Kalktufflagern Norwegens zu beweisen versucht. Auf Grund von Seespiegelschwankungen wurde diese Gliederung durch SERNANDER weiter vertieft.

Obwohl die BLYTT-SERNANDER'sche Gliederung auf einer großen Zahl richtiger Beobachtungen aufbaut, wird ihre Bedeutung hinsichtlich der Feuchtigkeitsschwankungen schon seit langem in Frage gestellt. In Wirklichkeit liegen nämlich die Verhältnisse doch sehr viel verwickelter. Daher werden die Termini dieses Systems von vielen Autoren nur im Sinne geologischer Zeitabschnitte zur Abgrenzung bestimmter Waldphasen benutzt. In der uneinheitlichen Anwendung dieser Bezeichnungen liegt allerdings die Gefahr von Irrtümern und Mißverständnissen. Es ist daher verschiedentlich der Wunsch aufgekommen, die Ausdrücke wie Boreal, Atlantikum usw. aus der Stratigraphie des Postglazials zu eliminieren. Dies ist bis heute nicht geschehen, da, wie FIRBAS selbst dazu bemerkt, es nicht einfach ist, etwas Besseres an ihre Stelle zu setzen.

WALDGESCHICHTLICHE PERIODEN

Zur Bezeichnung der FIRBAS'schen Zonen sind von FIRBAS auch waldgeschichtliche Ausdrücke, wie Haselzeit, Eichenmischwaldzeit (EMW) und dergleichen, verwendet worden. FIRBAS war sich dabei sehr wohl bewußt, daß solche Kennzeichnungen nur in Landschaften sinnvoll sind, in denen die entsprechenden Gehölzarten zu irgendeiner Zeit auch tatsächlich in der Vegetation vorherrschend waren. Waldgeschichtliche

Ausdrücke eignen sich demnach mehr zur Charakterisierung lokaler, geographisch kleinräumiger Vegetationsentwicklungen. Sie sollten in einem für einen größeren geographischen Raum gültigen Schema vermieden werden, und zwar auch deshalb, da Ausbreitung und Dominanz ein und derselben Gehölzart in verschiedenen Landschaften zu verschiedenen Zeiten erfolgen können und auch nachweislich erfolgt sind. Waldgeschichtliche Perioden können somit nicht oder nur ungenügend den Anforderungen an Pollenzonen als Leitfossil gerecht werden.

ABSOLUTE ZEITSKALA DES SPÄT- UND DES POSTGLAZIALS

Die FRIBAS'schen Zonen liefern uns als biostratigraphische Pollenzonen nur relative und keine absoluten Zeitmarken. Sie bedurften erst einer Eichung. Wichtige diesbezügliche Voraussetzungen hat die schwedische Geochronologie De GEER's geschaffen. Sie geht bereits auf das Jahr 1884 zurück und wurde durch gleichartige Untersuchungen SAURAMO's in Finnland vollauf bestätigt.

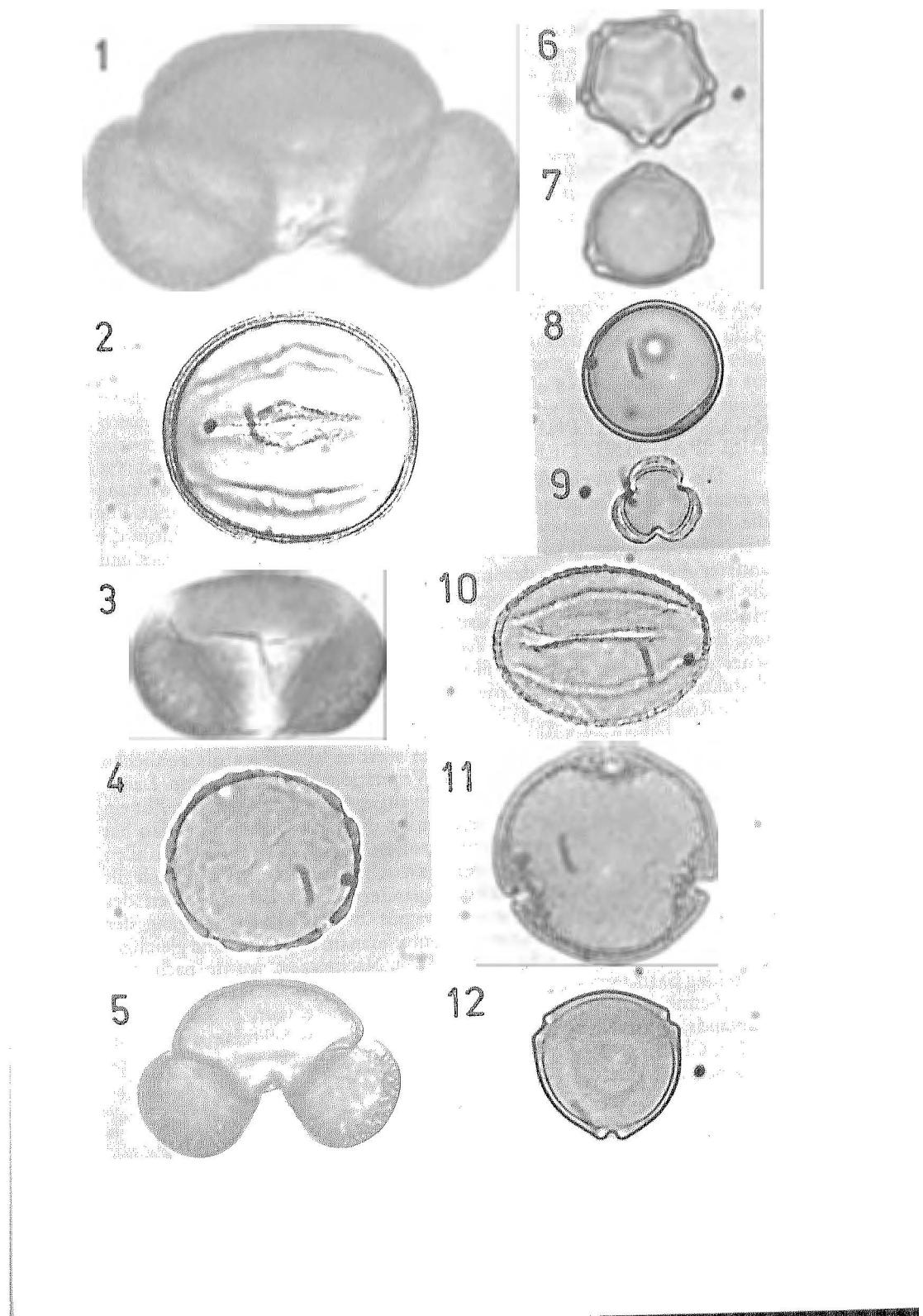
Die Arbeiten der beiden Skandinavier gründen sich auf die Bändertonmethode. Bändertone sind jahreszeitlich geschichtete Stauseeablagerungen. Durch das Auszählen der Jahresschichten (= Warwen) ist es dem Schweden De GEER im Rückzugsgebiet des nordischen Inlandeises gelungen, eine nahezu exakte Chronologie für die letzten fünfzehntausend Jahre der Erdgeschichte zu erstellen. Heute ist diese Geochronologie auch durch Radiokarbonuntersuchungen überprüft und in ihrer Richtigkeit im wesentlichen bestätigt.

Mit Hilfe der Bändertonmethode (= Warwenmethode) konnten in erster Linie markante glazialgeologische Ereignisse, die auf den Ablauf der Vegetationsentwicklung großen Einfluß hatten, zeitlich mit staunenswerter Genauigkeit festgelegt und mit der Vegetationsgeschichte verknüpft werden.

Neben der Warwenmethode gibt es grundsätzlich noch andere Wege einer absoluten Altersbestimmung. Von diesen hat nur noch die Vor- und Siedlungsgeschichte, und zwar speziell für den jüngeren Teil der Wald-

Tafel: Kennzeichnende Pollentypen aus dem Spät- und Postglazial.

1. *Abies alba*, 300x (mikroskopische Aufnahmevergrößerung)
- 2: *Fagus sylvatica*, 630x
- 3: *Picea abies*, 300x
- 4: *Ulmus minor*, 630x
- 5: *Pinus sylvestris*, 600x
- 6: *Alnus glutinosa*, 630x
- 7: *Betula pendula*, 630x
- 8: *Molinia coerulea*, 630x
- 9: *Artemisia campestris*, 630x
- 10: *Quercus robur*, 630x
- 11: *Tilia platyphyllos*, 630x
- 12: *Corylus avellana*, 630x



geschichte, ehemals einige Bedeutung gehabt. Gegenwärtig ist die wertvollste Methode zur absoluten Altersbestimmung die Radiokarbonatierung. Sie beruht auf folgenden Gegebenheiten. In der Stratosphäre entsteht durch kosmische Strahlung aus Stickstoffatomen das radioaktive Kohlenstoff-Isotop ^{14}C . Dieses ist in außerordentlich geringer Menge neben dem normalen Kohlenstoff ^{12}C am Aufbau des für die Pflanze notwendigen Kohlendioxides beteiligt. Im Zuge der Photosynthese wird das strahlende Isotop in den Pflanzenkörper aufgenommen. Somit ist jede lebende Pflanze radioaktiv, jedoch in einer so minimalen Intensität, daß sie für den Menschen völlig bedeutungslos ist. Mit dem Tod des pflanzlichen Individuums hört die Zufuhr an radioaktivem Kohlenstoff auf, und die nun fortschreitende Abnahme der Radioaktivität bildet die Grundlage der absoluten Zeitbestimmung.

ZUR STRATIGRAPHISCHEN ABGRENZUNG DER SPÄT- UND DER NACHEISZEIT

Die Eiszeit ist ein klimatisches Phänomen, das in seiner Auswirkung wesentlich von der geographischen Lage einer Landschaft abhängt. Für die Wald- und Vegetationsgeschichte sind folglich in erster Linie die Veränderungen im Pflanzenkleid maßgebend. Im Sinne von GAMS und anderer Autoren wäre es demnach richtig, die Eiszeit, die Späteiszeit und die Nacheiszeit in Mitteleuropa biologisch abzugrenzen. Danach ist die Hocheiszeit durch die weite Ausdehnung baumloser Pflanzengesellschaften, die Späteiszeit durch die Ausbreitung und Vorherrschaft subarktischer Birken- und Kiefernwälder und die Nacheiszeit durch Wälder charakterisiert, in denen wärmeliebende Gehölze eine mehr oder weniger große Rolle spielen.

Bei Anwendung dieser Kriterien werden allerdings die zeitlichen Grenzen zwischen den genannten Vegetationsabschnitten von Landschaft zu Landschaft recht verschieden angesetzt werden müssen. Für ein allgemeines stratigraphisches Schema ist dies unzweckmäßig. Man hat daher folgendes Übereinkommen getroffen, das heute praktisch von allen Autoren akzeptiert wird. Als Grenze zwischen Eiszeit und Späteiszeit gilt der Eisrückgang des nordischen Inlandeises von den Moränen des pommerschen Stadiums. Dieses Ereignis wird dem Eisrückgang der Alpengletscher von den inneren Jungmoränen im Alpenvorland gleichgesetzt. Die Grenze zwischen Späteiszeit/Nacheiszeit wurde nach dem Vorschlag SAURAMO's mit dem Rückgang des nordischen Inlandeises von den „Fennoskandischen Moränen“, insbesondere vom 2. Salpausselkä Finnlands, festgelegt. In diesem Sinne beginnt das Spätglazial etwa um 8300 v. Chr. Um die Auffindung des zeitlich entsprechenden glazialgeologischen Ereignisses in den Alpen ist man heute noch bemüht.

RÜCKBLICK

Die FIRBAS'schen Pollenzonen erfüllen als zeitlich geeichtetes Gliederungssystem eine zweifache Aufgabe. Sie liefern einen zeitlichen Rahmen, dem jedes erdgeschichtliche Ereignis des Spät- und Postglazials grundsätzlich zuordenbar ist. Sie ermöglichen aber auch die Datierung zeitlich unbekannter Vegetationsabläufe. Im mitteleuropäischen Raum nördlich der Alpen, für den das FIRBAS'sche System als Standardgliederung geschaffen worden ist, mögen die FIRBAS'schen Zonen ihren beiden Funktionen vollauf entsprechen. Im Bereich der Alpen jedoch, insbesondere südlich des Alpenhauptkamms, und noch in anderen Gebieten, die hier nicht von Interesse sind, kann sie ihrer Datierungsfunktion aus verschiedenen Gründen nur unzulänglich gerecht werden. Auf diese Tatsache wurde schon von verschiedenen Autoren, wie ZOLLER, ŠERCELJ, BORTENSCHLAGER, FRITZ u. a. hingewiesen. Hier kommt den Radiokarbonuntersuchungen, zur Aufklärung der spät- und der postglazialen Vegetationsgeschichte, als Datierungsmittel eine sehr große Bedeutung zu. Erst auf dieser Basis kann dann ein Vergleich mit den mitteleuropäischen Verhältnissen bzw. eine Einordnung in das FIRBAS'sche System angestrebt werden.

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

Carinthia II	167.87. Jahrgang	S. 189-215	Klagenfurt 1977
--------------	------------------	------------	-----------------

Pollenanalytische Untersuchung der lignitführenden Sedimente von Podlanig im unteren Lesachtal (Kärnten)

Von Adolf FRITZ

(Mit 1 Pollen- und Sporendiagramm, 3 Abbildungen
und 1 Tafel)

1. Zusammenfassung

Die neuerliche pollenanalytische Untersuchung der kohlenführenden Schichten von Podlanig hat die Kenntnisse über die Vegetations- und Klimaverhältnisse jener Zeit, in der es zur Bildung der Kohle gekommen ist, erweitert und präzisiert. Der Raum um Podlanig lag damals im Bereich eines Subalpinen Fichtenwaldes (*Piceetum subalpinum s. l.*), und zwar zeitweise an dessen unterer Grenze.

Das immer wieder gehäufte Auftreten von Pollen und Sporen aus Pflanzengesellschaften waldfreier Standorte spricht für eine mehrmalige, klimatisch bedingte Absenkung der Waldgrenze, im Extremfall mindestens bis in die Höhenlage von Podlanig herab.

Pollenstratigraphisch bedeutsam ist der Nachweis des Rotbuchenpollens bis knapp über 5 Prozent der Gesamtpollensumme. Aus dieser Kenntnis und aus dem radiometrischen Mindestalter von 37.000 Jahren B. P. müssen die entsprechenden Schichten in ein älteres Würm-Interstadial gestellt werden. Wahrscheinlich kommt dafür nur das klimatisch sehr günstige Brörup-Interstadial in Frage.

2. Abstract

This work in pollen analysis of the carboniferous sediments of Podlanig (Lower Lesachtal, Carinthia) enlarge our knowledge about vegetation and climate during interstadial conditions. At this time Podlanig was situated botanical in subalpin-regions (*Piceetum subalpinum s. l.*).

The repeated appearance from pollen and spores of plants, growing in woodless location, will be explained as a repeated shift of the timber line.

The evidence of pollen of the beech tree (five per cent and more) is important in view of pollenstratigraphy. In an age of more than 37.000 years B. P., having got by ^{14}C -measurement, the carboniferous sediments of Podlanig was probably formed during the Broerup-Interstadial.

3. Einleitung

Der lignitführende Schluff von Podlanig wurde erstmals in den Jahren 1969/70 pollenanalytisch bearbeitet. Die damaligen Aufschlußverhältnisse waren dafür nicht besonders günstig. Daher wurde nur eine relativ geringe Zahl von 11 Proben entnommen, deren Abstand sedimentbedingt z. T. ziemlich groß gewählt werden mußte. So wurde diese erste Untersuchung bereits mit der Absicht abgeschlossen, die Bearbeitung sobald wie möglich zu wiederholen. Der Anstoß dazu ergab sich anlässlich einer neuerlichen Begehung des Aufschlusses mit Univ.-Prof. Hofrat Dr. Franz KAHLER am 5. September 1975.

Die kohlenführenden Schichten waren zu diesem Zeitpunkt etwas besser aufgeschlossen als 1969. Es konnte knapp unterhalb des Stollens I, Abb. 1, eine Scholle erprobt werden, die vermutlich etwas abgeglitten war, in sich aber noch im Verbande stand. Gleichzeitig wurden diesmal auch Lignitproben, und zwar aus dem 2. und 3. Lignithorizont, für eine radiometrische Altersbestimmung aufgesammelt. Die Durchführung der absoluten Altersbestimmung erfolgte wie immer im ^{14}C -Laboratorium des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Hannover-Buchholz. Herrn Prof. Dr. M.-A. GEYH, Direktor des ^{14}C -Laboratoriums, danke ich an dieser Stelle herzlichst für das freundliche Entgegenkommen.

Ebenso gilt mein Dank dem Naturwissenschaftlichen Verein für Kärnten, der meine Arbeit durch finanzielle Zuwendungen wohlwollend unterstützte. Durch diese finanzielle Hilfe ist es mir vor allem möglich gemacht worden, das Pollen- und Sporenherbar zu erweitern.

Zu besonderem Dank verpflichtet fühle ich mich schließlich noch Herrn Univ.-Prof. Dr. Josef POELT, Vorstand des Institutes für systematische Botanik an der Universität Graz. Aus dem Herbar des Institutes konnte ich insbesondere die Sporensammlung so weit komplettieren, daß eine eingehende Berücksichtigung des typenreichen Sporenmaterials im Sediment von Podlanig möglich war.

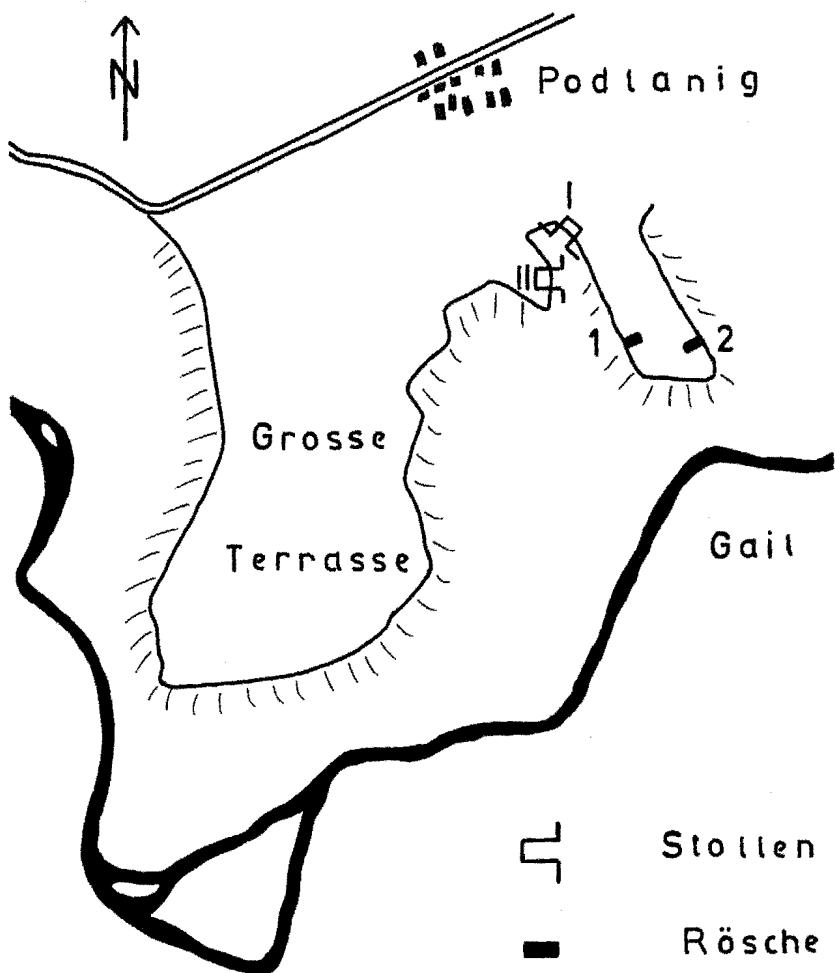


Abb. 1: Skizze der großen und der kleinen Terrasse von Podlanig mit Angabe der Stollen und Röschen. Mit geringfügigen Abänderungen aus dem Schurfprotokoll übernommen.

4. Kurzer Abriß der Erforschungsgeschichte

1920: Nachlaß Bergdirektor BLUM.

Die Kohlenbildung fällt in die Zeit zwischen zwei Gletschervorstößen. Die kohlenführenden Schichten werden von Moräne bedeckt. Angaben über pflanzliche Großreste.

- 1923: LEX, PASCHINGER, WUTTE.
Das „Bergwerk“ Podlanig bei St. Jakob im Lesachtal ist außer Betrieb.
- 1923: KUBART, SCHWINNER.
Erste paläobotanische Untersuchung lignitisierter Holzproben. Ältester Hinweis auf Pollen. Einstufung der Kohle als interglaziale Bildung.
- 1925: SCHWINNER, HERITSCH.
Die Schieferkohlen werden als lakustre Ablagerung aus dem großen Interglazial aufgefaßt.
- 1926: PETRASCHEK.
Mit Bezugnahme auf Berghauptmann Ing. HOLLER: In der Ortschaft Podlanig ist das Flöz an mehreren Stellen aufgefunden worden.
- 1936: HERITSCH.
Mit Bezugnahme auf SCHWINNER, 1923: spricht von interglazialen Schieferkohlen in Tonen und Sanden bei Podlanig.
- 1936: SRBIK.
Einstufung der Schieferkohlen in das R/W-Interglazial.
- 1970: FRITZ.
Pollenanalytische Bearbeitung der kohlenbegleitenden Schichten.

5. Das Kohlevorkommen von Podlanig und das Untersuchungsgebiet

Geographische Lage

Das Kohlevorkommen von Podlanig liegt etwa 10 km westlich von Mauthen im Lesachtal zwischen St. Jakob und Birnbaum in einer Meereshöhe von etwa 860 m. Die Erdkoordinaten haben auf der Österreichischen Karte 1:25.000, Blatt 197/1, St. Jakob im Lesachtal, folgende Werte:

Ostliche Länge von Greenwich:	12°54'44"
Nördliche Breite:	46°41'04".

Morphologie und Geologie

Das Lesachtal ist ein hochalpines Trogtal. Es ist orographisch gesehen der oberste Talabschnitt des Gailflusses, also des Gailtales, das aber üblicherweise erst ab der scharf ausgeprägten Talstufe von Wetzmann bei Kötschach-Mauthen als Gaital bezeichnet wird.

Im Norden wird das Lesachtal von den Lienzer Dolomiten und im Süden von den Karnischen Alpen flankiert.

Der anstehende Fels im Talboden des Lesachtals wird von einer schmalen kristallinen Zone gebildet. Die lockere Talverschüttung, die Schluffe, Sande, Kiese und Moränen, dürften hauptsächlich ein Aufarbei-

tungsprodukt dieses Kristallins sein. Jedenfalls enthalten die Begleit-schichten der Kohle so wenig Karbonat, daß bei ihrer pollenanalytischen Aufbereitung keine Salzsäure verwendet werden mußte.

Vom Kartitscher Sattel (1523 m NN) senkt sich die Sohle des Lesachtales kontinuierlich nach Osten ab. Knapp nach der Kärntner Grenze schneidet sich die Gail infolge rückschreitender Erosion mit einem Tiefenschurf von etwa 50–100 m in den alten Talboden bis in das Kristallin ein. Die zahlreichen Seitengräben zerstückeln den alten Talbo-den in einzelne Terrassenreste. Auf ihnen liegen in einer Höhe von 1200 bis 900 m NN die bäuerlichen Ansiedlungen.

Die Terrasse von Podlanig zerfällt in eine große und in eine kleine Terrasse, zwischen denen noch ein bescheidener, als „Rücken“ bezeich-neter, Erosionsrest stehengeblieben ist, Abb. 1. Die lignitführenden Horizonte sind im Bereich der kleinen Terrasse und des Rückens nachgewiesen worden. Die kleine Podlanig-Terrasse senkt sich von der Straße anfänglich ziemlich steil nach Süden in Richtung zur Gail hin ab, wird dann etwas flacher und ebnet sich schließlich zu einem ausgespro-chenen Plateau. Dieses ist etwa 80 m breit und etwa 150 m lang. Auf dieser nur wenig geneigten Blöße steht am Westrand des Plateaus das Bauern-haus Podlanig Nr. 9.

Die kohlenführenden Schichten

Die Kohle wurde nach den Schurprotokollen, 1920, rein zufällig an mehreren Stellen durch natürliche Kohlenausbisse aufgefunden. Am steilen Bruchrand des „Totengrabens“, westlich der kleinen Terrasse, hat sich angeblich das Flöz in der Mächtigkeit von etwa 2 m auf einer Strecke von 60 m nachweisen lassen. Weitere Kohlenausbisse sind an dem westlich des Plateaus gelegenen Rücken festgestellt worden. Die natürli-chen Kohlenausbisse haben wohl deshalb hier besonders leicht in Erschei-nung treten können, da der anstehende Fels der kleinen Terrasse im Bereich des Plateaus nur wenig von den pleistozänen Sedimenten über-kleistert ist. Die Kohle liegt somit an dieser Stelle nahe der Tagesober-fläche.

Im Zuge der Schurfarbeiten, die zur Erstellung von Kohlevorrats-berechnungen durchgeführt wurden, konnte die Kohle an folgenden Orten mit Mächtigkeiten angetroffen werden, wie sie den Profilen in Abb. 2 zu entnehmen sind:

Schurfstollen I: Etwa 20 Schritte westlich des Bauernhauses am Nordwestende des kleinen Plateaus. Gesamtlänge des Stollens 15 m. Der Stollen ist heute bei Erhaltung eines bescheidenen Lichtraumes gänzlich verbrochen.

Schurfstollen II: Im Westhang des Totengrabens, etwa 6 m unterhalb des Plateaurandes und 10 m über Stollen I. Gesamtlänge des Stollens 18 m.

Rösche 1: Etwa 30 m südlich des Stollens I und 8 m unterhalb des Plateaurandes am Westrand desselben.

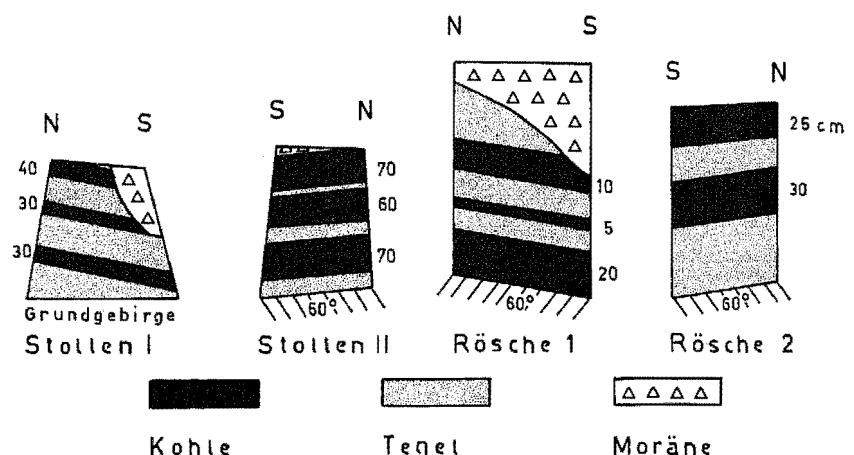


Abb. 2: Sedimentprofile aus der kleinen Podlanig-Terrasse und dem ihr im Westen vorgelagerten kleinen Rücken. Unverändert aus dem Schurfprotokoll umgezeichnet.

Rösche 2: Etwa 200 m südöstlich des Stollens I und 10 m unterhalb des Plateaurandes am Ostrand desselben.

Weitere Schurfarbeiten am Südrand des Plateaus sowie in der großen Mulde zwischen den beiden Terrassen brachten kein positives Ergebnis. Da dort unmittelbar auf dem Fels Moräne liegt, dürften die kohlenführenden Schichten zur Gänze erodiert worden sein.

Seinerzeit ausgeführte Einmessungen des Flözes ergaben, daß dieses in der kleinen Terrasse höchstens mit 3° , und im gegenüberliegenden Rücken höchstens mit 4° nach Süden verflacht. Das Kohlenflöz von Podlanig besteht aus zwei bis drei Bänken mit einer maximalen Mächtigkeit von zwei Metern. Die Kohlemächtigkeiten schwanken sehr stark, selbst auf kurze Entfernung. Daraus möchte ich schließen, daß die Kohle ihre Entstehung mehr kleinräumig wirkenden, lokalen Ursachen verdankt. Diese Annahme widerspricht meines Erachtens keineswegs der Beobachtung, daß auch andere Terrassen im Lesachtal, wie bei Liesing, Kohlenfunde erbracht haben.

Nach Ansicht SCHWINNER's, 1923, war die Bildung der Kohle nur zu einer Zeit möglich, als die Gail in einem völlig eisfreien Tal ruhig in der Höhenlage des heutigen Kohlenflözes dahinfloß. Dieser Ansicht kann insofern zugestimmt werden, als die pollanalytische Untersuchung das tatsächliche Vorhandensein einer ehemaligen Flußau-Vegetation bestätigt hat.

Klimaverhältnisse

Die heutigen Klimaverhältnisse im Lesachtal sind vor allem durch hohe Niederschläge gekennzeichnet. Der südwestliche Teil Kärntens, die

Karnischen Alpen, sind bekanntlich nicht nur das niederschlagsreichste Gebiet des Landes, sondern der Ostalpen überhaupt. Die aus dem Süden und Westen auf das Tal der Gail übergreifenden Luftmassen geben bei ihrem neuerlichen Aufstieg, der durch die Lienzer Dolomiten und die Gailtaler Alpen erzwungen wird, immer noch beachtliche Niederschlagsmengen ab. Im allgemeinen ist im Lesachtal mit einem Jahresschnitt von 1400–1500 mm zu rechnen. Die ergiebigsten Niederschläge treten meistens im Herbst auf (Oktoberregen). Daneben gibt es noch ein zweites Maximum im Juli. Nicht selten verursachen die manchmal excessiven herbstlichen Regenfälle Hochwasserkatastrophen, wie zuletzt 1965 und 1966.

Hinsichtlich des Temperaturklimas steht das untere Lesachtal unter dem Einfluß der in Kärnten weit verbreiteten Erscheinung der winterlichen Temperaturumkehr. Die mittlere Zahl der Frosttage beträgt 107. Völlig frostfrei sind nur die eigentlichen Sommermonate. Das Jahrestemperaturmittel liegt für die nahe gelegene Meßstelle Kornat, 1025 m, bei 6,7°C. Dieser Wert hält sich im Bereich der für alpine Tallagen kennzeichnenden Grenzwerte von 5 bis 7,5°C, GRESSEL, 1976.

Vegetationsverhältnisse

Das untere Lesachtal befindet sich heute im Sinne von SCHARFETTER, 1938, in der Mischwald-Außenzone. Diese Zone ist für die Ostalpen typisch. Sie wird durch das Vorkommen von Buchen-Fichten-Mischwäldern charakterisiert. Nach GAMS, 1932, ist das gemischte Auftreten dieser beiden Baumarten, die sonst in eigenen, übereinander liegenden Gürteln stocken, auf die ozeanisch getönten Klimaverhältnisse zurückzuführen. Zudem ist für die heutige Verbreitung der Buche in Kärnten auch noch der Chemismus des Bodens maßgebend.

Neben den Mischwaldgesellschaften stellen sich je nach Exposition und Höhenlage auch reine Buchen- und reine Fichtenwälder ein.

Im allgemeinen reicht der Mischwald bis in eine Höhenlage von 1300 bis 1400 m. Darüber folgt ein mehr oder weniger gut ausgebildeter Fichtengürtel. An diesen schließen sich etwa bis 1800 m (bzw. bis 2000 m) eine Legföhrenstufe und weiters eine Grasheidenstufe an, die in einen Pionierrasen ausklingt.

Infolge verschiedener Ursachen, wie Temperaturumkehr, Vielgestaltigkeit der orographischen Verhältnisse sowie edaphischer Inversionen, sind die Höhenstufen fast nirgends scharf ausgeprägt. Die Abweichungen werden in der Mischwald-Außenzone daher geradezu zur Regel. Möglicherweise dürfen wir gewisse Unverständlichkeiten in der fossilen Vegetation von Podlanig darin begründet sehen.

Die Terrassenschotter des Gail- und des Lesachtals

Das Lesach- und das Gailtal enthalten bedeutende Aufschüttungen pleistozänen Alters (Moränen, Schotter, Sande, Tone, Gehängebreccien, Schieferkohlen). Ihre Verbreitung im Lesachtal beschreibt ausführlich

SRBIK, 1936. Die Schotter standen wiederholt im Blickpunkt glazialgeologischer Forschung. Da diese den kohlenführenden Schichten aufliegen, steht die Frage nach dem Alter der beiden Sedimentkomplexe in einem engen Zusammenhang.

FRECH, 1892, faßt die Schotter des Lesach- und des Gailtales als Ablagerung eines sich zurückziehenden Gletschers auf. PENCK, 1909, dagegen bringt sie in Zusammenhang mit einer ausgedehnten Riss/Würm-interglazialen Schotterflur, die aus dem Lesachtal bis in das Klagenfurter Becken bei Velden gereicht haben soll. SRBIK, 1936, hat sich dieser Meinung angeschlossen.

6. Lithostratigraphie 1975

Der im Jahre 1975 beprobte Aufschluß befindet sich in unmittelbarer Nähe des Stollens I, und zwar knapp unterhalb der Probenentnahmestelle 1969. Der Aufschluß geht auf die herbstlichen Unwetter von 1965 und 1966 zurück, die hier im Totengraben zu Hangrutschungen geführt haben.

Die lithostratigraphischen Verhältnisse des Profils 1975 stimmen in den grundsätzlichen Zügen mit jenen des Profils 1969 und mit den Angaben in den Schurfprotokollen überein. Die in der Falllinie des Profils 1975 aufgeschlossene Kohlemächtigkeit von 13,5 cm bleibt allerdings ganz wesentlich hinter den 1920 erschürften Mächtigkeiten zurück. Doch kann im schluffigen Begleitsediment der Probenabstand enger genommen und besser eingehalten werden als in einem aus Holzstämmen und Ästen zusammengesetzten Kohlenflöz.

Sedimentprofil 1975:

0,- cm / -	12,- cm	Oberflächlicher Moränenschutt.
- 12,- cm / -	21,- cm	Graubrauner Schluff.
- 21,- cm / -	25,- cm	Dunkelgrauer Schluff.
- 25,- cm / -	69,- cm	3. Lignithorizont. ¹⁴ C-Probe „Podlanig II“.
- 69,- cm / -	74,- cm	Hellgrauer, geschichteter Schluff mit bandartigen Einschlüsseungen organischer Substanz.
- 74,- cm / -	78,- cm	Bräunlicher, glimmerhaltiger Feinsand.
- 78,- cm / -	85,- cm	Dunkelgrauer Schluff.
- 85,- cm / -	93,- cm	2. Lignithorizont. ¹⁴ C-Probe „Podlanig I“.
- 93,- cm / -	94,- cm	Hell- und dunkelgrau gebändelter Schluff mit stark zersetzen Pflanzenresten.
- 94,- cm / -	96,5 cm	Hellgrauer Schluff.
- 96,5 cm / -	104,- cm	1. Lignithorizont.
- 104,- cm / -	140,- cm	Hellgrauer, schwach geschichteter Schluff.
		Moräne, bestehend aus Gesteinsstücken des Anstehenden mit reichlich Feinkorn. Die obersten 10 cm sind stark verockert.
		Anstehender Fels: stark zerlegter Granatglimmerschiefer-Diaphthorit.

Wegen seiner geringen Mächtigkeit wäre das Vorkommen der Liegendmoräne durch weitere Beobachtungen noch zu bestätigen.

7. Pflanzliche Großreste und Stomata

Wie man bereits aus den Schurfberichten von 1920 weiß, enthält die Kohle von Podlanig zahlreiche Einschlüsse plattgedrückter Baumstämme und Äste. So wird in den Protokollen Pod 2 und Pod 3 bemerkt, daß in der Kohle „sehr kenntlich“ Baumstämme der Birke (*Betula*) und der Esche (*Fraxinus excelsior*) vorkommen. Diese Angaben lassen sich heute nicht mehr direkt überprüfen, da aus der Zeit der Schurfarbeiten kein Probenmaterial vorliegt. Seitens der Pollenanalyse liegen keine Anhaltspunkte vor, an der Bestimmung der Hölzer zu zweifeln.

1923 hat KUBART vier lignitisierte Holzstücke aus einem der beiden Schurfstollen, wahrscheinlich aus Stollen I, erstmals eingehend holzatomisch untersucht. In allen vier Fällen erwiesen sich die Proben eindeutig als Nadelhölzer. Bezüglich der Artzugehörigkeit zog es KUBART vor, sich nicht festzulegen und wollte die Bestimmung „Fichte“ (*Picea*) nur als Wahrscheinlichkeitsdiagnose aufgefaßt wissen.

Bei meiner ersten Begehung des Aufschlusses am 4. September 1969 fand ich im Liegenden des untersten Flözhorizontes fossile Nadeln, die sich noch einwandfrei als Fichtennadeln bestimmen ließen. In Ergänzung dazu lieferte Profil 1975 Spaltöffnungsapparate der Fichte in den Tiefen -26 cm, -34 cm, -50 cm und -96 cm (hier sogar besonders zahlreich). Ich neige daher zur Annahme, daß die Fichte ein sehr wesentlicher, wenn nicht überhaupt der wesentlichste Kohlenbildner des Flözes ist. In Übereinstimmung damit muß der Fichte auch nach der Menge des fossilen Blütenstaubes die absolute Dominanz in der fossilen Waldvegetation eingeräumt werden.

8. Methodisches

Die Entnahme des Sedimentes erfolgte durch Ausschneiden keilförmiger Sedimentziegel. Dadurch war es möglich, den Abstand der zu untersuchenden Proben erst im Laboratorium, und zwar möglichst günstig, festzulegen. Der Probenabstand wurde so eng genommen, daß die nicht aufbereiteten Sedimentabschnitte zwischen den einzelnen Proben nur 2-5 cm betragen. Leider haben nicht alle Proben ausreichende Pollenmengen geliefert, so daß von den 23 bearbeiteten Proben nur 19 statistisch ausgewertet werden konnten.

Die chemisch-physikalische Aufbereitung erfolgte in der Weise, wie ich sie schon viele Jahre hindurch handhabe. Das Zentrifugensediment nach der Schweretrennung wurde mikroskopisch auf die Vollständigkeit der Pollen- und Sporenabtrennung kontrolliert.

Aus rein technischen Gründen habe ich mich im vorliegenden Fall entschlossen, das Sporendiagramm gesondert vom eigentlichen Pollendiagramm zu zeichnen. Wegen der überdurchschnittlichen Menge unbestimmbarer Polypodiaceen-Sporen (monolet, perisporlos) war es auch nicht möglich, diesen Sporentyp im Schattenriß darzustellen. Die Zahlen

geben den Prozentsatz nur dieses unbestimmbaren Sporentyps gegenüber der Gesamtpollensumme an.

Alle Prozentwerte der Sporen und des Pollens sind auf die Gesamtpollensumme des jeweiligen Spektrums bezogen. In der Gesamtpollen- summe ist der Pollen der Wasserpflanzen und der Cyperaceen enthalten, da deren Mengen völlig bedeutungslos sind.

Der Blütenstaub der Bäume und Sträucher ist unter „Gehölzpollen“ zusammengefaßt, da Pollen der Latsche (*Pinus mugo*) vorkommt, aber mengenmäßig nicht abgetrennt werden kann.

9. Die fossile Pollen- und Sporenflora

a) Statistisches

Ausgezählte Pollenkörner 1977	10.915
Ausgezählte Pollenkörner 1970	8.668
Gesamtsumme	19.583
Ausgezählte Sporen 1977	8.303
Ausgezählte Sporen 1970	2.693
Gesamtsumme	10.996
Zahl der bestimmten Pollentypen 1977	46
Zahl der bestimmten Pollentypen 1970	32
Gesamtzahl der Pollentypen	51
Zahl der bestimmten Sporentypen 1977	19
Zahl der bestimmten Sporentypen 1970	7
Gesamtzahl der Sporentypen	19
Varia et indeterminata 1977	407 = 3,72%
Varia et indeterminata 1970	203 = 2,3 %

Die nachstehend genannten, erdgeschichtlich mehr oder weniger wichtigen Typen sind mit folgenden Werten an der Gesamtpollensumme beteiligt. Die in Klammern gesetzten Zahlen entsprechen dem jeweiligen Mittelwert von 1970 und 1977.

Fichte (<i>Picea abies</i>)	3.773 Pollenkörner	= 33,65% (40,91)
Kiefer (<i>Pinus mugo et sylv.</i>)	1.171 Pk	= 10,72% (7,35)
Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>)	1.855 Pk	= 16,99%
Grauerle (<i>Alnus incana</i>)	532 Pk	= 4,87%
Birke (<i>Betula pendula</i>)	374 Pk	= 3,24% (1,9)
Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)	239 Pk	= 2,18% (4,82)
Eiche, Ulme, Linde (<i>Quer., Ulm., Tili.</i>)	142 Pk	= 1,3 % (1,04)
Ahorn (<i>Acer sp.</i>)	97 Pk	= 0,88% (0,51)
Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>)	36 Pk	= 0,32% (0,47)
Tanne (<i>Abies alba</i>)	7 Pk	= 0,06% (0,08)
Lärche (<i>Larix decidua</i>)	3 Pk	= 0,02% (0,01)

Grünerle (<i>Alnus viridis</i>)	584 Pk	= 5,35% (4,44)
Süßgräser (Poaceae)	767 Pk	= 7,02% (6,51)
Riedgräser (Cyperaceae)	206 Pk	= 1,88% (1,79)
Doldengewächse (Apiaceae)	215 Pk	= 1,96% (1,22)
Eichenfarn (<i>Gymnocarpium dryopt.</i>)	533 Sporen	= 6,41%
Buchenfarn (<i>Thelypteris pheg.</i>)	466 Sp	= 5,61%
Mondraute (<i>Botrychium lunaria</i>)	401 Sp	= 3,68%

Aus diesen statistischen Unterlagen ergeben sich bereits einige wichtige Feststellungen. Die Gesamtpollenmenge von 19.583 ausgezählten Pollenkörnern ist meines Erachtens ausreichend, um aus den vorliegenden Untersuchungen einigermaßen verlässliche Rückschlüsse auf die ehemaligen Vegetationsverhältnisse ziehen zu können, soweit das im Rahmen pollenanalytischer Forschung eben möglich ist. Die Menge der unbestimmt gebliebenen Pollenkörner ist mit 3,21% eigentlich gering. Dieser niedrige Wert ergibt sich in erster Linie daraus, daß die Hauptmenge des Pollens dem Gehölzpollen angehört, und dieser bekanntlich typenarm und leicht bestimbar ist. Doch ist der niedrige Wert auch ein Ausdruck des guten Erhaltungszustandes des Pollens. Von diesem Gesichtspunkt aus gesehen ist die fossile Pollenflora von Podlanig anderen postglazialen Pollenfloren durchaus gleichwertig.

Die Hauptmasse des fossilen Blütenstaubes, und zwar 84,92% der Gesamtsumme von 1970 und 1977, entfällt auf den Gehölzpollen und innerhalb desselben vor allem auf den Baumpollen. Die fossile Vegetation von Podlanig war demnach zur Hauptsache eine Waldvegetation. Aus den ungewöhnlich großen Mengen an Farnsporen ist zu schließen, daß zumindest teilweise die Waldgesellschaften ausgesprochen farnreich gewesen sind.

Mit Rücksicht auf das Format des Pollendiagramms wurden einige seltenere Pollentypen nicht in die graphische Darstellung aufgenommen. Diese mögen zur Dokumentation hier angeführt sein:

- 5/- 6 cm: Brassicaceae, *Humulus lupulus*, Liliaceae
- 33/- 34 cm: Lamiaceae
- 58/- 59 cm: *Lonicera*
- 62/- 63 cm: Liliaceae
- 67/- 68 cm: *Centaurea*
- 88/- 89 cm: *Juniperus*, Lamiaceae, *Populus*
- 92/- 93 cm: *Lonicera*
- 103/-104 cm: Campanulaceae, *Centaurea*

b) Pollendichte

Die Pollendichte weist in den kohlenführenden Schichten sehr krasse Unterschiede auf. Sie ist in den meisten untersuchten Proben für einen ehemaligen, dichten Waldbestand viel zu klein. Nur in sieben Fällen konnten Größenverhältnisse festgestellt werden, wie sie einigermaßen warmzeitlichen, d. h. postglazialen Verhältnissen entsprechen.

Man würde jedoch die Existenz der Großreste völlig ignorieren, wollte man die unterschiedlichen Pollendichten und damit den fossilen

Polleninhalt des Sedimentes überhaupt nur auf Fernflug oder Umlagerung zurückführen. Auch Pollenzersetzung kann schon wegen des guten Erhaltungszustandes des Blütenstaubes nicht der maßgebende Faktor sein. Wohl aber bestehen deutliche Beziehungen zwischen der Pollendichte und den eingewehten Fichtenpollenmengen. Das verweist darauf, daß die Fichte der wesentlichste Pollenproduzent war und die Schwankungen in der Pollendichte vor allem auf Schwankungen der Fichtenbestockung bzw. der Fichtenpollenproduktion zurückzuführen sein werden.

Merkwürdig ist es, daß gerade die pollenarmen Schichten besonders reich an Farnsporen sind, wobei keine auffallende Selektion innerhalb der Sporentypen beobachtet werden kann.

c) Wärme- und Niederschlagsverhältnisse

Die Beurteilung der Klimaverhältnisse kann leider nur an Hand einer kleinen Zahl „biologischer“ Klimazeugen erfolgen. Dennoch geben uns die spärlichen Anhaltspunkte einige wichtige Hinweise.

Kühl-humid, winterkalt	<i>Picea abies</i>
Kühl-humid	<i>Alnus viridis</i>
Kühl-humid (sommerwarm, relativ wintermild)	<i>Fagus sylvatica</i>
Luftfeucht, wintermild	<i>Polypodium vulgare</i>
Sommerwarm, winterkalt	<i>Pinus sylvestris</i>
Wärmeliebend	<i>Alnus glutinosa</i>
Etwas wärmeliebend	<i>Humulus lupulus</i>

Die Niederschläge mußten ziemlich reichlich und die Luftfeuchtigkeit hoch gewesen sein. Dafür spricht übrigens auch der große Farnreichtum der Vegetation.

Hinsichtlich der Temperatur war der Sommer vermutlich kühl, der Winter im allgemeinen kalt. Doch hat sich die winterliche Temperaturumkehr günstig ausgewirkt. Mit extremen Temperaturen ist jedenfalls nicht zu rechnen.

d) Florenelemente

Pflanzen arktisch-alpiner Verbreitung (arkt-alp): 0,28%

Selaginella selaginoides, Cryptogamma crispa

Pflanzen praealpiner Verbreitung (pralp): ca. 6%

Pinus mugo, Alnus viridis, Larix decidua, Abies alba, Selaginella helvetica

Pflanzen des borealen Nadelwaldgebietes (no): 38,3%

Picea abies, Alnus incana, Botrychium lunaria, Huperzia selago, Lycopodium annotinum, Gymnocarpium dryopteris, Thelypteris phegopteris

Pflanzen des eurasiatischen Laubwaldgebietes (euras): 17,01 %

Alnus glutinosa, Humulus lupulus, Polypodium vulgare, Ophioglossum vulgatum

Pflanzen des borealen Nadel- und eurasiatischen Laubwaldgebietes:

13,96%

Pinus sylvestris, *Betula pendula*, *Athyrium filix-femina*, *Pteridium aquilinum*, *Lycopodium clavatum*.

Pflanzen der osteuropäischen Laubwälder (gemäß kont): 0,32%

Carpinus betulus

Pflanzen der Laubwaldgebiete Westeuropas (subatl): 2,87%

Fagus sylvatica, *Corylus avellana*

In dieser Aufgliederung des Pollens nach dem pflanzengeographischen Verbreitungsschwerpunkt seiner Produzenten sind 78,71% der Gesamtpollensumme berücksichtigt. Außerdem sind alle Arten (bzw. Pollentypen), welche die Vegetation maßgebend bestimmt haben, erfaßt. Daher dürfen wir sicher sein, daß die daraus abgeleiteten Schlußfolgerungen tatsächlich der Realität entsprechen.

Sämtliche Arten der Blütenpflanzen, die in der fossilen Vegetation von Podlanig vorgekommen sind, haben noch heute in Europa eine weite Verbreitung. Es sind Arten des eurosibirischen Waldgebietes mit besonderer Betonung des borealen Nadelwaldgürtels.

Vegetationsgeschichtlich gesehen liegt daher eine ausgesprochen „moderne“ Pflanzenvergesellschaftung des quartären Elementes vor. Dies wird insbesondere durch das Auftreten der Rotbuche bekräftigt. Auf Grund der Untersuchungen in Slowenien, SERCELJ, 1966, ist bekannt, daß die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) seit dem Günz/Mindel-Interglazial in diesem Raum zunächst nicht mehr aufgetreten ist. Erst in der zweiten Hälfte des Riss/Würm-Interglazials erscheint sie hier wieder, ist aber nur durch sporadische, d. h. sehr spärliche Pollenfunde nachgewiesen. Während eines der Frühwürm-Interstadiale, das SERCELJ, 1970, mit dem Brörup-Interstadial der Niederlande gleichsetzt, erreicht der Rotbuchenpollen erstmals wieder ganz erhebliche Werte. Vom stratigraphischen Standpunkt aus ist es folglich ohne Belang, ob der Rotbuchenpollen in den kohlenführenden Schichten von Podlanig aus einer Entfernung von nur wenigen Kilometern Luftlinie eingewehrt wurde oder ob er von lokalen Beständen stammt. In beiden Fällen stehen wir einer stratigraphischen Situation gegenüber, die von der Glazialgeologie nicht übersehen werden darf.

10. Aufbau der pollenproduzierenden Vegetation

Der Versuch, in die pflanzensoziologische Struktur der ehemaligen Vegetationsverhältnisse einzudringen, beabsichtigt nicht, die einzelnen Gesellschaften in jedem Fall bis auf ihre kleinsten Einheiten, die Assoziationen, anzusprechen. Dies scheint mir aus verschiedenen Gründen kaum möglich, nicht zuletzt deshalb, da sich die Beurteilung der Gesellschaften nur auf eine sehr kleine Zahl von Pollen- und Sporentypen stützen kann.

Obwohl sich die fossile Pollenflora von Podlanig in ihren Grundzügen eindeutig als Waldflora dokumentiert, enthält sie überraschenderweise mehrmals ein gehäuftes Auftreten von Pollen- und Sporenarten, die vorwiegend oder ausschließlich aus waldfreien Standorten stammen: *Pinus mugo*, *Alnus viridis*, *Botrychium lunaria*, *Selaginella selaginoides*, *Huperzia selago* u. a. Somit kann pollenanalytisch nachgewiesen werden, daß neben den Waldgesellschaften auch Gesellschaften waldfreier Standorte, vermutlich nicht allzu weit von der Probenentnahmestelle entfernt, existiert haben.

In den Niederungen des unteren Lesachtals wird es in erster Linie bodenbedingte Pflanzengesellschaften gegeben haben, Abb. 3. Unter ihnen sind vor allem die des Auwaldes zu nennen. Entsprechend groß ist die Menge des fossil überlieferten Erlenpollens.

Eingehende Untersuchungen, die unabhängig von der routinemäßigen Auszählung der Spektren vorgenommen wurden, haben gezeigt, daß im Pollenniederschlag der Blütenstaub beider baumförmigen Erlenarten vorhanden ist. Weiters konnte im Zusammenhang damit festgestellt werden, daß der Schwarzerlenpollen (*Alnus glutinosa*) quantitativ gegenüber dem der Grauerle (*Alnus incana*) dominiert. Daraus ergibt sich meines Dafürhaltens folgendes Bild: Die Grauerle, die nach OBERDORFER, 1970, in den Alpen heute bis 1400 m hinaufsteigt, stand sicherlich als *Alnetum incanae* in unmittelbarem Uferbereich der „Urgail“. Die Schwarzerle dagegen besiedelte Standorte, die dem ehemaligen Bildungsraum der Kohle näher lagen, das heißt sie stockte auf Böden mit stagnierendem Grundwasser (*Alnetum glutinosae*). Als Begleiter des Schwarzerlenwaldes konnte der Pollen des Hopfens (*Humulus lupulus*) registriert werden.

In welchen landschaftlichen Rahmen diese Schwarzerlenbestände einzufügen wären, sei offengelassen. Sie könnten im Verlandungsbereich eines seeartigen Beckens genauso gut vorgekommen sein wie entlang eines langsam durchflossenen, allmählich verlandenden Flussaltarmes. In beiden Fällen kommt es zu Stauungen des abfließenden Wassers und damit zur Ausbildung von Verlandungsgesellschaften, was im vorliegenden Fall durch die Einwehung von Rohrkolbenblütenstaub (*Typha*) belegt ist. In demselben Sinn bzw. für das Vorkommen von Naßwiesen und ähnlichen feuchten Standorten ist auch der Pollen des Mädesüß (*Filipendula*) zu deuten.

Anzeichen für das Vorhandensein echter bruchwaldartiger Schwarzerlenbestände auf organischem, d. h. torfigem Boden als Endstadium eines verlandenden Sees konnte ich bis jetzt nicht auffinden. Es enthalten die Schluffablagerungen der kohlenführenden Schichten auch keine Planktonreste, die auf einen See hinweisen würden.

Auf sandig-schottrigem Boden des Tales, auf Schuttkegeln oder auch auf Kiesbänken entlang der Gail dürfen wir die Standorte der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), der Birke (*Betula pendula*) und verschiedentlich auch

Lesachtal (Früh)würm-Interstadial

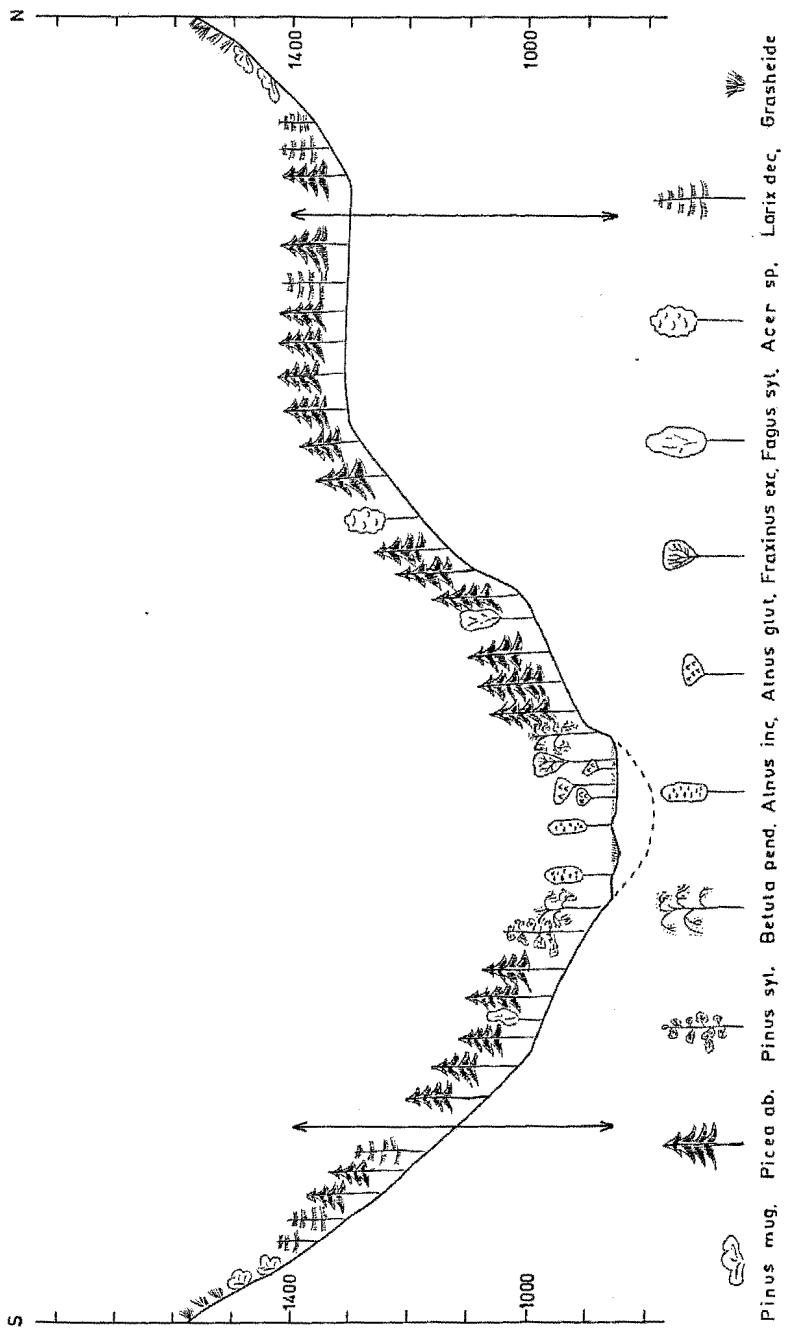


Abb. 3: Rekonstruktion der (früh)würm-interstadialen Vegetationsverhältnisse im unteren Lesachtal.

der Bergkiefer (*Pinus mugo*) annehmen. Der relativen Kleinflächigkeit dieser trockenen Standorte mag es zuzuschreiben sein, daß Kiefern und Birken trotz ihrer starken Pollenproduktion nur sehr mäßig am fossilen Pollenniederschlag beteiligt sind.

Weite Flächen der Berghänge und wahrscheinlich auch Teile des Talbodens müssen zeitweise einen sehr fichtenreichen Wald getragen haben. Infolge des häufigen und kontinuierlichen Auftretens von Pollen- und Sporentypen subalpiner bis alpiner Pflanzen betrachte ich den Nadelwald als einen Subalpinen Fichtenwald im weiteren Sinne (*Piceetum subalpinum* s. l.). Diesem war von den baumförmigen Gehölzen noch die Lärche beigemengt, obwohl (aus Gründen geringer Pollenproduktion) der *Larix*-pollen im Sediment nur sehr spärlich vertreten ist.

Der Prototyp des *Piceetum subalpinum* ist der heidelbeerreiche Subalpine Fichtenwald (*Piceetum subalpinum myrtiletosum*). Zu den bezeichnendsten Arten dieser Gesellschaft gehören u. a. der Schlangen-Bärlapp (*Lycopodium annotinum*) und die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), HARTL, 1975. Der Pollen bzw. die Sporen dieser Pflanzen sind in der fossilen Flora, z. T. sogar überdurchschnittlich reichlich (*Lycopodium annotinum*), vorhanden. Der subalpine Charakter des Fichtenwaldes wird weiters noch durch das starke Vorkommen der Sporen von *Huperzia selago* nahegelegt. Nach JANCHEN, 1959/62, erstreckt sich das Verbreitungsgebiet des Tannen-Bärlapps von der oberen montanen bis zur alpinen Stufe. Ein massenhaftes Vorkommen des Tannen-Bärlapps habe ich in der tiefsubalpinen Fichtenstufe der Koralpe angetroffen.

Von den Pflanzengesellschaften der waldfreien Standorte sind Hinweise auf den Knieholzgürtel und die Grasheiden vorhanden.

Das Vorkommen der Bergkiefer ist durch sorgfältige mikroskopische Untersuchung mittels des Immersionsobjektives an zwei Stichproben gesichert:

Probe -59 / -58 cm:	<i>Pinus sylvestris</i>	8 Pollenkörper
	<i>Pinus mugo</i>	13 Pk
	Unbestimmbare	3 Pk
Probe -85 / -84 cm:	<i>Pinus sylvestris</i>	15 Pk
	<i>Pinus mugo</i>	7 Pk
	Unbestimmbare	8 Pk

Für die gewissenhafte Ausführung der Bestimmung danke ich herzlich meinem Dissertanten, Herrn Helmut ZWANDER.

Die Grünerle ist mit ziemlich viel Pollen vertreten. Sie verlangt bekanntlich silikatischen Boden, den sie im Bereich der Kristallinzone des Lesachtals vorgefunden hat. Mit der Grünerle vergesellschaftet treten gerne Buchenfarn (*Thelypteris phegopteris*) und Eichenfarn (*Gymnocarpium dryopteris*) auf. Die Sporen beider Farne sind tatsächlich vorhanden, besonders reichlich ab dem Grünerlenpollen-Maximum bei -51/50 cm. Buchen- und Eichenfarn findet man sonst vor allem in farnreichen, montanen Fagion-Gesellschaften. Sie werden vermutlich mit der Rotbu-

che in das Lesachtal gekommen sein und haben sich dann dem Grünerlenbusch (*Alnetum viridis*) angeschlossen.

Am bedeutsamsten von den Pflanzen waldfreier Standorte erscheint mir der Nachweis der Mondraute (*Botrychium lunaria*). Ihre Sporen sind ungewöhnlich häufig vorhanden und erreichen im Maximum 36,84%. Unter heutigen Verhältnissen trifft man diese Farnart erst ab etwa 1900 m aufwärts in den alpinen Rasengesellschaften an. Ebenfalls zu diesem Gesellschaftskreis gehört der Alpen-Moosfarn (*Selaginella selaginoides*). Auch der Tannen-Bärlapp ist in dieser Höhenstufe nicht selten.

Die fossile Pollenflora von Podlanig enthält neben den bereits erörterten Pollen- und Sporenenfunden auch solche, die auf die Existenz eines Laubmischwaldes verweisen. Der Laubmischwald ist die kennzeichnende Gesellschaftsform der montanen Höhenstufe. Nach meiner Ansicht wird er zur Zeit der kohlenführenden Schichten auf das tiefer gelegene Gailtal in Form eines schmalen Gürtels beschränkt gewesen sein. Die Höhenstufengliederung hat damals ganz offensichtlich nicht den gegenwärtigen Verhältnissen entsprochen. Die Grenze montan/subalpin war nach unten verschoben; somit war eine Einengung der montanen Stufe von oben her gegeben. Andererseits werden die empfindlichen Laubhölzer, vor allem die Rotbuche, in Talnähe, also von unten her, durch die winterlichen Kaltluftseen der inneralpinen Täler in ihrer Ausbreitung gehemmt.

Der anteilmäßig verbreitetste Laubbau der montanen Stufe war die Rotbuche (*Fagus sylvatica*). Daher kann man diesen Laubmischwald, in Anlehnung an die heutigen Vegetationsverhältnisse in Kärnten und in der Mischwald-Außenzone, als einen Buchen-Fichten-Mischwald im weiteren Sinne bezeichnen (*Abieti-Fagetum* s. l.). Der Tannenpollen tritt in Podlanig äußerst spärlich auf. Er kommt aber in den Schichten von Nieselach, die stratigraphisch jenen von Podlanig mehr oder weniger entsprechen, reichlich vor. Das muß natürlich nicht unbedingt besagen, daß Nieselach und Podlanig völlig altersgleich und nur faziell unterschieden sind. Doch wird die fossile Vegetation von Podlanig mit der tannen- und buchenreichen Waldphase von Nieselach in einem engen zeitlichen Zusammenhang stehen.

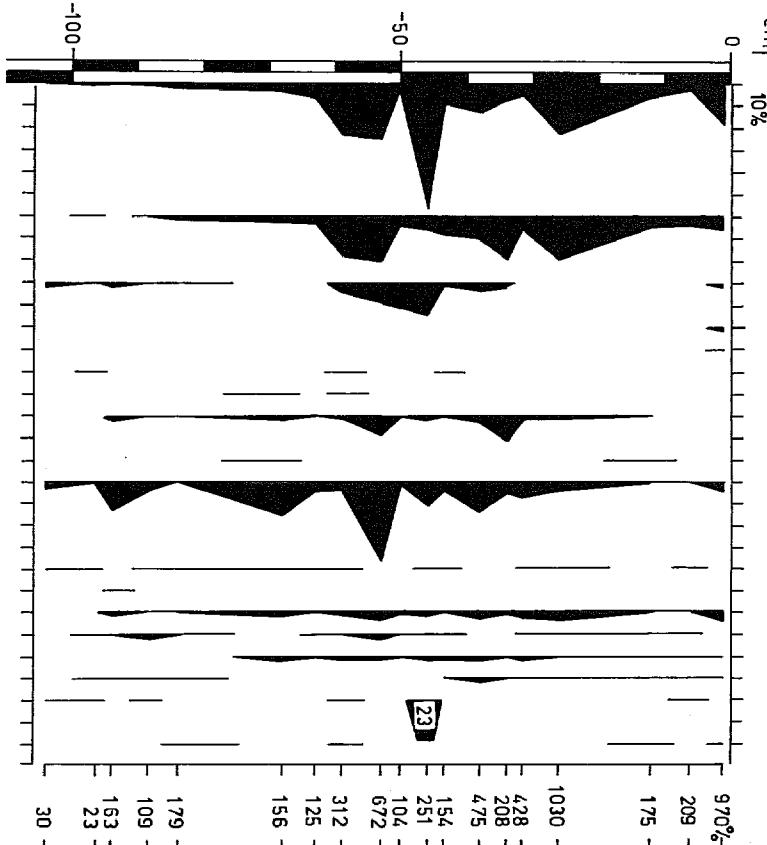
Edellaubhölzer spielen im Buchen-Fichten-Mischwald keine große Rolle. Sie sind mit ihrem zugewehrten (?) Pollen in der fossilen Pollenflora von Podlanig auch nur bescheiden vertreten. Am ehesten ist im Mischwald noch der Ahorn (*Acer*), eventuell auch Linde (*Tilia*) eingesprengt anzutreffen.

11. Vegetationsdynamik

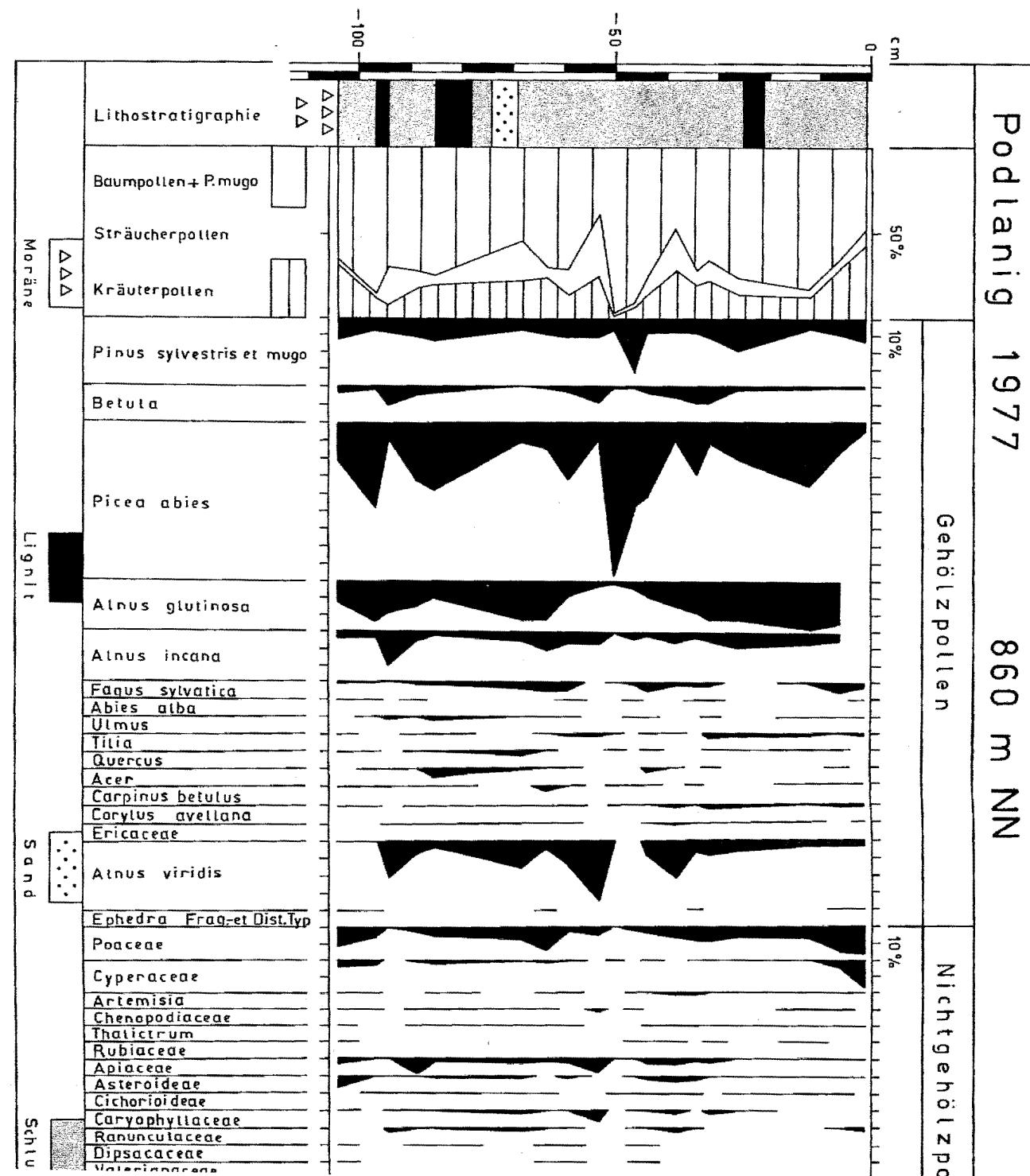
Das Pollen- und Sporendiagramm „Podlanig 1977“ enthüllt uns eine interessante Vegetationsentwicklung. Wir gewinnen Einblick in ein sehr wechselhaftes Geschehen, das sich hier im Bereich der subalpinen Höhenstufe und ihrer Obergrenze aller Wahrscheinlichkeit nach abgespielt hat.

PODLANG 1977 860m NN A.FRITZ

Sporenpflanzen

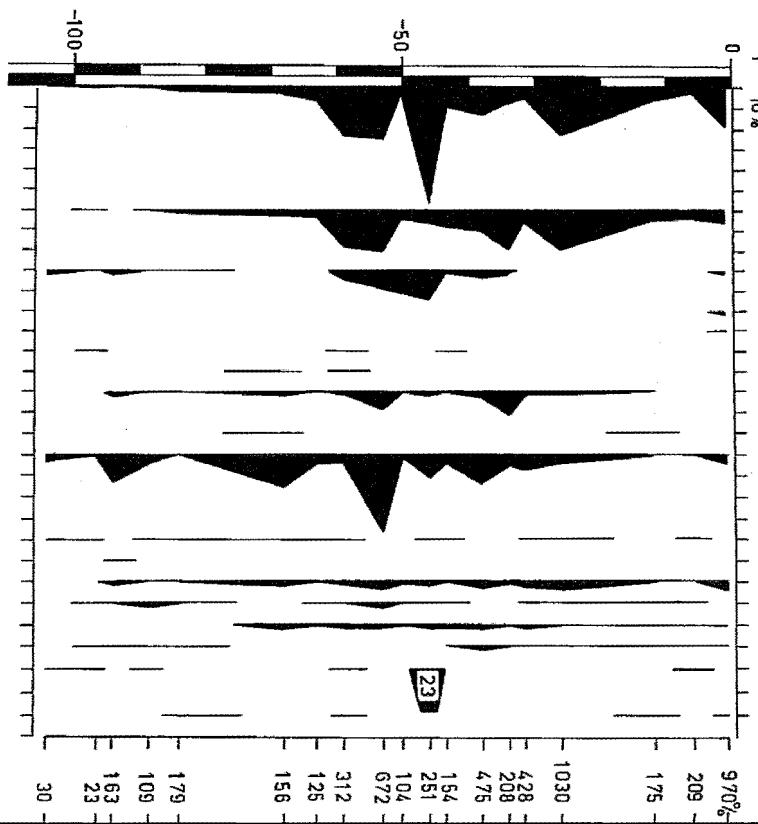


Gymnocarpium dryopteris
Thelypteris phegopteris
Athyrium filix-femina
Pteridium aquilinum
Cryptogramma crispa
Asplenium
Cystopteris fragilis
Polypodium vulgare
Ophioglossum vulgatum
Botrychium lunaria
Selaginella selaginoides
Selaginella helvetica
Huperzia selago
Lycopodium clavatum
Lycopodium annotinum
Diphasium
Equisetum
Sphagnum
Polypodiaceae ind.



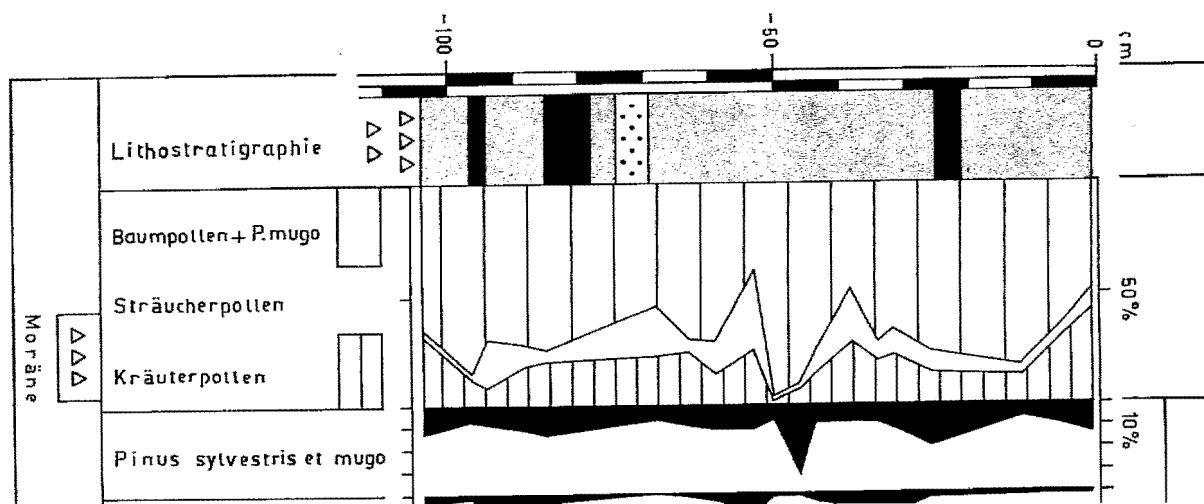
PODLANIG 1977 860m NN A.FRITZ

Sporrenpflanzen



206

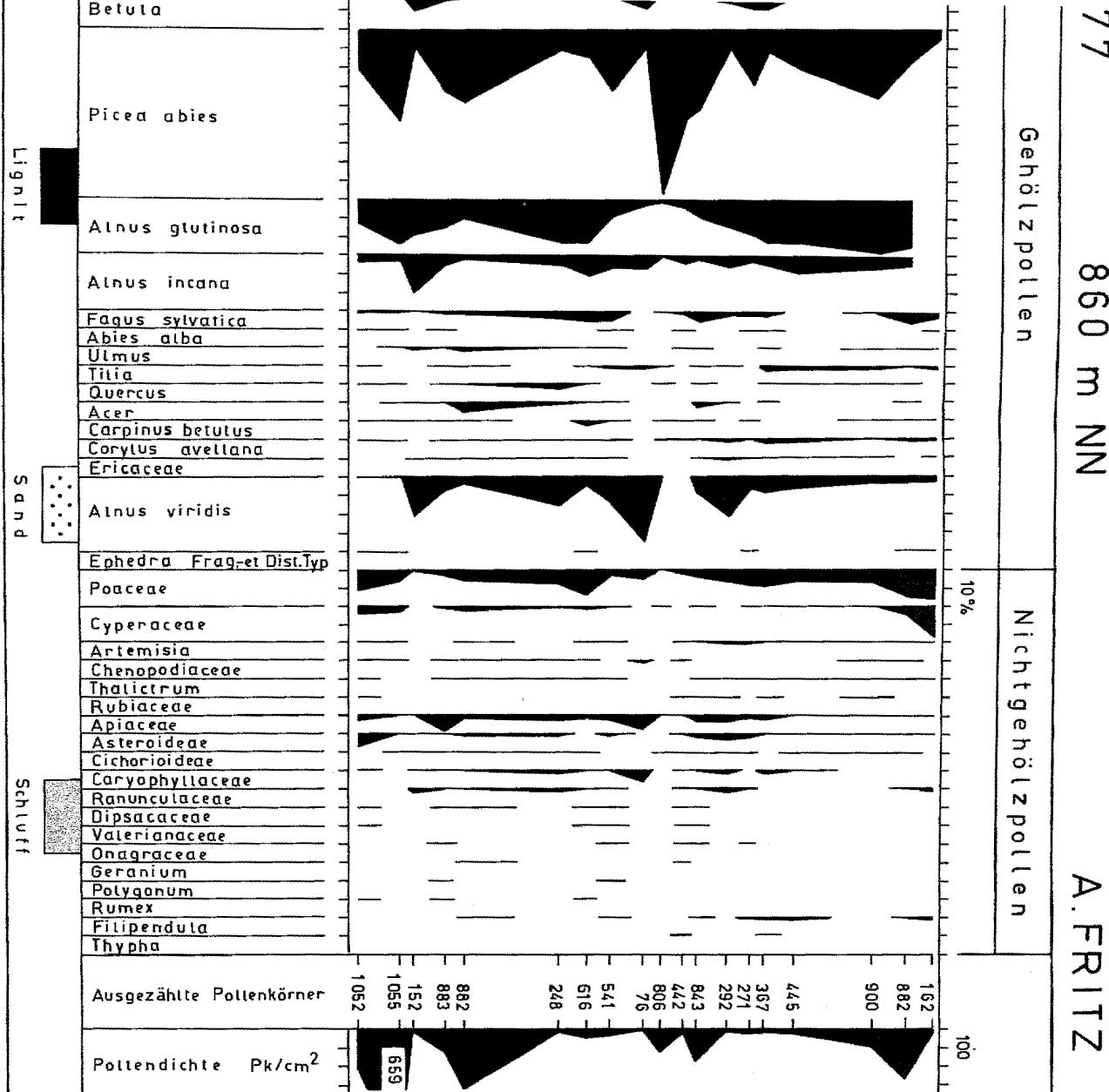
Podlanig 19



77

860 m NN

A. FRITZ



Während dieser Zeit ist es in der Vegetation zu keinen wesentlichen Veränderungen im Gesellschaftsbestand, im Sinne tiefgreifender pro- oder regressiver Sukzessionsentwicklungen gekommen. Die Vorgänge in der Vegetation lagen vielmehr in einer wiederholten Arealverschiebung zwischen konkurrenzierenden Pflanzengesellschaften. Der Motor dieses Prozesses konnte wohl nur das Klima gewesen sein.

Zu Beginn der überlieferten Vegetationsphase, im Diagramm von -104 bis -94 cm, hat im Raum von Podlanig ein optimaler (?) Bewaldungszustand geherrscht. Holz und Fichtennadeln, viel Fichten- und Schwarzerlenpollen, bei sehr hoher Pollendichte bezeugen das. Die Einwehung von Farnsporen und Blütenstaub wärmeliebender Laubholzer war gering, und vom Nichtgehölzpollen stand vor allem der Pollen der Süßgräser (Poaceae) und der Köpfchenblütler (Asteroideae) im Vordergrund. Vegetationsmäßig dürfte Podlanig im unteren Bereich der subalpinen Fichtenstufe gelegen haben. Gehen wir von dieser Annahme aus, so ergibt sich daraus für die damalige Zeit eine Absenkung der Schneee- und Waldgrenze um etwa 450–550 m gegenüber den heutigen Verhältnissen. Die Schneegrenze kann demnach bei 2250/2350 m und die Waldgrenze bei 1350/1450 m angenommen werden. Unter diesen Gegebenheiten müssten die höchsten Bergspitzen der Karnischen Alpen Eigeneis getragen haben (höchste Erhebung: Hochweißstein mit 2693 m).

Ab -94 cm setzt im Diagramm eine sehr unruhige Vegetationsperiode ein. Sie hat als ein gut überblickbarer Zyklus etwa bis -12 cm angedauert. Der Fichtenwaldbestand zeigt deutliche Auflockerung und Schwankungen in seiner Obergrenze. Die Waldauflockerung äußert sich meines Erachtens vor allem darin, daß nun die Zuwendung des Pollens und der Sporen sowohl von oben (aus den Pflanzengemeinschaften waldfreier Standorte) als auch von unten (aus dem montanen Bereich) stärker zur Wirksamkeit kommen konnte.

Ein mehrmaliges, starkes Auftreten von Pollen- und Sporentypen aus dem Knieholzgürtel (*Pinus mugo*, *Alnus viridis*) und der Grasheidenstufe (*Botrychium lunaria*) fasse ich als Ausdruck wiederholter Absenkungen der geschlossenen Waldfront auf. Die kräftigste derartige Absenkung liegt augenscheinlich bei -52/-53 cm. Sie hat erstmals zu einer beachtlichen Ausbreitung des Buchen- und Eichenfarns im Raum von Podlanig geführt. Da diese beiden Farne gerne mit der Grünerle vergesellschaftet sind und die Grünerle knapp über der Waldgrenze ihre größte Verbreitung findet, ist allem Anschein nach Podlanig zu dieser Zeit in den unmittelbaren Bereich der Waldgrenze gerückt. Damit wird auch der nahezu sprunghafte Anstieg der Mondrautensporen verständlich. Das gemeinsame Vorkommen der Bergkiefer und der Grünerle im Raum von Podlanig bedeutet keinen ernsthaften Widerspruch. Mir sind solche Vorkommen aus dem Gipfelbereich des Dobratsch bekannt.

Dem fiktiven Stand der Waldgrenze im Raum von Podlanig (850–900 m) kann eine fiktive Schneegrenze von etwa 1750–1800 m zugeordnet werden. Unter Zugrundelegung dieser Annahme haben sich

die Schwankungen der Waldgrenze zahlenmäßig in einem Rahmen von ungefähr 500–600 m bewegt.

Zwischen den einzelnen Depressionen der Waldgrenze hat sich in der Höhenlage der Untersuchungsstelle der Fichtenwald wieder regeneriert. Bei -51/-50 cm wird sogar das absolute Fichtenpollenmaximum erreicht. Die Anwesenheit der Fichte ist durch Holz oder durch Spaltöffnungssparate der Fichtennadeln belegt.

In den entsprechenden Sedimenthorizonten findet man bezeichnenderweise Blütenstaubanhäufungen wärmeliebender Laubhölzer. In einigen Fällen erreichen solche Pollentypen sogar Beträge bis knapp über 5%! Ohne die Bedeutung des Weitfluges oder anderer Faktoren unterschätzen zu wollen, halte ich es dennoch für möglich, daß z. B. Rotbuche und Ahorn während der günstigeren Perioden mit ihren äußersten Vorposten wenigstens kurzfristig bis in das untere Lesachtal vorgedrungen sind. Wir kennen von heute Beispiele, wie u. a. das des Gößgrabens in den Hohen Tauern, daß unter lokalklimatisch günstigen Voraussetzungen (hohe Luftfeuchtigkeit) speziell Rotbuche und Ahorn bis in die subalpine Stufe aufsteigen können (Gößgraben bis 1600 m), AICHINGER, 1958. In der Mischwald-Außenzone (Karawanken) bildet die Rotbuche teilweise sogar die Waldgrenze, HARTL, 1975, und steigt heute in den Gailtaler Alpen zwischen Reißkofel und Jauken bis 1830 m auf, AICHINGER, 1959.

Mit dem Fichtenpollenmaximum bei -51/-50 cm ist der Höhepunkt der Schwankungen der Waldgrenze offenbar überschritten. Die Pollen- und Sporenmengen aus den waldfreien Standorten gehen zurück, die Pollendichte ist in Zunahme begriffen und erreicht bei -6/-5 cm ein neuerliches Optimum.

Der Ablauf der geschilderten Vegetationsentwicklung findet in der Birkenkurve die ergänzende Bestätigung. Die Birke gilt, als Licht- und Pionierholz, allgemein als Indikator der Waldauflockerung. So fallen die Birkenpollengipfel im Diagramm 1977 tatsächlich in die klimatisch ungünstigen Vegetationsperioden.

12. Zur Altersfrage

Die erdgeschichtliche Bedeutung der kohlenführenden Schichten von Podlanig liegt in ihrem Alter. Diesbezügliche Anhaltspunkte ergeben sich aus den lithographischen Lagerungsverhältnissen, der absoluten Altersbestimmung und den Pollenfossilien.

Aus der Moränenbedeckung des Lignitflözes war es von Anfang an klar, daß der entsprechende Sedimentkomplex älter als die letzte Vereisungsphase, d. h. älter als das Würm-Hochglazial, sein müßte.

Das Datierungsproblem, das sich nun uns stellt, ist die Frage Riß/Würm-Interglazial oder Würm-Interstadial? Und im Falle des letzten, welches Würm-Interstadial?

Die absolute Altersbestimmung der Kohle ergab folgendes ^{14}C -Modellalter (Jahre vor 1950):

Probe Podlanig I (Liegendprobe), Hv 7336 30.400 ± 375 Jahre
Probe Podlanig II (Hangendprobe), Hv 7337 36.660 ± 750 Jahre.

Nach dem Kommentar des Leiters des ^{14}C -Labors, Prof. Dr. M.-A. GEYH, sind die radiometrischen Altersangaben wegen der Umkehrung der Altersfolge als Minimalwerte zu betrachten.

Mit diesen zwei ^{14}C -Daten erhöht sich die Zahl der radiometrischen Untersuchungen an Kärntner Lignitproben auf 15. Es ist eigentlich keine Überraschung, daß das Alter der Kohle von Podlanig recht gut mit den bisherigen Ergebnissen übereinstimmt.

Das Mindestalter von 37.000 v. h. schließt sämtliche Würm-Interstadiale, die jünger als das niederländische Hengelo-Interstadial (39.000–37.000 v. h.) sind, aus der Betrachtung aus.

Eine weitere Einengung des Alters ist über die Pollenflora möglich. Wie aus dem Abschnitt d) Florenelemente, zu ersehen ist, besitzt die fossile Pollenflora einen ausgesprochen quartären Charakter, ist also floengeschichtlich jung. Durch das Auftreten des Rotbuchenpollens mit knapp über 5% scheidet, wie bereits ausgeführt, das Riß/Würm-Interglazial aus, so daß als wahres Alter der fossilen Vegetation nur ein älteres Würm-Interstadial in Frage kommen kann. Die Festlegung des Alters auf ein Würm-Interstadial wird offensichtlich durch die Vegetationsform (Subalpiner Fichtenwald) und die Vegetationsdynamik (Schwankungen der Waldgrenze) im Raume von Podlanig bestätigt.

Nach dem von GRIČUK, 1961, 1964 (zitiert bei FRENZEL, 1967) entworfene Schema über die Veränderungen der Klimafaktoren während Warm- und Kaltzeiten soll das Klima im ersten Teil einer Kaltzeit zunächst noch sehr feucht und kalt gewesen sein. Diese Vorstellung würde den Beobachtungen im Lesachtal durchaus entsprechen, wobei ich ihr im vorliegenden Fall für die Altersfrage nur eine ergänzende, aber keineswegs entscheidende Bedeutung beimessen möchte. Dasselbe gilt auch für die Schemata von IVERSEN, 1958 (zitiert bei FRENZEL, 1967) nach denen in der regressiven Vegetationsphase der beginnenden Kaltzeit bodensaure Wälder abnehmender Beschattung dominieren.

Trotz all dieser Argumente, die die Altersfrage mit mehr oder weniger Beweiskraft zugunsten eines Würm-Interstadials des Früh- oder mittleren Pleniglazials entscheiden, muß die Zuordnung zu einem ganz bestimmten Interstadial noch offenbleiben.

Dennnoch mögen folgende Überlegungen geäußert werden. In die Zeit vor 37.000 Jahren fallen nachstehende Würm-Interstadiale im Sinne der niederländischen Chronologie, ZAGWIJN, 1968:

Frühwürm (Frühglazial):	a) Amersfoort	(ca. 64.000–62.000 v.h.)
	b) Brörup	(ca. 59.000–53.000 v.h.)
Mittleres Pleniglazial:	c) Moershoofd	(ca. 50.000–43.000 v.h.)
	d) Hengelo	(ca. 39.000–37.000 v.h.)