

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 Bereiche 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 to explain 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 probable 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 Sporenerbar 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 Sporenmateriale im Sediment von Podlanig möglich war.

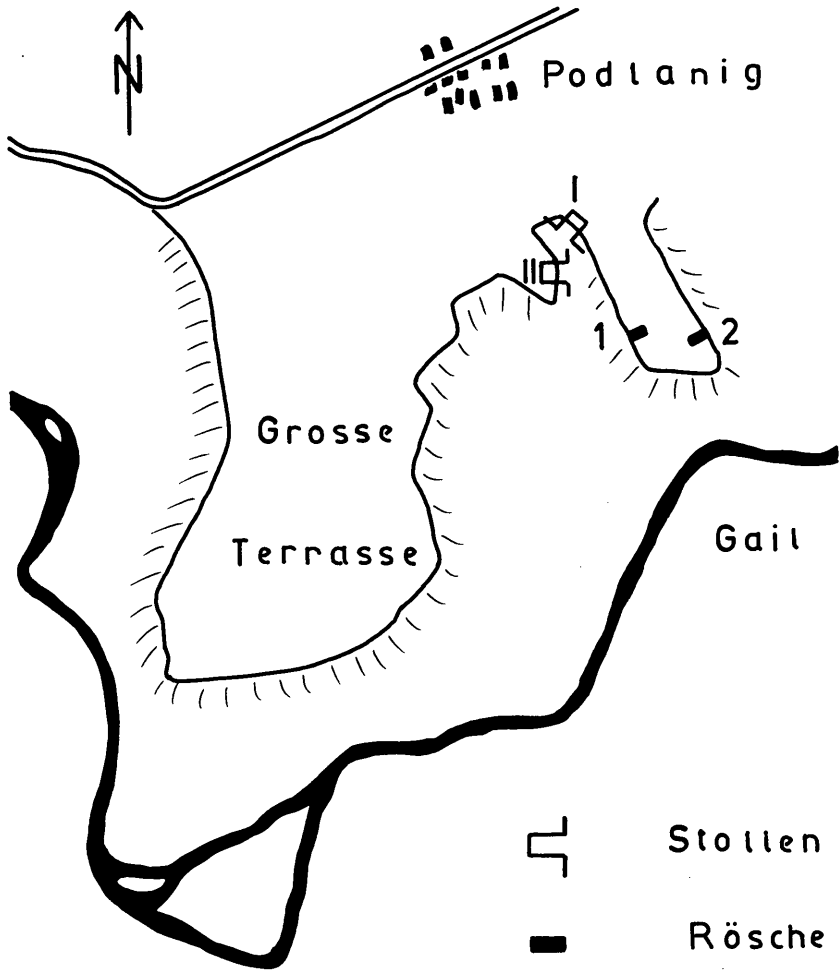


Abb. 1: Skizze der großen und der kleinen Terrasse von Podlanig mit Angabe der Stollen und Röschen. Mit geringfügigen Abänderungen aus dem Schurfprotokoll übernommen.

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 Kohlenvorkommen von Podlanig und das Untersuchungsgebiet

Geographische Lage

Das Kohlenvorkommen 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:

Östliche 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 Gailtal 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 Lesachtales 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 Begleitschichten 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 Talboden in einzelne Terrassenreste. Auf ihnen liegen in einer Höhe von 1200 bis 900 m NN die bauerlichen Ansiedlungen.

Die Terrasse von Podlanig zerfällt in eine große und in eine kleine Terrasse, zwischen denen noch ein bescheidener, als „Rücken“ bezeichneter, 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 ausgesprochenen Plateau. Dieses ist etwa 80 m breit und etwa 150 m lang. Auf dieser nur wenig geneigten Blöße steht am Westrand des Plateaus das Bauernhaus Podlanig Nr. 9.

Die kohlenführenden Schichten

Die Kohle wurde nach den Schurfprotokollen, 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 natürlichen Kohlenausbisse haben wohl deshalb hier besonders leicht in Erscheinung treten können, da der anstehende Fels der kleinen Terrasse im Bereich des Plateaus nur wenig von den pleistozänen Sedimenten überkleistert ist. Die Kohle liegt somit an dieser Stelle nahe der Tagesoberfläche.

Im Zuge der Schurfarbeiten, die zur Erstellung von Kohlenvorratsberechnungen 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.

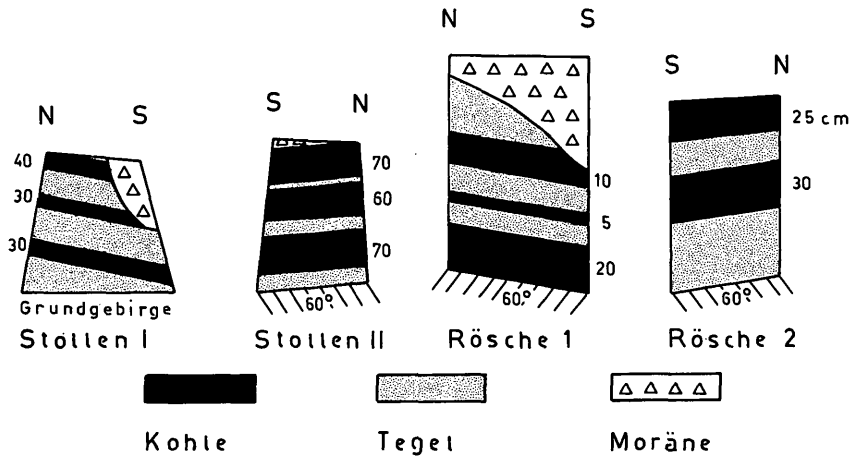


Abb. 2: Sedimentprofile aus der kleinen Podlanig-Terrasse und dem ihr im Westen vorgelagerten kleinen Rücken. Unverändert aus dem Schurfprotokoll umgezeichnet.

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 verflächt. Das Kohlenflöz von Podlanig besteht aus zwei bis drei Bänken mit einer maximalen Mächtigkeit von zwei Metern. Die Kohlenmächtigkeiten schwanken sehr stark, selbst auf kurze Entfernungen. 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 dahinfließ. Dieser Ansicht kann insofern zugestimmt werden, als die pollenanalytische 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 Jahresdurchschnitt 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 Pionierstufen 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 Fallinie des Profils 1975 aufgeschlossene Kohlenmächtigkeit 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“.
	Hellgrauer, geschichteter Schluff mit bandartigen Einschaltungen organischer Substanz.
- 69,- cm/ - 74,- cm	Bräunlicher, glimmerhaltiger Feinsand.
- 74,- cm/ - 78,- cm	Dunkelgrauer Schluff.
- 78,- cm/ - 85,- cm	2. Lignithorizont. ¹⁴ C-Probe „Podlanig I“.
- 85,- cm/ - 93,- cm	Hell- und dunkelgrau gebänderter Schluff mit stark zersetzten Pflanzenresten.
- 93,- cm/ - 94,- cm	Hellgrauer Schluff.
- 94,- cm/ - 96,5 cm	1. Lignithorizont.
- 96,5 cm/ -104,- cm	Hellgrauer, schwach geschichteter Schluff.
-104,- cm/ -140,- cm	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 holz-anatomisch 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 Schwerentrennung 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 Gesamtpollensumme 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., Til.</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 phleg.</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 bestimmbar 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 Pollenfloraen 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 (gemäßkont): 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 bestimmen 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 eingeweht 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 Sporentypen, 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 Lesachtales 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 dem selben 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

(Früh)würm-Interstadial

Lesachtal

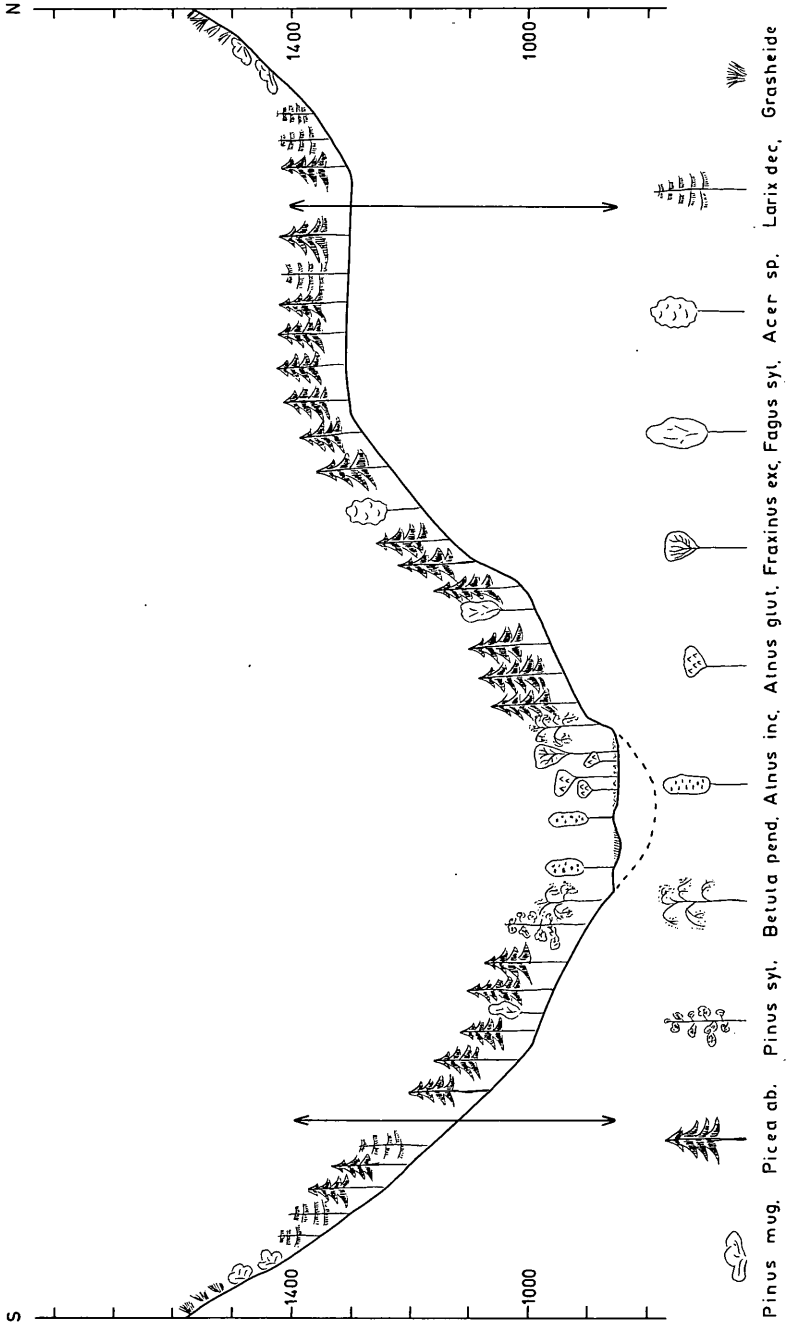


Abb. 3: Rekonstruktion der (früh)würm-interstadialen Vegetationsverhältnisse im unteren Lesachtal.

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 beigemischt, 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 myrtilletosum*). 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 Korralpe 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 Pollenkörner
	<i>Pinus mugo</i>	13 Pk
	Unbestimmbar	3 Pk
Probe -85/ -84 cm:	<i>Pinus sylvestris</i>	15 Pk
	<i>Pinus mugo</i>	7 Pk
	Unbestimmbar	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 Lesachtales 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 Sporenfunden 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 inneralpiner Täler in ihrer Ausbreitung gehemmt.

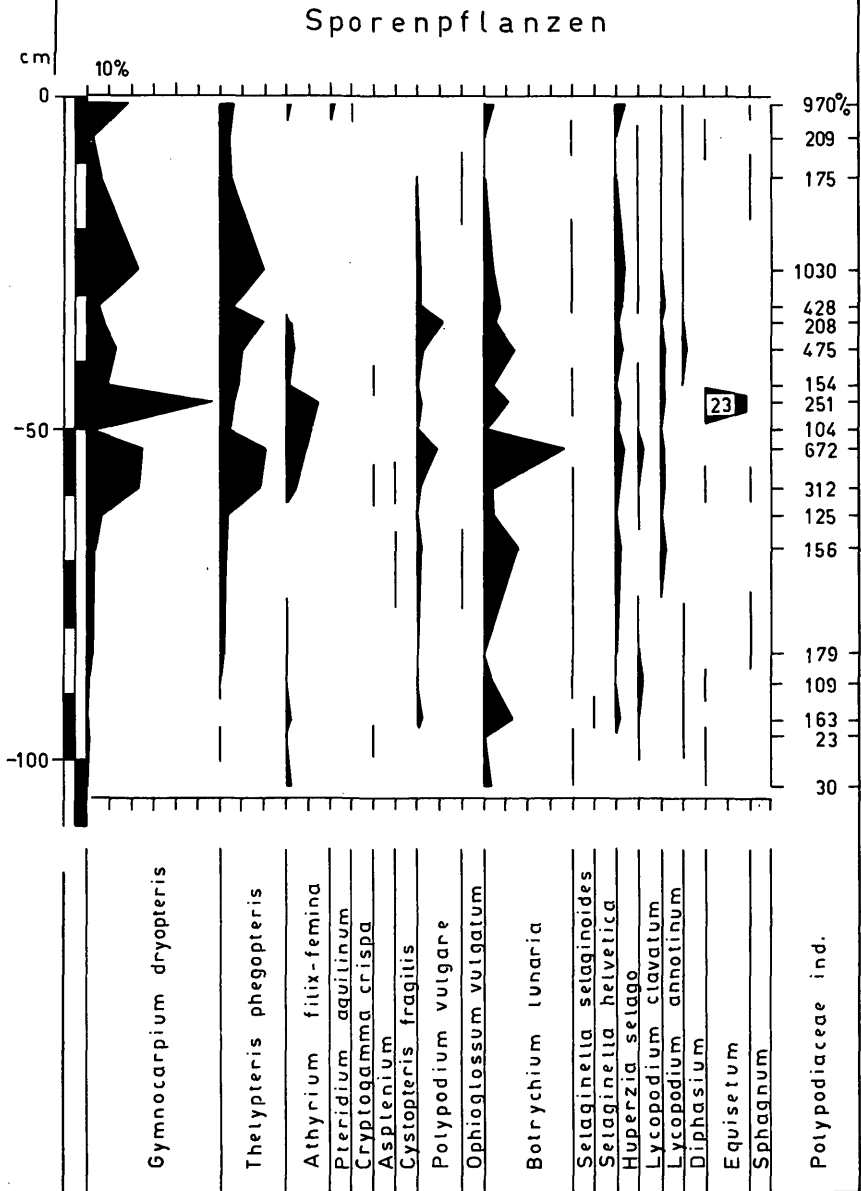
Der anteilmäßig verbreitetste Laubbaum der montanen Stufe war die Rotbuche (*Fagus sylvatica*). Daher kann man diesen Laubmischwald, in Anlehnung an die heutigen Vegetationsverhältnisse in Kärnten und in der Mischwald-Außenzone, als einen Buchen-Fichten-Mischwald im weiteren Sinne bezeichnen (*Abieti-Fagetum* s. l.). Der Tannepollen 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 zugewehten (?) 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.

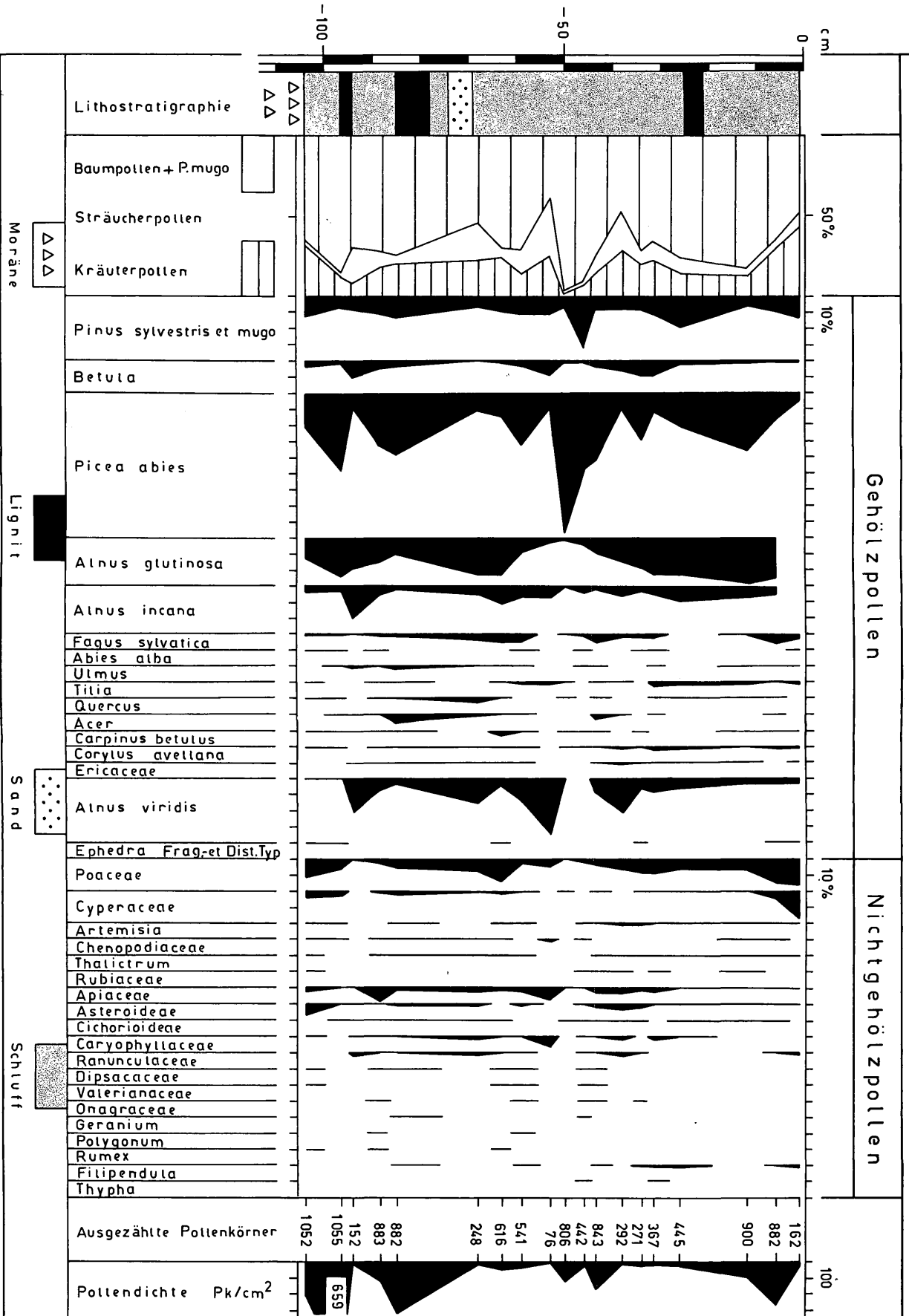
PODLANIG 1977 860mNN A.FRITZ



Podlanig 1977

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 konkurrierenden 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 Laubhölzer 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 Schnee- 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 Zuwehung 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 Spaltöffnungsapparate 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 mußte.

Das Datierungsproblem, das sich nun uns stellt, ist die Frage Riß/Würm-Interglazial oder Würm-Interstadial? Und im Falle des letzteren, 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 florengeschichtlich 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 GRÍČUK, 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.

Dennoch mögen folgende Überlegungen geäußert werden. In die Zeit vor 37.000 Jahre 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.)

Das Bedeutendste von ihnen war das Brörup-Interstadial. Die Jänbertemperaturen waren insgesamt wohl etwas niedriger, die Sommertemperaturen dagegen waren nicht wesentlich von heute verschieden, FRENZEL, 1967. Zur Zeit des Klimaoptimums, gegen Ende dieser Warmphase, lag das Jahresmittel in Norddeutschland wahrscheinlich nur um 2°C unter dem gegenwärtigen Betrag.

In Mittel- und Osteuropa hatte sich damals über weite Teile eine Waldsteppe ausgebreitet. Doch in den gebirgigen Gegenden Mitteleuropas waren die Niederschläge groß genug, um selbst eine stärkere Bewaldung dieser Gebiete zu ermöglichen. Die Verbreitungsgrenze einer ganzen Reihe anspruchsvoller Gehölze, wie Hainbuche, Rotbuche, Eiche, Ulme, Linde u. a., lag weit im Norden Deutschlands.

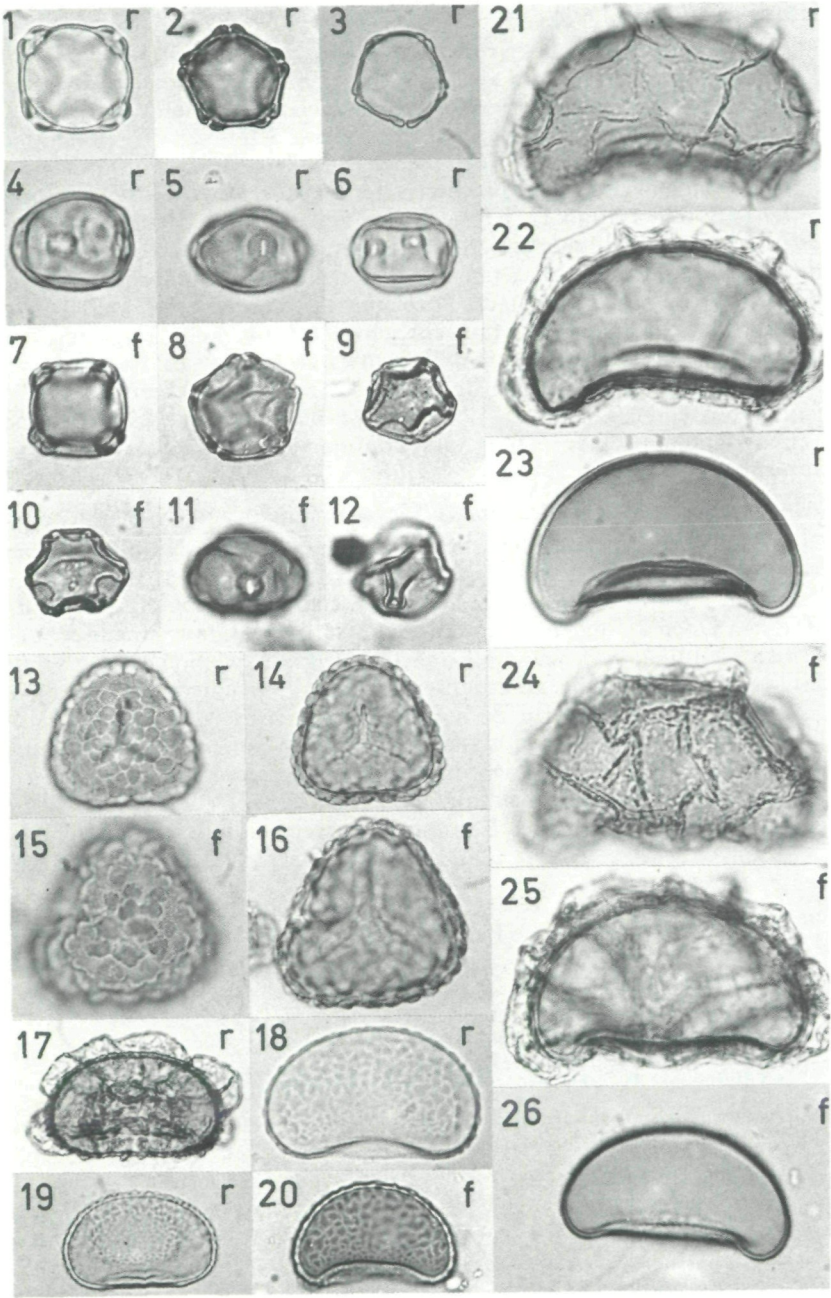
In den Niederlanden hat man feststellen können, daß das Klima zur Zeit des Brörup-Interstadials wiederholten Pendelungen unterworfen war. Man konnte drei Abschnitte eines kühleren und vier Abschnitte eines wärmeren Klimas unterscheiden.

Es soll zunächst dahingestellt sein, ob man in diesen Pendelungen eine gewisse Parallelität zu den Schwankungen der Waldgrenze im Lesachtal erblicken soll (darf) oder nicht. Lassen wir die Entscheidung darüber weiteren Untersuchungen vorbehalten sein. Es ist jedoch frappierend, daß man, ohne dem Diagramm Podlanig 1977 Zwang antun zu müssen, eine gleich große Zahl von positiven und negativen Grundpendelungen des Klimas herauslesen könnte. Abgesehen davon würde ein Rückgang der Jahresmitteltemperatur im Lesachtal um etwa 2°C den Raum um Podlanig tatsächlich, wie im Diagramm beobachtbar, vegetationsmäßig ungefähr in den montan/subalpinen Grenzbereich versetzen. Daher halte ich es, bei aller Vorsicht, durchaus für möglich, daß die kohlenführenden Schichten von Podlanig einem dem Brörup-Interstadial der Niederlande gleichzusetzenden Würm-Interstadial angehören.

13. Mikrofotografische Belege

Die fossile Pollen- und Sporenflora von Podlanig umfaßt unter anderem auch Typen, die im allgemeinen nicht oder nur selten auseinandergelassen werden, wie z. B. der „*Alnus*-Typ“ der mitteleuropäischen Erlenarten. Oder es konnten Typen nachgewiesen werden, wie die Sporen des Buchen- und des Eichenfarns, die meines Wissens bisher noch nicht fossil aufgefunden worden sind. Da die genannten Pollen- und Sporenformen in der fossilen Vegetation von Podlanig eine gewisse Rolle gespielt haben, sind sie in Tafel 1 zur Dokumentation abgebildet und zum besseren Vergleich rezenten Formen gegenübergestellt.

Die mikrofotografischen Aufnahmen erfolgten mit einem Neopan unter Verwendung des Objektivs SPL 63/0,80 und des Okulars PK 10 x. Das Kleinbildformat (Agfa Isopan I F) wurde in den Abzügen auf 7×10 vergrößert und dieses im Druck wiederum auf die Hälfte reduziert. Die relativen Größenverhältnisse der Pollen- und Sporenkörner entsprechen daher den natürlichen Gegebenheiten.



Alnus viridis (Grünerle):

Die Abtrennung des Grünerlenpollens, Tafel 1, Bild 3 und 6, vom Pollen der Baumerlen wird von mir schon seit 1965 vorgenommen. Die ersten diesbezüglichen Hinweise verdanke ich BEUG (mündliche Mitteilung). Doch hat schon ZOLLER, 1960, Seite 102, auf die eindeutige Unterscheidungsmöglichkeit des „*viridis*“-Pollens vom „*glutinosa/incana*-Typ“ hingewiesen. Der Nachweis der Grünerle in der fossilen Flora, Tafel 1, Bild 9, 10 und 12, ist zweifellos gesichert. Die Exine des *Alnus viridis*-Pollens ist dünner als jene der beiden Baumerlen. Zu beiden Seiten der Poren besitzt sie wulstartige Verdickungen. Die bandartigen Exinenbänder, die beim *Alnus*-Typ die Poren umfassen und diese girlandenartig miteinander verbinden, sind nur sehr schwach entwickelt. Sechsporigkeit ist häufig. Infolge der dünnen Exinenwand kommt es fast stets zu mannigfaltigen Eindrungen der Pollenkörner, sodaß diese wie „verbeult“ aussehen. Daran ist, bei einiger Übung, der *viridis*-Typ ohne Schwierigkeiten selbst im Zuge des routinemäßigen Zählvorganges ansprechbar.

Alnus incana und *Alnus glutinosa* (Grau- und Schwarzerle)

Die Trennung des Pollens der beiden Baumerlen wird im allgemeinen kaum versucht. Die Formen sind sowohl in der kräftigen Ausbildung der Exine als auch in den deutlich sichtbaren Exinenbändern einander sehr ähnlich. Doch bestehen einwandfrei feststellbare Unterschiede in der Porengestaltung, was, wie die Erfahrung zeigt, zu wenig beachtet wird. Eingehende Vergleiche an rezentem Material verschiedener Standorte Kärntens und der Steiermark bestärken mich in der Auffassung, daß, übrigens ganz im Sinne von WELTEN (mündliche Äußerung), ein Auseinanderhalten der beiden Typen durchaus möglich und gerechtfertigt ist. Allerdings ist die Unterscheidung der beiden Typen, wenn man wirklich optimale Verlässlichkeit der Bestimmung erreichen will, zeitaufwendig.



Tafel 1: Mikrofotografische Belege

Alnus incana, rezent, Köttmannsdorf, leg. 1976: Nr. 1, 4.

Alnus glutinosa, rezent, Straßengel, Steiermark, leg. 1976: Nr. 2, 5.

Alnus viridis, rezent, Kreuzeck-Gruppe, leg. 1976: Nr. 3, 6.

Alnus incana, fossil, Podlanig, -95,5/-96,5 cm: Nr. 7.

Alnus glutinosa, fossil, Podlanig, -95,5/-96,5 cm: Nr. 8, 11.

Alnus viridis, fossil, Podlanig, -46/-45 cm: Nr. 9, 10, 12.

Botrychium lunaria, rezent, Fanes-Gruppe, Südtirol, leg. 1967: Nr. 13, 14.

Botrychium lunaria, fossil, Podlanig, -104/-103 cm: Nr. 15, 16.

Gymnocarpium dryopteris, rezent, Mooswald, Kärnten, leg. 1975: Nr. 17, 18.

Gymnocarpium dryopteris, fossil, Podlanig, -59/-58 cm: Nr. 20.

Cystopteris sudetica, rezent, Bukowina, Herbar Graz, leg. 1900: Nr. 19.

Thelypteris phegopteris, rezent, Herbar Klagenfurt: Nr. 21, 22, 23.

Thelypteris phegopteris, fossil, Podlanig, -59/-58 cm: Nr. 24, 25, 16.

Ich habe die *incana-glutinosa*-Abtrennung in allen Proben erst nach der üblichen Typenauszahlung in einem gesonderten Untersuchungsvorgang ausgeführt. Dabei wurde fast jedes einzelne *Alnus*-Pollenkorn in die Position von Bild 1 und 2, Tafel 1, gedreht, da nach meinem Dafürhalten gerade in dieser Stellung die Unterscheidung des Baumerlenpollens am sichersten ist. Die Pore des *Alnus incana*-Pollens ist merklich größer als jene des *Alnus glutinosa*-Pollens. Infolgedessen ist das vestibulum pori bei *incana* auffallend geräumig. Die Pore ist nahezu stumpfkegelig dem Pollenkörper ausgesetzt.

Wie die Bilder 7 und 8, Tafel 1, zeigen, sind im fossilen Pollensediment von Podlanig tatsächlich beide Baumerlen mit ihrem Pollen vertreten.

Botrychium lunaria (Gemeine Mondraute)

Den Sporentyp der Mondraute, Tafel 1, Bild 13 und 14, betrachte ich nicht als kritisch. Seine mikrofotografische Darstellung erfolgte aus anderen Überlegungen. Mondrautesporen, und zwar speziell der *lunaria*-Typ, sind in den pleistozänen, pollen- und sporenführenden Ablagerungen Kärntens ziemlich häufig. Im Falle von Podlanig bildet die Mondraute eine nicht unwesentliche Stütze der hier gegebenen Interpretation von den Schwankungen der Waldgrenze. Neben dem *lunaria*-Typ, Tafel 1, Bild 15 und 16, kommen im Sediment von Podlanig noch andere *Botrychium*-Pollenformen vor, die jedoch in dieser Arbeit nicht besprochen werden sollen.

Gymnocarpium dryopteris (Eichenfarn):

Ein ziemlich häufiger Sporentyp in der fossilen Flora ist die in Bild 20, Tafel 1, dargestellte monolete, makulate Farnspore. Von den rezenten, mitteleuropäischen Farnen sind mir nur zwei Arten mit einer derartigen Sporenform bekannt: *Gymnocarpium dryopteris* (Eichenfarn), Tafel 1, Bild 17 und 18, und *Cystopteris sudetica* (Sudeten-Blasenfarn), Tafel 1, Bild 19. Der Sudeten-Blasenfarn ist in der Tafel nur aus rein räumlichen Gründen lediglich mit dem periosporlosen Sporenkörper abgebildet.

Die besagte makulate Farnspore ist im Sediment mit den Sporen des Buchenfarns vergesellschaftet. Da der Eichenfarn tatsächlich mit dem Buchenfarn vergesellschaftet sein kann, beziehe ich die fossilen, makulaten Sporenfunde auf *Gymnocarpium dryopteris*. Der Sudeten-Blasenfarn dagegen ist heute sehr selten und dürfte auch im Pleistozän nicht sehr häufig vorgekommen sein. Als Farn in Kalk-Steinschutt-Mischwäldern der hochmontanen Stufe scheidet er meines Erachtens auch aus diesem Grunde als Sporenproduzent im vorliegenden Falle aus.

Thelypteris phegopteris (Buchenfarn)

Die Sporen des Buchenfarns sind sehr typisch und daher leicht kenntlich, Tafel 1, Bild 21, 22 und 23. Sie fallen bereits durch ihre Größe auf. Das Perispor ist kräftig entwickelt, besitzt zahlreiche Falten und ist perforiert. Der monolete Sporenkörper ist in der Position wie in Bild 22, Tafel 1, meist unsymmetrisch und in diesen Fällen auch ohne Perispor als Buchenfarnspore bestimmbar.

14. Literatur

- AICHINGER, E. (1958): Pflanzensoziologische Studien am Südfuß der Hochalm Spitze. – *Carinthia II*, 148/68:120–139.
- (1959): Boden- und Vegetationsentwicklung einiger Kärntner Fichtenwälder. – *Carinthia II*, 149/69:5–36.
- BLUM, (1920): Über das Kohlenvorkommen im Lesachtale in Kärnten. Nachlaß Dir. BLUM, „Pod 2“. Unveröffentlicht, einzusehen im Landesmuseum Klagenfurt.
- (?): Relation über das Kohlenvorkommen im Lesachtal. Nachlaß Dir. BLUM, „Pod 3“. Unveröffentlicht.
- CANAVAL, R. (1900): Lignit von Feistritz a. d. Gail. – *Carinthia II*, 90/10:30–31.
- FRECH, F. (1892): Die Gebirgsformen im südwestlichen Kärnten und ihre Entstehung. – *Ztsch. d. Ges. f. Erdkunde*, 27:349–396.
- FRENZEL, F. (1967): Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters. – Vieweg.
- FRITZ, A. (1970): Die pleistozäne Pflanzenwelt Kärntens. – 29. Sh. der *Carinthia II*.
- (1975): Beitrag zur würmglazialen Vegetation Kärntens. – *Carinthia II*, 165/85:197–222.
- GAMS, H. (1931/32): Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. – *Ztsch. d. Ges. f. Erdkunde*, Berlin.
- GRESSEL, W. (1976): Wetter und Klima in Kärnten. – *Die Natur Kärntens*, 2:267–316, Joh. Heyn, Klagenfurt.
- HARTL, H. (1975): Die Vegetation Kärntens. – *Die Natur Kärntens*, 1:209–253, Joh. Heyn, Klagenfurt.
- HERITSCH, F. (1936): Die Karnischen Alpen. – *Geolog. Inst. Graz*.
- JANCHEN, E. (1959/62): *Catalogus Florae Austriae*. – Wien.
- KUBART, B., SCHWINNER, R. (1923): Interglaziale Schieferkohlen von der oberen Gail (SW-Kärnten). – *Österr. Bot. Ztsch.*, 72/9–10:305–321.
- LEX, F., PASCHINGER, V., WUTTE, M. (1923): *Landeskunde von Kärnten, Abschnitt III, Bergbau und Hüttenwesen*:191.
- OBERDORFER, E. (1970): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland*. – Ulmer.
- PENCK, A. (1909): *II. Der Draugletscher*. – *Die Alpen im Eiszeitalter*, Chr. Herm. Tauschitz, Leipzig.
- PETRASCHEK, W. (1926/29): *Diluviale Schieferkohlen der österreichischen Alpenländer*. – *Kohlgeol. der österr. Teilstaaten*, Kattowitz Verlag, S. 212.
- SCHARFETTER, R. (1938): *Das Pflanzenleben der Ostalpen*. – Franz Deuticke.
- SCHWINNER, R., HERITSCH, F. (1925): *Zur Geologie der Karnischen Alpen*. *Jb. d. Geol. B. A.*, 75:249–272.

- ŠERCELJ, A. (1966): Pollenanalytische Untersuchung der pleistozänen und holozänen Ablagerungen von Ljubjansko Barje. – Razpr. IV. razr. SAZU, Ljubljana, 9:431–472.
- (1970): Würmeiszeitliche Vegetation und Klima in Slowenien. – Razpr. IV. razr. SAZU, Ljubljana, 7:211–249.
- SRBIK, R. (1936): Glazialgeologie der Nordseite des Karnischen Kammes. – VI. Sh. d. Carinthia II.
- ZAGWIJN, W., PAEPE, R. (1968): Die Stratigraphie der weichselzeitlichen Ablagerungen der Niederlande und Belgien. – Eiszeitalter und Gegenwart, 19:129–146.
- ZOLLER, H. (1960): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. – 83, Gebrüder Fretz AG, Zürich.

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