

**DAS GAILTAL (KÄRNTEN) – EIN OSTALPINES GEHÖLZREFUGIUM
SEIT DEM ENDE DES WÜRM-HOCHGLAZIALS:
POLLENDIAGRAMM GÖRTSCHACH
(Aus dem Naturwissenschaftlichen Labor des
Landesmuseum Kärnten)**

Adolf FRITZ, Klagenfurt und Friedrich H. UCIK, Köttmannsdorf*

mit 2 Abb. im Text und 1 Faltdiagramm im Anhang

INHALT

<i>Abstract</i>	295
<i>Zusammenfassung</i>	296
1 Vorbemerkung	296
2 Das Gailtal heute.....	297
3 Das Pollendiagramm Görtschach und seine Interpretation	302
4 Schlussfolgerungen	311
5 Dank	312
6 Literaturverzeichnis	312

Abstract

The Gail Valley (Carinthia) – a refuge of woody plants in the Eastern Alps since the end of the climax of the Würm glaciation: pollen diagram Görtschach

The pollen diagram Görtschach describes the distribution of fossilized pollens in a 100 meters thick drill core through a layer of sediments in the lower Gail Valley and provides information on details of the changes in both the climate and the vegetation since the end of the climax of the Würm glacial epoch. The most important new findings concern three remarkable periods in this development: the Stappitz climatic fluctuations, the late glacial epoch and the post glacial epoch – they correspond to the authors' findings in the Hohe Tauern (FRITZ & UCIK 2001).

The melting away of the Würm glaciers in the Eastern Alps was almost completed before the beginning of the late glacial epoch, therefore the range of woody plants, especially spruces, could spread to the Southeastern Alps in the period of the Stappitz

* Univ.-Prof. Dr. Adolf FRITZ, A-9020 Klagenfurt, Koschatstraße 99; e-mail: a.fritz@utanet.at;
Dr. Friedrich H. UCIK, A-9071 Köttmannsdorf, Sonnenhangstraße 59

climatic fluctuations already and remained intact during the late glacial epoch due to more favourable climatic conditions than further north in Carinthia.

Zusammenfassung

„Pollendiagramm Görtschach“ präsentiert die fossile Pollenüberlieferung einer 100 m mächtigen Sedimentfolge, die als Talauffüllung im Unteren Gailtal bei Görtschach erbohrt wurde. Die lange Pollensequenz gewährt Einblicke in Einzelheiten der Vegetations- und Klimageschichte seit dem Ende des Würm-Hochglazials, die in kurzen Pollenprofilen kaum oder gar nicht feststellbar sind. Als wesentliches Ergebnis dokumentiert die fossile Pollenüberlieferung drei große klima- und vegetationsgeschichtliche Perioden: die Stappitzer Klimaschwankungen, das Spätglazial und das Postglazial. Damit werden die pollenanalytisch/glazialgeologischen Untersuchungen in den Hohen Tauern (Fritz & Učík 2001) auch für das Verbreitungsgebiet des Gailgletschers bestätigt.

Der Abschmelzprozess der würmglazialen Eiskalotte in den Ostalpen setzte bereits vor der Pollenzone Ia des Spätglazials ein, war im Wesentlichen noch vor Beginn des Spätglazials beendet und machte so die Einwanderung baumförmiger Gehölze, insbesondere der Fichte, in den südöstlichen Alpenraum bereits zur Zeit der Stappitzer Klimaschwankungen möglich. Im Gegensatz zum klimatisch ungünstigeren Norden Kärntens verdrängten die spätglazialen Klimadepressionen die Gehölzbestände aus dem Süden des Landes nicht mehr. Das Gailtal erweist sich somit als ein permanentes Gehölzrefugium ab dem Ende des Würm-Hochglazials.

1 Vorbemerkungen

Das Gailtal ist hinsichtlich seiner spät- und postglazialen Klima- und Vegetationsgeschichte noch wenig erforscht. Gegenwärtig liegen, einschließlich der angrenzenden Gebirgszüge, folgende Publikationen vor: FRITZ 1973: Pollendiagramm Pölland (1.050 m), Südabhang der Gailtaler Alpen; FRITZ 1976a: Pollendiagramm Nassfeld-Pass (1.520 m), Karnische Alpen; FRITZ 1976b: Pollendiagramm St. Magdalena bei Feistritz (640 m), Talterasse; SCHULTZE 1979a: Pollendiagramm Wolayer See (1.952 m), Karnische Alpen; ZWANDER (1981): Pollendiagramme Pressegger See (560 m) und Vorderberg (558 m), Talboden.

Vorliegende Studie ergänzt die bereits bestehenden Untersuchungen und interpretiert das Pollendiagramm einer Kernbohrung, welche im Unteren Gailtal südlich von Görtschach (560 m) abgeteuft wurde. Das „Görtschacher Pollendiagramm“, das eine sehr lange Pollensequenz umfasst, schließt die bis jetzt bestehenden Wissenslücken über das Spätglazial und erweitert die Kenntnisse zurück bis in die geologische Vergangenheit der Stappitzer Klimaschwankungen. Damit bestätigt und ergänzt es die Ergebnisse der pollenanalytisch/glazialgeologischen Untersuchungen im Seebachtal bei Mallnitz, Südabdachung der Hohen Tauern (Fritz & Učík 2001).

2 Das Gailtal heute

2.1 Zur Geographie des Gailtales, die Bohrstelle

Das ca. 110 km lange und geradlinig von West nach Ost verlaufende Gailtal folgt einer großtektonischen Bruchlinie. Im Norden wird das Tal vom Drauzug (Lienzer Dolomiten und Gailtaler Alpen), im Süden von den Karnischen Alpen begrenzt. Das gegenwärtige morphologische Erscheinungsbild des Tales ist das Ergebnis glazialgeologischer Vorgänge im Zusammenwirken mit jenen landschaftgestaltenden Kräften, die nach dem Abschmelzen des Würmgletschers in Form von Erosion und Ablagerung zur Wirksamkeit kamen. Die Talandschaft gliedert sich in drei Abschnitte, und zwar in das Lesachtal, das Obere Gailtal und das Untere Gailtal. Die nachfolgenden pollenanalytisch/glazialgeologischen Untersuchungen beziehen sich in erster Linie auf das Untere Gailtal. Dieser Talabschnitt ist eine fast ebene, hinter den Bergstürzen der Villacher Alpe aufgelandete Talsohle, durch die sich einst die (Ur-)Gail vor ihrer Regulierung im 19. Jahrhundert in teilweise stark verzweigten und ausgeprägten Flussmäandern dahinschlängelte. Die Kernbohrung „Görschach“ wurde 1984 im Rahmen des Projektes „Naturraumpotential Unteres Gailtal KC-11d“ vom Amt der Kärntner Landesregierung in Auftrag gegeben. Die Bohrstelle (vgl. Abb. 1 und Abb. 2) liegt in der Meereshöhe von 560 m und hat die Erdkoordinaten X 11247,77 und Y 163357,38. Die wissenschaftliche Bearbeitung der Bohrkerne wurde von den Autoren erst 2001 in Angriff genommen, als die einschlägigen Untersuchungen im Seebachtal bei Mallnitz (FRITZ & UČIČ 2001) zeigten, dass auch grobklastische Sedimente unter bestimmten Voraussetzungen brauchbare pollenanalytische Ergebnisse liefern.

2.2 Das Klima im Gailtal

Das Gailtal gehört zu den niederschlagsreichsten Regionen Österreichs. Es besitzt bei gleichzeitig sehr großer Regendichte im Mittel 125 Regentage im Jahr, wobei ein Regentag im Gailtal normalerweise doppelt so viel Niederschlag liefert wie im übrigen Kärnten (WEISSEL 2000, S. 19). Die hohen Niederschlagsmengen sind eine Folge davon, dass ausgesprochene Schlechtwetter-Perioden mit ergiebigen Niederschlägen in Kärnten meist auf Tiefdruckgebiete zurückgehen, die ihren Ausgangspunkt im Mittelmeerraum haben (GRESSEL 1976, S. 283-284). Diese adriatischen Tiefdruckstörungen wirken sich im Gailtal insofern besonders stark aus, als die aus dem Süden und aus dem Westen auf das Gailtal übergreifenden Luftmassen durch die Gailtaler Alpen neuerlich gezwungen werden aufzusteigen und dabei weitere Niederschlagsmengen abgeben, sodass Werte von 1.400 bis 1.500 mm pro Jahr erreicht werden. Die ergiebigsten Niederschläge treten meist im Herbst auf (Oktoberregen) und verursachen nicht selten große Hochwasserkatastrophen und Vermurungen. Auch rasche Erwärmung und Schneeschmelze im Frühjahr durch Föhn („Walischer Wind“) können zu Hochwässern führen. Im Unteren Gailtal ab dem Pressegger See erreichen die Niederschläge ihr Maximum im Sommer. Entsprechend den Verhältnissen in den inneralpinen Becken

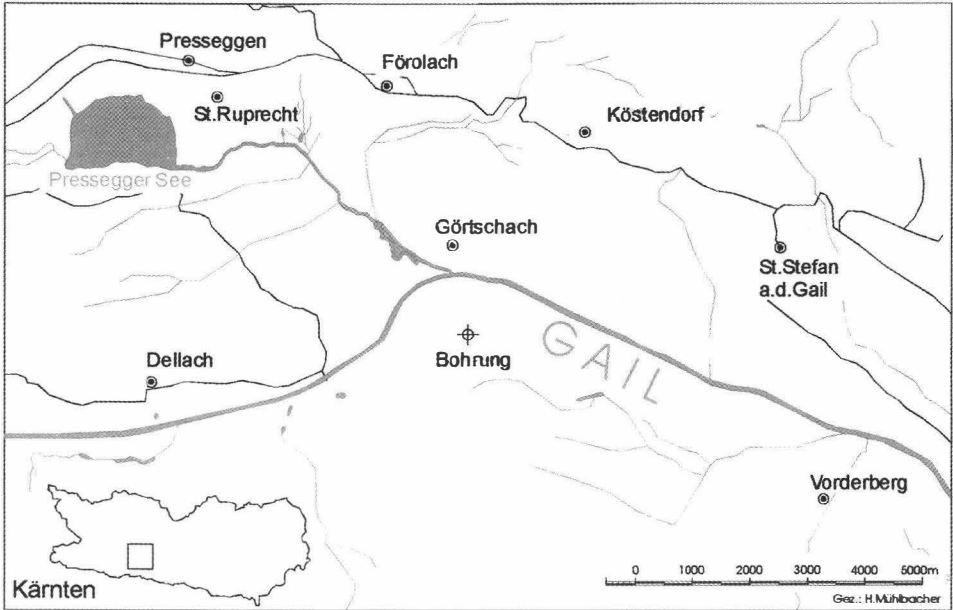


Abb. 1: Kartenskizze des Unteren Gailtales zwischen Vorderberg und Pressegger See mit Angabe der Bohrstelle. Gez. H. MÜHLBACHER

und Tälern, deren Winterstrenge seit alters bekannt ist (CONRAD 1913, S. 104), gehört die Talsohle des Gailtales zu jenen winterkalten Gegenden, in denen die Jännermittel unter -5°C absinken. Die Hanglagen des Gailtales hingegen sind durch die winterliche Temperaturumkehr begünstigt, eine Erscheinung, die in Kärnten weit verbreitet ist. Die durchschnittlichen jährlichen Lufttemperaturen im Gailtal liegen zwischen $5,5$ und $7,6^{\circ}\text{C}$. An der Messstelle in Förolach (619 m NN), in der Nähe der Bohrstelle, sind folgende zehnjährige Mittelwerte (1981-1990) der Temperatur und der Niederschläge festgestellt worden (HYDROGRAPHISCHER DIENST 1994, S. 514):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
-5,9	-2,9	1,4	6,5	11,6	14,8	17,2	15,9	12,7	7,6	-0,2	-3,9	$6,2^{\circ}\text{C}$
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
46	53	69	80	117	142	122	122	127	101	97	80	1.156 mm

Die klimatische Begünstigung des Gailtales im Südwesten Kärntens dürfte sich auch während des ausklingenden Würmglazials ausgewirkt haben und ist auf die Nähe des im Süden angrenzenden Tieflandes von Friaul und Venetien zurückzuführen, welches unter dem Einfluss des Adriatischen Meeres steht.



Abb. 2: Luftaufnahme des Unteren Gailtales zwischen Vorderberg und Pressegger See. Foto: Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 20 – Landesplanung. Flug vom 12.06.2002, Neg. 16 A

2.3 Die Vegetation des Gailtales

Die heutige Vegetation des Gailtales ist naturgemäß vom Menschen beeinflusst und weicht daher von den ursprünglichen, natürlichen Verhältnissen mehr oder weniger stark ab. Am stärksten davon betroffen sind die Talsohle und die Terrassen des Tales. Am Talboden breiten sich heute überwiegend Acker- und Grünland-Komplexe aus, die landwirtschaftlich genutzt werden. In der näheren Umgebung der Bohrstelle zwischen Pressegger See und Vorderberg existieren immer noch Reste von Pflanzengesellschaften, die ehemals auf dem stark vernässten Talboden eine wesentlich größere Ausbreitung besaßen. Hier findet man neben flussbegleitenden Beständen der Grau-Erle noch Feuchtbiotope mit Niedermoor- und Hochmoorcharakter (Vorderberger Moor, zum Teil entwässert), sowie stehende Gewässer mit einer vielfältigen Wasserpflanzenvegetation (Seerose, Teichrose, Tausenblattgewächse, Laichkräuter Breitblatt-Rohrkolben, Astloser Igelkolben u.a.), wie im Beispiel des Webersees, dem Rest eines abgeschnittenen Gailmäanders. Die nordexponierten Talhänge der Karnischen Alpen zeigen im Aufbau des Waldbestandes eine relativ gut ausgeprägte Höhenstufengliederung, ausgehend vom (Buchen-)Tannen-Fichtenwald der montanen Stufe bis zum subalpinen Lärchen-Fichtenwald. Dazwischen lässt sich stellenweise der menschliche Einfluss in Form von Fichtenforsten erkennen. Der klimatisch begünstigte Sonnenhang der Gailtaler Alpen besitzt eine wesentlich differenziertere Verbreitung der bestandbildenden Gehölze bei gleichzeitigem Zurücktreten des (Buchen)-Tannen-Fichtenwaldes. Auf den Rotföhren-Fichten-Mischwald und dem Nadelmischwald mit Laubholzeinsprengungen folgen nordöstlich der Bohrstelle im Bereich der Terrasse von St. Stefan kleinräumige Areale des Warmen Laubmischwaldes mit Hopfenbuche, Manna-Esche und Eichen, sowie in Gräben und von dort aus auf aufgelassenen Mähwiesen wiederbesiedelte feuchte Laubmischwälder mit Erle, Esche, Weide und Bergahorn. Außerdem ist auf der Sonnseite des Tales eine stärkere Rodung und Umwandlung des Waldes in ausgedehnte Fichten- und Rotföhrenbestände zu erkennen. Erst mit zunehmender Höhe stellt sich auch hier ein natürlicher subalpiner Lärchen-Fichtenwald ein.

2.4 Zur Geologie des Gailtales

Das Gailttal folgt großtektonisch einer markanten geologischen Störung, der so genannten Periadriatischen Naht, die im Bereich des Lesachtales und des Gailtales auch als Gailtallinie bezeichnet wird. Diese großtektonische Störungslinie trennt zwei wesentliche Bauteile der Alpen, die Ostalpen und die Südalpen, und im Bereiche des Gailtales zwei Gebiete mit unterschiedlichen Gesteinseinheiten. Die Basis des im Norden des Gailtales verlaufenden und den Ostalpen angehörenden Drauzuges (Lienzer Dolomiten und Gailtaler Alpen) bildet das so genannte Gailtalkristallin, dem ein mächtiger, überwiegend aus karbonatischen Gesteinseinheiten aufgebauter Gesteinskomplex der Permotrias auflagert. Die Karnischen Alpen südlich der Gail dagegen bestehen, als nördlichster und zugleich ältester Teil der Südalpen, im Wesentlichen aus paläozoischen Karbonaten und Schiefen.

Der anstehende Fels im Bereich der Talsohle östlich von Kötschach-Mauthen wird von mächtigen Lockergesteinsabfolgen (Kiese, Sande, Schluffe) überlagert, die nach dem Abschmelzen des Gailgletschers sowie im Zusammenhang mit einer wiederholt aufgestauten Gail und lokaler seitlicher Mureineinschüttungen zum Absatz kamen. Im Abschnitt des Unteren Gailtales wurden die Aufstauungen der Gail im Besonderen durch die Bergstürze im Raume des Dobratsch ausgelöst. Der Bergsturzsee von 1348, der nach KRAINER (1998) nur eine Länge von 3 km erreichte, tritt in den Ablagerungen von Görtschach nicht in Erscheinung. Demgegenüber können in der Bohrung KC-11d/c in der Tiefe von 48,1 m bis 42,4 m und von 30,75 m bis 22,8 m zwei relativ umfangreiche Horizonte von Seeablagerungen festgestellt werden, die jeweils auf offenbar ziemlich ausgedehnte Seenbildungen im Unteren Gailtal hinweisen. Es fällt auf, dass die Entstehung dieser Seen jeweils mit dem Beginn einer Warmphase und zwar mit dem Alleröd-Intestadial bzw. mit dem Beginn des Postglazials zusammenfallen.

Demgegenüber erbohrten drei Bohrungen der Drau-Consulting im Jahre 1994 in der näheren und weiteren Umgebung (GÖRtschach 1/30 m; VORderberg 1/30 m; FEIstritz 1/40 m) zwar ebenfalls mehrere, zum Teil mächtige Horizonte feinstkörniger Seeablagerungen, aber in teilweise anderen absoluten Höhen- bzw. Tiefenlagen. So zeigen die Profile der Bohrungen VOR 1 und FEI 1 zwei mächtige Lagen von Seesedimenten, die sich in den Höhenlagen recht gut parallelisieren lassen; in FEI 1 fanden sich schließlich zwischen -31,75 und -36,25 m noch weitere tiefere, wenn auch geringmächtige Schlufflagen. Der obere der beiden Schluff-Haupthorizonte in VOR 1 und FEI 1 reicht bis zur Geländeoberkante empor, könnte also vielleicht den Stausee hinter dem historischen Bergsturz repräsentieren. In ihrer absoluten Höhenlage passen diese Seeablagerungen zu einem Horizont in 8-18 m Tiefe in der Bohrung GÖR 1, während der tiefere Schluffhorizont in VOR 1 und FEI 1 in gleicher Höhe bzw. Tiefe liegt wie der oberste Horizont in KC-11d, der zweifellos einen älteren postglazialen See widerspiegelt. Auf jeden Fall ist aus diesen Bohrprofilen herauszulesen, dass es in diesem Abschnitt der Gailtales mehrfach zu Stauseebildungen – vermutlich hinter Bergsturmassen – kam.

Auffällig ist, dass bei den Kernen sowohl der Bohrung VOR 1 wie auch FEI 1 eine dunkle Verfärbung des Sediments über lange Erstreckung hin vorliegt, die auf Faulschlammabildung in einem schlecht durchlüfteten, +/- stehenden Gewässer hinweist. In der Bohrung FEI 1 stieg nach Angaben des Bohrmeisters während des Abteufens in dem geringfügig gespannten Wasser (+20-30 cm über GOK) in feinen Bläschen ein übelriechendes Gas auf.

Die die Gail rückstauenden Bergsturmassen dürften im Wesentlichen S bis SO des Dobratschgipfels zur Ablagerung gekommen sein, da einige weitere, seichte Bohrungen SO des Dobratsch zwar mehrfach Bergsturmmaterial, aber nur relativ geringmächtige Seeablagerungen nachgewiesen haben.

Eine geologische Besonderheit des Gailtales bilden jene jungquartären Sedimente, die auf dem alten präwürmzeitlichen Talboden (z.B. Terrasse von St. Stefan) erhalten geblieben sind und Pollennachweise eines an Rotbuchen reichen Tannen-Fichtenwaldes aus der Zeit des Riss-Würm Interglazials enthalten.

VAN HUSEN (1985) hat aus dem Raum W bis SW des Pressegger Sees einen praewürmzeitlichen Bergsturz beschrieben, dessen Material von der Südflanke des Spitze-

gels kam. Es wird damit dokumentiert, dass die hohe, übersteile Südfront der Gailtaler Alpen schon seit langem ein Ausgangsgebiet für Bergstürze ist.

Aus glazialgeologischer Sicht sei auf die im Raume von Hermagor auftretenden Endmoränen aufmerksam gemacht, die im Sinne von PENCK (1909, S. 1118) dem Bühl-Stadium zugewiesen werden. Diese Zeiteinstufung wurde von SRBIK (1936, S. 171) übernommen. TINTOR (2002, S. 266-269) dagegen kann aufzeigen, dass die bühlzeitlichen Moränen des zum Teil nach dem Süden überströmenden Gailgletschers noch außerhalb des Gailtales im Mangarttal der Julischen Alpen positioniert sind. Es ist daher nahe liegend anzunehmen, dass die pflanzliche Wiederbesiedlung des Gailtales im Rahmen des ausklingenden Würmglazials in der klimatisch günstigen Phase zwischen dem letzten Bühl-Stadium und dem Steinach-Stadium einsetzte. Daraus ergibt sich für den Süden Kärntens zwangsläufig ein Hinweis auf das Alter jener fossilen Pollenüberlieferung, die den Stappitzer Klimaschwankungen zugeordnet wird.

3 Das Pollendiagramm Görttschach und seine Interpretation

3.1 Allgemeine Anmerkungen

Das Pollendiagramm Görttschach umfasst eine Profillänge von 100,5 m. Der zentrale Teil des Diagramms, das „Hauptdiagramm“, bringt das Verhältnis des Gehölz- zum Nichtgehölzpollen zum Ausdruck und enthält der Übersichtlichkeit wegen nur wenige ausgewählte Pollentypen (*Pinus*, *Picea*, *Artemisia*, *Poaceae*, *diverse Kräuter*). In der Spalte links vom Hauptdiagramm sind jene Horizonte angegeben, in welchen Spaltöffnungsapparate der Fichte und der Kiefer, teilweise in Mengen bis zu sieben Exemplaren je Probe, aufgefunden wurden. Im Anschluss daran folgen das lithologische Profil, sowie die Pollenkurven der Bäume und Sträucher in Form von Schattenrissen. Die Zahlen rechts vom Hauptdiagramm bezeichnen klimageschichtlich bemerkenswerte Kräuterpollengipfel und die in weiterer Folge rechts anschließenden Schattenrisse dokumentieren die aufgefundenen Pollentypen der Kräuter, der Wasserpflanzen, der anthropogenen Siedlungszeiger sowie der Sporen. Den Abschluss des Pollendiagramms bilden Angaben über das Klima, die FIRBASschen Pollenzonen, die Pollendichte und über die Summe der je Probe ausgezählten Pollenkörner.

Die Abtrennung des Pollens und der Sporen aus dem Sediment erfolgte nach der in der Pollenanalyse üblichen Rezeptur (FRITZ 2000, S. 579) unter Anwendung von Salzsäure, Kalilauge, gesättigter Zinkchloridlösung (Schwereretrennung), Flusssäure und Azetolyse. Über die besondere Arbeitsweise, die sich aus der Sonderstellung des Sedimentes ergibt, findet man Hinweise in FRITZ & UCİK (2002, S. 187). Das aus den Proben gewonnene Pollensediment wurde in 600 μ l Glycerin aufgenommen und in protokollierten Mengen unter dem Mikroskop ausgezählt.

Die wenigen Holzreste, welche in den Bohrkernen enthalten waren, ermöglichten keine gezielte Datierung bestimmter Horizonte. Die zur radiometrischen Altersbestimmung herangezogenen Holzstückchen wurden am Institut für Isotopenforschung und

Kernphysik der Universität Wien (VRI), Dr. E. PAK, sowie am Institut für Mittelenergiephysik an der ETH Zürich/Hönggerberg, Dr. BONANI, untersucht.

ETH-25628:	9.270 ± 75 a BP,	Probentiefe -23m. Holzsplitter.
ETH-25629:	8.735 ± 70 a BP,	Probentiefe -26m. Holzsplitter.
VRI-1332:	12.080 ± 110 a BP,	Probentiefe -46/-45,2 m. 10 g Holz, lufttrocken.
VRI-1331:	12.130 ± 110 a BP,	Probentiefe -51/-50,6 m. 15 g Holz, lufttrocken.

3.2 Die Großabschnitte der Klima- und Vegetationsgeschichte

Die fossile Pollenüberlieferung von Görtschach lässt drei große Zeitabschnitte der Klima- und Vegetationsgeschichte erkennen: Stappitzer Klimaschwankungen, (klassisches) Spätglazial und Postglazial. Die pollenstratigraphische Abgrenzung der Abschnitte ergibt sich am augenfälligsten aus der *Artemisiakurve*, wodurch sich das Spätglazial infolge der hohen Beifußmengen in den Pollenzonen I und III gut gegenüber den Stappitzer Klimaschwankungen und dem Postglazial abgrenzt. Das (klassische) Spätglazial erweist sich gegenüber den Stappitzer Klimaschwankungen und dem Postglazial als ein neuerlicher kräftiger Klimarückschlag, der allerdings durch die Warmphase des Alleröd eine vorübergehende Unterbrechung erfährt.

3.2.1 Die Stappitzer Klimaschwankungen (-100,50 m bis -59 m)

Die „Stappitzer Klimaschwankungen“ wurden von den Autoren im Rahmen der pollenanalytisch/glazialgeologischen Untersuchungen im Seebachtal bei Mallnitz, Südadachung der Hohen Tauern, erstmals beschrieben (FRITZ & UCIK 2001). Sie umfassen nach den gegenwärtigen, in Kärnten gewonnenen Erkenntnissen den bereits weit fortgeschrittenen Zeitabschnitt jener glazialgeologischen Phase, die sich zwischen den pleniglazialen Eishochstand und der Pollenzone Ia des klassischen Spätglazials einschiebt. Dieser Zeitabschnitt stand klimatisch voll unter dem Einfluss jener intensiven Erwärmung, welche den Draugletscher (und wohl auch die würmglaziale alpine Eiskalotte allgemein) zum Abschmelzen brachte. Die besondere Klimagunst dieser Periode führte zwangsläufig zu einer entsprechenden Förderung und Ausbreitung der Vegetation und machte damit schon in dieser frühen Zeit die pflanzliche Wiederbesiedlung des südöstlichen Alpenraumes durch baumförmige Gehölze möglich. Diese Konzeption stellt die gegenwärtigen Vorstellungen der Vegetationsgeschichte in Frage, nach denen das (klassische) Spätglazial als Abschmelzperiode des alpinen würmglazialen Eisstromnetzes betrachtet wird, und nach denen eine höhere Vegetationsentwicklung in den Alpen erst um 13.000 v.h. (KOHL 2000, S. 380) begonnen haben sollte.

3.2.1.1 Pollenstratigraphische Charakterisierung

Die Stappitzer Klimaschwankungen sind in der Kernbohrung von Görtschach in einer Sedimentmächtigkeit von 41,5 m erschlossen. Die fossile Pollenüberlieferung ist in Vielem dem Spätglazial sehr ähnlich, unterscheidet sich aber aus der Sicht Kärntens vom Spätglazial durch folgende vier pollenstratigraphische Charakterzüge:

- a) Der Beifuß als Element der Kältesteppe tritt zeitweise in durchaus nennenswerten Pollenmengen auf, erreicht jedoch nie die Spitzenwerte des Spätglazials.
- b) Die Kiefer ist durchgehend mit schwankenden Pollenwerten vorhanden, doch die Mengen bleiben stets weit hinter jenen zurück, die im Alleröd erreicht werden.
- c) Die Sedimente aus der Zeit der Stappitzer Klimaschwankungen enthalten regelmäßig und zum Teil sogar erhebliche Pollenmengen ökologisch anspruchsvollerer Gehölze, insbesondere der Fichte.
- d) Die Klimaschwankungen bestehen aus mehrmals sich wiederholenden Klimazyklen und lassen daher jene pollenstratigraphische Dreiteilung vermissen, wie sie für das (klassische) Spätglazial typisch ist.

3.2.1.2 Die Vegetationsverhältnisse

Die Rekonstruktion der Vegetationsverhältnisse auf der Basis der vorliegenden fossilen Pollenüberlieferung stützt sich auf zwei wesentliche Fakten. Erstens bestätigen die teilweise relativ hohen Pollenwerte, insbesondere des Gehölzpollens (man berücksichtige zudem noch den Verdünnungseffekt durch die 41,5 m mächtige Ablagerung), sowie die Funde von Spaltöffnungsapparaten der Fichte und Kiefer, dass zur Zeit der Stappitzer Klimaschwankungen (also noch vor dem klassischen Spätglazial!) das Gailtal bereits von Gehölzbeständen besiedelt war. Zweitens darf davon ausgegangen werden, dass die ökologischen Ansprüche der damaligen Pflanzensippen, vor allem der Gehölze, jenen der Gegenwart entsprachen, sodass die einzelnen Pollentypen auf Pflanzengesellschaften bezogen werden können, die mit jenen der Gegenwart vergleichbar sind. Da der Süden Kärntens im Vergleich zum Norden des Landes offenbar immer schon klimatisch bevorzugt war, ist zur Zeit der Stappitzer Klimaschwankungen im Gailtal eine zeitweise deutlich größere Bestockungsdichte der Gehölzvegetation zu beobachten als im Seebachtal. Um die damaligen Vegetationsverhältnisse im Gailtal besonders augenscheinlich zu machen wird nachfolgend ein detailliertes Vegetationsbild dieses Zeitabschnittes vorgelegt.

Flussbegleitende Grau-Erlenbestände

Der Erlenpollen des zur Diskussion stehenden Zeitraumes stammt überwiegend von der Grau-Erle und zwar mit Werten bis über 40% der Gesamtpollensumme. Demnach darf damit gerechnet werden, dass die Ufer der Urgail von entsprechenden Grau-Erlenbeständen begleitet waren. Grau-Erlenbestände werden ohne Bestandesverjüngung in der Regel nicht älter als etwa 50 Jahre (HARTL et al. 2001, S. 54). Der Fortbestand der Grau-Erlenbestände bestätigt daher, dass es immer wieder zu starken murenartigen Überflutungen des Talbodens gekommen war. Die spärlichen, im Sediment auftretenden Pollenfunde der Weide (*Salix*) mögen jenen Arten von Pionierweiden zugeordnet werden, die unmittelbar den Uferbereich der Urgail säumten.

Die (weiche) Flussau

Auf die Existenz einer etwas trockeneren, aber immer noch wasserzügigen Ausbildung einer (weichen) Flussau, die sich an das Alnetum *incanae* anschloss, verweisen Pollentypen wie Gemeine Esche (*Fraxinus*), Pappel (*Populus*), Hasel (*Corylus*), Schneeball (*Viburnum*, höchst wahrscheinlich *Viburnum opulus*), Heckenkirsche (*Lonicera*) und

Kreuzdorn (*Rhamnus*, vermutlich *Rhamnus cathartica*). Die zunehmenden Pollenmengen einiger dieser Sippen (Esche, Hasel) gegen Ende der Stappitzer Klimaschwankungen lässt zumindest im Bereich der Untersuchungslokalität eine Ausweitung der weichen Au vermuten. Ungewöhnlich häufig treten gegen Ende dieser Klimaperiode Sporenfunde von *Botrychium* auf. Diese *Botrychium*-Sporen könnten von *Botrychium virginianum* stammen, einer Art, die heute noch an mehreren Stellen in Südkärnten, mit dem Schwerpunkt im Gailtal, sowohl im Alnetum incanae als auch in Eschenbeständen anzutreffen ist. *Botrychium virginianum* ist zudem heute in Kärnten an Gebiete mit Niederschlägen über 1.300 mm im Jahr gebunden (FRANZ 1991, S. 573), was als bemerkenswerter Hinweis für die damaligen Niederschlagsverhältnisse gewertet werden kann.

Eichenmischwald

Die Elemente des Eichenmischwaldes (vorwiegend Ulme), die immerhin mit Pollenmengen von maximal etwas über 7% in Erscheinung treten, könnten einer Pflanzengesellschaft angehört haben, die mit dem Typus einer Harten Au vergleichbar ist und die eher kleinflächig in der Nähe der Urgail angesiedelt war.

Stillgewässer und Feuchtbiotope

Die Stillgewässer in den Altarmen der mäandrierenden Urgail wurden schon zur Zeit der Stappitzer Klimaschwankungen, ähnlich wie heute, von Pflanzen aus den Verlandungsgesellschaften (Seerose, Teichrose und Laichkraut), der Uferbestände (Rohrkolbengewächse) und der Großseggenfluren (Gilbweiderich) besiedelt. Sporen des Sumpfbärlapps und von Torfmoosarten weisen weiters auf die Existenz von nahe gelegenen Feuchtbiotopen hin, die als Zwischen- oder als Hochmoorkomplexe anzusprechen sind.

Vegetation der Rohschuttböden

Die relativ häufig auftretenden Pollenkörner der Zungenblütigen Korbblütler (Cichorioideae) machen es sehr wahrscheinlich, dass die Talböden vorwiegend als Rohschuttböden vorlagen und damit Pioniergehölzen wie Kiefer (*Pinus*), Grünerle (*Alnus alnobetula*) und Hopfenbuche (*Ostrya*) gute Wuchsmöglichkeiten boten. Nach heutigen Beobachtungen könnte die Kiefer gemeinsam mit Sanddorn (*Hippophae*), Wacholder (*Juniperus*) und Berberitze (*Berberis*), vielleicht auch mit der Hopfenbuche (*Ostrya*) vergesellschaftet, auf ufernahen, manchmal nur kurzlebigen Schotterterrassen gesiedelt haben. In den Kaltphasen breitete sich auf den Rohschuttböden bevorzugt eine gräser- und kräuterreiche Beifußsteppe aus.

Vegetationsoffene lehmige Böden boten speziell dem Schweizer Moosfarn (*Selaginella helvetica*) zusagende Standorte.

Vegetation der Berghänge

Die Fichte (*Picea*) muss, gemessen am fossilen Pollenaufkommen von bis 44%, in den Warmphasen der Stappitzer Klimaschwankungen eine stattliche Verbreitung gehabt haben. Sie stockte auf den Bergflanken des Gailtales als wichtigster bestandbildender Waldbaum eines den heutigen Verhältnissen etwa entsprechenden subalpinen Lär-

chen-Zirben-Fichtenwaldes. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die an der Bohrstelle im Sediment eingelagerten Fichten-Stomata von randlich am Talboden oder von den zu tiefst an den Unterhängen gelegenen Fichtenbeständen eingeschwemmt wurden. Aus diesen Fichtenwaldbeständen stammen auch die zahlreich angewehten Sporen des Keulen-Bärlapps (*Lycopodium clavatum*), des Sprossenden Bärlapps (*Lycopodium annotinum*) und des Tannenbärlapps (*Huperzia selago*). Das Verbreitungsgebiet des subalpinen Nadelwaldes war wohl gleichzeitig auch das Verbreitungsgebiet von Tanne und Rotbuche als Nebenbaumart, deren Pollen im Falle der Rotbuche Mengen bis zu 3,6% der Gesamtpollensumme erreichten.

3.2.1.3 Das Klima im Gailtal

Die klimatischen Verhältnisse im Gailtal zur Zeit der Stappitzer Klimaschwankungen können dadurch annähernd beurteilt werden, dass man die Vegetationsverhältnisse mit jenen des (klassischen) Spätglazials vergleicht. So heben sich die Warmphasen infolge hoher Pollenproduktion der Nadelhölzer und der Grau-Erle deutlich durch erhöhte Pollendichten im Sediment ab. Das Klima in den Höhepunkten der Warmphasen war allem Anschein nach günstiger als im Bölling-Interstadial. Dafür spricht unter anderem der Beifuß, dessen Pollenmengen auf unter 1% zurückgingen und damit unter jenen des Bölling-Interstadials lagen. Die besondere Klimagunst der Warmphasen wird weiters durch das Vorkommen des Buchsbaums (*Buxus sempervirens*, sechs Pollenkörner) unterstrichen. Der Buchsbaum benötigt im Sinne von OBERDORFER (1970, S. 609) ein wintermildes humides Klima, kann allerdings nach DRAXLER (2000, S. 167) auch längere Frostperioden ohne Schaden ertragen. Da der Buchsbaum als insektenblütiger Strauch nur wenig Pollen produziert (DRAXLER 2000, S. 165) und der Pollen kaum verbreitet wird, beweisen schon wenige Pollenkörner, wie im vorliegenden Fall, seine lokale Anwesenheit. Das würmglaziale Auftreten des Buchsbaums im Gailtal findet sein Gegenstück im annähernd zeitgleichen Auftreten der Eibe (*Taxus*, ebenfalls ein Florenelement wintermilder Klimatalagen) in den Hohen Tauern (FRITZ & UCİK 2001, S. 58). Die Klimagunst der Stappitzer Warmphasen förderte naturgemäß im südlichen Alpenvorland die Ausbreitung mediterraner Pflanzen, deren Pollen (Walnuss, Edelkastanie, Rosskastanie, Südlicher Zürgelbaum) nicht nur in das Gailtal sondern bis in die Hohen Tauern (FRITZ & UCİK 2001, S. 48) eingeweht wurde.

Die Kaltphasen der Stappitzer Klimaschwankungen dürften, gemessen an den Kräuterpollengipfeln, zu ähnlichen Vegetationsauflockerungen wie im Spätglazial geführt haben, ohne deren extreme Winterkälte zu erreichen (niedrigere Beifußwerte). Die Wechselfolge der auftretenden Warm- und Kaltphasen im Pollendiagramm von Görttschach lässt etwa acht derartige Klimazyklen erkennen.

3.2.2 Das (klassische) Spätglazial (-59m bis -31m)

Das Spätglazial von Görttschach umfasst in der pollenstratigraphischen Abgrenzung gemäß den FIRBASschen Pollenzonen eine Sedimentmächtigkeit von 28 m. Ablagerungen dieser Mächtigkeit erschließen den Ablauf der Klima- und Vegetationsgeschichte zwangsläufig in Einzelheiten, wie dies bei Moor- und Seeuntersuchungen üblicher-

weise nicht zu erwarten ist. Es wird daher künftig zu prüfen sein, wie weit die neu aufgedeckten Vegetationsschwankungen von rein lokaler oder doch von überregionaler Bedeutung sind.

Das Spätglazial wird in vorliegender Abhandlung in Anlehnung an die chronostratigraphische Gliederung des Spät- und Postglazials in LANG (1994, S. 88) als Zeitabschnitt betrachtet, der von 15.000 bis 10.000 v.h. reicht. Eine Zurückverlegung der Zeitgrenze Pleniglazial/Spätglazial, eventuell im Sinne eines „alpinen Spätglazials“ PATZELT (1980, S. 13) von 15.000 v.h. auf etwa 17.000 v.h. (oder noch weiter zurück), wäre nach den Ergebnissen von Görttschach und aus dem Seebachtal (FRITZ & UČIK 2001) sachlich durchaus gerechtfertigt. Es erscheint aber nicht sinnvoll, wie KOHL vorschlägt (2000, S. 81), den Zeitraum älter als 15.000 v.h. in die Pollenzone Ia zu integrieren, da sich die Stappitzer Klimaschwankungen als eine eigenständige Vegetationsperiode mit günstigeren klimatischen Verhältnissen deutlich von Ia abgrenzen.

3.2.2.1 *Pollenstratigraphische Charakteristik*

Das Görttschacher Spätglazial hebt sich im Hauptteil des Pollendiagramms markant gegenüber den Stappitzer Klimaschwankungen und dem Postglazial ab. Die charakteristischen pollenstratigraphischen Züge werden in folgenden Merkmalen deutlich:

- a) Die Dreigliederung des mitteleuropäischen Spätglazials in die Pollenzonen I, II und III tritt besonders klar und überzeugend in Erscheinung.
- b) Das dreigliedrige Spätglazial erweist sich sowohl in der Überlieferung des Gehölz- als auch des Nichtgehölzpollens als ausgesprochen symmetrisch. Ein für das mitteleuropäische Spätglazial ungewöhnliches Verhalten.
- c) Die absoluten Kurvengipfeln des Beifußes befinden sich sowohl in der Pollenzone I als auch in der Pollenzone III jeweils schon in der älteren Hälfte der entsprechenden Zeitabschnitte. Das scheint für eine gewisse Gesetzmäßigkeit im klimatischen Ablauf des Spätglazials zu sprechen.
- d) Das Alleröd-Interstadial tritt sowohl im Kurvenverlauf der Gehölz- als auch der Nichtgehölzpflanzen als besonders deutlich abgrenzbare Vegetationsphase in Erscheinung.

3.2.2.2 *Die Vegetationsverhältnisse im Spätglazial des Gailtales*

Pollenzonen I und III

Die Vegetationsverhältnisse während der Pollenzonen I und III weisen keine wesentlichen Unterschiede auf und unterscheiden sich gegenüber den Stappitzer Klimaschwankungen eigentlich nur durch die zeitweise ziemlich starke Ausbreitung der Beifußbestände. Zu einer Ausweitung der vegetationsoffenen Bereiche über jenes Ausmaß hinaus, welches schon während der Stappitzer Klimaschwankungen gelegentlich bestand, kam es offenbar nicht. Die Gehölzbestände im Gailtal dagegen blieben in ihrer floristischen Zusammensetzung – wie zur Zeit vor dem Spätglazial – erhalten und reagierten auf die Klimapendelungen nur mit entsprechenden Schwankungen der Bestandesdichte. Das Bölling-Interstadial hebt sich mit weniger tief greifenden Veränderungen in der Vegetation ab wie das nachfolgende Alleröd.

Pollenzone II (Alleröd-Warmphase)

Die Vegetationsverhältnisse des Alleröds im Gailtal weichen ganz wesentlich von jenen ab, die vor dieser Warmphase existierten und sich nachher im Spätglazial wieder einstellten. Diese Veränderungen in der Vegetation geben der Waldgeschichte des Tales durch die Einmaligkeit des Ereignisses ein besonderes Gepräge. Der Umbau in der Vegetationsbedeckung drängte die Beifußbestände und jene der übrigen krautigen Pflanzen gänzlich in den Hintergrund und machte damit einer Gehölzvegetation Platz, die von der Eintönigkeit absolut dominierender Kiefernbestände beherrscht war. Die extreme floristische Verarmung der Gehölzvegetation, insbesondere aber das fast völlige Verschwinden der Fichte, verweist auf ungewöhnliche Klimaverhältnisse, die zu dieser Zeit geherrscht haben mussten.

3.2.2.3 Das Klima im Spätglazial des Gailtales

Grundsätzliches

Die großräumige Klimaentwicklung im Spätglazial Mitteleuropas, wie sie in den Pollenzonen I bis III ihren Ausdruck findet, ist bereits seit langem bekannt. Die klimatisch ungünstigeren Phasen haben in den Alpen zu Gletschervorstößen geführt, die im Sinne des gegenwärtigen Kenntnisstandes der Glazialgeologie mit den Gletschervorstößen des Gschnitz- (Ia), des Daun- (Ic) und des Egesen-Stadiums (III) in Verbindung gebracht werden und durch die Warmphasen Bölling (Ib) und Alleröd (II) voneinander getrennt sind.

Die geographische Lage Kärntens an der Grenze zwischen Mittel- und Südeuropa in Verbindung mit der langen Pollensequenz des Görtschacher Spätglazials ermöglicht jedoch einen vertieften Einblick in das klimatische Geschehen des Spätglazials. Dies nicht zuletzt deshalb, da im Süden Kärntens bereits seit den Stappitzer Klimaschwankungen eine höher entwickelte Vegetation existierte, welche in besonderer Weise auf Veränderungen des Klimas reagieren konnte. Die gut ausgeprägten Kurvenschwankungen des Kiefern- und Fichtenpollens im Bereiche der Pollenzonen I und III scheinen das zu bestätigen.

Die Warmphasen des Spätglazials

Die markanteste Warmphase des Spätglazials, das erdweit nachgewiesene Alleröd-Interstadial (PZ II), welches sich in den Sedimenten von Görtschach von -47,5 m bis -42,59 m abzeichnet, hebt sich im Pollendiagramm, wie bereits ausgeführt, naturgemäß in besonderer Weise ab. Die absolute Vorherrschaft der Kiefer deutet offensichtlich auf extreme Trockenheit hin. Dafür sprechen das nahezu gänzliche Zurücktreten der Fichte, die hinsichtlich des Wasserhaushaltes anspruchsvoll und besonders durch Sommerdürre gefährdet ist, der extreme Rückgang der Farnflora mit monoleten Sporentypen, sowie im Höhepunkt der Kiefernausbreitung der starke Rückgang der Grau-Eerle.

Die Bölling-Warmphase (PZ Ib, -54 m bis -51m) dagegen ist gegenüber dem Alleröd nahezu unbedeutend und entspricht einem niederschlagsreicheren Klimatyp, ähnlich den Warmphasen zur Zeit der Stappitzer Klimaschwankungen. Für die Positionierung der Bölling-Warmphase in den Zeitbereich zwischen Kräuterpollengipfel 10 und 11 sprechen folgende Indizien: Der Kräuterpollengipfel 10 als Ausdruck des Gschnitz-

Stadiums an der Basis des Bölling-Interstadials, der Haselpollengipfel bei -53 m und der Pollengipfel des Eichenmischwaldes bei -51 m, sowie das radiometrische Alter von 12.130 (110 Jahre v.h. und die Pollenfunde der Wassernuss (*Trapa natans*) mit 2,54% der Pollensumme (zwölf Pollenkörner), ebenfalls bei -51 m. Der Nachweis der Wassernuss gegen Ende der Warmphase ist ein besonders eindrucksvoller Beweis der damaligen Klimagunst, da die Wassernuss zur ihrem Fortbestand eine sommerliche Erwärmung der Wassertemperatur bis auf 25°C und darüber (FISCHER 1994, S. 495) benötigt.

Eingebettet in das grundsätzlich ungünstige Klima der Pollenzonen I und III sind im Pollendiagramm von Görttschach noch weitere Erwärmungsphasen erkennbar, die als Fortsetzung jenes rhythmischen Klimaablaufes aufgefasst werden können, der schon die Zeit der Stappitzer Klimaschwankungen charakterisiert. Von diesen Erwärmungsphasen mögen die „prä-böllingzeitliche“ Phase zwischen den Kräuterpollengipfeln 9 und 10 und die „post-böllingzeitliche“ Phase zwischen den Kräuterpollengipfeln 11 und 12 der Pollenzone I hervorgehoben werden. Diese Warmphasen lassen sich mit ähnlichen Diagrammlagen anderer Pollendiagramme Kärntens korrelieren. Die „prä-böllingzeitliche“ Warmphase kann man danach als Äquivalent jener klimatisch günstigen Periode betrachten, auf die bereits SCHULTZE (1979b, S. 13) im Rahmen einer pollenanalytischen Untersuchung des Wörthersees (Kärntner Becken) aufmerksam machte. Möglicherweise könnte diese Warmphase auch mit dem in ähnlicher Position liegenden „Meiendorf“ (VAN HUSEN 2000, S. 151, Fig 14) verglichen werden. Die „post-böllingzeitliche“ Erwärmung hingegen findet eine Parallele im Stappitzer Pollendiagramm zwischen -79,50 m und -77 m.

Klimaverschlechterungen und Gletschervorstöße des Spätglazials

Wie bereits in FRITZ & UCIK (2001) ausgeführt, begann das Spätglazial im südöstlichen Alpenraum (vermutlich wohl in ganz Mitteleuropa), entgegen der üblichen Vorstellung der Klima- und Vegetationsgeschichte, mit einer drastischen Klimaverschlechterung. Der erste Klimarückschlag findet im Pollendiagramm Görttschach seinen Ausdruck im Kräuterpollengipfel 9. Welche glazialgeologische Bedeutung diesem Kälterückfall zukommt, ist gegenwärtig noch unklar (? Steinach). Jene besonders stark ausgeprägte Verschlechterung des Klimas im Bereich des Kräuterpollengipfels 10, die insbesondere aufgrund der hohen Beifußwerte als thermischer Tiefpunkt des gesamten Spätglazials anzusehen ist, kann hingegen mit dem Gschnitz-Stadium in Zusammenhang gebracht werden. Dafür spricht die Tatsache, dass für diesen Kälterückfall, dem sich das Bölling-Interstadial (13.000 bis 12.000 v.h.) anschließt, ein Alter um 13.000 und älter angenommen wird (PATZELT 1980, S. 14, VAN HUSEN 2000, S. 151). Jene zwei weniger stark ausgeprägten Kaltphasen (Kräuterpollengipfel 11 und 12), die sich zwischen Bölling und Alleröd einschieben und folglich der Pollenzone Ic angehören, werfen allerdings ein Problem auf, das in gleicher Weise auch im Pollendiagramm des Stappitzer Sees sichtbar wird. Danach weist Pollenzone Ic, das allgemein als Äquivalent des Daun-Stadiums aufgefasst wird, zwei klimatische Tiefpunkte auf. Damit stellt sich die Frage, ob sich im Kräuterpollengipfel 11 nicht ein bis jetzt unbeachtet gebliebener (schwacher) Gletschervorstoß verbirgt, der möglicherweise dem Senders-Stadium zuzuweisen wäre. Dieses Stadium, wofür es nach TINTOR (2002, S. 272-274) in den

Julischen Alpen Nachweise gibt, ist im Sinne von KERSCHNER & BERKTOLD (1981, S. 132) jünger als Gschnitz, im Sinne von KERSCHNER & BERKTOLD (1981, S. 133) aber älter als Alleröd, und könnte daher dem Kräuterpollengipfel 11 entsprechen. Das Daun-Stadium beschränkt sich dann in dieser Auslegung auf den unmittelbar vor dem Alleröd liegenden Kräuterpollengipfel 12.

Die jüngste und neuerlich ziemlich kräftige Klimadepression des Spätglazials, die Jüngere Dryas (PZ III), wird allgemein dem Egesen-Stadium gleichgesetzt und lässt einen Ablauf des klimatischen Geschehens erkennen, der große Ähnlichkeit mit jener der Pollenzone I aufweist. Die einzelnen Gletscherbewegungen während der spätglazialen Kaltphasen (PZ I und III) ließen in den Karnischen Alpen weit verbreitet glazigene Spuren in Form von Moränen und Blockwerk zurück, die ostwärts bis in den Raum Osternig-Göriacher festzustellen sind, und von SRBIK (1936, S. 164-204) eingehend beschrieben wurden. Die von SRBIK (1936, S. 195-204) verwendete Gliederung der Gletscherstände entspricht allerdings nicht der gegenwärtig verwendeten Terminologie.

3.2.3 Das Postglazial (-31m bis 0m)

Das Postglazial im Gailtal ist durch die Untersuchungen des Erstautors (FRITZ 1973, S. 295-315) und durch ZWANDER (1981, S. 177-144) in den wesentlichsten Gundzügen bekannt und weist die für das Postglazial in Oberkärnten übliche Abfolge der Pollendominanzen auf: Kiefer/Fichte (+ Eichenmischwald und Hasel) – Fichte – Fichte (+Rotbuche und Tanne)-Kiefer (+ Fichte).

Das Postglazial von Görschach weicht insofern vom angegebenen Schema etwas ab, als die Hasel ihr Verbreitungsmaximum erst im Rahmen der menschlichen Siedlungstätigkeit erreicht und eine selbstständige „Fichtenzeit“ zwischen dem Eichenmischwald-Maximum und der Rotbuchen-(Tannen)-Phase fehlt. Die neuerliche Zunahme der Nadelhölzer im jüngsten Abschnitt des Diagramms ist zwar wie üblich im Gailtal nur schwach entwickelt, weist aber eine Bevorzugung der Fichte auf.

Ein besonderer Aspekt des Görschacher Postglazials ist die große Ähnlichkeit des frühen Postglazials (etwa IVa bis in das beginnende Atlantikum) mit den Verhältnissen in den Hohen Tauern. Hier wie dort beginnt die postglaziale Waldentwicklung mit der Pollendominanz der Kiefer im frühen Präboreal (IVa), setzt sich fort mit der Ausbreitung der Fichte ab der Pollenzone IVb und lässt sowohl im Bereich der Pollenzonen IVb als auch im Bereich der Pollenzone V jeweils einen Kräuterpollengipfel (18, 19) als Ausdruck einer vorübergehend rückläufigen Entwicklung des Fichtenbestandes erkennen. Gemäß dem radiometrischen Alter der Diagrammlage von -26 m mit 8.735 (70 Jahren v.h. gehört der Hochstand des Fichtenwaldes zwischen -26 m und -27 m dem ausgehenden Präboreal an. Danach gehört die Klimaverschlechterung des Kräuterpollengipfels 18 zeitlich dem Präboreal an und ist der Schlaten-Schwankung zuzuweisen. Die Klimaverschlechterung im Bereich des Kräuterpollengipfels 19 dagegen fällt bereits in das Boreal und ist somit als ein Äquivalent der Venediger-Schwankung anzusehen. Es ist bemerkenswert, dass diese beiden Klimadepressionen in Kärnten außer in den Hohen Tauern (FRITZ & UCİK 2001, S. 66-68) nun auch im Süden des Landes festzustellen sind.

Der massive Rückgang der Fichte bei -22 m im Raume von Görttschach kann zeitlich nicht exakt festgelegt werden. Das radiometrische Alter von -23 m ist infolge seiner Altersumkehr nicht deutbar. Nach einer radiometrischen Datierung im nahe gelegenen Vorderberg (ZWANDER 1981) könnte der Rückgang der Fichte im Subboreal stattgefunden haben und steht vermutlich im Zusammenhang mit der bronzezeitlichen Siedlungstätigkeit des Menschen. Das Gailtal ist ab Mauthen talabwärts ältester menschlicher Siedlungsraum (NEUMANN 1961, S. 126). Die ältesten Fundgegenstände im Unteren Gailtal stammen nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse aus der Urnenfelderzeit (3350-2900 v.h.). Es sind dies Funde von Lappenbeilen im Raume von Köstendorf (etwa 1,5 km nordöstlich von Görttschach), von Nötsch i. Gailtal, sowie von Pessendellach (südöstlich von Feistritz i. Gailtal) und einer Lanzenspitze bei Pessendellach.

Anhand der aus Görttschach vorliegenden pollenanalytischen Siedlungszeiger sind keine eindeutigen Anhaltspunkte abzuleiten, die eine konkrete Abgrenzung von Siedlungsperioden erlauben würden. Bemerkenswert ist aber der ziemlich umfangreiche Anbau des Buchweizens im Gailtal, der aufgrund radiometrischer Datierung im Siedlungsgebiet des Millstätter Seentales (FRITZ Pollendiagramm 2000) etwa ab dem Frühmittelalter zu beobachten ist. Dieses Faktum sowie Pollenfunde des Stechapfels ab der Tiefe von -16,5 m (der Stechapfel kam erst im 16ten Jahrhundert nach Europa) deuten darauf hin, dass die pollenanalytisch überlieferte menschliche Siedlungstätigkeit im Raume Görttschach sich vor allem auf die letzten 1000 Jahre bezieht.

4 Schlussfolgerungen

Die pollenanalytisch/glazialgeologische Untersuchung der Bohrkerne von Görttschach bestätigt die bereits von den Autoren (FRITZ & UČEK 2002, S. 79) geäußerte Feststellung, dass der Abschmelzprozess des würmglazialen Draugletschers nicht nur früher begann als allgemein angenommen wird, sondern noch vor der Pollenzone Ia des Spätglazials abgeschlossen war. Und zwar so weit, dass das Eisstromnetz zerfallen und die Täler in den Niederungen des Landes bis auf mögliche Toteiskörper eisfrei waren. Die dazu erforderliche Klimagunst ermöglichte es der Pflanzenwelt noch vor Beginn des Spätglazials mit baumförmigen Gehölzen (Fichte, Kiefer, Grau-Erle u.a.) in Kärnten einzuwandern. Das (klassische) Spätglazial bedeutet einen Jahrtausende langen Klimarückschlag, der vor allem durch die Alleröd-Warmphase vorübergehend unterbrochen wurde. Das Bölling-Interstadial ist eine verhältnismäßig schwache Erwärmungsphase und zudem gar nicht die einzige, welche in der Kaltphase der Pollenzonen I zu beobachten ist. Das Spätglazial kann folglich, zumindest für den südöstlichen Alpenraum, nicht weiterhin als Abschmelzperiode der alpinen würmglazialen Vergletscherung angesehen werden. Das unter dem Einfluss der Adria stehende und klimatisch daher begünstigte Gailtal im Südwesten Kärntens behielt im Spätglazial seine Gehölzvegetation und erweist sich damit als ein würmglaziales Gehölzrefugium seit der Wiederbewaldung im Rahmen der Stappitzer Klimaschwankungen.

5 Dank

Die Autoren fühlen sich folgenden Personen für ihre Mitwirkung bzw. Unterstützung zu aufrichtigem und herzlichem Dank verpflichtet:

Klaus ALLESCH, Landesmuseum Kärnten, für die Mithilfe an der Probenentnahme und diverse administrative Tätigkeiten im Rahmen des Projektes.

Mag. Dr. Wilfrid FRANZ, Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, für die pflanzensoziologische Beratung.

Ing. Klaus KLEINEGGER, Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 20-Landesplanung, für die Bereitstellung der Luftaufnahme Unteres Gailtal zwischen Vorderberg und Presseegger See (Flug vom 12.06.2002, Neg. 16 A).

Dr. Friedrich W. LEITNER, Direktor des Landesmuseums Kärnten, für die Benützung des Pollenlabors einschließlich des erforderlichen Laborbedarfes, sowie für die Finanzierung von zwei ¹⁴C-Datierungen.

Dr. Josef MÖRTL, für die Vermittlung der Bohrkerne von Görttschach und für wertvolle Hinweise.

Helga MÜHLBACHER, für die Computer-Bearbeitung des Pollendiagramms.

Ökonomierat Ing. Josef WIESFLECKER, Bürgermeister der Gemeinde Feistritz an der Gail, für die Bereitstellung der Bohrkerne und von Hilfskräften.

6 Literaturverzeichnis

- ABELE G. (1974), Bergstürze in den Alpen, ihre Verbreitung, Morphologie und Folgeerscheinungen (= Wiss. Alpenvereinshefte, 25). Innsbruck. 230 S.
- CONRAD V. (1913), Klimatographie von Kärnten VI. Wien, Direktion der K.K. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. 139 S.
- DRAXLER I. (2000), Pollenanalytische Untersuchung der schieferkohlenführenden Sedimentfolge von Nieselach bei St. Stefan im unteren Gailtal, Kärnten. In: VAN HUSEN (Hrsg.), Klimaentwicklung im Riss/Würm Interglazial (Eem) und Frühwürm (Sauerstoffisotopenstufe 6-3) in den Ostalpen (= Mitt. d. Komm. f. Quartärforschung d. ÖAW), S. 155-179. Wien, Verlag d. ÖAW.
- FISCHER A. (Hrsg.) (1994), Exkursionsflora von Österreich. Stuttgart, Wien, Verlag Eugen Ulmer. 1180 S.
- FRANZ W.R. (1991), Neufunde der Virginischen Mondraute (*Botrychium virginianum* (L.) Sw.) im Gailtal und ihr Gesellschaftsanschluss in Kärnten und Steiermark. In: *Carinthia II*, 181/10, S. 573-598.
- FRITZ A. (1970a), Die pleistozäne Pflanzenwelt Kärntens. In: 29. Sonderheft der *Carinthia II*. 63 S.
- FRITZ A. (1970b), Vergleich der Waldentwicklung in den Rand- und Innenalpen Kärntens. In: Mitt. d. Ostalpin-Dinarischen Pflanzensoziologischen Arbeitsgemeinschaft, 10/2, S. 10-12.
- FRITZ A. (1973), Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des unteren Gailtales, Kärnten (Pollendiagramm Pölland). In: *Carinthia II*, 163/83, S. 295-315.

- FRITZ A. (1976a), Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der Karnischen Alpen (Kärnten). In: *Carinthia II*, 166/86, S. 174-196.
- FRITZ A. (1976b), Pollenanalytische Untersuchung des Kalktuffes von St. Magdalena bei Feistritz im Gailtal (Kärnten). In: *Carinthia II*, 166/86, S. 163-172.
- FRITZ A. (1978), ¹⁴C-Datierungen aus dem Holozän und dem Würmglazial Kärntens (1962-1978). In: *Carinthia II*, 168/86, S. 215-226.
- FRITZ A. (2000), Zur Vegetations-, Siedlungs- und Klimageschichte des Millstätter Seentales. In: *Carinthia II*, 190/110, S. 579-590.
- FRITZ A., UCIK F.H. (2001), Klimageschichte der Hohen Tauern. Spätwürmzeitliche und postglaziale Klima- und Vegetationsentwicklung in den südlichen Hohen Tauern, Ergebnis der Bohrungen am Stappitzer See bei Mallnitz (= Nationalpark Hohe Tauern, Wiss. Mitt. 2001, Sonderband 3). 99 S.
- FRITZ A., UCIK F.H. (2002), Eine unerwartete neue Deutung der Klima- und Vegetationsgeschichte des mitteleuropäischen Spätglazials (Zerfall der alpinen Eiskalotte und erste Waldausbreitung in den südöstlichen Alpen bereits im ausklingenden Pleniglazial). In: *Mitt. d. Österr. Geogr. Ges.*, 144, S. 177-198.
- GRESSEL W. (1976), Wetter und Klima in Kärnten. In: KAHLER F. (Hrsg.), *Die Natur Kärntens*. Band 2, S. 267-316. Klagenfurt, Verlag Johannes Heyn.
- HARTL H., STERN R., SEGER M. (2001), Karte der aktuellen Vegetation von Kärnten. Klagenfurt, Naturwiss. Verein für Kärnten. 80 S.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH (1994), Beiträge zur Hydrographie in Österreich, Heft Nr. 52, S. 514. Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum von 1981-1990. Hrsg. v. Hydrographischen Zentralbüro im BM f. Land- u. Forstwirtschaft, Wien.
- KERSCHNER H., BERKTOLD E. (1981), Spätglaziale Gletscherstände und Schuttformen im Sendersal, nördliche Stubai Alpen, Tirol. In: *Zeitschrift f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie*, 17, 2, S. 125-134.
- KOHL H. (2000), Das Eiszeitalter in Oberösterreich. Abriss einer Quartärgeologie von Oberösterreich (= Schriftenreihe des O.Ö.Museal-Vereins – Gesellschaft für Landeskunde, 17). Linz. 487 S.
- KRAINER K. (1938), Die Bergstürze des Dobratsch. In: JUNGMEIER M., SCHNEIDERGRUBER M. (Red.) (1998), *Bergsturz Landschaft Schütt*. Dokumentation und Naturführer, S. 34-39. Klagenfurt, Naturwiss. Verein für Kärnten.
- KRAL F. (1979), Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. In: *Veröff. d. Inst. f. Waldbau an d. Univ. f. Bodenkultur in Wien*. 175 S.
- LANG G. (1994), *Quartäre Vegetationsgeschichte Europas*. Jena, Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag. 462 S.
- NEUMANN W. (1961), Das Gailtal im Ablauf der Geschichte. In: GÜNTSCHL (Hrsg.), *Der Gailfluss*, S. 126-129. Wien, Verlag Natur und Technik.
- OBERDORFER E. (1970), *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete*. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer. 987 S.
- PATZELT G. (1973), Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). In: *Z. Geomorph. N.F. Suppl.* Bd 16, S. 25-72.
- PATZELT G. (1980), Neue Ergebnisse zur Spät- und Postglazialforschung in Tirol. In: *Österr. Geogr. Ges.*, Zweigverein Innsbruck, Jahresbericht 76/77, S. 11-18.
- PENCK A., BRÜCKNER E. (1909), *Die Alpen im Eiszeitalter*, Bd. III. Leipzig.
- PICCOTTINI G. (Hrsg.) (1989), *Archäologischer Atlas von Kärnten*. Klagenfurt, Verlag d. Geschichtsvereins für Kärnten.

- SCHLAMBERGER J. (2000), Geologie und die Bergstürze der Schütt. In: Die Gewässer des Gailtales. Klagenfurt, Naturwiss. Verein für Kärnten. 25 S.
- SCHULTZE E. (1979a), Pollenanalytische Untersuchungen an einem Seebohrkern aus dem Wolayersee in den Karnischen Alpen in Kärnten. In: Carinthia II, 169/89, S. 427-435.
- SCHULTZE E. (1979b), Pollenanalytische Untersuchungen eines Seebohrkernes aus dem Profundal des Wörthersees (Westbecken) in Kärnten. In: Linzer biol. Beiträge, 11/1, S. 21-31.
- SRBIK R. (1936), Glazialgeologie der Nordseite des Karnischen Kammes. In: VI. Sonderheft der Carinthia II, Klagenfurt.
- TINTOR W. (2002), Überlegungen zum Spätglazial zwischen Fusine und Ratece sowie im Mangarttal (Julische Alpen). In: Grazer Schriften d. Geogr. u. Raumordnung, 38, S. 263-275.
- VAN HUSEN D. (1985), Ein prae-würmglazialer Bergsturz vom Spitzegel (Hermagor, Kärnten). In: Carinthia 11, 175/95, S. 165-171.
- VAN HUSEN D. (2000), Geological Processes during the Quaternary. In: Mitt. d. Österr. Geolog. Ges. Wien, 92 (1999), S. 135-156.
- WEISSEL G. (2000), Zur Hydrographie des Gailtales. In: Die Gewässer des Gailtales, S. 19-21. Klagenfurt, Naturwiss. Verein für Kärnten.
- ZWANDER H. (1981), Zur Wald- und Siedlungsgeschichte des Gailtales. In: Carinthia II, 171/91, S. 117-144.

