

**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)**

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

mit 3 Abb. im Text und 1 Faltdiagramm im Anhang

INHALT

|  |     |
|--|-----|
| <i>Abstract</i> .....  | 177 |
| <i>Zusammenfassung</i> .....   | 178 |
| 1 Vorbemerkungen .....   | 178 |
| 2 Die Untersuchungsräume von Stappitz und Görtschach .....               | 179 |
| 3 Die pollenführenden Sedimente .....                                    | 187 |
| 4 Zeitliche Gliederung der Diagramme Stappitzer See und Görtschach ..... | 188 |
| 5 Kernbohrung Dobramoor 2001 .....                                       | 193 |
| 6 Pollenspektrum aus einer Bühlmoräne in den Julischen Alpen .....       | 193 |
| 7 Zusammenfassende Schlussfolgerungen .....                              | 193 |
| 8 Literaturverzeichnis .....   | 196 |

*Abstract*

*Unexpected new results in peniglacial and late glacial vegetation development:  
Case study Carinthia, Austria*

*In this paper, the results of pollen analyses in the Seebach Valley near Mallnitz  
(Hohe Tauern) are compared with those of Görtschach in the Gail Valley with  
regard to the development of the climate and the vegetation in the late Würm ice age  
(at the end of its climax and in the late glacial period).*

*New and original findings were possible as much older pollen grains could be  
found in the massive sediment series there than in the lakes and moors that had been  
studied before. Obviously the breaking-up of the Würm glacier network did not only*

\* tit.a.o.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

*occur at a very early time but had come to an end already before the pollen zone 1. Therefore it is no longer feasible – at least not in the southeastern Alps – to parallel the late glacial period that started with another massive deterioration of the climate with the beginning of the melting of the Würm glaciers.*

## Zusammenfassung

*Vorliegende Studie vergleicht die pollenanalytischen Untersuchungsergebnisse im Seebachtal bei Mallnitz, Hohe Tauern, mit jenen von Görttschach im Gailtal, soweit diese die spätwürmzeitliche (ausgehendes Pleniglazial und Spätglazial) Entwicklung des Klimas und der Vegetation betreffen. Der Vergleich erfolgt anhand der so genannten "Hauptdiagramme". Das Gesamtdiagramm "Stappitzer See" ist bereits in FRITZ & UCİK (2001) publiziert, jenes von Görttschach wird in einer gesonderten Veröffentlichung vorgelegt.*

*Die neuen, völlig unkonventionellen Erkenntnisse, die in beiden Diagrammen übereinstimmend zum Ausdruck kommen, gehen darauf zurück, dass die fossile Pollenüberlieferung infolge der mächtigen Sedimentserien wesentlich weiter in die Vergangenheit zurückreicht als bei den bisher untersuchten Mooren und Seen. Daraus wird ersichtlich, dass es vor der spätglazialen Pollenzone Ia, also noch im ausgehenden Pleniglazial, so günstige klimatische Bedingungen gab, dass bereits zu dieser frühen Zeit eine erste Zuwanderung von Gehölzen (Fichte, Kiefer, Lärche, Erle) nach Kärnten bis in die Hohen Tauern möglich war. Überraschend ist weiters die hohe Präsenz der Fichte im Gailtal, welches sich im Spätglazial als permanentes Gehölzrefugium, zumindest für die Kiefer, erweist.*

*Nach diesen neuen Erfahrungen begann der Zerfall des würmglazialen Eisstromnetzes in Kärnten nicht nur sehr früh, sondern war schon vor der Pollenzone Ia beendet. Es ist daher zumindest für den südöstlichen Alpenraum nicht mehr möglich, das Spätglazial, das mit einer neuerlich kräftigen Klimaverschlechterung einsetzte, als Abschmelzbeginn der Würmvergletscherung anzusprechen.*

## 1 Vorbemerkungen

Die ersten methodisch und thematisch noch recht zaghaften Ansätze pollenanalytischer Untersuchungen in Kärnten gehen auf die 30er- bzw. 40er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts zurück (KIELHAUSER 1937; SCHÜTRUMPF 1940, S. 223-228; SARNTHEIN 1947, S. 111-129; BRANDTNER 1949, S. 72-86).

Erst durch BORTENSCHLAGER (1966, S. 59-74) und SCHMIDT (1965 Dis.; 1969, S. 121-129) in den 1960er-Jahren und durch FRITZ (1964, S. 40-59; 1965, S. 90-115; 1967, S. 5-37; 1972, S. 93-99; 1973, S. 277-293; 1973, S. 295-315; 1976, S. 175-196;) in den 1960er- und 1970er-Jahren sowie durch SCHULTZE (1975, S. 168-176; 1976, S. 197-204; 1979a, S. 1-19; 1979b, S. 21-31; 1979c, S. 359-366, 1979d, S. 427-435)

und KRAL (1985, S. 252-260) wird eine methodisch verbesserte Pollenanalyse konsequent zur Erforschung der spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte Kärntens eingesetzt. Seit dieser Zeit gab es jahrelang keine wesentlichen Fortschritte in der Klima- und Vegetationsgeschichte Kärntens mehr.

Die pollenanalytische Untersuchung der Beckenfüllung im Seebachtal Südabdachung der Hohen Tauern (Pollendiagramm Stappitzer See, FRITZ & UČIČ 2001, S. 1-99), die in einer Mächtigkeit von 160 m zur Verfügung stand, gab der Spät- und Postglazialforschung in Kärnten neue Impulse. Diese Untersuchung, die ein völlig unkonventionelles Ergebnis erbrachte, macht darauf aufmerksam, dass die fossile Pollen- und Sporenüberlieferung wesentlich weiter in die Vergangenheit zurückverfolgt werden kann, als dies aus den bisherigen Moor- und Seeuntersuchungen des Landes hervorgeht. Die bis jetzt untersuchten vorwiegend organischen Ablagerungen mit ihren relativ geringen Mächtigkeiten, die nur im Einzelfall gerade noch 12 m überschreiten, reichen nicht weit genug in jene Vergangenheit des ausgehenden Pleniglazials zurück, während der es zum Absatz von hunderten Metern Sediment in den Becken und Tälern des Landes kam. Der relativ rasche Rückgang der Pollendichte im tiefer gelegenen anorganischen Sediment, welches den organischen Komplex stets unterlagert, gab nicht den Anreiz in diese anorganischen Sedimente vorzudringen, zumal die konventionellen Bohrgeräte des Pollenanalytikers nicht die Möglichkeit bieten, tiefere Sedimentschichten zu bearbeiten. Die in den anorganischen Ablagerungen vorwiegend gute Erhaltung des Pollens garantiert jedoch, dass sich der arbeitsmäßige Mehraufwand, der zur Anreicherung des Pollens aus größeren Probemengen erforderlich ist, durchaus lohnt.

Die positive Erfahrung des Erstautors mit anorganischen Sedimenten, welche bei der Bearbeitung der Ablagerungen im Verlandungsbereich des Stappitzer Sees (Hohe Tauern) gemacht wurde, veranlasste die Autoren, die Bearbeitung derartiger Sedimente fortzusetzen, nicht zuletzt deshalb, um das Ergebnis von Stappitz durch weitere Untersuchungen zu verifizieren. Zur Zeit beschäftigen sich die Autoren mit Kernbohrungen aus den Sörger Bergen (Dobramoor) und aus dem Gailtal (Görttschach), die bereits soweit gediehen sind, dass ein Vergleich mit dem Ergebnis aus den Hohen Tauern sinnvoll erscheint.

## **2 Die Untersuchungsräume von Stappitz und Görttschach**

### **2.1 Geographische Lage (vgl. Abb. 1 und 2)**

Die geographische Lage der Bohrlokalisierung Stappitzer See ist in FRITZ & UČIČ (2001, S. 8-10) durch Bild und Text eingehend beschrieben. Hier mögen nur die wichtigsten Angaben wiederholt werden. Die Bohrlokalisierung liegt im Verlandungsgebiet des Stappitzer Sees (Seebachtal, Südabdachung der Hohen Tauern) in einer Seehöhe von 1.273 m NN. Erdkoordinaten (Österreichische Karte 1:50.000, Blatt 155 Bad Hofgastein): 13°11'45" östlich von Greenwich, 47°01'06" nördliche Breite. Das Seebachtal ist ein typisch glazial überprägtes alpines Hochtal, in dessen becken-



Abb. 1: Seebachtal mit Stappitzer See. Die Bohrstelle befindet sich im Verlandungsgebiet des Sees rechts neben der Straße auf dem freien Feld talaufwärts vom Gebäude



Abb. 2: Lagenskizze der Bohrstellen Stappitz, Görtschach und Dobramoor in Kärnten

artig verbreitertem Talausgang der Stappitzer See eingebettet ist. Das Tal erreicht man vom Mölltal aus, indem man bei Obervellach nach Mallnitz abzweigt, wo sich das Seebachtal mit dem Tauerntal vereinigt.

Die Kernbohrung von Görttschach stammt aus dem Gailtal, jener fast extrem geradlinig West-Ost gestreckten Talung im Süden Kärntens mit den Karnischen Alpen als südliche und den Gailtaler Alpen als nördliche Begrenzung. Die Bohrstelle liegt südöstlich des Pressegger Sees mit einer Geländeoberkante von 560,21 m NN. Erdkoordinaten: X 11247,77; Y 163357,38. Die Bohrung Görttschach wurde bereits im August 1984 vom Amt der Kärntner Landesregierung im Rahmen "Naturraumpotential Unteres Gailtal KC-11d" in Auftrag gegeben und ist in Feistritz a.d. Gail gelagert. Die pollenanalytische Bearbeitung wurde erst durch das Untersuchungsergebnis von Stappitz aktuell. Herrn Dr. Josef MÖRTL sei für die Bemühung, die Bohrkerne für die Autoren zugänglich zu machen, herzlich gedankt.

## 2.2 Geologie

### 2.2.1 Allgemeines

Bis vor wenigen Jahrzehnten lagen weder für die inneralpinen Täler noch für die großen Flusstäler Kärntens wesentliche konkrete Angaben über den Aufbau der Lockerschichten, geschweige über deren Mächtigkeit bzw. über die Tiefenlage des Felsuntergrundes vor. Es waren lediglich die obersten Schichten aus Kiesgruben oder durch die Gründung von Brücken und Flachbauwerken bekannt geworden. Nachdem viele Jahre lang Kraftwerke (auch die großen Stufen an der Drau) noch mit relativ wenigen geologischen Untersuchungsbohrungen geplant wurden, intensivierte man die Erkundung zunächst mit Hilfe von Schlagbohrungen, wobei deren Aussagen natürlich nur mit aller Vorsicht interpretiert werden konnten. Immerhin erreichte eine dieser Bohrungen im unteren Rosental zwischen den Kraftwerken Ferlach-Ma. Rain und Annabrücke -101 m unter GOK (= Geländeoberkante), wobei bis -84 m graue, schluffige Stauseeablagerungen und in deren Liegendem bis zum Bohrende eine wahrscheinlich wechselhafte Folge von Grundmoränen und lakustrinen Bändertonen nachgewiesen wurde. Der Felsuntergrund wurde nirgends erreicht; nach geophysikalischen Untersuchungen soll er im Bereich der Stauwurzel der Stufe Feistritz bei -160 m liegen (KAHLER 1968) und im unteren Rosental bei -300 bis -400 m (SEIBERL & STEINHAUSER 1980).

In den 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts setzte die intensive Erkundung des Untergrundes verschiedener Täler mittels zahlreicher Kernbohrungen ein, die uns zumindest für die obersten 40 bis 50 m der Talfüllungen meist schon ein recht gut begründetes Modell vom Aufbau der Sedimente lieferten. Einige der im geologischen Teil erwähnten Bohrungen sind bisher nicht veröffentlichte Untersuchungsergebnisse aus dem Archiv des Zweitautors.

Zwei Ergebnisse dieser Bohraktivitäten erscheinen besonders erwähnenswert:

1. Das verbreitete Vorhandensein von mächtigen Seeablagerungen in praktisch allen großen Tälern. Erst 1997 wurde bei Kraindorf im Glantal zwischen Liebenfels und St. Veit eine Bohrung bei -100 m in grauen Schluffen eingestellt, nachdem sie bereits rund 90 m Seeablagerungen durchsunken hatte.
2. Die tiefe Lage des Felsuntergrundes, der in keiner dieser Bohrungen erreicht wurde (selbst eine 1987 bei Fellbach talaufwärts von Kleblach-Lind im oberen Drautal niedergebrachte Bohrung wurde bei -200 m noch in Lockerschichten, und zwar in vorwiegend sandigen Schichten, eingestellt).

Pollenanalytische Untersuchungen dieser Talfüllungen gab es mit Ausnahme von einigen Arbeiten beim Kraftwerk Annabrücke nirgends (UCİK & FRITZ 1980). Zu den Erkundungsbohrungen für Kraftwerksprojekte kamen später auch Bohrungen auf Grundwasservorkommen hinzu, die ebenfalls wichtige neue geologische Ergebnisse lieferten. In zwei Gebieten – im Seebachtal bei Mallnitz, sowie im Gailtal unterhalb des Presseggersees – wurden die glücklicherweise noch aufbewahrten Bohrkerne nun nachträglich pollenanalytisch ausgewertet, wobei für den Zeitraum vom ausgehenden Pleniglazial bis in die Jetztzeit eine detaillierte Klimaentwicklung mit zum Teil sensationellen neuen Ergebnissen erstellt werden konnte. Diese Ergebnisse stammen aus Talandschaften, die während des Hochglazials von mächtigen Gletschern erfüllt waren. Die Bohrung im Dobramoor bei St. Urban dagegen befindet sich in einem Gebiet, das stets außerhalb des maximalen Eisstandes lag, wodurch dort auch während des eigentlichen Würmhöchststandes eine Sedimentation mit inkludierter fossiler Pollenüberlieferung möglich war.

Im Folgenden sollen nun die geologischen Verhältnisse der drei genannten Gebiete kurz dargestellt werden, worauf eine genetische Deutung der in den einzelnen Bohrungen vorgefundenen Schichtfolgen versucht werden soll.

### ***2.2.2 Das Seebachtal und der Raum Stappitzer See bei Mallnitz***

Das Gebiet von Mallnitz und das Seebachtal liegen zur Gänze im "Tauernfenster", das im Sinne des Deckenbaues einen Aufschluss des tiefegelegenen, subduzierten Penninikums unter den gegen N bis NW überschobenen ostalpinen Einheiten darstellt. Der größte Teil des Seebachtales verläuft im Bereich der sehr festen Gesteine der Gneiskerne; nur im untersten Abschnitt des Tales (Stappitzer See) queren Gesteinsfolgen des altpaläozoischen, mehrfach metamorph umgewandelten Alten Daches das Tal. Die granitischen Gesteine der Zentralgneiskerne waren fest genug, um die glazial geschaffene U-Form des Seebachtales auch postglazial zu erhalten, sodass den steilen Berghängen nur Blockhalden und Schuttkegel vorgelagert sind.

Für ein Stausee- bzw. Kraftwerksprojekt wurden 1979-81 durch die damaligen Österreichischen Draukraftwerke vier Bohrungen beim Stappitzer See niedergebracht. Die pollenanalytische Auswertung des Kernmaterials, vor allem der in der Talmitte gelegenen 96 m tiefen Bohrung STA-1, lieferte einerseits den Beweis, dass auch in anorganischen Sedimenten noch genügend Pollen für stratigrafische Untersuchungen aufzufinden ist, und war andererseits in ihren Ergebnissen so interessant,

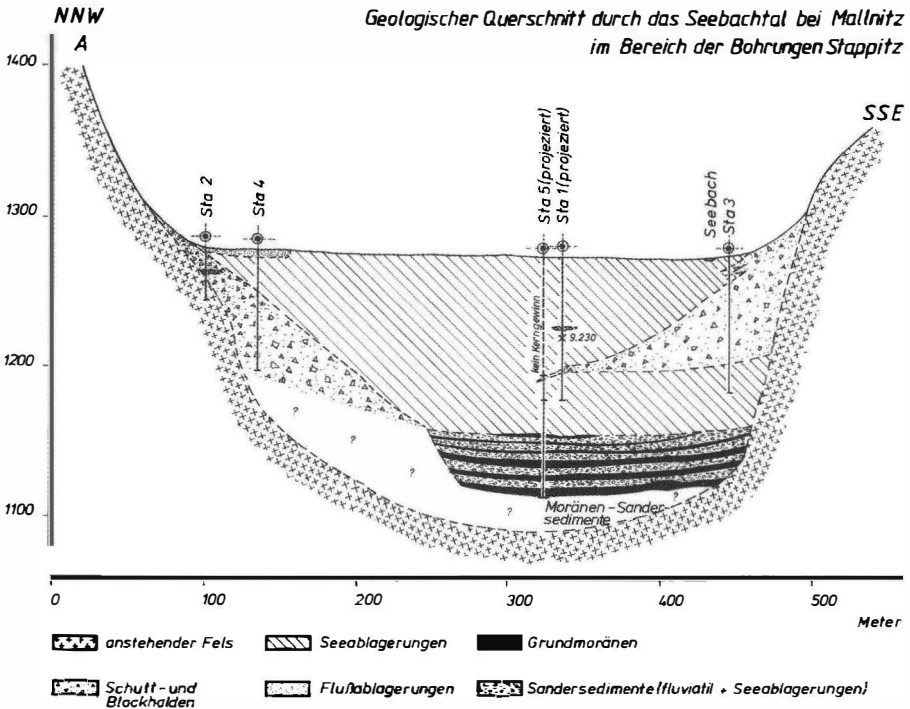


Abb. 3: Geologischer Querschnitt durch das Seebachtal im Bereich des Stappitzer Sees

dass der Nationalparkrat Hohe Tauern eine weitere 160 m tiefe Bohrung STA-5 zusätzlich finanzierte.

Entgegen den Voraussagen geophysikalischer Untersuchungen wurde in der Talmitte auch mit der Bohrung STA-5 der Felsuntergrund bei -160 m noch nicht angetroffen.

Die Rekonstruktion der Talfüllung durch Kombination der Bohrkerne von STA-1 bis STA-5 (vgl. Abb. 3) ergab nun von -160 m bis -118 m herauf einen mehrfachen Wechsel von Grundmoränen sowie fluviatilen und lakustrinen Ablagerungen, die als Sanderablagerungen eines abschmelzenden Gletschers gedeutet werden.

Im Hangenden dieser Sandersedimente folgen bis etwa -14,5 m herauf sehr feinkörnige Stillwasser-Ablagerungen, also eines Sees. Dieser wurde vermutlich hinter Schwemm- und Schuttkegeln aufgestaut, die unmittelbar talabwärts des heutigen Stappitzer Sees von den Talflanken her laufend oder episodisch in den zentralen Talbereich vorgebaut wurden. Die lagenweisen, sehr großen Anteile der Fein- und Mittelschluff-Fraktion im Sediment weisen zweifellos auf eine größere Längserstreckung des Sees hin, dank welcher die gröberen Kornanteile meist schon weiter talaufwärts an der Stauwurzel sedimentiert wurden. Die von -14,5 m bis zur Oberfläche empor eher sandigen und zum Teil etwas kiesigen Schichten sind wieder Ablagerungen eines deutlich fließenden Gewässers.

Weiter talauswärts riegelte postglazial ein großer Bergsturz vom orographisch linkseitig gelegenen Auernig das Tal bei Rabisch ab, sodass es hier hinter den stauenden Sturzmassen zur Aufschüttung eines weiteren, tiefer gelegenen Talbodens kam, auf dem der Hauptort Mallnitz liegt.

### **2.2.3 Das Gailtal zwischen Vorderberg und Presseggersee (vgl. Abb. 2)**

Auch in diesem Gebiet wiesen mehrere, in den 80er- und 90er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts niedergebrachte Bohrungen die zeitweilige Existenz von Talseen nach, wobei eine Bohrung (nördlich Feistritz a.d. Gail) bei -150 m unter GOK in offensichtlich sehr mächtigen Seeablagerungen eingestellt wurde. Insgesamt wurden im Talabschnitt zwischen Latschach im Westen und Dreulach im Osten sechs Kernbohrungen niedergebracht, die eine recht genaue Rekonstruktion der Sedimentationsgeschichte seit der ausgehenden Würmvergletscherung ermöglichten. Wesentliche Erkenntnisse für den Aufbau dieses Talseebeckens sind,

1. dass mächtige Seesedimente vor allem in der Talmitte vorliegen,
2. dass am West- und Südrand des Beckens immer wieder gröberkörnige Ablagerungen die hier nicht sehr mächtigen lakustrinen Ablagerungen unterbrechen,
3. dass dies wahrscheinlich durch ein zeitweiliges Absinken des Seespiegels infolge retrograden Einschneidens der früheren Gail in die stauenden Massen (Bergstürze vom Dobratsch) einerseits und ein neuerliches Höherspannen des Seespiegels durch weitere postglaziale Bergsturzereignisse andererseits verursacht wurde,
4. dass im zentralen Teil des Beckens das Wasser oft stagnierte, wie die Schwarzfärbung von Sedimenten in einigen Bohrungen und Gasaustritte aus denselben (Aussage des Bohrmeisters) belegen.

In der Bohrung KC-11d/C südlich von Görttschach wurden bis fast 100 m unter GOK neben lakustrinen und fluviatilen Ablagerungen von der Kornzusammensetzung her auch mehrfach typische Grundmoränensedimente angetroffen, wie die Neuaufnahme der Kerne durch den Zweitautor ergab. Es ist wahrscheinlich, dass hier am Westende des alten Tales von der frühen Gail unter anderem auch umgelagertes Grundmoränenmaterial aus der Umgebung in Form von Schlamm- und Murenmassen in den See geschüttet wurde. Im Inneren des Sees bzw. in größerer Entfernung von der vermutlichen Ur-Gail-Einmündung wurden derartige Sedimente nicht mehr angetroffen.

### **2.2.4 Das Dobramoor (vgl. Abb. 2)**

Dieses Gebiet ist kein Flusstal, sondern ein echtes Becken abseits der Haupttäler, wengleich es auch fluviatile Ablagerungen von Zubringerbächen aus dem Westen enthält. Die vor einigen Jahren vom Zweitautor in diesem Gebiet durchgeführte quartärgeologische Kartierung ergab, dass das Gebiet dieses Beckens nie vergletschert war und auch während des Hochglazials der Würm-Gletscher nur mit kleinen Eisausstülpungen den im Süden abgrenzenden Bergkamm im Bereich von Einsatte-



lungen östlich und westlich von Veits- und Gösseberges geringfügig überwand. Dafür finden sich schon bei PENCK & BRÜCKNER (1909) Hinweise.

Eisrandterrassen in fast 1.000 m SH (Freundsam: bis 977 m; Ruine Gradenegg: bis 994 m) weisen darauf hin, dass während des Hochglazials der Gletscher hier das Becken abspernte, sodass es nach derzeitigem Kenntnisstand wahrscheinlich ist, dass die aus dem Gletscherrand kommenden Schmelzwässer bzw. die Bäche aus den nördlich anschließenden, eisfreien Gebieten den im Becken entstandenen See mit Sedimenten auffüllten. Da der Eisrand vermutlich schon während der ersten Rückzugsphasen im ausgehenden Pleniglazial hier stark einsank, konnte sich der Beckenabfluss im Osten sehr bald in die jungen Sedimente tief eingraben; die rückschreitende Bacherosion räumte dann das Becken in kürzester Zeit tiefreichend aus (ca. 80-90 Höhenmeter der Füllung, und in der Talmitte wurde zusätzlich eine kleine Mulde ausgespült, in der sich das von BORTENSCHLAGER 1966 untersuchte Moor entwickelte).

Da die Pollenprofile BORTENSCHLAGERS nach unten hin in der Ältesten Dryas (Pollenzone Ia, 13.000 bis 15.000 Jahre v. heute) und die erhaltene primäre Beckenfüllung nach oben hin im ausgehenden Pleniglazial enden, dauerte diese gewaltige Erosion nach vorläufiger Deutung wahrscheinlich maximal nur etwa 1.000 Jahre.

Die im Jahre 2001 zu rein wissenschaftlichen Zwecken niedergebrachte Bohrung erreichte den Fels in -66,60 m unter GOK (ca. 900 m SH), also etwa in 834 m SH. Neben Seeablagerungen und feinkörnigen (sandigen) Bachsedimenten wurden wiederholt (besonders gegen das Liegende) auch Schichten von Schutt und Splintern der das Becken umgebenden Schiefergesteinsserien angetroffen.

Die Bohrung bestätigt, dass das Moorbecken nicht vergletschert war. Dementsprechend reicht die Pollenführung in den Sedimenten auch in die hochglaziale Kaltzeit zurück. Auffällig ist, dass sich im Becken des Dobramoores keine Ablagerungen älterer Glazial- oder Interglazialzeiten erhalten haben; das Felsbecken wurde vor dem Ablagerungsbeginn offenbar erosiv völlig ausgeräumt. Es bleibt vorläufig Spekulation, ob dies schon im letzten Interglazial, oder durch die reichen Niederschläge des einsetzenden Würm-Pleniglazials geschah.

## 2.3 Vegetation

Die heutigen Vegetationsverhältnisse im Bereiche der beiden Untersuchungsräume sind aus der Karte der aktuellen Vegetation von Kärnten (HARTL, STERN & SEGER 2001) zu entnehmen. Danach befindet sich das Seebachtal in der obermontanen Stufe mit Wirtschaftsgrünland am Talboden des verbreiterten Talausganges, mit Grauerlen-Beständen entlang des Seebaches, an den wasserzügigen Unterhängen und im Bereich des Stappitzer Sees, sowie mit Fichtenwäldern und einem nach oben anschließenden Fichten-Lärchenwald an den Bergflanken. Gegen den Talschluss hin schließen sich dem Fichten- bzw. Lärchen-Fichtenwald Zirben- und Lärchen-Zirben-Bestände an. Entsprechend der Lage des Seebachtales in den Hohen Tauern breiten sich über der Waldgrenze die verschiedenen Vegetationseinheiten der Hochlagen aus. Die Schneegrenze im Ankogel-Hochalmgebiet kann gegenwärtig etwa bei 2.800 m NN angenommen werden.

Die Bohrstelle Görtschach liegt knapp südlich der Gail im Bereich eines Acker-Grünland-Komplexes sowie südöstlich eines relativ ausgedehnten Röhrichts mit Großseggenfluren im Verlandungsgebiet des Pressegger Sees. Im Gegensatz zum Seebachtal, dessen Talflanken beiderseits vom Fichten- bzw. Fichten-Lärchenwald bestockt sind, breiten sich auf dem Nordabhang der Karnischen Alpen gemischte Buchen-Tannen-Fichtenwälder aus, die nach oben in Fichtenwälder bzw. Fichtenforste und weiters in einen Fichten-Lärchenwald übergehen. Nördlich der Gail auf der Terrasse von St. Stefan i.G. findet sich ein Rotföhren-Fichten-Wald, und in den Gailtaler Alpen dominieren ausgedehnte Fichtenbestände mit mosaikartig eingestreuten Vorkommen von Nadel-Laubmischwäldern, sowie Bestände eines warmen Laubmischwaldes, Rotföhrenwaldes und von Fichten-Lärchen- bzw. Lärchen-Fichtenwäldern. Diese Vielfalt ökologisch zum Teil anspruchsvoller Baumarten lässt die klimatische Bevorzugung dieses südlichen, tiefer gelegenen Landesteiles gegenüber dem zentralalpinen und höheren Norden deutlich werden.

## 2.4 Klima

Vergleicht man jene Mitteltemperaturen, die nach den Kenntnissen über die großklimatische Wärmeverteilung auf der Erde den Ostalpenländern gemäß ihren geographischen Koordinaten zukämen, mit den auf die Meereshöhe reduzierten Normalwerten der Temperatur für Österreich, so sieht man, dass Österreich in allen Jahreszeiten eine positive Anomalie aufweist (STEINHAUSER et al. 1960).

Die Abweichung ist gerade in den Wintermonaten am größten und geht auf die besondere geographische Lage Österreichs mit häufig maritimem Einfluss im Winter und kontinentalem Einfluss im Sommer zurück, da die Alpenländer Österreichs, klimatisch gesehen, in einem Übergangsbereich liegen, in dem sich die Eigenart des westeuropäischen Seeklimas mit der Eigenart des osteuropäischen Landklimas überschneidet. Diese west- und osteuropäischen Einflüsse werden in Kärnten noch von mediterranen überlagert, was Kärnten zur "Riviera Österreichs" ("Sonnenland Österreichs", PASCHINGER 1976, S. 64) macht.

Entsprechend den Verhältnissen in den inneralpinen Becken und Tälern, deren Winterstrenge seit alters bekannt ist, gehört das Gailtal (im Gegensatz zu den Hohen Tauern, die eine Art Wärmeinsel bilden, Conrad 1913, S. 104) zu jenen winterkalten Gegenden, in denen die traditionellen Jännermittel unter  $-5^{\circ}\text{C}$  sinken. Die Hanglagen des Gailtales hingegen sind gegenüber der Talsohle infolge der in Kärnten weit verbreiteten Erscheinung der winterlichen Temperaturumkehr begünstigt.

Hinsichtlich der Niederschlagsverhältnisse unterscheidet sich das Gailtal ganz wesentlich vom übrigen Kärnten (CONRAD 1913, S. 112). Der südwestliche Teil Kärntens (Karnische Alpen) ist das niederschlagsreichste Gebiet des Landes. Die aus dem Süden und aus dem Westen auf das Gailtal übergreifenden Luftmassen geben bei ihrem neuerlichen Aufstieg, der durch die Gailtaler Alpen verursacht wird, immer noch große Niederschlagsmengen ab, die im Allgemeinen bei 1.400 bis 1.500 mm pro Jahr liegen. Die ergiebigsten Niederschläge treten meistens im Herbst

auf (Oktoberregen). Nicht selten verursachen die manchmal sogar exzessiven Niederschläge große Hochwasserkatastrophen. Die Klimadiagramme von Förolach (565 m NN) und Feistritz a.d.G. (580 m) (FRITZ 1970, S. 13) und jenes von Mallnitz, Hohe Tauern (FRITZ & UČIK 2001, S. 21) mögen die Schilderung der heutigen Klimaverhältnisse im Bereich der beiden Lokalitäten, aus denen die Pollendiagramme stammen, ergänzen.

### **3 Die pollenführenden Sedimente**

#### **3.1 Pollenkonservierende Biotope**

Wie bereits oben dargelegt, handelt es sich bei den pollenführenden Sedimenten sowohl im Seebachtal als auch im Gailtal durchwegs um anorganische Ablagerungen, die sich nach den gängigen Vorstellungen des Pollenanalytikers kaum für eine einschlägige Untersuchung eignen. Die Vorversuche haben jedoch gezeigt, dass auch derartige Sedimente ausreichende Pollenmengen in einem vorzüglichen Erhaltungszustand enthalten können. Die Ursache dafür ist in beiden Fällen (Stappitz, Görtschach) offensichtlich darin zu suchen, dass der Pollen in ein aquatisches Milieu (offenes Wasser, Feuchtbiotop) eingeweht wurde, in welchem er durch schnelle Überlagerung des Pollens mit neuerlich abgesetztem Sediment rasch unter Luftabschluss gelangte. Wenn es im Seebachtal in erster Linie ein See war, der den Pollen aufnahm und konservierte, so treten im Gailtal zeitweilig die Stillwasserbereiche (Pollenfunde der Seerose) zugunsten der Feuchtbiotop (Röhrichtbestände des Rohrkolbens, Flussauen, letztere belegt durch Pollenfunde der Grau-Erle, Gewöhnliche Esche, Pappel und Hopfen) zurück.

#### **3.2 Abtrennung des Pollens und der Sporen**

Die ungewöhnliche Mächtigkeit der Sedimentprofile und der damit unzweifelhaft verbundene Verdünnungseffekt der Pollendichte erforderten größere Materialproben, um ausreichende Pollen- und Sporenmengen aus dem Sediment zu gewinnen. Die Arbeitsweise musste daher den besonderen Erfordernissen angepasst werden. Die Proben, teilweise bis zu 250 g, wurden dreimal in Wassermengen von jeweils 400 ml aufgeschwemmt und durch Dekantieren Schluff und Pollen vom Grobsand und Kies abgetrennt. Durch Schwertrennung mit Hilfe gesättigter Zinkchloridlösung wurde weiters der Pollen vom Schluff isoliert und anschließend zusätzlich noch durch Flusssäure gereinigt. In extremen Fällen musste der geschilderte Arbeitsvorgang mit neuerlichen Sedimentmengen wiederholt werden. Die weitere Bearbeitung des Pollensedimentes erfolgte nach der in der Pollenanalyse im Allgemeinen angewandten Rezeptur.

## 4 Zeitliche Gliederung der Diagramme Stappitzer See und Görtschach

### 4.1 Allgemeine Bemerkungen zur Diagrammdarstellung

Als Grundlage der zeitlichen Gliederung der Diagramme dienen in vorliegender Studie aus raumtechnischen Gründen die so genannten "Hauptdiagramme". Das vollständige Pollendiagramm "Stappitzer See" ist bereits in FRITZ & UCİK (2001) veröffentlicht, jenes von "Görtschach" wird in einer gesonderten Publikation vorgelegt werden.

Die beiden Hauptdiagramme beschränken sich auf die Darstellung jener Pollentypen, die den Antagonismus zwischen offenen Vegetationsverhältnissen (Kräuter, Gräser) und den mehr oder weniger geschlossenen Wald- bzw. Gehölzbeständen (Fichte und Kiefer) veranschaulichen. Aus klimatischer Sicht kommt dem Beifuß als Element der Kältesteppe eine besondere Bedeutung zu, weshalb dieser Pollentyp gesondert hervorgehoben ist. Der in den Sedimenten sehr häufig auftretende Erlenpollen bleibt dagegen in den Diagrammen unberücksichtigt. Es sei jedoch erwähnt, dass der Erlenpollen in Görtschach fast zur Gänze von der Grau-Erle (*Alnus incana*) und jener in den Hohen Tauern im würmglazialen Bereich des Profils mit wenigen Ausnahmen von der Grün-Erle (*Alnus alnobetula*) stammt.

In einer gesonderten, jeweils dem Hauptdiagramm angefügten Spalte sind jene Horizonte vermerkt, in denen Großreste (Spaltöffnungsapparate der Fichte und Kiefer bzw. Nadelfragmente der Lärche) aufgefunden wurden.

Die beiden Diagramme enthalten nicht die gesamte pollenanalytische Auswertung der Kernbohrungen, welche im Verlandungsgebiet des Stappitzer Sees bis -160 m und in Görtschach bis -100,5 m abgeteuft wurden. Da in der vorliegenden Publikation in erster Linie die klimatischen und vegetationsgeschichtlichen Verhältnisse des ausklingenden Würmglazials aufgezeigt werden sollen, wurde auf eine vollständige Darstellung des Postglazials verzichtet und dieses nur so weit berücksichtigt, als es dem Erstautor wichtig erscheint, um das Ende des Spätglazials eindeutig festzulegen und den pollenstratigrafischen Gegensatz zwischen den ausgesprochen kalt- bzw. warmzeitlichen Pollenspektren augenscheinlich zu machen.

### 4.2 Zeitliche Gliederung der Diagramme nach den Firbas'schen Pollenzonen

Die Gliederung der Diagramme Stappitzer See und Görtschach erfolgt im vorliegenden Fall nicht in der sonst üblichen pollenstatistischen Charakterisierung einzelner Abschnitte. Die Gliederung zielt bewusst darauf ab, (absolute) Zeitgrenzen festzulegen, die mangels ausreichender radiometrischer Möglichkeiten auf der Basis der mitteleuropäischen Klimaentwicklung eruiert werden. Danach befindet sich die Grenze zwischen Spät- und Postglazial (um ca. 10.000 v.h.) im Diagramm Stappitzer See bei -60 m, im Diagramm Görtschach bei -33 m. Diese Grenze ist in beiden Diagrammen nach den gleichen pollenstratigrafischen Gesichtspunkten, mit besonderer Berücksichtigung der Kiefernkurve, festgelegt und wird durch radiometrische

Datierungen im Bereich des frühen Postglazials abgesichert (VERA - 1624: 9.365  $\pm$ 35 J. a BP; ETH - 25628: 9.270  $\pm$ 75 a BP; ETH - 25629: 8.735  $\pm$ 70 a BP).

#### **4.2.1 Pollenzone III (10.000 bis 11.000 v.h.), Kälterückschlag der Jüngerer Dryas**

Im Zeitraum von 10.000 bis 11.000 v.h. gab es erdweit einen markanten Klimarückfall (Pollenzone III), welcher im Sinne der Glazialgeologie in den Alpen der Egesen-Kaltphase gleichgesetzt wird. Dieser Klimarückfall ist in beiden Diagrammen sehr deutlich durch den Rückgang der Gehölze bei gleichzeitig kräftigem Anstieg der Kräuter, besonders des Beifußes, ausgeprägt. Er umfasst im Diagramm von Stappitz eine Profillänge von 9,50 Metern (-60 m bis -69,50 m), im Görttschacher Diagramm eine Länge von 11,50 Metern (-31 m bis -42,50 m) und ist in seiner markanten Pollenüberlieferung eindrucksvoll in den Diagrammen abgehoben und abgegrenzt. Wenn man berücksichtigt, dass Moorprofile ähnlicher Länge im Allgemeinen das gesamte Post- und Spätglazial enthalten, wird verständlich, warum Zone III üblicherweise in den Pollendiagrammen, im Gegensatz zu Stappitz und Görttschach, eher schwach und unbedeutend bzw. mitunter etwas unklar in Erscheinung tritt (KRAL 1979, S. 31).

#### **4.2.2 Pollenzone II (11.000 bis 12.000 v.h.), Alleröd-Warmphase**

Dem Kälterückschlag der Zone III ging in der Zeit von etwa 11.000 bis 12.000 v.h. eine ziemlich kräftige Wärmeperiode voraus, die sich in den Diagrammen an den erwähnten Beifußgipfel der Zone III nach unten anschließt. Die Klimagunst der Alleröd-Warmphase äußert sich pollenstratigrafisch sowohl durch niedrige Beifuß- und Kräuterwerte als auch durch den Anstieg des Kiefernpollens zu absoluten Höchstwerten. Die Alleröd-Warmphase umfasst im Diagramm des Stappitzer Sees den Bereich zwischen -69,50 m und -76 m (6,50 m Profillänge) und im Diagramm Görttschach den Abschnitt zwischen -42,50 m und -47,50 m (5 m Profillänge). Diese durch Kiefernpollen dominierte Diagrammlage ist in weiten Teilen Mitteleuropas typisch für die Zeit des Alleröd und kann daher zweifelsfrei der Pollenzone II zugeordnet werden.

Die im Profil Görttschach radiometrisch datierte Holzprobe aus der Tiefe von 45,20/46 m mit dem Alter von 12.080  $\pm$ 110 J. v.h. (VRI-1332) ist offensichtlich für die pollenstratigrafische Diagrammlage mitten im Alleröd zu alt (Holzumlagerung), sie bekundet aber die große zeitliche Nähe zur Warmphase.

#### **4.2.3 Pollenzone I (12.000-15.000 v.h.)**

Der Alleröd-Warmphase geht eine klimatisch merklich ungünstigere Periode voraus, die das Spätglazial einleitete und deren Zeitgrenzen allgemein mit ca. 12.000 bis 15.000 v.h. angegeben werden. Pollenzone I wird üblicherweise in drei Subzonen unterteilt, und zwar in die Zonen Ic, Ib und Ia, wobei der älteste Zeitabschnitt (Ia) pollenstratigrafisch durch die höchsten Kräuter- und Beifußwerte des gesamten Spätglazials charakterisiert ist. Pollenzone Ia ist daher leicht erkennbar und ermöglicht so, mit Sicherheit die Position der Zone I in den Diagrammen

Stappitzer See und Görtschach festzulegen. Zone I reicht demnach im Sedimentprofil des Seebachtales von -76 m bis -113 m (37 m Profillänge) und in der Talfüllung bei Görtschach von -47,50 m bis -59 m (Profillänge 11,50 m). Wenn normalerweise in den Pollendiagrammen Kärntens (und nicht nur hier), die bis zur Pollenzone Ia zurückreichen, offenbar die auswertbare Pollenüberlieferung mit dieser Zone abbricht, so setzt sich die Pollenüberlieferung in den Profilen von Stappitz und Görtschach mit einer deutlich geänderten Zusammensetzung der Pollenspektren weiter in die Vergangenheit fort. Damit stehen wir vor dem eigentlichen Problem, auf welches die vorliegende Studie aufmerksam machen will. Doch bevor näher auf dieses Problem eingegangen werden soll, möge zunächst noch geprüft werden, inwieweit in den Diagrammen Stappitz und Görtschach eine Aufgliederung der Pollenzone I in ihre Subzonen möglich ist.

#### **4.2.4 Pollenzone Ic (12.000 bis ? v.h.), Kälterückfall der Älteren Dryas**

Subzone Ic entspricht einer Klimaverschlechterung, welche seitens der Glazialgeologie der Daun-Kaltphase entsprechen soll, aber in den Pollendiagrammen nicht immer deutlich genug in Erscheinung tritt (KOHL 2000, S. 383). In den beiden Diagrammen Stappitz und Görtschach jedoch erscheint eine Abgrenzung der Zone Ic durchaus möglich. Sie hebt sich in den Diagrammen durch einen deutlich ausgebildeten Kräuterpollen- und Beifuß-Gipfel sowie durch den gleichzeitigen Rückgang der Kiefernkurve bei -76,50 m (Stappitz) bzw. bei -48 m (Görtschach) ab, unmittelbar bevor die Kiefer ihre allerödzeitlichen Höchstwerte erreicht. Dieses klimatische Intermezzo beschränkt sich in beiden Diagrammen auf eine Profillänge von 1 m und war daher wohl nur von kurzer Dauer.

Die pollenstratigrafische Position der Subzone Ic, wie sie sich in beiden Diagrammen präsentiert, ist dadurch gekennzeichnet, dass der Klimarückschlag in eine ansteigende Phase der Kiefernpollen-Kurve fällt, die zielgerichtet in den Höchstwerten der allerödzeitlichen Kiefernausbildung gipfelt. Die gleiche Situation hinsichtlich der Zone Ic findet sich auch im Pollendiagramm Rödschitzmoor (Traungletschergebiet) bei etwa -526 cm (KOHL 2000, S. 382, Abb. 107 nach DRAXLER 1977). Das Radiokarbonalter für Ic wird dort mit  $12.420 \pm 420$  J.v.h. angegeben. Die zwei radiometrischen Datierungen im Görtschacher Profil (VRI-1332 und VRI-1331) engen dagegen die Subzone Ic auf einen Zeitraum zwischen  $12.080 \pm 110$  v.h. und  $12.130 \pm 110$  v.h. ein, mit den Vorbehalten, die radiometrischen Datierungen gegenüber angebracht erscheinen.

#### **4.2.5 Pollenzone Ib, Bölling-Warmphase (? bis 13.000 v.h.)**

KOHL (2000, S. 383) charakterisiert die Pollenzone Ib als Übergang der Steppenphase in eine Strauchphase in Verbindung mit einem Anstieg der Gräser bei gleichzeitigem Rückgang des Nichtbaumpollens. Nach Zoller (1987, S. 125) wird in allen Gegenden der Schweiz Pollenzone Ib von einer Wacholder-Sanddornphase eingeleitet, welche auf eine markante Ausbreitung der Zwergbirke am Ende der Pollenzone Ia folgt.

Geht man vom Faktum aus, dass Pollenzone Ib als Warmphase aufzufassen ist, so wird sich der Beginn der Erwärmung, also die Zonengrenze Ia/Ib je nach den lokalen klimatischen Verhältnissen vegetationsmäßig und damit pollenstratigrafisch unterschiedlich darstellen, wie das in den Diagrammen Stappitzer See und Görtschach deutlich wird. So bietet sich im Diagramm Görtschach der steile Abfall der Beifußkurve bei -55,50 m als deutlicher Klimaumschwung an, der ab jetzt einen konsequenten, wenn auch mit geringen Schwankungen versehenen Aufwärtstrend der Kiefernkurve einleitet und damit annähernd als Zonengrenze Ia/Ib betrachtet werden kann. Danach reicht die Bölling-Warmphase im Görtschacher Diagramm etwa von -48,50 bis -54,50 m (6 m Profillänge). Das mutmaßliche Alter des Horizontes von -50,60/-51 m (Görtschach) in diesem Diagrammbereich mit  $12.130 \pm 110$  J.v.h. (VRI-1331) entspricht durchaus den pollenstratigrafischen Vorstellungen, vor allem dann, wenn man Ic und Ib als zeitliche Einheit (LANG 1994, S. 88), in der Ic noch nicht mit ausreichender Sicherheit abgegrenzt werden kann, auffasst. Der warmzeitliche Charakter des Görtschacher Diagrammabschnittes von -48,50 m bis -54,50 m im Sinne der Zone Ib kommt durch die Pollenfunde der Wassernuss (*Trapa natans*) in der Tiefe von 51 m mit 2,54% der Gesamtpollensumme (zwölf Pollenkörner) überzeugend zum Ausdruck. Das Auftreten der Wassernuss deutet darauf hin, dass zu dieser Zeit in flachen Seebuchten oder Altwässern des Gailtales sommerliche Wassertemperaturen bis über 25°C erreicht wurden.

Die viel mächtigeren Schichten der Pollenzone I im Seebachtal, bei gleichzeitig wesentlich ungünstigeren klimatischen Bedingungen im Norden des Landes, lassen die stratigrafische Grenze zwischen Ia und Ib im Hauptdiagramm Stappitz (ohne Zuhilfenahme weiterer Pollentypen) kaum hervortreten. Nimmt man als Kriterium für die beginnende Bölling-Warmphase den Wacholder-Sanddorn-Gipfel als Initialphase der spätglazialen Waldausbreitung, so dürfte die Grenze etwa bei -90 m oder etwas höher zu suchen sein. Unter dieser Annahme reicht im Diagramm Stappitzer See die Pollenzone Ib von -77 m bis -90 m (13 m Profillänge).

#### **4.2.6 Pollenzone Ia, Älteste Dryas (13.000 bis 15.000 v.h.)**

Der Bölling-Warmphase ging in der mitteleuropäischen Klimageschichte eine Periode voraus, die nach der Darstellung von KOHL (2000, S. 381) unmittelbar an das Hochglazial anschließt und deren Klima im alpinen Bereich noch so stark von den Eismassen beeinflusst war, dass die Vegetation zur Zeit der Ältesten Dryas nur zögernd mit der Ausbildung einer ersten Pioniersteppe mit lichtbedürftigen und anspruchslosen Kräutern, wie Beifuß, einsetzte. Dieser noch ausgesprochen kaltzeitlich definierten Periode entspricht im Diagramm von Görtschach offensichtlich der Abschnitt von -54,50 m bis -59 m (Profillänge 4,50 m) und im Diagramm vom Stappitzer See der Bereich von -90 m bis -113 m (Profillänge 23 m). Der Beifußpollen erreicht in beiden Diagrammen während Ia eine dominierende Rolle mit absoluten Höchstwerten im gesamten Spätglazial. In der klimatisch sensibleren Höhenlage des Seebachtales treten zudem extrem hohe Kräuterpollenwerte auf.

#### 4.2.7 *Stappitzer Klimaschwankungen (15.000 bis ?)*

Das bisher in der Pollenforschung offenbar noch nicht wahrgenommene Problem, welches erst durch die Pollendiagramme Stappitzer See und Görttschach offenkundig wird, besteht darin, dass die spätwürmzeitliche fossile Pollenüberlieferung im Anschluss an den pleniglazialen Eishochstand nicht erst mit der Pollenzone Ia beginnt. Sowohl im Pollendiagramm Stappitzer See als auch im Diagramm Görttschach setzt sich die fossile Pollenüberlieferung in die Vergangenheit fort und zwar mit Pollenvergesellschaftungen, die zwar auf wechselhafte, überwiegend aber auf deutlich günstigere Klimaverhältnisse hinweisen, als sie während der Ältesten Dryas bestanden haben. Auf das Vorhandensein einer derartigen Warmphase, die der Zone Ia vorausgeht und offensichtlich zum Abschmelzen der alpinen Eiskalotte führte, wies bereits ZOLLER (1996, S. 39) im Zusammenhang mit dem Auftreten von Pollentypen mesothermer Gehölze an der Basis spätglazialer Sedimente hin; diese Feststellung scheint jedoch wenig Beachtung gefunden zu haben.

Die fossile Pollenflora aus dieser frühen Zeit erweist sich sowohl in den Hohen Tauern als auch im Gailtal als autochthon (und nicht als umgelagert oder eingeweht!) und enthält neben Blütenstaub thermisch anspruchsvollerer Wasserpflanzen (Seerose) größere Mengen an Gehölzpollen, unter anderem der Fichte, und zwar in Quantitäten, die nur durch einen lokalen Baumbestand möglich sind. Die spektrale Zusammensetzung der fossilen Pollenvergesellschaftung ist deutlich klimabedingten Schwankungen unterworfen und unterscheidet sich gegenüber dem Spätglazial unter anderem dadurch, dass der Anteil an Beifußpollen als floristisches Element der Kältesteppe merklich zurücktritt. Diese Klimaschwankungen wurden von den Autoren erstmals in den spätwürmglazialen Sedimenten des Seebachtales (Hohe Tauern) aufgefunden, besitzen stadialen bzw. interstadialen Klimacharakter und wurden nach dem Lokalnamen Stappitz als Stappitzer Klimaschwankungen (FRITZ & UCIK (2001, S. 49-58) beschrieben. Die Tatsache, dass diese Klimaschwankungen auch im Gailtal und offensichtlich auch noch in den nördlichen Julischen Alpen (vgl. Abschnitt 8) nahezu über einen Breitengrad hinweg nachweisbar sind, spricht für ein großräumiges klimatisches Geschehen. Die zeitliche Abgrenzung der Stappitzer Klimaschwankungen kann (noch) nicht angegeben werden. Aufgrund der Tatsache, dass eine radiometrisch datierte Torfprobe aus dem Oberen Drautal (Oberkärnten, Lengholzer Moor, -8,10 m) das Alter von  $16.615 \pm 210$  v.h. (HV-1140) aufweist, ist damit zu rechnen, dass die großen Tal- und Beckenlagen des Landes mindestens schon im 17ten Jahrtausend weitgehend eisfrei waren und die fossile Pollenüberlieferung der Stappitzer Klimaschwankungen in Kärnten bis in das 18te Jahrtausend reichen (oder noch weiter zurück?). Die vorliegenden pollenanalytischen Untersuchungen aus dem Gailtal und aus den Hohen Tauern erreichten den Anschluss an den pleniglazialen Eisstand in Kärnten nicht; in einer Kernbohrung bei Feistritz im Gailtal wurden in einer Tiefe von 144 m (hellgraue feinkörnige Stillwassersedimenten) immer noch ausreichende Mengen an Fichten- und Kiefernpollen festgestellt. Es besteht aber begründete Hoffnung, diesen Anschluss im Raume der Sörger Berge (Dobramoor) zu erreichen.



## 5 Kernbohrung Dobramoor 2001

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse in den Hohen Tauern gab der Naturwissenschaftliche Verein für Kärnten eine Kernbohrung im Dobramoor in Auftrag, da die glazialgeologische Kartierung des Gebietes durch den Zweitautor ergab, dass das Dobramoor während des Würm-Hochglazials unvergletschert geblieben war und die pollenanalytische Untersuchung die Ergebnisse von Stappitz und Görttschach wertvoll ergänzen könnte. Die Bearbeitung des Moores durch BORTENSCHLAGER (1966, S. 59-74) zeigte, dass schon in geringer Tiefe mit einem hohen Alter der Sedimente (Ia) zu rechnen ist.

Demnach ist anzunehmen, dass die Liegendtone des Moores in Anbetracht, dass das Talbecken unvergletschert blieb, zeitlich bis an den Eishochstand der Vergletscherung heranreichen. Die vorläufigen pollenanalytischen Untersuchungen geben dazu berechtigte Hoffnung, zumal bis in die Tiefe von -62 m immer wieder Horizonte mit statistisch auswertbaren Pollenmengen auftreten.

## 6 Pollenspektrum aus einer Bühlmoräne in den Julischen Alpen

Das Moränenmaterial wurde durch Aufgrabung gewonnen, die Lokalität ist in TINTOR (2002) nachzulesen.

Untersuchte Probenmenge: 170 g. Zahl der ausgezählten Polenkörner: 421. Pollendichte: 41 Pollenkörner pro 30 ml Glycerin.

|              |               |                |       |                    |       |
|--------------|---------------|----------------|-------|--------------------|-------|
| <b>Pinus</b> | <b>40,14%</b> | Artemisia      | 0,47% | Persicaria mac.Typ | 0,47% |
| <b>Picea</b> | <b>52,49%</b> | Asteraceae     | 0,23% | Ranunculaceae      | 0,23% |
| Betula       | 0,47%         | Chenopodiaceae | 2,61% | Thalictrum         | 0,47% |
| Alnus        | 0,95%         | Cichorioideae  | 0,23% |                    |       |
| Abies        | 0,23%         |                |       |                    |       |

Herrn Dr. Wolfgang TINTOR wird für die Bereitstellung der Probe herzlichst gedankt.

## 7 Zusammenfassende Schlussfolgerungen

### 7.1 Grundsätzliches

Um die klima- und vegetationsgeschichtlichen Schlussfolgerungen, die aus den Pollendiagrammen Stappitzer See und Görttschach gezogen werden können, in ihrer Tragweite richtig zu beurteilen, muss man sich zwei Fakten bewusst machen.

Die pollenanalytisch und glazialgeologisch untersuchten Sedimente sind jeweils einheitliche Ablagerungskomplexe, die erst entstanden sind, als im Raume Gört-schach das Würmeis abgeschmolzen war und im Seebachtal nur mehr ein kleiner oszillierender Talgletscher existierte. Es wäre daher gänzlich abwegig, wollte man die zur Diskussion stehende fossile Pollenüberlieferung eventuell für frühwürmzeitlich halten.

Im Zuge des abschmelzenden und zerfallenden würmglazialen Eisstromnetzes in Kärnten wurden, wie man aus zahlreichen Tiefbohrungen in den großen Becken- und Tallandschaften des Landes weiß, umfangreiche Sedimentmengen frei, die teilweise viele hundert Meter Mächtigkeit erreichten. Erst nach Beruhigung oder Beendigung der Erosions- und Sedimentationstätigkeit wurden jene Voraussetzungen geschaffen, die mehr oder weniger ausgedehnte Moorbildungen ermöglichten, wie dies neuerlich die Kernbohrung im Dobramoor bestätigt. Diese mächtigen Sedimentfüllungen blieben bis jetzt von der pollenanalytischen Untersuchung mit wenigen kaum nennenswerten Ausnahmen (UCİK & FRITZ 1980, S. 517-531) abgeschlossen, da, wie bereits erwähnt, die dem Pollenanalytiker zur Verfügung stehenden Bohrgeräte sich nicht für Bohrungen in anorganischen Sedimenten (Schluff, Sand, Kies) eignen. Wie die Kernbohrungen im Seebachtal und im Gailtal zeigen, enthalten diese mächtigen anorganischen Tal- und Beckenfüllungen bis in große Tiefen fossile Pollen und zwar nicht nur in überwiegend sehr gutem Erhaltungszustand, sondern bei entsprechendem Präparationsaufwand auch in statistisch auswertbaren Mengen.

## 7.2 Pollendiagramme Stappitzer See und Gört-schach

Eine sehr wesentliche Schlussfolgerung, die aus den beiden Pollendiagrammen abgeleitet werden kann, ist, dass der Abschmelzprozess des Würmglatschers in Kärnten, vermutlich wohl auch in anderen Teilen der Alpen, so früh einsetzte, dass dieser noch vor der spätglazialen Pollenzone Ia im Wesentlichen abgeschlossen war. Die bisherige Annahme der Glazialgeologie und Vegetationsgeschichte, das Spätglazial sei als die Abschmelzperiode des alpinen Eiskörpers zu betrachten, kann daher (zumindest für die Südostalpen) kaum aufrecht erhalten werden.

Die besondere Klimagunst dieser frühen Zeit ermöglichte die erste Einwanderung von Gehölzen nach Kärnten bis in den Raum der südlichen Hohen Tauern noch vor der endgültigen bölling-/allerödzeitlichen Wiederbewaldung des Landes. Dieser erste Waldvorstoß nach dem pleniglazialen Eishochstand ist nicht nur durch entsprechend hohe Pollenmengen (bis über 40% Fichtenpollen im Gailtal bei -82,50 m und 17% Fichtenpollen in den Hohen Tauern bei -141 m), sondern auch durch Großreste belegt. Es sei daran erinnert, dass im Seebachtal Spaltöffnungsapparate der Fichte und Nadelfragmente der Lärche, im Gailtal Spaltöffnungsapparate der Fichte und der Kiefer gefunden wurden. Die Klimagunst während dieses frühen Zeitabschnittes wird außerdem noch durch Pollenfunde anspruchsvoller Wasserpflanzen (Seerose) sowie durch Pollen der Eibe (Hohe Tauern) und des Buchsbaums (Gailtal; sechs Pollenkörner von *Buxus* in einer einzigen Probe) als Florenelemente mit wintermildem und humidem Charakter bestätigt.

Das "klassische" Spätglazial hingegen begann in den Untersuchungsgebieten (Hohe Tauern, Gailtal) mit einer neuerlichen, sehr kräftigen Klimaverschlechterung, die nach der Ausbreitung des Beifußes beurteilt, ihren Höhepunkt in der Pollenzone Ia erreichte. Dieser klimatische Tiefpunkt dürfte mit der Gschnitz-Kaltzeit in Zusammenhang stehen.

Wie weit die Phase der Stappitzer Klimaschwankungen in die Vergangenheit zurückreicht, kann mangels radiometrischer Datierungen (noch) nicht gesagt werden. Doch außer dem pollenstratigrafischen Befund, nach dem diese Klimaschwankungen jedenfalls älter sind als Pollenzone Ia, vermittelt uns ein radiometrisches Datum einer Torfprobe aus dem Oberen Drautal (Lengholzer Moor) die Information, dass die großen Talungen in Kärnten bereits um  $16.615 \pm 120$  v.h. (Hv-1140), vielleicht bis auf Toteisreste, eisfrei waren. Zeitlich fallen damit die Stappitzer Klimaschwankungen in das ausgehende Pleniglazial. Pollenstratigrafisch weisen sich die Stappitzer Klimaschwankungen durchaus als spätglazial. Eine Zurückverlegung der Grenze Pleniglazial/Spätglazial von 15.000 v.h. auf etwa 17.000 v.h. (oder noch früher), wie das von verschiedenen Autoren für die Alpen empfohlen wird (PATZELT 1980, S. 12; SLUPETZKY 1994, S. 16; KOHL 2000, S. 381), ist daher sinnvoll, doch nicht im Sinne einer Ausweitung der Pollenzone Ia (KOHL 2000, S. 381).

### 7.3 Pollendiagramm Görtschach

Der Umstand, dass der Süden Kärntens gegenüber den Zentralalpen sowie das Gailtal durch seine tiefmontane Lage gegenüber dem alpinen Hochtal (Seebachtal) klimatisch begünstigt ist, erklärt die Tatsache, dass das Gailtal seit der frühen Zuwanderung der Gehölze durch das gesamte Spätglazial hindurch offensichtlich ein Gehölzrefugium geblieben ist, zumindest für die Kiefer. Merkwürdig hingegen ist das fast gänzliche Zurücktreten der Fichte zur Zeit des Alleröd, des thermischen Höhepunktes des Spätglazials. Da die Fichte als Flachwurzler hohe Ansprüche an die Bodenfeuchtigkeit stellt, könnte große anhaltende Sommerdürre im Zuge der zunehmenden Erwärmung zum Rückgang des Fichtenbestandes geführt haben.

Das Pollendiagramm Görtschach lässt knapp nach dem Beginn des Spätglazials, aber noch vor dem klimatischen Tiefpunkt der Zone Ia, etwa zwischen -56 m und -58 m, eine kurzfristige Klimabesserung erkennen. Im Gailtal steigt in diesem Zusammenhang der Kiefernpollen auf etwa 30%, der Fichtenpollen auf knapp über 20% an. Eine Andeutung dieser Warmphase kann in gleicher pollenstratigrafischer Lage auch im Diagramm Stappitzer See im Bereich zwischen -103,50 m und -107,50 m herausgelesen werden. Dort wurde in den Schichten dieser Zeit Pollen der Seerose gefunden. Auf eine derartige vor-böllingzeitliche Klimabesserung machte bereits SCHULTZE (1979a, S. 13) anhand von Untersuchungen im Wörthersee aufmerksam.

Nach dem Verlauf der bölling-/allerödzeitlichen Kiefernkurve im Diagramm Görtschach gewinnt man den Eindruck, dass die beiden Interstadiale eigentlich als eine klimatische Einheit aufgefasst werden können. Unter diesem Gesichtswinkel ist das Bölling-Interstadial lediglich jener zielgerichtete Anstieg der Erwärmung, der zum (allerödzeitlichen) Höhepunkt der Warmphase überleitet und lediglich durch

den kurzfristigen und eher schwachen Klimarückschlag Ic vom Wärmegipfel getrennt ist. Diese Auffassung steht der Meinung ZOLLERS et al. (1996, S. 57), Bölling und Alleröd-Interstadial seien nur schwach voneinander abgesetzt, sehr nahe.

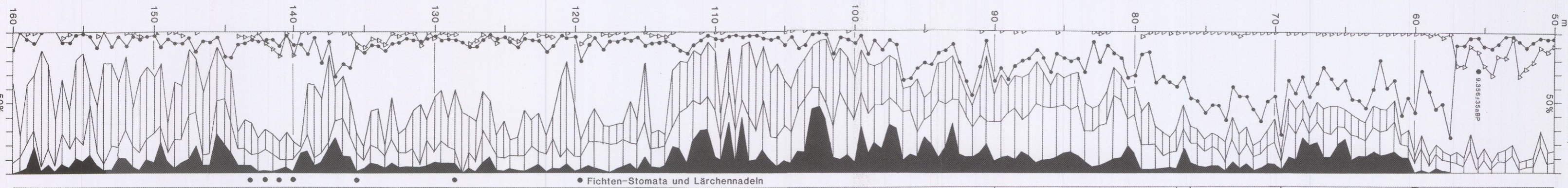
## 8 Literaturverzeichnis

- Umfangreiche Literaturangaben zum Thema der Publikation findet man in FRITZ & UCİK (2001), S. 81-85.
- BORTENSCHLAGER S. (1966), Pollenanalytische Untersuchung des Dobramoores in Kärnten. In: *Carinthia II*, 156/76, S. 59-74.
- BRANDTNER F. (1949), Das Niedermoor von Sappl. In: *Archaeologia Austriaca*, 4, S. 72-86.
- CONRAD V. (1913), *Klimatographie von Kärnten VI*. Wien, hrsg. v. d. Direktion d. K.K. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- DRAXLER I. (1977), Pollenanalytische Untersuchung von Mooren zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Einzugsgebiet der Traun. In: *Jahrb. Geolog. B.-A.*, 120, 1, S. 131-163. Wien.
- FRITZ A. (1964), Pollenanalytische Untersuchung des Bergkiefern-Hochmoores im Autertal, Kärnten. In: *Carinthia II*, 154/72, S. 40-59.
- FRITZ A. (1965), Pollenanalytische Untersuchung zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im oberen Drautal, Kärnten. In: *Carinthia II*, 155/75, S. 89-115.
- FRITZ A. (1967), Pollenanalytische Untersuchung zur Verschiebung der Waldgrenze in den Gurktaler Alpen, Kärnten. In: *Carinthia II*, 157/77, S. 109-132.
- FRITZ A. (1970), Die pleistozäne Pflanzenwelt Kärntens. In: *Carinthia II*, 29, Sonderheft, S. 63.
- FRITZ A. (1972), Das Spätglazial in Kärnten. In: *Berichte d. Dt. Botanischen Ges.*, 85, 1-4, S. 93-99.
- FRITZ A. (1973a), Die Bedeutung des Längsee-Moores für die spätglaziale Vegetations- und Klimageschichte des Klagenfurter Beckens (Ostalpen). In: *Carinthia II*, 163/83, S. 277-293.
- FRITZ A. (1973b), Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des unteren Gailtales, Kärnten (Pollendiagramm Pölland). In: *Carinthia II*, 163/83, S. 295-315.
- FRITZ A. (1976), Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der Karnischen Alpen (Kärnten). In: *Carinthia II*, 166/86, S. 175-196.
- FRITZ A. (1978), 14C-Datierungen aus dem Holozän und dem Würmglazial Kärntens (1962-1978). In: *Carinthia II*, 168/86, S. 215-226.
- FRITZ A., UCİK F.H. (2001), Klimageschichte der Hohen Tauern. Spätwürmzeitliche und postglaziale Klima- und Vegetationsentwicklung in den südlichen Hohen Tauern (Ostalpen, Kärnten). Ergebnis der Bohrungen am Stappitzer See bei Mallnitz (= *Wiss. Mitt. aus dem Nationalpark Hohe Tauern, Sonderbd. 3*). Herausgeber, Verleger und Medieninhaber: Kärntner Nationalparkfonds, Döllach 14, A-9843 Großkirchheim.
- HARTL H., STERN R., SEGER M. (2001), Karte der aktuellen Vegetation von Kärnten. Klagenfurt, Naturwiss. Verein f. Kärnten.
- KAHLER F. (1968), Geologische Übersicht des Rosentales. In: *Österr. Zeitschrift f. Elektrizitätswirtschaft*, 21, 10, S. 619-621.
- KIELHAUSER G.E. (1937), Pollenanalytische Mooruntersuchungen am Weißensee und am Farchtnersee in Kärnten. In: *Österr. Botanische Zeitschrift*, LXXXVI, S. 280-286.

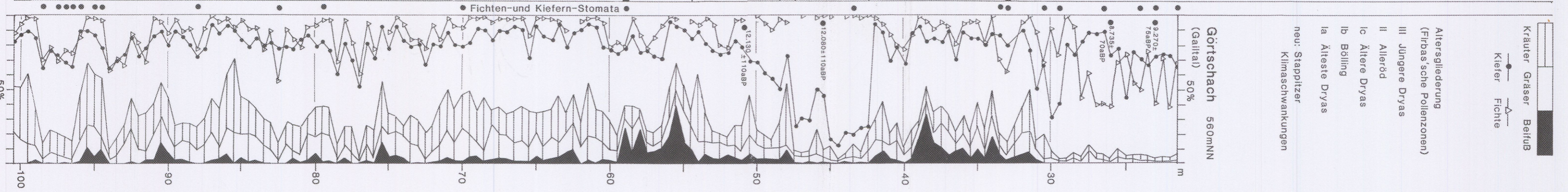
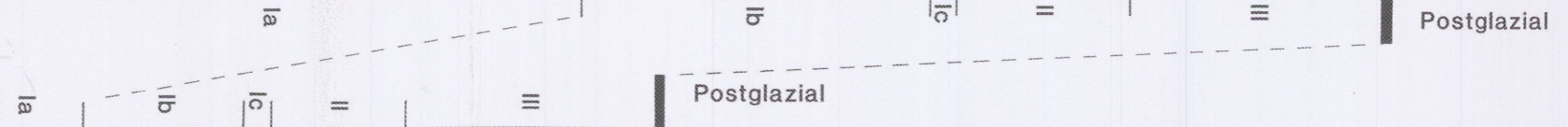
- KOHL H. (2000), Das Eiszeitalter in Oberösterreich (= Schriftenreihe d. OÖ.Musealvereines-Ges. f. Landeskunde, 17). Linz.
- KRAL F. (1979), Spät- und postglaziale Waldentwicklung der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen (= Veröff. d. Inst. f. Waldbau an der Univ. f. Bodenkultur in Wien), S. 1-175.
- KRAL F. (1985), Zur postglazialen Waldentwicklung in den südlichen Hohen Tauern, mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Einflusses. Pollenanalytische Untersuchungen. In: Mathem.-naturwiss. Klasse d. ÖAW, 194, 1-10, S. 247-289.
- LANG G. (1994), Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Jena, Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag. 462 S.
- PASCHINGER H. (1976), Kärnten. Eine geographische Landeskunde. Erster Teil. Klagenfurt, Verlag d. Landesmuseums f. Kärnten.
- PATZELT G. (1980), Neue Ergebnisse der Spät- und Postglazialforschung in Tirol. In: Jahresbericht 76/77 d. Österr. Geogr. Ges., Zweigstelle Innsbruck, S. 11-18.
- PENCK A., BRÜCKNER E. (1909), Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, Chr.Herm.Tauchnitz.
- SARNTHEIN R. (1947), Pollenanalytische Untersuchungen in Kärnten. In: Carinthia II, 136/56, S. 11-129.
- SCHMIDT H. (1965), Palynologische Untersuchungen an drei Mooren in Kärnten (mit pollen- und sporenmorphologischem Anhang). Innsbruck, Univ. Innsbruck, Diss.
- SCHMIDT H. (1969), Pollenanalytische Untersuchungen des Kohlenmoores in Kärnten. In: Carinthia II, 159/79, S. 121-129.
- SCHÜTRUMPF R. (1940), Was vermag die Pollenanalyse zur Altersfrage der beiden Einbäume aus dem Sattnitzmoor bei Klagenfurt beizutragen? In: Carinthia I, 130, S. 223-228.
- SCHULTZE E. (1975), Pollenanalytische Untersuchungen an zwei Profilen aus dem Goggausee in den Wimitzer Bergen in Kärnten. In: Carinthia II, 165/85, S. 168-176.
- SCHULTZE E. (1976), Ein Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetationsentwicklung Kärntens Profil Kleinsee (447 m NN). In: Carinthia II, 166/86, S. 197-204.
- SCHULTZE E. (1979a), Pollenanalytische Untersuchung eines Seebohrkernes aus dem Profundal des Wörthersees (Westbecken) in Kärnten. In: Linzer Biolog. Beiträge, 11, 1, S. 1-19.
- SCHULTZE E. (1979b), Die Bedeutung eines Pollenprofils aus dem Haidensee (486 m NN) in Kärnten für die spät- und frühpostglaziale Vegetationsentwicklung im nördlichen Klagenfurter Becken. In: Linzer Biolog. Beiträge, 11/1, S. 21-31.
- SCHULTZE E. (1979c), Ein Beitrag zur Vegetationsgeschichte Kärntens. Das Pollendiagramm Jeserzer (Saisser) See. In: Carinthia II, 169/89, S. 359-366.
- SCHULTZE E. (1979d), Pollenanalytische Untersuchungen an einem Seebohrkern aus dem Wolayersee in den Karnischen Alpen in Kärnten. In: Carinthia II, 169/89, S. 427-435.
- SEIBERL W., STEINHAUSER P. (1980), Magnetische Messungen entlang dem östlichen Teil des Periadriatischen Lineaments. In: Mitt. d. Österr. Geol. Ges., 71/72, S. 291-298.
- SLUPETZKY H. (1994), Die Hohen Tauern in der Eiszeit und Nacheiszeit. In: NATURHISTORISCHES MUSEUM WIEN (Hrsg.), Mineral & Erz in den Hohen Tauern. Ausstellungsbroschüre, S. 15-28.
- STEINHAUSER F., ECKEL O., LAUSEHER F. (Hrsg.) (1960), Klimatographie von Österreich. Bd. 3. Wien, ÖAdW.
- TINTOR W. (2002), Überlegungen zum Spätglazial zwischen Fusine und Ratece sowie im Mangarttal (Julische Alpen) (= Grazer Schriften d. Geogr. u. Raumforschung, 38 – Festschrift für Herwig WAKONIGG, 28), S. 263-275.

- UCIK F.H., FRITZ A. (1980), Geologisch-paläobotanische Untersuchungen im Bereich der Draustufe Annabrücke (Baugrube des Kraftwerkes und Linsendorf). In: Carinthia II, 170/90, S. 517-531.
- ZOLLER H. (1987), Zur Geschichte der Vegetation im Spätglazial und im Holozän der Schweiz. In: Mitt. d. Naturforschenden Ges. Luzern, 29, S. 123-149.
- ZOLLER H., ERNY-RODMANN Ch., PUNCHAKUNNEL P. (1996), The history of vegetation and land use in the Lower Engadine (Switzerland). Pollen record of the last 13.000 years. Hrsg. v. d. Komm. d. Schweizer. Akad. d. Naturwiss. SANW z. wiss. Erforschung d. Nationalparks (WNPk), Zernez.

Stappitzer See 1.273mNN  
(Mallnitz/Hohe Tauern)



Stappitzer Klimaschwankungen



- Kräuter Gräser Beifuß
- Kiefer
- △ Fichte
- Altersgliederung (Firbas'sche Pollenzonen)
- III Jüngere Dryas
- II Alleröd
- Ic Ältere Dryas
- Ib Bölling
- Ia Älteste Dryas
- neu: Stappitzer Klimaschwankungen

Görttschach 560mNN  
(Gailtal)