

Nachweis einer Klimaverschlechterung im Brörup-Interstadial (frühes Würm) im Klagenfurter Becken

Von Adolf FRITZ

Vorbemerkungen

Im Zuge des Autobahnbaues im Raume Klagenfurt (Kärnten, Österreich) wurden bei Erdbewegungen im Bereiche des SW-Portals des Falkenbergtunnels (Abb. 1) pollenführende Sedimente mit eingelagertem lignitierten Holz aufgeschlossen. Das ausgekofferte Material wurde kurzfristig auf einer Deponie in der Nähe des Tunnelportals zwischengelagert. Da der Autor nur durch Zufall und zu spät davon erfuhr, war es ihm nicht mehr möglich die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse profilmäßig aufzunehmen und das Anstehende unmittelbar zu beproben. Ein geologischer Bericht der bauausführenden Firma über dieses Vorkommen liegt nicht vor. Nach Aussage der Bauarbeiter lagen die pollenführenden Sedimente in geringer Tiefe und waren zudem nur gering mächtig.

Ein ähnliches (würmglaziales) Vorkommen in der Umgebung von Klagenfurt wurde bereits 1965 beim Bau der Autobahnbrücke Drasing (Krumpendorf) erbohrt (FRITZ 1975:197–222). Es war daher damit zu rechnen, daß die vegetations- und klimageschichtliche Bearbeitung des Falkenbergmaterials eine erwünschte Ergänzung zu den Kenntnissen von Drasing bringen könnte.

Wie es schon seit langem bekannt ist, hat es während der Würm-Kaltzeit (etwa 115.000–10.000 Jahre v.h., LANG 1994:295) mehrmals ausgeprägte Kaltphasen (Stadiale, Kryomere) gegeben, die durch mehr oder weniger lang andauernde Klimabesserungen (Interstadiale, Thermomere) unterbrochen wurden. Von besonderem Interesse im Zusammenhang mit der fossilen Pollenüberlieferung des Falkenberges ist das erste, große Interstadial des Frühwürms, das sog. Brörup-Interstadial s.l. Im niederländischen Raum tritt dieses große Interstadial zweigeteilt als (älteres) Amersfoort und als (jüngeres) Brörup-Interstadial s.str. in Erscheinung. Die dazwischen liegende Klimaverschlechterung wurde inzwischen auch im nördlichen Umfeld der Alpen innerhalb des Brörup-Interstadials s.l. aufgefunden. Vorliegende Arbeit legt dar, daß eine zeitgleiche Klimaverschlechterung im Brörup-Interstadial s.l. auch im südöstlichen Alpenraum nachgewiesen werden kann.

Kurzfassung:

Vorliegende Arbeit untersucht eine pollen- und lignitführende anmoorige Ablagerung, die 1992 beim Bau des Falkenbergtunnels nordwestlich von Klagenfurt (Kärnten, Österreich) aufgeschlossen wurde.

Das überraschend gut erhaltene und in ausreichender Menge vorhandene Pollensediment läßt auf einen kaltzeitlichen borealen Nadelwald mit dominierender Kiefernpollenproduktion schließen. Der Pollenkurvenverlauf der beiden Hauptwaldbildner (*Picea*, *Pinus*) deutet auf eine vorübergehende Klimaverschlechterung hin, die besonders deutlich im Pollenprofil 2 zum Ausdruck kommt. Aufgrund einer U/Th-Datierung (99.000 ± 5.000 BP) sowie des pollenstratigraphischen Vergleiches mit Diagrammen aus dem südlichen Mitteleuropa (WEGMÜLLER 1992, KLAUS 1987, GRÜGER 1979) kann angenommen werden, daß es sich bei dem Kryomer vom Falkenberg um jene Klimaverschlechterung handelt, welche das frühwürmzeitliche Brörup-Interstadial s.l. in die beiden niederländischen Thermomere Amersfoort und Brörup s.st. (LANG 1994:295) trennt.

Erosionsrest einer anmoorigen Bildung

Das geschichtete und glimmerreiche, durch die organischen Beimengungen dunkel gefärbte Sediment vom Falkenberg tritt in zwei Ausbildungen auf. Ein Teil des Materials besteht aus sehr kompakten, dicht gepreßten Sedimentlagen, deren Schichtung sich in unterschiedlichen Farbtönen ausprägt (Pollenprofil 2). Die andere Fazies dagegen blättert stark in dünne Lagen auf, die zudem dazu neigen bröckelig zu zerfallen (Pollenprofil 1).

Der hohe Anteil mineralischer Beimengungen in beiden Fällen sowie das Fehlen typischer Moorpflanzen (Seggenwürzelchen, Moosblätter u. ä.) veranlaßten den Autor, den Glühverlust des Materials zu bestimmen. Dieser beträgt für die kompakte Fazies 43,36%, für die blättrige Ausbildungsart 16,38%. Somit liegt im Sinne der Bodenkunde (GÖTTLICH 1990:3) eine anmoorige Bildung mit stark schwankenden Mengen organischer Substanz vor.

Die im Zuge der pollenanalytischen Aufbereitung der Proben abgetrennte organische Masse besteht vor allem aus mazeriertem Holz- und Rindengewebe eines Nadelbaums. Weiters konnten Laubblattreste mit Netznervatur sowie Fragmente festgestellt werden, die möglicherweise von der Birke stammen. Gesicherte Gewebereste der Kiefer sind nicht aufzufinden. Für die Durchsicht des Materials danke ich herzlich Mag. Dr. Roland Eberwein, Institut für Botanik der Universität Wien. Da die holzanatomische Untersuchung den Lignit als „Fichte“ bestimmte und zudem in der kompakten Sedimentfazies auch Fichtennadeln aufgefunden wurden, stammt das mazerierte Holz- und Rindengewebe wohl von der Fichte.

Eine Besonderheit unter den „Großresten“ vom Falkenberg sind die teilweise häufig vorkommenden, metallisch grün und blau schillernen Flügeldecken (Elythren) einer Blattkäferart aus der Gattung *Phyllopecta* (Chrysomelidae), die rezent mit vier Arten in Kärnten vertreten ist.

Die mikroskopische Auszählung des fossilen Pollensedimentes erbrachte in Ergänzung zu den pflanzlichen Großresten durchlaufend Tracheidenreste und Spaltöffnungen.

Sedimentationsraum

Der Sedimentationsraum, in welchem sich das pollen- und lignitführende Material vom Falkenberg ablagerte, war demnach offensichtlich ein Seicht- bzw. Stillwasserbereich, der immer wieder leicht überflutet wurde. Es könnte ein Altarm oder eine Bucht eines mehr oder weniger stark mäandrierenden, verwilderten Fließgewässers in den Niederungen des Klagenfurter Beckens gewesen sein. Dafür sprechen nicht nur die Schichtung der feinkörnigen Einschwemmungen und die kleinräumige Ausdehnung des Vorkommens sondern auch der Blütenstaubnachweis des Rohrkolbens (*Typha*) und des Laichkrautes (*Potamogeton*).



Lignit, Fichtennadeln und mazeriertes Nadelholzgewebe bezeugen, daß sich das mäandrierende Fließgewässer mitten durch den Bestand eines borealen Nadelwaldes schlängelte.

Radiometrische Altersbestimmungen

1. Radiokohlenstoffalter einer Lignitprobe, Mitteilung vom 2. II. 1994:

VRI-1430 (Falkenberg-Tunnel) älter als 42.300 a BP

Dieses Alter wird seitens des ausführenden Institutes durch nachstehenden Kommentar noch etwas erweitert:

„Würde man sich – abweichend von der Konvention – auch beim Mindestalter mit einfacher Standartabweichung begnügen, so ergäbe sich mit 84% Sicherheit die Aussage älter als 46.800 a BP.

2. U/TH Isotopenanalyse eines anmoorigen Bodens
Mitteilung vom 24. I. 1997:

Detritisch korrigiertes U/TH-Isochronen Alter

Uh 1202, Uh 1203 und Uh 1204 99 ± 5 ka

Beide radiometrischen Datierungen bestätigen für das pollenführende Sediment von SW-Portal das Falkenberg-Tunnels (Autobahnfahrt Klagenfurt) ein ziemlich hohes Alter, welches speziell aufgrund der U/Th-Isotopenanalyse in das Frühwürm zu stellen ist.

Abb. 1:

SW-Portal des Falkenberg-Tunnels bei Klagenfurt, 520 m NN (Foto: Fritz, Oktober 1997). Bei Errichtung des SW-Portals wurde jenes pollenführende Material ausgekoffert, das der vorliegenden Publikation (Pollenprofil 1 und 2) zugrunde liegt.

**Analysendaten des
Lignites Falkenbergtunnel
SW-Portal**

Gehalt in %	Probe 1	Probe 2	Mittelwert		
	(analysen- feucht)		wasser- frei	analysen- feucht	roh
C	56,24	56,26	59,51	56,25	47,18
H	5,34	5,35	5,66	5,35	4,48
O	27,72	27,74	29,34	27,73	23,26
N	0,16	0,13	0,15	0,15	0,12
S insgesamt	1,52	1,54	1,62	1,53	1,28
H ₂ O	5,47	5,50		5,49	20,73
Asche	3,55	3,48	3,72	3,52	2,95
Oberer Heizwert kJ/kg 19421	23153	23160	24500	23157	
Unterer Heizwert kJ/kg 17931	-	-	23258	21848	

Vergleicht man den Heizwert des Lignites vom Falkenberg mit den Heizwerten anderer jungquartärer Lignite aus Kärnten, so ordnet sich dieser auch aus der Sicht des Inkohlungsgrades zweifellos den älteren Lignitvorkommen zu:

Nieselach	113.000 ± 9	ka	23.761	KJ/kg (Mittelw., wasserfrei)
Falkenberg	99.000 ± 5	ka	24.500	„
Podlanig	Frühwürm		24.001	„
Koflachgraben	61.600 - 4,4 (+10,3)	ka	20.485	„
Rosegg	40.670 ± 1,08	ka	25.758	„

Probenentnahme, Laborarbeiten, Mikroskopie

Die Aufsammlung des Untersuchungsmaterials erfolgte in der Zeit von Oktober 1992 bis März 1993. Zur pollenanalytischen (und auch radiometrischen) Bearbeitung wurde selbstverständlich nur Material mit ungestörter Schichtfolge herangezogen. Durch diese Einschränkung in der Materialauswahl standen naturgemäß nur geringmächtige Sedimentlagen zur Verfügung. Aus diesem Grunde wurden jene etwa 1 cm³ großen Probenwürfel, die der pollenanalytischen Laborarbeit zugeführt wurden, in unmittelbarer Aufeinanderfolge, also ohne Zwischenräume, entnommen.

Die labormäßige Aufbereitung der Proben erfolgte wie allgemein üblich auf folgende Weise: Behandlung mit 10%iger Kalilauge, Abtrennung der Großreste, Anwendung von 40%iger Flußsäure zur Auflösung silikatischer Verbindungen, Azetolyse, Aufbewahrung des gewonnenen Pollensedimentes in Glyzerin. Infolge des stark verdichteten, gepreßten Materials war eine längere zeitliche Lagerung in der Lauge erforderlich. Die Flußsäure wurde kalt angewen-

det, das Pollenzentrifugat blieb etwa zwei bis drei Tage der Säureeinwirkung ausgesetzt.

Die Pollen- und Sporenauszählung am Mikroskop erfolgte an Flüssigpräparaten mit einer Deckglasgröße von 18 x 18 mm. Flüssigpräparate ermöglichen im gegebenen Fall eine gewisse Lageveränderung des Pollenkorns. Die je Probe angestrebte Auszählung von mindestens 500 Baumpollen konnte mit wenigen Ausnahmen bei Durchsicht von ein bis zwei Mikropräparaten erreicht werden.

Bemerkungen zu den Pollenprofilen

Die Pollen- und Sporenkurven illustrieren die prozentuellen Mengenverhältnisse der einzelnen Pollen- und Sporentypen in den jeweiligen Proben. Grundsumme der Prozentberechnung ist die Gesamtsumme des Pollens im Pollenspektrum unter Ausschluß der Sporen. Diese sind, wie allgemein üblich, auf die Pollen-Grundsumme bezogen. Die punktförmigen, schwarzen Signaturen bedeuten, mit Ausnahme jener der Kiefernkurve, Zahlenwerte unter einem Prozent.

Soweit dies möglich und sinnvoll erschien, sind die Pollentypen im Diagramm nach ökologisch/klimatischen Gesichtspunkten angeordnet. Das Hauptdiagramm in der Mitte der Darstellung repräsentiert die Hauptwaldbildner (*Picea* und *Pinus*) sowie die *Betula* und bringt weiters das Mengenverhältnis des Nichtgehölz- zum Gehölzpollen (Bäume und Sträucher) zum Ausdruck. Links davon schließen sich die Pollenkurven der übrigen Bäume sowie der Sträucher, rechts davon jene der Kräuter, Wasserpflanzen und Sporen an. Die stark unterschiedlichen ökologischen Ansprüche, welche die Vielzahl der aufgefundenen Pollen- und Sporentypen signalisiert, lassen erkennen, daß der ehemals lokalen Pollenflora Fremdpollen durch Umlagerungen und Fernflug beigemischt sind. Ersteres trifft zweifellos auf den Pollen ausgesprochen thermophiler Gewächse wie *Ilex*, *Aesculus*, *Carya* und *Castanea*, vielleicht auch auf *Fagus* zu. Ein Faktum, das in Anbetracht der großen zeitlichen Nähe zum letzten Interglazial (Interglazial von Nieselach, Kärnten: 113.000 ± 9.000 ka, FRITZ 1992:599/600) durchaus verständlich ist. Die mesophytischen Gehölze jedoch (*Ulmus*, *Quercus*, *Acer*, u. ä.) konnten weit im südlichen Vorfeld der Alpen noch verbreitet gewesen sein.

Sicherlich anders ist das Auftreten des Tannenpollens zu interpretieren, der im Profil 2 bis knapp über 3 % ansteigt und durchaus in die Gesellschaft eines borealen Nadelwaldes paßt, gemeinsam mit der Lärche, der Zirbe und der Erle. Ähnlich verhält es sich wohl auch mit einigen Sporenpflanzen: *Gymnocarpium dryopteris*, *Phegopteris connectilis*, *Lycopodium annotinum*-Typ, *Huperzia selago* und *Botrychium lunaria*-Typ.

Die relativ zahlreichen, wenn auch meist niedrigen Pollenwerte der Kräuter, eine Ausnahme macht vor allem Mädesüß (*Filipendula*), dokumentieren eine ziemlich umfangreiche Kräuterflora, was für einen mehr oder weniger stark aufgelockerten Baumbestand sprechen dürfte. In die gleiche Richtung deuten die Nachweise einiger Sporenpflanzen, die besonders lichte Stellen besiedeln, wie *Botrychium*, *Ophioglossum*, *Huperzia selago* u. a.

Vegetation und Klima

Sowohl der hohe Baumpollenanteil am fossilen Pollensediment, der maximal auf über 90 % ansteigt, als auch die aufgefundenen Großreste (Holz, Nadeln) sind ein eindeutiger Beweis dafür, daß etwa gerundet um 100.000 Jahre vor heute im Klagenfurter Becken ein mehr oder weniger ausgedehnter Waldbestand stockte. Die bereits ausgeführte Pollenassoziation entspricht einem kaltzeitlichen, klimatisch sehr rauen borealen Nadelwald.

Entsprechend der niedrigen Verdunstung in einem derartigen Klimabereich existierten ausgeprägte Naßgebiete und Feuchtstellen an denen es zur Ausbildung von Pflanzengesellschaften mit Hochmoorcharakter kommen konnte (*Sphagnum*, *Andromeda polifolia*).

Die heutigen Klima- und Vegetationsverhältnisse im Klagenfurter Becken sind die eines warmen Buchenwaldes tieferer Lagen (HARTL 1992:29). Setzt man die heutige Jahresmitteltemperatur für Klagenfurt (7,9°C, 90-jähriges Mittel) in Beziehung mit jener an der gegenwärtigen Waldgrenze (z. B. Flatnitz, 1438 mm, 3,1°C) so kann für die Zeit des borealen Nadelwaldes mit einer Erniedrigung der Jahresmitteltemperatur von vielleicht 4°C gerechnet werden.

Der Kurvenverlauf des Fichten- und Kiefernpollens in den Profilen überliefert eine vorübergehende Zurückdrängung der Fichte im ehemaligen Waldbestand, was als eine befristete Klimaverschlechterung gedeutet werden kann. Bemerkenswert und offensichtlich von chronostratigraphischer Bedeutung ist weiters das Faktum, daß die anschließende Wiedererwärmung zu einer deutlichen Ausbreitung der Tanne geführt hat.

Chronostratigraphische Einstufung

Der boreale Nadelwald vom Falkenberg ist für Kärnten leider ein isoliert überliefertes Zeitdokument aus dem Würmglazial. Es fehlt ihm die wünschenswerte Einbindung in einen längeren Vegetationsablauf, der im günstigsten Fall Anschluß an das letzte Interglazial (R/W) finden sollte.

Die dargelegte Untersuchung kann aber dennoch einige Kriterien aufzeigen, die eine glaubhafte chronostratigraphische Einstufung in den Ablauf der Würmkaltzeit erlaubt. Ein großes Gewicht in dieser Frage muß sicherlich der

U/Th-Datierung mit einer Altersangabe von 99.000 ± 5.000 v. h. beigemessen werden, wodurch der boreale Nadelwald der Sauerstoff-Isotopenstufe 5c zuzuordnen ist. Im Sinne von BEHRE (1989:25) und BEHRE und P LICHT (1992:116) entspricht diese Isotopenstufe dem Brörup-Interstadial s.l. Vergleicht man weiters auf der Basis dieser Zeitzuweisung die Profile vom Falkenberg mit dem Referenzprofil Gondswil-Seilern (WEGMÜLLER 1992), so bietet sich als vermutlich altersgleich die Zone 17 (Huttwil II) als Kryomer des ersten großen Frühwürm-Interstadial an, welches die beiden Thermomere des Brörup-Interstadials s.l. trennt. In gleicher Weise ist das der Fall im Pollendiagramm Mondsee-Pichlern (Stadial „B“, KLAUS 1987) sowie im Pollenprofil Samerberg (Diagrammabschnitt 17, GRÜGER 1979).

Der Autor hält es daher durchaus für gerechtfertigt den fossilen Nadelwald vom Falkenberg (Kärnten, Österreich) zeitlich dem Kryomer des Brörup-Interstadials s.l. zuzuweisen, für den es bereits einige Nachweise aus dem südlichen Mitteleuropa und jetzt auch aus dem südöstlichen Alpenbereich gibt.

Spezielle Untersuchungen

1. Radiokarbondatierung: Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Universität Wien (Dr. Edwin Pak).
2. U/Th-Isochron-Datierung: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung- Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben-N117 14C-Labor, Hannover (Prof. Dr. Mebus A. Geyh).
3. Glühverlustbestimmung: Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 15, Umweltschutz und Technik, Klagenfurt, (Univ.-Prof.Dr. H. Sampl).
4. Holzartenbestimmung: Labor für Quartäre Hölzer, Adliswill, Schweiz, (Werner H. Schoch).
5. Bestimmung des Blattkäfers: Abteilung für Zoologie am Landesmuseum für Kärnten, Klagenfurt (Dr. P. Mildner).

Danksagung

Für die Übernahme von Untersuchungskosten dankt der Autor herzlich folgenden Institutionen:

1. Geocenter-Rohstoffforschung Kärnten, Klagenfurt.
2. Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 15.
3. Landesmuseum Klagenfurt, Abteilung Geologie.
4. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten.

Weiters danke ich Frau Mag. Gerhild Zwettler für die sorgfältige Ausführung der pollenanalytischen Laborarbeiten.

Literatur

BEHRE, K.-E (1989): Biostratigraphy of the last glacial period in Europe.- Quaternary Science Reviews. Vol.8:25-44.

BEHRE, K.-E. & J. PLICHT (1992): Towards an absolute chronology for the last glacial period in Europe: radiocarbon dates from Oorel, northern Germany.- Vegetations History and Archaeobotany. Bd.1:111-117.

FRITZ, A. (1975): Beitrag zur würmglazialen Vegetation Kärntens.- Carinthia II, 165./85.:197-222.

FRITZ, A.(1992): Fagus-reiche Waldbestände im Riss/Würm-Interglazial des südöstlichen Alpenraumes.- Carinthia II, Klagenfurt, 18./102.:597-610.

GÖTTLICH, K. (1990): Moor- und Torfkunde.- E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.

GRÜGER, E. (1979): Spättriß, Riß/Würm und Frühwürm am Samerberg in Oberbayern - ein vegetationsgeschichtlicher Beitrag zur Gliederung des Jungpleistozäns.- Geologica Bavarica, 80:5-64.

HARTL, H., G. KNIELY, G.H. LEUTE & M. PERKO (1992): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Kärntens. 20-26.- Klagenfurt.

KLAUS, W. (1987): Das Mondsee Profil: R/W-Interglazial und vier Würm-Interstadiale in einer geschlossenen Schichtfolge.- Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Bd.7:3-18.

LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas.- Gustav Fischer Verlag.

WEGMÜLLER, S. (1992): Vegetationsgeschichtliche und stratigraphische Untersuchungen an Schieferkohlen des nördlichen Alpenvorlandes.- Denkschriften der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften, Bd.102, Birkhäuser Verlag.

Anschrift des Verfassers:
 Univ.-Prof. Dr. Adolf Fritz, KoschatstraÙe 99, A-9020 Klagenfurt.

